



I S E M P R E V E R D E

GIOVANNI VIRGINIO SCHIAPARELLI



Scritti sulla storia della
astronomia antica.
Tomo III

ATHENA
EDIZIONI

Athena Edizioni ti regala questo libro in formato cartaceo, stampato e spedito gratuitamente a casa tua. Infatti per ogni libro acquistato dal sito potrai scegliere un libro della collana Sempreverde in omaggio. Visita edizioniathena.it per maggiori informazioni.

I.

FRAMMENTI

DI UNA STORIA DELLE MATEMATICHE

E DI UNA STORIA DELL'ASTRONOMIA ANTICA

XXI.

PRINCIPIO DI UNA STORIA DELLE MATEMATICHE

- a.* Programma e divisione dell'Opera.
- b.* Divisione del Libro I.
- c.* Introduzione al Libro I.

I primi studi dello Schiaparelli intorno alla storia della scienza rimontano al 1855, cioè al tempo in cui, dopo conseguita la laurea di ingegnere e architetto civile (1854) e avanti di ottenere l'incarico dell'insegnamento delle matematiche in un ginnasio di Torino (1856), ebbe un po' d'agio per attendere a ricerche speciali in questo campo. Da principio era sua intenzione di comporre una Storia generale delle matematiche. Esiste fra le sue carte un quaderno rilegato a volume, cominciato a scrivere il 1° gennaio 1855, dove sono raccolti gli estratti che a questo scopo egli veniva allora facendo dai più diversi autori antichi e moderni: Gemino, Manilio, Censorino, Plinio, Eliano, A. Gellio, Macrobio, Delambre, Bailly, Montucla, Laplace, Humboldt, e altri ancora. Nel giugno di quello stesso anno lo Schiaparelli si sentiva già tanto inoltrato nelle sue indagini da stendere il Programma generale dell'opera; la quale, nell'intenzione dell'animoso autore, doveva andar divisa in dieci parti e 109 libri, comprendendo la narrazione dello svolgimento di tutte le scienze matematiche dei tempi più remoti alla metà del secolo XIX. Il primo libro avrebbe trattato dell'origine di codeste scienze presso tutti i popoli; e il sommario e l'introduzione di esso si trovano, in un col Programma generale dell'opera, nel quaderno suaccennato. A questi documenti così accenna lo Schiaparelli in una lettera indirizzata da Savigliano il 13 luglio 1855 all'amico Lorenzo Billotti, già stato suo maestro: « Alzandomi alle quattro del mattino io trovo tempo agli studi seri ed ai piacevoli. Ho fatto uno schizzo a vista della pianta di Savigliano colle misure, a passi, che vado ogni dì rettificando. Così pure ho disteso una prima orditura del primo libro della Storia delle matematiche. T'avverto che sarà molto curioso, e conterrà gran numero di notizie di cui nessuna si trova nel Montucla. Ho

letto fino a quest'ora tre libri dei Lusiadi di Camoens e sette libri del mio carissimo Plinio, che mi fornisce per la mia Storia milizie assai curiose ed importanti ». Quantunque l'ufficio di pubblico insegnante venisse quasi subito a distrarre lo Schiaparelli dal lavoro intrapreso, egli però non ne dimise per parecchi anni l'idea, e ancora nel 1858 a Berlino, mentre attendeva con fervore allo studio teorico e pratico dell'astronomia e a frequentare vari corsi complementari in quella università, trovò modo di riunire un grosso volume di estratti e di appunti sulle cognizioni matematiche degli antichi Indiani. Nè v'è a dubitare che avrebbe condotto a buon fine la vasta impresa alla quale si era accinto nella foga entusiasta de' suoi vent'anni, se l'esercizio dell'astronomia e i doveri inerenti alle funzioni di direttore dell'Osservatorio di Brera non avessero ben presto reclamato per loro tutta la sua operosità e tutte le sue cure. Più tardi, confortato da più maturo giudizio e da una più profonda cognizione della materia, lo Schiaparelli mutò di parere circa l'estensione da darsi a una Storia della matematiche. Su questo proposito così egli si esprimeva nel gennaio 1874: « Se oggi si dovesse scrivere una Storia delle matematiche converrebbe limitarla alle matematiche pure, lasciando da parte anche l'astronomia, che vuole per se un'opera speciale, al pari della meccanica pratica. Quanto all'ottica, la sua storia appartiene a quella della fisica ». E alla storia dell'astronomia — campo pur sempre estesissimo, ma meglio delimitato — egli d'allora in poi rivolse in modo speciale i suoi pensieri.

A.S.

a. PROGRAMMA GENERALE
E DIVISIONE DELLA STORIA DELLE MATEMATICHE.

Parte I Origini	Libro	1. Origini delle scienze matematiche presso tutti i popoli in generale.
	«	2. Caldei ed Assiri.
	«	3. Egiziani.
	«	4. Popoli iranici.
	«	5. Indiani.
	«	6. Chinesi.
	«	7. Etruschi.
Parte II I Greci prima della scuola d'Alessan- dria	Libro	8. I Greci prima delle scuole filosofiche.
	«	9. Ionii.
	«	10. Pitagorici.
	«	11. Platonici.
	«	12. Peripatetici.
	«	13. Eudosso Cnidio.
	«	14. Altri.

Parte III Scuola d'Alessan- dria I Epoca	Libro	15. Scuola d'Alessandria in generale.
	«	16. Euclide.
	«	17. Apollonio.
	«	18. Archimede.
	«	19. Altri geometri.
Parte IV Scuola d'Alessan- dria II Epoca	«	20. Eratostene.
	«	21. Ipparco.
	Libro	24. Generali.
	«	25. Tolomeo.
	«	26. Le carte geografiche. Mar. Tirio. Ipparco.
	«	Sinesio.
	«	27. Teone ed altri.
	«	28. Pappo.
	«	29. Altri geometri.
	«	30. Aritmetica dei Greci.
	«	31. Diofante.
	«	32. Musica.
	«	33. I Romani.
		34. I Greci della decadenza. Armeni. ecc.

Parte V Gli Arabi e i loro discepoli	Libro	35. Gli Arabi in generale.
	«	36. In aritmetica ed algebra.
	«	37. In geometria.
	«	38. In ottica.
	«	39. In astronomia.
	«	40. In fisica.
	«	41. Biografie.
	«	42. I Tartari, Hulagu.
Parte VI Risorgi- mento fino al 1600 Parte VII Dal 1600 alla scoperta del calcolo, 1687	«	43. I Tartari, Ulug-beg.
	Libro	44. Le scienze presso i Cristiani fino al 1400.
	«	45. Algebristi italiani sino a Bombelli.
	«	46. La geometria fino a Vieta.
	«	47. Vieta e i suoi contemporanei.
	«	48. Fisica e meccanica avanti a Galileo.
	«	49. L'astronomia fino a Copernico.
	Libro	52. Algebra, Harriot.
	«	53. Fermat e compagni.
	«	54. Neper e logaritmi.
	«	55. Cartesio.
	«	56. Geometria da Vieta a Newton.
	«	57. Galileo e la Meccanica.
	«	58. Kepller.
	«	59. Huygens.

Parte VIII 1687-1750	Libro 63. I predecessori del calcolo. Wallis. « 64. Storia del calcolo. « 65. Suoi progressi fino a Eulero. Bernoulli e « Leibnitz. « 66. Altre poarti dell'analisi. « 67. La geometria fino al 1793. « 68. I principi. « 69. La meccanica fino ad Eulero.
Parte IX 1750-1815	Libro 73. Eulero e le fatiche d'Ercole. « 74. Clairaut. « 75. D'Alembert. « 76. Lambert. « 77. Altri minori, Bossut, Laguy, Vander- « monde, Waring, ecc. « 78. Lagrange. « 79. Laplace. « 80. Monge e la sua scuola. « 81. L'astronomia da Bradley fino a Bessel.

Parte X Dal 1815 al presente	Libro 85. La nuova analisi.
	« 86. La teoria dei numeri.
	« 87. Le funzioni ellittiche.
	« 88. Il calcolo delle probabilità.
	« 89. I metodi di approssimazione.
	« 90. Gauss.
	« 91. Cauchy.
	« 92. La nuova geometria.
	« 93. La meccanica dopo Lagrange. Poincot, Hamilton, Navier, ecc.
	« 94. L'idrodinamica e la scuola di Torino.
	« 95. Poisson.
	« 96. La fisica matematica.
	« 97. L'ottica degli strumenti.
	« 98. L'ottica fisica.
	« 99. La teoria del calore.
	« 100. L'elettricismo.
	« 101. Magnetismo terrestre.
	« 102. Fisica molecolare.
	« 103. La nuova astronomia.

b. DIVISIONE DEL PRIMO LIBRO.

1.° Aritmetica naturale e comune a tutti i popoli.

2.° Tradizioni antiche sull'origine dell'aritmetica. I Fenici dapprima e in generale tutti i popoli mercanti dovettero portarla a un alto grado di perfezione.

3.° Elementi primari d'ogni aritmetica, sistema di numerazione ed esecuzione meccanica delle operazioni.

4.° Cause che influirono nel determinare il sistema di numerazione. Quasi tutti i popoli hanno il sistema decadico o un suo sottomultiplo (binario e quinario) o un suo multiplo (ventenario).

5.° Sistema binario, credesi inventato dai Chinesi. Tavola di Fohi e sua spiegazione data da Leibnitz.

6.° Sistema quinario usato unitamente al decadico da molti popoli africani e da certi popoli caucasei. (*Nota:* numeri di molte popolazioni negre, tratti da Mungo Park e da libri di viaggi). Sistema ventenario dei Messicani. Che cosa debbasi pensare di un racconto di Aristotele relativo a un popolo di Tracia.

7.° Fino a qual punto gli uomini allo stato primigenio possano spingere i calcoli necessari ai loro bisogni. La natura spinge all'uso dei segni: se ne vedono ognidi esempi volgari. Esempio classico presso i Romani. Per far i calcoli si fissa la mente su certi oggetti; uso delle pallottole ecc.

8.° Semplificazione di quest'uso. Abbaco dei Chinesi e degli Indiani. Nodi o *quippos* dei Peruviani. Filze dei Messicani. Usi non meno notabili presso altri popoli: esempi tolti da popoli africani.

9.° Scrittura aritmetica. Essa ebbe origine dalla numerazione meccanica, siccome provano i caratteri esprimenti 1, 2, 3,.. presso un gran numero di nazioni. Idea delle unità di diversi ordini espressa con diversi segni. Numerazione assai imperfetta di più popoli semitici e dei Greci, che dai primi pare l'abbiano ricevuta. La scrittura aritmetica al più alto grado di perfezione presso gli Indiani, e perchè.

10.° Modo di far i calcoli presso alcune nazioni. Aritmetica dei Greci. Imperfezione sua a petto dell'indiana.

11.° Pretesa origine della geometria. Essa dovè più probabilmente nascere nei paesi agricoli, sia per riguardo alle divisioni dei terreni, sia rispetto alla fabbricazione degli edifizii. Edifizii che attestano cognizioni geometriche presso i Caldei, gli Egizi, i popoli occidentali ed orientali. A che cosa si potesse ridurre da principio una tal geometria.

12.° Presso chi dovesse nascere primieramente l'astronomia. Favole relative al suo principio. Essa dovè dapprima servire agli usi agricoli. L'osservazione di certi periodi non dovè tardare a far attribuire segni particolari a certi astri. Come fosse facile il passaggio di qui all'astrologia giudiziaria. La cognizione degli

astri ha dato origine a più specie di sfere e costellazioni. Autori antichissimi che diedero nomi a costellazioni. Costellazioni dei naviganti.

13.° Sfere presso diversi popoli. Discussione dei sistemi di Pluche e di Dupuis.

14.° Alcuni periodi che più presto dovettero osservarsi. Giorni, ore e settimane presso diversi popoli. Lunazioni. Anni lunari. Zodiaco lunare. Esso dovè preceder di molto lo zodiaco diviso secondo il moto del Sole. Anni presso gli Indiani, gli Egizi, i Chinesi.

15.° Sguardo generale sulle cognizioni dei popoli barbari relative al cielo. Messicani e Peruviani. Anno e secolo messicano. Alcuni monumenti singolari d'astronomia barbara.

16.° Conclusione.

c. INTRODUZIONE AL LIBRO PRIMO DELLA PRESENTE
STORIA
INTITOLATO
ORIGINE DELLE SCIENZE MATEMATICHE PRESSO
TUTTI I POPOLI.

Noi supponiamo che colui che si pone a studiare la storia delle matematiche abbia già di queste scienze una assai compiuta cognizione. Perciò siccome l'eccellenza e l'utilità di esse si fa per se assai manifesta a coloro che le coltivano, così noi non incominceremo la nostra storia col dare idea della grande importanza di queste discipline e col farne elogi e col confutare i loro detrattori, siccome vediamo Montucla aver fatto. Neppure daremo sul bel principio dell'opera una divisione e un sistema compiuto di queste scienze, quali esse si trovano a' dì nostri, perchè col progredire successivo dell'umano spirito nelle cognizioni relative alle quantità, si vennero mano mano scoprendo nuove applicazioni o nuovi aspetti sotto cui tali cognizioni si possono presentare. L'enciclopedia delle matematiche dovè dunque essere ben varia ne' vari tempi. E tal verità, se non riesciva ben chiara ai tempi di Montucla, in cui molte parti venivano ancora a presentarsi nell'insegnamento ordinario sotto un aspetto assai antico, non è più dubbiosa ai dì nostri. Perchè la scuola che fiorì in Francia alla fine del secolo trascorso e al principio del presente,

mutò talmente l'apparenza delle cognizioni anche più elementari e, profittando dei lavori dei geometri procedenti, aggiunse tanti nuovi rami alla scienza, che la divisione antica non solo, ma quella stessa di Montucla non sarebbe più a proposito.

Il sistema dell'enciclopedia matematica adunque, non che presentarsi di primo tratto al lettore, ci pare anzi debba formare uno dei soggetti, le cui vicende devono fornir materia a una parte non disprezzabile della nostra storia. Perciò in questo libro, destinato a investigare l'origine primitiva delle matematiche, non se né parlerà.

Siccome poi intendiamo che il nostro racconto sia ordinato, e ponga innanzi agli occhi del filosofo il modo con cui le cognizioni matematiche si generano e sviluppano nella mente umana per via d'invenzione e non di disciplina, noi tratteremo in questo libro delle condizioni in cui, relativamente a tali cognizioni si trovarono dapprima i popoli antichi, e ancora quei più moderni che in esse poterono compiere solo i primi passi, quali i Messicani, i Peruviani, i Guanchi delle Canarie, gli indigeni dell'interno dell'Africa ecc. Così faremo uscire dalle congetture e dalle nebulosità trascendentali in cui alcuni sedicenti filosofi vollero avvolgerlo, l'ordine con cui le diverse idee del sistema delle matematiche si presentarono successivamente all'umana intelligenza, e il processo con cui questa le elaborò: senza ricorrere alla formula ideale di Gioberti, e senza ingolfarci nelle ingrate tenebre in cui s'aggararono Kant o Wronsky. È questa senza dubbio la

parte più difficile della presente storia. Non mediocre fatica ci vorrà a distrigarci dal caos di tradizioni confuse, contraddittorie, favolose, che ci presentano molte nazioni, e specialmente i Greci, rispetto all'origine delle scienze. Pure, per strana che sia la forma sotto cui la maggior parte di tali tradizioni si presenta, non è a dire che un certo numero di esse non possa avere un qualche fondamento di verità. Quante favole non si spacciarono sulle primitive migrazioni dei popoli nelle età antistoriche! Eppure la critica dei tempi nostri attraverso una sì fatta nebbia seppe coordinare di queste tradizioni quanto basta per stabilire inconcussi alcuni fatti generali. Vero è che essa trasse aiuto non piccolo dalla filologia comparata e dagli studi fisiologici sulle razze umane. Un lavoro simile noi dobbiamo intraprendere rispetto alla storia delle scienze, trovare la verità avviluppata nel caos antico e nel nuovo fabbricato sull'antico, A tutti è noto infatti che non pochi furono quelli che sudarono per stabilire il principio delle scienze secondo favoriti sistemi. Chi non sorride udendo un tale che vuol fare uscire ogni civiltà dalla Svezia? E chi potrà soscrivere per intero ai del resto bellissimi sistemi di Pluche e di Dupuis? Con meraviglioso ingegno e con pari dottrina parve Bailly fissare alcuni fatti e creare una storia della scienza nei secoli primitivi. Ma le sue congetture, che potevano parer plausibili finché durava, solo monumento, l'autorità dei Greci e degli Arabi, e di alcuni scritti Indiani e Zendi, hanno perduto ogni probabilità dacché la filologia comparata e la scoperta e decifrazione dei monumenti

dei popoli Egizio, Assiro-Babilonese ed Indo-Ariano, hanno di tanto fatto progredire gli studi sulla storia dei tempi primordiali dell'umanità. Rimasero i libri di Bailly monumento non perituro del suo ingegno e della sua erudizione, ma cadde quasi del tutto il fantastico edificio da lui innalzato.

XXII.

PRINCIPIO DI UNA STORIA DELL'ASTRONOMIA ANTICA

a. Programma generale dell'Opera.

b. Prefazione.

a. Prima stesura della Prefazione.

β. *Sulle epoche e divisioni nella Storia
dell'Astronomia.*

c. Cap. I. Origini.

d. Cap. II e III. Astronomia primitiva.

a. PROGRAMMA GENERALE DELL'OPERA.

A scrivere la Storia dell'Astronomia antica lo Schiaparelli aveva cominciato a prepararsi fin da quando, appena ventenne, assume di comporre la Storia delle Matematiche. Una parte cospicua di quest'ultima infatti doveva essere consacrata alla narrazione dei progressi della scienza degli astri, secondo risulta dal sommario del Libro I, pubblicato qui sopra. Abbandonato quel primo proposito, non già perchè rimanesse sgomento davanti alla grandezza dell'impresa, ma perchè ne fu distolto da altri lavori e da occupazioni più direttamente connesse colla sua professione, lo Schiaparelli, dopo avere accarezzata per qualche tempo l'idea di una Storia generale di tutta quanta l'Astronomia, finì per raccogliere il suo pensiero sulla Storia dell' Astronomia antica. Questa, essendo assai meno conosciuta della moderna, offriva alla sua sete d'indagine un campo sconfinato, dove tutto o quasi tutto era ancora da fare o da rifare.

Per mettersi in grado di mandare ad effetto il suo proposito, sin da quando viveva a Berlino egli si accinse da solo allo studio del greco e dell'arabo. Il poco tempo di cui poteva disporre — ostacolo gravissimo che purtroppo gli attraversò tanti disegni — non gli consentì di far molti progressi nell'arabo; ma nel greco fece tal profitto da poter non solo leggere gli autori nel testo originale, ma da potere all'occorrenza, sottoporre questo testo a un esame critico. Frutto delle sue ricerche sulle cognizioni astronomiche dei Greci furono le Memorie pubblicate in Atti accademici, che vengono per la prima volta riunite in questa raccolta. Altre Memorie lo Schiaparelli andava preparando su Ipparco, sulla storia delle teorie planetarie da Ipparco a Tolomeo, sui sistemi cosmologici indiani rappresentanti le teorie greco-caldaiche, delle quali tutte rimane almeno qualche traccia nelle sue carte.

Come dell'astronomia dei Greci, così si occupò fin da principio di quella dei popoli dell' antico oriente, le cui vestigia andava ricercando con cura assidua nei poemi e nei monumenti di storia, di scienza e di religione di quelle nazioni. Nella sua biblioteca un posto d'onore era riservato alla grande raccolta, edita da Max Müller, dei testi sacri dell'estremo oriente, ch'egli aveva tutti letti e spogliati. Col massimo interesse, aveva soprattutto seguito gli scavi che via via si venivano facendo in Egitto, a Ninive, nella Babilonide; e ciò, si può dire, fin da quando era studente a Torino. Una sua lettera del maggio 1856 al canonico Dovo di Savigliano, contiene una minuta ed esatta, non meno che commossa, relazione delle mirabili scoperte del Layard e del Botta a Ninive, e dei fortunati studi intorno ai cuneiformi del Rawlinson e dello Hincks. « Chi avrebbe detto, egli esclama, che ad uomini dell'età nostra fosse riserbato di passeggiare nelle aule di Sennacherib e di Tiglat-Pileser; di contemplare quei colossi innanzi a cui riverenti s'inclinavano i discendenti di Assur, che furono veduti forse da Abramo, e certamente da Tobia, da Giona, da Ezechiele; di convivere quasi con una gente, della quale ben poco più si seppe che il nome durante venticinque secoli, e di cui le memorie parevano ormai irreparabilmente perdute?». E chiude scherzosamente la lettera apponendoci la propria firma in caratteri cuneiformi. Il suo entusiasmo per l'archeologia orientale giunse una volta al segno da fargli quasi rimpiangere di non essersi dedicato interamente ad essa. Nel maggio 1874, dopo aver letti gli Études sur les civilisations anciennes del Lenormant, si lasciò infatti andare a scrivere: « I progressi in questa parte (cioè nelle indagini delle antichità egiziane e babilonesi) sono veramente grandiosi; e nel leggerne il racconto mi rincresce quasi di essermi dato all'Astronomia, dove i progressi del resto non furono, negli ultimi anni, meno brillanti ». Queste parole, per chi sa di quale ardente passione lo Schiaparelli amasse la sua scienza, sono ben significanti! Egli cominciò a dar forma concreta ai risultati delle sue ricerche sull'astronomia dell'antico oriente nel 1871, dettando uno studio

sul calendario degli Egiziani che poi non portò a termine. Tuttavia potè dedicarsi attivamente a simili lavori soltanto dopo il 1901, quand'ebbe lasciata la direzione dell'Osservatorio di Brera. Allora apprese l'ebraico e l'assiro; allora, oltre i brevi scritti riguardanti le cognizioni astronomiche dei Babilonesi pubblicati nei periodici Weltall e Scientia, stese una Memoria sugli antichi calendari dei popoli iranici, e un'altra assai lunga sulle Osservazioni ed Effemeridi babilonesi del pianeta Venere, rimaste tutt'e due imperfette.

Ma nella mente dello Schiaparelli tutti questi non erano che studi preparatori per la grande Storia dell'astronomia antica, ch'egli da tanto tempo vagheggiava, e alla cui composizione intendeva di consacrare gli ultimi anni della sua vita operosa. Non si era ancor ben rimesso dalla grave malattia che lo aveva colpito sul principio del 1901 lasciandogli per più mesi offuscata la mente, e già con mano malferma e carattere incerto tracciava un primo abbozzo del programma generale dell'opera. Non si tratta di un indice dei capitoli, ma piuttosto di una prima e provvisoria divisione di essa, fatta dall'autore allo scopo di distribuire con ordine e con metodo i copiosi materiali ch'era venuto via via raccogliendo. Che la cosa stia così è provato da due altre redazioni dello stesso documento; di queste una si ottiene disponendo in serie cronologica i titoli recati dai numerosi fogli di guardia fra i quali gli appunti e le schede, vennero dapprima custoditi; l'altra si ha ordinando allo stesso modo i titoli delle buste dove quei medesimi appunti e schede furono collocati più tardi. Il programma che noi qui pubblichiamo riproduce essenzialmente la serie dei titoli delle guardie, che sembra offrire il testo migliore; siccome però presenta qualche lacuna e non ha neppur essa pretese di completezza e di precisione, così l'abbiamo qua e là integrate con

dati tolti alle altre due redazioni. Dire dell'interesse che il documento presenta ci pare superfluo: mercè sua, noi possiamo con un rapido sguardo intravedere l'importanza dell'opera ed abbracciare l'estensione che essa doveva avere, secondo la prima intenzione dell'autore.

A. S.

- 1.° Prefazione.
- 2.° Origini.
- 3.° Astronomia primitiva.
- 4.° Civiltà incipienti dell'America: Messicani, Peruviani, Maysca.
- 5.° Egiziani fino ai Tolomei.
- 6.° Babilonesi fino ad Alessandro.
- 7.° Ebrei fino ad Alessandro.
- 8.° Fenici. Arabi prima di Maometto.
- 9.° Greci al tempo di Omero e di Esiodo. Cosmografia dei tragici e lirici greci fino al 400 a. C.
- 10.° I fisici dell'Ionia: Talete, Anassimandro, Anassimene, Ecatteo.
- 11.° Pitagora e i suoi immediati discepoli (Alcmeone, Ippaso). Empedocle e Parmenide.
- 12.° Astrofisici e osservatori fino ad Anassagora: Matriceta, Ferecide, Cleostrato, Arpalo. L'ottaeteride come periodo religioso e civile.
- 13.° Faino, Metone ed Eutemone. I primi parapegmi.
- 14.° Enopide, Eraclito, Democrito, Anassagora, Erodoto.
- 15.° Iceta, Ecfanto e Filolao.
- 16.° L'astronomia presso i filosofi greci da Socrate a Senocrate. Intolleranza ateniese. Platone e l'armonia delle sfere. Aristotele e l'astronomia dell'Accademia.
- 17.° Eudosso e il suo sistema. Arato e altri autori di Fenomeni.

- 18.° Filippo locrese, Callippo, Polemarco, Eraclide Pontico, Aristotele, Elicone, Menecmo, Aristotero, Teofrasto. Eudemo.
- 19.° Bione d'Abdera. Sfera armillare. Autolico, Euclide.
- 20.° Scuola d'Alessandria ne' suoi primi tempi: Aristillo. Timonari, Aristarco di Samo, Eratostene.
- 21.° Archimede, Apollonio, Conone, Dionisio e suo calendario. Attalo ed altri fino ad Ipparco. Anno grande.
- 22.° Astronomia babilonese dopo Alessandro. Sue relazioni coll'astronomia greca. Ipsicle. Importanza delle serie numeriche Le due scuole egiziana e caldaica, tanto nell'astronomia quanto nell'astrologia.
- 23.° I parapegmi.
- 24.° Notizia sull'astronomia teoretica d'Ipparco (tratta principalmente da Teone).
- 25.° Ipparco: astronomia planisferica, trigonometria.
- 26.° Ipparco: geografia matematica.
- 27.° Ipparco: meteorologia, scienza del moto, scienza delle combinazioni, astrologia.
- 28.° L'astronomia fra Ipparco e Tolomeo. Diodoro matematico e l'analemma. Posidonio, Gemino, Cleomede. Scilace d'Alicarnasso. Iscrizione di Kesinto. Gnomonica antica. *Historia horologiorum*,
- 29.° Astronomia italica ed etrusca. Anno romano. Riforma di Cesare.

- 30.° Astronomia pliniana.
- 31.° Menelao. Agrippa. Dottrina sferica. Teodosio. Mezio e sua carta geografica. Plutarco.
- 32.° Tolomeo: biografia e notizie generali.
- 33.° Tolomeo: sole, luna, stelle, pianeti.
- 34.° Tolomeo: analemma, planisferio, tavole manuali. Geografia matematica.
- 35.° Continuatori e commentatori di Tolomeo: Pappo, Teone, Ipazia.
- 36.° Questioni pasquali.
- 37.° Decadenza dell'astronomia greca dopo Teone. Giuliano. Simplicio. Proclo. Primi Bizantini. Ebrei e Rabbini dopo Alessandro. Storia della settimana.
- 38.° Astronomia indiana primitiva, e derivata dai Greci e Babilonesi. Siamesi o Cingalesi.
- 39.° Astronomia cinese primitiva, e derivata dai Greci, Indiani ed Arabi. Astronomia dell'Asia centrale ed orientale: Tartari, Giapponesi ecc.
- 40.° Popoli iranici fino al contatto coi Greci e cogli Arabi.
- 41.° Arabi. Scuola di Bagdad e scuola occidentale.
- 42.° Bizantini e Latini medioevali fino al sec. XV.
- 43.° Astrologia matematica dalle origini al sec XV (esclusi i Babilonesi).

b. PREFAZIONE.

LO Schiaparelli stese la Prefazione alla Storia dell'astronomia antica nell'estate del 1901: il foglio di custodia che la contiene infatti è segnato casualmente colla data 27 agosto di quell'anno. Ma se anche tale indicazione mancasse, noi non potremmo credere la Prefazione posteriore al 1903, perchè in essa è detto che l'autore dovrà trattare dell'astronomia dei Babilonesi senza saper leggere i caratteri cuneiformi, mentre appunto al 1903 risalgono i primi saggi di traduzione dai cuneiformi che si trovano fra le sue carte. All'atto pratico lo Schiaparelli si era convinto che per penetrare a fondo nel pensiero scientifico dei Babilonesi occorreva anzitutto rendersi padrone della loro lingua; nella conoscenza della quale fece in breve sufficienti progressi da poter illustrare i testi astronomici babilonesi anche dal lato filologico. (Questo si rileva specialmente dalla Memoria rimasta incompiuta Osservazioni ed Effemeridi babilonesi del pianeta Venere).

I due scritti che qui riproduciamo sono già stati pubblicati dal prof. Celoria nella Commemorazione che dello Schiaparelli fece all'Accademia dei Lincei nella seduta del 6 novembre 1910 (Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, classe di scienze fis., mat., e nat., s. 5.^o vol. XIX. p. 528 e seg.). Furono rinvenuti chiusi in una stessa busta recante il titolo «Prefazione alla Storia dell'antica Astronomia e, generalità sul medesimo tema». Evidentemente l'autore aveva già steso la Prefazione nella sua forma attuale, quando, sopravvenutigli nuovi pensieri intorno all'argomento, scrisse il frammento «sulle epoche e divisioni nella storia dell'Astronomia». Poiché questo frammento, così come sta ora, non sembra che faccia seguito immediato alla Prefazione da quale appare in se stessa compiuta), e nemmeno che possa esservi intercalato, è da ritenere che l'autore intendesse introdurla in una seconda redazione, rifiuta ed ampliata, dalla Prefazione medesima.

A. S.

α. PRIMA STESURA DELLA PREFAZIONE.

Nel lungo intervallo di tempo trascorso dall'epoca in cui Bailly e Delambre scrissero le loro monumentali Storie dell'Astronomia, nessun'altra opera è venuta in luce che a quelle si possa comparare per estensione e profondità di ricerche, specialmente per quanto concerne l'astronomia degli antichi. Nelle storie di Maedler, di Hoefer e di Wolf (a non parlare che delle più note), concepite secondo un piano assai men vasto, gli autori, obbligati a dedicare gran parte dell'opera loro ai grandi e maravigliosi progressi dei tempi moderni, non trattarono degli antichi che in modo assai succinto, e si contentarono per lo più di riassumere in breve spazio le narrazioni di quei due sommi e veri storici della nostra scienza, senza tener conto delle numerose ricerche speciali e degli importanti risultati che il secolo XIX aveva prodotto in questa parte, come in ogni altra dello scibile umano.

Non v'è quasi capitolo dell'astronomia antica che in quest'intervallo non sia stato parzialmente od anche interamente rinnovato. A ciò cooperarono: le ricerche di molti eruditi armati di metodo critico sicuro e potente, che gli scrittori antecedenti poco avevano conosciuto; lo studio più diligente e più esatto degli antichi autori, oggi rappresentati da edizioni fatte sui codici accuratamente fra loro comparati e assoggettati a severa discussione; infine le grandi e maravigliose scoperte archeologiche, per cui tutta fu rinnovata la storia delle antiche nazioni dell'oriente,

e ci fu dato prendere anche una cognizione più che superficiale della loro cultura nelle arti e nelle scienze. I monumenti astronomici degli egiziani furono studiati da Lepsius e da Brugsch. I *coc-tiles laterculi* da tanto tempo sepolti, che a migliaia e a miriadi ritornano alla luce dalle rovine di Ninive, di Babilonia e dei vecchi templi della bassa Caldea, hanno dato sull'astronomia dei Babilonesi informazioni assai più estese e sicure di quelle che ci tramandarono i Greci. Le acute e perseveranti indagini di Sayce, Strassmayer, Epping e Kugler, sostenute da uno spirito di divinazione quasi portentoso, hanno dimostrato che il merito acquistato dai Babilonesi nel creare, e soprattutto nel diffondere le dottrine astronomiche, è stato grande ed inferiore soltanto a quello dei Greci.

Nello studio dell'astronomia indiana Bailly, portato da troppo fervida immaginazione, e Bentley, animato da uno spirito di negazione altrettanto esagerato, fecero entrambi falsa strada in direzioni opposte. La confusione che ne nacque non potè esser levata neppure dal genio prudente e dagli scritti ponderati di Colebrooke, essa si rispecchia fedelmente nella esposizione che Delambre ha fatto di questo argomento. Soltanto a partire dalla metà del secolo XIX, e primamente in conseguenza degli studi estesissimi e sistematici di Cristiano Lassen e di Alberto Weber sulle antichità e sulla letteratura degli Indiani, cominciarono ad ordinarsi alquanto le idee sulla storia della loro astronomia; al che cooperarono pure efficacemente le fatiche di Burgess e di

Whitney. Intanto s'impadronirono di questa materia alcuni *panditi* indiani educati al metodo ed allo spirito europeo d'investigazione, e molti libri sanscriti d'astronomia, di cui appena si sapeva il nome, vennero fuori dalle loro tenebre secolari; così che Thibaut, dopo pubblicati i cinque Siddhanta (o trattati d'astronomia) più antichi, riuscì a presentare i fatti e i documenti relativi all'astronomia indiana secondo un ordine storico sicuro nelle sue linee principali, e capace di fornire una solida base alle investigazioni avvenire.

Nell'astronomia dei Greci le innovazioni portate dai nuovi studi non furono di carattere così radicale, soprattutto nell'ultimo e più brillante periodo comprendente i lavori d'Ipparco e di Tolomeo; tuttavia non mancarono scoperte interessanti, come quella dell'iscrizione di Keskinto. Si è riconosciuto inoltre che il vuoto di quasi trecento anni fra quei due sommi astronomi era soltanto apparente; più attente ricerche han fatto scoprire le vestigia di due sistemi d'astronomia planetaria, di cui si è potuto ricostruire in parte i caratteri più importanti. Le idee dei filosofi greci sulla costruzione dell'universo sono state meglio studiate e ridotte ai risultati più probabili; l'astronomia di Filolao e quella di Platone spiegate nella loro vera natura; le teorie planetarie di Eudosso furono per la prima volta intese ed apparvero agli occhi di tutti, nella loro sorprendente genialità, come uno dei monumenti più notevoli del genio ellenico. Qualche luce si è pure fatta

sull'evoluzione d'idee, che condusse Eraclide Pontico ed Aristarco a prevenire, in tutto od in parte, le idee di Ticone e di Copernico. I cicli lunari e solari dei Greci, ed in generale tutta la loro cronologia, è stata sottilmente indagata e verificata. Fra gli eruditi che con maggior successo si affaticarono in questi studi, son da nominare principalmente Augusto Boeckh, Lodovico Ideler, Augusto Mommsen, Enrico Martin, Paolo Tannery, Hermann Diels, Federico Hultsch. E sarà sempre in onore presso gli studiosi un'altra pleiade di dotti, che spese le sue fatiche a procurare edizioni critiche degli autori classici usati come fonti principali di questa storia; pleiade nella quale brillano i nomi di Friedlein, Heiberg, Hiller, Wachsmuth, oltre ad alcuni dei già sopra nominati. Per loro merito oggi ne è dato di leggere gli scritti degli antichi matematici e degli antichi astronomi in quella miglior forma che è ancora possibile ottenere.

Insomma la storia dell'astronomia è attualmente quasi in ogni parte ben diversa da quella che Bailly e Delambre, e sul loro esempio anche gli autori posteriori, ci hanno presentato. L'opportunità di ripigliare questo tema facendo tesoro di tutte le indagini moderne è dunque evidente. Meno opportuno sembrerà invece che si accinga a tal difficile impresa un'astronomo, che tutta la sua vita passò fra le osservazioni ed i calcoli, ed a cui mancò la possibilità di acquistare nella misura necessaria tutto quel capitale di cognizioni che solo può render sicura l'indagine

critica delle antichità orientali; uno che dovrà parlare degli Egiziani senza nulla conoscere dei caratteri geroglifici, dei Babilonesi senza saper leggere i cuneiformi, degli Indiani senza poter comprendere i libri sanscriti, e così via. La mia scusa (se pure una scusa è possibile) sta in questo: che sinora non si è trovato un uomo capace di dominare simultaneamente tutte quelle lingue e quelle letterature al punto da poter giudicare con proprio od indipendente giudizio su tutte le infinite questioni grandi e piccole (spesso purtroppo son questioni filologiche), che ad ogni passo si presentano in questa vasta, difficile ed astrusa materia. E finchè non nasca un tal uomo, la storia dell'antica astronomia non potrà essere che un' opera di sintesi, per una parte della quale il fondamento sarà da cercare, non nei documenti primitivi, ma negli scrittori che trassero alla luce questi documenti, e con speciale studio ne dedussero risultati certi o almeno probabili; quindi nelle Memorie degli egittologi, degli assiriologi, degli indianisti, dei sinologi ecc. In simil condizione di cose lo scrittore avrà fatto il suo dovere quando sia bene informato del grado di fiducia di cui son degni i lavori ai quali attinge; quando fra conclusioni frequentemente contraddittorie sappia con tatto e con diligenza trovar la via per giungere al risultato più sicuro; quando si mostri egli stesso naturalmente fornito di quel senso istorico, senza del quale si è irrevocabilmente condannati a perdere la dritta via. Io non so fino a qual punto il presente libro soddisferà a tali condizioni; il lettore perito veda e giudichi. E sarò lieto se

i difetti da me non potuti evitare daranno ad altri occasione e incitamento a fare opera migliore.

®. SULLE EPOCHE E DIVISIONI NELLA STORIA DELL'ASTRONOMIA.

I limiti di tempo secondo cui va divisa la storia dell'astronomia ne' suoi periodi, non sono stati da tutti assegnati in egual modo. Per Bailly la storia dell'astronomia ha cominciato almeno quaranta secoli prima di Cristo nell'Asia centrale per opera di un popolo eminentemente civile, dal quale le scienze e le arti sarebbero state diffuse in tutta l'Asia, sull'Europa e sull'Egitto: popolo di cui fu detto che *ci insegnò ogni cosa, salvo il suo nome e la sua esistenza*, o del cui alto sapere anche nell'astronomia, pochi ma sicuri indizi Bailly ravvisava nelle storiche tradizioni dei primi tempi. Dall'astronomia di un tal popolo egli fa derivare quella degli Indiani, che già nell'anno 3102 prima di Cristo sarebbe giunta ad un grado di perfezione sufficiente per produrre le famose tavole astronomiche di Tirvalur, da lui riferite a quell'epoca. Questa è per Bailly propriamente l'astronomia antica, della quale sarebbero rimaste altre poche ed isolate tracce in ciò che si sa dei Babilonesi, degli Egiziani e dei Greci anteriori ad Alessandro. Non fa dunque meraviglia ch'egli termini l'astronomia antica colla fondazione della scuola d'Alessandria dovuta ai primi Tolomei.

Per lui i lavori d'Apollonio, d'Archimede, d'Ipparco, di Tolomeo già appartengono all' astronomia moderna.

Con miglior criterio Delambre ha distinto la storia dell'astronomia in *antica, medioevale e moderna*, attenendosi pressapoco ai limiti corrispondenti con cui si suol dividere la storia politica. Quindi egli fissa la fine dell'astronomia antica col tramonto della scuola d'Alessandria (verso il 650 di Cristo), includendovi ancora l'astronomia degli Indiani e dei Cinesi. Quella degli Arabi e dei Tartari attribuisce al Medioevo, cui assegna pure l'astronomia dei Latini d'Occidente fino a Copernico, col quale si suole generalmente dar principio al periodo moderno.

Questo modo di vedere, che oggi è generalmente adottato, servirà pure a determinare la materia del presente libro, dove dalle prime origini si condurrà la narrazione fino all'estinzione delle scuole d'Atene e d'Alessandria. L'astronomia degli Indiani e quella dei Cinesi saranno condotte fino al punto in cui perdono il loro carattere originale per modellarsi sulle dottrine dei Greci, importate dai Maomettani.

Confessiamo tuttavia che tal determinazione dei limiti dell'astronomia antica è dettata piuttosto da pratica opportunità che dalla natura della cosa. Chi volesse seguire la pura ragione scientifica, e dividere la storia dell'astronomia secondo le fasi fondamentali della sua evoluzione progressiva, dovrebbe attenersi ad un metodo ben diverso. Infatti è noto che l'astronomia

degli Arabi, dei Tartari, dei Persiani mussulmani, degli Ebrei medioevali, e dei Latini d'occidente fino a Copernico, non presenta alcuna differenza essenziale rispetto a quella dei Greci, quale è rappresentata dall'Almagesto. All'epoca del Rinascimento, Purbach e Regiomontano non fanno altro che spiegare e commentare quel famoso libro. E se ben si considera, Copernico medesimo non è altro che un continuatore dei Greci, poichè all'idea fondamentale d'Aristarco egli adattò i metodi geometrici d'Ipparco e di Tolomeo. Né gli strumenti di Ticone, nè i suoi metodi d'osservazione includevano alcun principio importante, che non fosse conosciuto e praticato dai Greci e dagli Arabi. Keplero stesso, il quale ruppe l'incantesimo dei moti circolari, considerò ancora le rivoluzioni celesti come un problema di geometria e di proporzioni numeriche, nè più, nè meno di quanto facessero i Pitagorici e Platone.

Certo la gloriosa triade Copernico, Ticone e Keplero fu quella che preparò le vie all'astronomia nuova; essi però s'aggirarono ancora nel circolo delle idee antiche, delle quali gli ultimi rappresentanti furono, nella pratica delle osservazioni, Evelio; nella teoria, il P. Riccioli. Con questi finisce veramente la storia dell'astronomia antica, nella seconda metà del secolo XVII.

L'astronomia moderna ebbe origine quando si cessò dal considerare gli astri come corpi di natura diversa dai corpi terrestri, e s'incominciò a supporli assoggettati alle medesime leggi fisiche e meccaniche a cui questi soggiacciono; quando il telescopio fu

applicato all'osservazione del cielo e alle misure angolari; quando la dinamica, creata da Galileo, venne applicata da Newton al calcolo della figura e del movimento dei pianeti, dei satelliti e delle comete. Essa ricevette un grande e desiderato complemento, allorché allo studio delle forme e dei movimenti si aggiunse l'indagine chimica dei corpi celesti per mezzo dell'analisi spettrale. La storia di questa nuova astronomia è appena agli inizi, ma già i suoi annali sono straordinariamente copiosi. Nessuno può dire oggi quando il periodo cominciato nel corso del secolo XVII si potrà considerare come finito, ed a qual genere di grandiose scoperte si dovrà l'inaugurazione del periodo consecutivo. Beati quelli che vivranno in quel tempo!

c. Cap. I. - ORIGINI.

È probabile che il capitolo delle Origini e i due seguenti sull'Astronomia primitiva, che formavano il principio della Storia dell'astronomia antica, siano stati scritti subito dopo la Prefazione. cioè ancora durante il 1901. Certo non sono anteriori al 1899, perché in essi si citano l'opera del Constantin. La Nature tropicale, e la memoria del Messadaglia, I venti. l'orientazione geografica e la navigazione in Omero, che vennero pubblicate in quell'anno; parimenti non sono posteriori al 1903, perchè nei capitoli stessi l'autore, parlando del qedem, il levante degli Ebrei, rimanda per maggiori schiarimenti all'operetta del Revel sulla letteratura ebraica anzichè alla propria Astronomia nell'Antico Testamento, che del qedem si occupa di proposito e che uscì appunto nel 1903.

La forma attuale delle Origini non doveva essere la definitiva. Nella busta che le contiene si trova infatti un foglietto volante, su cui l'autore scrisse la seguente postilla: « Al capitolo I Origini far precedere un accenno alle opinioni di quelli che vollero attribuire ad una persona, non ad una evoluzione del pensiero umano, l'invenzione dell'astronomia. Critica delle tradizioni su Atlante, Museo, Lino e Orfeo, Chirone centauro, Tagete, Andubario, Thoth, Asura Maya, Abramo, Giamasp, Oanne e Hoang-ti. Critica più speciale di quanto dice Bailly ». Una breve allusione a questo argomento si può leggere ora al principio dell'articolo I primordi dell'astronomia presso i Babilonesi, dove non solo l'autore trasferì con poche modificazioni i periodi con cui s'apre il capitolo delle Origini, ma anche riassume, in breve le principali conclusioni a cui era venuto tanto nelle Origini quanto nell'Astronomia primitiva.

A.S.

Sommario. - Che cosa si debba intendere per origini dell'astronomia - Non si deve limitare la storia dell'astronomia antica a quella dei Greci — Le idee rudimentali di astronomia primitiva presso i popoli anche barbari meritano uno studio comparativo: utilità che se ne trae per l'etnografia.

Le scienze e le arti più antiche sono state insegnate agli uomini dal desiderio di provvedere alle necessità od ai comodi della vita; e da tal fonte dobbiam pure riconoscere le origini dell'astronomia. Anche nello stato della prima barbarie preistorica, l'uomo ha dovuto portar la sua attenzione sui fenomeni celesti, e primamente su quelli da cui in tutto od in parte dipendeva il rinnovarsi periodico dei suoi bisogni e l'ordine delle sue occupazioni. L'alternarsi rapido dei giorni e delle notti: la vicenda più lenta, ma non meno importante, delle stagioni; il periodico ritorno delle fasi lunari e la varietà dell'illuminazione notturna che ne deriva, han dovuto in ogni luogo esser oggetto di riflessioni pratiche al cacciatore, al pastore ed al coltivatore della terra. Tali nozioni possono considerarsi come patrimonio comune a tutti i popoli primitivi, ed in generale anche a tutti quelli che in ogni tempo non seppero elevarsi al disopra dello stato selvaggio. Esse, così semplici e rudimentali come sono, costituiscono però già un principio di scienza astronomica. L'uomo dell'epoca paleolitica, che riconobbe l'andamento periodico delle fasi lunari e si studiò

di trovare quanti giorni sono in una lunazione, compì un'operazione altrettanto scientifica ed altrettanto astronomica quanto può essere per un astronomo moderno il definire la rivoluzione di un pianeta o d'un satellite, o il periodo di intensità luminosa di una stella variabile.

Ciò posto, si vedrà subito quanto ozioso e futile sarebbe il proporsi d'investigare in qual tempo ed in qual luogo abbia avuto principio l'astronomia, e da chi sia stata inventata. Ogni popolo l'ha trovata per conto suo e nella forma più conveniente al suo bisogno; ma non tutti vi fecero uguali progressi. Molti fra i meno inciviliti son rimasti anche oggi alle prime nozioni, quali possiamo supporre siano in uso nella Terra del Fuoco o fra gli aborigeni dell'Australia. Altri, meglio dotati di intelligenza, e spinti da più avanzata civiltà, giunsero a più alto segno; specialmente dove già di buon ora l'osservazione dei fenomeni celesti fu connessa coi riti religiosi o servì alla divinazione dell'avvenire, come presso gli Egiziani ed i Babilonesi. Ma soltanto i Greci, questi maravigliosi creatori d'ogni filosofia, si elevarono a considerare l'astronomia come una scienza pura; e perciò appunto raggiunsero in essa, fra tutte le antiche nazioni, il più alto grado di perfezione, preparando i fondamenti al nobile edificio dell'astronomia moderna.

Da questo fatto diversi storici della nostra scienza, e fra essi principalmente Delambre, sono stati indotti a credere, che sia press'a poco inutile occuparsi dei tentativi più o meno imperfetti

di altri popoli Antichi. Ora è verissimo, che quando si voglia risalire dallo stato presente dell'astronomia alle sue fasi anteriori, una serie di progressi continuati e logicamente fra loro connessi non si può ravvisare che retrocedendo da noi a Copernico, da Copernico a Tolomeo, da Tolomeo a Talete ed Anassimandro; anzi, per le prime nozioni, ad Omero ed Esiodo. Ma qui è da notare che lo sviluppo dell'astronomia greca non si è compiuto senza il concorso delle nazioni vicine dell'Oriente, cioè dei Fenici e degli Egiziani dapprima, poi dei Babilonesi; su che avremo occasione di addurre più che sufficienti prove. Volendo dunque seguire la storia dell'antica scienza dei Greci in tutte le sue ramificazioni ascendenti, sarà necessario introdurre anche quelle antiche nazioni nel nostro quadro storico, indipendentemente dal grande interesse che esse offrono per se sotto il riguardo scientifico.

I popoli ariani dell'India e dell'Iran e le razze gialle dell'estremo Oriente, per lungo tempo svolsero le loro civiltà in modo autonomo, e assai tardi entrarono nel circolo della storia universale. Essi non ebbero quindi occasione di collaborare al progresso della nostra scienza; e i loro tentativi rimasero isolati ed imperfetti, finché dall'Occidente non venne loro la luce e la spinta ad ulteriori progressi. Lo stesso dicasi degli Arabi e dei Tartari, i quali anche più direttamente possono considerarsi come discepoli dei Greci. Ma non per ciò sembra che si debba tacere affatto di loro. Le diverse vie per cui questi uomini di

stirpe così diversa e di così diverso tipo intellettuale, si applicarono a risolvere i medesimi problemi; le nuove forme che nelle loro mani assunsero i teoremi e i procedimenti di calcolo loro venuti per trasmissione diretta, o per mezzo di intermediari, da Babilonia e da Alessandria, destano il più vivo interesse. Quale differenza fra l'Almagesto e il Sûrya-Siddhanta! Questo studio è degno di richiamare l'attenzione dell'astronomo, ma forse ancora più quella dell'etnografo. Il quale, dopo di aver esaminate in modo comparativo le religioni, le leggi, le lettere, i costumi, le lingue dei vari popoli della Terra, non avrà compiuto il suo lavoro se non avrà preso in considerazione anche i prodotti dell'intelligenza e della riflessione; cioè i passi che ciascuno di quelli ha fatto nelle scienze, e specialmente nelle scienze di raziocinio matematico puro od applicato ai fenomeni della natura.

Appena minore, se pur minore, è l'interesse etnografico delle ricerche comparate sull'astronomia primitiva di quei popoli, che non giunsero ad elevarsi alla contemplazione scientifica propriamente detta, e non oltrepassarono, o oltrepassarono di poco, il limite delle prime e più ovvie cognizioni. Qui abbiamo una vastissima materia, la quale offre all'indagatore il destro di confrontare lo sviluppo indipendente delle idee astronomiche presso nazioni diversissime di tempo, di luogo e di attitudini intellettuali; sviluppo che molte volte si riconoscerà determinato dalla stirpe, dalle tradizioni religiose, dal clima, dalle occupazioni quotidiane, e perfino dalla latitudine del paese dov'esse abitano od hanno

abitato. Circostanze tutte dal cui concorso nacquero incredibili differenze, quali per esempio si ravvisano fra i concetti cosmologici degli antichi Ebrei e quelli dei Tahitiani al tempo di Cook o degli Aztechi del Messico prima di Cortez. Ma se vasta è la materia, non sempre facile è ottenerne una cognizione sicura. Per le nazioni antiche è per lo più grave ostacolo l'oscurità e la deficienza delle notizie storiche; a non parlare di quei numerosissimi popoli che la storia affatto dimenticò. Per le nazioni che si conservarono nelle condizioni di barbarie primitiva o di civiltà rudimentale fino a tempi più recenti, abbiamo da quattrocento anni in qua le relazioni d'infiniti viaggiatori, dei quali però una ben piccola parte ha avuto l'occasione o l'abilità di penetrare nella mente dei popoli veduti così profondamente da esaurire tutto il contenuto del loro sapere astronomico, esponendolo secondo verità. Onde avviene, che di tante notizie la massima parte è senza alcun valore, o almeno non può essere utilizzata senza confronti e senza rigoroso esame. Non può essere nostro intento l'intraprendere la faticosa raccolta e la discussione difficile di tutti i documenti di questa specie; lavoro che richiederebbe un'opera a se, e troppo ci arresterebbe fin dal principio del lungo ed arduo cammino che ci sta davanti. Tuttavia a modo d'esempio e di conforto a chi avrà il coraggio d'intraprenderla, ne daremo un piccolo saggio, contenuto entro i limiti convenienti al presente libro; il qual saggio, benché imperfettissimo, basterà, come si disse, a mostrare, non esser oziosa tale ricerca né per la storia

dell'astronomia, nè per l'etnografia comparata.

d. Cap. II. - ASTRONOMIA PRIMITIVA.

Sommario. — La Luna non usata nel calcolo del tempo dai popoli più boreali, e perchè — Come si spiega che i Jakuti fanno eccezione — Nel resto della Terra la lunazione e l'anno solare determinati dai fenomeni naturali terrestri, sono stati usati simultaneamente; alcuni casi in cui la lunazione è stata esclusivamente adoperata — Primi tentativi imperfetti di calendario lunisolare — Primi esempi di osservazione delle apparizioni e disparizioni delle stelle — Divisione del giorno presso le tribù incolte: l'ora doppia dei Tahitiani — L'ora desunta di giorno dal Sole, di notte dalle stelle.

Cominciamo il nostro studio dalle regioni più settentrionali del mondo abitato, nella vicinanza del circolo polare ed oltre questo circolo, dove in conseguenza della grande obliquità della sfera, hanno luogo condizioni speciali circa l'uso degli astri per la divisione del tempo. In quelle alte latitudini il periodo annuo si manifesta con fenomeni più spiccati che in alcun altro luogo della terra. Al di là del circolo polare l'estate è accompagnata dalla presenza continua del sole sull'orizzonte per un intervallo di settimane e di mesi; il giorno perpetuo che ne deriva è preceduto e seguito da due altri intervalli in cui il crepuscolo, anche a mezzanotte, è abbastanza intenso perchè si possa attendere comodamente alla maggior parte delle occupazioni ordinarie, restando così esclusa la notte propriamente detta. Al di qua del

circolo polare questo giorno praticamente continuo di tutte le 24 ore si estende fino a latitudini relativamente basse, e sotto il parallelo di 60° dura ancora parecchie settimane prima e dopo del solstizio estivo.

In quelle estati polari l'apparizione della Luna perde molto della sua regolarità, e il periodo mensile cessa di mostrarsi con quell'evidenza che si osserva nelle latitudini più basse. Quando il Sole è sull'orizzonte per tutte le 24 ore, la Luna non è visibile che nella metà del suo periodo sinodico, e questa metà al momento del solstizio estivo comprende le elongazioni minori di 90° a destra e a sinistra del Sole, quindi il semicircolo della congiunzione dall'ultimo quarto al primo quarto. La sua piccola falce è allora praticamente invisibile in presenza del Sole. Per tutto il tempo in cui il Sole dura sull'orizzonte la Luna non si può vedere che con molta attenzione, anzi per la maggior parte di questo tempo non si vede affatto.

Notisi inoltre che quando il nodo ascendente dell'orbita lunare sull'eclittica coincide col principio d'Ariete o ne è poco lontano, l'inclinazione di quell'orbita sull'equatore può arrivare a $28^\circ,4$; allora la declinazione australe della Luna può giungere a tal limite, entrando così essa nel circolo di occultazione perpetua per tutti i paesi posti al di là del parallelo $61^\circ,5$. In tal caso pertanto la Luna può diventar invisibile per uno o parecchi giorni in qualunque fase ed in qualunque stagione. In compenso potrà

pure entrar nel circolo di apparizione perpetua diventando circumpolare, e nelle lunghe notti d'inverno brillare piena o quasi piena sull'orizzonte per parecchi giorni di seguito.

Ora si comprende come per le popolazioni vicine al polo, il computo dei mesi coll'aiuto della Luna non riesca molto agevole, e perchè l'uso dei mesi lunari sia loro sconosciuto dovunque il contatto con altri popoli di climi più meridionali non l'abbia introdotto. Per esse la Luna non può servire che a suddividere la lunga notte invernale, offrendo loro, quand'è visibile, una specie di periodo diurno alquanto più lungo di 24 ore col suo ritornare nella medesima plaga dell'orizzonte, e col ritorno dei pleniluni un mese provvisorio, il cui rinnovarsi ben presto viene interrotto al comparir dell'estate.

Le osservazioni dei viaggiatori si accordano perfettamente con quanto si è detto. Il missionario Davide Crantz, il quale visse nella Groenlandia per molti anni, e lasciò di questo paese una copiosa descrizione, nota che nella baia di Disko (latitudine di circa 70°) la Luna è invisibile per quattro mesi, dal maggio all'agosto. Narra altrove che i Groenlandesi contano gli anni per inverni, determinando il principio dell'anno o dell'inverno dall'epoca in cui il Sole scompare all'orizzonte per far luogo alla notte perpetua. Nel corso di questa si regolano dalle stelle della Grand'Orsa per la numerazione dei giorni, e per intervalli più lunghi, anche dai pleniluni, allora molto bene osservabili. Quanto all'estate, in mancanza di lunazioni, i Groenlandesi ne

determinano le varie epoche notando i luoghi in cui una certa punta di scoglio proietta la sua ombra. Mercè la direzione che prende quest'ombra al levar del Sole, o considerandone la lunghezza massima quando il Sole è circumpolare, riescono a prevedere abbastanza bene il ritorno dei vitelli marini, l'arrivo o la partenza di certe specie di uccelli o di pesci, e finalmente il tempo di ripiegar le tende e preparar le capanne pel soggiorno invernale¹.

Secondo il celebre naturalista Steller gli abitanti del Kamciatka prendono per base della loro divisione dell'anno gli effetti dei fenomeni naturali sopra la Terra. Il loro anno è di dieci mesi, o piuttosto periodi, gli uni più lunghi, gli altri più brevi, pel motivo che, nel dividerli, hanno riguardo non già al corso degli astri, ma al genere delle proprie fatiche; e questo principio sembra pure che li diriga nella denominazione dei dieci mesi o periodi in discorso, il periodo del massimo freddo è *il mese che rompe le accette*, quello del maggior caldo è *il mese dei lunghi giorni*. Vi è *il mese della renna domestica*, quello *della renna selvatica*, *il mese dei pesci bianchi*, quello *dei pesci rossi* ecc. Le denominazioni variano, da un cantone all'altro secondo la varietà di usanze e di occupazioni facile ad

¹ CRANTZ, Istoria dei Groenlandesi, citata da LAHARPE, *Compendio della storia generale dei viaggi*, versione Formaleoni (Venezia, 1781-85) XXXI, pp. 40 e 211-214.

immaginare in quel vasto paese che si estende per circa 12 gradi in latitudine². Come ben si vede il numero di dieci mesi e la loro ineguale durata escludono intieramente la Luna da questo modo di computare il tempo, sebbene la latitudine del Kamciatka non sia ancor tale da far entrare questo paese nel numero delle terre polari.

Invece i Jakuti, che abitano una vasta regione della Siberia orientale fra i paralleli 60° e 70° attraversata dal circolo polare, usano un calendario quale non ci aspetteremmo sotto una così alta latitudine. Billings, che intorno al 1790 soggiornò vari anni in quelle regioni, così ne parla: «I Jakuti dividono l'anno in quattro stagioni uguali alle nostre ed hanno dodici mesi di trenta giorni ciascuno; ma ogni sei anni contano un mese di più pei giorni intercalari. Nella notte conoscono le ore dalla situazione dell'Orsa Maggiore e della stella polare. Osservano diversi fenomeni che fanno loro prevedere l'avvicinarsi delle stagioni»³. Un tal calendario, al pari del nostro coi suoi mesi di trenta e trentun giorni, ha dovuto in origine esser regolato sulla Luna, dalla quale certamente, come presso molti altri popoli, il mese di trenta

² STELLER, presso LAHARPE, opera citata, vol. XXX, pp. 225-226.

³ BILLINGS, presso FERRARIO, *Costume antico e moderno*, ed. di Livorno, Tomo VI, p. 298.

giorni è stato derivato. Esso non ha potuto nascere sotto il circolo polare, per le ragioni esposte in principio di questo capitolo, ed è stato sicuramente importato da latitudini più basse. Si può infatti considerare come dimostrato dalle loro stesse tradizioni e da altre ragioni etnografiche ed istoriche, che i Jakuti non occupano sempre le sedi attuali, ma in altri tempi abitarono sotto un clima più meridionale e, a quanto sembra, vennero dal Turkestan. Ancora oggidì si trovano de' loro fratelli parlanti lo stesso idioma in quella parte della Siberia che confina coi monti Altai a mezzogiorno di Krasnoiarsk, sotto il parallelo di circa 50^o⁴.

Nella zona torrida il corso annuo del Sole non dà luogo a grande varietà di fenomeni. Il giorno e la notte si avvicinano in proporzione quasi uniforme in tutto l'anno: il Sole a mezzodì culmina sempre a grande altezza sopra l'orizzonte, e le differenze d'irradiazione termica nelle diverse stagioni sono molto meno apparenti che altrove. Più che per le variazioni del corso del Sole, il periodo annuo si rende osservabile presso quei popoli per le vicende meteorologiche delle stagioni e dei lavori agricoli, che sono determinate nel modo più evidente dal periodo delle piogge regolari e da quello della serenità. È pertanto uso quasi

⁴ BILLINGS, op. cit., Tomo VI, p. 282. Secondo i linguisti l'idioma Jakuto ha la più grande affinità con quelli del Turkestan e col turco degli Osmanli.

generale presso le popolazioni equatoriali, là dove il contatto cogli Europei e cogli Arabi non ha ancora modificate le abitudini, di contare gli anni numerando le piogge e i periodi di serenità, senza curarsi delle evoluzioni del Sole. Gli Indiani dell'Orenoco non hanno una parola speciale che corrisponda a ciò che noi chiamiamo anno; i Maypure chiamano l'anno estate (il periodo sereno); i Tamanachi lo chiamano inverno (che è il periodo delle piogge)⁵. Presso i Mandinghi la parola *sanju* significa anno e pioggia ad un tempo⁶; e non sarebbe difficile aggiungere altri esempi consimili. Ora è manifesto, che una tal rozza determinazione degli anni può ben servire a numerarli ed a fissarne la serie; ma non vale a stabilirne il principio e le epoche diverse con qualche precisione. In molti luoghi le piogge duran tutto l'anno, e soltanto vi si distingue un maximum annuale più o meno variabile d'intensità e di tempo da un'anno all'altro; maximum che in altri luoghi scompare affatto e non si può constatare che con esatte osservazioni pluviometriche⁷. Così si comprende perchè presso i

⁵ COMPAGNONI, *Storia dell' America* (1822), Tomo XVIII, p. 182.

⁶ Veggasi il piccolo vocabolario della lingua Mandingo in PRÉVOST *Histoire générale des Voyages*, ed. dell'Aia, Tomo IV, p. 217.

⁷ A Buitenzorg (Batavia) il numero dei giorni di pioggia in un mese varia da 12 a 24; il mese più ricco di pioggia è quello di gennaio (473 millimetri); il

popoli barbari della zona torrida, nella divisione del tempo si assegnò dappertutto alla Luna una parte tanto preminente (in certi casi si può dire esclusiva), al punto da ignorare completamente il corso del Sole.

Il più conosciuto dei sistemi di calendario puramente lunare è quello degli Arabi, in cui si conta il tempo per lune e per dozzine di lune, impropriamente chiamate anni. Esso è nato dal desiderio di conciliare il periodo, così comodo e così facile ad osservare, della Luna col corso del Sole e col ciclo delle stagioni; intento che raggiunge in modo straordinariamente imperfetto anche nelle più semplici applicazioni della pratica. Questo calendario, usato da tempo immemorabile tra i figli del deserto non avvezzi alla regolarità di computo richiesta dai lavori dell'agricoltura, in seguito alle conquiste dell'Islam, con lavoro tenace di dodici secoli e più si è venuto progressivamente estendendo sopra una parte notevole dell'antico continente, dal Capo Verde alle Molucche e da Kasan a Mozambico e all'isola di Madagascar, anche fra popoli essenzialmente agricoltori, malgrado il suo difetto di rappresentare assai male il ritorno delle stagioni.

più povero è l'agosto (257 millimetri). La temperatura media del mese più caldo a Batavia (settembre) è 25°,5; quella del mese più fresco, 24°,5. Nel giardino botanico di Tjibodas i cambiamenti di stagione sono insensibili, e le piogge sono quasi uniformemente ripartite su tutto l'anno. V. CONSTANTIN, *La Nature tropicale*, Paris, Alcan, 1899, pp. 17-19 e 51.

Ma se nel computo arabico si ravvisa ancora l'intenzione di aver qualche riguardo al periodo del Sole, dessa è affatto posta da parte in altri calendari. In quello dell'Uganda per esempio, il periodo più grande è di cinque lune, se dobbiamo credere al celebre viaggiatore Speke⁸. I Muysca di Bogotà nelle Ande Colombiane avevano un anno civile di venti lune⁹. Sembra pure che si possa mettere in questa categoria il cosiddetto anno di Romolo, al quale parecchi illustri scrittori concordemente attribuiscono la durata di dieci mesi¹⁰, cioè di dieci lune probabilmente. Queste durate di cinque, dieci, venti mesi hanno senza fallo relazione col sistema dei numeri determinato dalle dita delle mani e dei piedi, che per l'Uganda e per Roma era decimale, e ventesimale per i Muysca.

Questi periodi più complessi non si trovano però che presso popoli di civiltà incipiente, quali furono i Romani dei primi tempi

⁸ SPEKE, *Le sorgenti del Nilo* (1860-63), nella collezione *Giro del Mondo* di CHARTON e TREVES, vol. II, p. 190.

⁹ SAFFRAY, *Viaggio alla Nuova Granata* (1869). nella collezione *Giro del Mondo* di CHARTON e TREVES, vol. IV, p. 261.

¹⁰ Sull'anno di Romolo e sulla sua disposizione, veggasi quanto se ne dice più sotto, Capo . . .

ed i Muysca, e quali sono presentemente quelli dell'Uganda. Ma nello stato di primitiva barbarie altro non si fece che contar le lune, regolandosi pure, ma in modo indipendente, sull'alternar delle stagioni. Il capitano Wilson che nel 1783, in conseguenza di un naufragio, ebbe occasione di fare un lungo soggiorno alle isole Pelew, trovò che quegli isolani dividevano le stagioni in umida e secca, come quasi da per tutto fra i tropici: di queste però non tenevan conto nel computo dei tempi che facevano esclusivamente numerando le lune. Così un certo intervallo di tempo da lui convenuto col capo di una di quelle isole, fu definito in trenta lune, che il detto capo numerava disfacendo ad ogni luna uno dei trenta nodi fatti da principio in una corda¹¹.

Non molto diverso è il calcolo del tempo usato, con poche eccezioni, in tutta quella parte d' Africa, dove Cristo e Maometto non hanno ancora esteso la loro influenza. I Negri del Capo Mesurado, scriveva un viaggiatore due secoli fa¹², usano interrompere i loro lavori il giorno della Luna nuova, ed impediscono per quel giorno agli stranieri l'accesso alla loro casa. Quei della Costa

¹¹ WILSON, *Naufragio alle isole Pelew* in EYRÉS, *Compendio dei viaggi moderni*, ed. ital. di Antonelli, Venezia, Tomo V, pp. 963 e 970.

¹² BARBOT presso PRÉVOST, *Histoire générale des Voyages*, ed. dell'Aia, Tomo V, p. 40.

di Malaguetta¹³ salutano la Luna nuova con canti, danze e gesti buffoneschi. Un altro viaggiatore della medesima epoca¹⁴ riferisce sui Negri della Costa d'Oro, che misurano il tempo per lune. Essi conoscono la settimana, importata probabilmente dagli Europei o dai Maomettani. Il P. Merola, che negli anni 1682-1688 visitò i paesi della Guinea meridionale¹⁵, afferma che nel paese di Loango era al suo tempo uso generale di colorare nel primo giorno della luna gl'idoli domestici con una polvere rossa. In quel giorno, alla prima vista della falce lunare, il popolo gridava alla Luna: *possa la mia vita rinnovarsi come tu ti sei rinnovata*. Ogilby nella sua descrizione dell'Africa¹⁶, narra che prima dell'arrivo dei Portoghesi, gl'indigeni del Congo contavano gli anni per *kossionos* ossia stagioni di pioggia, e i loro mesi da un plenilunio all'altro.

¹³ BARBOT presso PRÉVOST, *Histoire générale des Voyages*, ed. dell'Aia, Tomo V, p. 60.

¹⁴ BOSMAN presso PRÉVOST, op. cit., Tomo V, p. 254.

¹⁵ MEROLA presso PRÉVOST, op. cit., Tomo VI, p. 246.

¹⁶ OGILBY presso PRÉVOST, op. cit., Tomo VI, p. 301.

Kolben, che molto studiò i costumi degli Ottentotti (1713), afferma¹⁷ che questo popolo ad ogni plenilunio offre alla Luna sacrifici di carne e di latte e la ringrazia del suo ritorno, e che queste feste servono pure alla divisione del tempo. Anche i Cafri del Natal¹⁸ e i Becinana¹⁹, prima delle invasioni europee contavano il tempo per lune. Nei paesi interiori dell’Africa australe dove il Nilo e il Congo hanno le loro sorgenti, si osserva la stessa cosa. Già abbiamo riferito che nell’Uganda si conta per periodi di cinque lune. Nel Karagwè Speke e Grant²⁰ ebbero occasione di assistere alle feste della nuova Luna che colà regolarmente si celebrano. In generale sembra che il computo per lune fosse originariamente praticato per tutta l’Africa al sud dell’equatore.

Non meno generale è quest’uso, od era, presso gl’isolani della

¹⁷ KOLBEN presso PRÉVOST, op. cit., Tomo VI, p. 498.

¹⁸ FERRARIO, *Costume antico e moderno*, ed. Livorno, Tomo X, p. 103.

¹⁹ *Idem ibidem*, p. 123.

²⁰ SPEKE e GRANT, *Viaggio alle sorgenti del Nilo*, nel *Giro del Mondo* di CHARTON e TREVBS, vol. II, p. 151.

Malesia e della Polinesia. Secondo Marsden²¹ «gli indigeni di Sumatra determinano vagamente i loro periodi annuali dal corso delle stagioni, e contano gli anni dal numero delle loro messi. Del pari che i Malesi calcolano i tempi coll'aiuto delle fasi lunari, ma non cercano punto di por queste in accordo col giro del Sole. Non conoscono la divisione del mese in settimane fuorché nei luoghi dove è stata introdotta dall'Islamismo; quando lo richiede l'esattezza, impiegano il giorno dell'età della Luna». Daniele Woodward, che nel 1793-94 passò sedici mesi in una specie di prigionia presso i Malesi di Celebes²², assicura anch'egli che i Malesi misurano il tempo per lune. Già si è riferita la narrazione di Wilson circa l'uso delle isole Pelew. Pei Tahitiani basterà la testimonianza di Cook che trascriveremo fra poco.

In tutta l'America il computo del tempo per lune era diffuso fra gli aborigeni prima che gli Europei l'occupassero. Ancora pochi decenni fa, durando le trattative fra gl'Indianie una commissione nominata dagli Stati Uniti per delimitare il territorio ad essi Corvi riservato, l'epoca del colloquio fu stabilita per il *plenilunio*

²¹ MARSDEN, *Descrizione di Sumatra*, nella collezione *Compendio dei viaggi moderni* di EYRIÈS, Venezia, Antonelli, Tomo XXII, p. 217.

²² WOODWARD presso EYRIÈS, op. cit.. Tomo XXIV, pp. 447-48.

(novembre 1867): non essendo riuscito l'accordo, un nuovo congresso fu indetto *per dopo sette lune, quando l'erba sarebbe stata verde*, cioè pel plenilunio del giugno 1868²³. Gl'Indiani dell'istmo di Panama e di Darien adoravano il Sole, ma non distinguevano il tempo che per mezzo di lune²⁴. Quelli dell'Orenoco hanno la stessa usanza²⁵. Già si è accennato al ciclo di 20 lune usato dai Muysca di Bogotà. I Peruviani e gli Araucani al tempo delle conquiste usavano un mese convenzionale di trenta giorni, simile a quello degli antichi Egiziani, il quale non potè esser derivato che da un uso precedente del mese naturale, cioè della lunazione. L'unica eccezione in tutta l'America è data dagli abitanti delle terre polari, per ragioni già addotte qui sopra: un'altra è forse solo apparente, e ci vien presentata dagli Aztechi e nazioni congeneri del Messico, presso cui il calcolo dei tempi era fondato soltanto sul corso del Sole, restando esclusa qualunque specie di mese, così naturale come convenzionale. Ma queste quattro nazioni americane ultimamente nominate, cioè i Messicani, i Muysca, i Peruviani e gli Araucani, uscite già dalla prima barbarie al

²³ L. SIMONIN nel *Giro del Mondo*, vol. X, pp. 60 e 70.

²⁴ WAFFER presso PRÉVOST, op. cit., Tomo XIX, p. 294.

²⁵ COMPAGNONI, *Storia dell'America*, vol. XVIII, p. 182.

tempo dell'invasione europea, avevano sorpassato nell'astronomia il limite delle prime nozioni, ed ai loro memorabili ed interessanti tentativi ci converrà dedicare uno speciale capitolo.

Anche nell'Europa e nell'Asia lo studio diligente delle origini storiche attesta dovunque l'uso iniziale di un calendario puramente lunare. Ciò non ha bisogno d'alcuna dimostrazione pei Semiti in genere, per gli antichi Elleni e per i Cinesi. Ma anche presso quelle nazioni, che fin dal principio della loro storia appaiono già in possesso di un calendario solare, quali sono gli Egiziani, i Persiani, gli Arii dell'India e i Tartari Jakuti (e secondo l'opinione di alcuni anche i Romani), appare dovunque senza eccezione il periodo mensile, ridotto a pura convenzione, più o meno aberrante dalla vera durata del mese naturale, o alcuna volta bizzarramente ridotto a durata disuguale come avviene nel calendario Giuliano. Questo fatto non può essere altrimenti spiegato che coll'ammettere presso tutti quei popoli un uso anteriore della lunazione. Poiché è evidente, che se la Luna non avesse esistito, l'idea del mese di trenta giorni non sarebbe nata così concordemente fra popoli tanto distanti di tempo o di luogo quali sono i Peruviani, gli Egiziani ed i Jakuti.

Da questa rassegna, la quale, comechè assai incompleta, pure si estende a popoli di epoche e stati diversissimi sparsi su tutta la superficie della Terra, raccogliamo come conclusione, che per gli uomini primitivi, dopo il giorno, il primo modo di computare il tempo è stato l'uso del mese naturale, definito dall'intervallo di

due noviluni consecutivi il più delle volte, ma anche talora dall'intervallo di due pleniluni, come si è veduto per l'Africa australe. L'osservazione facilissima delle fasi lunari, e soprattutto la disparizione della Luna ad ogni novilunio, hanno fornito il modo di assegnare un dato termine di tempo entro uno o due giorni d'incertezza; ciò che dal periodo annuo delle stagioni e dai fenomeni della natura non si sarebbe mai potuto conseguire. Quasi dappertutto adunque noi troviamo che gli uomini si son contentati di seguire il corso parallelo dei due periodi, menstruo ed annuo, usandone a vicenda secondo il bisogno e secondo l'opportunità. Ma fra le nazioni se ne trovarono alcune dotate d'intelletto più vivo o spinte da particolari necessità, le quali compresero il vantaggio di potere, coll'aiuto della Luna, distribuire meglio i lavori, le feste e le altre occorrenze, che dipendevano dalla vicenda delle stagioni; onde nacque il problema più famoso del calendario, quello di coordinare il corso del Sole col corso della Luna. Noi possiamo vedere anche oggi presso alcuni popoli i primi tentativi fatti per risolvere un tale problema.

Scrive il Compagnoni nella sua storia dell'America²⁶, che gl'Indiani dell'Orenoco «danno alle diverse lune dell'anno diverse denominazioni, prese dalle differenti vicende che la natura nel volger dell'anno presenta, come della maturanza di certi

²⁶ COMPAGNONI, *Storia dell' America*, vol. XVIII, p. 182.

frutti, dalla raccolta delle uova di tartaruga, dal principio delle piogge e cose simili. L'anno non è contato dalle lune ma dalle stagioni».

Il dottor Forster, il quale accompagnò Cook nel suo secondo viaggio, ha dato le seguenti notizie²⁷. L'anno dei Tahitiani è determinato dalla raccolta del frutto del pane, e comincia press'a poco in marzo, nel tempo in cui si fa la pasta acre di questo frutto. Per la sua suddivisione essi contano le rivoluzioni della Luna; il nome di *Marama* o *Malama* significa ad un tempo Luna e lunazione. In ciascuna lunazione si contano i giorni cominciando dal primo apparire della falce in occidente la sera fino al giorno ventinovesimo, dando a ciascuno di essi un nome particolare. In quest'ultimo giorno, e nel trentesimo, quando accade, mentre stanno aspettando il riapparire della falce, dicono che *la Luna è morta*. Nell'anno contano dodici e talvolta tredici lune, alle quali tutte assegnan nomi propri, per lo più connessi con le occupazioni o con fatti naturali occorrenti in tali mesi. È possibile che sian giunti a stabilir qualche regola per l'intercalazione della tredicesima Luna; e il Forster si mostra di ciò persuaso, sebbene egli stesso e Cook confessino di non esser riusciti a scoprirla.

La formazione di un calendario lunisolare richiede una certa

²⁷ FORSTER presso LAHARPE, *Compendio della storia generale dei viaggi*, ed. Formaleoni, Venezia, Tomo XXXVII, p. 241 e seg.

attitudine di esatta osservazione combinata con una certa misura d'istinto matematico, che sembrano riservate a quelle nazioni soltanto, le quali già hanno varcato i primi gradi dell'incivilimento. Un elemento a ciò indispensabile è la cognizione alquanto precisa del numero di giorni contenuti nell'anno solare. Ora questa difficilmente si può dedurre dall'osservazione del ritorno delle medesime stagioni, dei medesimi fenomeni di vegetazione, delle medesime vicende dell'atmosfera, come piogge, temperature o altro. Soltanto chi osservi i fenomeni celesti dipendenti dal moto del Sole può giungere all'intento; sia studiando le variazioni annue del corso apparente del Sole col gnomone o con altro apparato, sia notando le apparenze diverse che presenta il cielo stellato nelle varie epoche dell'anno, e specialmente i tempi in cui cominciano certe stelle ad esser visibili emergendo dal crepuscolo mattutino, o cessano di esser tali immergendosi nel crepuscolo vespertino. Il primo sistema appartiene ad un'astronomia già alquanto perfezionata, e non se ne ha memoria che presso nazioni colte, come i Babilonesi che l'insegnarono ai Greci, i Cinesi e i Peruviani, dai quali pare l'abbiano appreso anche gli Araucani. L'altro metodo invece può esser praticato facilmente senza apparati: oltre ad un'attenzione continuata all'aspetto del cielo mattutino, richiede una esatta numerazione dei giorni continuata per lungo tempo. Notando per un certo numero di stelle più luminose le apparizioni mattutine e le disposizioni vespertine (secondo il termine tecnico, il loro *levare*

eliaco e il loro *tramontare eliaco*), si possono ottenere lungo l'anno tanti punti di riferimento, quanti può far comodo di avere per segnare le epoche dei lavori agricoli, venatorii, nautici ecc., e procurarsi così nella sfera stellata, un calendario di sufficiente esattezza e di grande utilità pratica. Ma se a queste osservazioni si aggiunga la numerazione dei giorni e la misura degli intervalli di tempo secondo cui ciascuno dei detti fenomeni si ripete periodicamente, si avrà il mezzo di determinare la durata dell'anno con una certa precisione.

Tali osservazioni dell'apparizione mattutina e della disparizione vespertina delle stelle rimontano alla più venerabile antichità presso gli Egiziani e gli Arii dell'India; presso i Greci già ne parla Esiodo come di cosa conosciuta ed entrata nell'uso dell'agricoltura e della nautica. Dei Tahitiani riferisce Cook²⁸, che «nei loro grandi viaggi regolano la navigazione secondo il Sole durante il giorno, e secondo le stelle nella notte. Distinguono tutte le stelle principali separatamente coi propri nomi; conoscono in qual parte del cielo queste appariscono, in qual mese sono visibili sopra l'orizzonte; e sanno altresì con tanta precisione quanta non sarà, forse creduta da un astronomo d'Europa,

²⁸ COOK, *Primo viaggio*, presso LAHARPE, op. cit., Tomo XXXIII, pp. 179-180.

in qual mese dell'anno cominciano ad apparire ed a sparire». Secondo Cecchi²⁹, che viaggiò nei regni barbari al sud dell'Abissinia, «i Galla non maomettani misurano l'anno dal tempo che passa tra due osservazioni in cui videro per la prima volta una medesima stella sorgere innanzi al Sole, dopo che questa ha compiuto il giro del cielo. Sirio, la stella più bella del firmamento, indica a questi poveri selvaggi la durata del loro *uoggà* (anno). Altri infine, e sono i coltivatori e le classi più ignoranti, contano la durata dell'anno dai successivi periodi di pioggia, dai quali deducono anche i giorni di semina e di raccolto». Il capo Maori Duattera diceva il 2 dicembre 1814 al Rev. Liddyard Nicholas³⁰, missionario nella Nuova Zelanda: «Tra due mesi si leverà un gruppo di stelle, due delle quali rappresentano il dinnanzi, alcune altre il didietro di una piroga; e subito dopo apparirà una stella che noi chiamiamo l'*ancora*, la quale, col suo tramontare la sera, e col suo levarsi allo spuntar del giorno, regola le nostre ore di riposo e di lavoro». È manifesto che il capo Neozelandese si riferiva al levare e al tramonto eliaco di quelle stelle.

La divisione del giorno presso gli uomini primitivi si faceva

²⁹ CECCHI, *Da Zeila alle frontiere del Caffa*, vol. II, p. 291.

³⁰ LIDDYARD NICHOLAS, *Viaggio alla Nuova Zelanda*, presso EYRIÈS op. cit., Tomo XI, p. 1092.

estimando quella porzione dell'arco diurno, che era stata percorsa dal Sole dopo il suo levare, o che mancava perchè esso giungesse al tramonto. Ciò è particolarmente facile nella zona torrida, dove tale stima porta principalmente sul moto del Sole in altezza, e nelle regioni vicine al circolo polare, dove cade soprattutto sul moto del Sole in azimut. Ma non si deve credere che la stima sia troppo difficile anche nei luoghi di latitudine intermedia. Io che scrivo queste linee, ho avuto occasione di conoscere, fra i contadini abitanti sotto il 45° parallelo, alcuni dotati di spirito di osservazione molto acuto, i quali in ogni tempo sapevano stimare l'ora dall'aspetto del Sole in relazione cogli oggetti dell'orizzonte, senza errare più di un quarto d'ora comunemente, e non mai con errore di mezz'ora: il che indica un'idea esatta della posizione ed ampiezza dell'arco diurno percorso dal Sole nelle diverse stagioni.

Addurrò alcuni esempi di questa pratica che in ogni tempo ha dovuto esser generale, ed è anche adesso molto usata dalla gente che vive all'aperto e non ha comodo d'orologi. «Gl'indigeni di Sumatra, racconta Marsden³¹, non suddividono i giorni in ore; per indicare in qual tempo della giornata sia accaduto un fatto, additano il punto del cielo ove trovavasi il Sole. I Malesi di

³¹ MARSDEN, *Descrizione di Sumatra*, presso EYRIÉS, op. cit, Tomo XXIII, p. 217.

Celebes, secondo Woodward³², distinguono solo la mattina, il mezzodi e la sera; non contano per ore, ma indicano le epoche del giorno per mezzo dell'altezza del Sole. Gli Ottentoti³³ indicano gl'istanti del giorno dal corso del Sole, notando per esempio col dito dov'esso si trovava al momento della loro partenza da un luogo, e dove l'han veduto al momento del loro arrivo in un altro. I Cafri Kussa³⁴ riuscivano assai bene ad indicare con precisione un'ora del giorno, stendendo il braccio verso il luogo in cui trovavasi allora o doveva trovarsi il Sole.

La partizione del giorno naturale in ore mattutine, vespertine e serali, fu anch'essa certamente comune a tutto il mondo, com'è ancora presentemente quando non è il caso di adoperare una grande esattezza. Ma notevole è il fatto, che già nello stadio di barbarie primitiva, alcuni popoli han trovato necessario di suddividerlo in un certo numero di parti uguali. Tale fu il caso degli Indiani dell'Orenoco³⁵, i quali usavano (e probabilmente usano

³² WOODWARD presso EYRIÈS, op. cit.. Tomo XXIV, pp. 447-448.

³³ FERRARIO, *Costume antico e moderno*, vol. X, p. 73.

³⁴ *Idem ibidem*, p. 103.

³⁵ COMPAGNONI, *Storia dell'America*, vol. XVIII, p. 181.

ancora) designare le parti del giorno per mezzo di parole indicanti la posizione del Sole nei momenti in cui una comincia e l'altra finisce. Le parti erano quattro, delimitate dai seguenti istanti: 1.° il sol che nasce; 2.° il sole in faccia; 8.° il sole dritto; 4.° il sole voltato; 5.° il sole entrante. Anch'essi, quando intendevano usare maggior precisione, solevano accennare col dito il luogo dove doveva essere il Sole nel momento che volevano indicare. Dei Tahitiani narra il gran navigatore Cook³⁶ che presso di loro il giorno si divide in sei parti e in altrettante la notte; le quali, per essere l'isola di Tahiti non molto lontana dall'equatore (latitudine 17° ½ sud), possono considerarsi come tutte eguali fra di loro, e valgono ciascuna come due ore delle nostre. Cotali divisioni, dice Cook, hanno ciascuna il proprio nome, e vengono indicate con molta esattezza per mezzo dell'elevazione del Sole quando sta sull'orizzonte; ma pochi son quelli che di notte, alla sola ispezione delle stelle, possano indicare l'ora precisamente.

³⁶ COOK, *Primo Viaggio*, presso I.AHARPE, op. cit., Tomo XXXIII, pp. 180-181.

Questi pochi appartengono ad una classe speciale di dotti, chiamati *Tabowa*, ad un tempo teologi, medici ed astronomi³⁷. Il conoscere le ore notturne in ogni tempo dell'anno per l'ispezione delle stelle, come pure il sapere quali stelle hanno il levare e il tramonto eliacco nelle diverse stagioni dell'anno, suppone uno studio non superficiale della sfera stellata e dell'annuo spostarsi del Sole in giro intorno ad essa. Anche i Maori della Nuova Zelanda, secondo che narrava il capo Duattera al missionario Liddyard Nicholas³⁸, «nella state vegliano la maggior parte della notte, esaminando il movimento del cielo, e facendo ai loro sacerdoti questioni sull'epoca nella quale una od un'altra stella deve comparire». Così presso i Maori, come presso i Tahitiani, i segreti del cielo erano principalmente affidati allo studio di una classe speciale, depositaria delle leggende nazionali e delle tradizioni religiose. Noi sorprendiamo qui, nella loro primitiva forma, quei celebri colleghi di sacerdoti-astronomi a cui dovettero la loro fama antica nella scienza degli astri gli Egiziani ed i Babilonesi.

Quanto alla divisione del *nycthemeron* in dodici parti o doppie

³⁷ COOK, *Primo Viaggio*, presso LAHARPE, op. cit., Tomo XXXIII, p. 719.

³⁸ LIDDYARD NICHOLAS, op. cit., presso EYRIÈS, vol. XI, p. 1091.

ore, che abbiain visto adottata dai Tahitiani, essa si trova in origine presso diverse altre nazioni, e primieramente fra i Babilonesi; indi fra i Cinesi che l'introdussero nel Giappone; finalmente presso gli antichi abitatori del Perù, dai quali sembra che l'abbiano appresa gli Araucani del Chilì. Tale coincidenza non implica già una comunicazione fra tutti questi popoli: essa è stata a tutti dettata da una certa comodità ed opportunità, perchè, a misura che ascendono i primi gradi dell'incivilimento, gli uomini sentono viepiù la necessità di una misura esatta del tempo. Ora, dopo la divisione del giorno in quattro parti, quella che si presenta migliore è la divisione in sei.

Cap. III. - ASTRONOMIA PRIMITIVA (CONTINUAZIONE).

Sommario. - Il problema dell'orientamento — Le quattro plaghe dall'orizzonte — Il levante, considerato come direzione fondamentale — Orientamento col Sole, colla stella polare, colle stelle in genere — Astronomia nautica dei Polinesiani — Uranografia primitiva: l'Orsa, Orione, le Pleiadi — I pianeti: Espero e Lucifero.

Dopo il problema del computo regolare dei tempi, quello dell'orientamento ha dovuto presentarsi fra i primi, specialmente ai popoli nomadi ed ai popoli navigatori. Dappertutto il corso apparente diurno del Sole e della Luna ha richiamato l'attenzione sulle direzioni Est-Ovest, dalle quali non è stato difficile anche alle genti più rozze, dedurre le direzioni Nord-Sud³⁹. Questa rosa di quattro direzioni principali o di quattro punti cardinali, si trova presso tutte quelle nazioni di cui è stato possibile ottenere sufficiente notizie su tale materia. Questa è la rosa conosciuta lungo

³⁹ Soltanto nelle latitudini molto elevate la direzione del sud ha potuto presentarsi più facilmente, come quella in cui il Sole manda i suoi ultimi raggi prima che cominci la notte perpetua; mentre il suo levare ed il suo tramonto possono avvenire in qualunque punto dell'orizzonte.

le rive del Tigri e dell'Eufrate fino dai primi tempi della civiltà caldaica; la rosa di Omero e degli scrittori biblici, del Rigveda e dello Sciu-king; quella secondo cui sono orientate le piramidi di Menfi, i templi dei primi italici e molti edificî del Perù anteriori alla conquista. Ed è notabile, che le direzioni Est-Ovest, che son date direttamente in natura, furono per lo più considerate come le principali, in confronto colle direzioni Nord-Sud, dedotte da quelle prime per mezzo di un concetto geometrico. Soprattutto la direzione dell'Oriente è stata frequentemente considerata come la fondamentale da cui tutte le altre si derivano, perchè da quella sorge ogni mattina l'astro benefattore, origine e simbolo della vita, apportatore della luce. Onde è avvenuto che a questa direzione si è dato un carattere rituale e sacro presso diversi popoli. Il tabernacolo mosaico ci vien rappresentato come avente l'ingresso dalla parte di Oriente, e così pure il tempio di Salomone; disposizione questa che si osserva anche in certe chiese (come a S. Pietro di Roma), mentre in molte altre si è preferito mettere ad Oriente l'altare, affinchè il popolo orante fosse rivolto in quella direzione (così a Santa Sofia di Costantinopoli, nel Duomo di Milano, in Nostra Donna di Parigi e in mille altri esempi). Tale era pure in origine la disposizione dei templi presso i popoli italici, e specialmente presso gli Etruschi, siccome ne fan fede Igino e Frontino gromatici⁴⁰. Da tale disposizione, estesa a

⁴⁰ Veggasi su ciò l'esposizione più particolare al Capo.

tutta la regione circostante, derivò l'orientamento delle strade e dei limiti delle campagne; ordine che i Romani adottarono, ed estesero perfino ai loro accampamenti in guerra. Anche astraendo da idee religiose e da pratiche rituali, l'uso di considerare il levante come parte anteriore del mondo, il ponente come parte posteriore, il mezzodì come parte destra, e il settentrione come parte sinistra, si trova presso le nazioni più diverse. Presso gli Ebrei il levante è chiamato *qedem*, ciò che sta davanti⁴¹. Qualche cosa di simile si narra degli Indiani dei tempi vedici, dei Tartari del Turkestan e degli Arabi primitivi⁴². E già abbiamo veduto poc'anzi che gl'Indiani dell'Orenoco designavano l'ora intermedia fra il levare del Sole e il mezzodì col nome di *sole in faccia*; mentre l'ora intermedia fra il mezzodì e il tramonto chiamavano *sole voltato*, che è quanto dire *sole a tergo*.

Non meno interessante delle notizie precedenti sarebbe il

⁴¹ REVEL, *Letteratura Ebraica* (Milano, Hoepli) vol. I, p. 99.

⁴² MESSADAGLIA, *I venti, l'orientazione geografica e la navigazione in Omero*, Atti della R. Accademia dei Lincei, anno CCXLV1, vol. VII (serie quinta) della classe di scienze morali, storiche e filologiche, pp. 30-35.

conoscere in qual modo gli uomini primitivi han saputo orientarsi nelle loro peregrinazioni. Durante il giorno la cosa era abbastanza facile a cielo sereno. Quei medesimi selvaggi che sapevano stimare l'ora dalla posizione del Sole, han dovuto aver un'idea chiara della direzione dei quattro punti cardinali, per cui il Sole stesso, al levare ed al tramonto, poteva dare un'esatta determinazione. Durante la notte non doveva esser difficile scoprire la quasi immobilità, delle costellazioni più vicine al polo. Infatti troviamo che gli Algonchini dell'Atlantico e del Mississipi, gli Illinesi e i Narrangasetti ed altre molte tribù delle Pelli Rosso nell'America Settentrionale sapevano orientarsi benissimo sulla stella polare, alla quale davano il nome di *Orso*⁴³. La necessità di un esatto orientamento notturno doveva essere ben maggiore ancora per i popoli dati alla navigazione. È noto che a ciò i Fenici si servivano della piccola Orsa, la quale anche al loro tempo era abbastanza vicina al polo per dare approssimativamente il punto Nord dell'orizzonte; sebbene nessuna delle sue stelle principali allora coincidesse, neppure per approssimazione col polo stesso⁴⁴. Tale aiuto poteva essere sufficiente per la navigazione

⁴³ BANCROFT, *Storia degli Stati Uniti d'America*, versione di G. de Tivoli, Milano, 1856-57, vol. V, p. 229.

⁴⁴ Veggasi in fine del libro la carta delle costellazioni più bo-

in mari angusti come il Mediterraneo o il Mar Rosso, dove non accadeva tanto spesso di esser costretti a perder di vista la Terra. Ben diversa era la condizione degli isolani della Polinesia, pei quali tutto il mondo geografico consisteva in piccole e non frequenti isole separate per lo più da grandi tratti di mare, così grandi da renderle spesso invisibili l'una all'altra. Qui la navigazione costiera non poteva condur molto lontano; la necessità di avventurarsi in alto mare li obbligò a studiar di buon ora il cielo con maggior diligenza e con maggior frutto forse che tanti altri popoli pervenuti ad un grado più elevato di civiltà e di sapere.

Gli nomini intelligenti di Tahiti, scrive Bougainville⁴⁵, «senza essere astronomi come li pretesero le gazzette francesi, hanno una nomenclatura delle costellazioni più notabili, ne conoscono il moto diurno, e se ne servono per dirigere la loro navigazione da una ad un'altra isola. In tal navigazione, talvolta di 300 leghe,

reali del cielo, dove si è indicata la posizione del polo Nord rispetto a quelle costellazioni per un intervallo comprendente tutte le epoche della storia. Il periodo della maggiore attività nautica dei Fenici può collocarsi fra gli anni 2000 e 700 avanti Cristo.

⁴⁵ Bougainville presso LAHARPE, *Compendio della storia generata dei viaggi*, Venezia, Formaleoni, Tomo XXXII, pp. 189-190. Bougainville visitò Tahiti nel 1765.

perdono affatto di vista la Terra; e la loro bussola consiste, durante il giorno, nel corso del Sole, e durante le notti, nella posizione della stelle, quasi sempre belle fra i tropici». Uno di questi intelligenti Tahitiani fu Tupia. della classe dei *Tabora*, cioè dei dotti della sua isola. Imbarcatosi nel 1769 col celeberrimo Cook, lo accompagnò per una notevole parte del viaggio, fino alla Nuova Zelanda e alla costa orientale della Nuova Olanda. Nella navigazione di un anno e più per un mare incognito, egli non s'ingannò mai nell'indicare a Cook in qual direzione fosse situata Tahiti, malgrado i molti cambiamenti di rombo avvenuti in quel viaggio. È un vero peccato che nè Cook medesimo, nè Green, che osservò il passaggio di Venere a Tahiti in quello stesso anno, non abbiano cercato di farsi spiegare la sostanza del suo procedimento. Prima di questo viaggio, Tupia era stato lontano dieci o dodici giorni di vela dalla sua patria, e secondo il calcolo di Cook, aveva percorso circa quattrocento leghe o venti gradi in longitudine. Mentre navigava con Cook, raccontò la storia di queste sue precedenti escursioni, e diede i nomi di più di centotrenta isole da lui conosciute, descrivendone la grandezza e la posizione. Era stato sopra la maggior parte di quelle terre: ed avendo subito capito il principio delle carte, ne tracciò una dov'erano segnate le posizioni di settantaquattro isole secondo l'esperienza delle proprie navigazioni. Indicava la parte dell'orizzonte verso cui ciascuna isola era situata al momento, diceva se era più piccola o più grande di Tahiti, se era alta o bassa, popolata

o deserta, aggiungendo di tempo in tempo qualche curiosa particolarità sulle medesime⁴⁶.

Notizia adeguata dell'abilità dei Polinesiani nell'astronomia nautica possiamo avere dai risultati a cui pervennero gli etnografi, studiando i costumi e soprattutto le lingue delle infinite isole disseminate per l'Oceano Pacifico. Un estesissimo gruppo di lingue affini occupa una zona di più che 70 gradi in latitudine e di più che 85 in longitudine, cominciando dalla Nuova Zelanda e passando per gli arcipelaghi di Tonga e della Società, per arrivare da una parte alle isole Sandwich, dall'altra alle isole Marchesi e a quella di Pasqua⁴⁷. Il grado di affinità delle suddette lingue si potrà giudicare da questo: che il già nominato Tupia, condotto da Cook alla Nuova Zelanda, si faceva intender bene da que' Maori parlando loro il proprio idioma Tahitiano⁴⁸; e che nel 1774 Cook

⁴⁶ COOK, *Viaggi* presso LAHARPE, op. cit. Tomo XXXIV, p. 41. *Osservazioni* di FORSTER nella medesima opera. Tomo XXXVII, pp. 245-47.

⁴⁷ MALFATTI, *Etnografia*, 2^a ediz. (Milano, Hoepli, 1883) p. 192. Circa l'identità di questi linguaggi veggasi pure FORSTER, *Tavole delle differenti lingue del mare del Sud*, presso LAHARPE, Tomo XXXVII, p. 211.

⁴⁸ COOK presso LAHARPE, op. cit.. Tomo XXXIV, pp. 31-32.

ed i suoi, approdati all'isola di Pasqua, poterono col mezzo di questo medesimo idioma, farsi intendere in molte parti dei loro discorsi ed intendere anche parzialmente quello degli isolani⁴⁹. Si è dunque naturalmente condotti a supporre, che tutte le isole in quell'immensa estensione siano state popolate l'una dopo l'altra da uomini di una medesima schiatta traversando i tratti di mare interposti; tratti che spesso ammontano a cinque, sei, otto gradi, e talvolta superano i dieci. Quelli che popolarono le isole Sandwich, han dovuto valicare un intervallo di quindici gradi di latitudine, posto che vi sian giunti dalle isole abitabili più vicine, che stanno a mezzodì; e una navigazione anche più lunga han dovuto fare gli abitatori dell'isola di Pasqua. L'abilità nautica dei Polinesiani è stata ammirata da tutti gli esploratori che scopersero quelle isole, delle quali un gruppo (Samoa) è stato per antonomasia designato col nome di *Arcipelago dei Navigatori*.

La maggior parte delle isole importanti della Polinesia essendo poste a sud dell'equatore, i loro abitatori non possono profittare del modo semplice d'orientazione che offre la nostra stella polare; nè d'altro lato il polo antartico, così povero di stelle brillanti, può loro offrire qualche cosa di corrispondente. Come avran supplito a questo difetto? È probabile che la soluzione del

⁴⁹ COOK presso LAHARPE, op. cit.. Tomo XXXV, pp. 190-92.

quesito stia nelle parole, già addotte, di Cook: «che i Tahitiani conoscon tutte le principali stelle, distinguendole con propri nomi, e conoscono *in qual parte del cielo esse appariscono*». Il punto dell'orizzonte in cui si leva una stella e quella in cui tramonta, si possono per lungo tempo considerare come costanti in una data latitudine; e non variano gran fatto anche per latitudini alquanto differenti, quando si tratti di stelle non molto distanti dall'equatore celeste. È dunque manifesto che il punto di levata o di tramonto di ogni stella poteva fornire un'orientazione comoda e sufficiente per i navigatori privi di bussola. Si trattava soltanto di fissare preventivamente per ogni stella la relazione di quei due punti cardinali, facilmente definibili per mezzo del Sole o delle stelle medesime.

Questo studio così attento del cielo stellato fatto dagli uomini primitivi doveva dar origine ad una rudimentale e rozza uranografia. Di essa sventuratamente nessuno si è curato di raccogliere le reliquie, che vanno ora rapidamente scomparendo al soffio della civiltà europea. Alcuni frammenti di tale uranografia sono stati conservati, specialmente nelle relazioni dei viaggiatori, e riguardano in modo quasi esclusivo certi gruppi principali di stelle.

La costellazione della Grande Orsa è conosciuta in tutto l'emisfero boreale della terra, specialmente nelle alte latitudini dove è circumpolare. Gli indigeni della Groenlandia la chiaman *la Renna*, e le sette stelle che la compongono sono per loro altrettanti cani che danno la caccia all'*Orso*, il quale probabilmente

sarà la stella polare, come per molte tribù dell'America del Nord⁵⁰. Per i Koriaki della Siberia orientale la Grande Orsa è *la Renna sehaggia*⁵¹. Così questi due popoli, distanti fra loro quasi 180° in longitudine, hanno dato alla costellazione il nome dell'animale più utile e più noto, del quale la figura può ravvisarsi facilmente nelle sette stelle; nè occorre fare ipotesi di comunicazione fra l'un popolo e l'altro. Presso i Tartari dell'Asia centrale⁵² le sette stelle dell'Orsa Maggiore sono *sette ladri*, che insidiano un cavallo rappresentato dall'Orsa Minore. I contadini del Lazio primitivo videro in esse sette buoi, *septem triones*⁵³; gl'Indiani del tempo vedico i sette *Riski* o sapienti della loro mitologia; gli Egiziani più antichi il *sarcofago d'Osiride*, più tardi una *coscia*; i Greci un *carro* o un'orsa, od anche semplicemente uria *linea curva*, ῥιγξ, foggiate a guisa di S rovescia, quale si presenta percorrendo la serie delle sette stelle dalla prima all'ultima (cioè dall'α all'η o

⁵⁰ CRANTZ presso LAHARPE, op. cit., Tomo XXXI, p. 212.

⁵¹ LAHARPE, op. cit., Tomo XXX, p. 216.

⁵² VANBÉRY, *Der Ursprung der Magyaren*, Leipzig, 1882, p. 327.

⁵³ AULO GELLIO, *Noctium Alticarum Libri XX*, II 21, 7.

viceversa). Ma i Tamanachi, tribù degli Indiani Orenochesi, chiamano quella costellazione *lo sgambato*, considerando il quadrilatero delle stelle $\alpha\beta\gamma\delta$ come il torso di un uomo, e la linea spezzata $\epsilon\zeta\eta$ come una gamba del medesimo cui manca la compagna⁵⁴. Un Indiano, essi dicono, andò con sua moglie alla pesca, e per istrada ebbe contesa con lei, che gli tagliò una gamba; egli s'alzò in alto e divenne una costellazione. È questo il popolo più australe presso cui mi sia riuscito di trovar notizie concernenti l'Orsa Maggiore.

Anche la costellazione di Orione è stata in ogni tempo conosciuta da tutte le nazioni della terra abitata. Essa è già nominata in Omero col nome stesso che oggi da noi si usa; nella Bibbia ne parla il libro di Giobbe, dove è chiamata *Kesil*. Gli Egiziani ne han fatto una delle principali loro costellazioni, e la denominavano *Sahu*. Dagli Indiani del tempo vedico era chiamata *Trisanku*, e rappresentava un personaggio precipitato dal cielo e in atto di cadere perpetuamente dall'alto. I Maori della Nuova Zelanda la chiamavano *naka*, ossia *la piroga*⁵⁵; ed i Tahitiani ne designavano

⁵⁴ COMPAGNONI, *Storia dell'America*, Tomo XVIII, p. 184.

⁵⁵ LIDDYARD NICHOLAS presso EYRIÈS, *Compendio dei viaggi moderni* (Venezia, Antonelli) Tomo XI, pp. 1091-1092.

la cintura col nome di *mahu*⁵⁶. Non era sconosciuta nelle alte latitudini; presso i Groenlandesi le tre stelle della cintura eran uomini rapiti nei cieli⁵⁷ mentre ritornavano dalla caccia delle foche. I Greci avevan fatto d'Orione un cacciatore; qui abbiamo dei pescatori, che non è cosa molto diversa. *Trabit sua quemque, voluptas*.

Le Pleiadi, per la loro agglomerazione così caratteristica, e per la facilità con cui si riconoscono anche da chi non è perito del cielo, ebbero presso le genti primitive un'importanza forse non minore dell'Orsa. Anche qui si manifesta il fatto, che popoli lontanissimi e del tutto separati da distanze enormi e da vasti oceani, si accordano nel rappresentare il medesimo gruppo di stelle con una medesima idea. In Europa siamo avvezzi a chiamarle *la chioccia coi pulcini o la pulciniera*: Giobbe le nomina *Kimak o le gallinelle*⁵⁸. I Koriaki della Siberia orientale trovavano nelle Pleiadi il nido dell'anitra⁵⁹; i Tahitiani invece, secondo Forster, le chiamavano *e-*

⁵⁶ FORSTER, *Annotazioni ai viaggi di Cook*. presso LAHARPE, op. cit., Tomo XXXVII, p. 246.

⁵⁷ CRANTZ presso LAHARPE, op. cit., Tomo XXXI, p. 214.

⁵⁸ JOB, XXXVIII, 31.

⁵⁹ LAHARPE, op. cit., Tomo XXX, p. 216.

uettoa-uaà, cioè *le stelle del nido*⁶⁰. Le Pleiadi sono fra i pochissimi asterismi nominati da Omero e da Esiodo, da cui son già dette *figliuole di Atlante*. Gli Indiani ne aveau fatto una delle mansioni lunari, *Krittica*; del pari i Cinesi, che le chiamarono *Mao*, e del pari gli Arabi che le chiamarono *al-thurayya*, cioè *collare di gemme*. Presso gli Aztechi del Messico servivano a certi riti di carattere astronomico; nè erano ignote ai Peruviani ed agli Araucani del Chili che le chiamavano *le sei stelle*, a un di presso come oggi si dice in tedesco *das Siebengestirn*⁶¹, ed ai Maori della Nuova Zelanda⁶²: sebbene negli ultimi due paesi, il Chili e la Nuova Zelanda, la latitudine molto australe le faccia apparire piuttosto basse verso il nord. Infine colle Pleiadi e colle Hyadi loro vicine, i Negri intorno al Capo Mesurado regolavano il loro conto delle

⁶⁰ FORSTER presso LAHARPE, op. cit.. Tomo XXXVII, p. 245.

⁶¹ FERRARIO, *Costume antico e moderno*, vol. XIII, p. 247 *Ibidem*, pp. 390 391.

⁶² LIDDYARD NICHOLAS presso EVRIÈS, op. cit., vol. XI, p. 1092: «I Maori credono che le Pleiadi siano sette dei loro compagni, collocati dopo la loro morte in quella regione del cielo, e che un occhio di ciascuno di essi apparendo sotto forma di stella, sia la sola parte che se ne renda visibile».

stagioni⁶³. Tanto nella Grecia primordiale, quanto nell'India vedica le Pleiadi si trovano collegate all'Orsa Maggiore per mezzo di leggende mitologiche, come si vedrà a suo tempo⁶⁴.

Oltre a questi tre aggruppamenti dell'Orsa, di Orione e delle Pleiadi, alcune altre stelle principali o costellazioni più visibili si trovarono dai viaggiatori conosciute qua e là presso le nazioni meno incivilite. Ma non può esser di grande interesse il sapere, per esempio, che i Groenlandesi conoscono, oltre ad Orione, anche i Gemelli; o che gli Araucani hanno notato la Croce australe, ed i Maori le due nubi Magellaniche; nè trascrivere i nomi secondo cui tale o tal'altra nazione designa la Via Lattea, certamente conosciuta da tutte. Ometteremo dunque di moltiplicare simili notizie. Molto interessante invece sarebbe di sapere se qualcuna delle dette nazioni, e specialmente di quelle cui toccò dirigersi nel viaggiare per le selve dell'America o nelle steppe dell'Asia o per l'infinita estensione dell'Oceano o pei deserti africani, è riuscita a comporre, sia con la cognizione di stelle isolate, sia aggruppandole in costellazioni, o parte in un modo e parte

⁶³ BARBOT presso PRÉVOST, *Histoire générale des voyages*. Tomo V, p. 33.

⁶⁴ Vedi, più sotto l'astronomia degli Ariani nell'India Primitiva, Capo . . .

nell'altro, qualche cosa che sia comparabile all'uranografia dei Greci o dei Babilonesi o dei Cinesi. Ma le notizie di ciò mancano affatto o si son perdute, nè è probabile che ora si riesca a ritrovarle.

La cognizione dei pianeti quasi dappertutto troviamo limitata a quella di Vespero e di Lucifero, considerati per lo più come due astri differenti. Così presso gli Ebrei; così presso i Greci, dicesi, fino a Pitagora; così pure presso gli Egiziani fino a un'epoca molto tarda. Al contrario i Peruviani, i Messicani, gli indigeni di Sumatra conoscevano l'identità delle due stelle del mattino e della sera. Gl'Indiani dell'Orenoco avevano anzi un'idea abbastanza esatta del moto di Venere, alternante ora a destra ora a sinistra del Sole non oltre certi limiti di distanza; perciò essi consideravano quest'astro come *la moglie del Sole*⁶⁵. I Tahitiani conoscevano anche Marte, Giove e Saturno, avevano notato le apparizioni delle comete o *stelle ardenti* e delle meteore luminose, da loro considerate come geni malvagi attraversanti rapidamente il cielo⁶⁶.

E bastino questi pochi cenni intorno alle cognizioni rudimentali di Astronomia presso i popoli non ancora intieramente usciti

⁶⁵ COMPAGNONI, *Storia dell'America*, Tomo XVIII, p. 183.

⁶⁶ FORSTER presso LAHARPE, op. cit., Tomo XXXVII, p. 245.

dallo stato selvaggio. Tale studio, benché imperfetto ed incompleto, potrà servire di norma e di guida nel rintracciare i principi e i primi progressi di questa scienza anche presso le nazioni che appaiono sui più remoti orizzonti della storia; soprattutto presso quelle, che per impulso loro proprio svilupparono in forma autonoma i primi germi della coltura, e crearono, nell'Asia e nella parte orientale del Mediterraneo, le grandi civiltà del mondo antico. Queste nazioni ora dovrebbero formare oggetto del nostro discorso. Prima però dobbiamo degnare di qualche attenzione quelle civiltà incipienti dell'America, il cui sviluppo naturale fu barbaramente troncato dall'invasione spagnuola nella prima metà del secolo XVI. Esse costituiscono una gradazione intermedia fra lo stato di barbarie primitiva e le grandi civiltà sopradette, alle quali poi potremo consacrare intiere le nostre investigazioni.

II.

ASTRONOMIA DELL'ANTICO ORIENTE

XXIII.

STUDI SUL CALENDARIO DEGLI ANTICHI EGIZIANI

Tra le carte dello Schiaparelli, in un fascicolo scritto nell'anno 1871 e intitolato Estratti e memorie diverse sull'astronomia degli Egiziani, a tergo del primo foglio si legge, il seguente indice: Capitoli della storia dell'astronomia presso gli Egiziani: I. L'anno vago e il periodo sotiaco. - II. Le osservazioni astronomiche. - III. I quadri astronomici dei monumenti. - IV. L'astrologia. - V. Le costellazioni. - VI. L'orientamento e altri caratteri simili. - VII. Gli zodiaci. - VIII. Il levare eliac di Sirio e l'inondazione del Nilo. - IX. I tre periodi quadrimestrali o tetramenie dell'anno vago. - X. Il periodo della Fenice e del bue Api. - XI. Le panegirie. Dell'intera trattazione, soltanto cinque, capitoli vennero realmente composti in un primo abbozzo, e questi solo in parte coincidono coi corrispondenti dell'indice. Vertono tutti sulla stessa materia, talché possono esser riuniti sotto il titolo di Studi sul calendario degli antichi Egiziani. Furon fatti, come s'è accennato, nel 1871, dato che si desume dall'Opera stessa (v. a p. 84), In quel torno di tempo lo Schiaparelli aveva dovuto occuparsi dell'argomento per preparare la nota sulla relazione del calendario degli antichi Egiziani col fenomeno della precessione.

A. S.

Cap. I. - L'ANNO VAGO.

Uno dei fatti meglio accertati nella storia dell'astronomia presso gli Egiziani è che il loro anno durante una lunga serie di secoli anteriormente all'era volgare, constava di soli 365 giorni senza alcuna intercalazione. Questo anno era diviso in dodici mesi di 30 giorni ciascuno, seguiti da 5 giorni *epagomeni* o complementari. Essendo la sua durata di quasi 6 ore minore della durata dell'anno solare, è facile comprendere come il suo cominciamento dovesse avanzare poco a poco sul corso del Sole, in modo da fare, dopo un certo intervallo, il giro di tutte le stagioni. Di qui il nome di anno *vago*. Prendendo come valore normale dell'anno solare tropico la durata ch'esso aveva 1500 anni prima dell'era volgare, cioè giorni $365,242447^{67}$, si trova che la differenza fra l'anno vago e l'anno tropico era in quel tempo giorni 0,242447, ovvero circa $1/1506$ della durata dell'anno vago: onde segue, che nell'intervallo di tempo compreso in 1506 anni vaghi si dovevan contare soltanto 1505 anni tropici. Se dunque in una determinata epoca supponiamo coincidessero i due anni nel loro principio, tale coincidenza non doveva però rinnovarsi che dopo

⁶⁷ Secondo BRÜNNOW, *Sphärische Astronomie*, l'anno tropico per l'epoca t dopo Cristo è dato da $365,2422 - 0,000000068848(t - 1800)$.

trascorsi 1505 anni ordinari o 1506 anni vaghi.

Questo modo di computare il tempo doveva necessariamente produrre in breve spazio variazioni sensibili nella relazione del calendario civile colle condizioni fisiche delle stagioni: ma tale inconveniente (forse meno grande in realtà di quello che noi possiamo essere inclinati a supporre) era compensato dal vantaggio di una grande uniformità e semplicità. Fu questa ragione senza dubbio, che indusse Tolomeo a servirsi dell'anno vago come base di tutti i computi astronomici, malgrado che al suo tempo esso avesse cessato di prevalere negli usi civili. Infatti coll'anno 25 dell'era volgare fu introdotta da Augusto la mutazione della *rimforma alessandrina* con cui fu abolito l'anno vago, e fu fissato rispetto al Sole coll'adattarvi l'intercalazione di Giulio Cesare, nulla però mutando ai nomi e alla disposizione dei mesi, e solo introducendo ogni quattro anni sei epagomoni in luogo di cinque. Sotto questa forma l'anno egiziano è ancora al presente usato in Egitto nella liturgia sacra dei Copti.

Il seguente quadro indica i nomi dei mesi quali si trovano nella lingua copta, che rappresenta prossimamente l'antico idioma degli Egiziani. Vi ho aggiunto la trascrizione greca di Tolomeo e degli altri astronomi, che solo in alcuni mesi presenta piccole differenze coi nomi copti. Segue nella terza colonna la trascrizione degli Arabi odierni.

Nomi copti	Trascrizione greca	Trascrizione araba
------------	--------------------	--------------------

			moderna
1.	Thoth	Θώθ	Tūt
2.	Phaophi	Φαωφί	Bābat
3.	Hathor	Ἀθύρ	Hatūr
4.	Choiak	Χοιάκ	Kiyahk
5.	Toby	Τυβί	Tūbah
6.	Mechir	Μεχίρ	Amshīr
7.	Phamenoth	Φαμενώθ	Barmahāt
8.	Pharmuthi	Φαρμουθί	Barmūdḥah
9.	Pachon	Παχών	Bashans
10.	Paoni	Παῶνι	Bawūnah
11.	Epiphi	Ἐπιφί	Abīb
12.	Mesori	Μεσορί	Misrī

Seguono 5 epagomeni non dotati di denominazione speciale.

Nel linguaggio geroglifico i dodici mesi e i cinque epagomeni dell'anno vago sono designati da una serie di simboli, che si trovano sopra un gran numero di monumenti dell'impero faraonico,

e di cui la sagacia di Champollion riuscì a determinare senza nessuna incertezza il significato.

I nomi dei mesi dell'anno vago sono uno dei più antichi monumenti dell'industria umana, e forse il loro uso risale più alto che la costruzione delle piramidi. Quanto ai loro simboli, essi risalgono almeno al re Osortasen I della XII dinastia⁶⁸, per quanto si estendono le ricerche di Champollion; e forse la loro invenzione è di molto anteriore. Per gli epagomeni non si hanno date tanto antiche; e la determinazione dell'epoca in cui furono introdotti deve dedursi per altra via.

Esaminando i segni geroglifici dei dodici mesi, Champollion ha trovato, ed il lettore potrà verificare facilmente, che i dodici mesi di ciascun anno sono ripartiti in tre stagioni di quattro mesi ciascuna, o per parlare più brevemente in tre *tetramenie* delle quali i caratteri sono



corrispondenti rispettivamente, come mostrò il grande egittologo, alle idee di vegetazione, di messe e di inondazione. La falce

⁶⁸ BIOT (*Recherches sur l'année vague des égyptiens*. nelle *Memorie dell'Accademia di Francia*, Tomo XIII, p. 705) ne fa risalire il regno a un'epoca anteriore a 21 secoli a. Cristo.

lunare ripetuta e combinata 1, 2, 3, 4 volte con questi segni, serve a distinguere la 1^a, la 2^a, la 3^a, la 4^a luna o il 1^o, il 2^o, il 3^o, il 4^o mese di ciascuna tetramenia. Ora tale appunto, osserva Biot⁶⁹, era ed è «la divisione dell'anno agricolo in Egitto, secondo le fasi invariabili che gli assegna l'inondazione del Nilo. Dietro la testimonianza unanime di tutti i viaggiatori che hanno visitato l'Egitto da Erodoto fino alla Commissione francese, il Nilo comincia a crescere al di sotto dell'ultima cateratta dopo il solstizio d'estate, il 21 o il 22 giugno del nostro calendario fisso. Esso si gonfia, straripa, e nello spazio di 100 giorni, quindi tre mesi e dieci giorni dopo il solstizio, raggiunge il colmo della piena. Allora resta stazionario per qualche giorno, poi si abbassa passando per le stesse gradazioni. Non appena si è ritirato, al principio d'ottobre nell'Alto Egitto, quindici giorni più tardi nel Delta, si semina il grano senza alcun lavoro sulle terre fangose lasciate allo scoperto dalle acque. Tosto avviene la germinazione e la pianticella spunta dalla terra; così che 120 o 125 giorni dopo il solstizio è esatto di dire che la tetramenia delle acque è finita e che comincia la stagione della vegetazione. Ma dopo una seconda tetramenia, in marzo, comincia la raccolta, che costituisce il carattere distintivo di una terza tetramenia, la quale termina al solstizio dell'estate seguente, quando l'anno agricolo è compiuto.

⁶⁹ BIOT, op. cit., Tomo XIII, p. 589.

Ai tempi moderni l'interesse commerciale ha saputo aggiungere nuovi prodotti a quelli dati da questa semplice agricoltura della prima età del mondo; ma il giro delle operazioni annuali è rimasto lo stesso. Queste operazioni si dividono ancora secondo tre tetramenie, e vengono designate coi nomi particolari di colture d'autunno, d'inverno e d'estate. Le colture d'autunno si fanno durante la piena, nei luoghi dove le acque non possono giungere; succedono loro le colture d'inverno, quando il Nilo si ritira dalle terre inondate; finalmente si fanno le colture d'estate durante la raccolta dei cereali, mentre il Nilo è in magra: perciò esse richiedono irrigazioni artificiali».

Si vede da questo che negli antichi tempi, quando furono stabiliti i segni geroglifici dei mesi, le divisioni dell'anno erano veramente legate in modo stabile col corso fisico delle stagioni, od erano ritenute dai ierogrammati come tali. Infatti se si avesse potuto sospettare soltanto, che un medesimo mese doveva passare col tempo da una stagione ad un'altra, non sarebbe stato scelto per quel mese un segno grafico esprimente un carattere fisico che poteva soltanto convenirgli in rare occasioni. Pertanto dobbiamo con Biot ritenere come cosa certa, che qualunque fosse l'anno usato dagli Egiziani in quel tempo, il mese di Thoth doveva essere il primo mese della vegetazione, Toby il primo della messe, Pachon il primo dell'inondazione.

La medesima conclusione si deduce dalle relazioni dei mesi

colla liturgia egizia. Erodoto attesta⁷⁰ che presso gli Egiziani ogni mese ed ogni giorno del mese erano messi sotto la protezione di una divinità speciale, infatti sopra molti monumenti è spesso raffigurata la serie dei mesi personificati in dodici immagini provvedute di emblemi particolari. Uno degli esemplari più antichi di tale rappresentazione fu scoperto da Champollion nel soffitto di una delle sale del palazzo detto il Ramesseo di Tebe, e data dai tempi di Ramesse III detto il Grande, autore di quell'edificio. Una copia, tratta dal disegno di Champollion è riprodotta da Biot⁷¹. Altre simili rappresentazioni con leggere varianti sono sparse in tutto l'Egitto, e molte se ne possono contare nella sola raccolta delle iscrizioni calendarie egiziane fatte da Dümichen⁷².

Ora se noi consideriamo la serie del Ramesseo, di cui l'ordine naturale va da destra a sinistra, troviamo tra i mesi di Messori e di Thoth intercalato un disegno rappresentante un cinocefalo assiro sopra un nilometro. Non sarei in grado di dire se questa

⁷⁰ L. II, c. 82.

⁷¹ Alla fine della citata sua Memoria *Recherches sur l'année vague des Egyptiens*.

⁷² *Altaegyptische Kalenderanschriften*,

figura abbia relazione coi giorni epagomoni, che appunto si sollevano intercalare alla fine dell'anno dopo Messori e prima del Thoth dell'anno consecutivo. Ciò che sembra fuor di dubbio è questo; che il nilometro, simbolo del colmo dell'inondazione, interposto fra Messori e Thoth, significa chiaramente che al principio di quest'ultimo aveva luogo la massima piena, segnalante, come sopra si è detto, il cominciare della tetramenia della vegetazione. Ed è forse per indicar ciò in modo simmetrico che la serie del Ramesseo fu disposta in guisa da cominciare col 7° mese (Phamenoth) e terminare col 6° (Mechir), lasciando in mezzo accanto al nilometro e Messori e Thoth, che sono il 12° e il 1°; perchè è manifesto che collocando Thoth in principio e Messori in fine della serie, non era possibile dare al nilometro una posizione intermedia fra questi due mesi⁷³.

⁷³ Si potrebbe spiegare la posizione del simbolo nilometrico, col supporre che l'inondazione del Nilo cadesse per caso fra Messori e Thoth dell'anno vago all'epoca in cui fu scolpito il quadro del Ramesseo. Ma ciò supporrebbe che il Ramesseo fosse stato costruito in una delle epoche in cui tale coincidenza aveva luogo, e quindi in uno degli anni 3285, 1780, 275 a. C. Ora nessuno di questi si accorda neppure per approssimazione coll'epoca ben nota di quel monumento.

Al medesimo risultato giunge Champollion dalla considerazione delle divinità in cui son simbolizzati i mesi di Paophi, di Toby e di Pachon. Al mese di Paophi corrisponde l'immagine di Fta (dio del Sole presso i Menfiti), fasciato come le mummie dei morti e imprigionato nella cappella funeraria; immagine ben conveniente per esprimere l'astio della vita giunto al solstizio invernale e stremato d'ogni forza. Ora, se collochiamo il solstizio estivo col principio dell'inondazione al 1° del mese di Pachon, troviamo con una semplice numerazione che il solstizio invernale ha luogo (dato l'anno di 365 giorni) $183\frac{1}{2}$, giorni dopo, fra il 26 e il 27 di Paophi appunto. Nota qui Champollion che il dio Fta è in piedi sopra un cubito, strumento misuratorio; il che sembra indicare la regolazione dei limiti dei campi che si suol fare appunto in quel tempo, quando l'inondazione è cessata, e secco il fango da essa lasciato, e la vegetazione non ancora abbastanza sviluppata per impedire quell'operazione.

Se noi contiamo $91\frac{1}{4}$ giorni, cioè un quarto dell'anno, dal giorno $26\frac{1}{2}$ di Paophi, arriviamo coll'equinozio di primavera al $28\frac{3}{4}$ o al 29 di Toby, personificato nella figura, di Ammone-Or generatore, con tutti i caratteri più espressivi della fecondità. Accanto ad esso sono figurati due grappoli di fiori di palmizio maschi, quali si sogliono sospendere nelle piantagioni delle palme femmine per fecondarle: emblema doppiamente significativo, dice Champollion, per esprimere l'influenza della primavera sulla natura e l'epoca precisa della rivoluzione solare in cui si opera la

fecondazione delle piante. Aggiungendo altri 91¼ giorni, ritorniamo al 1° di Pachon col solstizio estivo. Questo mese nel quadro del Ramesseo è personificato da Ammon-Ra, re degli dei e simbolo del Sole solstiziale⁷⁴; immagine chiara del momento in cui i raggi solari hanno acquistato la massima forza.

Le interpretazioni degli altri personaggi non sono così evidenti, ed anche sarebbe fuori del nostro proposito occuparcene in questo luogo. Quanto abbiám riferito è più che sufficiente per condurci alla conclusione, che la consacrazione dei mesi alle divinità da cui si trovano personificati fu stabilita in un tempo in cui l'anno degli Egiziani corrispondeva coi suoi fenomeni fisici al carattere delle divinità suddette. Ed anche qui saremo obbligati a supporre che quando fu fatta quella consacrazione, gli Egiziani o avevano un anno fisso coll'anno solare, od almeno un anno da essi riguardato come fisso in cui la vegetazione cominciava con Thoth, la messe con Toby, l'inondazione con Pachon; precisamente come abbiamo concluso dai caratteri geroglifici adattati ai singoli mesi.

Biot suppone che tali divinità simboliche e tali caratteri geroglifici sian stati stabiliti nel tempo in cui fu dapprima istituito l'anno vago, i sacerdoti avrebbero da principio creduto di fissare così una relazione durevole fra le qualità fisiche dei mesi, i loro

⁷⁴ BIOT, op. cit., p 690.

caratteri geroglifici, e le divinità corrispondenti; verificata la mutabilità di questa relazione, non avrebbero osato toccare ad un ordinamento già solennemente sanzionato dalla religione e dai riti, ed avrebbero quindi lasciato girar l'anno e le feste per tutte le stagioni. Coerentemente a questa idea, egli fissa l'origine del calendario egiziano ad una delle epoche in cui il 1° Pachon coincideva col solstizio estivo e col principio dell'inondazione, cioè ad una delle epoche 3285, 1780, 275 a. C. Esclusa l'ultima per ragioni troppo evidenti, egli crede che il primo anno vago e l'introduzione degli epagomeni debbano collocarsi alla data 1780 a. C. E trova una conferma del suo modo di vedere nella cronologia di Giorgio Sincello, secondo il quale l'introduzione degli epagomeni risalirebbe a 1778 a. C.⁷⁵. Discuteremo più tardi il valore di queste deduzioni.

Cap. II. - IL PERIODO SOTIACO.

Noi non avremmo da aggiungere molto intorno all'anno vago, se il suo cominciamento non fosse stato messo dagli Egiziani in relazione simbolica con un fenomeno celeste importantissimo nella loro cronologia e nella loro liturgia religiosa, cioè col levare

⁷⁵ BIOT, op. cit., p 655.

eliaco di Sirio. È noto che il Sole, nel suo moto annuo da occidente in oriente lungo l'eclittica, occulta successivamente coi suoi raggi le costellazioni zodiacali e quelle delle zone circostanti, in guisa che durante un certo tempo è impossibile osservarle ad occhio nudo. Il fine di una tale occultazione si ha, quando il Sole è abbastanza proceduto verso oriente perchè la stella diventi visibile al suo levare per alcuni istanti, precedendo il Sole nel crepuscolo mattutino. Questa visibilità dura da principio solo breve tempo, e il primo giorno in cui essa ha luogo è quello del levare eliaco. Nei giorni consecutivi il Sole si allontana sempre più dalla stella, il levare di questa precede il levare del Sole di un intervallo sempre più lungo, e la visibilità della stella nelle ore mattutine acquista una durata sempre maggiore.

Il fenomeno del levare eliaco, che ha così grande importanza nella storia dell'antica astronomia, succede una volta all'anno per ogni stella, ed in un'epoca, che dipende non solo dalla posizione di essa rispetto al corso annuale del Sole nell'eclittica, ma ben anche dalla profondità a cui il Sole dove trovarsi sotto l'orizzonte quando il crepuscolo mattutino è abbastanza intenso per renderla invisibile. Ora questa profondità (detta *arco di visione* dagli astronomi greci) dipende dall'intensità dello splendore della stella, e per Sirio ammettevasi dagli antichi essere 10° o 11° . Nel giorno del levare eliaco doveva dunque Sirio presentarsi all'orizzonte mattutino nell'istante in cui il Sole era ancora 10° o 11°

sotto l'orizzonte stesso. È quindi facile vedere che la data di questo giorno doveva variare anche coll'obliquità della sfera, ossia colla latitudine del luogo di osservazione. Così per esempio, Tolomeo ha calcolato che ai suoi tempi a Siene, cioè ai confini meridionali dell'Egitto, il levare eliaco di Sirio doveva succedere sette giorni prima che ad Alessandria. Quindi l'epoca del fenomeno non può dirsi ben determinata se non in quanto si assegna il parallelo in cui si suppone fatta l'osservazione. Tutto porta a credere che presso gli Egiziani le osservazioni del levare eliaco di Sirio e il calcolo preventivo della data del medesimo, fossero adattati al parallelo di Menfi, che nelle epoche più remote della storia egiziana, cioè fino all'invasione dei Pastori, era la capitale dell'Egitto e il centro della religione. Ma, come le osservazioni effettive di questo genere sono sempre soggette ad incertezza di parecchi giorni a cagione degli ingombri che spesso occupano l'orizzonte e specialmente dei vapori che impediscono di vedere una stella esattamente nel punto del suo levare, così si comprende che in pratica si potesse considerare il calcolo fatto per Menfi come applicabile a tutto l'Egitto.

Se la posizione di Sirio rispetto all'eclittica celeste e rispetto ai punti solstiziali ed equinoziali fosse rimasta la medesima durante tutto l'intervallo abbracciato dalla storia egiziana, è manifesto che il suo levare eliaco avrebbe dovuto succedere sempre alla medesima epoca dell'anno solare tropico; di guisa che l'osservazione di questo levare, ripetuta per lungo giro di secoli,

avrebbe dovuto condurre a scoprire non solo la vera durata di detto anno, ma anche a trovare prossimamente la relazione fra l'anno tropico e l'anno vago, alla quale noi abbiamo accennato al principio di questo capitolo. Ma ciò non poteva aver luogo. Infatti il movimento proprio di Sirio, che sorpassa 1" per anno, e la precessione dei punti equinoziali combinata col lento variare dell'obliquità dell'eclittica, dovean mutare lentamente l'epoca del levare eliaco di quell'astro, e fare che l'intervallo fra due ritorni consecutivi di tale fenomeno fosse diverso dall'anno solare. Ora tenendo conto di tutte queste circostanze, Petavio ha scoperto, e Ideler ha con calcoli più esatti confermato, che per più di 30 secoli anteriormente all'era cristiana l'intervallo determinato da due ritorni consecutivi del levare eliaco di Sirio fu quasi costantemente ed esattamente eguale a 365 giorni e un quarto, che è la durata dell'anno supposta dal calendario giuliano. Da questa singolarissima coincidenza deriva che il levare eliaco di Sirio, calcolato per il parallelo di Menfi, corrispose sempre, durante tutto quell'intervallo, al medesimo giorno fisso del calendario giuliano idealmente prolungato addietro per tutta la serie dei tempi in cui imperarono i Faraoni.

L'identità dell'anno determinato dalle osservazioni di Sirio coll'anno giuliano, mentre ha servito ai nostri tempi a facilitare grandemente i calcoli relativi al levare eliaco di quella stella, ha dato origine nei tempi antichi ad altre conseguenze ben più importanti. L'anno vago di 365 giorni, essendo di 6 ore giuste più

breve che la rivoluzione eliac di Sirio, veniva ad anticipare su quella esattamente di un giorno in quattro anni: di modo che se in una data epoca il levare di Sirio succedeva, per esempio, al 1° del mese di Thoth, dopo quattro anni veniva a succedere il 2 del medesimo mese, dopo 8 anni il 3, e via dicendo. In capo a 365×4 o 1460 anni vaghi il levare di Sirio aveva ritardato sul principio dell'anno vago di 365 giorni, ciò che equivale a dire che questo levare accadeva nuovamente al 1° di Thoth dopo finito il 1461° anno vago. In questo intervallo il levare eliac di Sirio aveva fatto 1460 rivoluzioni o, ciò che fa lo stesso, erano trascorsi 1460 de' nostri anni giuliani. Dopo 1461 anni vaghi e 1460 anni giuliani l'ordine delle cose era ristabilito, e il levare eliac di Sirio ricominciava a percorrere tutti i giorni dell'anno vago per dar origine ad un secondo ciclo eguale al precedente. Questo è il periodo celebre conosciuto sotto il nome di *anno sotiaco* o *cinico*, od anche di *anno degli Dei*, del quale si fa parola dagli autori antichi che trattarono della cronologia egiziana. Si vede che la sua relazione coll'anno di Giulio Cesare è intieramente casuale, come quella che è prodotta dalla identità di quest'ultimo colla rivoluzione eliac di Sirio.

L'epoca del rinnovamento di tale ciclo ci è stata tramandata in modo concorde da tre autori differenti. Censorino ai capi 18 e 21 del suo libro *De die natali* scritto l'anno 238 di Cristo, afferma che l'origine dell'anno sotiaco si conta a partire dall'epoca in cui il 1° di Thoth dell'anno vago coincide col levare eliac di Sirio,

il qual levare per l'Egitto accade comunemente dodici giorni prima delle calende d'agosto (cioè il 20 di luglio dell'anno giuliano). Ora dalla discussione delle date conservateci dagli antichi autori e specialmente da Tolomeo nell'Almagesto, i cronologi sono giunti a stabilire in modo perfettamente sicuro la corrispondenza del calendario giuliano colle date egiziane riferite all'anno vago⁷⁶. Dall'esame di tale corrispondenza risulta, che la coincidenza del 1° Thoth dell'anno vago col venti luglio del computo giuliano ebbe luogo negli anni

— 5702, — 4242, — 2782, — 1322, + 139, + 1599 etc.

Questi anni furono dunque i primi di altrettanti cicli sotiaci. La data del 20 luglio per il levare eliac di Sirio corrisponde abbastanza bene al parallelo di Menfi, e può senza errore troppo sensibile alle osservazioni adattarsi a tutto l'Egitto per l'intervallo compreso nei 30 o 40 secoli che precedettero l'era volgare.

La notizia di Censorino è confermata in modo indiretto da Teone d'Alessandria, che per calcolare il levare di Sirio per ogni anno fisso del calendario alessandrino, ignorando la corrispondenza tra la rivoluzione eliac di Sirio e l'anno giuliano, base di

⁷⁶ Una tavola delle corrispondenze di queste due specie di computo è data da BIOT, in fine alla sua Memoria *Recherches sur l'année vague*.

quel calendario, dà una regola assai più complicata, la quale determina la coincidenza del levare eliac di Sirio e del 1° di Thoth nell'anno giuliano — 1322⁷⁷. A quest'epoca egli fissa il 1° anno dell'era di *Menophres* (Μηνόφρεωςαπὸ), i cui anni per conseguenza correvano paralleli a quelli dell'ultimo fra i cicli sotiacy compresi nell'istoria egiziana. Egli che scriveva nell'anno 383 di Cristo, è l'unico autore che faccia menzione di quest'era.

Il gran ciclo sotiaco, di cui abbiain notizia soltanto da autori molto recenti, e tutti posteriori all'era volgare, era esso in uso presso gli Egiziani antichi? Fréret e Bailly hanno opinato per l'affermativa. Secondo essi il ciclo sotiaco sarebbe stato usato dagli Egiziani per regolare la loro cronologia, e l'invenzione sua rimonderebbe all'anno — 2792⁷⁸. Di contrario parere è Biot, a cui

⁷⁷ BIOT, *Recherches sur plusieurs points de l'astronomie égyptienne*, Paris, 1823, p. 303.

⁷⁸ BAILLY. *Histoire de l'astronomie ancienne*, pp. 164 e 402-403, Paris, 1775. FRÉRET, *Nouvelles observations sur la Chronologie de Newton*, Tomo X. p. 100 delle *Ouvres complètes*.

in questo si accostano anche Letronne⁷⁹, Ideler⁸⁰ e Boeckh⁸¹, Biot fa osservare che dalle parole sopra addotte di Censorino non risulta in alcun modo l'autore del ciclo sotiaco e l'epoca della sua determinazione; quanto al calcolo di Teone, sebbene esso implichi l'uso di un'era connessa col rinnovamento del ciclo, non suppone neppure l'esistenza del ciclo stesso, tantoché volendo l'autore cercare la relazione dell'anno 383 di Cristo col levare eliacco di Sirio. determina la sua corrispondenza coll'era di Menophres di cui è il 1605°. Ora se Teone avesse conosciuto il ciclo sotiaco. avrebbe probabilmente preso come punto di partenza non l'era di Menofres, ma l'ultimo rinnovamento di detto ciclo avvenuto nel + 139. Biot fa ancora notare che Gemino ed altri scrittori astronomici enumerando cicli di vario genere, non fanno alcuna menzione del sotiaco. Egli ne trae la conseguenza che questo ciclo non fu mai usato nella cronologia degli Egiziani, e che è un'invenzione di autori più recenti, fatta nello scopo di segnare grandi intervalli nella cronologia degli antichi tempi. L'opinione di Biot è convalidata da tutti i monumenti dell'epoca

⁷⁹ BIOT, *Recherches sur l'année vague des Égyptiens*, pp. 567 e seg.

⁸⁰ IDELER, *Handbuch der Chronologie*, vol. I, p. 132.

⁸¹ BOECKH, *Manetho*, p. 27.

faraonica, nei quali le date degli avvenimenti sono sempre segnate col numero degli anni vaghi decorsi, cominciando da quello in cui salì al trono il principe regnante, senza alcuna indicazione di era fissa o di notazione cronologica continua⁸².

Tuttavia, considerando la cosa da un punto di vista imparziale, noi potremo difficilmente persuaderci, che gli antichi Egiziani non abbiano mai avuto occasione di esaminare la relazione del loro anno vago coll'anno solare, di cui il ritorno era loro indicato dall'inondazione del Nilo. L'anno vago colle sue divisioni era la base della liturgia religiosa; l'epoca dell'inondazione del Nilo era la base dei loro lavori agrari. L'anticipazione dell'uno sull'altra era di un giorno in quattro anni, e di 15 in 60 anni; quindi già durante la vita d'un uomo doveva rendersi sensibile alle più grossolane osservazioni, specialmente quando si scopri la coincidenza del principio dell'inondazione col fenomeno, molto più facile ad osservare, dal levare eliacco di Sirio. Dovremo noi supporre che a nessuno dei sacerdoti egiziani sia mai caduto in mente di ricercare entro qual periodo di tempo la data dell'inondazione secondo l'anno vago ritornava ad esser la medesima? Non solo tale questione ha dovuto presentarsi alla loro mente, ma è assai probabile che comparando le date del levare

⁸² BIOT, *Année vague*, p. 557

eliaco di Sirio osservato in diversi tempi, siano giunti alla scoperta, per loro molto facile, che quelle date avanzavano di un giorno in quattro anni e di un mese in 120, e che ritornavano ad esser esattamente le medesime dopo 1461 anni. Ciò non infirma per nulla le conclusioni di Biot e non si oppone alla testimonianza dei monumenti, dai quali soltanto appare, che la relazione fra il levare di Sirio e il cominciare dell'anno vago non entrava come elemento usuale nei computi cronologici degli antichi Egiziani.

Che l'anno sotiaco entrasse a far parte della scienza arcana dei sacerdoti egiziani, se non al tempo dei Faraoni, almeno all'epoca dei Tolomei, ci viene provato dal sistema cronologico secondo cui Manetone ordinò le dinastie dei re egiziani. Manetone, nato a Sebennito, ierogrammate o scrittore sacro del collegio sacerdotale di Eliopoli, custode ivi dei sacri aditi del tempio del Sole, fioriva ai tempi di Tolomeo Sotero, circa 100 anni prima dell'era volgare. Scrisse, com'egli stesso assicura, la sua storia dell'Egitto, valendosi dei papiri conservati nei templi e delle infinite iscrizioni geroglifiche di cui l'Egitto era allora coperto, e di cui sì copiosi avanzi si sono conservati fino ai giorni nostri. Ora la cronologia di Manetone, quale ci fu trasmessa negli estratti assai mutilati del compendio fatto da Giulio Africano, si ravvisa intieramente fondata sull'uso del ciclo sotiaco, siccome con rara felicità e sommo acume di critica ha dimostrato Augusto

Boeckh⁸³. Manetone divide tutta la serie dei tempi, a partire dal principio del mondo in due età. La prima età comprende la dominazione degli Dei, dei semidei e degli eroi: essa si estende per 24837 anni vaghi, equivalenti a 24820 anni giuliani, cioè esattamente a 17 periodi canicolari. La seconda età comincia col 1° Thoth del primo anno del 18° ciclo sotiaco, e corrisponde nel calendario giuliano proleptico⁸⁴, al 20 luglio dell'anno —5702, precedendo esattamente di tre cicli sotiaci l'era di — 1322, detta da Teone era di Menophres. Così quest'era, secondo Manetone, inizierebbe il 21° dei cicli sotiaci decorsi a partire dal cominciamento del mondo. E però tanto il cominciamento delle dinastie divine, quanto quello delle dinastie umane erano collocati da Manetone al principio di un ciclo sotiaco, e coincidevan l'uno e l'altro col 1° Thoth e col levare eliaco di Sirio, simultaneamente⁸⁵.

Una simile tendenza ad ordinare i tempi secondo il ciclo sotiaco si scorge nell'altro quadro delle dinastie egizie, conosciuto

⁸³ Veggasi l'opera di questo insigne investigatore delle antiche cose che ha per titolo *Manetho und die Handssternperiode*, Berlin, 1859.

⁸⁴ Cioè prolungato idealmente nei tempi anteriori alla sua istituzione.

⁸⁵ BOECKH, op, cit., p. 385-86.

sotto il nome di *Vetus Chronicon*, di cui un estratto si è conservato nella cronografia di Giorgio Sincello⁸⁶. In questa cronaca la durata totale del regno egiziano, dal principio del dominio degli Dei alla fine di Nectanebo II⁸⁷, è computata in 36525 anni vaghi, equivalente a 36500 anni giuliani od esattamente a 25 periodi sotiacy. Sebbene il *Vetus Chronicon* sia, per segni evidenti, una informe e recente compilazione, sembra tuttavia che in essa siano conservate le tracce di un sistema di cronologia sotiaca diverso da quello di Manetone. Ma lo scopo, confessato dall'autore, di far quadrare la durata dell'impero egiziano colla rivoluzione completa dei punti equinoziali lungo l'eclittica (che secondo la precessione d'Ipparco e di Tolomeo dovrebbe aver luogo in 36000 anni) non permette di attribuire al medesimo molta antichità. Sarebbe interessante verificare, se il sistema cronologico affatto simile, di cui alcune tracce si conservano in un celebre ed antico papiro del Museo di Torino, non offre qualche relazione col ciclo canicolare. Questo papiro sembra anteriore, secondo Champollion, alla XX dinastia, e quindi all'XI secolo a. C.

Ma se le autorità ci fanno intieramente difetto sulle nozioni che avevano gli Egiziani intorno alla mutabile relazione dell'anno

⁸⁶ BOECKH, op, cit., p. 41.

⁸⁷ L'ultimo anno di Nectanebo II corrisponde al 341 a. C.

vago coll'anno solare, qualche lume indiretto possiamo ricavare per un'altra via, cioè esaminando la relazione che gli Egiziani supponevano fra il cominciare dell'anno vago o il levare eliaco di Sirio.

Boeckh ha fatto notare⁸⁸ che il nome egiziano di Sirio, *Sothis*, può riguardarsi come identico a quello di Thoth, ch'è il primo mese dell'anno vago, il che lascia congetturare che Sirio fosse dagli Egiziani creduto presiedere al principio di tale anno. Quest'idea è completamente conforme al risultato dell'esame che Champollion fece dei monumenti astronomici egiziani di tutte le epoche. Ecco le sue parole in proposito: «Questa relazione (fra Sirio e il mese di Thoth) si osserva, per esempio, nel quadro astronomico scolpito nel soffitto della sala del Ramesseo detta il *Promenoir*, che data dalla 18^a dinastia. Là Sirio o Sothis è disegnato sopra il mese di Thoth, in forma di una donna dal capo ornato di lunghe piume, che reca il nome d'Iside Thoth. accompagnato come determinativo da una stella scolpita. Questo è il nome egiziano di Sirio in tutti i monumenti. Nel soffitto della tomba di Menephtha I, più antica ancora del Ramesseo, sebbene egualmente della 18^a dinastia, la dea Thoth porta anche il nome di *stella d'Iside*, che tutta l'antichità attesta esser stata la designa-

⁸⁸ *Manetho*, p.19.

zione di Sirio presso gli Egiziani. Un'altra prova di questa relazione si trova ancora nella presenza dello stesso nome di Thoth accompagnato da una stella sopra la vacca sdraiata in una barca, con una grande stella fra le corna, che si vede nei quadri astronomici d'Ombos, di Denderah e d'Esnè. Sullo zodiaco rettangolare di Denderah la dea, che è rappresentata in piedi, è chiamata *Iside Thoth*; la vacca sdraiata è indicata collo stesso nome scritto al suo fianco; e sullo zodiaco del piccolo tempio a nord d'Esnè, la dea e la vacca col nome di Thoth si trovano insieme in una stessa barca. Non v'è monumento astronomico egiziano che non confermi questa relazione della stella d'Iside al primo mese dell'anno»⁸⁹.

Noi abbiamo in tale proposito altresì la conferma diretta di quattro autori, i quali essendo posteriori alla riforma alessandrina, hanno evidentemente applicato all'anno alessandrino fisso la relazione in questione. Facendo astrazione da questa circostanza, essi attestano unanimemente quanto fu detto qui sopra, e sono lo Scoliate d'Arato, Porfirio, Vettio Valente, e Solino⁹⁰. Da tali

⁸⁹ Questo passo di Champollion è riferito da Biot, op. cit., p. 579.

⁹⁰ Per i testi vedi BOECKH, *Manetho*, p. 20; dei primi tre vedi la versione in BIOT, *Année vague*, p. 573.

autorità apprendiamo, che il rapporto fra il mese di Thoth e la stella di Sirio si riferiva al *levare eliac* di questa. Infatti di tutti i fenomeni che presenta Sirio all'osservatore, esso è il solo che si trovi messo costantemente in relazione colla cronologia degli Egiziani.

Ora di qual natura poteva esser la relazione così costantemente e solennemente asseverata dagli Egiziani fra due fenomeni, uno fisso (o quasi) e l'altro vago rispetto all'anno solare? Biot sostiene che questa relazione era di natura puramente simbolica od astrologica⁹¹, e non crede probabile che significasse alcuna concordanza di posizione o di tempo. Boeckh⁹² invece ritiene come indubitabile, che essa indichi la coincidenza del 1° Thoth col levare eliac di Sirio al tempo in cui i sacerdoti egiziani stabilirono il loro sistema dell'anno vago. Ammettendo questa conclusione, si avrebbe per conseguenza che l'anno vago ha dovuto essere introdotto intorno ad una delle epoche che formano principio dei cicli canicolari, che sono gli anni — 5702, — 4242, — 2782, — 1322⁹³. Una simile conclusione è molto naturale, ed

⁹¹ *Année vague*, p. 578, 581, 584.

⁹² *Manetho*, p.19.

⁹³ Diciamo intorno; perchè la data del 20 luglio giuliano per il levare eliac di Sirio, su cui si fonda la determinazione di quegli

è confermata anche dai passi ai quali poc'anzi s'è accennato di Porfirio e di Solino, secondo cui il principio del mondo doveva aver avuto luogo nell'istante del levare eliaco di Sirio e simultaneamente al 1° di Thoth. Ciò d'altra parte risulta pure dal sistema cronologico di Manetone, secondo il quale il principio del mondo o il principio delle dinastie umane coincidono ciascuna coll'origine di un ciclo canicolare, quindi col 1° giorno di Thoth e sotto l'influsso del levare eliaco della stella d'Iside. L'autorità di un ierogrammate, il quale aveva a sua disposizione la cognizione completa dei misteri e delle scritture geroglifiche, è qui di molto peso. Di fronte a queste considerazioni riesce difficile il collocare con Biot al 1° di Pachon l'epoca fondamentale di una cronologia dove il mese di Tholh occupa una posizione così dominante. I termini di tale discordanza d'opinioni saranno del resto stabiliti con maggior precisione nel capitolo seguente.

Cap. III. - IL LEVARE ELIACO DI SIRIO E L'INONDAZIONE DEL NILO

Abbiamo già avuto occasione di accennare che gli Egiziani mettevano altresì in relazione il levare eliaco di Sirio coll' inon-

anni, può essere il risultato di osservazioni recenti.

dazione del Nilo. Esaminiamo di che natura questa relazione potesse essere.

I ritorni del levare eliac di Sirio determinano, come abbiamo già indicato, un anno di lunghezza lentamente variabile, la cui durata però, al tempo dell'impero egiziano si mantenne quasi esattamente costante ed eguale alla durata dell'anno giuliano, cioè di giorni 365,25. L'inondazione del Nilo all'opposto segue le vicende dell'anno tropico, essendo prodotta da fenomeni meteorologici dipendenti dall'azione solare. La relazione fra le epoche dell'anno solare e la detta inondazione dovrebbe dunque considerarsi come fissa, se il moto del perigeo solare rispetto agli equinozi non portasse, col lungo volger di tempi, una sensibile modificazione nell'intensità della radiazione solare corrispondente ad una data epoca dell'anno tropico. Siccome i fenomeni meteorologici da cui dipende il cominciamento del crescere del Nilo hanno esclusivamente luogo fra l'equinozio di primavera ed il solstizio estivo, cioè nei tre mesi della stagione da noi chiamata primavera, Biot credette pregio dell'opera esaminare quale variazione subisse la durata di questa stagione nell'intervallo abbracciato dalle presenti ricerche; e trovò che questa durata era rimasta quasi costante per tutto quell'intervallo⁹⁴, a causa di una posizione specialmente favorevole della linea degli apsidi rispetto alla

⁹⁴ - 3285 93^g,93.

- 1780 94 ,30

linea degli equinozi, per la quale è avvenuto, che verso l'anno — 1375 la durata della primavera passò per il maximum del suo valore. Ora secondo un noto teorema di Lambert, l'intensità media dell'irradiazione solare durante una stagione astronomica è inversamente proporzionale alla durata di essa stagione. Ne concludiamo che l'irradiazione solare, e quindi le condizioni meteorologiche determinatrici dell'epoca in cui comincia a gonfiarsi il Nilo, dovettero rimanere press'a poco costanti per tutto il tempo che stiamo esaminando, e che quindi il periodo segnato dalle inondazioni può riguardarsi come identico all'anno solare.

Tutti gli autori designano come principio dell'inondazione il giorno stesso del solstizio d'estate⁹⁵. Questa coincidenza forse non è di esattezza matematica, attesa la difficoltà di verificare le prime tracce dell'accrescimento; inoltre è chiaro che l'accrescimento si deve manifestare prima nelle parti più alte del fiume, quindi nelle più basse. Ma per questo fenomeno, come per il levare eliac di Sirio, la determinazione dell'epoca dipende dalla scelta arbitraria del luogo; il quale certamente non poteva essere altro, negli antichi tempi, che il nilometro di Menfi. Checché sia di questo, noi ammetteremo ciò che riferiscono tutti gli antichi,

- 275 94 ,07

⁹⁵ BIOT, *Année vague*, p. 589.

e che probabilmente sarà stata opinione generale degli Egiziani stessi, che l'epoca solenne del primo gonfiarsi delle acque coincidesse coll'istante del solstizio estivo.

Noi potremo allora affermare che il periodo dell'inondazione è esattamente uguale a quello dell'anno tropico, cioè $365^{\text{s}},242447$. Il periodo del levare eliaco di Sirio essendo di 365^{s} , segue che in quelle epoche il levare eliaco di Sirio ritardava di giorni $0,007553$ ogni anno, e quindi di un giorno intero in 132 anni e di 11 giorni in 1460 anni. Se dunque ad una certa epoca il levare eliaco di Sirio segnava il principio dell'inondazione, dopo un certo numero di secoli questa coincidenza doveva cessare, e Sirio andar sempre più ritardando il suo levare eliaco rispetto all'epoca dell'inondazione. Biot ha trovato che i due fenomeni coincidevano in un'epoca non molto distante dell'anno — 3285⁹⁶. Il loro

⁹⁶ Dai calcoli di Bouvard allegati da Biot a p. 603 della sua memoria sull'anno vago, appare però che l'anno - 3285 la coincidenza non era esatta, perchè mentre il levare eliaco di Sirio aveva luogo il 20 luglio proleptico verso 4 ore del mattina, il solstizio estivo, ossia il principio dell'inondazione, non succedeva che il 21 luglio a 8^h 38^m del mattino, quindi circa 28 ore dopo. La coincidenza era quindi assai più esatta per l'anno - 3130. Biot prende l'anno 3285, perchè in quell'epoca il principio dell'inondazione capitava al 1° del mese di Pachon, e quindi i dodici mesi di quell'anno corrispondevano coi loro simboli geroglifici ai caratteri delle fasi agricole corrispondenti. La coincidenza approssimativa del solstizio estivo e del levare eliaco di Sirio nel principio di Pachon di quell'anno, che parve tanto meravigliosa al Biot da farne il perno di tutte le sue deduzioni, è un semplice effetto del caso, la cui probabilità

intervallo era già salito a 11 giorni nell'anno — 1780, a 23 giorni nell'anno — 275, e nell'anno presente + 1871 già arriva a 39

matematica non è tanto piccola quanto il Biot parve credere. In realtà, dato il fatto puramente astronomico della coincidenza dei due fenomeni in un anno compreso entro l'intervallo della storia egizia, entro i 730 anni che lo precedono o entro i 730 anni che lo seguono sarà sempre possibile determinarne uno in cui al 1° di Pachon si abbia il levare eliaco di Sirio e il Sole lontano dal solstizio estivo cinque giorni o meno di cinque giorni. Ora l'osservazione del solstizio estivo e del levare eliaco di Sirio non potevano certamente farsi dagli Egiziani in modo così esatto da riconoscere la differenza di cinque giorni nella data di questi due avvenimenti. E considerando la cosa dal lato pratico e non solo dal lato matematico, noi possiamo concludere che, data la coincidenza astronomica del solstizio e del levare di Sirio nell'anno — 3130, si doveva trovare necessariamente entro i limiti della storia egizia un mese di Pachon il cui primo giorno riunisse *ad sensum* la coincidenza dei due fenomeni. Nulla dunque si può argomentare in favore delle teorie di Biot da questa coincidenza, che è il risultato di una costruzione *a priori*. È vero che Biot trova nell'anno — 3285 altre coincidenze, e fra queste la posizione dell'equinozio di primavera assai presso ad Aldebarano, e la perpendicolarità dell'eclittica sull'orizzonte di Tebe nell'istante in cui culmina il punto solstiziale estivo, cose tutte di cui egli crede di leggere la descrizione in una certa parte del già citato quadro astronomico del Ramesseo, e che rendono l'epoca — 3285 unica, secondo lui, negli annali del mondo. Tutte queste ingegnossissime speculazioni sono però fondate in parte su combinazioni troppo artificiali perchè si possano riputare come storiche, ed in parte sopra interpretazioni arbitrarie dei monumenti. Lo stesso Biot è stato atterrito, dalle conseguenze inevitabili delle sue proposizioni. Veggasi per esempio *Année vague*, p. 604.

giorni.

Tanto più singolare è la perseveranza con cui gli autori antichi e gli stessi Egizi hanno continuato ad affermare, senza distinzione di epoche, che il levare eliac di Sirio determina il principio dell'inondazione e coincide col solstizio estivo. Abbiamo già udito su questo le testimonianze dello scoliaste d'Arato e di Solino. Più chiaramente si esprime a questo proposito Tolomeo nel *Tetrabiblo*, Libro II, capo περί τῆς τοῦ ἔτους νομηνίας: «il solstizio d'estate fa i giorni più lunghi, e per gli Egiziani annunzia l'inondazione del Nilo e il levare del cane», ciò che ai suoi tempi era un errore grossolano.

Questo persistere nell'assequiare una coincidenza che aveva cessato di esistere non può spiegarsi che in un sol modo: l'opinione della coincidenza era diventata una tradizione popolare. Tale tradizione poi, rimontava senza dubbio ai tempi in cui il solstizio in realtà coincideva approssimativamente col levare di Sirio; ciò che si può stimare avesse luogo intorno all'epoca - 3285, coll'intervallo di mille anni prima o mille dopo, a cagione dell'incertezza di tali osservazioni. Quindi con molta ragione Biot dice: «I cinque o sei secoli che precedettero e che seguirono quest'epoca memorabile comprendono l'intervallo di tempo durante il quale dovettero nascere in Egitto le tradizioni che associando il levare eliac di Sirio all'inizio della piena del Nilo, fe-

cero considerare quest'astro come il principio eccitatore delle acque del fiume e come recante seco la fecondità»⁹⁷.

E questo è il più importante fra i risultati positivi a cui Biot è giunto nella tante volte citata sua Memoria sull'anno, e si trova anche adottato da storici moderni.

Cap. IV. - CONGETTURE RAZIONALI SULLA STORIA DEL CALENDARIO EGIZIANO.

Sull'epoca dell'introduzione dell'anno vago nel calendario egiziano si dividono il campo due opinioni principali, che abbiamo già avuto occasione di citare. Secondo Biot tale introduzione ha dovuto aver luogo quando i mesi dell'anno vago corrispondevano colle loro circostanze fisiche ai loro simboli geroglifici; ciò che abbiám veduto essersi verificato negli anni — 275, — 1780, — 3285, nel qual tempo il 1° di Pachon coincideva col primo crescere del Nilo e col solstizio estivo. Boeckh invece propende a credere che l'anno vago risalga ad una delle epoche in cui il 1° di Thoth coincideva col levare eliacò di Sirio, ciò che è avvenuto negli anni — 1322, — 2782, — 4242. Queste due opinioni sono inconciliabili, se si vuole tener conto della tradizione egiziana, che supponeva coincidere il levare eliacò di Sirio col

⁹⁷ *Année vague*, p. 604-605.

crescere del Nilo. Poichè se si ammette con Biot che il gonfiarsi del Nilo coincidesse in quel tempo col 1° di Pachon, diventa impossibile supporre con Boeckh che il levare eliaco di Sirio avesse allora luogo nel 1° giorno di Thoth.

L'opinione tradizionale che collegava il primo crescere del Nilo col levare eliaco di Sirio, non è tuttavia talmente connessa colla questione dell'origine dell'anno vago, che sia proprio necessario avere ad essa riguardo nel fissare l'epoca di tale origine. Eliminandola pertanto dalle nostre considerazioni diventa subito possibile trovare un'epoca, la quale soddisfaccia simultaneamente alla condizione di Biot e a quella di Boeckh: cioè si può determinare nella serie dei tempi un anno vago, in cui il solstizio estivo ed il principio dell'inondazione avvenivano il 1° di Pachon, ed il levare eliaco di Sirio succedeva 125 giorni dopo col 1° di Thoth. Questa combinazione, in virtù della retrogradazione degli equinozi che mette Sirio successivamente in tutte le possibili relazioni di longitudine col punto solstiziale estivo, deve succedere almeno una volta in ogni rivoluzione completa dei punti equinoziali, cioè una volta ogni 26000 anni. Trattando il problema in questa forma puramente astronomica, si trova che per il parallelo di Menfi, intorno all'anno - 17300, si avevano tutte le accennate condizioni. Un simile risultato, il quale nei primi anni del corrente secolo sarebbe forse stato salutato come una notevole scoperta, oggi serve soltanto a dimostrare ancora una volta

che l'introdurre nelle ricerche storiche processi di raziocinio puramente matematico, poco giova ad aumentare la probabilità delle conclusioni, quando i fatti su cui il raziocinio si appoggia non siano stabiliti con intiera sicurezza. Noi rifletteremo invece che una discussione di tal genere non può considerarsi come un puro affare di numeri e di osservazioni astronomiche, ma deve anche tener conto dello stato d'ignoranza dei popoli primitivi, e delle inconseguenze logiche che commettono spesso gli uomini in cose ben più importanti di questa. Veramente a noi, avvezzi a trattare l'ordinamento del calendario come semplice combinazione di congruenze aritmetiche, riesce difficile collocarci nella posizione degli antichi Egiziani, e rivestirci dei caratteri distintivi delle loro intelligenze per indovinare la strada che essi hanno dovuto tenere onde stabilire un computo regolare di tempi. Se non vogliamo trarre assurde conseguenze da dottissime combinazioni (come spesso è avvenuto), non possiamo esimerci dal tentarlo:

Wer das Dichten will verstehen
Muss ins Land der Dichtung gehen⁹⁸

In questa materia poi abbiamo il soccorso dell'analogia di quanto

⁹⁸ GOETHE, *Noten und Abhandlungen zu besserem Verständnis des Westöstlichen Dienans*.

hanno operato altri popoli in circostanze consimili.

Già nei primi secoli della loro residenza nella valle del Nilo gli Egiziani avevano dovuto pensare anche al computo dei tempi; e nessun periodo era per essi preferibile al ritorno naturale dei lavori agricoli. Il colmo dell'inondazione del fiume, che determinava il grado di ricchezza delle prossime raccolte era senza dubbio per loro, come per gli Egiziani moderni, un'epoca importante: e niente impedisce di credere che la festa dell'apertura del Nilo, la quale ancora oggidì si celebra con tanta allegrezza e solennità, non risalga fino a quelle epoche remote, in cui eguali cause, dovevano produrre eguali effetti. Questa facilissima osservazione della massima piena delle acque ha dovuto somministrare già da principio agli Egiziani il più natural modo di contare il tempo; ed è certamente pensare cosa contraria alla natura umana il supporre che fin d'allora essi abbian per questo scopo immaginato cicli artificiali. A somiglianza di quanto praticarono altri popoli, essi hanno dovuto da principio numerare per inondazioni o per messi gli anni dei loro re e gli intervalli che li separavano dagli avvenimenti anteriori più memorabili. Questo computo non era fondato sopra alcun sistema di numerazione artificiale; l'anno cominciava e finiva quando il Nilo terminava la sua fase crescente e si trovava alla massima altezza. Certamente qualcuno avrà pensato già fin d'allora a numerare quanti giorni si comprendevano in un tale intervallo; ma la variabilità delle epoche della massima piena ha dovuto per lungo tempo impedire di

firmare il numero esatto di giorni in esso contenuto⁹⁹.

⁹⁹ Nella cosmografiadi Mohammed-ben-Ayâs, di cui vari estratti sono dati nel Tomo VIII della collezione intitolata *Notices et extraits des manuscrits de la bibliothèque imperiale*, si trova una cronaca delle inondazioni del Nilo, tolta probabilmente dai registri nilometrici del Cairo, la quale si estende dal 644 di Cristo fino al 1517. Questa cronaca è completa solamente per i due ultimi secoli, e nell'intervallo da essi compreso sono indicate per 79 inondazioni le epoche dell'*uafâ*, cioè i tempi in cui il livello delle acque segnò 16 cubiti al nilometro del Cairo. Avendo calcolato l'epoca media di questi *uafâ* (che corrisponde al nostro 13 agosto gregoriano), e le deviazioni di ciascuno dei 79 anni dall'epoca media, ho trovato i seguenti risultati, i quali possono dare un'idea dell'irregolarità di un anno determinato secondo le epoche dell'inondazione. Sopra 79 inondazioni

3 derivarono dall'epoca media di 0 giorni					
12	»	»	»	1	»
9	»	»	»	2	»
8		»	»	»	3 »
5	»	»	»	4	»
7	»	»	»	5	»
6	»	»	»	6	»
7	»	»	»	7	»
3	»	»	»	8	»

Si è già accennato come in Egitto l'anno agricolo si divide naturalmente in tre periodi: dell'inondazione, della vegetazione e della messe; ed è probabile che questi abbiano formato la prima e la più semplice divisione dell'anno egiziano. Le prime date si saranno indicate grossolanamente, dicendo *nella stagione delle acque*,

5	»	»	»	9	»
2	»	»	»	10	»
1	»	»	»	11	»
2	»	»	»	12	»
2	»	»	»	13	»
1	»	»	»	14	»
1	»	»	»	15	»
2	»	»	»	16	»
1	»	»	»	17	»
2	»	»	»	22	»

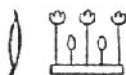
Meglio si vedrà la proporzione di queste deviazioni raccogliendole per intervalli di 5 giorni:

Fra	0	e	5	giornisi ebbero	37	deviazioni
»	5	»	10	»	»	30
»	10	»	15	»	»	7
»	15	»	20	»	»	3
»	20	»	25	»	»	2

nella stagione della vegetazione ecc. Col tempo si riconobbe che la Luna forniva una suddivisione più breve. Nacque allora l'idea del mese, ed un'osservazione facile avendo mostrato che ciascuna delle stagioni durava quattro mesi circa, si dovette trovar presto il modo di designare le epoche con maggior precisione, dicendo *nella quarta Luna delle acque, nella prima Luna della vegetazione* ecc. In questo medesimo stadio di tempo essendosi formato e stabilito il sistema della scrittura geroglifica, la quarta Luna delle acque fu naturalmente designata con



la prima della vegetazione con



ecc., e questa è senza alcun dubbio l'origine della notazione dei mesi scoperta da Champollion¹⁰⁰. L'anno cominciava col pieno dell'inondazione o col principio della vegetazione; al principio del quinto mese subentrava la stagione della messe, e al principio del nono incominciava il Nilo a gonfiarsi e sopraggiungeva la stagione delle acque. La distribuzione dei mesi nell'anno venne così ad esser legata al corso del Sole, in modo indissolubile, ma

¹⁰⁰ Vedi sopra al cap. I.

non però in modo preciso; ed è probabile che dopo aver contato per dodici lune di 30 giorni a partire dal colmo di una data inondazione, gli Egiziani abbiano talora trovato che l'inondazione consecutiva aveva anticipato sul calcolo, e più spesso che essa ritardava. In ogni caso si troncava l'anno al sopraggiungere della nuova inondazione, per ricominciare a contare come prima. Dovendo la determinazione del principio del nuovo anno farsi di volta in volta ed essere valevole per tutto l'Egitto (nel quale le fasi dell'inondazione variano di qualche giorno a misura che si scende da Siene fino a Menfi), è da credere che ne fosse incaricato un personaggio autorevole, forse il re, o più probabilmente il collegio dei sacerdoti, come si praticava presso i Romani. Una testimonianza a questo riguardo ci fornisce Clemente Alessandrino, il quale descrivendo le processioni sacre fa menzione di un sacerdote portante un nilometro; e un'altra ce ne porgono le frequenti rappresentazioni che di questo strumento occorrono nei monumenti di tutte le epoche, dalle quali appare che la misura del Nilo era uno degli affari più importanti dello stato ed intimamente connessa colla religione.

Durante quest'epoca, in cui vigeva in Egitto l'uso dell'anno solare naturale, fu altresì stabilita la relazione del calendario cogli usi religiosi. Allora senza dubbio furono fissati i nomi dei mesi, quali s'usarono poi fino al presente; il significato di tali nomi non è ben conosciuto, ma indubitabilmente indicato da quelli dei

mesi Thoth e Hathor, che appartengono ad antiche divinità egizie.

Tale stato di cose durò fino verso l'anno - 3000. A quest'epoca gli Egiziani erano da più secoli costituiti in monarchia stabile, anche secondo i computi cronologici più prudenti¹⁰¹, e secondo le poche notizie che ci restano sulle prime dinastie, avanzavan con rapido progresso nella via dell'incivilimento. Un regno fiorente, di cui restano memorie non facilmente distruttibili, aveva sede in Menfi; il terreno coltivabile era prosciugato, i canali scavati, l'inondazione del Nilo resa profittevole all'agricoltura. Per un popolo civile e governato da una casta di sacerdoti scienziati, l'uso di un anno variabile diventava fecondo di molti inconvenienti; allora primieramente si dovette sentire la necessità di calcolare i tempi passati e futuri indipendentemente dall'osservazione di un fenomeno irregolare ne' suoi ritorni. Intanto la coincidenza del principio dell'inondazione col solstizio estivo non poteva a lungo rimanere inosservata; ed agli abitanti di quel caldo clima, che all'avvicinarsi di detto solstizio dovevano naturalmente profittare delle aure fresche del mattino per uscir di casa, non poteva facilmente sfuggire che prima del giorno all'av-

¹⁰¹ Secondo Lepsius Mene fioriva nel - 3892; secondo Bunsen nel — 3623; secondo il canone manetonico restituito da Boeckh, nel — 5762.

vicinarsi dell'inondazione si rendeva visibile, come per annunziarla, la più bella stella del cielo, Sirio. Non si tardò a riconoscere che la massima altezza del Sole e l'apparizione mattutina di Sirio, davano una misura dell'anno più regolare e più esatta, senza tuttavia mai essere in disaccordo sensibile coi fenomeni agricoli delle varie stagioni. Era naturale che i sacerdoti dovessero impadronirsi di queste nozioni onde eseguire una riforma del loro calendario, e ridurlo a computo equabile e facile ad impiegarsi negli usi civili e religiosi; a un dipresso come fecero molti secoli dopo i Pontefici massimi di Roma pagana e i Padri del concilio di Nicea.

Se si considera la difficoltà delle osservazioni di cui dovettero allora giovare i sacerdoti per determinare la lunghezza dell'anno, saremo indotti a pensare che tale riforma del calendario non riuscì al primo tentativo, ma dovette richiedere varie successive approssimazioni. Nessuno si aspetterà che di questi tentativi facciamo qui una narrazione precisa. Possiamo tuttavia ritenere come abbastanza probabile che i primi siano stati fatti sopra anni composti di 12 mesi eguali di 30 o di 31 giorni, cioè sopra anni di 360 giorni e 372 giorni. Soltanto dopo di aver verificato l'insufficienza di questi periodi (ciò che in tre o quattro anni poteva farsi agevolmente), la necessità di cercarne altri più esatti dovette indurre i sacerdoti a rompere la simmetrica disposizione dei mesi coll'addizione di un certo numero di epagomeni. Questa inno-

vazione ha dovuto sembrar molto ardua; e il fatto dell'introduzione degli epagomeni, e il nome del re che la sancì colla sua autorità, sono fra le pochissime notizie che ci restano dei primi tempi dell'impero egiziano. Ma di ciò più tardi.

La determinazione del numero degli epagomeni ha dovuto offrire non piccole difficoltà, e dall'insieme di tutti i fatti conosciuti noi siamo obbligati a supporre ch'essa fu erronea; forse di 4 giorni o di 6. Importava però ai sacerdoti di sanzionare con l'inviolabilità della religione una riforma così capitale, ed a cui essi allora attribuivano senza dubbio il carattere di verità assoluta. Noi possiamo credere che la consacrazione o personificazione divina dei mesi, quale si trova descritta in un gran numero di monumenti egiziani appartenenti a tutte le epoche dal secolo XV prima di Cristo fino al regno dei Tolomei, fu stabilita dai sacerdoti nel tempo di cui ora parliamo. La posizione dei simboli solstiziali ed equinoziali nella serie di queste personificazioni implica nel modo più certo l'uso degli epagomeni; ma nello stesso tempo suppone che i mesi siano ordinati in modo da corrispondere col loro carattere fisico ai simboli geroglifici che li rappresentano. La personificazione dei mesi fu dunque inventata quando l'anno artificiale dei sacerdoti ancora non si era scostato dall'ordine dell'anno naturale, quindi necessariamente in occasione della prima introduzione degli epagomeni, qualunque fosse il numero di questi.

Avvenne ora qui ciò che poi si verificò pel computo giuliano.

La trasformazione dell'anno naturale in civile, con tanta solennità stabilita come regola dei tempi futuri, supponeva una durata dell'anno sufficientemente esatta perchè nel prossimo avvenire l'errore non fosse sensibile, ma non abbastanza esatta perchè questo errore non avesse a diventar riconoscibile in un periodo di tempo alquanto più lungo. Allora il rispetto naturale per l'opera dei maggiori ha dovuto trattenere dall'introdurre mutazioni, e gli Egiziani hanno potuto per lungo tempo servirsi di un calendario che sapevano essere fuor di posto, ed aspettare ad introdurvi nuove riforme quando il male era divenuto troppo grave. A quel modo che le riforme del calendario dei Romani ebbe luogo soltanto quando l'anno era uscito di 80 giorni dalla sua posizione naturale rispetto al giro del Sole, così gli Egiziani non pensarono ad una riforma definitiva, che quando il levare eliacco di Sirio, il quale negli antichi tempi succedeva il 1° di Pachon, si era poco a poco trasportato, nel periodo del disordine, al principio di Thoth, che seguiva di 120 e più giorni il principio di Pachon: e ciò avvenne intorno all'anno — 2782. Si può anzi pensare che la coincidenza del levare eliacco di Sirio col principio dell'anno, fosse stimata buona occasione per la riforma definitiva¹⁰².

¹⁰² Il GINZEL (*Handbuch der mathematische und technische Chronologie*, 1906, vol. I, pp. 172 e 214), dopo aver detto che, circa all'epoca in cui i cinque epagomeni fecero la loro comparsa nei

Ma essi non adottarono lo spediente eroico di Giulio Cesare, e riputarono probabilmente come cosa sacrilega l'introdurre un anno di 16 mesi. Avendo dedotto dalle anteriori esperienze che

monumenti, non si potè per lungo tempo risalire al di là del regno di Amenemhets I della XII dinastia, riferisce che recentemente se n'è trovata traccia in un'iscrizione del tempo del re Weserkaf col quale comincia la V^a dinastia, e che di essi si fa cenno anche negli antichissimi testi religiosi che ci furono casualmente conservati nelle Piramidi della VI^a dinastia. Perciò il Ginzel ritiene che gli epagomeni vennero aggiunti all'anno verisimilmente già nel quarto o quinto millennio avanti Cristo. Anche in questo caso le conclusioni a cui fino dal 1871 era giunto lo Schiaparelli conservano gran parte del loro valore, quando in luogo della coincidenza del 1° Thoth col levare eliacco di Sirio avvenuta nel 2782 a. C., si assuma quale data dell'istituzione ufficiale dell'anno vago la coincidenza analoga che ebbe luogo 1460 anni prima, e cioè nel 4242 a. C (Cfr. in proposito quanto ci dice a p. 76). Se l'Autore non ha preso in considerazione quest'ultima data si è perchè, al tempo in cui stese il presente scritto egli, come parecchi fra i più reputati egittologi, non era forse disposto a far risalire la cronologia storica degli egiziani a epoche tante remote.

NOTA DEGLI

EDITORI

nessun numero intero di giorni più di 365 si avvicina alla durata dell'anno; ed ignorando, forse non supponendo neppure possibile, che oltre a quel numero intero esistesse la frazione a noi nota, essi costituirono come base futura ed invariabile dei computi l'anno di 365 giorni, cominciandolo, come di consueto dal 1° di Thoth, e collegandone il principio col levare eliacco della stella d'Iside e col principio dell'inondazione del Nilo¹⁰³. Con ciò i segni geroglifici dei mesi e le divinità con cui erano personificati non corrispondevano più ai fenomeni fisici, ma questo era un piccolo inconveniente di fronte a quello che sarebbe nato se si fosse dovuto cambiare quei segni e quei mesi per ottenere la corrispondenza. L'Egitto era già coperto di monumenti e di iscrizioni geroglifiche, in cui quei segni o quei simboli apparivano con tutta l'autorità delle cose antiche. Mutarne il significato era senza dubbio considerato come un'empietà. Così i segni della vegetazione si fecero corrispondere ai mesi dell'inondazione, i segni dell'inondazione furono adattati ai mesi della messe, e i segni della messe ai mesi della vegetazione, precisamente come presso gli odierni astronomi il segno del Cancro corrisponde alle

¹⁰³ Il levare eliacco di Sirio a quei tempi seguiva di soli tre giorni il solstizio estivo o l'epoca dell'inondazione. I due fenomeni potevano quindi riguardarsi come coincidenti.

stelle dei Gemelli e il segno del Capricorno alle stelle del Sagittario.

Fu ancora in questa occasione, che l'ordinamento delle feste e dei riti secondo il calendario ricevette la sua sanzione definitiva; allora furono fissati i simboli dei 5 giorni epagomeni, e la nuova forma dell'anno venne così ad esser consacrata e resa immutabile. I sacerdoti credettero di averne posto stabilmente il principio sotto l'influsso salutare di Sirio, in cui già da tempo si erano avvezzi a riguardare, se non la causa, almeno l'auspice dell'inondazione del Nilo. La relazione, ormai stimata indissolubile fra Sirio e il mese di Thoth fu espressa anche simbolicamente nel linguaggio geroglifico. Quel punto solenne del 1° Thoth — 2782 era dunque, se non il cominciamento dei mondo, almeno il cominciamento dei tempi secondo il nuovo ordine.

Noi non sapremmo dire quanto tempo abbia durato l'errore di quegli astronomi primitivi. L'età di un uomo era sufficiente a renderlo manifesto anche alle loro grossolane osservazioni. Da una parte l'esperienza anteriore aveva fatto vedere che prendendo più o meno di 5 epagomeni, si ottenevano aberrazioni ancora maggiori; dall'altra l'idea dell'intercalazione, a noi divenuta così familiare, difficilmente ha potuto presentarsi al loro pensiero, perchè gli anni disuguali avrebbero troppo contrastato colla regolarità dei fenomeni celesti, e soprattutto coll'ordinamento, ormai immutabile, dei riti. Tanto intimamente connessa era la liturgia egiziana coll'anno di 365 giorni, che anche negli

ultimi tempi della loro religione essi non cessarono di protestare contro la riforma alessandrina, la quale, secondo l'espressione di Jamblico ¹⁰⁴ «levava tutta la forza alle preghiere, togliendo ai giorni i loro nomi sacri». E se dobbiamo credere a quanto narra il commentatore della parafrasi d'Arato fatta da Germanico Cesare, il sacerdote d'Iside conduceva ogni nuovo re nel sacello segreto del tempio, e gli faceva prometter con giuramento di non introdurre intercalazioni di mesi nè di giorni, e di conservare le antiche regole ¹⁰⁵.

L'anno vago così stabilito godeva del resto tutti i vantaggi dei nostri calendari complicati senz'averne gli inconvenienti. La somma uniformità e semplicità della cronologia sovra esso fondata tanto poté su Tolomeo che egli lo preferì nell'uso quotidiano a tutti gl'intricatissimi computi dei Greci; mentre il suo avanzare sull'anno solare durante una vita d'uomo non rendevasi sensibile che agli osservatori delle cose celesti. La relazione coi fenomeni agricoli era sufficientemente stabile per gli usi civili e per le transazioni quotidiane, E finalmente il vagare di ogni giorno di quest'anno per tutta l'estensione dell'anno solare era stato con molta abilità interpretato dai sacerdoti come una cosa

¹⁰⁴ BIOT, *Année vague*, p. 614.

¹⁰⁵ *Ibidem*, p.556.

da essi pensata per santificare egualmente tutte le stagioni, conducendovi successivamente tutte le feste religiose connesse coi diversi giorni dell'anno vago¹⁰⁶. Quando poi la vera lunghezza dell'anno fu conosciuta, nacque l'idea, prima confusa poi meglio determinata, dal gran periodo sotiaco, che i sacerdoti non mancarono di presentare come altro monumento della loro scienza arcaica; ed ebbero origine nei bassi tempi dell'impero egizio i sistemi cronologici che facevano dipendere dalla rivoluzione di questo periodo i destini passati e futuri del mondo, e di cui sono esempi il canone manetonico e il *Vetus Chronicon*.

Noi termineremo questo capitolo coll'addurre le autorità che fanno parola dell'introduzione degli epagomeni. Tale riforma sembrò tanto importante che di ben cinque autori possiamo riferire la testimonianza a questo riguardo. Plutarco¹⁰⁷ e Diodoro¹⁰⁸ attribuiscono l'invenzione degli epagomeni ad Ermete ed all'epoca degli Dei connettendola con certa ridicola favola. Censorino¹⁰⁹ l'attribuisce ad un certo Arminon, nome corrotto

¹⁰⁶ GEMINO, c. VI, citato da Biot, op. cit., p. 554.

¹⁰⁷ *Is. et Os.*, c. 12.

¹⁰⁸ I, c.13.

¹⁰⁹ *De die natali*, c. 19.

dai manoscritti, secondo Boeckh¹¹⁰. Con maggior precisione Sincello l'attribuisce ad un re del suo canone egiziano, il cui nome è Aseth, e che viveva, secondo lui, nell'anno — 1778¹¹¹. Bunsen¹¹² considera questa relazione come storica, e colloca conseguentemente il cominciamento del re Aseth nell'anno — 2782, cioè quasi mille anni prima dell'epoca assegnatagli da Sincello. Finalmente lo Scoliate di Platone¹¹³, citando Manetone, attribuisce la forma definitiva dell'anno vago al re Saïtes, che fu il primo dei Pastori, e che è uno dei personaggi più certi delle liste manetoniche. Secondo quest'autore Saïtes avrebbe portato il mese da 29 $\frac{1}{2}$ giorni a 30 giorni coll'aggiunta di 12 ore in ciascun mese; poi ai 12 mesi dell'anno avrebbe aggiunto 5 giorni, ottenendo così la durata di 365 giorni. Questa narrazione può essere perfettamente vera, quando si tratti, non dell'anno egiziano, ma dell'anno usato dai Pastori, di cui Saïtes (da altri detto Silites o

¹¹⁰ *Manetho*, p. 73.

¹¹¹ *Ibidem*, p. 71.

¹¹² *Aegyptologia*, I.

¹¹³ Ed. Bekker, p. 425.

Salathis) era il capo. Infatti è noto come gli Arabi da tempo memorabile usano l'anno lunare di 354 giorni, che è il più conveniente ai figliuoli del deserto, non legati alla terra da lavori agricoli di nessuna specie. Tale era senza dubbio l'anno dei Pastori, che si ritengono con molta probabilità venuti dall'Arabia o da qualcuno dei paesi confinanti. Ora trovandosi questi invasori costretti alla vita stanziale, naturalmente adottarono l'anno che trovarono in uso presso i vinti Egiziani. Ma la notizia di Manetone non può riferirsi agli Egiziani medesimi, i quali avrebbero probabilmente respinto l'anno vago se esso fosse stato invenzione degli aborriti Hyksos. Noi concluderemo anzi da questa importante citazione, che nell'anno — 2107, in cui secondo il canone manetonico restituito da Boeckh, incominciò il regno di Saïtes, l'anno vago era già in uso presso gli Egiziani, almeno nell'opinione del ierofante sebennita.

Un'altra notizia circa l'epoca della riforma calendaria definitiva presso gli Egiziani è forse contenuta, sebbene avviluppata in termini quasi privi di ogni senso, in un passo celebre e assai controverso del secondo libro di Erodoto. Erodoto narra che, secondo i sacerdoti egiziani, dal primo re Mene fino a Sethos sacerdote di Vulcano, che per divino aiuto era stato liberato dall'invasione di Sennacherib re d'Assiria, erano vissute 341 generazioni d'uomini, e in esse altrettanti sommi sacerdoti e altrettanti re. Calcolando poi 100 anni ogni tre generazioni, trova che questa epoca equivale ad 11340 anni (dovrebbe essere 11367). E

quindi aggiunge che «in siffatto tempo affermavano (i sacerdoti) che quattro volte il Sole nascesse fuori delle sedi sue, e dove ora tramonta, là due volte sorgesse, e dove ora sorge, quivi due volte tramontasse, e non per questo alcuna delle cose d' Egitto essersi mutate, nè quelle che dalle terre, né quelle che dal fiume si producono, ecc.»¹¹⁴. Già Ideler e H. Martin avevano cercato di spiegare questa tradizione col periodo sotiaco, ma in modo poco plausibile. Ideler infatti pretende che nelle parole di Erodoto sia contenuta l'indicazione di otto cicli sotiaci, la cui somma 11688 anni sembra a lui avvicinarsi sufficientemente al numero d'anni designato. H. Martin con alquanto miglior apparenza di ragione, crede si tratti qui di quattro rinnovazioni del ciclo sotiaco, e con ciò vien condotto a circa 5000 anni prima di Cristo. Ma, come giustamente osserva Boeckh a questo proposito¹¹⁵, non può trattarsi qui nè di otto, nè di quattro periodi completi. Infatti la narrazione di Erodoto si divide in due parti, una delle quali è la spiegazione, o piuttosto, lo sviluppo dell'altra. Egli comincia col dire che, secondo i sacerdoti, il Sole ha cambiato quattro volte il luogo del suo levarsi. Spiega poi più chiaramente quest'idea dicendo, che in grazia di questi periodici cambiamenti, il Sole due

¹¹⁴ HEROD, II, 142.

¹¹⁵ *Manetho*, pp. 37-40.

volte da Mene a Sethos si é trovato percorrere il cielo in senso inverso a quello che usava ai tempi di Erodoto. Che debba intendersi così lo dimostra Boeckh nel luogo citato. Non si tratta dunque di quattro periodi intieri, ma di due rinnovamenti di un ciclo completo di fenomeni. Così interpretato, il senso è logico e non include alcuna contradizione. Senonché la difficoltà principale sta nell'interpretazione del fatto narrato. Questo può esser considerato secondo due modi di vedere. O si considera il tutto come una semplice spaconata dei sacerdoti Egiziani, e allora non occorre aggiungere altro. O si vuole riguardarlo come la tradizione corretta di un fatto realmente osservato, e in questo caso conviene ricercare il vero senso mediante qualche ipotesi plausibile. Ecco ora quello che ne pensiamo noi. A nostro parere, è da supporre che il vero detto dai sacerdoti, corrotto per opera di ignoranti ciceroni (dai quali sembra che per lo più Erodoto traesse le sue notizie) fosse il seguente: «Dall'epoca di Mene fino a quella di Sethos due volte il Sole si è levato con quelle stelle (o in quel luogo della sfera stellata) di contro alle quali ora usa tramontare (nella medesima epoca dell'anno); e due volte è tramontato con quelle stelle (o in quel luogo della sfera stellata) di contro alle quali ora usa levarsi (nella medesima epoca dell'anno)». Crediamo cioè che il *là* e il *dove* dei sacerdoti non debbono riferirsi a un punto dell'orizzonte terrestre, ma ad un luogo della sfera celeste; di più aggiungiamo l'idea «nella medesima epoca dell'anno». Con queste assai discrete modificazioni, che sono

l'inverso di quelle introdotte dai ciceroni e forse in parte da Erodoto stesso, il senso riesce perfettamente chiaro, ed il fenomeno diventa una semplice conseguenza dell'uso dell'anno vago. Poiché in capo a mezzo periodo sotiano (più specialmente in capo a 753 anni) l'anno vago si sposta esattamente di sei mesi rispetto all'anno tropico; di guisa che nella medesima data dell'anno vago, il Sole occuperà tra le fisse un punto diametralmente opposto (negligendo il piccolo effetto dell' eccentricità dell'orbita solare), secondochè lo si osserva oggi o 753 anni vaghi più tardi nel medesimo giorno del medesimo mese.

I sacerdoti egiziani hanno dunque semplicemente narrato che, a memoria d'uomini fra Mene e Sethos, due volte questa mutazione periodica era passata per la fase opposta a quella che avea luogo ai tempi d' Erodoto: ora ammettendo che Erodoto abbia visitato l'Egitto intorno all'anno — 450, le epoche di questa fase opposta cadono negli anni — 1203 e — 2709, le quali effettivamente sono comprese fra Sethos, che fu salvato nel — 710 dall'invasione di Sennacherib, e Mene, che secondo Erodoto visse 341 generazioni prima.

Questa interpretazione del passo d'Erodoto è da noi messa innanzi solo come probabile.

Cap. V. - SULL'USO DELL'ANNO VAGO PRESSO GLI EGIZIANI

E SULLA SUA RELAZIONE COLL'ANNO FISSO SOLARE.

Nelle pagine precedenti noi abbiamo supposto come cosa in-contrastabile che l'anno civile e religioso usato dagli Egiziani nei tempi faraonici dal — 2782 fino alla conquista romana fosse l'anno vago; e in vero questa ipotesi è sostenuta da tante e così esplicite e così gravi autorità, che quasi nessuno ha pensato di dubitarne. Tuttavia vi furono alcuni eruditi, fra cui De la Nauze, Bainbridge, Fréret e Fourier, che supposero presso gli Egiziani l'uso di un doppio calendario, cioè un *calendario civile mobile*, col quale erano connessi i riti religiosi, e un *calendario fisso solare*, che cominciava col levare eliaco di Sirio, e serviva di regola alle faccende dell'agricoltura¹¹⁶. Più radicale ancora è l'opinione recentemente prodotta dal prof. Brugsch, il quale non ammette l'anno vago neppure per l'uso civile. Non sarà dunque inopportuno esaminare i fondamenti di questa varietà d'opinioni. Sarebbe stato più logico far ciò prima di entrare nelle discussioni relative all'anno vago; ma la disamina che stiamo per intraprendere domanda la cognizione di più cose che soltanto in quelle discussioni hanno potuto essere convenientemente sviluppate.

All'epoca in cui scriveva Censorino (+238), l'anno vago doveva ancora prevalere in Egitto presso gli indigeni di origine non

¹¹⁶ IDELER, *Chron.*, p. 171.

greca; perchè, senza nominare l'anno fisso od alessandrino usato dai Greci, egli dice degli Egiziani: *corum annus civilis solos habet dies CCCLXV sine ullo intercalari*. Lo stesso concludiamo di Tolomeo, il quale, come nato nell'alto Egitto, doveva ben conoscere gli usi popolari indigeni: nell'Almagesto egli fa uso continuo del calendario vago, alle date di esso aggiungendo sempre la qualificazione κατ' Αἰγυπτίους, secondo gli Egiziani, senza più. Evidentemente avrebbe parlato dell'anno egiziano fisso se questo fosse stato in uso. Ma l'anno alessandrino era soltanto adoperato dai Greci (καθ' ἡμᾶς), come attesta Tolomeo¹¹⁷, e Teone, nel citare le date di quest'anno, usa sempre le parole κατ' Ἀλεξανδρέας, secondo l'uso d'Alessandria, riservando alle date vaghe l'appellazione κατ' Αἰγυπτίους. Ma v'ha di più. Nel corso della sua grande Sintassi Tolomeo cita le osservazioni di vari astronomi a lui anteriori, usando generalmente il computo in cui ciascun astronomo aveva espresso le sue osservazioni. Ora le osservazioni d'Ipparco non solo, ma anche quelle dei Caldei, sono riferite nelle date dell'anno vago; il che prova per noi che già Ipparco conosceva quest'anno, e che trovandolo molto comodo per gli usi astronomici, convertì secondo il computo egizio le date delle antiche osservazioni caldaiche.

¹¹⁷ *De apparentiis*, v. IDELER, I, p. 149.

Gemino, che scriveva intorno all'anno — 70, non solo constatata nel modo più formale lo spostamento dell'anno degli Egiziani rispetto alle stagioni, ma assegna anche la ragione per cui i sacerdoti ne conservavano religiosamente l'uso. «Gli Egiziani, egli dice¹¹⁸, hanno avuto tutt'altra idea e tutt'altra mira che i Greci; perchè non calcolano i loro anni secondo il Sole, né i loro mesi e giorni secondo la Luna, ma procedono secondo propri principi particolari. Essi vogliono che i sacrifici agli Dei non abbian sempre luogo nella stessa epoca dell'anno, ma che passino attraverso a tutte le stagioni, così che la festa d'estate diventi festa d'autunno, e quella d'inverno festa di primavera. A questo fine essi hanno un anno di 365 giorni, o di dodici mesi di trenta giorni più cinque epagomeni: il quarto di giorno non lo aggiungono a bella posta, perchè le feste abbiano a spostarsi».

Che gli Egiziani facessero uso dell'anno vago anche sotto i Tolomei si può concludere dal citato passo dello scoliaste del poema arateo di Germanico Cesare, dove si narra che il sacerdote d'Iside faceva giurare al re di non introdurre alcuna intercalazione e di seguire l'uso degli antichi. Infatti il re di cui si parla non può essere l'imperatore romano; e secondo tutta probabilità s'intende qui dei re Lagidi, che, come è noto, mostravano molta deferenza pel culto nazionale degli Egiziani.

¹¹⁸ *Isagoge in Arati phaen.*, c. 6.

Una notizia di Gemino, secondo cui la festa d'Iside, nel suo spostarsi coll'anno vago, si era trasferita al solstizio invernale 120 anni prima dell'epoca in cui Gemino stesso scriveva, ci conduce all'anno — 200 circa, se per l'epoca di Gemino ammettiamo l'opinione di Petavio e di Boeckh¹¹⁹, ed all'anno — 250 se seguiamo l'opinione di Brandes¹²⁰.

Ma Eratostene nel suo libro dell'*ottaeteride*, citato da Gemino¹²¹, afferma che nei tempi a lui anteriori la festa d'Iside cadeva nel solstizio estivo. Noi abbiamo dunque qui la testimonianza diretta dell'uso dell'anno vago in un'epoca che risale all'anno - 953 o all'anno — 1003, secondo che si adotta per l'età in cui visse Gemino l'ipotesi di Petavio o quella di Brandes. Nè si obietti che questo può essere un semplice calcolo d'Eratostene. Perchè anche ciò concesso, risulta sempre che ai tempi di Eratostene nulla si opponeva all'ipotesi che la festa d'Iside e

¹¹⁹ *Über die vierjährigen Sonnenkreise des Alten*, p. 9.

¹²⁰ *Über das Zeitalter des geogr. Eudoxos und des astron. Geminus*, 1847.

¹²¹ PETAVIO, Tomo III, p. 34.

l'anno vago potessero avere tanta antichità quanta sopra si è accennato¹²².

Ma noi possiamo risalire a tempi ancora molto più antichi coll'aiuto della testimonianza di Manetone, che doveva certamente veder chiaro in questa cosa. Lo scoliaste già nominato di Platone¹²³, cita un tratto dello storico sebennita che si riferisce alla dinastia dei re Pastori. L'accordo di questa citazione con una analoga data da Eusebio non lascia dubbio circa la sua autenticità. Eccone il testo: «Saïtes aggiunse al mese 12 ore, perchè fosse di 30 giorni; e all'anno 5 giorni, talché divenne di giorni 365». Noi abbiamo già indicato in qual senso si debba interpretare questo passo, La circostanza che ivi si accenna a un anno lunare a proposito di re Pastori, è sommamente atta ad accrescerne l'attendibilità. Inoltre qui non si potrà argomentare, come pel caso di Erodoto, *a negligentia*, perchè Manetone ha cura di contare anche

¹²² Non teniamo poi conto del noto passo d' Erodoto, perché di esso si può far uso tanto in favore della nostra, quanto della tesi contraria. (L. II, c. 4, cfr. Ideler, I, p. 96). Neppure possiamo citare il luogo dove si parla della inversione del corso solare, perchè la sua interpretazione suppone l'anno vago, e quindi ci si potrebbe accusare di petizione di principio.

¹²³ BOECKH, II, p. 424.

le ore. Ripetiamo dunque qui che non solo l'anno vago era noto a Manetone, ma anche era in uso già al tempo dell'invasione dei Pastori, cioè 18 o 20 secoli prima di Cristo¹²⁴.

Di fronte a tante e sì precise testimonianze che provano l'uso

¹²⁴ *Manetho*, p. 243. Boeckh crede che questa relazione, come pure quella analoga di Sincello (v. qui sopra), non provenga da vera tradizione storica, ma sia il risultato di una combinazione eseguita qualche tempo dopo l'era volgare da un astronomo perito della notazione geroglifica dei mesi egiziani. Tale astronomo, ragionando al modo di BIOT nelle sue *Recherches sur l'année vague*, sarebbe stato condotto al pari di lui, a porre l'origine dell'anno vago intorno all'epoca — 1780, in cui i mesi coincidevano coi loro simboli geroglifici. Di qui sarebbe nata la data di Sincello, che fa cominciare il suo Aseth, inventore degli epagoni, nell'anno — 1778. Di qui pure sarebbe nata la relazione dello Scolaste, il quale sembra aver attinto alla medesima fonte che Eusebio, secondo cui la cronologia manetonica collocherebbe Saïtes fra gli anni — 1814 e — 1796. L'osservazione è bella; ma la coincidenza di questi risultali con quelli di Biot può esser casuale. A che allora la menzione di un anno lunare di 354 giorni presso lo scolaste, mentre era naturale supporne uno di 360 giorni, come molti hanno fatto?

dell'anno vago per lo spazio di circa 20 secoli, riesce assai difficile sostenere la tesi che l'anno adoperato dagli Egiziani fosse fisso. Tuttavia vi è un certo numero di autori antichi che, interpretati in una data maniera, possono condurre all'opinione sostenuta da illustri eruditi, che l'anno fisso venisse adoperato insieme al vago, e che gli Egiziani offerissero nella storia il fatto unico e stranissimo di un popolo che si regolava nelle sue occupazioni secondo due calendari di sistema differente.

Diodoro Siculo così scrive, nel suo primo libro, degli abitanti di Tebe: «Essi stabiliscono i giorni secondo il moto del Sole e non secondo quello della Luna, e danno ai mesi 30 giorni; e ad ogni 12 mesi aggiungono cinque giorni e un quarto, in tal guisa compiendo il giro dell'anno. Non aggiungono perciò mesi intercalari, nè sottraggono giorni, come usa fare la più parte dei Greci», Diodoro visitò l'Egitto nella 180^a Olimpiade, com'egli medesimo attesta; quindi in un tempo in cui generalmente si suppone che il calendario alessandrino non fosse ancora in uso. Questa testimonianza sarebbe forse decisiva, se non contenesse una palese contraddizione. Perchè dopo di aver detto che gli Egiziani aggiungono cinque giorni ed un quarto ai 360, nega che si faccia alcuna intercalazione. Noi ne concludiamo che Diodoro non intendeva bene questa materia. Egli avrà probabilmente udito dai Tebani che la durata vera dell'anno è di 365 giorni ed un quarto; nello stesso tempo avrà saputo che in Egitto non si usavano intercalazioni; ed avrà potuto credere che l'una cosa

fosse conseguenza diretta dell'altra.

Strabone, il quale fu in Egitto pochi lustri dopo Diodoro Siculo, narra nel libro XVII della Geografia che «i sacerdoti (egiziani) erano molto periti nella scienza delle cose celesti, ma misteriosi, e poco pieghevoli a partecipare altrui quanto sapevano; sicché ben poterono col tempo e colle buone maniere quei filosofi (Platone ed Eudosso) indurli a chiarir loro alcuni teoremi, ma i barbari nondimeno celarono poi loro la maggior parte di quel che sapevano. Laonde, sebbene i sacerdoti avessero aggiunto ai 365 giorni dell'anno quelle porzioni del giorno e della notte che ne compiono il corso, nondimeno e il corso dell'anno e parecchie altre cose non furono pienamente note agli Elleni fintantoché gli astronomi più recenti non le impararono da coloro che tradussero in greco le memorie dei sacerdoti egizi; come anche oggidì attingono cognizione così da quelle memorie come da quelle dei Caldei». Poi altrove nello stesso libro: «Dicesi che i sacerdoti di quel paese (Tebe) sono astronomi e filosofi valentissimi. È per opera loro che si computa il tempo, non secondo la Luna, ma secondo il Sole: essi aggiunsero ai 12 mesi di 30 giorni cinque altri giorni ogni anno, ed a compimento dell'anno intiero, poiché restava una piccola porzione di giorno, immaginarono un certo periodo di giorni e d'anni, in capo al quale, aggiungendo le piccole porzioni che restano, se ne formasse lo spazio d'un giorno. Tutta questa loro dottrina attribuirono ad Ermete». Di questi due testi, il secondo ci informa di una cosa di cui nessuno

può dubitare, che cioè già da tempo gli Egiziani sapevano esser l'anno di 365 giorni e un quarto. L'idea del periodo dell'intercalazione quadriennale introdotto da Giulio Cesare, è nata, come ognun sa, in Egitto, e fu posto in opera da Sosigene alessandrino: niente vi ha di assurdo nel supporre che Sosigene l'abbia appresa dai sacerdoti egiziani; più naturale ancora è che questi ne abbiano menato vanto presso gli stranieri, come di cosa loro appartenente. Ma che l'intercalazione quadriennale vigesse nel calendario religioso e civile degli Egiziani nei tempi anteriori alla riforma giuliana, è negato nella maniera più esplicita dal primo testo di Strabone. Infatti ivi si racconta che i sacerdoti egizi sapevano la vera durata dell'anno, ma che l'avevano celata agli Elleni¹²⁵; ora come ciò avrebbe potuto avvenire, se l'intercalazione quadriennale fosse stata d'uso corrente? come era possibile nascondere ai Greci dominatori la vera natura del calendario impiegato presso gli Egiziani nativi? Così mentre dal secondo testo parrebbe potersi trarre un argomento favorevole all'uso di un anno fisso anteriore all'alessandrino, il paragone dei due lo confuta nel modo più solenne.

Né più decisive sembrano le testimonianze di due altri scrittori, i quali affermano aver Giulio Cesare imparato dagli Egiziani

¹²⁵ Non così però che ad Eudosso non sia riuscito di farne suo prò, cfr. IDELER, I, 355.

l'intercalazione quadriennale. Dione Cassio (L. XLIII, c. 26) scrive della riforma di Cesare: «Essa fu il risultato della sua dimora in Alessandria: mentre però quivi i mesi si fanno di soli 30 giorni e si completa l'anno aggiungendone altri 5, Cesare riportò questi, come pure 2 altri sottratti al febbraio, sopra altri mesi. Ma il giorno che è formato dai quattro quarti *intercalò egli pure* (καὶ αὐτὸς ἐσήγαγεν) ogni quattro anni». Macrobio è anche più esplicito dicendo di Cesare (Saturn. L. I, c. 14): «Imitando gli Egiziani, soli conoscitori di tutte le cose divine, ridusse l'anno al numero prescritto dal Sole, che fa il suo corso in 365 giorni ed un quarto». Ideler osserva a questo proposito, che ambidue questi autori si mostrano ignoranti della cronologia, e che Macrobio fa vedere in altro luogo, che non aveva neppure la minima notizia dell'anno vago; per lui era quindi naturale supporre che Cesare avesse copiato l'anno alessandrino. Quanto a Dione Cassio, vissuto quasi 300 anni dopo Cesare, potè facilmente esser condotto alla frase καὶ αὐτὸς ἐσήγαγεν dal fatto che Cesare effettivamente imparò in Egitto la vera durata dell'anno, e incaricò di ordinare la riforma un Egiziano.

Ad appoggiare la medesima tesi, impiegarono gli eruditi sunnominati ancora i testi di Vettio Valente, di Porfirio e dello Scoliaсте d'Arato, i quali già da noi furono citati sopra per altro scopo (v. p. 81), e inoltre quest'altro di Horapolline (*Hieroglyphica*,

I. 5): «Quando (gli ierofanti) vogliono nominare l'anno, lo chiamano τέταρτον cioè un quarto; perchè essi dicono correre da un levare all'altro della stella Sothis un quarto di giorno di più, sì che l'anno divino consta di 365 giorni e un quarto. Per questo gli Egiziani ogni quattro anni computano un giorno di più, essendo che quattro quarti compiono un giorno intiero». Finalmente si richiamano all'autorità di Plutarco, o di chi per esso fu l'autore del noto trattato *De Iside et Osiride*, dove tutte le feste degli Egiziani sono riferite ad epoche fisse nelle stagioni dell'anno solare, quali hanno luogo nel calendario alessandrino. Noi faremo osservare con Ideler che tutte queste autorità appartengono a bassi tempi, ed hanno scambiato l'antico anno egiziano coll'anno alessandrino, assai più noto fra i Greci. A questi noi contrapporremo la testimonianza per lo meno altrettanto autorevole di Jamblico. il quale, esponendo gli inconvenienti dell'adozione del calendario fisso per i riti egiziani (vedi sopra p. 94) prova nel modo più palese che questa adozione era recente, e che i riti erano anteriormente ordinati secondo il calendario vago.

Sommando ogni cosa si vede, che mentre per l'uso dell'anno vago si hanno i documenti più chiari e più antichi, in favore dell'anno intercalare non si hanno che autorità di scrittori recenti, per la maggior parte ignoranti della materia, ai quali è facile contrapporne altrettanti della stessa specie che testimoniano in senso contrario. Ma gli scrittori che ex professo hanno trattato di cose cronologiche ed ai quali la critica attribuisce giustamente

un'inappellabile autorevolezza come Gemino, Tolomeo, Censorino, mentre si esprimono colla massima precisione sull'uso dell'anno vago per le cose civili e religiose presso gli Egiziani, non mostrano neppure di sospettare presso di loro l'esistenza di un anno intercalare.

Negando però assolutamente che prima della riforma alessandrina vi fosse un calendario fisso, sia solo, sia accompagnato da un calendario vago, non vogliamo affermare che presso gli antichi Egiziani non avessero luogo feste e pratiche di vario genere connesse coll'andamento delle stagioni. Si celebrano ancora oggidì ogni anno in Egitto due solennità strepitose in relazione coll'inondazione del fiume: una è il così detto *matrimonio del Nilo*, che corre attualmente addì 18 Mesori fisso secondo i Copti (23 agosto gregoriano); l'altra è la festa dell'*esaltazione della croce*, in cui la piena del Nilo si dice raggiungere il suo massimo, e che ha luogo il 17 Thoth fisso (26 settembre gregoriano). Cento giorni prima di questa festa, cioè la notte che precede il 12 Puyni fisso (17 giugno gregoriano), crede il popolo egiziano moderno che cada una goccia dal cielo come segnale, e quasi come seme delle acque moltiplicate del Nilo. Tali feste hanno luogo da tempo immemorabile, e gli scrittori arabi ne citano l'esistenza fino dai primi tempi della conquista¹²⁶. La tradizione della goccia celeste

¹²⁶ Vedi MACRIZI e BEN AYÂS in *Notices et Extraits des manuscrits de la Bibl. Imp.*, Tomo VIII, p. 40, e BRUGSCH, *Matériaux pour servir*

sembra derivare da quella delle lacrime d'Iside, che, secondo Pausania, credevano gli Egiziani antichi generassero la piena del Nilo: in questo giorno succedeva il levare eliac di Sirio.

Se tali feste erano parte, come si può plausibilmente supporre, dell'antico calendario rituale egiziano, esse dovevano rappresentare per quel popolo ciò che per noi sono le *feste* appunto dette *mobili*: colla differenza che mentre presso di noi la loro data oscilla entro certi limiti di tempo e secondo regole complicate, presso gli Egiziani andavano retrogradando nell'anno vago. Qui probabilmente i sacerdoti avranno fatto applicazione della scienza di cui si vantavano presso Diodoro e Strabone, determinando questa retrocessione in ragione di un giorno ogni quattro anni. Ed altresì è possibile che l'agricoltura egiziana abbia regolato i suoi lavori dietro le date assegnate dai sacerdoti alle feste sopradette.

à la reconstruction du calendrier des anciens Egyptiens, pp. 5-6.

XXIV.

SULLA RELAZIONE DEL CALENDARIO
DEGLI ANTICHI EGIZIANI
COL FENOMENO DELLA PRECESSIONE

Nella memoria Le Sfere omocentriche di Eudosso, di Callippo e di Aristotele (1874) lo Schiaparelli così si esprime (nota (1) a p. 42 nel Tomo Secondo di questa edizione): «Io aveva scritto, come appendice alla presente memoria, una ricerca sulla relazione del calendario degli antichi egiziani col fenomeno della precessione, dalla quale riusciva a concludere, che nulla di quanto sappiamo intorno a tale calendario ci autorizza a pronunziare ch'essi conoscessero quel fenomeno. Ma, dopo scritta la presente memoria, essendomi venuta sott'occhio la dotta e profonda memoria di H. MARTIN (presentata nel 1864 all'Accademia delle Iscrizioni e Belle Lettere, e stampata, nel 1869 nel vol. VIII dei Sav. Étran.), in cui tratta la quistione. se la precessione sia stata conosciuta dagli Egiziani o da altri popoli prima d'Ipparco, vi trovai la stessa cosa dimostrata con tanto maggiore efficacia e copia d'argomenti, che fui indotto a sopprimere la mia appendice, la cui indole del resto era anche troppa aliena dall'oggetto di questo mio scritto». Ma qualunque fosse allora l'opinione dell'Autore circa l'opportunità di pubblicarla, noi siamo d'avviso che in un'edizione completa delle opere storiche dello Schiaparelli non possa mancare questa Nota, la quale, oltre all'esser stata concepita in modo diverso dalla memoria del Martin, è certamente, fra gli scritti lasciati inediti dal Nostro, uno dei più limpidi e compiuti.

A. S.

Il punto fondamentale che si deve considerare in questa materia è il seguente: Hanno gli antichi Egiziani, per regolare il loro calendario, necessariamente dovuto far uso di osservazioni tali, che prolungate per molti secoli, potessero condurli alla scoperta della precessione o di qualche fenomeno con questa connesso? A tale questione non si potrà rispondere in modo adatto, se non col sceverare accuratamente e col respingere tutti gli elementi, che ad essa non appartengono, e soltanto hanno giovato ad accrescerne la complicazione. Il risultato di questo procedimento può compendiarsi nelle proposizioni che seguono.

I. - È fatto attestato da molti antichi scrittori di gravissima autorità, come Eratostene, Gemino, Tolomeo, Censorino¹²⁷, che l'anno civile degli antichi Egiziani constava di 365 giorni semplici senza intercalazioni di specie alcuna. Rispetto a questo computo l'anno naturale ritardava di circa un giorno ogni quadriennio, o di quasi un mese in 120 anni. Le suddivisioni di un tale anno (detto perciò anno vago) non potevano dunque dare termini fissi per le epoche essenzialmente dipendenti dal corso del Sole. Per conoscer queste epoche o determinarle per l'uso comune non vi

¹²⁷ Per Eratostene vedi GEMINI *Elementa Astronomiae* nell'*Uranologion* del P. Petavio, p. 34. Per Gemino, Tolomeo, Censorino, vedi le citazioni raccolte presso IDELER, *Handbuch der Mathematischen und technischen Chronologie*, pp. 95, 126, 150 del I vol.

erano che due modi possibili: o gli Egiziani doveano far uso, accanto al calendario vago, di un altro calendario fisso, mantenuto in corrispondenza coll'anno naturale per mezzo di convenienti intercalazioni; e questa è l'ipotesi a cui si fermarono vari eruditi, fra altri Fréret, Letronne e Lepsius¹²⁸; o doveano stabilire, se non un calendario fisso, almeno una regola per calcolare in ogni anno vago le date in cui dovevano ricorrere certi termini inevitabilmente connessi coll'anno naturale; ciò che sembra piacer meglio ad Ideler¹²⁹. Questi due metodi differiscono più nella forma che nella sostanza, ed è indifferente pel caso nostro supporre piuttosto l'uno che l'altro. Nell'una e nell'altra ipotesi dovevano gli Egiziani *far qualche specie di osservazione*, che li avvertisse della ricorrenza dell'anno naturale.

II. - Questa osservazione fondamentale era loro posta innanzi dalla natura nel grandioso fenomeno dell'inondazione del Nilo, dal quale dipendeva tutta la loro esistenza. Le vicende dei lavori della terra, le transazioni relative alle proprietà fondiarie, i termini dei tributi e delle offerte ai templi che si pagavano in

¹²⁸ IDELER, *Handbuch*, vol. I, p. 171, dove sono citate per questa opinione anche altre autorità. LEPSIUS, *Chronologie der alten Aegypter*, pp. 149-154.

¹²⁹ IDELER, *Handbuch*, vol. I, p. 173.

natura, finalmente le feste connesse col fatto medesimo del crescere e del culminar delle acque, erano e sono, per quel popolo essenzialmente agricoltore, intimamente legate al ritorno periodico delle piene. Nei nostri climi tutte queste cose dipendono dal ritorno del Sole ai punti solstiziali. Per l'Egitto invece è questo un fenomeno d'importanza solo indiretta; o per meglio dire il corso del Sole non si connette col ciclo delle occupazioni e delle feste annuali se non perchè esso accompagna prossimamente¹³⁰ il periodo delle piene del Nilo. Di guisa che se per qualche vasta

¹³⁰ Dico prossimamente, perchè due cause tendono a far sì che le fasi dell'inondazione non seguano esattamente il periodo dei solstizi. La prima sta nel movimento del perigeo solare, in conseguenza del quale si va lentamente mutando la durata delle quattro stagioni e l'intensità dell'irradiazione solare in ciascuna di esse; ciò che non può mancare di produrre nelle vicende delle piogge equatoriali qualche lieve e lenta mutazione. La seconda causa è puramente terrestre e sta nelle variazioni di regime idraulico, che le acque stesse del Nilo producono colle loro corrosioni e col loro continuo trasporto di fango; in conseguenza di che è avvenuto per esempio, che dai tempi di Ammeneme III (22 o 24 secoli prima di Cristo) ai nostri giorni, il livello del Nilo presso Semneh in Nubia si è alzato di 14 piedi (vedi LEPSIUS, *Briefe aus Aegypten*, Berlin, 1852, pp. 259 e 285).

mutazione nella regione delle sue sorgenti queste piene venissero ad anticipare od a ritardare di un mese rispetto al solstizio estivo, le fasi del calendario agricolo egiziano, e le epoche delle semina-
gioni e delle raccolte, e quant'altro da queste dipende, verrebbero ad anticipare od a ritardare anch'esse di un intervallo circa uguale senza quasi alcun riguardo al corso del Sole.

III. - Ma l'inondazione del Nilo non si riproduce ogni anno con fasi perfettamente uguali in durata ed in intensità; il principio ed il culmine della piena variano la data di parecchi giorni da un anno all'altro, e talora anticipano o ritardano di due o più settimane rispetto all'epoca normale¹³¹. Nè il principio nè il colmo

¹³¹ Per formarmi un'idea del grado di variabilità delle epoche a cui succedono le diverse fasi dell'inondazioni del Nilo, ho studiato i registri nilometrici del Cairo dall'anno 614 al 1517 dell'era volgare, i quali si trovano nella cosmografia di Mohammed ben Ayâs. pubblicata per estratti nelle *Notices et Extraits des manuscrits de la Bibliothèque Impériale*. Tomo VIII, anno 1810. Questi registri sono completi solamente per i due ultimi secoli, cioè dal 1317 al 1517; nell'intervallo dei quali sono indicate per 79 inondazioni le epoche dell'*uafâ*, cioè i tempi in cui il livello delle acque segnò 16 cubiti al nilometro del Cairo. Avendo calcolato l'epoca media di questi *uafâ*, e le deviazioni di ciascuno dei 79 anni dall'epoca media, ho trovato il seguente risultamento. Sopra 79 inondazioni deviarono dall'epoca media dell'*uafâ*

3 inondazioni di 0 giorni				
12	»	»	1	»
9	»	»	2	»
8	»	»	3	»
5	»	»	4	»
7	»	»	5	»
6	»	»	6	»
7	»	»	7	»
3	»	»	8	»
5	»	»	9	»
2	»	»	10	»
1	»	»	11	»
2	»	»	12	»
2	»	»	13	»
1	»	»	14	»
1	»	»	15	»
2	»	»	16	»
1	»	»	17	»
2	»	»	22	»

Tre volte, nel periodo accennato di 200 anni, non vi fu *naḥâ*, è il Nilo non raggiunse l'altezza di 16 cubiti. Risultamenti più esatti ancora su questo argomento si possono ricavare dallo studio di

possono dare termini precisi, perchè non sono fenomeni istantanei, ma succedono per gradi insensibili. Occorreva dunque prendere per norma del calendario qualche altro fenomeno, il quale presentasse i suoi ritorni in modo più facile all'osservazione. Imitando in ciò molti altri popoli primitivi, i quali assunsero a norma delle stagioni e del calendario il levare e il tramonto eliaco delle stelle, gli Egiziani presero come punto di partenza dell'anno naturale il levare eliaco di Sirio. Questa stella si presentava opportuna a tal uso, non solo perchè è la più brillante del cielo, ma ancora perchè uscendo dai raggi solari segnava con la sua apparizione mattutina il primo gonfiarsi delle acque del Nilo. Che Sirio presso di loro segnasse il principio dell'anno naturale o del ciclo dei lavori e delle feste dipendenti dall'inondazione, è attestato non solo da numerosissimi documenti dell'epoca persiana e greco-romana, ma anche da iscrizioni che risalgono al secolo XIV prima di Cristo¹³². Queste tradizioni mostrano, che

16 anni di osservazioni nilometriche, fatti al vertice del Delta negli anni 1846-61, e pubblicate dal prof. LOMBARDINI come appendice al suo *Saggio idrologico sul Nilo*, Parigi e Milano, 1865. Vedi pure POCOCKE, *Viaggi*, libro V, c. 9, dove sono registrate osservazioni di 46 anni, dal 1692 al 1738.

¹³² «Ti concede di splendere come nel cielo Iside-Sothis, la stella del principio dell'anno» (Iscrizione del tempo di Ramesse

almeno in tutto l'intervallo compreso nei quattordici secoli che precedettero l'era volgare, gli Egiziani supposero intimamente connessa l'apparizione di Sirio col principio dell'inondazione; e tale connessione non sembra che fosse da loro riguardata come una casuale coincidenza di tempi, ma è anzi da credere che vi scorgessero qualche cosa di divino, onde anche l'identificazione che talora essi fecero di quella stella con Iside.

IV. - L'anno naturale degli Egiziani, quello secondo cui essi supposero costantemente regolati i ritorni delle piene del Nilo, era dunque determinato dall'apparizione mattutina di Sirio; e la lunghezza di questo anno (che per brevità chiameremo *anno di*

II a Tebe, presso LEPSIUS, *Chron. der Alten Aegypter*, p. 119). — «Sothis, la gran signora del principio dell'anno» (Iscrizione di un sarcofago del Museo di Berlino presso LEPSIUS, *ibidem*, p. 152). — «La divina Sothis, la grande, la reggente del principio dell'anno, che fa crescere il Nilo al suo apparire» (Iscrizione di File dell'epoca romana presso BRUGSCH, *Matériaux pour servir à la reconstruction du calendrier des anciens Égyptiens*, p. 30). — «Egli ha creato la stella Sothis nel cielo, la quale fa giungere l'abbondanza delle acque per irrigare la terra» (Iscrizione pubblicata da LEPSIUS, *Denkmäler*, IV, 69 a., tradotta da BRUGSCH nell'opera ora citata, p. 31). — «Il Nilo che ringiovanisce al principio dell'anno» (Iscrizione di File presso BRUGSCH, op. cit., p. 31).

Sirio), era da loro creduta uguale all'intervallo fra due apparizioni consecutive. Non v'ha dubbio ch'essi credevano costante la durata di tale intervallo. Gli astronomi moderni però, calcolando le variazioni della posizione di Sirio per rispetto all'equatore celeste, e tenendo conto della precessione e del moto proprio di questa stella, hanno trovato che l'anno di Sirio è di durata variabile, come in generale sono variabili tutti gli anni determinati dalle apparizioni di qualsivoglia stella del cielo. Però riguardo a Sirio è stato scoperto da Petavio, e da Ideler e Biot con più esatti calcoli confermato il fatto singolare, che per tutta la durata probabile del calendario egiziano (venti o trenta secoli precedenti l'era volgare) la durata dell'anno di Sirio sotto il parallelo di Menfi si è mantenuta non solo quasi esattamente costante, ma anche quasi esattamente uguale a 365 giorni e sei ore. Questo fatto astronomico puramente accidentale, che per un'altra stella, o sotto un'altra latitudine, o in altri tempi non si sarebbe più verificato, mentre permette ai cronologisti di trattare l'anno naturale egiziano colle medesime regole che servono al calendario giuliano, ha dato però nello stesso tempo occasione a molti equivoci ed a vane disputazioni¹³³.

¹³³ Un esempio interessante di ciò che può la confusione delle idee in questa materia, si ha nel recentissimo scritto di A. FASELIUS intitolato *Altaegyptische Kalenderstudien* (Londra e Strasburgo, Trübner, 1873) dove da false premesse si deducono conseguenze

V. - Quando dunque gli Egiziani, avvedutisi che l'anno di 365 giorni non corrispondeva al ritorno delle piene del Nilo, furono obbligati a cercare una regola per determinare la relazione dell'anno vago coll'anno naturale, non ebbero a far altra operazione che quella di notare di quanti giorni le apparizioni di Sirio avevano ritardato rispetto all'anno vago nell'intervallo di due o tre secoli¹³⁴: procedimento facilissimo, dal quale presto compresero che il ritardo dell'apparizione era di circa un giorno ogni quattro anni. Questo risultato s'impose loro certamente più per la sua ovvia semplicità che per l'esattezza delle loro osservazioni: essi l'avrebbero adottato del pari quand'anche la durata dell'anno di Sirio fosse stata lontana di parecchi e parecchi minuti da 365 $\frac{1}{4}$ giorni. Essi si avvicinarono dunque alla verità assai più di

tali, che se fossero vere, rovinerebbero tutto l'edificio dell'antica cronologia non solo, ma anche quello di tutta l'astronomia antica e moderna.

¹³⁴ Credo necessario di supporre osservazioni prolungate di almeno due o tre secoli, perchè il fenomeno dell'apparizione di Sirio, a cagione dei vapori dell'orizzonte e dello stato non sempre ugualmente trasparente dell'atmosfera, può esser incerto di due o tre giorni anche in Egitto.

quello che le inevitabili inesattezze nelle osservazioni dell'apparizione di Sirio avrebbero dato diritto di aspettare.

VI. - Constatato il ritardo quadriennale di un giorno, il problema era per loro intieramente risoluto nella sua parte pratica. Poterono allora i sacerdoti egiziani fissare la corrispondenza dell'anno vago e dell'anno naturale per tutti i tempi passati e futuri; poterono convincersi che la coincidenza del principio dell'anno vago con quello dell'anno naturale si ripete in capo a 1461 anni vaghi, equivalenti a 1460 anni di Sirio; poterono anche stabilire le epoche di queste coincidenze, le quali ebbero luogo negli anni (giuliani) 1322, 2782, 4242 prima dell'era volgare. Secondo il ciclo di 1461 anni poterono ancora, come vogliono Boeckh e Lepsius, ordinare i periodi della loro storia divina ed umana. In tutto questo non si vede cosa che abbia potuto condurli all'idea della precessione. E infatti, come avrebbero potuto giungere alla precessione con un insieme di combinazioni da cui il Sole è intieramente escluso? Con ciò non si vuol dire che gli Egiziani abbiano del tutto dovuto eliminare il Sole dal loro calendario. Stabilite le basi di questo coll'aiuto di Sirio, io credo che essi si acquetarono alla supposizione che i periodi delle conversioni solari seguissero esattamente quelli delle apparizioni sotiache. Nulla prova che essi abbiano sin dagli antichi tempi praticato sistematicamente l'osservazione dei solstizi, la quale era assai meno facile a fare che quella di Sirio, e doveva, al loro parere,

condurre allo stesso risultato¹³⁵. I monumenti provano invece

¹³⁵Che i sacerdoti egiziani abbiano definito la durata dell'anno per mezzo delle osservazioni delle stelle e non per mezzo delle osservazioni del Sole, ci è attestato dall'autorità più competente che si possa immaginare, cioè dai sacerdoti egiziani stessi. Infatti i sacerdoti d'Eliopoli assicurarono concordemente Erodoto «che gli Egiziani avevano primi inventato l'anno e la sua divisione in dodici parti», e dicevano «che essi erano giunti a conoscerlo per *mezzo delle stelle* (Ταῦτα δὲ ἐξευρεῖν ἐκ τῶν ἀστέρων ἔλεγον) HERODOTI, *Heuterpe*, c. 4. Non si parla qui di solstizi. Non nego del resto che in questa materia mi sta contro l'imponente autorità di Biot (*Recherches sur l'année vague des Égyptiens*. p. 560 del vol. XIII delle Memorie dell'Accademia di Parigi), il quale suppone, dietro la testimonianza di Gemino, un uso esteso delle osservazioni solstiziali presso gli Egiziani. Gemino però dice soltanto che gli Egiziani osservavano i solstizi al suo tempo (*Uranologion* PETAVII. p. 34). Del resto Biot ammette, che gli Egiziani possedessero fino dall'anno 3285 a Cristo un insieme di cognizioni astronomiche assai maggiore di quello che generalmente si è disposti a conceder loro anche per epoche assai più recenti; cioè, non solo le osservazioni dei solstizi, ma anche la cognizione dell'anomalia del movimento del Sole, quella della precessione, ed un'esatta misura dell'anno solare. Fin d'allora essi avrebbero conosciuto e

che dai tempi di Ramesse II a quelli della conquista romana Sirio fu assunto come norma unica del calendario naturale; il signore del principio dell'anno fu sempre Sirio e non mai il Sole.

usato alcune costellazioni dello zodiaco greco, colle figure identiche ed in posizione simile a quella con cui sono disegnate ancora sulle nostre carte. L'intraprendere un esame degli argomenti con cui Biot crede dimostrare questa scienza così estesa e così antica presso gli Egiziani, sarebbe lavoro troppo lungo e troppo complesso, e qui fuor di luogo. Soltanto oserò dire, che la lettura delle sue celebri Memorie inspira assai più ammirazione per il genio sagace del loro autore e per la prodigiosa fertilità della sua mente nell'immaginare sottili e inaspettate combinazioni, che non intima persuasione della verità dei risultati finali. Una delle basi principali delle sue deduzioni, consistente nell'interpretazione simbolico-astronomica delle divinità protettrici dei mesi egiziani, non è ammessa dai recenti egittologi, e sembra, a dir vero, troppo artificiosa. L'altra base, consistente in una certa relazione fra i segni geroglifici dei mesi e le tre stagioni in cui si divide l'anno egiziano naturale, è stata ammessa da Lepsius e da Rougé, ma fortemente combattuta da Brugsch (nei *Matériaux pour servir à la reconstruction du calendrier des anciens Égyptiens*, pp. 34 e seg.; e inoltre pp. 53-54).

VII. - Operando così come abbiám detto (e non si sono esposti che fatti storicamente accertati e generalmente conosciuti) gli Egiziani commettevano un errore. Ignorando l'origine fisica delle inondazioni del Nilo, essi supposero questo fenomeno regolato sul periodo di Sirio e non sulle conversioni del Sole. Ora noi sappiamo calcolare che l'inondazione e i solstizi anticipavano allora sull'apparizione di Sirio di circa 11 minuti ogni anno e di circa 15 giorni in 2000 anni. Prolungando adunque sistematicamente le loro osservazioni per venti o trenta secoli, non v'ha dubbio che essi avrebbero potuto avvedersi dell'errore, ed accertarsi, che se nei primi tempi il solstizio estivo segnava il principio dell'inondazione, verso la fine del loro impero cominciava già a segnarne piuttosto il progresso. Ma è chiaro che non s'avvidero di questo. Un popolo così attaccato alla religione ed agli usi degli avi non poteva facilmente esser persuaso che l'inondazione dipendesse da altra causa che da quelle indicate dalle antiche memorie e dagli antichi riti. Quindi dal principio del loro calendario fino all'epoca romana troviamo sempre Sirio considerato come segnale del principio dell'inondazione.

VIII. - Similmente se i sacerdoti egiziani, mossi da quella curiosità scientifica che sembra tanto naturale ai moderni, avessero di buon'ora osservato il Sole e paragonato le date dei solstizi estivi con quelle non molto distanti delle apparizioni di Sirio, e continuato a far questo anche soltanto per venti secoli, avreb-

bero potuto dalla comparazione concludere che il solstizio anticipava di 15 giorni in tale intervallo. Questo è senza dubbio un effetto, anzi un effetto molto complicato della precessione. Avrebbero essi da questa semplice differenza di date calendario potuto argomentare ciò che noi ora conosciamo sotto il nome di precessione? Nessuno oserà affermarlo. Ma se gli Egiziani fossero arrivati a distinguere gli anni di Sirio dagli anni solari, sembra che con uguale facilità avrebbero potuto avvedersi che il crescere del Nilo accompagna i solstizi, non le apparizioni della stella d'Iside; e da ciò sarebbero stati indotti ad adottare il Sole, e non Sirio, come norma dell'anno. Questo essi non hanno fatto, come indubbiamente consta. Dunque non seppero che il periodo di Sirio è diverso da quello delle inondazioni e del Sole: o se di ciò ebbero qualche indizio, non credettero opportuno di tenerne conto.

IX. - Veramente il prof. Lepsius non si lascia arrestare da questa difficoltà; egli non ammette soltanto che gli Egiziani abbiano conosciuto la differenza che passava fra l'anno di Sirio e l'anno del Sole; ma vuole ancora che l'abbiano misurata con molta precisione. Infatti egli suppone presso quel popolo l'uso di un periodo di 1500 anni che chiama *periodo della Fenice*, ed è mi multiplo della durata di 500 anni assegnata dalla generalità degli antichi autori al periodo di quel nome¹³⁶. Mentre il ciclo di 1461

¹³⁶ LEPSIUS- *Chronologie der Alten Aegypter*, pp. 180-196.

anni serviva a ricondurre alla coincidenza il principio dell'anno vago col principio dell'anno di Sirio, il ciclo di 1500 anni serviva, secondo lui, a ricondurre alla coincidenza il principio dell'anno vago col principio dell'anno solare. Se veramente gli Egiziani hanno avuto questo ciclo, dovevano ammettere che 1500 anni vaghi equivalessero a 1499 anni solari; il che suppone la durata dell'anno solare uguale a giorni 365,24349566. Ora secondo i calcoli dei moderni questa durata era, quindici secoli prima di Cristo, uguale a giorni 365,242447. L'errore in più sarebbe stato di giorni 0,001049, o, in frazioni sessagesimali, di 1 minuto 30 ½ secondi. Gli Egiziani adunque avrebbero conosciuto la durata dell'anno solare non solo molto meglio d'Ipparco (che, come è noto, errò di circa 6 minuti in questa determinazione), ma anche meglio di Albatenio, che errò ancora di due minuti e mezzo, sebbene avesse davanti a sé una serie di osservazioni solari esteso per circa 13 secoli da Metone a lui¹³⁷. Ora siccome il prof. Lepsius suppone che gli Egiziani conoscessero il periodo della Fenice fin dall'anno 2782 a. Cr. in cui ebbe luogo (a quanto pare) la definitiva riforma del loro calendario, saremo condotti alla

¹³⁷ Un solstizio di Metone fu osservato l'anno 432 a. Cristo. Albatenio osservava intorno all'anno 880 dell'era volgare.

conclusione legittima che presso quel popolo già si facessero intorno all'anno 4082 a. Cr. (cioè 14 secoli prima del 2782) osservazioni solari in precisione comparabili o superiori a quelle che Metone faceva al suo eliometro nella palestra di Atene. Tale conclusione non sarà facilmente ammessa da tutti, e forse neppure dal medesimo Lepsius, il quale, com'è noto, colloca all'anno 3892 a. Cr. le origini dell'impero egiziano sotto Mene.

X. - V'ha di più. Dietro l'autorità di alcuni scritti suppositizi appartenenti ai primi secoli dopo l'era volgare (il così detto *Vetus Chronicon*, e due libri sedicenti ermetici citati da Sincello coi nomi di Γενικά Ἐρμού e di Κυρᾶννίδες), Lepsius suppone che il periodo completo della precessione fosse presso gli Egiziani di anni vaghi 36525, o di 36500 anni di Sirio: onde poi sembra trarre la conseguenza che Ipparco potesse, su questo modello, aver fondato la sua stima della precessione di un grado in 100 anni e di tutta la circonferenza in 36000 anni¹³⁸. Io avvertirò che questo numero di 36525 anni si trova in flagrante contraddizione con quello attribuito da Lepsius al periodo della Fenice, e che quindi bisogna sacrificare o l'uno o l'altro o tutti e due. Infatti se noi ammettiamo come esatta l'ipotesi del Lepsius circa il periodo della Fenice, è chiaro che gli Egiziani dovevano fare l'anno solare uguale a giorni 365,24349566, come sopra fu detto. E poichè essi

¹³⁸ LEPSIUS, op. cit., pp. 197 o 210.

supponevano l'anno di Sirio uguale a giorni 365,25000000, il ritardo annuale dell'apparizione di Sirio rispetto al solstizio estivo fu, secondo loro, di giorni 0,00650434. Questo ritardo, accumulandosi successivamente, doveva importare un anno intero in capo ad anni solari 56155, equivalenti ad anni di Sirio 56154, e ad anni vaghi 56192: tale è l'intervallo che, secondo le fatte supposizioni, doveva ricondurre l'apparizione di Sirio a coincidere col principio dell'anno solare dopo ch'essa ne aveva percorse tutte le fasi; e tale avrebbe dovuto esser la durata della supposta *apocatastasi cosmica* degli Egiziani. Ma di questo od altro simil periodo non si trova alcuna memoria nè presso gli scrittori, nè sui monumenti.

XI. - Inversamente, se noi ammettiamo la durata di 36525 anni vaghi come rappresentante l'intervallo che riduce a coincidere il principio dell'anno di Sirio col principio dell'anno solare, siamo condotti ad abolire il periodo della Fenice di 1500 anni ed a sostituirne un altro. Poiché 36525 anni vaghi equivalgono a 36500 anni di Sirio, e poiché in questa durata il Sole ha fatto rispetto ai solstizi un giro di più che rispetto a Sirio, dobbiamo concludere che 36500 anni di Sirio sono, in questa ipotesi, equivalenti a 36501 anni solari. Di qui si deduce la durata dell'anno solare in giorni 365,2399934; in cui la frazione di giorno 0,2399934 è il ritardo annuale del Sole rispetto al calendario vago. Questo ritardo non forma, accumulandosi, un anno intero, se non in capo a 1522 anni vaghi, e tale è il periodo che si deve

sostituire a quello della Fenice, se si vuole ammettere 36525 anni vaghi per il ciclo della precessione secondo gli Egiziani.

Le conseguenze sviluppate nei tre ultimi paragrafi, rendono assai poco probabile, che gli Egiziani abbiano destinato il periodo della Fenice a rappresentare la relazione dell'anno vago coll'anno solare e il periodo di 36525 anni a rappresentare la relazione dell'anno solare coll'anno di Sirio. L'unica relazione ch'essi certamente conobbero assai presto, è quella dell'anno di Sirio coll'anno vago, espressa dal ciclo canicolare di 1461 anni. Del resto il periodo della Fenice (la cui esistenza nella forma indicata da Lepsius indicherebbe certamente una specie di precessione e una cognizione molto esatta dell'anno solare) era, secondo la maggior parte degli scrittori, di 500 anni e non di 1500; onde cade altresì la base storica di tutte le deduzioni astronomiche che dal periodo di 1500 anni si possono trarre. Nulla dunque, nè dal lato astronomico, nè dal lato storico, ci dà la facoltà di uscire dai limiti della saggia riserva, che nel parlare di questo argomento mantennero i sommi critici Ideler, Letronne e Boeckh¹³⁹.

¹³⁹ IDELER, *Handbuch der Chron.*, pp. 192-93. LETRONNE, *Observations sur l'objet des représentations zodiacales qui nous restent de l'antiquité*, p. 62. BOECKH. *Manetho und die Hundssternperiode*, p. 54.

XXV.

OSSERVAZIONI ED EFFEMERIDI BABILO- NESI

SUI FENOMENI DEL PIANETA VENERE
SCOPERTE FRA LE ROVINE DI NINIVE,
ed oggi conservate nel museo britannico.

*Lo Schiaparelli scrisse una prima volta la memoria Osservazioni ed Effe-
meridi babilonesi sui fenomeni del pianeta Venere nel 1904 o 1905. Poi,
parendogli che l'argomento richiedesse più ampi sviluppi, durante il 1906 la rifece
dandole estensione maggiore. Intorno alla sua origine e ai motivi per cui essa non
venne data fin d'allora alla stampa, si raccolgono notizie dalla lettera che il 24
gennaio 1907 lo Schiaparelli indirizzava all'astronomo Elia Millosèvich, il quale
gli aveva chiesto l'autorizzazione di presentare all'Accademia dei Lincei un breve
riassunto dell'articolo uscito l'anno prima nel periodico tedesco Weltall e intitolato
Osservazioni e calcoli dei Babilonesi sui fenomeni del pianeta Venere.
Dice dunque la lettera: «Le sono estremamente grato dell'insigne prova di stima e
di benevolenza ch'Ella si propone di darmi presentando ai Lincei un sunto di sua
mano del mio articolo sulle Osservazioni babilonesi di Venere. Malgrado questo
io mi trovo costretto a sconsigliarla dal fare quella presentazione, e bisogna che
gliene spieghi il motivo. Per lungo tempo io mi sono affaticato intorno a quell'argo-
mento, ed ho anche in gran parte preparato una memoria di carattere rigorosamente
scientifico che calcolavo di presentare ai Lincei oppure qui all'Istituto Lombardo.
In questa memoria, oltre ai testi originali, si dà la traduzione, e anche, per alcuni
termini teorici non ancora ben definiti dagli assiriologi, la ragione della traduzione;
inoltre tutti i calcoli necessari alla dimostrazione dei risultati. Questo lavoro non è
ancora intieramente pronto per la pubblicazione, e per diverse ragioni vorrei diffe-
rirne ancora la stampa. Tuttavia, considerando che nescimus quod vesper se-
rus vekat, e desiderando pure che non vada perduto quel poco di frutto che si può
da quel lavoro ricavare, ho pensato di divulgare preventivamente i principali risul-
tati sotto forma popolare, e questa fa l'origine dell'articolo da lei veduto. Ora a me
parrebbe quasi una sconvenienza il presentare al massimo dei nostri corpi accade-
mici un sunto di un articolo di giornale di scienza popolare qual'è il Weltall. Ma
da pochi giorni in qua è venuto fuori di peggio. Per vent'anni io son corso dietro a*

tutte le tracce degli Umman-Manda e fino agli ultimi tempi pareva verificarsi quello a cui io ho accennato, e che formerà per molti un punto sostanziale del mio lavoro: la limitazione delle loro invasioni ai secoli VIII, VII e VI a. Cr. Ebbene proprio ultimamente il Sayce ha pubblicato una narrazione poetica babilonese in cui si parla della invasione di un re di Elam, il quale ha fra i suoi ausiliari degli Umman-Manda. Questa invasione è un fatto storico già accertato per altra parte e sembra avvenuta intorno al 2000 o 2200 prima di Cristo. Certamente molti trarranno di qui la conseguenza che gli Umman-Manda risalgono a quell'epoca, e dichiareranno nulle parecchie delle mie conclusioni. Come vede, non è proprio questo il momento di mettere in luce quello che Ella chiama il mio acume eccezionale. Io veramente non credo che la questione sia risolta così semplicemente. Quella narrazione poetica è del tempo persiano, vale a dire è stata composta fra gli anni 538 e 330 circa avanti Cristo. Essa contiene nei nomi vari anacronismi dimostrabili, e uno di questi potrebbe essere anche la menzione degli Umman-Manda. Comunque è certo che la cosa rimane sempre discutibile, e se io dovessi ristampare il mio articolo sopprimerei tutto quello che riguarda gli Umman-Manda, aspettando che luce sia fatta su questo punto da persone di me più competenti in materia. Quando ciò sarà avvenuto, io cercherò (se sarò vivo) di compire la memoria più grande, e questa ben volentieri l'offrirò ai Lincei, se la troveranno degna di essere accettata». Del resto, indipendentemente dai limiti di tempo entro cui ebbero luogo le incursioni degli Umman-Manda nella Babilonide, lo Schiaparelli — certo per ragioni di carattere astronomico — propendeva anche più tardi ad attribuire queste osservazioni sul pianeta Venere all'età dei Sargonidi (sec. VIII-VII a. Cr. Vedi I primordi dell'astronomia presso i babilonesi, pp. 79-80 nel Tomo Primo di questa edizione).

Un'altra delle ragioni cui si accenna nella lettera, che indussero lo Schiaparelli a dilazionare la pubblicazione della sua memoria fu la seguente: egli l'aveva già

pressochè condotta a termine, quando la sua attenzione si fermò sulla tavoletta astronomica in caratteri cuneiformi segnata K (2321 - 3032) che riconobbe esser strettamente connessa, quanto al contenuto, con l'altra consimile K 160, sullo studio della quale era fondato tutto il lavoro. Mancandogli l'agio, o non sentendosi per allora di rifare l'intera memoria, rimandò la cosa a più tardi e intanto pensò, come scrisse al Millosevich, di dar fuori le principali conclusioni suggeritegli dallo studio comparato delle due tavolette nell'articolo riassuntivo pubblicato nel Weltall. Questa memoria, che io pubblico di sulla minuta della seconda redazione, è dunque lontana dall'aver raggiunto quell' ultimo grado di elaborazione a cui l'autore intendeva di condurla col tempo. Ma anche così essa è pur sempre tale da attirare l' attenzione tanto degli astronomi quanto degli assiriologi. Nessun altro dei lavori dello Schiaparelli porge infatti più di questo ampia testimonianza degli studi da lui spesi intorno alla lingua e all'astronomia dei Babilonesi.

A. S.

§ 1. - LA TAVOLETTA K 160 NELLA SEZIONE ASSIRO-
BABILONESE
DEL MUSEO BRITANNICO.

I preziosi documenti dell'antica astronomia babilonese qui da me considerati sono scritti in carattere cuneiforme sopra una tavoletta di terracotta che si conserva nella sezione assiro-babilonese del *British Museum* e porta nei registri di quell'Istituto la sigla K 160. La lettera K è l'iniziale di *Kujunjik*, nome con cui oggi si designa quella parte delle rovine di Ninive in cui la tavoletta fu trovata. È noto che a Kujunjik appunto Layard e Rassam scopersero la celebre collezione di tavolette, che costituiva l'archivio letterario o, se così vogliamo dire, la biblioteca di Assurbanipal, l'ultimo dei grandi re di Ninive; nella quale molti documenti astronomici e astrologici son venuti in luce. A questa biblioteca molto probabilmente apparteneva anche la tavoletta K 160. Fuori di ogni dubbio poi è la conclusione che la tavoletta fosse scritta prima dell'anno 606 avanti Cristo, che segnò la distruzione totale di Ninive o dell'impero d'Assiria.

Nel suo catalogo delle tavolette di Kujunjik¹⁴⁰ il professor Be-

¹⁴⁰ BEZOLD, *Catalogue of the cuneiform Tablets in the Kujunjik collection of the British Museum*. Vol. I (1889) p. 42.

zold così descrive la K 160: «Parte di una tavoletta di creta, dimensioni pollici inglesi $6 \frac{3}{4}$ per $3 \frac{3}{4}$ ¹⁴¹. Il principio della faccia anteriore e la fine della faccia posteriore sono mancanti. Sull'anteriore 44 e sulla posteriore 46 linee con bei caratteri assiri, i quali però in parte son mutilati e in parte cancellati. Contiene presagi astrologici. Ciascuna delle varie sezioni in cui il testo è diviso comincia coll'indicazione di un mese e col numero del giorno di esso mese». Come appare dalle lacune del testo pubblicato più innanzi, la superficie della tavoletta è guasta in diverse parti. Specialmente a deplorare è la perdita della ultime linee nella faccia posteriore (*verso*), in conseguenza della quale rimane impossibile decidere se la tavoletta fosse unica o facesse parte di una serie di più tavolette. In queste ultime linee del *verso* esisteva probabilmente una sottoscrizione o almeno qualche indicazione importante, quale in molte altre tavolette della collezione di Assurbanipal si trova. Un fortunato errore dello scriba, del quale avremo a dire più sotto, ci ha conservato nel corso del testo la notizia, che una parte almeno del contenuto (anzi molto probabilmente tutto il contenuto) è stato copiato da un esemplare di Babilonia, dove pertanto è da supporre che si facessero le osservazioni e l'originaria redazione del documento. Dopo una sepoltura di ventiquattro e più secoli, questo rivide finalmente la luce del

¹⁴¹ Centimetri 17 per $9 \frac{1}{2}$.

giorno per opera di Layard e dei suoi coadiutori; e già nel 1870 potè esser pubblicato nel terzo volume della grande opera inglese sulle iscrizioni cuneiformi, sotto la direzione di Rawlinson e coll'attiva cooperazione di G. Smith¹⁴²; nel qual volume occupa la tavola 63. Quattro anni dopo tale edizione fu riprodotto dal prof. Sayce sotto forma di appendice alla sua grande Memoria sull'Astronomia e sull'Astrologia dei Babilonesi¹⁴³, questa volta con trascrizione e traduzione inglese. Ma il Sayce non si contentò dello studio filologico: associato al signor H. M. Bosanquet presentò nel 1880 alla Società Astronomica di Londra una Memoria¹⁴⁴ dove è iniziata anche l'indagine della nostra tavoletta sotto

¹⁴² *The cuneiform inscriptions of Western Asia*, Vol. III. *Prepared for publication by Sir H. C. RAWLINSON. assisted by GEORGE SMITH*, London, 1870. Io non ho potuto procurarmi nè questo, nè gli altri volumi di quest'opera capitale.

¹⁴³ *The Astronomy and Astrology of the Babilonians, with translations of the Tablets relating to these subjects. By Rev. A. H. SAYGR*. Si trova a pp. 145-339 del Vol. III delle *Transactions of the Society of Biblical Archaeology*. La tavoletta K 160 vi occupa le pp. 316-339.

¹⁴⁴ *Monthly Notices of the R. A. S.*, Vol. XL (1880), p. 566 e seg.

il punto di vista astronomico. In primo luogo essi hanno riconosciuto che le date assegnate ai fenomeni di apparizione e di disparizione di Venere non sono distribuite a caso, ma formano qua e là serie continue più o meno lunghe. In secondo luogo che gli intervalli fra le osservazioni dei fenomeni della medesima specie possono entro ciascuna serie esser considerati come rappresentanti (con approssimazione assai rozza per vero dire) della nota rivoluzione sinodica di Venere che è di 584 giorni, e ne hanno concluso che si tratta di osservazioni realmente eseguite. Essi riconobbero inoltre che non tutto il contenuto è omogeneo. Vi è una parte (quasi la metà) che differisce dal resto non solo per qualche diversità nelle espressioni, ma anche per l'andamento speciale dei numeri, i quali non sembrano adattarsi al periodo di 584 giorni, e sono anzi ordinati secondo intervalli di 769 giorni. Ma a torto i due dotti inglesi han veduto qui un'interpolazione dovuta a capriccio dell'amanuense. La vera spiegazione di questa parte della tavoletta sarà data più avanti. Non mi consta che dopo questo lavoro dei due dotti inglesi la tavoletta K 160 sia stata oggetto di altri studi. Il prof. Craig non la comprese nella sua grande raccolta di testi astronomici ed astrologici babilonesi¹⁴⁵. Nel ripigliare queste ricerche io ho avuto per intento di

¹⁴⁵ *Astrological-Astronomical Texts, copied from the original Tablets in the British Museum, and autographed by JAMES CRAIG. Leipzig, 1899, 94 tavole.*

confermare e vie meglio illustrare i risultati di Sayce e di Bosanquet: di fare un'analisi tanto completa del contenuto quanto ancora è possibile nello stato presente della tavoletta: e di determinare per approssimazione l'epoca in cui furono fatte le osservazioni in essa riferite.

§ 2. - IDEA GENERALE DEI DUE DOCUMENTI ASTRONOMICI

CONTENUTI NELLA TAVOLETTA K 160.

Come presso i Greci, così presso i Babilonesi l'osservazione delle apparizioni e delle disparizioni periodiche degli astri fu gran parte della loro astronomia primitiva. Ne fa fede il presente documento, del quale tutto il contenuto consiste nell'assegnare le date di apparizioni e disparizioni di Venere, sia effettivamente osservate, sia in qualche modo calcolate.

Nei fenomeni di questo genere il principale agente e regolatore è il Sole, il quale illumina la nostra atmosfera, e colla luce diurna, e in parte anche colla luce crepuscolare, rende invisibili gli astri minori, ancorché si trovino sopra l'orizzonte. Per questo avviene che, per un dato astro, il suo levare ed il suo tramonto non sono osservabili sempre, ma son legati a certi intervalli di

tempo entro cui soltanto riescon visibili. Il principio e la fine di tali intervalli dipende principalmente dal moto annuale apparente del Sole lungo l'eclittica; per la Luna e per i pianeti dipende anche in molta parte dal loro moto proprio apparente nella sfera celeste. Quando il levare o il tramonto di un astro, d'invisibile che era diventa visibile, succede ciò che noi chiamiamo la sua apparizione orientale od occidentale. Quando il levare o il tramonto di un astro di visibile che era diventa invisibile, diciamo che avviene la sua disparizione orientale od occidentale. Sono dunque in tutto quattro varietà di fenomeni che dobbiamo considerare come possibili. Ma non tutti gli astri sono capaci di tutt'e quattro tali varietà. Per le stelle circumpolari non ha luogo levare nè tramonto, e per esse non vi è apparizione o disparizione possibile. Le stelle non circumpolari ed i pianeti superiori fanno soltanto le apparizioni orientali e le disparizioni occidentali. Al contrario la Luna fa solo apparizioni occidentali e disparizioni orientali. Soli fra tutti, i pianeti inferiori Mercurio e Venere hanno il privilegio di fare apparizioni e disparizioni tanto ad oriente quanto ad occidente, presentando così tutt'e quattro le varietà di fenomeni. Anche il periodo secondo cui si riproducono i fenomeni d'identico nome, è molto diverso. Per le stelle non circumpolari è poco differente da un anno siderale, benché non rigorosamente uguale da una stella all'altra. Per i pianeti e per la Luna è a un dipresso quello della rivoluzione sinodica, con qualche ineguaglianza dipendente dalla posizione di ciascun astro

sull'eclittica e dalla latitudine geografica del luogo.

L'astro a cui si riferiscono tutte le indicazioni del nostro documento, vi è costantemente designato con una serie di quattro simboli o caratteri ideografici. Non è noto come questi caratteri fossero pronunciati dai Babilonesi: trascrivendoli secondo il valore sillabico che hanno nella scrittura fonetica ordinaria, si può rappresentarli con NIN SI AN NA secondo Sayce, e con NIN TAR AN NA secondo Delitzsch. Questo nome nella parte non obliterata della tavoletta occorre non meno di 46 volte, sempre scritto al medesimo modo; ed ogni volta è preceduto dal determinativo AN, che in questo luogo i Babilonesi pronunciavano *ilu* e significa Dio, Nell'astronomia babilonese tale determinativo soleva applicarsi soltanto ai sette pianeti dell'astrologia, non mai alle stelle fisse. Ad uno dei sette pianeti adunque si riferiscono le indicazioni della tavoletta K 160; e poiché il Sole fa ogni giorno le sue apparizioni e disparizioni e non ha bisogno su ciò di osservazioni speciali, sarà permesso escluderlo senz'altro; onde la scelta non potrà cadere che sopra uno degli altri sei. Una ulteriore determinazione si ottiene dal fatto che in tutto il corso del documento si registrano apparizioni orientali ed occidentali, disparizioni orientali ed occidentali. Qui sopra abbiám notato che Mercurio e Venere sono i due soli astri del cielo per cui si possano osservare tutte e quattro quelle varietà di fenomeni. Finalmente l'ultima e completa determinazione si ottiene dal periodo secondo cui si ripetono i fenomeni del medesimo nome: il quale

dalle osservazioni contenute nella tavoletta vedremo risultare di 584 giorni. Questo è appunto il numero di giorni che anche l'astronomia moderna ammette come durata della rivoluzione sinodica di Venere; quella di Mercurio essendo di soli 115 giorni. È dunque provato in modo irrefutabile che coll'ideogramma NIN SI AN NA o NIN TAR AN NA gli autori della nostra tavoletta usavano designare in iscritto il pianeta Venere. In altri documenti astronomici si adopera di preferenza il nome *Dilbat*, dedotto dall'ideogramma DIL BAD che significava l'astro annunziatore (del giorno?)¹⁴⁶.

Il contenuto della tavoletta è in apparenza molto uniforme dal principio sino alla fine. È una serie di date corrispondenti ad altrettante apparizioni e disparizioni di Venere; date delle quali si assegna il giorno ed il mese, sempre tacendo l'anno. A queste si aggiunge l'indicazione della durata per cui Venere rimase invisibile da una disparizione all'apparizione consecutiva. In una parte della tavoletta si danno anche le durate della visibilità di Venere da un'apparizione alla consecutiva disparizione. Per una parte delle apparizioni e delle disparizioni si aggiunge altresì il significato astrologico del corrispondente fenomeno e l'effetto che se ne aspetta per gli affari di questo mondo. Quest'uniformità tut-

¹⁴⁶ DELITZSCH, *Handwörterbuch*, p. 442.

tavia scomparire davanti ad un esame attento dei minuti particolari, quali sono l'ordine con cui i fenomeni vengono esposti, la maggiore o minor copia d'informazioni, i diversi termini tecnici di cui in diverse parti del testo si fa uso per indicare la medesima cosa. Da tale esame risulta potersi dividere l'intero testo in tre parti A, B, C, che conviene considerare separatamente. La prima abbraccia le linee 1-30 del *recto*; la seconda il fine del *recto*, linee 31-45, e il principio del *verso*, linee 1-33; la terza comprende il rimanente fino alla fine del *verso*, linee 34-45.

Nelle parti A e C l'ordinamento è affatto uguale: il testo è diviso in sezioni, pressoché uguali di lunghezza, per mezzo di linee orizzontali. Ogni sezione comprende due fenomeni, cioè la data di una disparizione, la durata dell'invisibilità conseguente, e la data dell'apparizione successiva; a cui fa seguito un giudizio astrologico. La parte A comprende 15 sezioni, la parte C ne comprende 5. Sarà più tardi dimostrato che la parte C, ora separata da A, ne formava la continuazione immediata nell'originale babilonico di cui l'amanuense di Ninive si servì per scrivere l'esemplare attuale K 160. In questo originale si comprendevano (non contando ciò che si è forse perduto sulla fine) 20 sezioni, 40 fenomeni, e 20 giudizi astrologici. Vi erano segnate le durate di 20 intervalli d'invisibilità di Venere, ma nessun intervallo di visibilità. Una ricerca esatta ha fatto vedere che i 40 fenomeni formavano originariamente una serie continua, comprendente le

apparizioni e disparizioni orientali ed occidentali di Venere osservate (o date come osservate) in dieci rivoluzioni sinodiche consecutive del pianeta per lo spazio di 16 anni senz'alcuna interruzione. Comparando fra loro gl'intervalli fra due fenomeni consecutivi, si trovano differenze notevoli da una rivoluzione sinodica all'altra, quali si possono aspettare dai probabili errori di osservazione. Questi errori sono di pochi giorni nella disparizione occidentale e nell'apparizione orientale, più facili ad osservare: arrivano a mesi intieri nella disparizione orientale e nell'apparizione occidentale, di cui l'osservazione è senza paragone più difficile. Questa seria A + C sarà d'or innanzi da noi designata col nome di *Osservazioni*.

La parte B presenta caratteri notevolmente diversi. Essa comprende 12 sezioni, ed in ciascuna tre fenomeni e i due intervalli in mezzo. In ogni sezione si comincia colla data di un'apparizione, si assegna la durata per cui Venere rimane visibile, segue la data della disparizione, quindi la durata di questa invisibilità, e da ultimo si conclude colla nuova apparizione. Ad entrambe le apparizioni si assegna poi il giudizio astrologico dell'effetto corrispondente sugli affari mondani. In tutto le 12 sezioni si hanno 36 fenomeni, 12 intervalli di visibilità, 12 intervalli d'invisibilità. I fenomeni di diverse sezioni non hanno alcuna relazione di continuità fra di loro, ma i tre fenomeni di ciascuna sezione formano una serie isolata, indipendente dalle altre. Inoltre è osservabile

che gl'intervalli di visibilità e d'invisibilità fra i fenomeni del medesimo nome sono aritmeticamente uguali; il che basta a farci concludere non trattarsi qui di fenomeni osservati, ma del risultato di calcoli. Per questo la parte B, intermedia ad A e C, sarà d'or innanzi designata col nome di *Effemeridi*. Essa riguarda ancora i fenomeni di Venere, ma costituisce un lavoro puramente aritmetico, di natura ben diversa da quello che è contenuto nella serie A + C. Di quanto rimane del testo nella tavoletta K 160 (che sono in tutto 90 linee, 45 per ogni faccia), alla sezione A + C delle *Osservazioni* appartengono 42 linee; alla sezione B delle *Effemeridi*, che è tutta completa, appartengono 48 linee.

Nella loro memoria citata in principio, i signori Sayce e Bosanquet hanno osservato questa eterogeneità nella materia del nostro documento. Essi hanno supposto che la parte B delle *Effemeridi* fosse una interpolazione arbitraria dovuta al capriccio dello scriba di Ninive: La cosa non è precisamente così: interpolazione vi è, ma di un documento entro un altro. Lo scriba, poco perito, fu ingannato dall'apparente omogeneità degli argomenti: avendo davanti a sè tre tavolette babilonesi contenenti le materie A C B, credette appartenessero ad una sola serie; e il suo errore fu questo, di aver trascritto il loro contenuto nell'ordine A, B, C, dove avrebbe dovuto attenersi all'ordine A + C e B. Che il suo sia stato un errore puramente materiale e non quello di un falsario si comprende da ciò, che egli, nel trascrivere il documento B in mezzo alle due parti A e C dell'altro documento, non omise

neppure la sottoscrizione con cui finiva la tavoletta contenente esso documento B: *Dodici calcolazioni copiate di Venere: esemplare di Babilonia*. Parole che nella tavoletta K 160 ora stanno entro al testo, contro l'uso generale di simili tavolette che sogliono porre tali sottoscrizioni alla fine.

Io farò ora seguire il tenore dei due documenti separatamente, indicando per ciascuno la divisione in sezioni, e le linee del *recto* e del *verso* a cui ciascuna sezione corrisponde. Non avendo la possibilità di lavorare direttamente sulla tavoletta K 160, è perfettamente inutile che io riproduca il testo nella lingua originale, perchè non potrei far altro che ripeterlo nella forma già due volte pubblicata nel III vol. delle *Cuneiform Inscriptions of Western Asia*, tav. 63. e nel vol. III delle *Transaction of the Society of Biblical Archaeology*, pp. 316-339.

Su quest'ultima riproduzione del testo è fondato il presente lavoro. Per esso mi sono anche molto giovato della versione inglese annessavi dal prof. Sayce, la quale, benché pubblicata più di trent'anni fa (1874), lascia anche adesso ben poco a desiderare, almeno nella parte puramente astronomica, che è di gran lunga la più importante. Delle poche variazioni che io ho creduto necessario introdurre in questa parte (specialmente per soddisfare a ragioni astronomiche) renderò conto nel paragrafo destinato all'esame dei termini tecnici.

Per i giudizi astrologici, che presentano qua e là vocaboli meno comuni ed ideogrammi d'interpretazione meno sicura, io

mi sono affidato, sempre che mi fu possibile, all'*Assirisches Handwörterbuch* di Federico Delitzsch, pubblicato nel 1896 e rappresentante quindi i progressi della filologia assiro-babilonese fino a quella data. Non tocca a me far l'elogio di questa grande ed utile opera; sento però esser mio dovere di riconoscere che senza di essa in questi giudizi astrologici molte cose mi sarebbero rimaste impenetrabili.

§ 3. - EFFEMERIDI BABILONESI DEI FENOMENI DI VENERE.

(tradotte dalla tavoletta K 160, lin. 31-45 recto e 1-33 verso).

SEZIONE 1^a lin. 31-32-33 <i>recto</i>	Nel mese di Nisannu, giorno 2, Venere è osservata ad oriente. <i>Vi è devastazione nel paese.</i> Fino al giorno 6 del mese di Kisilivu rimane sempre visibile in oriente. Nel giorno 7 del mese di Kisilivu è scomparsa, e per tre mesi sta occultata in cielo; e nel giorno 8¹⁴⁷ del mese di Addaru Venere comincia a splendere nell'occidente; <i>ed un re ad un re manda intimar guerra.</i>
SEZIONE 2^a lin. 34-37	Nel mese di Airu. giorno . . . , Venere è osservata ad occidente. <i>Guerra nel paese</i> del mese di Tebêtu rimane

¹⁴⁷ Correggi 7.

<i>recto</i>	sempre visibile in occidente. Nel giorno 8 del mese di Tebêtu è scomparsa, e sta occultata : e nel giorno 15 del mese di Tebêtu Venere comincia a splendore in oriente. <i>I prodotti della terra prosperano, il cuore del paese è contento.</i>
SEZIONE 3 ^a lin. 38-41 <i>recto</i>	 Venere è osservata ad oriente. Si <i>raccolgono d'ogni parte i Sabmanda</i> ¹⁴⁸ rimane sempre visibile in oriente. Nel giorno 8 ¹⁴⁹ del mese di Šabatu è scomparsa, e per . . . mesi sta occultata in cielo; e nel giorno 9 del mese di Airu Venere comincia a splendere nell'occidente; <i>e vi è guerra nel paese.</i>
SEZIONE 4 ^a lin. 42-45 <i>recto</i>	Nel mese di Dûzu, giorno 5, Venero è osservata ad occidente. <i>Guerra nel paese; i frutti della terra sono prosperi.</i> Fino al giorno 9 del mese di Addaru rimane sempre visibile in occidente. Nel giorno 10 del mese di Addaru è scomparsa, e per 7 giorni sta occultata in cielo; e nel giorno 7 ¹⁵⁰ del

¹⁴⁸ Per l'ideogramma RI RI GA vedi DELITZSCH, *Handw.* p. 385, col. 1^a e 2^a. Vedi pure SAYCE, *Lectures*, p. 148 e HR 2, 373. DELITZSCH (*Handw.* p. 388) legge ZAB il segno che col segno di dubbio nel testo pubblicato da SAYCE è scritto UD: da ciò il senso qui sopra adottato. Circa i *Sabmanda* vedi più sotto il § 14.

¹⁴⁹ Correggi 9.

¹⁵⁰ Correggi 17.

	mese di Addaru Venere comincia a splendere in oriente; <i>ed un re ad un re manda intimar guerra.</i>
SEZIONE 5^a lin. 1-4 <i>verso</i> <i>(seguito)</i>	 Abu, giorno 6, Venere è osservata in oriente. <i>Pioggie dal cielo : si avrà una carestia.</i> Fino al giorno 10 del mese di Nisannu rimane sempre visibile in oriente. Nel giorno 11 del mese di Nisannu è scomparsa, e per 3 mesi sta occultata in cielo; e nel giorno 11 del mese di Dûzu Venere comincia a splendere nell'occidente); <i>e vi è guerra in paese: i prodotti della terra sono prosperi.</i>
SEZIONE 6^a lin. 5-8 <i>verso</i>	 mese di Ulûlu, giorno 7, Venere è veduta in occidente. <i>I prodotti della terra sono prosperi; il cuore del paese è contento.</i> Fino al giorno 11 del mese di Airu rimane sempre visibile in occidente. Nel giorno 12 del mese di Airu è scomparsa, e per 7 giorni sta occultata in cielo; e nel giorno 9¹⁵¹ del mese di Airu Venere comincia a splendere in oriente; <i>e vi è guerra nel paese.</i>
SEZIONE 7^a lin. 9-12 <i>verso</i>	Nel mese di Tašritu, giorno 8, Venere è osservata ad oriente. <i>Vi è guerra nel paese: i prodotti della terra sono prosperi.</i> Fino al giorno 12 del mese di Sivânu rimane sempre visibile in oriente. Nel giorno 13 del mese di Sivânu è scomparsa, e per 3 mesi sta occultata in cielo; e nel giorno 13

¹⁵¹ Correggi 19.

	del mese di Ulûlu Venere comincia a splendere nell'occidente; <i>e i prodotti della terra sono prosperi, il cuore del paese è contento.</i>
SEZIONE 8 ^a lin. 13-16 <i>verso</i>	Nel mese di Arah-samna, giorno 9, Venere è veduta ad occidente. <i>Miseria sarà nel paese.</i> Fino al giorno 13 del mese di Abu ¹⁵² rimane sempre visibile in oriente ¹⁵³ . Il giorno 15 ¹⁵⁴ del mese di Abu ¹⁵⁵ è scomparsa, e per 7 giorni sta occultata in cielo; e nel giorni 11 ¹⁵⁶ del mese di Dûzu Venere comincia a splendere in oriente; <i>e vi è guerra nel paese: i prodotti della terra sono prosperi.</i>
SEZIONE 9 ^a lin. 17-20 <i>verso</i>	Nel mese di Kisilivu, giorno 10, Venere è veduta ad oriente. <i>Vi è nel paese carestia di grano e di paglia.</i> Fino al giorno 14 del mese di Abu rimane sempre visibile in oriente. Il giorno 15 del mese di Abu è scomparsa; e per 3 mesi sta occultata in cielo; e il giorno 15 del mese di Arah-

¹⁵² Certamente è da leggere *Dûzu*

¹⁵³ Correggi *occidente*.

¹⁵⁴ Correggi 14.

¹⁵⁵ Correggi *Dûzu*

¹⁵⁶ Correggi 21.

	samna Venere comincia a splendere nell'occidente; <i>e i prodotti della terra sono prosperi.</i>
SEZIONE 10^a lin. 21-24 <i>verso</i>	Nel mese di Tebêtu, giorno 11, Venere è veduta ad occidente. <i>I prodotti della terra sono prosperi.</i> Fino al giorno 15 del mese di Ulûlu rimane sempre visibile in occidente. Il giorno 16 del mese di Ulûlu è scomparsa e per 7 giorni sta occultata in cielo; e il giorno 23 del mese di Ulûlu Venere comincia a splendere in oriente, <i>e i prodotti della terra sono prosperi.</i>
SEZIONE 11^a lin. 25-28 <i>verso</i>	Nel mese di Šabatu, giorno 12, Venere è veduta ad oriente. <i>I prodotti della terra sono prosperi.</i> Fino al giorno 16 del mese di Tašritu rimane sempre visibile in oriente. Il giorno 17 del mese di Tašritu è scomparsa, e per 3 mesi sta occultata in cielo; e nel giorno 17 del mese di Tebêtu Venere comincia a splendere in occidente, e
SEZIONE 12^a lin. 29-32 <i>verso</i>	Nel mese di Addaru, giorno 13, Venere è veduta ad occidente. <i>Un re</i> Fino al giorno 17 del mese di Arah-samna rimane sempre visibile nell'occidente. Il giorno 18 del mese di Arah-samna Venere [è scomparsa]¹⁵⁷, e per 7 giorni sta occultata in cielo; ed il giorno 25 del mese di Asah-samna Venere comincia a splendere

¹⁵⁷La parola equivalente ad *è scomparsa* è stata omessa dallo scriba per inavvertenza.

	nell'occidente ¹⁵⁸ ; <i>miseria sarà nel paese.</i>
Sottoscrizione lin. 33 <i>verso</i>	XII calcolazioni in copia conforme di Venere, esemplare di Babilonia.

§ 4. - OSSERVAZIONI BABILONESI DEI FENOMENI DI
VENERE.

(tradotte dalla tavoletta K 160, lin. 2-30 recto e lin. 34-45 verso)

SEZIONE 1 ^a lin. 2-3 <i>recto</i>	 è scomparsa giorno 2, Venere sono. <i>Una devastazione ha luogo.</i>
SEZIONE 2 ^a lin. 4-6 <i>recto</i>	Nel mese di Dûzu, giorno 25, Venere è scomparsa ad occidente. Per 7 giorni sta occultata in cielo; e nel mese di Abu, giorno 2, Venere è osservata ad oriente. <i>Acque sopra il paese ; devastazione di</i>
SEZIONE 3 ^a lin. 7-8 <i>recto</i>	Nel mese di Addaru, giorno 25, Venere scomparsa ad oriente <i>Anno di pace¹⁵⁹ : oro.</i>

¹⁵⁸Correggi *oriente*.

¹⁵⁹Letteralmente: *anno di deporre le armi, o di riporre le armi*.
Leggo MU IS KU GAR. Per GAR preso nel senso di *deporre* o

SEZIONE 4 ^a lin. 9-10 <i>recto</i>	Nel mese di giorno 11. Venere è scomparsa ad occidente. Per 9 mesi ¹⁶⁰ e 4 giorni sta occultata in cielo; e nel mese di Addaru, giorno 15 è osservata ad oriente. <i>Un re ad un re manda salute.</i>
SEZIONE 5 ^a lin. 11-12 <i>recto</i>	Nel mese di Arah-samna. giorno 10, Venere è scomparsa ad oriente. Per 2 mesi e 6 giorni sta occultata in cielo; e nel mese di Tebêtu, giorno 16, è osservata ad occidente. <i>I prodotti della terra sono prosperi.</i>
SEZIONE 6 ^a lin. 13-14 <i>recto</i>	Nel mese di Ulûlu, giorno 26, Venere è scomparsa ad occidente. Per 11 giorni sta occultata in cielo. Nel mese di Ulûlu II, giorno 7, è osservata ad occidente ¹⁶¹ . <i>Il cuore del paese è</i>
SEZIONE 7 ^a lin. 15-16 <i>recto</i>	Nel mese di Nisannu, giorno 9, Venere è scomparsa Per 5 mesi e 16 giorni in cielo. Nel mese di Ulûlu, giorno 25, è osservata ad occidente <i>Il cuore</i>

di *riporre* vedi DELITZSCH. *Handw.* p. 657.

¹⁶⁰ Errore evidente: la lezione più probabile sembra *1 mese*.

¹⁶¹ Correggi *ad oriente*.

SEZIONE 8 ^a lin. 17-18 <i>recto</i>	Nel mese di Airu, giorno 5, Venere è osservata ¹⁶² ad occidente sta occultata in cielo e è osservata ad oriente. <i>I prodotti della terra sono prosperi.</i>
SEZIONE 9 ^a lin. 19 <i>recto</i>	 giorno 10, Venere è scomparsa ad oriente. Per 15 giorni ¹⁶³ in cielo. Nel mese di Šabatu, giorno 11, ad occidente
SEZIONE 10 ^a lin. 20-21 <i>recto</i>	Nel mese di Abu, giorno 10, Venere è Per un mese e 16 giorni Nel mese di Arah-samna, giorno 26, è osservata ad occidente ¹⁶⁴ . <i>Pioggie nel paese.</i>
SEZIONE 11 ^a lin. 22-23	Nel mese di giorno 20, Venere è scomparsa ad occidente ¹⁶⁵ . Per 2 mesi e 16 giorni Nel mese di giorno 4, è osservata ad occidente. <i>Pioggie nel</i>

¹⁶² Correggi *è scomparsa*.

¹⁶³ Errore di cui non è facile indicare una probabile correzione. Sembra che il testo fosse già guasto nell'esemplare modello; tutta la sezione occupa nella copia attuale una sola linea.

¹⁶⁴ Correggi *ad oriente*.

¹⁶⁵ Correggi *ad oriente*.

<i>recto</i>	<i>paese.</i>
SEZIONE 12 ^a lin. 24-25 <i>recto</i>	Nel mese di . . giorno 6, Venere è scomparsa ad occidente. Per 15 giorni Nel mese di . . . giorno 20, è osservata ad occidente ¹⁶⁶). <i>Pioggie in cielo, piena d'acque nelle fontane e nei pozzi.</i>
SEZIONE 13 ^a lin. 26-27 <i>recto</i>	Nel mese di Addaru, giorno 26, Venere è scomparsa ad oriente. Per 3 mesi e 9 giorni Nel mese di Sivânu, giorno 20, è osservata ad occidente. La furia dei Sabmanda si rivolge ¹⁶⁷
SEZIONE 14 ^a lin. 28-29 <i>recto</i>	Nel mese di Addaru, giorno 11, Venere, . . . ad occidente. Per 4 giorni in cielo <i>I prodotti della terra sono prosperi: il cuore del paese è contento.</i>
SEZIONE 15 ^a	¹⁶⁸ è osservata

¹⁶⁶ Correggi *ad oriente*.

¹⁶⁷ O si raccoglie? Su questo importante accenno ai *Sabmanda* vedi più sotto il § 14 di questa Memoria.

¹⁶⁸ Anche le lacune di questa sezione forse esistevano già in parte nell'esemplare babilonico.

lin. 30 <i>recto</i>	Inondazioni, pioggia, neve ¹⁶⁹ .
SEZIONE 16 ^a lin. 34-36 <i>verso</i>	Nel mese di Ulûlu II, giorno 1, Venere è scomparsa ad occidente. Per 15 giorni sta occultata in cielo; e nel mese di Ulûlu II, giorno 17, Venere è osservata ad oriente. <i>Un prodigio avviene nel paese: nel palazzo</i>
SEZIONE 17 ^a lin. 37-39 <i>verso</i>	Nel mese di Sivânu, giorno 25, Venere è scomparsa ad oriente. Per 2 mesi e 6 giorni sta occultata in cielo, e nel mese di Ulûlu, giorno 24, Venere è veduta ad occidente. <i>Il cuore del paese è contento.</i>
SEZIONE 18 ^a lin. 40-42 <i>verso</i>	Nel mese di Nisannu, giorno 26, Venere è scomparsa a occidente. Per 7 giorni sta occultata in cielo; e nel mese di Airu, giorno 3, Venere è veduta in oriente. <i>Vi è guerra nel paese: i prodotti della terra sono prosperi.</i>
SEZIONE 19 ^a lin. 43-45	 Venere è scomparsa ad oriente mese di Addaru, giorno 28, Venere <i>Un re ad un re manda intimar guerra</i> ¹⁷⁰ .

¹⁶⁹ Qui fra le sezioni 15^a e 16^a sono intercalate nella tavoletta K 160 le *Effemeridi*, come si è spiegato più sopra.

¹⁷⁰ Per l'ideogramma AMEL NE vedi DELITZSCH, *Handw*, pp.

<i>verso</i>	
SEZIONE	.....
20 ^a	.....
lin. 46-....	
<i>verso</i>	

500, 567 e 712.

§ 5. - SUL VALORE DEI TERMINI TECNICI D'ASTRONOMIA IMPIEGATI NEI NOSTRI DOCUMENTI.

Come si è già potuto vedere dai testi che precedono, entrambe le serie di fenomeni, esposte, l'una nelle *Effemeridi* e l'altra nelle *Osservazioni*, sono redatte in forma schematica rigorosamente, o quasi rigorosamente, uniforme: così che una sezione differisce dalle altre della medesima serie soltanto per le date dei fenomeni e per i giudizi dell'effetto astrologico. Ciò rende possibile di disporre il tutto in forma di tabelle, e porge così il vantaggio di rendere immediatamente visibili all'occhio le somiglianze e le differenze, tanto nella forma degli enunciati, quanto nel contenuto astronomico. Noi faremo per ora astrazione da quest'ultima parte, e cominceremo le nostre indagini dalla forma, cioè dai termini con cui sono indicati i diversi fenomeni e i loro intervalli. Essendovi anche sotto questo riguardo differenze importanti fra l'autore delle *Effemeridi* e l'autore delle *Osservazioni*, si è dovuto esaminare quei termini separatamente, e formare per l'uno e per l'altro due tabelle distinte, che si trovano riunite nella pagina qui contro. Queste tabelle sono ordinate in modo che in una medesima linea orizzontale sian compresi i vocaboli usati a designare i vari fenomeni registrati in una medesima sezione: mentre i vocaboli registrati in una medesima colonna verticale si riferiscono tutti a fenomeni del medesimo

nome. Se i due autori avessero usato dovunque la stessa terminologia, in una data colonna verticale si dovrebbe trovar sempre lo stesso vocabolo. L'aspetto comparato delle due tabelle mostra che non solo l'ordine dei fenomeni è stato registrato con un metodo differente, ma ancora che un autore differisce dall'altro anche pel diverso modo di indicare la stessa cosa. L'esame minuto di tutte queste particolarità non sarà privo d'interesse. Cominceremo dal prendere in considerazione i vocaboli usati per esprimere le

a) *Disparizioni*. - Entrambe le categorie di disparizioni, orientale ed occidentale, sono designate col medesimo vocabolo. L'autore delle *Effemeridi* usa per tal fine invariabilmente il termine *itabbal*¹⁷¹, forma passiva derivata da *tabâlu*, toglier via¹⁷². Il dire che Venere è tolta via è un modo abbastanza evidente d'indicare

¹⁷¹ Ad eccezione della sezione 3^a, lin. 39 *recto*, dove sta scritto *ittabbal*.

¹⁷² Suppongo qui che *itabbal* corrisponda al presente del Niphal. Si potrebbe però ravvisare in esso il preterito del Qal. Ma a questo proposito è da notare che qui i verbi sono tutti usati al tempo presente, non mai al preterito: così invariabilmente leggiamo *uhkar* e non *uhkir*, *iẓẓaẓẓ* e non *iẓẓiẓẓ*.

la sua sparizione; nella versione qui sopra *itabbal* è sempre tradotto per *è scomparsa*. L'autore delle *Osservazioni* esprime la stessa cosa scrivendo sempre *itbal*¹⁷³, che secondo l'uso comune della lingua assira, è forma attiva, e significherebbe toglie via. Una tale interpretazione non sembra probabile. Perciò il Delitzsch è stato condotto a supporre che, nell'uso astronomico almeno, *tabâlu* fosse usato anche in senso intransitivo¹⁷⁴. Questo senso per noi non può esser altro che quello di esser tolto, scomparire: perciò anche *itbal* è stato tradotto per *è scomparsa*. E diciamo *è scomparsa*, non *scompare*; cioè nel giorno assegnato dell'osservazione non è stata più veduta, e quel giorno è il primo della durata totale dell'intervallo d'invisibilità¹⁷⁵.

¹⁷³ Il SI-GAB nella 8 sezione delle osservazioni, lin. 17 *recto*, è certamente un errore del copista, il quale avrebbe dovuto scrivere in quella vece *itbal*.

¹⁷⁴ *Handn*, p. 700. Questa supposizione non offre alcuna intrinseca difficoltà, non pochi essendo nella lingua assira i verbi di significato doppio, intransitivo e transitivo ad un tempo. Vedi lo stesso DELITZSCH, *Assirian Grammar*, Berlin 1889, p. 233.

¹⁷⁵ Che la cosa debba intendersi in questo modo è provato dal confronto dei numeri. Così leggiamo nelle linee 22-23 *verso* che Venere *itabbal* il giorno 16 di Elul. Manifestamente l'*itabbal* segna

qui il primo giorno della invisibilità, altrimenti il conto non torna. Perciò si deve dire che il giorno 16 Elul Venere è scomparsa, non che essa scompaia in quel giorno.

TABELLA DEI TERMINI TECNICI

	Apparizione ad oriente	Visibilità ad oriente (<i>Bosforo</i>)	Disparizione ad oriente	Invisibilità nella congiunzione superiore	Apparizione ad occidente	Visibilità ad occidentale (<i>Espero</i>)	Disparizione ad occidente	Invisibilità nella congiunzione inferiore	Apparizione ad oriente
EFFEMERIDI									
Sez. 1	ŠI GAB	GUB - az	<i>itabbal</i>	<i>ina samè ułħar</i>	SAR	GUB - az	<i>itabbal</i>	 <i>ułħar</i>	SAR
- 2					ŠI GAB				
- 3	ŠI GAB	GUB - az	<i>itabbal</i>	<i>ina samè ułħar</i>	SAR	GUB - az	<i>itabbal</i>	<i>ina samè ułħar</i>	SAR
- 4					ŠI GAB				
- 5	ŠI GAB	GUB - az	<i>itabbal</i>	<i>ina samè NI</i>	SAR		<i>itabbal</i>	<i>ina samè ułħar</i>	SAR
- 6					ŠI	GUB - az	<i>itabbal</i>		
- 7	ŠI GAB	GUB - az	<i>itabbal</i>	<i>ina samè ułħar</i>	SAR		<i>itabbal</i>	<i>ina samè ułħar</i>	SAR
- 8					ŠI	GUB - az	<i>itabbal</i>		
- 9	ŠI	GUB - az	<i>itabbal</i>	<i>ina samè ułħar</i>	SAR		<i>itabbal</i>	<i>ina samè ułħar</i>	SAR
- 10					ŠI	GUB - az	<i>itabbal</i>		
- 11	ŠI	GUB - az	<i>itabbal</i>	<i>ina samè ułħar</i>	SAR		<i>itabbal</i>	<i>ina samè ułħar</i>	SAR
- 12					ŠI	GUB - az	.....	<i>ina samè ułħar</i>	SAR
OSSERVAZIONI									
Sez. 1 - 2			<i>it-bal</i>	.....	.....		<i>it-bal</i>	<i>ina samè ułħar</i>	ŠI GAB
- 3 - 4			<i>itbal</i>	.....	.....		<i>itbal</i>	<i>ina samè ułħar</i>	ŠI GAB
- 5 - 6			<i>itbal</i>	<i>ina samè NI</i>	ŠI GAB		<i>itbal</i>	<i>ina samè NI</i>	ŠI GAB
- 7 - 8			<i>itbal</i>	<i>ina samè</i>	ŠI GAB		ŠI GAB	<i>ina samè NI</i>	ŠI GAB
- 9 - 10			<i>itbal</i>	<i>ina samè</i> .....	.....		.....	.....	ŠI GAB
- 11-12			<i>itbal</i>	.....	ŠI GAB		<i>itbal</i>	.....	ŠI GAB
- 13-14			<i>itbal</i>	.....	ŠI GAB		.....	<i>ina samè</i>	[ŠI] GAB
- 15-16			<i>it[bal]</i>	.....	.....		.....	<i>ina samè NI</i>	ŠI GAB
- 17-18			<i>itbal</i>	<i>ina samè NI</i>	ŠI		<i>itbal</i>	<i>ina samè ułħar</i>	ŠI GAB
- 19-20			<i>itbal</i>	.....	.....		.....	.....	.....

Il modo diverso con cui nelle *Effemeridi* e nelle *Osservazioni* si usa il verbo *tabálu*, favorisce l'ipotesi che l'autore delle une e l'autore delle altre siano state persone differenti.

b) *Apparizioni*. - Per le apparizioni così orientali come occidentali gli scrittori usano promiscuamente gli ideogrammi ŠI e ŠI GAB. Il primo era usato principalmente per esprimere l'idea di vedere in generale; ŠI GAB aveva il significato più circoscritto di vedere con attenzione, cioè di guardare, osservare, spiare¹⁷⁶. Perciò nella versione qui sopra l'ideogramma ŠI è stato reso per *è veduta*. ŠI GAB per *è osservata*. In entrambi i documenti da principio prevale ŠI GAB, alla line ŠI. Di questo non sembra si possa trovare altra ragione che un capriccio dell'ultimo copiatore, il quale, dopo aver sempre scritto ŠI GAB per tutto il *recto* e per le prime quattro o sei linee del *verso*, pel rimanente trovò più comodo di scrivere soltanto ŠI. A significar le apparizioni, oltre questi due ideogrammi; l'autore delle *Effemeridi* ne usa ancora un altro, cioè SAR, il quale nelle *Osservazioni* non ricorre. Fra diversi concetti espressi ideograficamente dal segno SAR vi è quello, in-

¹⁷⁶ Per ŠI vedi DELITZSCH, *Handw.* p. 90; e per la speciale significazione di ŠI GAB, pp. 91, 156, 210, 460 e 528.

dicato in lingua assira dai verbi *zarabû* (Sayce) e *napabû* (Delitzsch)¹⁷⁷, di una luce che in qualsivoglia modo comincia a risplendere; sia che si accenda al momento, sia che diventi allora visibile, come quella di un astro sorgente sull'orizzonte o di un altro che faccia la sua apparizione fuori dei crepuscoli. In quest'ultimo senso SAR è applicato qui alle apparizioni di Venere, e l'ho tradotto per *comincia a risplendere*. Nell'uno dei tre ideogrammi ŠI, ŠI GAB e SAR l'autore delle *Effemeridi* non procede a caso, ma segue un avvicendamento regolare. Ciascuna delle sue dodici sezioni comincia con un'apparizione segnata ŠI o ŠI GAB, e invariabilmente termina con un'apparizione segnata SAR; questo senza distinzione alcuna fra le apparizioni orientali ed occidentali. Di tale uso alternato non vedo altro motivo che un capriccioso intento di simmetria a cui avrebbe obbedito l'autore delle *Effemeridi*.

c) *Visibilità ad oriente e ad occidente*. - L'intervallo di tempo per cui Venere è visibile ad oriente (come stella del mattino) e ad occidente (come stella della sera) non si trova mai indicato nelle *Osservazioni*: cosa assai deplorabile in quanto che ci toglie un modo di controllare le date contigue, e il modo anche più importante di correggere errori non infrequenti che si trovano in

¹⁷⁷ *Handw.* p. 264, e 474.

queste date. Nelle *Effemeridi* invece tali intervalli sono sempre indicati nella seguente forma: *Nel mese di... giorno . . . Venere è osservata in oriente (o in occidente). Fino al giorno X del mese di Y GUB-aṣ in occidente (o in oriente). Nel giorno X + 1 del mese di Y è scomparsa.* Abbiamo qui pertanto segnato il primo giorno in cui Venere diventa visibile come Eosforo o come Espero; indi l'ultimo giorno in cui essa è visibile: da ultimo il domani di questo giorno, che segna la disparizione del pianeta e il primo giorno di un intervallo d'invisibilità. Dal primo giorno in cui Venere diventa visibile fino al giorno che precede la disparizione si dice che Venere GUB-aṣ. Manifestamente ciò non può significare altro che essa è visibile durante tale intervallo. L'ideogramma GUB rappresenta qui il verbo *naṣṣu*, e la sillaba *aṣ* che vi è annessa è un complemento fonetico, il quale indica che si deve leggere di tal verbo la terza persona singolare maschile del presente, che è *iṣṣaṣ*. Ora il verbo *naṣṣu* ha due significati principali: uno è quello di *stare* in latino, al quale va unito un concetto di fissità, di costanza o di persistenza; l'altro è quello che in latino si rappresenterebbe con *adstare*, esser presente, assistere a qualche atto, specialmente in qualità di testimoniaio¹⁷⁸. L'interpretazione più naturale che sembra si possa adottare nel nostro caso, partecipa

¹⁷⁸ In molti contratti babilonesi ed in altri atti pubblici la lista dei testimoni è preceduta dalla parola *iṣṣaṣu*, cioè sono presenti (i tali ed i tali). Sui significati di *naṣṣu* vedi DELITZSCH, *Handw.*,

dell'uno e dell'altro di questi concetti: Venere è presente e tale persiste ad essere dal primo all'ultimo giorno dell'intervallo indicato. Nella versione qui sopra l'idea è stata espressa dicendo che *Venere rimane sempre visibile*¹⁷⁹.

d) *Intervalli d'invisibilità quando Venere è in congiunzione superiore*

pp. 455-456.

¹⁷⁹ Il prof. Sayce traduce *izꜣaꜣ* per *is fixed*, Venere è fissa. Astronomicamente ciò si potrebbe interpretare nel senso, che Venere fosse in quel tempo stazionaria. Venere infatti fa una delle sue apparizioni come stella della sera poco prima della disparizione occidentale, e un'altra come stella del mattino poco dopo della sua apparizione orientale. Ma queste stazioni sono piuttosto difficili ad osservare per l'occhio nudo a causa della vicinanza del Sole e dell'orizzonte; ed è molto dubbio se i Babilonesi avessero modo di fare un'osservazione, che per noi armati di telescopio, è facilissima. Inoltre esaminando il testo delle *Ef-femeridi* e le date ivi registrate, si troverà che ognuno degli intervalli segnati con *izꜣaꜣ* dura 8 mesi e 4 giorni. E poiché ogni rivoluzione sinodica ha due di tali intervalli, ne seguirebbe che dei 19½ mesi di ogni rivoluzione sinodica, 16 mesi e 8 giorni sarebbero impiegati dal pianeta a rimaner fisso nelle sue stazioni, il che è assurdo a pensare.

od inferiore. - Nelle *Effemeridi* sempre, con una sola eccezione, e nelle *Osservazioni* parecchie volte, tali intervalli d'invisibilità sono designati colla frase *ina šamè ubhar*. Talvolta si ha invece *ina šamè NI*, ed è naturale supporre che NI sia un ideogramma equivalente ad *ubhar*. Questo vocabolo *ubhar* secondo Delitzsch è la terza persona singolare presente di un verbo *ubburu*, il quale nella letteratura cuneiforme occorre assai di raro, e, come termine astronomico è applicato soltanto alla Luna ed a Venere; non mai però in combinazioni tali che ne rendano intieramente chiaro il significato. Nella versione qui sopra si è adottata la congettura assai naturale che *ubhar* esprima il fatto dell'invisibilità del pianeta, ed è stato tradotto per *occultata*, e tutta la frase *ina šamè ubhar* per *sta occultata in cielo*. Delitzsch nel suo *Handwörterbuck*, p, 44, deriva *ubburu* dalla radice *ahar*, dietro, e lo traduce per star dietro, *hinten sein*. Ciò sembra confermare la nostra interpretazione, perchè il modo più semplice e più comune di star occulto è appunto quello di star dietro a qualche cosa. Nè l'ideogramma NI, nè l'ideogramma UR LAL, che in altro documento citato da Delitzsch¹⁸⁰ è dato come equivalente di *ubburu*, offrono alcun soccorso per ben determinare il significato di questo vocabolo. Nè

¹⁸⁰ II R, tav. 47. DELITZSCH, *Handw.*, p. 44.

molto giova il sapere che *šabāsu* è sinonimo di *ubburu* finché nessuno ci spieghi che cosa vuol dire *šabāsu*¹⁸¹. I testi astronomici dove *ubburu* occorre, tutti lo riportano in una frase di contesto uguale¹⁸². Con varianti di trascurabile entità tutti dicono: «(Quando) la Luna fuori del suo tempo *ubhir* e non si vede, ecc.». Se noi traduciamo qui *ubhir* per «è stata occultata», il senso corre perfettamente. Quei testi dunque, se non dimostrano vera l'ipotesi *ubburu* = esser occulto, non però la contraddicono, anzi vi si adattano nel modo più naturale¹⁸³.

¹⁸¹ V R, tav. 28, 13. DELITZSCH. *Handw.*, pp. 44 e 638.

¹⁸² Sono cinque, dei quali quattro citati dal DELITZSCH, *Handw.*, pp. 44 e 491; il quinto è in K. 2068, lin. 4 *verso*, pubblicato da CRAIG, *Astrological-Astronomical Text*, tav. 8. Astraendo dalle piccole varianti, tutti hanno: «*Sin ina là simānišu ubhiramma là SI* (o *la SI LAL*)..... In uno di essi però (K 4024 = III R 64 lin. 29 *recto*) è stata omessa la seconda negazione *là*, e si legge semplicemente *SI* in luogo di *là SI*. Nel che per adesso non dobbiamo veder altro che una svista dell'amanuense.

¹⁸³ Il prof. Sayce adotta precisamente l'ipotesi contraria e *ubhar* è da lui tradotto *is visible, appears, reappears*. Nondimeno, a cagione del modo imperfetto con cui gli ideogrammi presentano le relazioni grammaticali, egli riesce a dare a tutta la frase un

Notabile è il fatto che mentre gl'intervalli della visibilità di Venere sono enunciati col semplice *iṣṣaṣ*, si dice cioè che essa rimane sempre visibile, gl'intervalli d'invisibilità portano un'aggiunta, e si dice che Venere *ina šamé ubhar*, cioè rimane occultata in cielo. Non è dunque sempre in cielo Venere, sia quando è visibile, sia quando è invisibile? Forse si potrebbe ravvisar qui l'intenzione di far sapere che Venere, anche quand'è invisibile, esiste tuttavia in cielo. Ma un'altra interpretazione mi pare più probabile, la quale dà anche ragione del trovarsi il verbo *ubburu* adoperato soltanto per la Luna e per Venere nella letteratura cuneiforme fino ad oggi esplorata. Bisogna per questo ricordare il fatto che nella cosmologia babilonese il cielo non è limitato ad

senso praticamente identico a quello che qui sopra è adottato. Per esempio nella lin. 23 *verso* la frase UD VII *ina šamé ubharamma*, che qui è stata resa per *7 giorni in cielo sta occultata*, è da lui tradotta *after 7 days in heaven it reappears*; la stessa frase, lin. 31 *verso*, invece è tradotta *7th day in heaven it reappears*. Ora il dire che Venere, dopo essere scomparsa, per 7 giorni rimane occultata in cielo, e il dire che Venere, dopo essere scomparsa, ricompare in capo a 7 giorni, o il 7° giorno (non contando quello della disparizione), son press'a poco la medesima cosa. Ma l'ipotesi *ubburu* = apparire, esser visibile, non si accorda coi testi astronomici citati nella nota precedente e deve essere respinta in qualunque caso.

una semplice superficie azzurra tempestata di stelle, ma rappresenta anche, nel senso dell'altezza, tutto lo spazio indefinito che sta sopra quella superficie. Ivi è il mondo superiore, opposto per contrasto alla Terra, che è il mondo inferiore; colà è la sede propria degli Dei, quella che nell'epopea di Gilgameš è chiamata *il cielo di Annu*. In questo cielo dunque starebbero occultate la Luna e Venere durante il tempo ch'esse sono invisibili, cioè nell'intervallo che passa fra una disparizione e l'apparizione consecutiva. Perchè soltanto la Luna e Venere, e non tutti gli astri capaci di fare le loro apparizioni e le loro disparizioni?

Sul fare del giorno noi vediamo scomparire di mano in mano tutte le stelle che ornavano il cielo notturno, prima le più deboli, poi le più brillanti. Tutte rimangono invisibili durante il giorno chiaro. Ed è naturale; quelle stelle che non han potuto vincere un crepuscolo più o meno intenso, non potranno certamente superare la luce completa del giorno. Due astri tuttavia si sottraggono a questa regola comune, Venere e la Luna; la loro luce spesso sfida quella del chiaro giorno, esse possono rimaner visibili anche al cospetto del Sole. Per Venere l'osservazione è stata fatta molte volte nei nostri climi; gli astronomi di Babilonia, esercitatissimi in tutte le osservazioni ad occhio nudo, hanno dovuto farla facilmente e con una certa regolarità¹⁸⁴. La Luna già è visibile in presenza del Sole anche prima di arrivare al primo quarto,

¹⁸⁴ Se durante l'elongazione occidentale di Venere, $1\frac{1}{2}$ o 2

e tale continua ad essere anche fin dopo l'ultimo quarto. Eppure Venere e la Luna presso le loro congiunzioni col Sole scompaiono affatto nella luce, non solo del giorno, ma anche del crepuscolo. Come si può pretendere che questi astri, oggi capaci di sostener la piena luce del Sole, diventino poi invisibili sotto una luce tanto minore, qual è quella dei crepuscoli al momento in cui fanno la loro disparizione? Di questa apparente contraddizione la scienza dei moderni può dare una spiegazione plausibile,

mesi dopo la congiunzione inferiore, si fissa il pianeta alla mattina quando comincia già ad esser molto offuscato dall'aurora invadente, un occhio acuto e bene esercitato potrà, se l'atmosfera sia ben pura, seguirlo nel suo moto diurno ulteriore anche dopo levato il Sole. Anzi, aiutandosi con facili mezzi per conservare la nozione esatta della direzione visuale, si potrà non perderlo d'occhio, e continuare a vederlo per buona parte della giornata, anche dopo la sua culminazione. La stessa osservazione si può fare anche due mesi prima della congiunzione inferiore, nell'elongazione orientale; ma in questo caso bisogna ricercare il pianeta in pieno giorno, cosa non sempre facile a chi non sia provveduto d'orologio e di circoli. Trovato il pianeta in qualunque modo, sarà agevole seguirlo per tutto il resto del giorno, e nel crepuscolo, e, naturalmente, anche nella notte fino al suo tramontare.

quantunque non sia in grado di fare un'analisi completa ed esatta dei vari elementi dell'intricata materia, la quale in parte implica anche un problema fisiologico. Le grandi variazioni dello splendore apparente di Venere dipendenti dalle sue fasi e dalle sue varie distanze, e il diverso grado d'intensità con cui il Sole illumina il fondo del cielo nelle diverse parti dell'emisfero visibile e nelle diverse ore del giorno e del crepuscolo, abbagliando gli occhi in differente misura, bastano a dar conto della sovraesposta singolarità. Ma di tali sottigliezze non è probabile che i Babilonesi avessero la minima idea. Non avevano alcuna ragione di pensare che la facella di *Ištar* dovesse ardere or più or meno secondo i tempi; e quanto alla Luna, non solo per loro, ma neppure per noi vi è motivo di credere che una piccola area presa sul disco lunare presso al plenilunio, mandi al nostro occhio una luce maggiore che un'area di uguale ampiezza apparente presa sulla sottile falce, la quale segna l'ultima visibilità della Luna in sull'alba prima della congiunzione col Sole. Pertanto gli astronomi babilonesi furono condotti a concludere che la totale invisibilità di Venere e della Luna presso le loro congiunzioni col Sole, fosse dovuta, non alla luce di questo, insufficiente a produrla in altre occasioni, ma ad un vero e proprio occultarsi, dei due astri nelle regioni celesti superiori al firmamento stellato. Così s'intende perchè il verbo *ubburu* fosse usato soltanto per la Luna e per Venere, non mai per gli altri pianeti nè per le stelle fisse.

e) *In oriente, in occidente.* - Queste frasi, che così spesso ricorrono in entrambi i nostri documenti, sono espresse nel testo originale da *ina šīt šamši* e da *ina erēb šamši*, che letteralmente si tradurrebbero *nel levare del Sole e nel tramontare del Sole*. Il loro senso è diverso secondo che le intendiamo rispetto al tempo o rispetto allo spazio. Rispetto al tempo significherebbero al momento della levata del Sole, al momento del suo tramonto. Così l'ha intesa il Sayce, traducendo *at Sun-rise, at Sun-set*. Questo modo d'interpretare non si può ammettere che considerando le cose con grossolana approssimazione. Ma volendo parlare con precisione, non è vero che Venere faccia le sue apparizioni o disparizioni al momento in cui il Sole si leva o tramonta. Le une e le altre non sono osservabili se non quando il Sole sia sotto l'orizzonte di alcuni gradi. Esse al mattino precedono il levare del Sole, e la sera seguono il suo tramonto per un intervallo di tempo diverso secondo diverse circostanze, il quale può ridursi ad un quarto d'ora od anche durare più di un'ora. L'altra interpretazione considera le espressioni *nel levare del Sole e nel tramonto nel Sole* come equivalenti a dire nella plaga orientale, nella plaga occidentale del cielo o, se si vuole, nella direzione in cui il Sole si leva, in cui il Sole tramonta. Questa interpretazione, oltre esser ammissibile dal punto di vista astronomico, ha anche per se l'autorità dei monumenti. Nelle grandi iscrizioni storiche dei re d'Assiria cento volte occorrono le espressioni *šīt šamši, erēb šamši* nell'evidente

significato di ciò che noi diciamo il levante, il ponente, per significare cioè una direzione dell'orizzonte, non un certo momento di tempo. In esse il Mediterraneo è il mare dell'*erēb šamsī*, il Golfo Persico quello del *šīt šamsī*¹⁸⁵. Perciò io mi sono sempre servito delle espressioni *in oriente, in occidente*.

f) *La sottoscrizione delle Effemeridi* - In conseguenza del disordine occorso nel copiare la tavoletta K 160, la sottoscrizione che chiudeva la tavoletta della *Effemeridi* è venuta a collocarsi nel corso del testo, ed occupa ora la linea 33 nella faccia posteriore. Da essa apprendiamo che le *Effemeridi* derivano da un originale scritto a Babilonia, e poco vi è a dubitare che da Babilonia sia pure venuto l'originale delle *Osservazioni*. La parola Kisruta che abbiamo tradotto per *calcolazioni*, domanda qualche schiarimento. Certamente non è permesso tradurla per *osservazioni*: i risultati esposti nelle *Effemeridi* non sono osservazioni, ma calcoli ripetuti 12 volte su diversi numeri secondo una medesima regola¹⁸⁶. Il verbo *Kasâru* da cui deriva significa legare con arte,

¹⁸⁵ Gli esempi sono numerosissimi; alcuni si possono vedere presso DELITZSCH, *Handw.*, p. 239.

¹⁸⁶ I Babilonesi e gli Assiri avevano una parola propria per esprimere l'osservazione astronomica, cioè *tâmarta*, nome formato dal verbo *amâru* che significava vedere, osservare. L'osser-

comporre ordinatamente: perciò lo si adoperava per esprimere la composizione di un edificio per mezzo di struttura regolare di mattoni, l'ordinamento delle schiere in una battaglia, la combinazione di un piano o di un disegno per qualsiasi scopo. Quindi il nome di *Kisru* per designare un esercito in assetto di battaglia, o una parte ordinata di esso, una schiera¹⁸⁷. Ora di un calcolo, forse più che di qualunque altra cosa, si può dire che ha una composizione ordinata. Noi disponiamo in esso le cifre per file e per isquadre, come i soldati in un corpo di truppa; e altrettanto dovean fare i Babilonesi e gli Assiri, quantunque il loro modo di scrivere i numeri rassomigliasse più a quello dei Romani che al nostro. Ed in un calcolo ogni cifra è collegata colle altre con arte

vatorio era da essi denominato *bit tâmarti*, cioè casa di osservazione. Un astronomo riferisce al re: «il giorno 29 abbiám fatto veglia, ma l'osservatorio era coperto di nuvole, non abbiám veduto la Luna» (V. III R SI, n. 6; e SAYCE, *Transactions of the Society of Biblical Archaeology*, Vol. III, p. 231: inoltre, DELITZSCH, *Assyrische Lesestücke*, 4^a ed. p. 80; lo stesso, *Handw.*, p. 91.

¹⁸⁷ DELITZSCH, (*Handw.*, p. 591) pensa anzi che questo nome servisse a designare una determinata divisione dell'esercito, come da noi sarebbe un reggimento o un battaglione.

uguale a quella che collega i mattoni di un edificio; anzi maggiore, perchè, sbagliata una cifra, è sbagliata ogni cosa, mentre un edificio può resistere alla sottrazione o al deterioramento di un mattone o anche di più. Per tali ragioni mi sembra ora plausibile interpretar *Kisruta* per calcolazioni, aspettando che nuova luce venga fatta sull'argomento.

§ 6. - RISULTATI ASTRONOMICI CONTENUTI NELLE EF-FEMERIDI.

Anche per lo studio astronomico dei nostri documenti sarà utile trascrivere sotto forma tabellare i numeri in essi contenuti. Questi consistono essenzialmente in date, espresse in giorni dei mesi del calendario babilonese, senza alcuna indicazione d'anno. Per rendere più facile la comparazione delle une colle altre, sarà vantaggioso surrogare al nome babilonico di ciascun mese il numero d'ordine che esso occupava nell'anno. Noi porremo quindi

Nisannu	=	I	Tašritu	=	VII	
Airu	=	II	Arah samna	=	VIII	Mese inter-
						calare
Sivanu	=	III	Kisilivu	=	IX	
Duzu	=	IV	Tebêtu	=	X	Ulûlu II =
VI ²						
Abu	=	V	Schabatu	=	XI	

Ulûlu = VI Addaru = XII

Del mese intercalare Addaru II non occorre menzione nella presente tavoletta. Pertanto invece del giorno 9 del mese di Arah samna, scriveremo VIII 9; e invece del giorno 7 del mese di Ulûlu II scriveremo VI²⁷.

Con questo sistema la discussione delle date contenute nelle *Effemeridi*, diventa semplicissima. Se in ciascuna sezione di queste (vedine il testo § 3) consideriamo soltanto la data del primo fenomeno, e raccogliamo queste date in una serie, avremo quanto segue:

Sezione	1 ^a	I	2	Sezione	7 ^a	VII	8
—	2 ^a	II	—	—	8 ^a	VIII	9
—	3 ^a	III	4	—	9 ^a	IX	10
—	4 ^a	IV	5	—	10 ^a	X	11
—	5 ^a	V	6	—	11 ^a	XI	12
—	6 ^a	VI	7	—	12 ^a	XII	13

Cioè ogni data si ottiene aggiungendo alla data precedente un mese e un giorno. La serie dei giorni però non comincia con 1, come si potrebbe aspettare, ma comincia con 2 e finisce con 13.

Questa progressione non sembra esser altro che un puro *lusus ingenii*, e non ha alcuna ragione nella natura delle cose. Infatti le 12 date non si riferiscono a fenomeni identici, o almeno ricorrenti ad uguali intervalli; quelle delle sezioni impari 1^a 3^a 5^a 7^a 9^a 11^a esprimono epoche di apparizioni orientali di Venere, mentre quelle delle sezioni pari 2^a 4^a 6^a 8^a 10^a 12^a esprimono epoche di

apparizioni occidentali. Da una delle prime alla seguente delle seconde l'intervallo è di 11 mesi e 5 giorni; da una delle seconde alla seguente delle prime è soltanto di 8 mesi e 12 giorni. Quelle 12 date del resto, dato lo scopo delle *Effemeridi*, sono affatto arbitrarie, come si vedrà. Noi le distingueremo col nome di *radici*. Essendo dunque diversi i fenomeni considerati nelle sezioni impari e nelle sezioni pari, sarà permesso di raccogliere separatamente i numeri delle une e delle altre, ottenendo così due tavole di materia in sè omogenee, come si vede qui appresso.

Nella prima colonna sono le radici. I numeri dell'originale contengono alquanti errori, dei quali la correzione è però dovunque evidente: i numeri corretti sono stati aggiunti fra parentesi

Tavola I.

SEZIONI IMPARI. PRINCIPIO NELLE APPARIZIONI
ORIENTALI.

Sezione	Apparizioni orientali	Disparizioni orientali	Apparizioni occidentali
1	I. 2	IX. 7	XII 8(7)
3	III. 4	XI. 8 (9)	II. 9
5	V. 6	I. 11	IV. 11
7	VII. 8	III. 13	VI. 13
9	IX. 10	V. 15	VIII. 15
11	XI. 12	VII. 17	X. 17

Tavola II.

Sezioni pari. Principio nelle apparizioni occidentali.

Se- zione	Apparizioni occidentali	Disparizioni occidentali	Apparizioni orientali
2	II. ... (3)	X. 8	X. 15
4	IV. 5	XII. 10	XII. 7 (17)

6	Vi. 7	II. 12	II. 9 (19)
8	VIII. 9	V. 15 (IV. 14)	V. 11 (IV. 21)
10	X. 11	VI. 16	VI. 23
12	XII. 13	VIII. 18	VIII. 25

Se adesso nella prima tavola facciamo le differenze orizzontali, avremo gli intervalli di tempo supposti correre dalle apparizioni orientali alle disparizioni orientali, che è quanto dire il tempo in cui Venere è visibile come stella del mattino; avremo inoltre il tempo trascorso dalle disparizioni orientali alle apparizioni occidentali, che è quanto dire gl'intervalli d'invisibilità di Venere nelle congiunzioni superiori. Ora a colpo d'occhio si vede che i primi intervalli son tutti uguali fra loro, cioè di 8 mesi e 5 giorni: tale è dunque, secondo queste tavole, la durata della visibilità di Venere come Eosforo. Similmente si trova che i secondi intervalli son tutti uguali anch'essi, di tre mesi esatti: tale è dunque, secondo questa tavola, la durata per cui Venere rimane invisibile nella congiunzione superiore.

Risultati consimili si ottengono facendo le differenze orizzontali nella seconda tavola. Anche qui si ottengono differenze orizzontali costanti fra le epoche della 1^a e della 2^a colonna, fra quelle della 2^a e della 3^a. Anche qui da tutte le sezioni si conclude che l'intervallo dalle apparizioni occidentali alle disparizioni occidentali è di 8 mesi e 5 giorni, durata della visibilità di Venere

come Espero; e che l'intervallo dalle disparizioni occidentali alle apparizioni orientali da tutte le sezioni è definito in 7 giorni, durata per cui, secondo l'autore delle *Effemeridi*, Venere rimane invisibile nelle congiunzioni inferiori.

Questa perfetta costanza degli intervalli e la regolarità delle progressioni nelle varie colonne mostrano nel modo più evidente che qui non si tratta di osservazioni, ma di calcoli eseguiti secondo un principio costante. E si ravvisa anche facilmente lo scopo per cui questi calcoli furono istituiti. La prima tavola infatti serve a facilitare la risoluzione del seguente problema: *Data l'epoca di una apparizione orientale di Venere effettivamente osservata, determinare l'epoca della conseguente disparizione e dell'apparizione occidentale consecutiva*. Se per esempio un'apparizione orientale di Venere è stata osservata il giorno 10 del mese *Abu*, cioè sotto la data V.10, coll'aiuto della prima tavola troveremo facilmente, aggiungendo 4 giorni a tutte le date della linea terza, che la seguente disparizione avrà luogo alla data I. 15, cioè il 15 di *Nisannu* dell'anno dopo; e l'apparizione occidentale consecutiva alla data IV. 15, cioè il 15 di *Dûzu*.

La seconda tavola serve a facilitare la risoluzione dell'altro problema: *Data l'epoca di una apparizione di Venere in occidente, trovare quando sparirà da quella parte e quando riapparirà in oriente*. Se per esempio Venere è stata osservata nella sua apparizione occidentale sotto la data XI. 22 (cioè il giorno 22 del mese di *Šabâtu*), coll'aiuto della penultima linea si troverà, aggiungendo un mese

e 11 giorni a tutte le date in essa contenute, che il pianeta scomparirà dall'occidente alla data VII. 27, cioè il giorno 27 di Tašritu dell'anno dopo, e farà la sua ricomparsa in oriente alla data VII. 34, invece della quale si dovrà scrivere VIII. 5 o VIII. 4 (Arah-samna 5 o Arah-samna 4) secondo che il mese VII è supposto di 29 o di 30 giorni.

Come si vede, in questi calcoli può nascere una certa ambiguità proveniente dalla differente durata dei mesi, la quale può esser ad arbitrio supposta di 29 o di 30 giorni. Ciò avviene tutte le volte che nella somma dei giorni si eccede il numero 29. Nelle sue tavole l'autore delle *Effemeridi* ha evitato tale inconveniente usando due precauzioni. Prima col fare relativamente piccolo il numero dei giorni nelle sue radici (da 2 a 13). Così in nessuna delle date la somma dei giorni eccede 17 nella prima tavola e 25 nella seconda; ciò che non sarebbe avvenuto per esempio, se egli avesse fatto progredire le radici, non di un mese e un giorno, ma di un mese e due giorni o di un mese e tre giorni ecc. In secondo luogo, limitando le predizioni a due fenomeni consecutivi a quello che effettivamente è stato osservato. Se per esempio egli avesse voluto aggiungere alle sue tavole una colonna di più e predire tre fenomeni invece di due, tale colonna sarebbe riuscita così:

Nella Tav. I		Disparizione occidentale	Nella Tav. II		Disparizione orientale
		VIII. 12			VI. 20
		X. 14			VIII. 22
		XII. 16			X. 24
		II. 18			XII. 26
		IV. 20			II. 28
		VI. 22			IV. 30

dove già in una delle date il numero dei giorni eccede il 29, ed è quindi di dubbioso significato, potendosi indifferentemente interpretare come 30 di *Dûzu* o come 1 di Abu.

Interessante non solo per l'astronomia antica, ma anche per la moderna è la determinazione dei quattro intervalli di visibilità e d'invisibilità di Venere durante una rivoluzione sinodica: tanto più che in queste cose l'osservatore moderno non ha alcun vantaggio sull'antico, anzi nel più dei casi gli è inferiore per acutezza di vista, per trasparenza di atmosfera e per l'esercizio dell'osservare ad occhio nudo. Riassumendo tali intervalli e riducendoli in giorni in ragione di $29\frac{1}{2}$ giorni per ogni mese, abbiamo:

	mesi	giorni	
Invisibilità nella congiunzione inferiore	0	7	in giorni
		7	
Visibilità di Eosforo a levante	8	5	
	»	241	
Invisibilità nella congiunzione superiore	3	0	
	»	88,5	
		224	

Visibilità di Espero a ponente	8	5
»	241	
Totale, rivoluzione sinodica	19	17
»	577,5	

Pertanto vediamo che l'autore delle *Effemeridi* ha assegnato alla rivoluzione sinodica di Venere una durata di 6,5 giorni inferiore alla vera, che è di quasi 584 giorni. Noteremo più sotto che dalle stesse *Osservazioni* babilonesi contenute nella nostra tavoletta si può dedurre per tal rivoluzione un valore molto più approssimato.

Si potrebbe ora proporre la questione: Queste durate della rivoluzione sinodica e delle sue quattro parti sono esse il risultato di calcoli fatti sulle *Osservazioni* esposte nella tavoletta, oppure ne sono indipendenti? E data quest'ultima alternativa, sono le *Effemeridi* anteriori alle *Osservazioni*, o le *Osservazioni* alle *Effemeridi*? Senza entrare in troppo minute e lunghe discussioni dirò l'opinione che mi sono formato in proposito. Non credo che un numero così lontano dal vero, come quello supposto adottato nelle *Effemeridi* per la rivoluzione sinodica di Venere, si possa derivare da una serie di osservazioni che ha durato almeno per 10 di tali rivoluzioni sinodiche. L'errore di 6,5 giorni per una rivoluzione ne importa uno di 65 giorni per 10 rivoluzioni, che io credo affatto impossibile, specialmente considerando che i fenomeni

della disparizione vespertina e dell'apparizione mattutina non comportano che un errore di pochissimi giorni, tre o quattro al più. Mi sembra invece assai probabile che le *Effemeridi* siano state costruite sopra elementi più imperfetti, anteriori alle *Osservazioni*: ciò perchè gli osservatori avessero campo di prepararsi alle osservazioni stesse, mediante una previsione approssimata dell'epoca in cui dovevasi aspettare un dato fenomeno. È un procedimento che si usa ad ogni istante anche dagli osservatori moderni. Senza una tale preparazione, l'osservazione esatta di un'eclisse o del ritorno di certe comete o anche solo del passaggio di un astro al meridiano, sarebbe impossibile, o almeno estremamente laboriosa e difficile. Il fatto poi, che nell'esemplare di Babilonia si trovi la tavoletta delle *Effemeridi* unita alle tavolette contenenti le *Osservazioni*, in maniera che allo scriba di Ninive parvero parti di un medesimo lavoro, conferma questo modo di vedere. Le une e le altre provenivano forse dall'eredità di un astronomo babilonese, il quale si era servito delle prime per facilitare l'opera molto più importante contenuta nelle seconde.

§ 7. — ALCUNI PERIODI CONCERNENTI IL PIANETA VENERE.

I. - Prima di entrare nella discussione delle *Osservazioni* sarà utile richiamare alcuni dati numerici. Secondo Leverrier i medi movimenti siderali diurni di Venere e della Terra sono

per Venere 5767",6698
per la Terra 3548 ,1927.

La differenza 2219",4771 sarà il medio moto sinodico diurno di Venere; dividendo per essa il numero 1296000" dei secondi contenuti nella circonferenza, si otterrà la

rivoluzione sinodica di Venere = giorni 583,9213.

È questo il valore medio, quale avrebbe luogo quando i movimenti angolari dei due pianeti intorno al Sole fossero uniformi; quello che segnerebbe l'intervallo costante fra due congiunzioni inferiori (o superiori) consecutive del pianeta col Sole. Le ineguaglianze dei movimenti e in piccola parte anche l'inclinazione delle due orbite fa sì che l'intervallo effettivo fra due congiunzioni consecutive inferiori (o superiori) può variare fra 581,6 e 586,3 giorni. Irregolarità analoghe e del medesimo ordine di grandezza hanno luogo negli intervalli che riconducono per Venere le apparizioni e le disparizioni del medesimo nome. Di que-

ste, in quanto han dovuto manifestarsi nelle osservazioni babilonesi di Venere, avremo a discorrere più tardi. Qui consideriamo soltanto l'andamento medio ed uniforme dei fenomeni.

II. - Comparando fra loro la durata dell'anno tropico 365,2422 giorni e la durata della rivoluzione sinodica di Venere 583,9213 giorni, si vedrà facilmente che esse stanno fra loro quasi esattamente nel rapporto di 5:8, o in altri termini che in 8 anni si compiono prossimamente 5 rivoluzioni sinodiche. La relazione precisa è data dal calcolo seguente:

$$\begin{array}{rcl} 8 \times 365,2422 & = & 2921,9376 \text{ giorni} \\ 5 \times 583,9213 & = & \underline{2919,6065} \text{ giorni} \\ \text{La differenza è} & & 2,3311 \text{ giorni} \end{array}$$

cioè quasi esattamente 2 giorni ed 8 ore. Pertanto quando si tenga ragione solo dei moti medi, possiamo dire che se a una certa data dell'anno ha avuto luogo una congiunzione superiore od inferiore di Venere, un'altra simile congiunzione avrebbe luogo otto anni più tardi ad una data di 2 giorni 8 ore anteriore, se il calendario seguisse esattamente il corso del Sole. Ma questo succederà assai prossimamente nel medesimo modo anche quando si considerino, non i moti medi, ma i moti veri della Terra e di Venere. Infatti in capo ad otto anni completi le posizioni dei due pianeti sulle rispettive orbite essendo ridivenute identiche o quasi identiche, l'effetto dell'eccentricità e dell'inclinazione sull'epoca della congiunzione tornerà ad esser press'a

poco il medesimo. Anche le osservazioni della disparizione di Venere e della sua riapparizione si ripeteranno dopo otto anni in circostanze quasi identiche, quasi identiche essendo l'inclinazione dell'eclittica sull'orizzonte e l'effetto dei crepuscoli solari. Osservando pertanto la medesima apparizione o disparizione in capo ad otto anni (cioè in capo a cinque rivoluzioni sinodiche), si potrà determinare la durata di una rivoluzione sinodica con un certo grado di approssimazione, trovandosi quasi del tutto eliminate le cause che producono le ineguaglianze nel periodo sinodico e nel ritorno dei fenomeni che da questo dipendono. E dall'accordo fra le date del calendario solare corrispondenti ad osservazioni ripetute sul medesimo fenomeno in capo ad otto anni, si potrà desumere un criterio sicuro per giudicare del grado di fede che meritano quelle osservazioni.

III. - Ma un criterio analogo ci è offerto dal corso della Luna. Il periodo di 8 anni (ottaeteride) era usato anticamente dai Greci per determinare le lune intercalari del loro calendario. Otto anni infatti equivalgono prossimamente, non solo a cinque rivoluzioni sinodiche di Venere, ma anche a 99 lunazioni; onde una relazione fra il corso di Venere e quello della Luna utilissima specialmente nel nostro caso, in cui le date sono espresse secondo il calendario lunisolare dei Babilonesi. Supponendo che la durata di una lunazione sia di giorni 29,53059, e adottando per la rivoluzione sinodica di Venere il valore sopra calcolato, abbiamo:

$$\begin{array}{rcl} 99 \text{ lunazioni} & = & 2923,5283 \text{ giorni} \\ 5 \text{ rivol. sinod. di Venere} & = & \underline{2919,6065} \text{ giorni} \end{array}$$

$$\text{La differenza è} \quad 3,9218 \text{ giorni}$$

Dal che appare, che tenendo ragione soltanto dei movimenti medi, se un certo fenomeno di Venere ha avuto luogo in un certo giorno di un certo mese lunare, lo stesso fenomeno dopo otto anni dovrà ripetersi nel medesimo mese dell'anno, anticipando però sulla Luna di quasi quattro giorni. Quando le lunazioni siano determinate dall' osservazione diretta della Luna nuova (come sembra fosse uso dei Babilonesi), una tale anticipazione potrà esser aumentata o diminuita di alcune ore in conseguenza delle deviazioni della Luna dal suo moto medio, e soprattutto per la posizione variabile del nodo ascendente dell'orbita lunare. Ma limitandoci ai moti medi, e assumendo il numero 3,9218 giorni come anticipazione costante di una congiunzione media di Venere nel suo ritorno in capo ad 8 anni rispetto all'età della Luna, vedremo che col sommarsi di 8 in 8 anni, queste anticipazioni verranno a formare un mese intiero in capo ad ottenni 29,53059

3,9218 o ad anni 60,2388. Ma questo non essendo un numero intiero di ottenni, si dirà più propriamente che la congiunzione media di Venere, ad intervalli talvolta di 56 anni, tal'altra di 64, ritorna a prodursi press'a poco sotto la medesima fase della Luna, cioè sotto un'età della Luna poco differente. Perchè, quando sia

stata determinata una congiunzione media di Venere in un dato mese, dopo 56 anni la stessa congiunzione media avrà anticipato in 56 anni di giorni $7 \times 3^d,9218 = 27^d,4526$, che fa una lunazione meno $2^d,0780$, e in 64 anni avrà anticipato giorni $31^d,3744$, che fa una lunazione più $1^d,8438$.

IV. — Consideriamo ora la posizione che Venere e la Terra occupano nelle loro orbite quando sono congiunte rispetto al Sole in una medesima longitudine eliocentrica, o in altri termini, quando rispetto a noi Venere si trova in congiunzione inferuore col Sole. Se noi supponiamo dapprima che il rapporto della rivoluzione sinodica di Venere alla durata dell'anno tropico sia esattamente di 8:5, facilmente potremo dimostrare che Venere e la Terra non potranno esser congiunte rispetto al Sole che in cinque determinate longitudini eliocentriche. Ponendo mente infatti che in tal caso durante una rivoluzione sinodica la Terra de-

scrive $\frac{8}{5}$ della sua orbita, cioè fa $1 + \frac{3}{5}$ della sua rivoluzione e Venere $2 + \frac{3}{5}$ della sua; se chiamiamo λ la longitudine in cui ha avuto luogo una prima congiunzione dei due pianeti, avremo:

la 2 ^a congiunzione nella longitudine	$\lambda + \frac{3}{5} 360^\circ = \lambda + 216^\circ$
la 3 ^a « « «	$\lambda + \frac{6}{5} 360^\circ = \lambda + 432^\circ$
la 4 ^a « « «	$\lambda + \frac{9}{5} 360^\circ = \lambda + 648^\circ$

$$\text{la } 5^{\text{a}} \quad \ll \quad \ll \quad \ll \quad \lambda + \frac{3}{5} 360^{\circ} = \lambda + 216^{\circ}$$

$$\text{la } 6^{\text{a}} \quad \ll \quad \ll \quad \ll \quad \lambda + \frac{3}{5} 360^{\circ} = \lambda + 216^{\circ}$$

e detraendo le circonferenze intiere, troveremo che le congiunzioni considerate dei due pianeti avranno luogo nelle longitudini λ , $\lambda+216^{\circ}$, $\lambda+72^{\circ}$, $\lambda+288^{\circ}$, $\lambda+144^{\circ}$, λ , e che nella sesta congiunzione i pianeti occuperanno i medesimi punti sulle loro orbite che nella prima, nella settima i medesimi che nella seconda, e così perpetuamente ritorneranno le congiunzioni eliocentriche a riprodursi nei medesimi luoghi. Ciò significa in altri termini, che le congiunzioni inferiori di Venere saranno osservate dalla Terra soltanto quando il Sole occupi uno fra cinque determinati punti dell'eclittica, e quando ricorra uno fra cinque determinati giorni dell'anno tropico.

Le cose stanno in natura alquanto diversamente; le congiunzioni inferiori corrispondono bensì a cinque determinati luoghi del Sole sull'eclittica e a cinque determinati giorni dell'anno, ma gli uni e gli altri non sono assolutamente fissi, e si vanno lentamente spostando, i primi movendosi contro l'ordine dei segni, i secondi anticipando progressivamente sulle date del calendario. Noi abbiamo trovato più sopra che cinque rivoluzioni sinodiche di Venere durano giorni 2919,6065, mentre 8 anni tropici durano giorni 2921,9376, che è quanto dire $2^{\text{d}}, 3311$ di più. Ciò significa che se in un dato momento ha avuto luogo

una congiunzione, dopo otto anni un'altra congiunzione avrà luogo, anticipando però di $4^d,6622$. Ed è chiaro che dopo un nu-

mero di ottaeteridi espresso da $\frac{365,2422}{2,3311}$ l'anticipazione sarà di un anno tropico intero, cioè tornerà quella congiunzione a ripetersi esattamente alla stessa data. Abbiamo dunque che il tempo di una congiunzione retrograda poco a poco facendo il giro di

tutto l'anno in anni $8 \frac{365,2422}{2,3311}$, cioè in anni 1253,46. Ed in un egual periodo farà il giro di tutta l'eclittica (cioè partendo dall'equinozio di primavera ad esso ritornerà) il punto ove si trova il Sole al momento di quella congiunzione. Anche qui il numero 1253,46 non essendo divisibile per 8, l'interpretazione vera sarà questa: che in 1248 anni il moto retrogrado del punto di congiunzione media non avrà ancora compiuto la intera circonvoluzione, ma in 1256 anni avrà già fatto qualche cosa di più. Un ritorno più esatto si avrà combinando insieme i due periodi, il che dà anni 2502.

V. - Ma abbiám veduto che in una ottaeteride hanno luogo cinque congiunzioni in epoche equabilmente distribuite ad intervalli uguali lungo l'anno tropico quando si considerino soltanto i movimenti medi. Perciò in 1253,46 anni passeranno per una certa data dell'anno tropico cinque congiunzioni nel loro moto retrogrado; in altri termini le congiunzioni si rinnoveranno alla medesima data dell'anno tropico non solo in capo a 1253,455,

ma anche ad intervalli della quinta parte di tal periodo, cioè ad intervalli di anni 250,691. E tale conclusione sarà ancor valida quando, invece del ritorno delle congiunzioni medie alla medesima data dell'anno tropico, si tratti del ritorno delle congiunzioni effettive: soltanto, in tal caso è condizione necessaria che gli elementi delle orbite della Terra e di Venere si possano considerare come invariabili nel tempo. Le variazioni secolari dei detti elementi producono una lenta variazione nel periodo di quei ritorni, della quale sarà necessario tener conto quando si vogliano comparare congiunzioni fra loro distanti più migliaia d'anni.

L'utilità di questo periodo è manifesta. Se noi riusciamo a determinare in tempo a noi vicino l'epoca di una congiunzione media, la quale rispetto all'equinozio di primavera abbia nell'anno tropico la stessa posizione che risulta per una delle congiunzioni medie deducibili dalle osservazioni babilonesi, potremo inferirne che l'intervallo fra le due congiunzioni è un multiplo di anni 250,69, e fissare in questo modo una serie di epoche a cui le osservazioni stesse possono essere riferite. Ma per giungere a questo intervallo bisogna prima aver determinato quale fosse negli anni lunisolari del calendario babilonese la posizione variabile dell'equinozio di primavera rispetto al novilunio apparente con cui cominciava il mese di *Nisannu*.

§ 8 - IL CALENDARIO BABILONESE E L'EQUINOZIO DI PRIMAVERA.

Noi assumiamo come provato che il calendario babilonese, a cui si riferiscono le date registrate nella tavoletta K 160, sia un calendario lunisolare simile a quello usato dai Greci, con mesi lunari regolati di quando in quando sull'osservazione apparente, e con anni disuguali ora di 12 ora di 13 lune, determinati in modo da impedire che il principio dell'anno si allontanasse troppo dall'equinozio di primavera. Di ciò le osservazioni stesse che stiamo discutendo offrono certo argomento. Due volte occorre nelle date il mese intercalare *Ulûlu II*. Inoltre, come si vedrà, la durata della rivoluzione sinodica dedotta da queste osservazioni, si accorda bene colla vera durata soltanto quando si ammette che ciascun mese contenesse all'incirca $29\frac{1}{2}$ giorni. Mesi convenzionali di 30 giorni, quali furono ripetutamente proposti¹⁸⁸, sono affatto da escludere.

Con quali regole i Babilonesi determinassero il principio e la durata di ciascun mese, è affatto incerto. Non è probabile che lo facessero colla osservazione diretta del novilunio apparente, e

¹⁸⁸ Vedi *Proceedings of the Society of Biblical Archaeology*, vol. XIX, anno 1897, dove si trovano raccolti diversi argomenti *pro* e *contra* questa ipotesi.

che si aspettasse a stabilire il principio del mese, quand'esso era già cominciato. Popolo colto, di estese e frequenti relazioni commerciali ed accuratissimo nel definire i diritti e gli obblighi risultanti da tutti gli atti civili, i Babilonesi dovettero possedere un calendario stabilito preventivamente almeno d'anno in anno, senza dover dipendere a ogni momento da osservazioni che l'intemperie atmosferica potea spesso render difficili e qualche volta impossibili. Che nel comporre tale calendario si facesse attenzione continuata al corso della Luna per evitare che il principio del mese avesse a discostarsi in modo troppo evidente e con troppa frequenza dai noviluni osservati, è naturale; e se ne hanno anche prove sicure nelle relazioni degli astronomi di corte, trovate nelle rovine di Ninive, ed in altri documenti astronomici; dove le osservazioni dello sparire della Luna nei raggi solari coincidono sempre cogli ultimi giorni del mese, quelle dei pleniluni coi giorni 14 e 15¹⁸⁹. Della cura che i Babilonesi mettevano nel mantenere i loro mesi in armonia col corso della Luna, si ha anche documento in questo, che essi non si contentavano di alternar mesi pieni e cavi di 30 e di 29 giorni, ma sapendo che la durata media di una lunazione è alquanto maggiore di 29 ½

¹⁸⁹ Diversi esempi presso SAYCE, *Astronomy and Astrology of the Babilonians*, in *Transactions of the Society of Biblical Archaeology*, vol. III, pp. 210-221 e 226-234.

giorni, provvedevano a questo eccesso col dare di tanto in tanto 30 giorni a due mesi consecutivi¹⁹⁰. Essendo dunque per noi diventato impossibile di conoscere le durate esatte dei singoli mesi citati nelle *Osservazioni*, la comparazione fra due date qualsiasi in esse riferite non si potrà fare con intiera precisione. Non ci rimarrà altro ripiego che quello di supporre un esatto parallelismo fra il corso dei mesi babilonesi e il corso della Luna, supposto di progressione uniforme. Pertanto nei calcoli che seguiranno supporremo la durata di una lunazione del calendario babilonico uguale a giorni 29,5306. Dell'errore che in tal modo si commetterà non è facile stimare la grandezza; sembra però che non si

¹⁹⁰ Ciò risulta evidente dalle date dei documenti babilonesi d'ogni genere pubblicati dal P. Strassmaier sotto il titolo *Babylonische Texte, von den Thontafeln des Britischen Museums copirt und autographirt von J. N. STRASSMAIER S. J.*: cinque volumi contenenti in tutto più di 3000 testi delle epoche comprese fra il cominciar del regno di Nabucodonosor e la fine di quello di Dario I. La maggior parte di questi documenti porta la sua data. Percorrendone la serie si trovano più casi di due mesi consecutivi segnati col loro giorno trentesimo. Così si hanno per l'anno primo di Nabonido documenti del 30 *Nisannu* e del 30 *Airru*; per l'anno 4° di Nabonido, documenti del 30 *Abu* e del 30 *Ulûlu*; per l'anno 7° di Cambise documenti del 30 *Tebêtu* e del 30 *Šabatu*,

possa ragionevolmente stimarlo a più di 1 o 2 giorni, tenendo pure conto delle irregolarità inevitabili nell'osservazione della Luna nuova e della necessità di dare ad ogni lunazione un numero intero di giorni, 29 o 30.

Eguualmente sconosciuta è la norma secondo cui si faceva la distribuzione degli anni di 13 mesi. I documenti babilonesi pubblicati dallo Strassmaier¹⁹¹ fanno menzione abbastanza frequente di lune intercalari, e col loro soccorso è stato possibile stabilire un certo numero d'anni intercalari (circa 30) per l'intervallo compreso fra il principio del regno di Nabucodonosor II e la fine del regno di Dario I (604-485 av. Cr.). Ma considerando questa serie, non vi si può ravvisare alcun periodo regolare, ed alcuno potrebbe anzi esser condotto a dubitare che ancora in quello spazio di tempo a Babilonia non si avesse alcuna idea nè del ciclo di Metone, nè dell'ottaeteride già ai tempi di Dario I usata dai Greci. Si trovano in questa serie intercalazioni in due anni consecutivi¹⁹²

¹⁹¹ Vedi l'opera citata nella nota precedente.

¹⁹² Fra i documenti del regno di Ciro pubblicati dallo Strassmaier, sette sono datati dal mese intercalare *Ulûlu* dell'anno secondo di quel re (nn. 54-60), e cinque sono datati dal mese intercalare *Addaru* dell'anno terzo (nn. 148-152).

ed altre a quattro anni d'intervallo¹⁹³: cosa in entrambi i casi inconciliabile con un metodo regolare d'intercalazione. Fortunatamente per noi queste anomalie non sono di alcuna conseguenza. Nel corso dei 16 anni comprendenti le osservazioni di Venere qui discusse, ebbero luogo sei intercalazioni: due di queste sono direttamente indicate, mentre il luogo delle altre quattro si può dedurre dalle osservazioni stesse.

La maggior difficoltà è per noi lo stabilire quale posizione occupasse l'equinozio di primavera nel calendario babilonico al tempo delle osservazioni. Il dedurre questo elemento da tavole babilonesi dell'epoca arsacide, come ha fatto Mahler¹⁹⁴, risalendo alle epoche anteriori coll'aiuto del ciclo metonico, non può esser permesso a noi, dato il grande intervallo di tempo. Il modo irregolare con cui a Babilonia si trattava il problema delle lune intercalari ancora al tempo di Dario I e nelle epoche anteriori, ha dovuto produrre corrispondenti irregolarità anche nella posizione

¹⁹³ Fra i documenti di Nabonido pubblicati dallo Strassmaier nell'opera qui sopra citata, due (cioè i numeri 244 e 245) sono datati dall'Addaru II dell'anno sesto di quel re, e quattro dall'*Ululu* intercalare dell'anno decimo (nn. 436-439).

¹⁹⁴ MAHLER, *Zur Chronologie der Babylonier*, *Memorie dell'Acad. di Vienna*, classe fisic.-mat. vol. LXII.

dell'equinozio di primavera rispetto al calendario. Non è quindi possibile stabilire a priori alcun principio sicuro per la determinazione di questo elemento. Tuttavia esiste nei monumenti assiro-babilonesi finora conosciuti un certo numero di indicazioni da cui sembra pure si possa trarre qualche partito.

Le esplorazioni fatte recentemente sul suolo dell'antica Babilonia per conto della Società orientale germanica, hanno messo in luce un documento che si riferisce direttamente alla nostra questione¹⁹⁵. È una tavola che dà la lunghezza dei giorni e delle notti per il 1° e per il 15° di ciascun mese. La durata del giorno è massima e minima quella della notte il 15 Dusu; il 15 Tebetu invece si ha la minima durata del giorno e la massima della notte. Il giorno e la notte sono uguali il 15 Nisannu e il 15 di Tašritu. Gli intervalli fra i quattro cardini dell'anno, cioè i punti equinoziali e solstiziali, sono supposti di tre mesi intieri; onde è manifesto che i mesi son qui considerati come dodicesime parti dell'anno solare. Del resto il metodo di calcolo impiegato a formare questa tavola è straordinariamente rozzo, e il dato fondamentale d'osservazione (cioè la durata del giorno più lungo e del

¹⁹⁵ Pubblicato, tradotto e commentato da WEISSBACH, *Babylonische Miscellen*, Leipzig, 1903, pp. 50-51 e tavola XV n. 4. La tavoletta è stata trovata nel luogo chiamato Išân-il-aswad, a levante del luogo dove stava il celebre tempio di Esagila.

giorno più breve) molto lontano dal vero. Comparando l'uno e l'altro colla tavola tanto più perfetta che il P. Kugler ha estratto da tavolette babilonesi contemporanee agli Arsacidi¹⁹⁶, è lecito congetturare che il documento qui sopra descritto appartenga ad un'epoca molto anteriore, e rappresenti uno stadio molto più rudimentale dell'astronomia babilonese. Ma qual sia quest'epoca non è possibile dire con precisione.

La stessa disposizione simmetrica dei punti equinoziali e solstiziali nei giorni 15 dei mesi di Nisan, Tammuz, Tisri e Tebet si osserva anche in un altro documento pubblicato dal compianto George Smith¹⁹⁷, il quale ne ha dato la seguente interpretazione: «Dal 1° Adar al 30 Iyar il Sole è nella divisione della gran Dea: tempo di piogge e di aria tiepida. Dal 1° Sivan al 30 Ab il Sole è nella divisione di Belo: tempo delle messi e del caldo. Dal 1° Elul al 30 di Arahsamna il Sole è nella divisione di Anu: tempo di piogge e d'aria tiepida. Dal 1° di Kislev al 30 di Sabat il Sole è nella divisione di Ea: tempo freddo». Qui vediamo il corso annuo del Sole ripartito in quattro divisioni, corrispondenti ciascuna a tre mesi, delle quali i punti centrali sono quelli in cui il

¹⁹⁶ KUGLER, *Die Babylonische Mondrechnung*, pp. 77-81, Freiburg, 1900.

¹⁹⁷ G. SMITH, *Assyrian discoveries*, 2^a ed., pp. 404-405.

Sole passa il 15 di Nisan, di Tammuz, di Tisri e di Tebet. Smith è d'opinione che questi quattro giorni costituiscano i quattro cardini dell'anno, i giorni equinoziali e solstiziali. Anche di questa iscrizione non è indicata l'epoca.

Come dai descritti documenti appare, vi fu un certo tempo in cui correva presso i Babilonesi l'opinione, che l'equinozio di primavera avesse luogo prossimamente nel giorno 15 di Nisan. Dico prossimamente, perchè essi non ignoravano di certo che tale coincidenza, per la natura stessa del calendario lunisolare, non poteva aver luogo esattamente che assai di raro e come per caso. Noi dobbiamo pertanto interpretare la cosa nel senso, che l'istante dell'equinozio era supposto oscillare intorno al 15 Nisan, ora prima ora dopo nei diversi anni, senza mai molto discostarsi da quella data. E forse i loro autori eran giunti a comprendere, che con un sistema ben combinato d'intercalazione era possibile ottenere che l'equinozio non mai deviasse da quella data più d'un mezzo mese, e cadesse quindi sempre in qualche giorno del Nisan. Ma di questo nulla di certo dicono i monumenti, e ancora meno sappiamo con qual grado di precisione sapessero determinare la data dell'equinozio; anzi neppure è certo che le loro intercalazioni siano state stabilite con rispetto all'equinozio di primavera e non dietro osservazione di altri fenomeni di periodo annuo; fenomeni che tutto porta a credere astronomici, ma che in epoche più antiche han potuto anche essere meteorologici o di vegetazione.

Interessante sotto questo riguardo è quanto si legge nel già citato documento di George Smith. Dopo la quadripartita distribuzione dell'anno riferita qui sopra, segue: «Quando nel primo giorno di Nisan la stella di stelle e la Luna sono parallele, questo è anno giusto (cioè normale). Quando nel giorno 3 di Nisan la stella di stelle e la Luna sono parallele, quest'anno è pieno (cioè ha 13 mesi)». Questo passo ha dato luogo a molti dotti commenti¹⁹⁸, e giustamente è stato considerato come una regola per determinare fin dai primi giorni dell'anno se esso doveva esser comune od intercalare. E giustamente del pari è stato osservato che tale regola, connettendo la posizione della falce lunare nel novilunio apparente di Nisan con una stella, determinava un anno diverso dall'anno tropico, la differenza dipendendo dalla posizione occupata in cielo dalla stella di stelle. Da tutto ciò si conclude che per comprendere il significato della regola e misurarne le conseguenze rispetto alla questione qui discussa, sarebbe necessario conoscere due cose. Primieramente qual'è la stella o il gruppo designato col nome di stella di stelle; su di che le opinioni sono diverse, alcuni avendola identificata con *Capella*, mentre altri la considerano come rappresentante il gruppo delle

¹⁹⁸ SAYCE e BOSANQUET, *Monthly Notices of the R. A. S.*, vol. XXXIX, pp. 454-461; MAUNDER, *Monthly Notices of the R. A. S.*, vol. LXIV, pp. 497-500.

Pleiadi, venendo così a molto differenti conclusioni. In secondo luogo, poichè le stelle, pel fatto della precessione, mutano di posto rispetto al primo punto d'Ariete dove è il Sole al momento dell'equinozio di primavera, è necessario ancora sapere in quale epoca è stata stabilita la regola sopra descritta; perchè la posizione dell'equinozio rispetto al 1° Nisan determinata con quella regola, deve necessariamente mutarsi col tempo. Nè l'una nè l'altra cosa siamo in grado di conoscere: bisogna cercare altri argomenti.

Il metodo più sicuro per arrivare a sapere quale era nel calendario babilonese la posizione normale dell'equinozio, sarebbe senza dubbio quello di fare uno studio comparativo delle corrispondenze conosciute fra date babilonesi e date equivalenti del calendario giuliano. Ma è certo che per tale effetto non basta una corrispondenza isolata, nè due; infatti la posizione del 1° Nisan rispetto all'equinozio potendo variare da un anno all'altro di 15 giorni (e anche di più quando l'intercalazione del 13° mese non si faccia secondo uno schema regolare) in più ed in meno in confronto alla posizione normale, ogni corrispondenza isolata potrà essere lontana dal vero di 15 giorni in più ed in meno. Egli è certo tuttavia che quando si abbia di tali corrispondenze un numero sufficientemente grande perchè gli errori in più di alcune possano compensare gli errori in meno delle altre, secondo le leggi di possibilità degli errori accidentali, il risultato medio di

esse potrà avvicinarsi maggiormente al vero, purchè quelle corrispondenze sieno raccolte in un intervallo di non molti anni. Io ho fatto tre esperimenti di questo genere, i quali mi han dato risultati abbastanza concordi per tre epoche ripartite su un intervallo di quasi 400 anni, nel modo che è indicato qui appresso.

I. - Interpretando alcune effemeridi astronomiche babilonesi dell'epoca arsacide, il P. Epping e il P. Kugler¹⁹⁹ son giunti a stabilire le seguenti equazioni di nove date del calendario babilonese con date corrispondenti del calendario giuliano proleptico. Gli anni dell'era seleucide si suppongono contati al modo babilonese, cominciando dal 1° Nisan. 311 av.Cristo.

Anno 188 seleuc.	1 Nisan =	4 Aprile 124 av.Cr.	
« 189	« 1 Nisan =	25 Marzo 123	«
« 190	« 1 Nisan =	12 Aprile 122	«
« 201	« 1 Nisan =	10 Aprile 111	«
« 202	« 1 Nisan =	30 Marzo 110	«
« 208	« 1 Nisan =	25 Marzo 104	«
« 209	« 1 Nisan =	13 Aprile 103	«

¹⁹⁹EPPING e STRASSMAIER, *Astronomisches aus Babylon*, p. 39. KUGLER, *Die Babylonische Mondrechnung*, p. 33. Le prime cinque equazioni sono dovute al P. Epping, le ultime quattro al P. Kugler.

« 210 « 1 Nissan = 2 Aprile 102 «
 « 211 « 1 Nissan = 20 Aprile 101 «

La media delle 9 equazioni conduce a stabilire 1 Nisan = 5 Aprile per l'epoca 124-101 avanti Cristo. L'equinozio di primavera in quel tempo corrispondeva per lo più al 24 Marzo, anticipando così 12 giorni rispetto al 1° di Nisan. Designeremo d'or innanzi con N il numero di giorni che esprime il ritardo normale del principio dell'anno, o del 1° di Nisan, rispetto al giorno dell'equinozio di primavera. Così avremo per l'epoca 124-101 avanti Cristo, $N = + 12$.

II. - Da una tavoletta appartenente agli ultimi tempi dell'impero persiano, il P. Strassmaier ha dedotto la seguente serie d'equazioni fra date babilonesi e date giuliane corrispondenti²⁰⁰:

Anno 46 di Artaserse II 2 Ab = 19 Agosto 359
 av.Cr.
 « 1 di Ochos 26 Iyar = 4 Giugno 358 «
 « 2 di Ochos 13 Nisan = 12 Aprile 357 «
 « 10 di Ochos 21 Nisan = 21 Aprile 349 «

²⁰⁰ STRASSMAIER, *Zeitschrift für Assyriologie*, VII, p. 202. Non essendo a me accessibile questo volume, le trascrivo dall'opera di ED. MAHLER, *Forschungen zur alten Geschichte*, II, p. 466.

«	12 di Ochos	17 Iyar	= 25 Maggio	347	«
«	4 di Dario III	4 Nisan	= 27 Marzo	332	«
«	5 di Dario III	14 Nisan	= 25 Aprile	331	«

dalle quali si deducono approssimativamente queste altre, supposte tutte le lune di 29,53 giorni:

Anno 46 di Artaserse II	1 Nisan	= 22	Aprile	
359	av.Cr.			
« 1 di Ochos	1 Nisan	= 11 Aprile	358	«
« 2 di Ochos	1 Nisan	= 31 Marzo	357	«
« 10 di Ochos	1 Nisan	= 1 Aprile	349	«
« 12 di Ochos	1 Nisan	= 9 Aprile	347	«
« 4 di Dario III	1 Nisan	= 24 Marzo	332	«
« 5 di Dario III	1 Nisan	= 12 Aprile	331	«

e di queste la media sarebbe

$$1 \text{ Nisan} = 8 \text{ Aprile.}$$

L'incertezza di tale risultato è di parecchi giorni, i sette anni essendo male ripartiti rispetto al periodo dell'ottaeteride. In quel tempo l'equinozio di primavera soleva accadere addì 26 Marzo, e precedeva quindi di 13 giorni il 1° di Nisan. Perciò per gli anni 359-331 avanti Cristo, $N = + 13$.

III. - Fra i monumenti babilonesi del regno di Cambise pub-

blicati dallo Strassmaier è una tavoletta preziosissima²⁰¹, contenente dati astronomici per gli anni 7, 8 e 9 di Cambise. In essa si fa menzione di due eclissi di luna avvenuti in quell'anno il 14 di Tammuz e il 14 di Tebet. Il calcolo fatto colle tavole moderne ha confermato queste notizie, assegnando alla prima eclissi la data del 16-17 Luglio 523 avanti Cristo, e del 10 Gennaio 522 alla seconda. Combinando queste corrispondenze di date col fatto direttamente attestato che l'anno 7 di Cambise fu un anno intercalare, Mahler²⁰² ha dedotto le equazioni

Anno 7 di Cambise I 1 Nisan = 5 Aprile 523

av.Cr.

« 8 di Cambise I 1 Nisan = 24 Aprile 522 »

sulle quali si può ammettere l'incertezza di un giorno, non essendo ben accertata la distribuzione dei mesi pieni e cavi. Ora

²⁰¹ STRASSMAIER, *Inscripfen von Kambyfes. König von Babylon*, n. 400.

²⁰² ED. MAHLER, *Forschungen zur alten Geschichte*, II, p. 468. Circa la seconda equazione, Mahler, Epping ed Oppert sono interamente d'accordo; ma per la prima Oppert mette il 1° Nisan al 4 di Aprile, Mahler al 5, Epping al 6. Vedi anche STRASSMAIER, *Inscripfen von Kambyfes*, p. VIII della prefazione.

essendo note, per i documenti di Cambise sopra indicati, tutte le intercalazioni che ebbero luogo nel calendario babilonico durante il regno di questo re, e anche negli ultimi anni del regno di Ciro, non sarà difficile determinare approssimativamente, senza oltrepassare uno o due giorni di errore, altre equazioni analoghe per una serie d'anni compresa nel governo di quei due monarchi. Partendo infatti dall'equazione dell'anno 7° di Cambise 1 Nisan = 5 Aprile, e sapendo noi da quei documenti, che furono intercalari gli anni 6° e 9° di Ciro, e gli anni 3°, 5° e 7° di Cambise, formeremo facilmente la seguente tabella, dove, in mancanza di notizie positive sui mesi pieni e cavi, le durate dei mesi furon tutte supposte uguali a 29,53 giorni²⁰³:

²⁰³ Non si è potuto continuare questa tabella negli anni anteriori al 533 e nei posteriori al 521 essendovi qualche incertezza sulla posizione dell'anno intercalare che immediatamente precede e di quello che immediatamente segue gli anni qui sopra registrati. Nel principio del regno di Ciro in Babilonia e negli anni che lo precedettero sembra che l'intercalazione si facesse in modo molto irregolare. I documenti pubblicati dal P. Strassmaier suppongono intercalari gli anni 2, 3, 5, 6, 9 di Ciro; tale eccesso di frequenza fa credere che nel regno precedente si intercalasse troppo di raro. Strassmaier congettura che nel n. 219 dei documenti di Ciro si debba leggere anno 6° invece di anno 5°; con che risulterebbero intercalari nel regno di Ciro soltanto gli anni

Anni	Qualità	Equazioni	av.Cr.
Ciro	6 intercalare	1 Nisan = 26	Marzo
533			
«	7 com	1 Nisan = 14 Aprile	532
«	8 com	1 Nisan = 3 Aprile	531
«	9 intercalare	1 Nisan = 24 Marzo	530
Cambise	1 com	1 Nisan = 11 Aprile	529
«	2 com	1 Nisan = 31 Marzo	528
«	3 intercalare	1 Nisan = 20 Marzo	527
«	4 com	1 Nisan = 8 Aprile	526
«	5 intercalare	1 Nisan = 28 Marzo	525
«	6 com	1 Nisan = 16 Aprile	524
«	7 intercalare	1 Nisan = 5 Aprile	523
«	8 com	1 Nisan = 24 Aprile	522
«	9 intercalare	1 Nisan = 12 Aprile	521

Si vede qui che l'intercalazione, quantunque non assoggettata ad uno schema aritmetico uniforme (come è nell'ottaeteride e nel ciclo di Metone), raggiunge tuttavia abbastanza bene lo

2, 3, 6, 9.

scopo di contenere il principio del Nisan e dell'anno entro limiti non troppo larghi: infatti questo principio, nei 13 anni considerati, oscilla fra il 24 Marzo e il 24 Aprile, non discostandosi più di 16 giorni da una data media che sarebbe l'8,5 Aprile. Un risultato forse più prossimo al vero si avrà facendo la media delle 13 equazioni, la quale darebbe la relazione media

$$1 \text{ Nisan} = 6 \text{ Aprile.}$$

In quel tempo l'equinozio di primavera soleva avvenire il 27 Marzo, e secondo questo calcolo precedeva di 10 giorni il 1° di Nisan. Avremo dunque per l'epoca 533-521 avanti Cristo, $N = + 10$.

IV - Un altro gruppo di equazioni potrebbero fornire alcune eclissi dei secoli VII e VIII av. Cristo, di cui il prof. Lehmann ha raccolto notizie dai documenti di Assiria, e delle quali le circostanze sono state discusse da lui e dal prof. Ginzel sotto il punto di vista storico ed astronomico²⁰⁴. Ma fatta eccezione per una di esse (763 av. Cristo), rispetto alla cui identificazione non sembra

²⁰⁴ GINZEL, *Spezieller Kanon der Sonnen-und Mondfinsternisse für das Ländergebiet der klassischen Alterthumwissenschaften und den Zeitraum von 900 vor Chr. bis 600 nach Chr.*, Berlin, 1899. Le eclissi assiro-babilonesi sono trattate a pp. 235-262.

più possibile alcun dubbio, tutte le altre includono nel loro enunciato incertezze più o meno gravi, ed ammettono tutte più che una interpretazione. Per questo io ho creduto mio dovere escluderle dalla presente discussione. Dell'equazione fornita dall'eclissi del 763 av. Cristo che così rimane affatto isolata, non si è potuto tener conto. Similmente è stata esclusa l'eclissi totale osservata a Babilonia il 26 del mese di Sivan dell'anno 1070 av. Cristo secondo King, che si deve ridurre al 30 Luglio 1063 av. Cristo secondo Cowel²⁰⁵; prima perchè essa è isolata affatto; poi perchè la corrispondenza del 26 Sivan col 30 Luglio lascia adito a sospettare che il calendario babilonese fosse in quel tempo fuori dell'ordine consueto, così per la data delle lune nuove, come per l'intercalazione del mese.

V. - Neppure abbiamo creduto lecito di usare due osservazioni dirette dell'equinozio, le quali formano materia di due fra i molti rapporti astronomici scavati a Ninive, e sono pubblicate fra le *Cuneiform Inscriptions of Western Asia*, vol. III, tav. 51. Sebbene manchino affatto le indicazioni di tempo e di luogo, pure sembra probabile, considerato l'insieme delle circostanze, che le osservazioni in questione sian state fatte a Ninive sotto l'impero di qualcuno dei Sargonidi. Secondo l'una delle osservazioni «il

²⁰⁵ COWELL, *On the secular accelerations of the Moons Longitude and Node*, *Monthly Notices of the R. A. S.*, vol. LXV, pp. 861-867.

giorno 6 di Nisan il giorno e la notte si bilanciarono, sei *kaspu* di giorno e sei *kaspu* di notte». Identico è l'enunciato dell'altra osservazione, colla differenza che invece del 6 è assegnata all'equinozio l'epoca del 15 Nisan. Se queste osservazioni, come tutto porta a credere, sono state fatte a Ninive, misurando direttamente il tempo del giorno e quello della notte, esse sono certamente in ritardo. Stando infatti alla carta di Kiepert, la città di Ninive è fiancheggiata a levante e a ponente da colline a poca distanza, ed è a credere che l'orizzonte sensibile in essa sia notevolmente più alto che l'orizzonte razionale, specialmente nelle direzioni est ed ovest. Se ora si pensi che un'elevazione di 1° del primo orizzonte sul secondo importa quattro giorni di ritardo sull'epoca dell'equinozio, un ritardo di parecchie volte quattro giorni nelle date condizioni non sembrerà impossibile, pure ammesso che il tempo fra la levata e il tramonto del Sole sia stato misurato colla maggiore esattezza. Su questo non si potrebbe ragionar sicuramente se non quando fosse conosciuta con tutta precisione la topografia altimetrica del paese che è intorno a Ninive. Per quanto concerne l'errore possibile nella misura del tempo diurno e del tempo notturno, l'esempio dei Babilonesi che or ora adduremo, non ci permette di sperar molto; un quarto d'ora su tali durate, importa sull'epoca dell'equinozio un errore di 6 giorni, che può in parte compensare l'errore dovuto all'elevazione dell'orizzonte sensibile, ma può anche con uguale probabilità aggiungersi ad esso.

Conclusioni. - Accostando insieme i risultati ottenuti sotto i numeri I, II, III, abbiamo che il ritardo del 1° Nisan rispetto all'equinozio di primavera risulta

al tempo degli Arsa-	124 — 110 av. Cr.	N=	+	giorni	} Media N=+1 2
cidi		12			
degli ultimi Acheme-	359 — 331 » »	N=	+	»	
nidi		13			
dei primi Acheme-	533 — 521 » »	N=	+	»	
nidi		10			

Stante l'incertezza di parecchie unità che pesa sopra ciascuno di questi numeri, non abbiamo alcun motivo di supporre che l'intervallo N sia venuto crescendo o diminuendo col tempo, e le differenze si possono certamente ascrivere alla base imperfetta su cui ciascuno di quei dati si appoggia.

Tuttavia possiamo con una certa probabilità affermare che tal numero si è mantenuto press'a poco costante e poco diverso da +12 per un spazio di circa 400 anni, dal tempo di *Ciro* fino a tutto il primo secolo degli *Arsacidi*.

Sarebbe tuttavia imprudenza il concludere da questo che tale costanza abbia avuto luogo anche prima di *Ciro*, e noi non ci potremo permettere di presupporla per l'epoca delle *Osservazioni* di *Venere*, non solo anteriori a *Ciro*, ma anche alla distruzione di *Ninive*.

I documenti allegati in principio di questo paragrafo (pp. 163-166), ci conducono molto lontano da una tale supposizione, e richiederebbero anzi $N = -15$. Si dovranno dunque intavolare i calcoli in modo che abbiano a riuscire indipendenti da qualunque ipotesi preliminare circa il valore che il numero N potesse avere all'epoca delle *Osservazioni*.

§9. - ESAME CRITICO DELLE OSSERVAZIONI.

Venendo ora allo studio delle *Osservazioni*, ne disporremo i dati in forma tabellare, come si è fatto per le Effemeridi; anche qui, per ragioni di perspicuità, ai nomi babilonici dei mesi surrogheremo i nomi numerali secondo l'indice che è dato a p. 150. Nel quadro qui annesso le osservazioni sono disposte secondo l'ordine segnato nella tavoletta, e per comodità ciascuna è stata contrassegnata con un numero progressivo collocato fra parentesi, da (1) a (40), tenendo conto anche di quelle i cui dati sono perduti nelle purtroppo gravi lacune che il testo presenta. Ad ogni linea orizzontale corrispondono due sezioni consecutive del testo, e quattro osservazioni, con quest'ordine costante: I. disparizione orientale, II. apparizione occidentale, III. disparizione occidentale, IV. apparizione orientale. Per questo fatto, ciascuna delle quattro colonne verticali del quadro seguente I, II, III, IV si riferisce sempre a fenomeni della medesima specie. Fra

le colonne I e II è un'altra colonna, che ne contiene, secondo le indicazioni del testo cuneiforme, le differenze orizzontali, cioè gl'intervalli fra la data di ciascuna disparizione orientale e la data della consecutiva apparizione occidentale: sono questi gl'intervalli d'invisibilità di Venere osservati nelle diverse congiunzioni superiori. Similmente fra le colonne III e IV sono iscritte le loro differenze orizzontali che segnano, sempre secondo l'indicazione del testo cuneiforme, gl'intervalli d'invisibilità osservati nelle diverse congiunzioni inferiori. Il confronto di queste differenze colle differenze vere mette in luce molte gravi discordanze, specialmente nella colonna che è fra I e II, e mostra purtroppo con evidenza il misero stato in cui pervennero fino a noi anche i numeri sfuggiti alla totale distruzione. Nelle tre prime colonne del quadro lo stato delle cose è affatto disperato, sia per le maggiori lacune, sia per gli errori dei numeri: delle dieci linee orizzontali una sola sembra conservata nella sua primitiva integrità, cioè la terza, che contiene le osservazioni (9) e (10) ed il corrispondente intervallo.

Si aggiunga a questo che la disparizione orientale e l'apparizione occidentale presentano all'osservatore molto maggiore incertezza per fissare il giorno in cui avvengono; prima per esser l'astro molto men luminoso nelle vicinanze della congiunzione superiore; in secondo luogo soprattutto per la lentezza con cui in quella parte del corso sinodico varia l'elongazione apparente del Sole (circa 20' ogni giorno). Ciò spiega le discordanze di mesi

intieri fra numeri che dovrebbero esser press'a poco uguali²⁰⁶.

Le tre ultime colonne presentano anch'esse alcuni gravi errori di scritture, ma non è difficile riconoscerli ed anche trovarne le correzioni probabili. Inoltre le lacune sono molto minori e permettono di studiar bene i rapporti che questi numeri hanno fra di loro.

²⁰⁶ Tali sono le differenze, che si vedono fra le date (13) e (33), che secondo quanto qui sotto si mostrerà, dovrebbero esser poco differenti. Lo stesso dicasi delle date (18) e (38).

Quadro A

CONTENENTE LE OSSERVAZIONI SECONDO IL TESTO DI K. 160 PUBBLICATO DAL PROF. SAYCE

Sezione	I Disparizione orientale	Intervallo d'invisibilità nella coniunzione superiore	II Apparizione occidentale	III Disparizione occidentale	Intervallo d'invisibilità nella coniunzione superiore	IV Apparizione orientale
1 - 2	(1) (V. 21)	(2 mesi 11 giorni)	(2) (V.III). 2	(3) IV.25	7 giorni	(4) V. 2
3 - 4	(5) XII. 25	.....	(6) (VII)	(7) (III). 11	9 mesi 4 giorni	(8) XII. 15
5 - 6	(9) VIII. 10	2 mesi 6 giorni	(10) X. 16	(11) VI. 26	11 giorni	(12) VI ² . 7
7 - 8	(13) I. 9	5 mesi 16 giorni	(14) VI. 25	(15) II. 5	.....	(16)
9 - 10	(17) 10	 15 giorni	(18) XI. 11	(19) 10	1 mese 16 giorni	(20) VIII. 26
11 - 12	(21) 20	2 mesi 16 giorni	(22) 4	(23) 6	15 giorni	(24) 20
13 - 14	(25) XII. 26	3 mesi 9 giorni	(26) III. 20	(27) XII. 11	4 giorni	(28) (XII. 15)
15 - 16	(29) .....	.....	(30)	(31) VI ² . 1	15 giorni	(30) VI ² . 17
17 - 18	(33) III. 25	2 mesi 6 giorni	(34) VI. 24	(35) I. 26	7 giorni	(36) II. 3
19 - 20	(37) .....	.....	(38) XII. 28	(39) .....	.....	(40)

L'intervallo d'invisibilità nella congiunzione inferiore essendo sempre di pochi giorni, e dovendo le date della colonna IV sempre venir dopo le date corrispondenti della colonna III, gli sbagli di trascrizione furono men facili a commettere e più facili a scoprire dagli amanuensi stessi. Vi è inoltre un insieme di circostanze che limita molto la grandezza degli errori possibili dell'osservazione. Prima è la rapidità con cui nella congiunzione inferiore varia l'elongazione di Venere dal Sole ($1^{\circ}40'$ circa ogni giorno); in secondo luogo la rapidità con cui nel medesimo senso dell'elongazione varia lo splendore apparente del pianeta. Gli effetti di queste due cause si sommano, e le condizioni di visibilità nel crepuscolo si mutano tanto da un giorno all'altro, che in un atmosfera di purezza costante non dovrebbe esser possibile un errore di più che due giorni sulle date di apparizione e di disparizione. La variabile trasparenza dell'atmosfera nelle parti vicine all'orizzonte produce incertezze assai più grandi, le quali nel fatto possono sorpassare anche cinque o sei giorni, come dalle nostre discussioni risulterà.

Circa gl'intervalli d'invisibilità indicati nelle due colonne delle differenze una cosa ancora dobbiamo notare. Le osservazioni fatte dalla parte d'occidente (colonne II e III) hanno avuto luogo la sera poco dopo il tramonto, cioè al cominciare del *nychthemeron* secondo l'uso babilonico. Invece le osservazioni fatte dalla parte d'oriente (colonne I e IV) hanno avuto luogo la mattina, poco

prima dello spuntar del Sole, dunque circa 12 ore dopo il principio del *nychthemeron*. Ne risulta che gl'intervalli fra I e II devono ritenersi come diminuiti di mezza giornata, e che d'altrettanto devono ritenersi accresciuti gl'intervalli fra III e IV.

Continuità nella serie delle osservazioni. - Studiando attentamente quelle date del quadro sulle quali non sembra cadere alcun dubbio, si deduce una prima conclusione, dalla quale dipende tutto quello che seguirà: cioè che i numeri formano una serie unica e continuata, in cui le date dei quattro fenomeni di Venere si succedono senza interruzione per lo spazio di dieci rivoluzioni sinodiche consecutive, cioè di quasi sedici anni. In questo intervallo, che originariamente comprendeva 40 fenomeni, non esistono altre lacune che quelle provenienti dai guasti della tavoletta. Tale continuità della serie già si poteva argomentare dall'esistenza degl'intervalli d'invisibilità iscritti fra le colonne I e II e fra le colonne III e IV. Il computo di tali intervalli non avrebbe alcun senso, se le due date fra cui sono posti non appartenessero a due fenomeni consecutivi riguardo al tempo. Il che specialmente è visibile negl'intervalli compresi fra le colonne III e IV, dove gli errori di scrittura e di lettura sono pochi, e vi ha quindi maggior certezza nei numeri. Le osservazioni della serie vediamo così esser legate fra loro due a due in coppie, ed a ciascuna coppia corrisponde nel testo cuneiforme una delle sezioni in cui il testo è diviso, al modo che si vede riprodotto qui sopra al § 4. Che poi le successive coppie non siano indipendenti fra di loro,

e si succedano l'una all'altra contigue nell'ordine dei tempi, lo possiamo già argomentare da questo: che in ogni linea orizzontale (od in ogni quaterna di osservazioni consecutive) si hanno sempre quattro fenomeni diversi di Venere, secondo l'ordine osservato in natura: abbiamo sempre in I una disparizione orientale, in II una apparizione occidentale, in III una disparizione occidentale, in IV un'apparizione orientale; è naturale pensare che le quattro fasi di ciascuna linea appartengano ad una medesima rivoluzione sinodica. Se questo è, dobbiamo avere fra i dati della colonna II e quelli immediatamente seguenti della colonna III, un intervallo non molto diverso da otto mesi, quanti, secondo le *Effemeridi*, ne sogliono correre dall'apparizione occidentale alla disparizione occidentale. La cosa si verifica con sufficiente costanza dove non vi sono errori troppo gravi nei numeri della colonna II e III; le differenze sono

nella 3 ^a	linea	orizzontale:	(11) - (10)	8 mesi	10 giorni
nella 4 ^a	«	«	(15) - (14)	7 «	10 «
nella 7 ^a	«	«	(27) - (26)	8 «	21 «
nella 9 ^a	«	«	(35) - (34)	7 «	2 «

Con questo è provato che le quattro date di una medesima linea orizzontale appartengono ai quattro fenomeni consecutivi di una stessa rivoluzione sinodica.

In egual modo si trova che fanno sequela continuata nel

tempo le rivoluzioni sinodiche contenute nelle diverse linee orizzontali. Se ciò è, deve ciascuna data della colonna IV essere di circa 8 mesi anteriore a quella data della linea seguente che è contenuta nella colonna I. Infatti secondo le *Effemeridi*, ogni apparizione orientale deve precedere di circa otto mesi la consecutiva disparizione orientale. Anche qui la cosa si verifica abbastanza dovunque i numeri siano ancor leggibili. Le differenze sono

dalla 1 ^a	alla 2 ^a	linea	orizzontale	(5) - (4)	7 mesi	23 giorni
« 2 ^a	« 3 ^a	«	«	(9) - (8)	7	« 25
« 3 ^a	« 4 ^a	«	«	(13) - (12)	7	« 2
« 8 ^a	« 9 ^a	«	«	(33) - (32)	9	« 8

Tutte le rivoluzioni sinodiche sembrano dunque far seguito le une alle altre, e costituire così una serie unica non interrotta.

Ma si può dare di questo una prova anche più rigorosa. Abbiamo dimostrato più sopra (§ 7 n. IV) che se in un certo giorno di un certo mese lunare, uno dei quattro fenomeni di Venere è stato osservato, lo stesso fenomeno dopo otto anni dovrà ripetersi nel medesimo mese, con una anticipazione di circa quattro giorni. Otto anni equivalgono prossimamente a cinque rivoluzioni sinodiche. Ne segue che, data la continuità dell'intera serie, ogni data del nostro quadro dovrebbe ripetersi nella stessa colonna verticale cinque linee più basso, diminuita di circa quattro

giorni; ciò nell'ipotesi che non esistano irregolarità nel calendario lunisolare, e che non vi siano errori di osservazione e di scrittura. Ma anche senza questa condizione, e tollerando deviazioni di pochi giorni, la cosa si verifica in modo soddisfacente dappertutto dove un confronto dei dati è possibile, come si vede dal seguente prospetto:

(5) — (25)	+ 1	giorni	
(11) — (31)	- 5		»
(12) — (32)	- 10		»
(14) — (34)	- 1		»
(15) — (35)	- 9		»

Le lacune del testo ed i molti errori nella parte che se n'è conservata, non permettono un numero maggiore di confronti. L'anticipazione sul corso della Luna in capo ad otto anni risulta qui in media di cinque giorni, e il successo della prova è completo.

Con questo è fornita anche la prova di un fatto finora ammesso, ma non dimostrato; le due parti A e C (§ 2) delle *Osservazioni*, che nella tavoletta K 160 si trovano separate dalle *Effemeridi*, realmente facevano seguito l'una all'altra senza alcuna interruzione. Infatti, dei confronti or ora istituiti, gli ultimi quattro risultano dalla combinazione delle date (11), (12), (14), (15) appartenenti alla parte A del testo, rispettivamente con le date (31), (32), (34), (35) appartenenti alla parte C. Il buon successo di tali

confronti collega tra loro A e C in modo indissolubile, e la seconda appare come continuazione della prima.

Questa serie di epoche dei quattro fenomeni di Venere, continuata senza lacune per lo spazio di 16 anni, appunto perchè così completa in origine, dà luogo a molte riflessioni. Anche fatta ragione della grande serenità del cielo nelle regioni circostanti a Babilonia, è egli credibile che per 16 anni di seguito lo stato dell'atmosfera sia stato sempre tale nelle epoche volute, da permettere l'osservazione regolare di tutte le apparizioni e disparizioni di Venere avvenute in quell'intervallo? Nel clima del basso Milanese, almeno la metà delle osservazioni sarebbe stata totalmente impedita dalle nuvole, e dell'altra metà una parte ancora sarebbe stata viziata dagli spessi vapori che occupano l'orizzonte, anche quando a maggiori altezze è intieramente sereno. L'abbondanza di tali vapori è una qualità quasi inseparabile dai paesi dove l'agricoltura si appoggia principalmente ad un'intensa irrigazione: la Babilonide era e il basso Milanese è di questo numero. Nell'inverno quei vapori si trasformano in dense nebbie, che anche oggi durante il mese di gennaio sono un vero flagello della Babilonide²⁰⁷. Nella stessa nostra tavoletta K160 i pronostici

²⁰⁷ SACHAU, *Am Euphrat und Tigris*, p. 53. SAYCE: «Babylonia is still reduced to an impassable marsh by the rains of January», *Transactions of the Society of Biblical Archaeology*, III, 164. HILPRECHT, *Explorations in Bible Lands* (ed. 1903), pp. 52, 325, 372, 435.

astrologici sono spesso di piogge e d'inondazioni²⁰⁸. Non è dunque possibile ammettere che tutt'e 40 le epoche assegnate a fenomeni di Venere siano il puro risultato di osservazioni; di osservazioni cioè intese nel significato che i moderni attribuiscono a questa parola. Di tali epoche un certo numero (e si ha ragione di credere il maggior numero) è stato senza dubbio il risultato di vera osservazione. Le rimanenti è probabile siano state dedotte dalle osservazioni vicine mediante una cognizione approssimata dagli intervalli di tempo che si supposeva dovessero trascorrere in ciascun caso. Ma non vi è alcun modo di distinguere a priori le epoche osservate dalle epoche dedotte. Una simile distinzione potrà ottenersi forse in alcuni pochi casi come risultato finale di calcoli; ma in generale converrà rassegnarsi ad ignorarla. Questa circostanza complica di molto le nostre ricerche e diminuisce anche un poco il grado di fiducia che si potrebbe avere nei risultati: non perciò avremmo il diritto di accusar quegli astronomi di falso, giudicando cose antiche con criteri moderni. Scopo di quelle osservazioni non era di appagare una curiosità scientifica, ma di arrivare a predir l'avvenire per mezzo dei fenomeni degli astri; nulla poteva importare loro che le epoche di essi fenomeni

²⁰⁸ Vedi il testo delle *Effemeridi* qui sopra, sezione 5^a; e quello delle *Osservazioni*, sezione 10^a, 11^a 12^a.

si scoprissero coll'immediata osservazione, o si deducessero da altri fenomeni per via di calcolo. L'astrologia posteriore, più perfetta, si appoggiava intieramente a posizioni calcolate: a Babilonia non si era arrivati a tal punto, e gli astrologi erano ancora costretti a far parziale assegnamento sulla diretta osservazione di ciò che avviene in cielo.

Supplementi ed emendazioni. - Come già si è indicato, nei numeri che occupano le tre colonne a sinistra nel quadro delle *Osservazioni*, vi sono tante lacune, e dal loro reciproco confronto risultano tanti errori, che sembra oltremodo difficile dedurne qualche cosa di certo e d'importante. Nelle tre colonne a destra mancano anche molti numeri; ma in quanto rimane gli errori di scrittura sono pochi e non difficili a rettificare; anzi ad una parte delle lacune è possibile supplire con sicurezza. A questo ci aiuta il fatto, che gl'intervalli d'invisibilità nella congiunzione inferiore sono sempre di pochi giorni; e inoltre l'altro fatto, di cui già poc'anzi abbiamo sperimentato l'utilità, che ogni numero deve ripetersi nella medesima colonna cinque linee più basso, con poca differenza. Con tale soccorso si arriva a stabilire le correzioni e i supplementi che seguono:

1.º Incominciando dalla seconda linea orizzontale vedremo subito che nell'intervallo 9 mesi 4 giorni, la cifra dei giorni si accorda bene coi numeri collaterali, e deve perciò considerarsi come esatta. I 9 mesi

sono probabilmente di troppo. Infatti sopprimendoli, la differenza ridotta a 4 giorni si trova ripetuta cinque linee più basso, e quindi completamente confermata.

2.° La differenza di 4 giorni così confermata si può combinare colla data (8), e dedurre in tal modo il valore completo della data imperfetta (7), la quale pertanto dovrà essere XII.11. Tal numero è bene confermato cinque linee più basso dalla data (27) che è perfettamente identica. Con questo arriviamo anche a congetturare come sia nata l'erronea differenza 9 mesi 15 giorni. Chi l'ha calcolata forse commise l'errore di leggere nella data (7), III.11 invece di XII,11, in altri termini, *Sivan* invece di *Adar*. Nella scrittura babilonica infatti il segno dell'*Adar* forma parte di quello del *Sivan*, ed uno scambio di un mese coll'altro non è improbabile.

3.° L'intervallo d'invisibilità nella linea quinta, cioè 1 mese 16 giorni, è certamente anch'esso troppo grande. Ma il numero dei giorni è confermato dalle date collaterali (19) e (20). Non rimane che sopprimere un mese intero, riducendo l'intervallo a 16 giorni. Questo, combinato colla data (20) ci permetterà di completare la (19) che sarà VIII. 10.

4.° Nelle due date incomplete (23) e (24) l'indicazione del mese è perduta. Il confronto colle (3) e (4) collocato cinque linee più in alto lascia dubbio se tale indicazione si possa supplire con IV o con V. Il progresso ulteriore dei calcoli farà vedere che convien mettere IV in entrambi i casi. L'intervallo non si accorda nel numero dei giorni, e dovrebbe essere 14 invece di 15. La differenza di un giorno consideriamo come trascurabile; adotteremo IV.6 per (23) e IV.20 per (24).

5.° La data (28) è intieramente perduta. Ma si può restituirla coll'

aiuto della (27) e dell'intervallo; avremo così XII.15 che è ottimamente confermata dal confronto colla (8) posta cinque linee più in alto.

Così è ristabilita l'intera serie delle date nelle colonne III e IV, ad eccezione di (16), (39), (40), per la cui determinazione non esiste base sufficiente. Le due colonne così completate, saranno come si vede qui sotto.

Quadro B

CONTENENTE LE CORREZIONI ED I SUPPLEMENTI

ALLE COLONNE III E IV DEL QUADRO A.

III DISPARIZIONE OCCIDENTALE	Intervallo d'in- visibilità nella congiunzione inferiore	IV APPARIZIONE ORIENTALE
(3) IV. 25	7 giorni	(4) V. 2
(7) XII. 11	4 giorni	(8) XII. 15
(11) VI. 26	11 giorni	(12) VI ² . 7
(15) II. 5	.....	(16)
(19) VIII. 10	16 giorni	(20) VIII. 26
(23) IV. 6	15 giorni	(24) IV. 20
(27) XII. 11	4 giorni	(28) XII. 15
(31) VI ² . 1	15 giorni	(32) VI ² . 17
(35) I. 26	7 giorni	(36) II. 3
(39) .....	.....	(40)

Rimangono due piccole discordanze di un giorno negli intervalli fra (23) (24) e fra (31) (32), delle quali non terremo altro conto. La prova del confronto di ciascun numero con quello che sta

cinque linee più basso è ora soddisfacente nella maggior parte dei casi: abbiamo infatti (supponendo tutti i mesi di 29,5 giorni)

$$\begin{aligned}
 (03) - (23) &= + 19 \\
 (07) - (27) &= \pm 0 \\
 (11) - (31) &= - 4,5 \quad (M) \\
 (15) - (35) &= + 8,5 \\
 (04) - (24) &= + 11,5 \\
 (08) - (28) &= \pm 0 \\
 (12) - (32) &= - 10
 \end{aligned}$$

numeri che tutti differiscono di poche unità dalla differenza teorica +4 (§7, n.IV), ad eccezione del primo e dell'ultimo. Come è stato confermato anche da calcoli ulteriori, l'eccesso nella differenza (3) — (23) = + 19 è dovuto principalmente a ciò che la data (3) è in ritardo di circa 10 giorni; mentre il difetto della differenza (12) — (32) è dovuto a ciò che la data (12) è in anticipazione di circa 10 giorni. Siccome il testo non offre sospetto di errori nè per l'una nè per l'altra data, io ho dovuto conservarle tali e quali: soltanto mi son creduto in diritto di non farne uso come base dei calcoli.

Tenendo conto di queste esclusioni, risulta che nelle differenze (M) qui sopra l'effetto degli errori d'osservazione può arrivare a cinque o sei giorni. L'errore di un'osservazione isolata potrebbe esser stimato a circa quattro giorni.

§ 10. — Cronologia delle Osservazioni

Le date inscritte nella nostra tavoletta sono tutte espresse in mesi e giorni, senza alcuna indicazione di anno. Sembra che agli astrologi babilonesi fosse affatto indifferente che un dato fenomeno accadesse piuttosto in un anno che in un altro; e che l'indicazione del mese e giorno fosse bastante a definirne per loro il significato e la connessione cogli umani eventi. Anche nella gran collezione astrologica babilonese intitolata *Luce di Belo*, di cui i frammenti superstiti sono stati raccolti e pubblicati dal prof. Craig, un fenomeno astronomico si ritiene sempre come sufficientemente definito nei suoi effetti astrologici, quando ne sia assegnato il mese, al più il mese ed il giorno. Ciò rende quasi completamente inutile per noi il gran numero di fenomeni accennati in quella collezione ed in altri simili documenti, che di quando in quando vengono in luce: fenomeni dei quali un certo numero sembra esser stato veramente e propriamente osservato. Pare che soltanto molto tardi i Babilonesi siano arrivati a convincersi che nell'astronomia (e specialmente nello studio dei cicli astronomici, da loro coltivati in modo particolare) nulla o quasi nulla si può fare senza un'accurata registrazione di date, la quale a sua volta diventa poco men che inutile se non sia accompagnata da un accurato computo dei tempi. Così forse possiamo spiegarci perchè, pur affermando di possedere da tempo immemorabile una gran massa di annotazioni sui fenomeni celesti, gli

astronomi di Babilonia non sian stati in grado di comunicare ai Greci utili osservazioni anteriori all'anno 721 prima di Cristo. Osservazioni più antiche esistevano iscritte, come dice Plinio, *coctilibus laterculis*, ma non potevano servire, non sapendosi di esse assegnare la data e l'intervallo trascorso con quella precisione che l'astronomia richiede.

Dal testo del nostro documento adunque nulla si può ricavare per stabilire in modo assoluto (cioè rispetto ad un'era conosciuta) gli anni in cui vennero segnate queste osservazioni su Venere. Noi però abbiamo di sopra dimostrato che la serie delle osservazioni è continuata, e presenta senza lacune i fenomeni di 16 anni consecutivi. Partendo da questo fatto, e facendo uso delle date del Quadro B, non sarà difficile stabilire le date relative di tutti quei fenomeni, cioè gl'intervalli trascorsi da ciascun fenomeno al fenomeno consecutivo, e formare una scala di tempi, in cui sian collocati a loro luogo, non solo il principio di ciascun anno e di ciascun mese, ma anche i fenomeni stessi, ognuno alle date in cui è stato osservato. Il punto zero di questa scala per ora rimane sconosciuto, e la sua determinazione rispetto alla cronologia storica richiederà il sussidio di altri elementi, diversi da quelli considerati fin adesso.

Anni intercalari. - Il primo problema che si presenta è quello di determinare in quale dei 16 anni è stata fatta l'intercalazione del 13° mese, e quando questo mese è stato Elul II, oppure Adar II. Due intercalazioni dell'Elul II sono attestate direttamente.

Uno di questi Elul ha cominciato nell'intervallo di 11 giorni compresi fra le osservazioni (11) e (12); l'altro ha cominciato appunto il giorno in cui è stata fatta l'osservazione (31).

Di qui è facile concludere che un'altra intercalazione ha dovuto aver luogo fra le osservazioni (8) e (12). Infatti queste due osservazioni si riferiscono al medesimo fenomeno, cioè all'apparizione mattutina. Il loro intervallo non può differir molto dalla rivoluzione sinodica, 584 giorni. Se ora noi non supponiamo alcuna intercalazione, facilmente troviamo che (contando le lune per 29,5 giorni) dal XII.15 di un anno al VI².7 di due anni dopo han potuto trascorrere soli 553 giorni, cioè 31 giorni meno di 584. Fra le date (8) e (12) vi fu dunque un mese intercalare, e questo fu un Adar immediatamente aggiunto dopo l'Adar I in cui ebbe luogo l'osservazione (8). Veramente l'intercalazione avrebbe potuto aver luogo sei mesi più tardi, raddoppiando l'Elul consecutivo; ma in tal caso si avrebbero due intercalazioni in due anni consecutivi, irregolarità grave che nel calendario babilonico assai raramente è avvenuta, probabilmente per riparare negligenze anteriori²⁰⁹. Con uguale ragionamento si proverà che un altro Adar II ha dovuto esser intercalato dopo l'Adar I in cui è stata fatta l'osservazione (28).

Similmente confrontando le date delle osservazioni (12) e

²⁰⁹ Vedi sopra, p. 163, nota 1.

(20), si troverà che fra le due ha avuto luogo un mese intercalare. Senza questa supposizione, l'intervallo che le separa e che dovrebbe esser poco diverso da due rivoluzioni sinodiche, cioè da 1168 giorni, riuscirebbe di soli giorni 1142, con difetto di 26 giorni. La posizione di questo intercalare non si può assegnare con sicurezza per le molte lacune dei numeri. Io ho supposto che sia stato raddoppiato l'Elul precedente il Marchesvan dell'osservazione (19): nulla però impedirebbe di riportare l'intercalazione indietro di sei mesi, sull'Adar che ha seguito il Šabat dell'osservazione (18). L'una e l'altra supposizione conducono i nostri calcoli ad ugual risultato.

Anche più incerta e non meno indifferente per noi è la posizione del mese intercalare che, secondo ogni probabilità, ha dovuto esser posto fra le date (38) e (39): qui l'abbiamo assegnata all'Elul compreso fra quelle due date, ma poteva egualmente bene esser assegnata all'Adar precedente, pure senza mutar nulla ai nostri risultati.

Così si trovano determinati tutti i mesi intercalari, in numero di sei per 16 anni. Ponendo come anno primo quello in cui ebbero luogo le due prime osservazioni (1) e (2), e da quello contando progressivamente, abbiamo la seguente distribuzione dei mesi intercalari

Anno	3° Adar II	Anno	11° Adar II
»	5° Elul I	»	13° Elul II
»	8° Elul II?	»	16° Elul II?

e si vede che i 16 anni formano appunto due ottaeteridi al modo dei Greci, ripetendosi ogni intercalazione in capo ad otto anni. Non per questo concluderemo che ai Babilonesi al tempo di tali intercalazioni fosse già noto l'uso dell'ottaeteride: sembra che non lo conoscessero neppure nel periodo persiano; o almeno, se lo conobbero, non vollero adottarlo nella pratica delle intercalazioni.

Scala dei tempi. - Una scala esatta dei tempi non potrebbe essere stabilita che quando fosse completamente determinata la distribuzione dei mesi pieni e cavi. Già abbiamo confessato la nostra completa ignoranza su questo punto; e non rimane altro ripiego che contentarsi di una scala approssimata, ammettendo per tutte le lunazioni la durata media di giorni 29,5306. I noviluni apparenti così determinati saranno qua e là soggetti ad errori di uno od anche di due giorni: un errore maggiore non sembra probabile per l'epoca delle osservazioni qui discusse²¹⁰. Nella scala

²¹⁰ La data del novilunio apparente nel calendario babilonico sembra sia stata sempre in buon accordo coll'osservazione diretta, almeno dopo Nabonassar. Ciò si può argomentare dalle date assegnate nei monumenti ad alcune eclissi di Luna raccolte da LEHMANN (pp. 243-259 dello *Spezialber Canon* di GINZEL), le quali sono sempre registrate sotto il 14 e il 15 del mese. Anche nei rapporti degli astronomi di Ninive raccolti e tradotti da SAYCE, occorron sempre le date del 14 e del 15 (Transactions of

che qui proponiamo (Quadro C) la colonna dei numeri arabi segnava numeri di giorni, e costituisce una progressione aritmetica, di cui l'origine è stata presa ad arbitrio, e la differenza costante è 29,5306 giorni. Ogni numero esprime in giorni e frazioni centesimali di giorno l'epoca del principio d'ogni mese, cioè del novilunio apparente con cui quel mese comincia. Accanto ad ogni numero è scritto coi soliti numeri romani il nome del mese corrispondente; collocati ciascuno al suo luogo definito qui sopra, stanno i mesi intercalari. La serie dei mesi poi è divisa in gruppi, cioè in anni, or di 12 or di 13 mesi, secondo che l'anno in questione è comune od intercalare. In corrispondenza del primo

the Society of Biblical Archaeology, vol. III, pp. 218, 220, 226, 231-234) per i pleniluni e per le eclissi di Luna; occultazioni della Luna nei raggi solari sono notate nei giorni 28, 29, 30; la Luna nuova generalmente si dice veduta il giorno 1° del mese, qualche volta il 30 del mese antecedente. In alcuni documenti astrologici babilonesi sembra si alluda ad eclissi possibili in qualunque giorno del mese (SAYCE, *ibidem*, pp. 222-223), o almeno in giorni molti lontani dal solito, per es. 20 e 21 (SAYCE, *ibidem*, pp. 239-259). Difficilmente però si crederà sian risultati di osservazione. Potrebbero anche le date intendersi riferite ad un calendario diverso dal lunisolare, malgrado che i nomi dei mesi non differiscano dai consueti.

mese di ogni anno (I = Nisan) è scritto il numero dell'anno a cui quel primo mese appartiene. Gli anni son numerati progressivamente da 1 a 16, contando come 1 quell'anno nel quale sono state fatte le osservazioni (1) e (2). A destra della scala sono collocati al loro posto fra parentesi i numeri delle singole osservazioni, ciascuno accanto al mese in cui l'osservazione fu fatta. Quando ad uno stesso mese corrispondono due numeri, ciò significa che due osservazioni sono state fatte nello spazio di un medesimo mese.

Epoche degli equinozi di primavera. - A determinare il luogo che sulla nostra scala hanno occupato gli equinozi dei singoli anni, faremo uso delle considerazioni esposte nella discussione del § 8, ed assumeremo come base della ricerca la condizione che nella media di 16 anni il ritardo del 1° di Nisan rispetto all'equinozio di primavera sia stato di N giorni. Supponiamo fissata sulla scala l'epoca del primo equinozio; le epoche degli altri si otterranno facilmente aggiungendo una, due, tre.... volte la durata dell'anno tropico $365^d,2422$. E sottraendo ciascuna di tali epoche equinoziali dall'epoca assegnata sulla scala al 1° Nisan corrispondente, avremo per ogni anno il ritardo del 1° Nisan rispetto all'istante equinoziale. Tali ritardi saranno molto diversi da un anno all'altro, ma per la condizione imposta qui sopra, dovrà il loro valore medio preso sui sedici anni, essere N giorni appunto. A questo risultato trovo che si arriva collocando il primo dei sedici equinozi

nel punto della scala segnato 1004^d,34 — N. Le epoche dei successivi equinozi, e il ritardo del 1° Nisan rispetto a ciascuno di essi risulteranno come qui sotto è indicato.

Un ritardo positivo indica che il 1° Nisan vien dopo l'equinozio corrispondente: un ritardo negativo indica che il 1° Nisan precede l'equinozio corrispondente.

Fatte queste preparazioni, senza difficoltà possiamo presentare i dati originali sotto una forma più comoda per il calcolo, quale si vede nel Quadro E, contenente per ciascuna osservazione la sua data espressa in numeri della scala, e l'intervallo di tempo trascorso dall'equinozio di primavera che immediatamente precede. Le disparizioni orientali (I) e le apparizioni occidentali (II) sono conservate tali e quali risultano dal Quadro A, cioè dal testo di Sayce. Invece per le disparizioni occidentali (III) e per le apparizioni orientali (IV) sono state introdotte le congiunzioni e i supplementi indicati nel Quadro B.

Quadro C - SCALA DEI TEMPI

Ann o	Me se	Giorno	An no	Me se	Giorno	An no	Mes e	Giorno
1.	I	646,63	3.	I	1355,37	5.	I	2093,63
	II	676,16		II	1384,9		II	2123,16
	III	705,69		III	1414,43 (6)		III	2152,69
	IV	735,22		IV	1443,96		IV	2182,22
	V	764,76		V	1473,49		V	2211,75
	VI	794,29 (1)		VI	1503,02		VI	2241,29 (11)
				VII	1532,82		VI ²	2270,82 (12)
	VII	823,82		VII	1562,08		VII	2300,35
				I				
	VII	853,35 (2)		IX	1592,61		VIII	2329,88
	I							
	IX	882,88		X	1621,14		IX	2359,41
	X	912,41		XI	1650,67		X	2388,94
	XI	941,94		XII	1680,20 (7)		XI	2418,47
				(8)				
	XII	971,47		XII ²	1709,73		XII	2448,00
2.	I	1001,00	4.	I	1739,26	6.	I	2477,53 (13)

II 1030,53	II 1768,8	II 2507,06
III 1060,06	III 1768,33	III 2536,59
IV 1089,59 (3)	IV 1827,86	IV 2586,12
V 1119,12 (4)	V 1857,39	V 2595,65
VI 1148,65	VI 1886,92	VI 2625,18 (14)
VII 1178,18	VII 1916,45	VII 2654,71
VII 1207,71	VII 1945,98	VIII 2684,24
I	I	
IX 1237,24	IX 1975,51	IX 2713,77
X 1266,78	X 2005,04 (10)	X 2743,31
XI 1296,31	XI 2034,57	XI 2772,84
XII 1325,31	XII 2064,10	XII 2743,31

An no	Me se	Giorno	An no	Me se	Giorno	An no	Me se	Giorno
7.	I	2831,90	9.	I	3570,16	11.	I	4278,90
	II	2861,43 ⁽¹⁵⁾ ⁽¹⁶⁾		II	3599,69		II	4308,43
	III	2890,96		III	3629,22		III	4337,96 (26)
	IV	2920,49		IV	3658,75 (21)		IV	4367,49

	V 2950,02	V 3688,28	V 4397,02
	VI 2979,55	VI 3717,82	VI 4426,55
	VI 3009,08	VI 3747,35 (22)	VI 4456,08
	I	I	I
	VI 3038,61	VI 3776,88	VI 4485,61
	II	II	II
	IX 3068,14 (17)	IX 3806,41	IX 5415,14
	X 3097,67	X 3835,94	X 4544,67
	XI 3127,20 (18)	XI 3865,47	XI 4574,20
	XI 3156,73	XI 3895,00	XI 4603,73 (27)(28)
	I	I	I
			XII ² 4633,26
8.	I 3186,26	10. I 3924,53	12. I 4662,79
	II 3215,79	II 3954,06	II 4692,32
	III 3245,33	III 3983,59	III 4721,86
	IV 3274,86	IV 4013,12(23)(24)	IV 4751,39
	V 3304,39	V 4042,65	V 4780,92
	VI 3333,92	VI 4072,18	VI 4810,45
	VI ² 3363,45		

VI 3392,98 I	VI 4101,71 I	VI 4839,98 (29) I
VI 3422,51 ⁽¹⁹⁾ ⁽²⁰⁾ II	VI 4131,24 II	VI 4869,51 II
IX 3452,04 X 3481,57	IX 4160,77 X 4190,3	IX 4899,04 X 4928,57 (30)
XI 3541,10 XI 3540,63 I	XI 4219,83 XI 4249,36 (25) I	XI 4958,10 XI 4987,63 I

An no	Me se	Giorno	An no	Me se	Giorno
13.	I	5017,16	15.	I	5755,43 (35)
	II	5046,69		II	5784,96 (36)
	III	5076,22		III	5814,49
	IV	5105,75		IV	5844,02
	V	5135,28		V	5873,55
	VI	5164,81		VI	5903,08
	VI ²	5194,35 (31) (32)			
	VII	5223,88		VII	5932,61
	VII	5253,41		VII	5962,14
	I			I	
	IX	5282,94		IX	5991,67
	X	5312,47		X	6021,20 (37)
	XI	5342,00		XI	6050,73
	XII	5371,53		XII	6080,26 (38)
14.	I	5401,06	16.	I	6109,79

II 5430,59	II 6139,32
III 5460,12 (33)	III 6168,85
IV 5489,65	IV 6198,39
V 5519,18	V 6227,45
VI 5548,71 (34)	VI 6257,45
	VI ² 6286,98
VII 5578,24	VII 6316,51
VII 5607,77	VII 6346,04 (39) (40)
I	I
IX 5637,30	IX 6375,57
X 5666,83	X 6405,10
XI 5696,37	XI 6434,63
XII 5725,90	XII 6464,16
	17. I 6493,69

D'ora innanzi limiteremo il nostro studio a questi ultimi fenomeni, la disparizione occidentale (III) e l'apparizione orientale (IV), che discuteremo sui dati contenuti nei Quadri B ed E. Per gli altri due fenomeni I e II, troppo grande è il numero delle lacune e degli errori evidenti di scrittura. Correzioni ai numeri esistenti e restituzione dei numeri perduti non si potrebbero fare

che dando larghissimo campo all'arbitrio. Ma quand'anche la fortuna ci procurasse un duplicato e con esso un testo migliore, sia pure un testo perfetto, i gravi errori di osservazione che sembrano inevitabili nei fenomeni I e II, impediranno sempre che dalla loro discussione si raccolgano risultati egualmente sicuri che dalla discussione dei fenomeni III e IV.

§ 11 - CALCOLO DELLE CONGIUNZIONI VERE

Abbiamo veduto di sopra che le osservazioni babiloniche dei due fenomeni III e IV contigui alla congiunzione inferiore di Venere, godono di una relativa precisione, e che l'errore di ciascuno si può in media stimare di quattro giorni a un dipresso.

Ciò m'indusse a tentare di dedurre per via di calcolo le epoche delle congiunzioni inferiori che ebbero luogo durante l'intero periodo di osservazione. Ciascuna delle congiunzioni così calcolate può essere in errore di quattro giorni od anche più. Ma essendo collegate fra loro dai movimenti conosciuti di Venere, in modo che dato il tempo di una, se ne deducono i tempi di tutte le altre, è chiaro che l'incognita a determinare è una sola. Ogni osservazione può darne una determinazione. Le osservazioni a ciò adatte sono in numero di 17: di esse però alcune, come si vedrà, sono da escludere per diverse ragioni. Fatte tali esclusioni,

ne rimangono pur sempre 11, dalle quali insieme combinate potremo ricavare l'unica incognita, e quindi le epoche di tutte le congiunzioni con un grado di precisione abbastanza soddisfacente.

Quadro D

EPOCHES DEL 1° NISAN E DELL'EQUINOZIO DI PRIMAVERA

Anno della Scala	Epoca del 1° Nisan	Epoca dell'equinozio	Ritardo del 1° Nisan rispetto all'equinozio	Anno della Scala	Epoca del 1° Nisan	Epoca dell'equinozio	Ritardo del 1° Nisan rispetto all'equinozio
2	1001 ^d ,00	1004 ^d ,34 - N	- 3 ^d ,34 + N	10	3924 ^d ,53	3926 ^d ,27 + N	- 1 ^d ,74 + N
3	1355,37	1369,58 + N	- 14,21 + N	11	4278,90	4291,52 + N	- 12,62 + N
4	1739,26	1734,82 + N	+ 4,44 + N	12	4662,79	4656,76 + N	+ 6,03 + N
5	2093,63	2100,06 + N	- 6,43 + N	13	5017,16	5022,00 + N	- 4,84 + N
6	2477,53	2465,31 + N	+ 12,22 + N	14	5401,06	5387,24 + N	+ 13,82 + N
7	2831,90	2890,55 + N	+ 1,35 + N	15	5755,43	5752,49 + N	+ 2,94 + N
8	3186,26	3195,79 + N	- 9,53 + N	16	6109,79	6117,73 + N	- 7,94 + N
9	3570,16	3561,03 + N	+ 9,13 + N	17	6493,69	6482,97 + N	+ 10,72 + N

Per arrivare a questo risultato è necessario stabilire gli elementi del moto apparente del Sole e dell'orbita di Venere per l'epoca delle osservazioni. In un calcolo preliminare io aveva preso arbitrariamente per base di quegli elementi l'epoca del 900 avanti Cristo. I risultati allora ottenuti mi fecero vedere che le *Osservazioni* sono meno antiche di quanto io aveva supposto e che devono appartenere alla seconda metà del VII secolo. Nel nuovo calcolo io ho preso per base gli elementi del Sole e di Venere, quali, secondo Le Verrier, erano nell'anno 630 avanti Cristo, cioè:

Sole	{	obliquità dell'eclittica	23° 47'
		longitudine del perigeo	238° 17'
Terra	{	longitudine del perielio	58° 17'
		eccentricità dell'orbita	0,01783
Venere	{	longitudine del perielio	94° 22'
		longitudine del nodo ascendente	52° 56'
		inclinazione dell'orbita	3° 22'
		eccentricità dell'orbita	0,00817

Partendo da questi elementi, supposti costanti per tutta la du-

rata delle osservazioni, è stata operata la riduzione delle disparizioni occidentali e delle apparizioni orientali alla vicina congiunzione vera per mezzo di un calcolo del quale adesso esporremo i successivi gradi.

I. *Longitudine e declinazione del Sole pel momento dell'osservazione.* - La determinazione di questi elementi fondamentali di tutto il calcolo non presenterebbe alcuna difficoltà, quando si conoscesse l'intervallo di tempo che separa ciascuna osservazione dall'equinozio di primavera che immediatamente l'ha preceduta. Tale intervallo è dato bensì nel Quadro E, ma contiene la parte incognita N, di cui il valore corrispondente all'epoca delle osservazioni è sconosciuto. Soltanto siamo in grado di dire che esso non può sorpassare in più od in meno certi limiti assai larghi, che anche non abbiamo il mezzo di definire con qualche sicurezza, stante la nostra ignoranza delle variazioni a cui andò soggetto il calendario babilonese coll'andar dei secoli. Per superare queste difficoltà io ho adottato il partito di investigare in qual modo variano i risultati secondo il variare di N, differendo la determinazione di questo numero ad uno stadio più avanzato dei calcoli, in cui si possa far uso di criteri meno vaghi e più sicuri di quelli che somministra il § 8 della presente memoria. Perciò invece di condurre avanti i calcoli per un solo valore di N, li ho ripetuti quattro volte per i quattro valori equidistanti $N = +23$, $N = +11$, $N = -1$, $N = -13$. Nella prima ipotesi l'equinozio di primavera precede il 1° Nisan di 23 giorni; nella seconda lo precede di

11; nella terza lo segue di un giorno, e nella quarta lo segue di 13. L'intervallo abbracciato da tutt'e quattro è di 37 giorni, e si può considerare come certo che il vero valore di N sarà compreso fra questi larghissimi limiti, o almeno non se ne potrà scostare di molto da una parte o dall'altra.

Dato un valore qualunque di N sarà facile di dedurre dal Quadro E per ciascuna osservazione *l'intervallo trascorso a partire dall'antecedente equinozio di primavera*. Detto t il numero dei giorni compresi in tale intervallo, il movimento medio corrispondente del Sole sarà in gradi

$$t^{\circ} = \frac{360^{\circ}}{365,2422} t, \quad \log t^{\circ} = \log t - 0,00628 \quad (1)$$

Allora, neglignendo il quadrato dell'eccentricità, si potrà calcolare la longitudine vera λ del Sole secondo la formula

$$\lambda = t^{\circ} + 2^{\circ},00 \sin(t^{\circ} + 121^{\circ}) - 1^{\circ},72 \quad (2)$$

e la declinazione del Sole sarà data da

$$\sin \delta = \sin \lambda \sin \varepsilon \quad (3)$$

Il calcolo di λ si potrà fare più comodamente colle tavole solari, e per il presente scopo bastano le tavole compendiate di Neugebauer²¹¹.

²¹¹ NEUGEBAUER, *Abgekürzte Tafeln der Sonne und der grossen Planeten*. Berlin, 1904.

II. *Posizione dell'eclittica sull'orizzonte di Babilonia al momento di ciascuna osservazione.* - Tale posizione si può determinare combinando insieme la declinazione del Sole coll'*arcus visionis* di Venere, cioè con quel numero di gradi che segna la profondità del Sole sotto l'orizzonte al momento in cui Venere fa la disparizione occidentale o l'apparizione orientale. L'*arcus visionis* è per Venere una quantità variabile, a cagione della luce variabile del pianeta, il quale rapidamente cresce e decresce secondo la distanza angolare del Sole. Gli antichi astronomi lo supponevano per lo più di circa $5^{\circ 21'2''}$, e questo farebbe credere che non avessero alcuna idea della sua variabilità. La relazione che necessariamente corre fra

²¹² ALBATENIO pone $5^{\circ} 40'$ di depressione del Sole contata lungo l'equatore, il che equivale prossimamente a $4^{\circ} 59'$ di depressione secondo il circolo verticale per la latitudine di Rakkah, cioè 36° (*Opus astron.*, ed. Nallino, cap. XLVIII, e le note a p. 283). TOLOMEO (*Almag.* XII, 7) pone 5° di depressione secondo il circolo verticale, nel che fu seguito da molti altri. La variabilità dell'*arcus visionis* di Venere è resa evidente dal fatto che quando Venere giunge al massimo di splendore, diventa visibile in presenza del Sole, ed a *fortiori* quando il Sole è all'orizzonte. L'*arcus visionis* in questi casi è nullo, od anzi negativo.

Parcus visionis e l'elongazione del pianeta non è stata ancora studiata, e non potrebbe esser messa in chiaro che con molte buone osservazioni fatte in clima sereno nei giorni d'aria molto pura. In mancanza di notizie positive a tale riguardo, io mi sono astenuto dal supporre a priori un valore qualunque di questo elemento, ed ho fatto i calcoli secondo tre ipotesi diverse. Chiamandolo ω , ho posto successivamente $\omega = 5^\circ$, $\omega = 7^\circ\frac{1}{2}$, $\omega = 10^\circ$. La comparazione dei risultati ottenuti secondo queste varie ipotesi, mostra che il valore assegnato da Tolomeo $\omega = 5^\circ$ si adatta assai bene alle nostre osservazioni: veggasi intorno a questo il § 12.

Sia designato con S il luogo del Sole posto nella declinazione δ e nella profondità ω sotto l'orizzonte, a ponente, od a levante: con P il luogo del polo, che supponiamo elevato a Babilonia dall'angolo $32^\circ 30' = \phi$. Dal centro del Sole immaginiamo condotti tre archi di circolo massimo; uno SP al polo P, e sarà il circolo di declinazione; un altro SZ allo zenit Z, e sarà il circolo verticale; il terzo SN al nonagesimo, e questo sarà l'eclittica. Sia ζ l'angolo PSN compreso fra SP e SN, ξ l'angolo PSZ compreso fra SP e SZ: ciò che noi vogliamo trovare è il terzo angolo ZSN = χ , che fanno nel centro del Sole il circolo verticale e l'eclittica. Da note relazioni si trae

$$\cos \zeta = \pm \frac{\tan \delta}{\tan \lambda}, \quad \cos \xi = \frac{\sin \phi + \sin \delta \sin \omega}{\cos \delta \cos \omega}, \quad \chi = \xi \quad (4)$$

Nella prima formula il segno superiore vale per le osservazioni fatte ad occidente, l'inferiore per le osservazioni fatte ad oriente.

L'angolo ξ è sempre nel primo quadrante, l'angolo ζ nel primo o nel secondo.

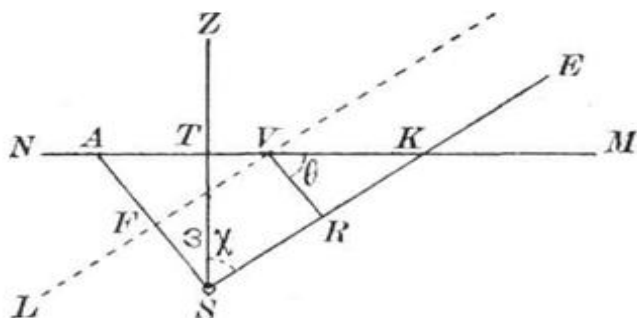


Fig.1

III. *Latitudine di Venere e sua elongazione dal Sole dedotte dall'osservazione.* - Nella figura vicina (fig. 1) rappresenti NM una porzione dell'orizzonte ad oriente o ad occidente, N sia dalla parte del nord, M dalla parte del sud. Sia S il luogo del Sole, abbassato sotto l'orizzonte dell'arco $ST = \omega$; SE l'eclittica, SZ il circolo verticale. Posto che sia V il punto dell'orizzonte dove Venere fa la sua disparizione o la sua apparizione, l'arco VR perpendicolare all'eclittica sarà la latitudine del pianeta, che chiameremo β , e SR la sua elongazione, che chiameremo η . L'angolo ZSE compreso fra il circolo verticale e l'eclittica è quello che sopra abbiamo chiamato χ , ed è conosciuto per la formula (4). Le dimensioni dei triangoli sferici TKS VKR non superando mai un piccolo numero di gradi, un'approssimazione sufficiente si otterrà considerandoli come rettilinei, come se per esempio fossero proiettati

dal centro della sfera sul piano ad essa tangente in S. Potremo allora porre $KVR = \chi$ e risulterà

$$\eta = SR = SK - RK = \omega \sec \chi - \beta \tan \chi \quad (5)$$

da cui, dati ω e χ si potrà dedurre η dal dato β ed inversamente β dal dato η . Notiamo qui una volta per tutte, che nelle osservazioni occidentali l'elongazione positiva indica che Venere è a sinistra del Sole, nelle orientali a destra. Nelle prime la longitudine di Venere sarà $\lambda + \eta$, nelle seconde $\lambda - \eta$.

Si noterà, considerando la figura come piana, che $SR = \eta$ e $VR = \beta$ costituiscono le coordinate di Venere, riferite a due assi ortogonali passanti pel Sole, dei quali uno è l'eclittica SE (asse delle η), l'altro è il circolo di latitudine SA (asse delle β) passante pel Sole. La relazione (5) non è altro che l'equazione della retta NM (cioè dell'orizzonte) riferita a tali assi. Essa esprime che al momento dell'osservazione il luogo di Venere V ha dovuto trovarsi sull'orizzonte.

Un'altra condizione fra η e β , ed un'altra linea della superficie celeste su cui Venere dovrà pure trovarsi al momento dell'osservazione, sarà somministrata a noi dalla riflessione, che in quel momento Venere occupava nello spazio un punto della sua orbita. Immaginiamo che dal punto in cui allora si trovava la Terra infiniti raggi visuali siano condotti a tutti i punti dell'orbita di Venere: supposta questa esattamente ellittica, tutti quei raggi for-

meranno le generatrici di un cono di 2° ordine, avente suo vertice alla Terra. L'intersezione di questo cono determinerà nella sfera celeste un'ellisse sferica, e sul piano tangente alla sfera celeste nel punto del Sole determinerà una ellisse piana sulla quale dovrà trovarsi il punto V. Pertanto se LH sia la traccia di tale ellisse, il luogo di Venere sarà nel punto V dove LH e l'orizzonte NM hanno la loro intersezione.

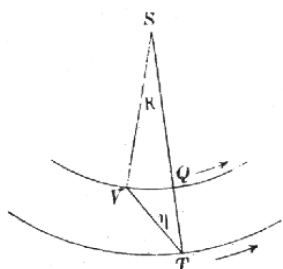


Fig. 2.

Vediamo ora il modo di descrivere la curva LH. Nella figura 2^a rappresenti il piano del foglio quello dell'orbita terrestre; S sia il Sole, T la Terra al momento dell'osservazione, ST il raggio vettore della Terra, V il luogo della proiezione di Venere sul piano dell'eclittica, SV la proiezione del raggio vettore di Venere sul medesimo piano, VT la così detta distanza curtata; l'angolo VTS sarà l'elongazione di Venere dal Sole vista dalla Terra, VST l'angolo di commutazione, entrambi nel nostro caso sempre molto piccoli. Fatto $ST=R$, $VS=R'$, $VT=D$, $\angle VTS=\eta$, $\angle VST=\kappa$, dal triangolo compreso fra V, T, S otterremo

$$R' \sin (\kappa + \eta) = R \sin \eta, \quad R' \sin \kappa = D \sin \eta.$$

Essendo λ la longitudine geocentrica del Sole, sarà la longitudine eliocentrica della Terra $180^\circ + \lambda$; il corrispondente raggio vettore R sarà conosciuto. Quanto ad R', che è la proiezione del

raggio vettore di Venere sul piano dell'eclittica, date la minima eccentricità e la piccola inclinazione dell'orbita di questo pianeta, potremo senz'altro supporre $VS = SQ$: quest'ultima quantità è facilmente calcolabile osservando che la longitudine eliocentrica di Q è uguale a quella della Terra, cioè $180^\circ + \lambda$.

Sarà poi la longitudine eliocentrica di Venere $= 180^\circ + \lambda + \kappa$. Chiamando dunque i l'inclinazione dell'orbita di Venere rispetto al piano dell'eclittica e Ω la longitudine del suo nodo ascendente, l'argomento della latitudine sarà $180^\circ + \lambda + \kappa - \Omega$: la perpendicolare p abbassata da Venere sul piano dell'eclittica sarà data da

$$p = R' \operatorname{tang} i \sin (180^\circ + \lambda + \kappa - \Omega).$$

Ma abbiamo anche : $p = D \operatorname{tang} \beta = R' (\sin \kappa / \sin \eta) \operatorname{tang} \beta$: quindi uguagliando i due valori di p si ottiene

$$\sin \eta \operatorname{tang} i \sin (180^\circ + \lambda + \kappa - \Omega) = \sin \kappa \operatorname{tang} \beta$$

L'insieme delle due formule ottenute

$$R' \sin (\kappa + \eta) = R \sin \eta$$

$$\sin \eta \operatorname{tang} i \sin (180^\circ + \lambda + \kappa - \Omega) = \sin \kappa \operatorname{tang} \beta \quad (6)$$

costituisce la cercata relazione fra le quantità η β (cioè l'elongazione e la latitudine di Venere) per mezzo dell'angolo intermedio κ , quando sian noti ω , λ , χ , R , R' , il segno superiore valendo per le osservazioni della sera, ecc. Dato infatti un valore qualunque di η , dalla prima si otterrà il corrispondente valore di

κ , e con questo e con η , dalla seconda il valore di β . Queste formule però diventano inservibili nel caso speciale in cui $\eta = 0$, in cui cioè si voglia calcolare la latitudine di quel punto dell'orbita apparente di Venere, che sta in congiunzione col Sole, e si proietta sul piano dell'eclittica in Q, e sul piano della fig. 1^a in F. Infatti allora si ha anche $\kappa = 0$, ed entrambe le (6) diventano indeterminate. Ma in tal caso è facile vedere che per valori evanescenti di η , κ si ha sempre

$$\frac{\sin \eta}{\sin x} = \frac{R'}{R - R'};$$

quindi la latitudine β del punto dell'orbita di Venere congiunto col Sole (cioè del punto F nella figura 1^a) sarà data da

$$\operatorname{tang} \beta_o = \frac{R'}{R - R'} \operatorname{tang} i \sin (180^\circ + \lambda - \Omega) \quad (7)$$

Le due relazioni (6), supponendone eliminata la variabile intermedia κ , costituiscono l'equazione in η , β dell'orbita apparente di Venere, cioè della linea LH (fig. 1). La loro combinazione colla (5) darebbe la completa determinazione dei valori di η , β corrispondenti all'istante osservato. Esse tuttavia non si prestano opportune ad un calcolo diretto di tali quantità, soprattutto perchè R' non è quantità costante, ma è leggermente variabile in dipendenza del valore di χ .

Tuttociò non permette di pensare ad una eliminazione nel senso analitico. Una soluzione aritmetica rigorosa non potrebbe

aver luogo che procedendo per successive approssimazioni. Ma una soluzione sufficiente si può ottenere descrivendo la linea LH per punti, o almeno quel breve arco VF di essa che interseca l'orizzonte NM. Dato infatti un valore di η ad arbitrio, è agevole dedurne dalle equazioni (6) il valore corrispondente di β . L'intersezione della curva così tracciata coll'orizzonte NM darà la cercata posizione del punto V dove si trova il pianeta.

Quadro E

I		II		III		IV	
Disparizione orientale		Apparizione occidentale		Disparizione occidentale		Apparizione orientale	
Epoca sulla scala	dall'equinozio antecedente	Epoca sulla scala	dall'equinozio antecedente	Epoca sulla scala	dall'equinozio antecedente	Epoca sulla scala	dall'equinozio antecedente
(1) .....	.....	(2) .....	.....	(9) 1113 ^d .59	109 ^d .25 + N	(4) 1120 ^d .62	116 ^d .28 + N
(5) 1350 ^d .34	346 ^d .00 + N	(6) .....	.....	(7) 1690.20	320.62 + N	(8) 1694.70	325.12 + N
(9) 1955.48	220.66 + N	(10) 2020 ^d .04	285 ^d .22 + N	(11) 2266.29	166.23 + N	(12) 2277.32	177.26 + N
(13) 2486.03	20.72 + N	(14) 2649.18	183.87 + N	(15) 2865.43	34.88 + N	(16) .....	.....
(17) .....	.....	(18) 3137.20	306.65 + N	(19) 3431.51	235.72 + N	(20) 3448.01	252.22 + N
(21) .....	.....	(22) .....	.....	(23) 4018.12	91.85 + N	(24) 4032.62	106.35 + N
(25) 4274.86	348.59 + N	(26) 4356.96	65.44 + N	(27) 4613.73	322.21 + N	(28) 4618.23	326.71 + N
(29) .....	.....	(30) .....	.....	(31) 5194.35	172.35 + N	(32) 5210.85	188.85 + N
(33) 5484.62	97.38 + N	(34) 5571.71	184.47 + N	(35) 5780.43	27.94 + N	(36) 5787.46	34.97 + N
(37) .....	.....	(38) 6107.26	340.83 + N	(39) .....	.....	(40) .....	.....

Quadro F
 QUANTITÀ AUSILIARI PER LA RIDUZIONE ALLA CONGIUNZIONE VERA

Num. obs.	λ long. ☉	δ decl. gradi e minuti ☉	$\psi - \xi = \chi$	angoli del verticale colleclitica		Longitudini di Venere			Latitudini di Venere		
				$\omega = 5'$	$\omega = 7^h/2$	$\omega = 10^\circ$	$\omega = 5'$	$\omega = 7^h/2$	$\omega = 10^\circ$	$\omega = 5'$	$\omega = 7^h/2$
(3)	115°21'	-21°24'	48°29'	49°57'	51°34'	14°45'	18°50'	22°60'	-5°05'	-5°40'	-4°05'
(7)	327,12	-12,39	11,54	11,25	10,59	3,22	6,00	8,60	+8,50	+8,40	+8,33
(11)	171,28	+3,30	56,26	56,48	57,20	20,60	26,10	30,80	-7,80	-7,74	-7,68
(15)	44,03	+16,17	18,23	19,29	20,42	4,80	7,50	10,05	+1,48	+1,60	+1,75
(19)	241,39	-20,44	44,05	43,53	43,00	6,05	9,65	13,10	+1,00	+0,75	+0,57
(23)	98,42	+23,31	42,34	44,20	45,59	11,37	15,05	18,90	-5,13	-4,90	-4,60
(27)	328,69	-12,06	11,33	11,05	10,42	3,35	5,83	8,50	+8,50	+8,40	+8,30
(31)	177,41	+1,02	56,23	56,37	56,56	20,45	25,40	30,40	-7,47	-7,47	-7,47
(35)	37,41	+14,11	16,03	17,02	18,02	4,45	7,05	9,55	+2,50	+2,60	+2,72
(39)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
(4)	122°04	+20°00	24°07	25°29	26°59	9°00	12°05	15°30	-8°00	-7°05	-7°90
(8)	331,28	-11,12	53,22	52,57	52,36	-3,36	1,36	5,62	+8,60	+8,40	+8,20
(12)	182,35	-0,57	9,14	9,23	9,33	5,40	7,80	10,35	-6,70	-6,50	-6,35
(16)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
(20)	258,44	-23,17	28,17	27,11	26,09	3,50	6,36	9,05	+4,05	+4,12	+4,20
(24)	112,40	+21,54	28,32	30,02	31,41	9,55	12,77	16,10	-7,35	-7,33	-7,30
(28)	333,13	-10,30	53,38	53,15	52,57	-3,22	1,35	5,90	+8,60	+8,45	+8,30
(32)	194,02	-5,36	9,07	9,01	8,57	6,00	8,38	11,05	-5,30	-5,07	-4,90
(36)	44,12	+16,19	53,31	54,37	55,50	+7,03	7,58	10,15	+0,90	+0,86	+0,70

IV. *Epoca della congiunzione vera.* — All'istante dell' osservazione le longitudini eliocentriche della Terra e di Venere differiscono fra loro della quantità χ . La variazione di questa secondo il tempo è uguale alla differenza delle velocità angolari con cui si muovono intorno al Sole la Terra e la proiezione di Venere sul piano dell'eclittica. A quest'ultima si può surrogare la velocità angolare di Venere nell'orbita. Detti A, A' i semigrand' assi delle orbite della Terra e di Venere, μ, μ' i loro moti angolari medi, i loro moti angolari veri diurni saranno espressi con molta approssimazione da

$$\mu \frac{A^2}{R^2} \sqrt{1-e^2}, \quad \mu' \frac{A'^2}{R'^2} \sqrt{1-e'^2};$$

il moto angolare relativo diurno sarà

$$\mu' \frac{A'^2}{R'^2} \sqrt{1-e'^2} - \mu \frac{A^2}{R^2} \sqrt{1-e^2} = \mu_0$$

Questa sarà la velocità con cui andrà decrescendo (prima della congiunzione) o crescendo (dopo la congiunzione) l'angolo χ , supposti i moti uniformi pel breve intervallo di tempo considerato.

Pertanto il numero X dei giorni che separa il momento dell'osservazione da quello della congiunzione vera, sarà semplicemente

$$X = \frac{\chi}{\mu_0} = \frac{\chi}{\mu' A' \frac{R'^2}{R^2} \sqrt{1-e'^2} - \mu \frac{A^2}{R^2} \sqrt{1-e^2}} \quad (10)$$

L'epoca della congiunzione vera si otterrà aggiungendo X al tempo dell'osservazione per le disparizioni occidentali, e sottraendo X dal tempo dell'osservazione per le apparizioni orientali. La quantità X è quella che indichiamo col nome *di riduzione alla congiunzione vera*.

V. *Calcolo delle congiunzioni medie*. - Le cose che precedono possono servire a fissare nella scala dei tempi finora da noi adottata le epoche delle congiunzioni inferiori *vere* osservate dagli astronomi babilonesi; cioè gl'istanti in cui Venere nel suo corso inferiore si trovò col Sole nella medesima longitudine vera geocentrica. Ma per facilitare la comparazione di tali istanti fra di loro, e per determinarne le epoche assolute secondo il calendario giuliano, è necessario riferirsi alle congiunzioni medie corrispondenti, le quali hanno luogo quando le longitudini medie di Venere e della Terra, contate per ciascun pianeta nella propria orbita, hanno il medesimo valore. Le epoche delle congiunzioni medie sogliono differire da quelle delle congiunzioni vere per un certo intervallo, che non arriva mai a tre giorni, ed è dovuto a due cause. L'una sta nella ellitticità delle orbite, e nella conseguente deviazione del moto in longitudine dall'andamento uniforme, l'altra è l'inclinazione reciproca dei piani di tali orbite, la quale fa sì che la longitudine di Venere nella sua orbita è sempre alquanto diversa dalla sua longitudine eliocentrica, cioè dalla lon-

gitudine proiettata sull'eclittica. A cagione della piccola inclinazione, questa differenza non supera mai 3 minuti di grado, che pel nostro intento consideriamo come una quantità trascurabile.

Dietro queste premesse, la congiunzione vera avverrà per noi nell'istante di tempo in cui le longitudini vere dei due pianeti nelle loro orbite saranno uguali. Detta L questa comune longitudine, P, P' le longitudini del perielio della Terra e di Venere rispettivamente; le loro anomalie vere saranno $L - P, L - P'$. Se chiaminsi e, e' le due eccentricità e se ne ritengano come trascurabili i quadrati, le due equazioni del centro potranno esprimersi prossimamente per

$$2e \sin(L - P) \quad \text{e} \quad 2e' \sin(L - P').$$

Negletta ogni perturbazione, le longitudini medie saranno

$$L - 2e \sin(L - P) \quad \text{e} \quad L - 2e' \sin(L - P');$$

la loro differenza, cioè la quantità di cui la Terra precede Venere in longitudine media, sarà

$$2e' \sin(L - P') - 2e \sin(L - P), \quad (11)$$

ed essendo Venere dei due pianeti il più veloce in moto angolare, essa raggiungerà dopo qualche tempo la Terra in longitudine media. Dotti infatti μ, μ' rispettivi movimenti medi diurni, sarà $\mu' < \mu$, e sarà $\mu' - \mu$ la quantità di cui quotidianamente andrà decrescendo la differenza (11): questa differenza sarà dunque annullata dopo un numero di giorni espresso da

$$Y = \frac{\lambda}{\mu' - \mu} \{2e' \sin(L - P') - 2e \sin(L - P)\} \quad (12)$$

Le due longitudini medie saranno allora uguali, in altri termini la congiunzione media avrà luogo Y giorni dopo la congiunzione vera, e la formula (12) dà la cercata riduzione per dedurre l'epoca della prima, data che sia l'epoca della seconda.

§ 12. - DETERMINAZIONE DELL'*ARCUS VISIONIS* DI VENERE.

DISCUSSIONE DELLE SINGOLE OSSERVAZIONI.

Preparate così le formule necessarie per calcolare le epoche delle congiunzioni medie inferiori quali risultano direttamente dalle osservazioni, non rimane che passare ai numeri; e cominceremo col determinare quel valore di ω , cioè dell'*arcus visionis* di Venere, che meglio d'ogni altro si adatta ai tempi osservati. A questo fine ho assunto per base l'ipotesi $N = + 11$, della quale, già per tentativi anteriori, ho ragione di credere che non si discosta molto dal vero valore; e su questa ho ripetuto tre volte il calcolo delle congiunzioni medie, ponendo successivamente $\omega = 5^\circ$, $\omega = 7^\circ \frac{1}{2}$, $\omega = 10^\circ$. I risultati di ciascuna ipotesi di ω sono esposti separatamente nelle tre sezioni del Quadro G qui appresso.

In tutt'e tre la prima colonna contiene la designazione delle dieci congiunzioni inferiori secondo il loro ordine cronologico:

nella seconda stanno designate le due osservazioni che precedono e seguono immediatamente ciascuna congiunzione. La terza dà le epoche delle congiunzioni medie quali risultano dalle singole osservazioni. Esse sono state ottenute aggiungendo al tempo di ciascuna osservazione dato nel Quadro E (colonne III e IV) le due riduzioni X e Y secondo le formule (10) e (12) del § precedente, calcolate per l'ipotesi $N = + 11$.

Quadro G

IPOTESI I. - $\omega = 5^\circ$.

N. d'ordine delle coniugazioni	Designazione delle osservazioni	Epocche delle coniugazioni medie		Prima approssimazione		Seconda approssimazione	
		dalle disparizioni occidentali	dalle disparizioni orientali	Epocche calcolate	Errori residui Osservazione-Calcolo	Epocche calcolate	Errori residui Osservazione-Calcolo
I	(3) e (4)	1125 ^d .27	1116 ^d .10	1112 ^d .47	+12 ^d .80	1111 ^d .55	(+13 ^d .72)
II	(7) e (8)	1690.17	1694.73	1696.89	- 6.22	1695.47	(- 5.30)
III	(11) e (12)	2280.76	2275.09	2280.31	+ 0.45	2279.39	+ 1.37
IV	(15) e (16)	2868.77	.....	2864.23	+ 4.54	2863.37	(+ 5.46)
V	(19) e (20)	3433.67	3444.27	3448.15	- 14.48	3447.23	+ 2.96
VI	(23) e (24)	4027.67	4028.49	4032.07	- 4.40	4031.15	- 3.48
VII	(27) e (28)	4613.76	4618.16	4616.00	- 2.24	4615.08	+ 1.32
VIII	(31) e (32)	5209.20	5208.35	5199.92	+ 9.28	5199.00	(+19.29)
IX	(35) e (36)	5783.44	5784.53	5783.84	-0.40	5782.92	(+0.52)
X	(39) e (40)	.....	.....	6367.76	.....	6366.84	.....

IPOTESI I. - $\omega = 7^\circ$.

I	(3) e (4)	1128 ^d .21	1114 ^d .51	1112 ^d .93	+15 ^d .28	1111 ^d .27	(+16 ^d .94)
II	(7) e (8)	1691.91	1691.83	1696.85	-4.94	1695.19	(- 3.28)
III	(11) e (12)	2285.18	2273.58	2280.77	+4.41	2279.11	(+6.07)
IV	(15) e (16)	2870.51	.....	2864.69	+5.82	2863.03	(+7.48)
V	(19) e (20)	3435.94	3442.54	3448.61	-12.67	3446.95	(-11.01)
VI	(23) e (24)	4030.24	4026.26	4032.53	-2.29	4030.87	-0.63
VII	(27) e (28)	4615.31	4615.35	4616.46	-1.15	4614.80	+0.51
VIII	(31) e (32)	5213.29	5206.84	5200.38	-12.91	5198.72	(- 14.57)
IX	(35) e (36)	5785.07	5782.81	5784.30	+0.77	5782.64	+2.43
X	(39) e (40)	.....	.....	6368.22	.....	6366.56	.....

IPOTESI I. - $\omega = 10^\circ$.

I	(3) e (4)	1131 ^d .47	1112 ^d .10	1113 ^d .30	+18 ^d .17	+1110 ^d .94	(+20 ^d .53)
II	(7) e (8)	1693.79	1688.96	1697.22	+3.43	1694.86	(- 1.07)
III	(11) e (12)	2289.68	2271.93	2281.14	+8.54	2278.78	+10.90
IV	(15) e (16)	2872.17	.....	2865.06	+7.11	2862.70	(+9.47)
V	(19) e (20)	3438.19	3440.83	3448.98	-10.79	3446.62	(- 8.43)
VI	(23) e (24)	4033.07	4023.83	4032.90	+0.17	4030.54	+2.53
VII	(27) e (28)	4616.97	4612.52	4616.83	+0.14	4614.47	+2.50
VIII	(31) e (32)	5218.16	5205.13	5200.75	+17.41	5198.39	(+19.77)
IX	(35) e (36)	5786.74	5781.14	5784.67	+2.07	5782.31	+4.13
X	(39) e (40)	.....	.....	6368.59	.....	6366.23	.....

In questa terza colonna i numeri a sinistra danno le congiunzioni medie ricavate dalle disparizioni occidentali, i numeri a destra, le stesse congiunzioni medie quali risultano dalle apparizioni orientali. Queste due epoche, collocate così l'una accanto all'altra per confronto immediato, dovrebbero essere identiche per la medesima congiunzione e pel medesimo valore dell'*arcus visionis*. Le differenze sono in massima parte il risultato degli errori di osservazione, di scrittura e di lettura della tavoletta (e anche di previsione, nel caso eventuale di date supposte e non effettivamente osservate): in alcuna parte pure vi deve aver contribuito la differenza fra il calendario da noi supposto ed il calendario realmente usato dagli astronomi babilonesi. Inoltre, poichè le epoche qui dedotte dall'osservazione rappresentano congiunzioni medie, dovrebbe l'intervallo fra due congiunzioni consecutive essere uguale alla rivoluzione sinodica del pianeta, che allora come adesso era di giorni $583^{\text{d}}.921$. A determinare il risultato complessivo di tutte le osservazioni noi dovremo pertanto formare una progressione aritmetica di epoche, tali che l'intervallo fra due epoche consecutive sia di $583^{\text{d}}.921$, e tale ancora che formando le differenze fra le epoche così calcolate e le osservate, queste ultime vengano rappresentate dalle prime nel miglior modo possibile. Noi abbiamo posto per condizione che per ciascuna delle tre ipotesi fatte sull'*arcus visionis*, sia eguale a zero la somma algebrica delle differenze anzidette. Così nacquero le progressioni delle epoche calcolate e registrate nella colonna

quarta; le differenze residue fra queste e le epoche osservate sono esposte nella colonna quinta, a sinistra per le disparizioni occidentali, a destra per le apparizioni orientali. Circa questi risultati sono a farsi le seguenti considerazioni.

I. - In primo luogo è da notare che nella nostra scala dei tempi le date dei noviluni apparenti sono rappresentate in modo soltanto approssimativo, e non rappresentano i noviluni del calendario babilonese che con una certa approssimazione. Perciò gli errori residui della colonna quinta nelle tre sezioni del Quadro G, si devono considerare non come quantità assolute, ma come quantità possibili di un aumento o di una diminuzione. Io stimo che per tal fatto, indipendentemente da ogni circostanza dell'osservazione propriamente detta, ciascuno degli errori in questione si possa accrescere o diminuire fino a due giorni intieri, e che di tale limite di tolleranza sia necessaria tener conto nei ragionamenti.

II. - È da riflettere inoltre che nella progressione formante la colonna quarta, essendo conosciuta la differenza di due termini consecutivi, la loro determinazione è completa quando sia dato uno dei termini. L'incognita dunque è una sola: a determinare la quale dovrebbero concorrere 17 osservazioni, cioè 9 disparizioni occidentali e 8 apparizioni orientali. Perciò, malgrado l'evidente rozzezza delle osservazioni stesse, le date della colonna quarta riescono determinate con sufficiente certezza; l'errore non può sorpassare due o tre giorni.

III. - Si vedrà ancora che nelle tre ipotesi fatte sull'*arcus visionis* $\omega=5^\circ$, $\omega=7^\circ\frac{1}{2}$, $\omega=10^\circ$, le epoche della stessa congiunzione media si accordano molto bene fra di loro; la massima differenza fra le due ipotesi estreme non arriva ad un giorno intero. Questa costanza dei risultati ottenuti in ipotesi così diverse sull'*arcus visionis* ci porta a credere che i risultati stessi siano quasi indipendenti dal valore dell'*arcus visionis* adottato.

IV. - Se ora gli errori residui si potessero considerare come tutti derivanti da accidentalità delle osservazioni, si potrebbe procedere oltre, e determinare quel valore dell'*arcus visionis* che conduce alla minima somma dei quadrati degli errori. Ma vi sono circostanze che impongono di procedere con cautela. Già abbiamo indicato la possibilità che alcune date della tavoletta non siano il risultato dell'osservazione immediata. Inoltre anche le date dei fenomeni realmente osservati non si possono supporre fatte tutte con un cielo ugualmente puro, in modo da poter supporre in tutte un valore costante dell'*arcus visionis*; dovendo l'astronomo segnare a qualunque costo l'epoca di un'apparizione o di una disparizione anche attraverso gli ostacoli delle nuvole o delle nebbie, talvolta avrà dovuto contentarsi di segnare una disparizione molto prima, o un'apparizione molto dopo del tempo dovuto. Meno facilmente sarà avvenuto che in conseguenza di una straordinaria trasparenza dell'atmosfera, la disparizione sia stata segnata alquanto prima e la disparizione alquanto dopo; qui la velocità del moto apparente relativo di Venere e del Sole e il

rapido variare dello splendore di Venere pongono limiti poco meno fissi, oltre i quali l'una e l'altra osservazione diventano impossibili.

Da queste considerazioni appare evidente la necessità di esaminare ciascuna osservazione per sé, onde assicurarsi che essa non contenga qualche impossibilità o almeno qualche indizio che la renda meno degna di fede. A questo fine abbiamo calcolato per ciascuna quel valore dell'*arcus visionis* che, adottato, produrrebbe in quell'osservazione l'errore zero. Ciò si può ottenere facilmente coi numeri della tavola G. Per ogni osservazione infatti le tre sezioni di essa danno i tre valori dell'errore residuo corrispondenti alle tre ipotesi $\omega = 5^\circ$, $\omega = 7^\circ \frac{1}{2}$, $\omega = 10^\circ$: ora si trova che questi valori sono prossimamente equidifferenti; onde concludiamo che essi sono prossimamente funzioni lineari della variabile ω . Sarà dunque facile determinare il valore di ω per cui l'errore è nullo; in altri termini, il valore dell'*arcus visionis* richiesto da quella particolare osservazione. Se questo valore è assurdo, e rimane tale ancor quando si accresca o si diminuisca di 2 giorni la data assegnata alle osservazioni, diremo che tal data è da respingere, o perchè non realmente osservata, o perchè paleograficamente corrotta, o perchè determinata in circostanze troppo sfavorevoli. Ecco il risultato a cui si perviene esaminando con questi criteri ciascuna delle 17 osservazioni per cui una data si è ancora in qualche modo conservata nella tavoletta originale.

(3) - Gli errori residui nelle tre ipotesi sono $+12^d,80, +15^d,28, +18^d,17$. Anche diminuendoli di due giorni, risulta per l'*arcus visionis* un forte valor negativo. La data assegnata è semplicemente impossibile: essa è stata probabilmente ottenuta sottraendo da quella dell'osservazione (4) l'intervallo di 7 giorni, che secondo l'autore delle *Effemeridi* è l'intervallo normale dell'occultazione di Venere nella congiunzione inferiore (vedi § 6). Ma considerata la latitudine australe del pianeta, è facile convincersi che questo intervallo sotto la latitudine di Babilonia non ha potuto esser minore di 15 giorni. Escludesi quindi dai calcoli ulteriori.

(4) - Gli errori residui nelle tre ipotesi sono $+3^d,63, +1^d,58, —1^d,20$. L'*arcus visionis* corrispondente all'errore nullo sarebbe $8^{\circ}.9$, e potrebbe anche esser ridotto a 7 col diminuire la data di 2 giorni. Ma questo non è punto necessario.

(7) - Gli errori residui nelle tre ipotesi sono $—6^d,22, -4^d,94, -3^d,43$. L'*arcus visionis* corrispondente all'errore nullo sarebbe $15^{\circ}.3$, che potrebbe ridursi a $12^{\circ}.3$ col supporre la data accresciuta di 2 giorni. Se l'osservazione è genuina, dobbiamo concludere che il tempo le fu poco favorevole in quei giorni, e che la vera disparizione corrispondente ad un cielo sereno avrebbe dovuto notarsi parecchi giorni dopo. L'*arcus visionis* di $12^{\circ}.3$ corrisponde presso Tolomeo a stelle comprese fra la 1^a e la 2^a grandezza²¹³. Escludesi dai calcoli ulteriori.

²¹³ Per il levare e per il tramonto eliaco l'*arcus visionis* dai calcoli di Tolomeo risulta di 11° per le stelle di prima grandezza, e di 14° per le stelle della seconda grandezza. IDELER, *Handbuch der Chronologie*, I, p. 56.

(8) - Gli errori residui nelle tre ipotesi sono $-1^d,66$, $-5^d,02$, $-8^d,26$. All'errore nullo corrisponde l'*arcus visionis* $3^\circ.7$, ma accrescendo la data di 2 giorni si ottiene $5^\circ.3$. L'osservazione pare assai buona.

(11) - Gli errori residui nelle tre ipotesi sono $+0^d,45$, $+4^d,41$, $+8^d,54$. All'errore nullo corrisponde l'*arcus visionis* $4^\circ.7$. Osservazione sicura.

(12) - Gli errori residui nelle tre ipotesi sono $-5^d,22$, $-7^d,19$, $-9^d,21$. L'*arcus visionis* corrispondente all'errore nullo prende un valore negativo, quindi assurdo. Anche accrescendo le date di 2 giorni, il valore ω non giunge che a $2^\circ.1$. Il che sembra insufficiente perché il pianeta si renda visibile. L'epoca assegnata dell'apparizione sembra prematura; probabilmente fu dedotta dall'osservazione (11) coll'aggiungervi l'intervallo di 11 giorni. Esclusa dai computi ulteriori.

(15) - Gli errori residui nelle tre ipotesi sono $+4^d,56$, $+5^d,82$, $+7^d,11$. L'*arcus visionis* corrispondente all'errore nullo ha un valore negativo, e tale permane anche quando si diminuiscano le date di 2 giorni. Necessariamente si esclude dai computi ulteriori.

(19) - Gli errori residui nelle tre ipotesi sono $-14^d,48$, $-12^d,67$, $-10^d,79$. L'errore nullo richiederebbe un *arcus visionis* di 24° circa, il quale, anche accrescendo le date di 2 giorni, non si riduce che a $21^\circ.5$. Vi è qualche errore grave, ma non è facile indicarne la natura. Escluso.

(20) - Gli errori residui nelle tre ipotesi sono $-3^d,88$, $-6^d,07$, $-8^d,15$. L'errore nullo richiederebbe un *arcus visionis* di soli $6^\circ.6$: accrescendo la data di 2 giorni esso arriva a 3° , ciò che sembra poco perché il pianeta si renda visibile. Attese però le varie incertezze che bisogna ammettere negli elementi di calcolo, l'osservazione non può essere respinta a *priori*.

(23) - Gli errori residui nelle tre ipotesi sono $-4^d,40$, $-2^d,29$, $-0^d,17$. All'errore nullo corrisponde l'*arcus visionis* $9^\circ.8$, che accrescendo le date di 2 giorni può anche diventare $7^\circ.7$. Nessun motivo di dubitare su questa

osservazione.

(24) - Gli errori residui nelle tre ipotesi sono $- 3^d,58, - 6^d,27, - 9^d,07$. All'errore nullo corrisponde l'*arcus visionis* $1^\circ.5$; aggiungendo 2 giorni alle date abbiamo $3^\circ.5$ che si accosta ai limiti del possibile. Sembra che si possa accettare.

(27) - Gli errori residui nelle tre ipotesi sono $- 2^d,24, - 1^d,15, + 0^d,14$. All'errore nullo corrisponde l'*arcus visionis* $9^\circ.7$, che aggiungendo 2 giorni alle date diventa $5^\circ.6$. L'osservazione ha quindi potuto essere del tutto soddisfacente.

(28) - Gli errori residui nelle tre ipotesi sono $+ 2^d,16, - 1^d,11, + 4^d,31$. Ammettendo per *arcus visionis* $6^\circ.7$ si ha l'errore nullo. Tutto è in ordine perfetto.

(31) - Gli errori residui nelle tre ipotesi sono $+ 9^d,28, + 12^d,91, + 17^d,41$. L'errore nullo corrisponde ad un *arcus visionis* negativo. Anche diminuendo le date di 2 giorni, non giunge che a $0^\circ.5$. In tali circostanze l'osservazione non ha potuto certamente aver luogo. Essa è stata probabilmente calcolata sottraendo 15 giorni (intervallo abbastanza esatto nel caso presente) dal l'osservazione (32), la quale essa stessa era in grave ritardo. Esclusa.

(32) - Gli errori residui nelle tre ipotesi sono $+ 8^d,43, + 6^d,46, + 4^d,38$. L'errore nullo suppone un *arcus visionis* di $15^\circ.1$, che si riduce a $12^\circ.8$ quando si supponga diminuita la data di 2 giorni. Occorre qui un caso inverso a quello dell'osservazione (7); le vicende atmosferiche hanno impedito per parecchi giorni di constatare la riapparizione del pianeta. Esclusa dai computi ulteriori.

(35) - Gli errori residui nelle tre ipotesi sono $- 0^d,40, + 0^d,77, + 2^d,07$. L'errore nullo ha luogo per $\omega = 5^\circ.9$, e tutto si presenta bene.

(36) - Gli errori residui nelle tre ipotesi sono $+ 0^d,69, - 1^d,46, - 3^d,53$.

L'errore nullo corrisponde ad $\omega = 5^\circ.8$, e tutto è in perfetto ordine.

Riassumendo si trova, che delle 17 osservazioni conservate, sette hanno dovuto esser escluse dai computi ulteriori, perchè presentano un insieme di condizioni impossibile. Di tre fra queste (3), (12), (31) si può affermare con qualche probabilità che sono state dedotte, e non direttamente osservate. Su altre due (7) e (32) è ammissibile l'influsso del cattivo tempo. Per le osservazioni (15) e (19) non è facile dire dove sia la sorgente dell'errore.

Abbiamo dunque ripetuto il calcolo qui sopra, escludendo le 7 osservazioni (3), (7), (12), (15), (19), (31), (32): i risultati stanno nelle due ultime colonne del Quadro G. La penultima contiene le epoche risultanti per le congiunzioni medie; l'ultima gli errori residui, che per le osservazioni non assunte nel calcolo, sono distinti fra parentesi. Anche qui, come nel calcolo antecedente, le tre progressioni indicanti le epoche delle congiunzioni medie si accordano bene nelle tre ipotesi dell'*arcus visionis*: i primi termini (corrispondenti alla prima congiunzione media) essendo

$$\begin{aligned} H &= 1111^d,55 \text{ per } \omega = & 5^\circ, \\ H &= 1111^d,27 \text{ per } \omega = & 7^\circ,5, \\ H &= 1110^d,94 \text{ per } \omega = & 10^\circ. \end{aligned}$$

Si conferma dunque anche qui, ed in misura maggiore, il fatto che già emergeva dal primo calcolo: che cioè le epoche delle congiunzioni medie son quasi indipendenti dal valore adottato per

Parcus visionis. Credo che in gran parte questo fatto si debba attribuire a ciò, che nel calcolo sono combinate insieme osservazioni di levante e osservazioni di ponente quasi in ugual numero. È manifesto infatti che una variazione nel valore di ω , produce, a parità di circostanze, effetti di segno contrario sulle epoche delle osservazioni di levante e su quelle delle osservazioni di ponente.

Anche le nuove epoche confrontate con quelle prima ottenute senza esclusione di osservazioni, differiscono di poco da quelle calcolate dopo l'esclusione. Le differenze sono:

$$\begin{aligned} 2^{\circ} \text{ calcolo} - 1^{\circ} \text{ calcolo} &= - 0^{\text{d}},92 \text{ per } \omega = 5^{\circ} \\ 2^{\circ} \text{ calcolo} - 1^{\circ} \text{ calcolo} &= - 1^{\text{d}},66 \text{ per } \omega = 7^{\circ} \frac{1}{2}, \\ 2^{\circ} \text{ calcolo} - 1^{\circ} \text{ calcolo} &= - 2^{\text{d}},36 \text{ per } \omega = 10^{\circ}; \end{aligned}$$

e di quantità corrispondenti si cambiano pure i valori, i quali prendono allora i valori segnati nell'ultima colonna del Quadro G, alquanto diversi da quelli segnati nella colonna quinta. Ciò produce naturalmente qualche differenza nel modo di apprezzare il merito di alcune osservazioni, non tale però da indurci a respingere una osservazione che prima fosse accolta come buona, od a ritenere come accettabile una che prima sia stata esclusa. Noi prenderemo dunque per base il secondo calcolo, e determineremo il valore da adottarsi per ω , ponendo per condizione che la somma dei quadrati degli errori residui nelle dieci osservazioni non escluse sia il minimo. Ora se nelle tre sezioni

dell'ultima colonna, separatamente considerate, facciamo la somma dei quadrati dei dieci errori non posti fra parentesi, otteniamo nelle tre ipotesi corrispondenti

$$\begin{array}{lll} \text{per } \omega = 5^\circ & \Sigma \epsilon^2 = & 65^d,17 \\ \text{per } \omega = 7^\circ \frac{1}{2} & \Sigma \epsilon^2 = & 106^d,20 \\ \text{per } \omega = 10^\circ & \Sigma \epsilon^2 = & 270^d,95; \end{array}$$

e da questo si deduce facilmente, che la somma dei quadrati degli errori prenderà il suo valore minimo quando si ponga $\omega = 5^\circ.42$. Sarà questo l'*arcus visionis* che meglio si adatterebbe alle osservazioni babilonesi, quando l'ipotesi $N = + 11$, posta a base di tutto il calcolo, non si scostasse troppo dal vero. A questo valore ω corrisponde sulla scala arbitraria l'epoca della prima congiunzione media $H = 1111^d,50$, valore che differisce di soli $0^d,05$ da quello ottenuto qui sopra per $\omega = 5^\circ$. Quest'ultimo valore, assegnato da Tolomeo, è dunque confermato dalla precedente ricerca in modo più che sufficiente, e noi sempre ne faremo uso nei calcoli ulteriori.

§ 13. - CALCOLO DEFINITIVO DELLE CONGIUNZIONI MEDIE PER QUALSIASI VALORE DI N.

Stabilito così l'*arcus visionis*, sarà facile compiere il calcolo

delle congiunzioni medie per i quattro valori di N fissati più sopra,

$$N = + 23^d, \quad N = + 11^d, \quad N = - 1^d, \quad N' = - 13^d,$$

adoperando per tutti $\omega = 5^\circ$. I risultati sono esposti nelle quattro sezioni del Quadro K, che occupa la pagina qui appresso.

QUADRO K. - CALCOLO DEFINITIVO DELLE CONGIUNZIONI
MEDIE.

Num d'or- dine delle con- giun- zioni	Designa- zione delle os- serva- zioni	Epoche delle congiunzioni me- die		Epoche calco- late	Errori residui Osservazione- Calcolo
		dalle di- spari- zioni occi- dentali	dalle ap- pari- zioni orientali		
N = + 23 ^d					
I	(3) e (4)	1127 ^d .34	1117 ^d .58	1111 ^d .91	(+ 15 ^d .43) + 5 ^d .67
II	(7) - (8)	1690,38	1695,16	1695,83	(- 4.85) – 0.67
III	(11) - (12)	2279,30	2274,00	2279,75	- 0.45 (- 5.75)
IV	(15) - (16)	2869,78	.....	2863,67	(+ 6.11)
V	(19) - (20)	3431,89	3443,50	3447,60	(- 15.71) – 4.10
VI	(23) - (24)	4029,43	4029,28	4031,52	- 2.09 – 2.24

VII (27) (28)	-	4614,38	4614,46	4615,44	- 1.06 + 3.02
VIII (31) (32)	-	5207,00	5207,72	5199,36	(+ 7.64) (+ 8.36)
IX (35) (36)	-	5784,43	5782,67	5783,28	+ 1.15 - 0.61
X				6367,20	.....
N = + 11 ^d					
I (3) e (4)		1125 ^d .27	1116 ^d .10	1111 ^d .55	(+ 13 ^d .72) + 4 ^d .55
II (7) - (8)		1690,17	1694,73	1695,47	(- 5.30) - 0.74
III (11) (12)	-	2280,76	2275,09	2279,39	+ 1.37 (- 4.30)
IV (15) (16)	-	2868,77	.....	2863,37	(+ 5.46)
V (19) (20)	-	3433,67	3444,27	3447,23	(- 13.56) - 2.96
VI (23) (24)	-	4027,67	4028,49	4031,15	- 3.48 - 2.66
VII (27) (28)	-	4613,76	4618,16	4615,08	- 1.32 + 3.08
VIII (31)	-	5209,20	5208,35	5199,00	(+ 10.20) (+

	(32)					9.35)	
IX	(35)	-	5783,44	5784,53	5782,92	+ 0.52 + 1.61	
	(36)						
X	(39)	-	.....	.....	6366,84	.....	.....
	(40)					.	

Num d'or- dine delle con- giun- zioni	Designa- zione delle os- serva- zioni	Epoche delle coniunzioni me- die		Epoche calco- late	Errori residui Osservazione- Calcolo
N = - 1 ^d					
I	(3) e (4)	1124 ^d .04	1116 ^d .50	1111 ^d .39	(+ 12 ^d .65) + 5 ^d .11
II	(7) - (8)	1689,90	1694,30	1695,31	(- 5.41) – 1.01
III	(11) - (12)	2282,32	2274,71	2279,23	+ 3.09 (- 4.52)
IV	(15) - (16)	2868,17	.....	2863,15	(+ 5.02)
V	(19) - (20)	3435,67	3443,83	3447,08	(- 11.41) – 3.27
VI	(23) - (24)	4026,30	4028,17	4031,00	- 4.70 – 2.83
VII	(27) - (28)	4613,50	4618,00	4614,92	- 1.42 + 3.08
VIII	(31) - (32)	5210,89	5208,48	5198,84	(+ 12.05) (+ 9.64)
IX	(35) - (36)	5783,21	5784,25	5782,76	+ 0.45 + 1.49

X (39)	-	.....	6366,68	.....	.....
(40)					
N = - 13 ^d					
I (3) e (4)	1122 ^d .19	1115 ^d .79	1111 ^d .02	(+ 11 ^d .17)	+ 4 ^d .77
II (7) - (8)	1689,48	1693,72	1694,94	(- 5.46)	- 1.22
III (11) - (12)	2281,52	2274,62	2278,86	+ 2.66	(- 4.24)
IV (15) - (16)	2867,66	.....	2862,78	(+ 4.88)	.....
V (19) - (20)	3438,22	3443,91	3446,71	(- 8.49)	- 1.80
VI (23) - (24)	4024,93	4027,68	4030,63	- 5.70	- 2.95
VII (27) - (28)	4613,07	4617,38	4614,55	- 1.48	+ 2.83
VIII (31) - (32)	5210,24	5208,55	5198,47	(+ 11.77)	(+ 10.08)
IX (35) - (36)	5782,47	5785,24	5782,39	+ 0.08	+ 2.85
X (39)	-	.....	6366,31	.....	.....
(40)					.

La prima colonna indica il numero d'ordine delle dieci congiunzioni inferiori osservate; la seconda contiene il numero delle due osservazioni contigue a ciascuna congiunzione. Nella terza stanno le epoche delle congiunzioni medie, dedotte da ciascuna osservazione applicando al tempo di questa le due riduzioni X e

Y secondo le formule (10) e (12) del § 12. Nella quarta son contenute le epoche definitive contate sulla scala arbitraria per ognuna delle congiunzioni medie, quali risultano nelle singole ipotesi circa il valore di N. Esse formano in ognuno dei quattro casi una progressione aritmetica in cui la differenza dei due termini consecutivi è $583^d,9213$: il primo termine, cioè l'epoca della prima congiunzione, è quello che abbiamo chiamato H. Seguono nella colonna quinta le quantità che dobbiamo considerare come errori residui delle osservazioni, cioè le differenze fra i numeri delle colonne III e IV presi nel senso osservazione-calcolo. Gli errori delle osservazioni escluse sono distinti per mezzo di parentesi. L'esame di questi numeri conduce alle seguenti riflessioni

1.° Le epoche delle congiunzioni medie risultanti dal calcolo, e segnate nella penultima colonna, variano assai poco per i differenti valori di N. Per una medesima congiunzione media i valori estremi non distano fra loro che di $0^d,89$, quantità certamente inferiore all'incertezza probabile delle epoche stesse. In altri termini: le epoche definitive delle congiunzioni medie, che già sopra mostrammo essere quasi indipendenti dal valore adottato dell'*arcus visionis* (vedi § precedente), sono anche quasi indipendenti dal valore adottato di N, o dalla posizione che teneva l'equinozio nel calendario lunisolare babilonese all'epoca delle osservazioni. Questo significa che l'influsso di N sul calcolo delle

riduzioni delle epoche osservate a quelle della congiunzione media è quasi nullo sulla media delle osservazioni. La causa di ciò deve dipendere dal fatto che le osservazioni comprendono due ottenni completi, nel corso dei quali le congiunzioni si produssero in posizioni quasi uniformemente distribuite sopra le orbite di Venere e della Terra. E forse più esatta ancora sarebbe stata la compensazione, se fosse stato possibile di profittare di tutte 20 le osservazioni che riguardano fenomeni vicini alla congiunzione inferiore.

2.° Le quattro serie di numeri contenute nella penultima colonna formano quattro progressioni aventi tutte il rapporto costante $583^d,9213$. Ogni progressione è quindi pienamente determinata dal suo primo termine, che è l'epoca della prima fra le dieci congiunzioni inferiori osservate. È dunque perfettamente inutile considerare tutte intiere le progressioni, e basterà, nelle ulteriori considerazioni, tener conto del suddetto primo termine, che indicheremo sempre con H. Così il confronto delle quattro progressioni si riduce a quello dei quattro valori di H: che sono

per N = + 23	H = $1111^d,91$
per N = + 11	H = $1111^d,55$
per N = - 1	H = $1111^d,39$
per N = - 13	H = $1111^d,02$

Questi valori rappresentano anch'essi prossimamente una progressione aritmetica, e possono esprimersi colle formula lineare

$$H = 1111^d,00 + 0^d,02205(N + 16) = 1111^d,3328 + 0^d,02205 N \dots(13)$$

della quale i valori calcolati per $N = +23, +11, -1, -13$ non differiscono dai valori osservati ohe di minime quantità, e lasciano nel senso osservazione-calcolo le differenze $+0^d,05, -0^d,05, +0^d,06, -0^d,05$ rispettivamente, affatto trascurabili nel nostro problema.

3.° Prendendo fra gli errori residui dell'ultima colonna i dieci non contrassegnati da parentesi, e facendo la somma dei loro valori assoluti e quella dei quadrati di questi valori, troviamo rispettivamente

per $N = + 23$	$\Sigma \epsilon =$	20,14	$\Sigma \epsilon^2 =$	
		70,19		
per $N = + 11$	$\Sigma \epsilon =$	22,29	$\Sigma \epsilon^2 =$	
		65,17		
per $N = - 1$	$\Sigma \epsilon =$	26,45	$\Sigma \epsilon^2 =$	
		91,40		
per $N = - 13$	$\Sigma \epsilon =$	26,34	$\Sigma \epsilon^2 =$	
		94,08		

Nei due ultimi casi la somma dei quadrati degli errori è notevolmente maggiore che nei due primi. Questo sembra indicare (per quanto può essere indicato dal numero troppo piccolo di dieci osservazioni) che il vero valore di N si dovrà cercare piuttosto nella vicinanza di 23 e di 11 che nella vicinanza di - 1 di - 13.

Adottando come somma dei quadrati la media dei due primi valori, cioè 67,83, e considerando gli errori come accidentali, si avrebbe per error medio di una osservazione $2^d,75$, e come error medio di H $0^d,87$. Adunque pel fatto degli errori di osservazione, il valore di H è soggetto all'incertezza di quasi un giorno, e l'errore medio di una osservazione si può stimare di circa 3 giorni. In questo è compreso l'errore vero dell'osservazione e l'errore del calendario da noi assunto come base della scala dei tempi, il quale può differire nei singoli casi di uno o due giorni dal calendario effettivamente usato dai Babilonesi nel datare le loro osservazioni.

§ 14. - GLI UMMAN-MANDA.

In quanto riguarda l'epoca di queste osservazioni, abbiamo notato fin da principio, che non può esser più recente della distruzione di Ninive, che supponiamo avvenuta nell'anno 606 av. Cristo. Più precisamente diremo, che l'ultima delle osservazioni registrate non ha potuto cadere al di qua di tal limite; e poichè tutta la serie si estende per 16 anni consecutivi, risulta che la prima osservazione non ha potuto esser posteriore all'anno 621. Come si vede dal nostro Quadro C, la prima congiunzione media (quella di cui l'epoca rispetto alla scala provvisoria abbiamo qui

sopra designato con H) cade nel secondo anno delle osservazioni. Dunque H non può corrispondere ad un anno posteriore al 620 av. Cristo.

Così abbiamo un limite inferiore. Un limite superiore meno preciso, ma tuttavia assai utile, è dato da un'indicazione di carattere storico contenuta nello stesso documento K 160 che stiamo studiando. Nella sezione 13^a delle Osservazioni (linea 27 della facciata anteriore), dopo riferita l'osservazione (26), che è un'apparizione occidentale di Venere, il testo aggiunge il giudizio astrologico o presagio connesso con questa apparizione: *La furia distruggitrice degli Umman-Manda si rivolge* Il senso non è interamente chiaro nell'ultima parola, e manca qualche cosa sulla fine. Ma il nome di *Umman-Manda*, che è per noi la cosa veramente importante, non sembra presentare alcuna occasione di dubbio. Questo medesimo nome pare che si legga anche in un altro luogo, cioè nella sezione 3^a delle *Effemeridi*, linea 38 della facciata anteriore. Tale linea termina con quattro segni che da Federico Delitzsch sono letti *Umman-ma-at-ti* e da lui considerati come esprimenti il plurale di *Umman-Manda*. Il primo di quei segni sembra però presentare qualche incertezza di lettura, e tutto il passo è da altri interpretato diversamente²¹⁴.

La parola *Umman-Manda* significa orde o truppe dei Manda, e

²¹⁴ Vedi nel § 3 le Note al testo delle Effemeridi.

si trova anche usata per significare un soldato Manda. I Manda poi costituivano un popolo, o piuttosto un aggregato di popoli, che durante i secoli VIII, VII e VI av. Cristo furono per le nazioni incivilite dell'Asia anteriore precisamente quella medesima cosa che mille anni più tardi furono i Goti, i Vandali e gli Unni per le nazioni dell'occidente romano. Come questi arrivavano dalle steppe della Russia meridionale e dalle regioni che circondano il Mar Caspio, saccheggiando, imponendo tributi e distruggendo, fermandosi di preferenza là dove la ricchezza del paese e la debolezza degli occupanti offrivano abbondante e facile preda. Nelle iscrizioni assiro-babilonesi sembra si comprendano sotto il nome di Umman-Manda due nazioni diverse, cioè i Manda propriamente detti, venuti dal Nord attraverso la Media, e son quelli che Erodoto, riferendo su di loro le tradizioni persiane, indica col nome di Sciti; e i *Gimirrai*, indubitabilmente quelli che Erodoto chiama *Cimmerii*, e che nell'Antico Testamento son designati come figli di *Gomer*.

Per quanto oggi è noto, il nome dei Manda non compare che assai tardi nella storia assiro-babilonese. A tacere delle epoche più antiche, ancora per tutto il secolo IX av. Cristo nessuna menzione se ne trova nelle copiose e minute descrizioni che dei propri fatti ci lasciarono i grandi re guerrieri d'Assiria Assurnazirpal, Salmanassar II e Šaniši-Adad IV, i quali coi loro commentari occupano di quel secolo la maggior parte (885-812). Non già che

in quel tempo ed anche prima le belle pianure del Tigri e dell'Eufrate non sian state soggette ad assalti ripetuti di genti nomadi avidi di preda ed in cerca di nuove sedi. Ma gl'invasori, in massima parte tribù d'origine aramaica, venivano allora dai deserti d'Arabia e dalle rive del Golfo Persico, e nulla avevano di comune coi Manda. È principalmente in considerazione di questi fatti che gli investigatori della storia orientale sono tutti d'accordo a collocare nei secoli VIII e VII av. Cristo la emigrazione dei popoli settentrionali d'origine scitica verso le regioni dell'Asia Anteriore.

Le più antiche menzioni dei Manda si trovano nelle tavolette astrologiche e nelle tavolette augurali (*omen tablets*) di cui è grande ricchezza nel Museo Britannico: ma non è possibile assegnarne l'epoca con precisione. Esse mostrano con quale preoccupazione in una certa epoca a Babilonia ed a Ninive si consideravano i movimenti di quelle orde barbariche. Importante per la cronologia è il cenno che se ne fa nella grande raccolta astrologica intitolata *la luce di Belo*; della quale la tavola prima²¹⁵ contiene

²¹⁵ Tavoletta K 4024, linea 7 della faccia anteriore, in CRAIG, *Astrological and Astronomical Texts*, p. 2; già prima pubblicata nel vol. III delle *Cuneiform Inscriptions of Western Asia*, tav. 64; riprodotta con trascrizione da SAYCE nelle *Transactions of the Society of Biblical Archaeology*, vol. III, p. '295 e seg.

questo pronostico: «Quando la Luna nel suo aspetto scintilla come la stella di stelle²¹⁶, Belo diventa nemico al paese, gli Ummau-Manda lo invadono e vi dominano». Questa tavoletta è firmata da uno scriba, il quale esercitava la sua professione nella città di Kalah durante i regni di Sargon II e di Sennacherib²¹⁷: due esemplari almeno della *luce di Belo* da lui scritti esistevano nella biblioteca di Assurbanipal, ed ora son rappresentati nel Museo Britannico da numerosi frammenti. Ora i molti e completi documenti che abbiamo di quei due regni permettono di affermare con grande probabilità che in quel tempo non ebbero luogo invasioni di Manda. Pertanto l'invasione (o le invasioni) di Manda a cui allude la prima tavola della *luce di Belo*, ha dovuto

²¹⁶ MUL. MUL: forse il gruppo delle Pleiadi? Secondo altri *Capella*, la lucida dell'*Auriga*. SAYCE considera la ripetizione di MUL. come segno del plurale, e traduce quindi *come le stelle*.

²¹⁷ Nabû-zukup-kinu figlio di Marduk-mubasa figlio di Gub-bilâni-erês. Nell'opera qui sopra citata il Craig, il suo nome appare in calce a molte tavolette (vedi CRAIG, pp. 2, 12, 13, 14, 21, 29, 31, 35, 47, 73, 76 ecc.) quasi tutte portanti data. Così si son conservate di lui date riferibili agli anni 716, 713, 709, 708, 706, 701 prima di Cristo.

avvenire prima che salisse al trono d'Assiria e di Babilonia Sargon II, cioè prima dell'anno 722.

Dal fatto che l'arrivo dei Manda viene qui attribuito alla inimicizia di Belo, sembra si possa concludere che esso fu a danno di Babilonia piuttosto che dell'Assiria. Questa osservazione ci dà modo di risalire anche di più nella serie dei tempi. Si è conservata una breve cronaca babilonese²¹⁸, che passa in rassegna gli affari politici di Babilonia e dei paesi vicini dal primo anno di Nabonassar fino al tempo di Šamašsumukin (747-667 av. Cristo). In essa non si fa parola di alcuna invasione dei Manda nell'intervallo 747-722. Pertanto concludiamo che l'invasione (o le invasioni) a cui allude la *luce di Belo*, secondo ogni probabilità ha avuto luogo prima dell'anno 747.

Questa conclusione, combinata col silenzio ohe rispetto ai Manda serbano le grandi iscrizioni assire del secolo IX, condurrebbe a ritenere che la prima invasione di quei barbari abbia avuto luogo nella prima metà del secolo VIII, e più probabilmente nell'intervallo compreso fra l'accessione al trono di Salmanassar III e la fine del regno di Assur-Nirari (783-746). Per quei tempi la storia di ciò che avvenne in Babilonia è quasi interamente sconosciuta, e neppure si sanno assegnare i nomi e le

²¹⁸ Testo e traduzione di WINCKLER presso SCHRADER, *Keilinschriftliche Bibl.*, vol. III, pp. 272-285.

successioni di tutti i regnanti. Tuttavia le poche e sporadiche notizie rimaste sembrano accennare a uno stato di debolezza e di decadenza politica, durante il quale doveva esser facile così ai babari del Kurdistan come ai predoni d'Arabia saccheggiare e devastare impuniti il paese, anche senza dar l'assalto alle città murate. L'Assiria stessa, impegnata in una lotta secolare col regno d'Armenia, appunto in quest'epoca pervenuto all'apogeo della sua potenza, nei due o tre decenni che precedettero il 745 aveva cessato di tenere quel primato dell'Asia anteriore, che indisputato le era rimasto per più di cent'anni, da Assurnazirpal in poi. Le principali notizie che abbiamo di quel tempo riguardano una peste, ribellioni di varie provincie (761-759), ribellioni nell'antica capitale Aššur (763) e nella nuova capitale Kalah (746). L'impero d'Assiria fin d'allora sarebbe andato incontro a una fatale dissoluzione se nel 745 non sorgeva la mano ferrea di Tiglatpileser III a ricostituirlo ed a preparare lo splendido periodo dei Sargonidi.

Una seconda notizia sui Manda troviamo negli annali di Sargon II²¹⁹, il quale descrivendo la sua spedizione in Media dell'anno 713, fra le regioni nemiche da lui devastate, annovera

²¹⁹ SCHRADER, *Keilinschr. Biblioth.*, III, pp. 128-129, traduzione Abel.

Nagira dei potenti Manda. Questo aggettivo di *potenti*, per chi conosce un poco il frasario delle iscrizioni reali d'Assiria, è molto significativo. Eransi dunque allora i Manda annidati nelle montagne occidentali della Media, ad uguale distanza press'a poco da Babilonia, da Ninive e da Ecbatana. Ma di questa vantaggiosa posizione non pare abbian potuto profittare durante i regni di Sargon II e del suo figlio Sennacherib.

Ma dai torbidi che accompagnarono la morte di Sennacherib essi trassero occasione di fare la loro prima invasione storicamente accertata. Era appena finita la guerra civile combattuta da Assaradone contro i suoi fratelli parricidi, che una vasta congiura di popoli settentrionali minacciò l'Assiria (anno 679). Allora comparvero in scena i Gimirrai o Cimmeri, venuti dalle steppe del Mar Nero. Assaradone si vanta di aver prostrato a terra Teušpa il Gimirreo, un guerriero Manda venuto da lontano paese, e sconfitto le sue truppe. Di queste fa menzione anche la cronaca babilonese sopra citata²²⁰: «I Gimirri vennero in Assiria, e in Assiria furono sconfitti». A Kâstarit, condottiero di un popol misto di Cimmeri, di Medi e di Mannei, era riuscito d'impadronirsi di una città dell'Assiria e di alcuni villaggi: il terrore da lui sparso

²²⁰ SCHRADER, *Keilinschr. Biblioth.*, II, pp. 282-283, traduzione Winckler.

intorno fu tale, che si ordinarono pubbliche preghiere per la durata di cento giorni²²¹. Ma la bravura con cui Assaradone respinse tutti questi assalti; una spedizione di rivincita contro i Mannei²²², invano aiutati da Išpakai, un capo degli Ašguzei, cioè, a quanto sembra, degli Sciti²²³; un'altra spedizione attraverso alla Media fino al Demavend, assicurarono per molti anni i confini dell'impero. Il suo successore Assurbanipal non nomina i Manda, e soltanto di nome conosce i Cimmeri, i quali si rivolsero allora ad occidente verso l'Asia Minore, e qui diedero molto da fare a Gige re di Lidia e al suo successore Ardys.

Soltanto un mezzo secolo più tardi (verso il 630?) ebbe luogo la grande invasione scitica, descritta da Erodoto secondo le tradizioni correnti fra i Persiani del suo tempo. Ad essa accennano anche i profeti Sofonia e Geremia, che di essa furono contemporanei e fors'anche in parte spettatori. Ma i monumenti della

²²¹ SAYCE, *Records of the Past*, II series, vol. IV, pp. IX e X.

²²² *Minni* di Geremia, LJ, 27, al Nord dei laghi di Van e di Urmia.

²²³ *Ašguzai* = Σκύθαι? Sayce li identifica coll'*Askenaz* biblico, il quale effettivamente con lieve mutazione di una sola lettera, si potrebbe leggere *Asken̄z*.

Mesopotamia tacciono affatto sugli eventi politici di quest'epoca, ed in essi fino ad oggi non si è trovata notizia riferibile con certezza a quel celebre fatto. I pochissimi dati sicuri su cui si può fare assegnamento sono stati combinati in modo diverso dagli storici moderni²²⁴, e non è qui il luogo di discutere il legame più o meno ipotetico con cui hanno tentato di connetterli. Sembra certo però che gl'invasori venissero dal Mar Caspio, e che attraverso la Media avanzassero verso occidente, devastando e distruggendo fino alla Siria e ai confini d'Egitto, dove Psammetico arrestò i loro progressi. Nel ritorno saccheggiarono il tempio di Venere Urania in Ascalona, secondo che narra Erodoto. Il piccolo regno di Giuda (o almeno Gerusalemme) fu salvato probabilmente dalle cure con cui il bellicoso re Giosia attendeva agli armamenti. Ma nella parte settentrionale della Palestina rimase memoria di loro. Ad essi infatti una tradizione faceva risalire il nome di *Scythopolis* con cui i Greci già al tempo dei LXX e dei

²²⁴ TIELE, *Babylonisch-Assyrische Geschichte*, pp. 409-440. HOMMEL., *Geschichte Babyloniens und Assyriens*, pp. 743-744. WINCKELR presso SCHRADER, *Die Keilinschriften und das Alte Testament*, 3^a ed., pp. 101-102. WINCKLER, *Untersuchungen zur altorientalischen Geschichte*, pp. 124-126. ED. MEYER, *Geschichte der Alterthums*, vol. I, §§ 452-454 e 463-465).

Maccabei designavano la città di Bethsean vicina al lago di Tiberiade. Che che si voglia pensare di questo, è certo che l'invasione scitica dà ragione delle notizie abbastanza particolari che i profeti ebrei dopo quel tempo mostrano di possedere intorno ai popoli dell'estremo nord, che nei loro scritti e nel capo X della Genesi son rappresentati dai nomi Gomer, Magog, Askenaz, Thogarma, Minni, Ararat ecc. E forse alcuni particolari dei capi XXXVIII e XXXIX di Ezechiele hanno la loro radice in leggende connesse con quegli avvenimenti, e di cui il vero senso sembra completamente perduto. Interessante sopra ogni altra sarebbe per noi la questione cronologica; il conoscere cioè con qualche approssimazione l'epoca in cui l'invasione di quei nomadi è avvenuta. I calcoli d'Erodoto, oltre all'esser smentiti dai dati monumentali, sono anche in contraddizione fra di loro. Il miglior punto d'appoggio sarebbero ancora le allusioni dei profeti ebrei Sofonia e Geremia, dalle quali Hommel ed Ed.Meyer dedurrebbero che l'invasione in Palestina non ha potuto aver luogo più tardi dell'anno 626²²⁵. D'altra parte i commentari molto estesi e minuti che Assurbanipal ci ha lasciati della prima metà del suo regno, ci

²²⁵ HOMMEL, *Geschichte Babyloniens und Assyriens*, p. 744. ED. MEYER, *Geschichte des Alterthums*, § 664. Sofonia, capo II; Geremia, capi IV, V, VI.

conducono a credere che un'invasione di Manda non abbia potuto aver luogo prima del 614²²⁶.

L'ultima invasione dei Manda non ebbe più la forma disordinata di nomadi depredatori, ma fu una vera guerra sostenuta colle forze di uno stato potente, del quale allora essi erano padroni. L'anno 585 (o poco più tardi) il regno di Media fu occupato dagli Umman-Manda, ed il trono di Cyaxare fu usurpato dal loro capo Ištuvegu, quel medesimo che i Greci chiamarono *Astyages* o *Astyagas*.

Cessata colla morte di Nabucodonosor (anno 561) la potenza ed il prestigio dell'impero caldaico di Babilonia, Ištuvegu volle profittare di questa circostanza per dilatare i suoi confini dal lato di ponente. Aveva già invaso la Mesopotamia, e con forte esercito di ausiliari posto l'assedio alla città di Harran, quando Ciro, piccolo principe suo vassallo che regnava nel distretto di Anzan (fra lai Susiana e la Media), postosi a capo delle popolazioni iraniche, alzò il grido dell'insurrezione, e con rapida fortuna vinse gl'invasori stranieri, facendo prigionio lo stesso Ištuvegu²²⁷. Ciò

²²⁶ Gli annali di Assurbanipal contenuti nel cosiddetto *Rassam Cylinder* sono datati dall'eponimia Šamaš-udanninanni che G. Smith colloca nell'anno 644, v. TIELE, p. 368.

²²⁷ Questi fatti che risultano con evidenza incontrastabile dai monumenti babilonesi contemporanei all'evento, dimostrano

avvenne l'anno 550. Sotto la forte monarchia fondata da Ciro con questa vittoria, ulteriori invasioni di predoni nomadi divennero impossibili, ed infatti degli Umman-Manda non si trova più menzione nei secoli posteriori.

Con ciò sono esaurite press'a poco le notizie che la storia può fornire alla soluzione del presente problema. Era necessario ricordarle, per mostrare in qual modo e sino a qual punto si possono giustificare i limiti di tempo entro cui gli storici dell'antico Oriente con unanime consenso hanno circoscritto l'azione dei Manda sui paesi dell'Asia anteriore. Adottando come storicamente provati questi limiti, dovremmo estendere le nostre indagini ai secoli VIII, VII e VI av. Cr. Ma la natura del nostro documento permette di escludere senz'altro i tempi posteriori alla distruzione di Ninive, e di restringere la discussione ai secoli VIII e VII.

§ 15. - DETERMINAZIONE DELL'EPOCA IN CUI FURONO FATTE LE OSSERVAZIONI.

quanto lontana dal vero sia la tradizione persiana raccolta da Erodoto intorno all'origine di Ciro. WINCKLER, *Untersuchungen zur altorientalischen Geschichte*, p. 124 e seguenti.

Le osservazioni consegnate nella tavoletta K160 sono enunciate in modo da esprimere relazioni che ebbero luogo fra i movimenti di Venere, della Luna e del Sole per un intervallo di 16 anni consecutivi. Nostra cura dovrà ora esser questa: di ricercare se nell'intervallo abbracciato dai secoli VIII e VII avanti Cristo, si può determinare una serie di 16 anni, durante la quale i fenomeni dei tre astri, calcolati coll'aiuto di elementi moderni, corrispondano (entro i limiti dei possibili errori) a quelli registrati nella tavoletta K 160. Per tal fine sono stati costrutti il Quadro L e il Quadro M qui appresso, dei quali brevemente indicheremo il contenuto e il fondamento.

Fra tutte le dieci congiunzioni medie contenute nella serie, basterà considerare la prima, della quale qui sopra nel § 13 è stato trovato che la data secondo la scala provvisoria è espressa da

$$H = 1111^d,3528 + 0^d,02205 N \quad (13)$$

La data dell'equinozio antecedente si può ricavare dal Quadro D (p. 189), ed è $1004^d,34 - N$. Sottraendo questa da H avremo l'intervallo compreso fra la prima congiunzione media e il precedente equinozio; intervallo dato direttamente dalle osservazioni, che d'or'innanzi chiameremo S_0 :

$$S_0 = 107^d,01 + 1^d,02205 N \quad (14)$$

La quantità N è sconosciuta: però siamo certi che essa non ha in Babilonia oltrepassato dati limiti. Anche prendendoli molto larghi, per esempio $N = 30$ e $N = 15$, troveremo che il valore di S_0

non ha potuto variare che da tre a cinque mesi. Il problema sarà dunque per adesso di ricercare in quali anni dei secoli VIII e VII la congiunzione media inferiore di Venere col Sole abbia seguito l'equinozio di primavera di un intervallo maggiore di tre mesi e minore di cinque. Uno studio preliminare della cosa mi ha condotto a concludere che durante il secolo VII hanno corrisposto alla suddetta condizione tutti gli anni avanti Cristo esprimibili colla forma $8n+3$. Invece durante il secolo VIII nessuno degli anni di tal forma ha adempiuto alla condizione voluta; ed in generale nessun anno di qualsivoglia forma. Soltanto nell'ultimo decennio del secolo VIII e in tutto il secolo IX ho trovato soddisfare a quella condizione gli anni avanti Cristo della forma $8n-2$. Affinchè risultino evidenti queste affermazioni e diventino chiare le conseguenze che ne dedurremo, prego il lettore di esaminare i due sottoposti Quadri L ed M; dei quali il primo dimostra le circostanze concernenti gli anni della forma $8n+3$ per tutta l'estensione dei secoli VIII e VII, l'altro dimostra le circostanze concernenti gli anni della forma $8n-2$ per tutta l'estensione dei secoli IX e VIII.

Le date in essi segnate tutte si riferiscono al calendario giuliano e al meridiano di Babilonia; al quale la riduzione dal meridiano di Parigi è stata fatta aggiungendo $+ 0^d,12$ e dal meridiano di Berlino aggiungendo $+ 0^d,09$. Un'altra correzione si è dovuto apportare, dipendente da questo, che i Babilonesi cominciavano il loro giorno la sera, finito ciò che noi chiamiamo il *crepuscolo*

civile. Da questo istante si supponeva cominciato, coll'apparir della luna nuova, il 1° di ogni mese. La riduzione a tale istante dei tempi calcolati per il mezzodì medio è variabile secondo le stagioni. Pel nostro caso ho creduto sufficiente prendere il valore medio di tutto l'anno, che si può supporre di 6^h 30^m. Ciò importa una sottrazione di 0^d,27 dai tempi riferiti al mezzodì. Il tempo calcolato in questo modo chiameremo tempo di Babilonia; è quello a cui si suppongono riferite tutte le epoche delle osservazioni babilonesi qui discusse: ad esso quindi son stati riferiti tutti i calcoli fatti coll'aiuto di tavole moderne riferite ai meridiani di Parigi e di Berlino.

La prima colonna dei due Quadri L, M contiene la designazione degli anni avanti Cristo secondo la designazione usata dagli storici e dai cronologisti. Nel Quadro L tutti gli anni sono della forma $8n+3$; nel Quadro M della forma $8n-2$. La colonna seconda contiene, espressi in giorni e centesimi di giorno, le date giuliane degli equinozi di primavera per gli anni segnati nella prima colonna. Nel calcolo si è supposto che la durata dell'anno tropico pel 1850 sia di 365^d,242200, e che essa decresca uniformemente col tempo in ragione di 0,53 per ogni cento anni.

Nella colonna terza son registrate le date delle congiunzioni medie inferiori di Venere calcolate sugli elementi di Leverrier²²⁸.

²²⁸ Secondo Leverrier il dì 1° gennaio a mezzodì medio di Parigi (gennaio 1,00) la longitudine media eliocentrica della Terra

Per facilità di confronto queste date sono tutte riferite al mese di marzo, supponendo prolungata per tutto l'anno la numerazione

fu $100^{\circ}47'4''$ e quella di Venere $245^{\circ}33'15''$. La Terra adunque nel moto medio precedeva Venere di $215^{\circ}13'49''$. Dividendo questo intervallo per il moto medio diurno sinodico di Venere $2219'',4771$, si trova che la prima congiunzione media dei due pianeti dopo la detta epoca ebbe luogo in capo a giorni 349,1043, cioè sotto la data gennaio 350,1043 tempo di Parigi. Di qui si conclude che la congiunzione media seguente ebbe luogo nel 1852, gennaio 204,0256 o marzo 144,0256, che ridotta al calendario giuliano e al tempo di babilonia, diventa 1852 marzo $131^d,88$. Riflettendo poi che dal 1° marzo 651 av. Cr. al 1° marzo 1852 son corsi 2502 anni giuliani, pari a giorni 913856,00, e che 1565 rivoluzioni sinodiche di Venere danno giorni 913836,83, cioè giorni $19^d,17$ di meno, si vedrà che dall'una all'altra epoca la congiunzione media di Venere ha retrogradato di giorni $19^d,17$ di meno rispetto al calendario giuliano; che pertanto nel 061 av. Cr. la congiunzione media ha avuto luogo nel giorno di marzo $131^d,88 + 19^d,17 = 151^d,05$. Siccome poi in 8 anni giuliani la congiunzione media retrocede di $2^d,3935$, sarà facile dalla congiunzione del 651 dedurre tutte le altre di 8 in 8 anni, aggiungendo o sottraendo per ogni ottaeteride $2^d,3935$. Ciò pel Quadro L: il procedimento è affatto analogo pel Quadro M.

dei giorni di questo mese. Così marzo 32 = 1 aprile, marzo 62 = 1 maggio ecc.

La colonna IV dà la differenza col. III - col. II, cioè l'intervallo S trascorso dall'equinozio di primavera alla seguente congiunzione media di Venere, quale risulta dal calcolo fatto sugli elementi moderni. Nello stato presente dell'astronomia, questo intervallo non può esser soggetto a grave incertezza; si può stimarla di una o due ore al più, il che per noi costituisce una quantità trascurabile. Tale intervallo si può anche dedurre dalle osservazioni. Abbiamo veduto poco sopra che esso si può esprimere per

$$S_0 = 107^{\text{d}},01 + 1,02205 N \quad (14)$$

Ora per l'anno in cui ebbe luogo la prima congiunzione, l'intervallo in parola dovrebbe esser uguale a quello che si è calcolato nella colonna IV e che abbiám designato con S . Per quell'anno adunque si dovrebbe avere

$$S = 107^{\text{d}},01 + 1,02205 N \quad (16)$$

Dato quindi il valore di N , rimane determinato l'anno della prima congiunzione. Così se noi supponiamo che all'epoca delle osservazioni i Babilonesi usassero per determinare il principio dell'anno la stessa regola che fu in vigore nei secoli II-VI, e poniamo $N = 12$, avremo dalla (14) $S_0 = 119^{\text{d}},28$. Ora dei valori di S nella quarta colonna della tavola L, uno si avvicina più di tutti gli altri a $119^{\text{d}},28$, ed è $118^{\text{d}},76$, corrispondente all'anno 635

avanti Cristo. Ma a cagione dell'incertezza di uno o due giorni che pesa sulla quantità H , e quindi anche sulla costante $107^{\text{d}},01$ delle formule (14) e (15), non sarebbe lecito considerare l'epoca del 635 come la sola possibile, bensì soltanto come la più plausibile; le due epoche contigue 627 e 643 avendo pur qualche probabilità in loro favore. Ciò nell'ipotesi che il valore di N sia per altra via accertato in modo sicuro. Che se N fosse soggetto (come è senza dubbio nel caso nostro) all'incertezza di parecchie unità, dovremmo ancora allargare i limiti delle epoche possibili. Affinchè il lettore veda a colpo d'occhio qual'è l'epoca corrispondente a qualunque ipotesi si voglia fare sopra la quantità N , nella colonna quinta abbiamo aggiunto il valore della quantità $S - 107^{\text{d}},01$, la quale secondo la (15) non è altro che il valore $1,02205 \cdot N$, e può considerarsi come rappresentante del valore di N con approssimazione sufficiente per l'uso che se ne deve fare.

Vediamo dunque che, a cagione dell'essere N poco esattamente conosciuto, la comparazione del corso di Venere col corso del Sole non può condurre a risultati molto bene determinati. Un criterio più esatto ci sarà dato dalla comparazione colla Luna, della quale il movimento finora non è entrato in discussione.

Nella scala provvisoria del Quadro C abbiamo fissato le date di tutti i noviluni apparenti, supposti regolati da periodo uni-

forme. Abbiām pure determinato le epoche di tutte lo congiunzioni medie secondo la stessa scala; la prima di esse porta la data $H = 1111^{\text{d}},3528 + 0^{\text{d}},02205 \cdot N$, e da questa è facile dedurre tutte le altre. È dunque possibile stabilire per ogni congiunzione, media l'intervallo a partire dal novilunio apparente che l'ha preceduta; in altri termini l'età della Luna corrispondente a quella congiunzione: ciò con una notevole approssimazione, l'errore da temere non essendo più che uno o due giorni. Consideriamo, come abbiām fatto fin qui, la prima delle congiunzioni medie babilonesi. Essa ha avuto luogo nel giorno della scala indicato da $H = 1111^{\text{d}},3528 + 0^{\text{d}},02205 \cdot N$. Dal Quadro C poi risulta che un novilunio apparente ebbe luogo nel giorno e momento segnato $1089^{\text{d}},59$ sulla medesima scala. Dunque si ha dalle osservazioni babilonesi che la prima congiunzione media ebbe luogo giorni $21^{\text{d}},76 + 0^{\text{d}},02205 \cdot N$ dopo il novilunio apparente che la precedette. Ma il novilunio apparente seguiva in media a Babilonia la congiunzione vera del Sole e della Luna di 36 ore, cioè di $1^{\text{d}},50$: ciò secondo i calcoli dei Babilonesi stessi²²⁹. Il medesimo

²²⁹ EPPING e STHASSMAIER, *Astronomisches aus Babylon*, pp. 18-24. Ivi sono assegnati gli intervalli fra la congiunzione ed il novilunio apparente per più di 30 casi ripartiti quasi ugualmente in tutte le stagioni dell'anno; fra i quali è stato preso il valore medio, ed è quello qui sopra riferito.

possiamo dire rispetto alla congiunzione media.

Segue da questo che la prima congiunzione media avvenne giorni $23^{\text{d}},26 + 0^{\text{d}},02205 \cdot N$ dopo il novilunio medio astronomico immediatamente precedente. Tale quantità si trova segnata nella colonna sesta dei Quadri L, M; per calcolarla naturalmente fu usato in ciascun caso il valore di N che le sta accanto nella colonna quinta.

La deduzione dello stesso elemento dalle tavole lunari; moderne²³⁰ è presentata nella colonna settima del Quadro L. Essa dà per gli anni segnati nella prima colonna e per la data segnata nella terza colonna l'intervallo trascorso dal precedente novilunio medio astronomico. I numeri della colonna ottava danno la differenza che si ottiene sottraendo i numeri della settima colonna da quelli della colonna sesta. Queste differenze si sono calcolate positivamente e negativamente in modo che il loro valore numerico non oltrepassi mai una mezza lunazione, cioè $\pm 14^{\text{d}},77$.

L'incertezza comune a tutte queste differenze è quella stessa

²³⁰ Per questi e per altri calcoli ho trovato molto comodo usare delle tavole lunari compendiate da P. V. NEUGEBAUER: *Abgekürzte Tafeln des Mondes*, Berlino, 1905. Tab. VIII-IX. Il meridiano è quello di Berlino, e la riduzione al meridiano e al tempo di Babilonia è $- 0^{\text{d}},18$.

che pesa sul numero H , cioè di uno o due giorni al più.

Quadro L

CONFRONTO DEL MOVIMENTO DI VENERE CON QUELLI DEL SOLE E DELLA LUNA PER I SEC. VIII e VII av.Cr.

Anni Giuliani av.Cr.	Equinozio di primavera	Congiunzione media inferiore di Venere col 	Intervallo calcolato <i>S</i>	1,02205-N	Età della Luna al momento della coniunzione media		Differenza Δ
					dall'osservazione	dal calcolo	
603	Marzo 27 ^d ,25	Marzo 136 ^d ,69	109 ^d ,44	+ 2 ^d ,43	+ 23 ^d ,31	+ 28 ^d ,46	- 5 ^d ,15
611	27,31	139,08	111,77	+ 4,76	+ 23,36	+ 2,85	- 9,02
619	27,37	141,48	114,11	+ 7,10	+ 23,42	+ 6,77	- 12,88
627	27,44	143,87	116,43	+ 9,42	+ 23,47	+ 10,69	+ 12,78
635	27,50	146,26	118,76	+ 11,75	+ 23,52	+ 14,62	+ 8,90
643	Marzo 27 ^d ,56	Marzo 148 ^d ,06	121 ^d ,10	+ 14 ^d ,09	+ 23 ^d ,57	+ 128 ^d ,54	+ 5 ^d ,03
651	27,62	151,06	123,43	+ 16,42	+ 23,62	+ 22,46	+ 1,16
659	27,69	153,44	125,75	+ 18,74	+ 23,67	+ 26,38	- 2,71
667	27,75	155,81	128,09	+ 21, 0	+ 23,72	+ 0,77	- 6,58
675	27,81	158,23	130,42	+ 23,41	+ 23,78	+ 4,70	- 10,45
683	Marzo 27 ^d ,87	Marzo 160 ^d ,62	132 ^d ,75	+ 25 ^d ,74	+ 23 ^d ,83	+ 8 ^d ,62	- 14 ^d ,32
691	27,94	163,02	135,08	+ 28,07	+ 23,88	+ 12,54	+ 11,34
699	28,00	165,41	137,41	+ 30,40	+ 23,93	+ 16,46	+ 7,47
707	28,06	167,80	139,74	+ 32,73	+ 23,98	+ 20,38	+ 3,60
715	28,12	170,20	142,08	+ 35,07	+ 24,03	+ 24,31	- 0,27
723	Marzo 28 ^d ,19	Marzo 172 ^d ,59	144 ^d ,40	+ 37 ^d ,39	+ 24 ^d ,08	+ 28 ^d ,23	- 4 ^d ,15
731	28,25	174,94	146,73	+ 39,72	+ 24,13	+ 2,62	- 8,02
739	28,31	177,38	149,07	+ 42,06	+ 24,19	+ 6,54	- 11,88
747	28,37	179,77	151,40	+ 44,39	+ 24,24	+ 10,46	+ 13,78
755	28,43	182,17	153,74	+ 46,73	+ 24,29	+ 14,38	+ 9,91
763	Marzo 28 ^d ,50	Marzo 184 ^d ,56	156 ^d ,06	+ 49 ^d ,05	+ 24 ^d ,34	+ 18 ^d ,31	+ 6 ^d ,03
731	28,56	186,95	158,39	+ 51,38	+ 24,39	+ 22,23	+ 2,16
739	28,62	189,35	160,73	+ 53,72	+ 24,44	+ 26,15	- 1,71
787	28,68	191,74	163,06	+ 56,05	+ 24,49	+ 0,54	- 5,58
795	28,75	194,13	165,38	+ 58,37	+ 24,54	+ 4,46	- 9,45
803	Marzo 28 ^d ,81	Marzo 196 ^d ,53	167 ^d ,72	+ 60 ^d ,71	+ 24 ^d ,59	+ 8 ^d ,38	- 13 ^d ,32

Quadro M

CONFRONTO DEL MOVIMENTO DI VENERE CON QUELLI DEL SOLE E DELLA LUNA PER I SEC. VIII e IX av.Cr.

Anni Giuliani av.Cr.	Equinozio di primavera	Congiunzione media inferiore di Venere col 	Intervallo calcolato <i>S</i>	1,02205-N	Età della Luna al momento della congiunzione media	La stessa dal calcolo delle tavole mod.	Differenza Δ
	Marzo	Marzo					
702	28 ^d ,02	93 ^d ,57	65 ^d ,55	- 41 ^d ,46	+ 22 ^d ,35	+ 1 ^d ,33	- 8 ^d ,51
710	28,08	95,97	67,89	- 39,12	+ 22,40	+ 5,25	- 12,38
718	28,15	98,36	70,21	- 36,80	+ 22,45	+ 9,17	+ 13,28
726	28,21	100,75	72,54	- 34,47	+ 22,50	+ 13,09	+ 9,41
734	28,27	103,15	74,88	- 32,13	+ 22,55	+ 17,02	+ 5,53
	Marzo	Marzo					
742	28 ^d ,33	105 ^d ,54	77 ^d ,21	- 29 ^d ,80	+ 22 ^d ,60	+ 20 ^d ,94	+ 1 ^d ,66
750	28,39	107,93	79,54	- 27,47	+ 22,65	+ 24,86	- 2,21
758	28,45	110,33	81,88	- 35,13	+ 22,70	+ 28,78	- 6,08
766	28,52	112,72	84,20	- 22,81	+ 22,75	+ 3,17	- 9,95
774	28,58	115,11	86,53	- 20,48	+ 22,81	+ 7,10	- 13,82
	Marzo	Marzo					
782	28 ^d ,64	117 ^d ,51	88 ^d ,87	- 18 ^d ,14	+ 22 ^d ,86	+ 11 ^d ,02	+ 11 ^d ,84
790	28,70	119,90	91,20	- 15,81	+ 22,91	+ 14,94	+ 7,97
798	28,76	122,29	93,53	- 13,48	+ 22,96	+ 18,86	+ 4,10
806	28,82	124,69	95,87	- 11,14	+ 23,01	+ 22,78	+ 0,23
814	28,89	127,08	98,19	- 8,82	+ 23,07	+ 26,70	- 0,63
	Marzo	Marzo					
822	28 ^d ,95	129 ^d ,47	100 ^d ,52	- 6 ^d ,49	+ 23 ^d ,12	+ 1 ^d ,10	- 7 ^d ,51
830	29,01	131,88	102,87	- 4,14	+ 23,17	+ 5,02	- 11,38
838	29,07	134,27	105,20	- 1,81	+ 23,22	+ 8,94	+ 14,28
846	29,13	136,66	107,53	+ 0,52	+ 23,27	+ 12,86	+ 10,41
854	29,19	139,06	109,87	+ 2,86	+ 23,32	+ 16,78	+ 6,54
	Marzo	Marzo					
862	29 ^d ,26	141 ^d ,45	112 ^d ,19	+ 5 ^d ,18	+ 23 ^d ,37	+ 20 ^d ,70	+ 2 ^d ,67
870	29,32	143,84	114,52	+ 7,51	+ 23,43	+ 24,63	- 1,20
878	29,38	146,24	116,86	+ 9,85	+ 23,48	+ 28,55	- 5,07
886	29,44	148,63	119,19	+ 12,18	+ 23,53	+ 2,94	- 8,94
894	29,50	151,02	121,53	+ 14,51	+ 23,58	+ 6,86	- 12,81
	Marzo	Marzo					
902	29 ^d ,56	153 ^d ,41	123 ^d ,85	+16 ^d ,84	+ 23 ^d ,63	+ 10 ^d ,78	+ 12 ^d ,85

Fatte queste preparazioni, un semplice sguardo dato ai due Quadri L, M ci pone in grado di risolvere il problema che ci occupa. È manifesto infatti che nell'anno in cui ebbe luogo la prima delle dieci congiunzioni di Venere, l'età della Luna dedotta dall'osservazione (colonna sesta) ha dovuto coincidere con quella dedotta dalle tavole moderne (colonna settima) o differire da essa di uno o due giorni al più. Sono dunque da escludere tutti quegli anni delle tavole L, M in cui la differenza Δ della colonna ottava, astrazion fatta del segno, risulta maggiore di 2 unità. Per maggior sicurezza allargheremo questo limite a 3 unità. Allora, stando al solo criterio fornito dalla Luna, troveremo degni di considerazione come più o meno probabili gli anni registrati qui contro, accanto ai quali è indicata la differenza Δ e i corrispondenti valori di $1,02205 \cdot N$ e di N .

Anno av. Cr	Differenza Δ	Valore di $1.02205 \cdot N$	Valore di N
651	+ 1 ^d .16	+ 16 ^d .42	+ 16 ^d .07
659	- 2.71	+ 18.74	+ 18.34
715	- 0.27	+ 35.07	+ 34.31
742	+ 1.66	- 29.80	- 29.16
750	- 2.21	- 27. 47	- 26.81
771	+ 2.16	+ 51.38	+ 50.27

779	- 1.71	+ 53.72	+ 52.56
806	+ 0.23	- 11.14	- 10.90
862	+ 2.67	+ 5.18	+ 5.07
870	- 1.20	+ 7.31	+ 7.35

Si vedrà che i valori di N corrispondenti agli anni 715, 742, 750, 771, 779, 806, escono troppo dai limiti consueti; questi anni potranno dunque esser senz'altro esclusi da ogni ulteriore discussione. Dovranno pure esser esclusi i due ultimi anni 862 e 870 perchè non appartenenti all'intervallo, da noi considerato, dei secoli VIII e VII. Restano quindi a discutere gli anni 651 e 659. Ma di questi il secondo appare meno probabile del primo; infatti ad esso corrisponde $\Delta = - 2^d,71$, che sembra già fuori del limite ammissibile per tal quantità. Rimane dunque come definitiva conclusione, che la data più probabile della prima congiunzione inferiore di Venere sia quella dell'anno 651 avanti Cristo: che quindi le osservazioni consegnate nella tavoletta K 160 abbian cominciato nell'anno 652 e avuto termine nell'anno 637, regnando a Babilonia e a Ninive l'ultimo dei grandi Sargonidi Assurbanipal. Il valore di N corrispondente al 651 è $+ 16^d,07$, il quale più d'ogni altro della precedente lista si avvicina al valore $N = + 12^d$, che vedemmo usato dai Babilonesi sotto il dominio persiano e sotto quello dei Seleucidi e dei primi Arsacidi. Dal che possiamo anche trarre la probabile conseguenza che le regole

osservate a Babilonia nei secoli VI-II avanti Cristo per determinare il principio dell'anno lunisolare, erano già in uso colà fin dalla metà del secolo VII.

Con questi dati sarà facile ora stabilire gli elementi necessari per tradurre la scala provvisoria dei tempi (Quadro C) nelle date del calendario giuliano. Infatti dalla relazione stabilita nel § 13, che esprime la data della prima congiunzione media nella scala provvisoria

$$H = 1111^d,3328 + 0^d,02205 \cdot N, \quad (13)$$

ponendovi $N = + 16^d,07$ si ricaverà $H_0 = 1111^d,69$: e questa data dovrà esser identica a quella dedotta dalle tavole moderne. Da queste risulta che la prima congiunzione, la quale abbiām trovato esser quella dell'anno 651 avanti Cristo, ha avuto luogo nel giorno di marzo $151^d,05$ secondo il calendario giuliano. Abbiamo pertanto l'equazione $1111^d,69$ della scala provvisoria = marzo $151^{ad},05$ dell'anno 651 avanti Cristo. Di qui sarà facile dedurre le date giuliane del giorno 1° di Nisan per tutti gli anni abbracciati dalle osservazioni. Così per esempio, risultando dal Quadro C che il 1° Nisan dell'anno 3° delle osservazioni ha avuto luogo nel giorno $1355^d,37$ della scala provvisoria, cioè $243^d,68$ più tardi che la data $H_0 = 1111^d,69$, non avremo che da aggiungere $243^d,68$ alla data marzo $151^d,05$ anno 651 avanti Cristo, e concluderemo che il 1° Nisan dell'anno 3° delle osservazioni ha cominciato il giorno $29,73$ di marzo dell'anno 650 avanti

Cristo. Tali riduzioni saranno soggette all'incertezza di due o tre giorni, perchè all'errore generale del numero H, si aggiunge qui la discordanza sconosciuta tra la progressione uniforme nei mesi da noi supposta e la progressione certamente non uniforme usata effettivamente nel calendario babilonese.

Ma noi dobbiamo farlo notare ancora una volta: queste deduzioni non si devono considerare come completamente dimostrate se non nell'ipotesi che le invasioni degli *Ummān-Manda* nell'Asia anteriore abbiano cominciato soltanto dopo il principio del secolo VIII. Il grado di probabilità di tale ipotesi non può essere stimato che dietro esame di ragioni puramente storiche.

§16.- I PRONOSTICI O GIUDIZI ASTROLOGICI.

Abbiamo così press'a poco esaurito l'esame della nostra tavoletta K 160 per la parte che concerne l'astronomia propriamente detta. Ma le *Osservazioni* e le *Effemeridi* sono in essa accompagnate da giudizi astrologici circa il significato dei vari fenomeni osservati o predetti. Sebbene la materia sia in se di poco interesse e non determinata, a quanto sembra, da alcun, criterio o teoria razionale, tuttavia essa non è intieramente priva di regole, che può esser utile di esplorare.

Il pianeta che nella tavoletta è costantemente chiamato NIN SI AN NA, ma più comunemente veniva designato con DIL

BAT, era considerato dai Babilonesi e dagli Assiri come il rappresentante di Ištar, la dea della guerra e dell'amore. Si potrebbe aspettare dunque che alla guerra e alle cose d'amore avessero a riferirsi i pronostici derivati dai fenomeni di quel pianeta. Questo non si verifica; solo una piccola parte dei pronostici concerne la guerra, o piuttosto le relazioni politiche dei vari stati; nessuno di essi può riferirsi alle cose d'amore. Per lo più riguardano fatti generali di carattere politico, meteorologico od agrario, capaci d'influire sul benessere di tutta la popolazione o della maggior parte di essa. Guerra o pace, invasione di barbari, piogge fuori del consueto, buono stato dei prodotti agrari o carestia, popolo più o meno soddisfatto; tali sono gli argomenti di pubblico interesse su cui il pianeta, dopo esser rimasto invisibile per un certo intervallo, doveva colla sua apparizione dare il segno. Colla sua apparizione soltanto, e non colla disparizione. A quest'ultima sembra che (almeno dagli astrologi di quella scuola) non si desse alcuna importanza: infatti sebbene i fenomeni di disparizione siano registrati in numero uguale e con altrettanta cura, ad essi non si fa corrispondere alcun pronostico, nè nelle *Osservazioni*, nè nelle *Effemeridi*.

Durante la disparizione il pianeta era supposto allontanarsi

dalla Terra ed elevarsi nelle regioni superiori dello spazio celeste²³¹: è quindi naturale che si supponessero cessare le sue relazioni col mondo terrestre in tutto quell'intervallo.

Affinchè il lettore possa da se medesimo giudicare con qual regola eran distribuiti i pronostici, ho disposto gli enunciati di questi in forma tabellare, separatamente per le *Effemeridi* e per le *Osservazioni*, distribuendoli secondo i mesi del calendario babilonico a cui sono applicati, come si vede qui appresso nel Quadro N.

²³¹Vedi su questo nel § 5 la discussione concernente il significato del vocabolo *ubhuru*.

Quadro N

GIUDIZI ASTROLOGICI

MESI	NELLE EFFEMERIDI	NELLE OSSERVAZIONI
I Nisannu	Vi è devastazione nel paese.	
II Airu	Guerra nel paese. Guerra nel paese. Guerra nel paese.	Guerra nel paese. I prodotti della terra sono prosperi.
III Sivānu	Si raccolgono d'ogni parte i Sabmanda.	La furia dei Sidmanda si rivolge.
IV Dûzu	Guerra nel paese. I prodotti della terra sono prosperi. Guerra nel paese. I prodotti della terra sono prosperi. Guerra nel paese. I prodotti della terra sono prosperi.	
V Abu	Pioggia dal cielo; si avrà una carestia	Acque sopra il paese; devastazione di
VI Ulûlu	I prodotti della terra sono prosperi; il cuore del paese è contento. I prodotti della terra sono prosperi; il cuore del paese è contento. I prodotti della terra sono prosperi; il cuore del paese è contento.	Il cuore del paese è Il cuore Un prodigio avviene nel paese. Nel palazzo Il cuore del paese è contento.
VII Tasritu	Guerra nel paese. I prodotti della terra sono prosperi.	
VIII Araḥ Šamna	Miseria sarà nel paese. I prodotti della terra sono prosperi. Miseria sarà nel paese.	Piogge nel paese.
IX Kisilivu	Vi è nel paese carestia di grano e di paglia.	
X Tebētu	I prodotti della terra prosperano; il cuore del paese è contento. I prodotti della terra sono prosperi.	I prodotti della terra sono prosperi.
XI Šabātu	I prodotti della terra sono prosperi.	
XII Addaru	Un re ad un re manda intimar la guerra. Un re ad un re manda intimar la guerra. Un re	Un re ad un re manda salute. I prodotti della terra sono prosperi; il cuore del paese è contento. Un re ad un re manda intimar la guerra

La colonna dove son registrati i pronostici delle *Effemeridi* è la più completa, ed in essa è stato possibile eliminare tutti gli errori con quasi intiera sicurezza. Il suo esame mostra subito a primo colpo d'occhio che, salvo una sola eccezione, i pronostici riferentisi a date del medesimo mese sono identici fra di loro. La stessa regola si vede osservata anche, nel maggior numero dei casi, per i pronostici delle *Osservazioni*: in questa parte però il documento è pieno di lacune e di lezioni sospette, e non vi è da meravigliarsi che si abbiano diverse eccezioni alla norma precedente. Ma il fatto più interessante e significativo sta in questo, che i pronostici delle *Osservazioni* in generale sono identici o paralleli a quelli delle *Effemeridi*.

Astraendo dalle eccezioni, delle quali non è più possibile indagare la causa, si vede che nell'attribuire ad una data apparizione di Venere il suo significato astrologico, si teneva conto soltanto del mese in cui avveniva, senza punto curarsi nè del giorno nè dell'anno, nè di altre circostanze. Gli astrologi incaricati di questa missione avevano probabilmente un catalogo in cui accanto ad ognuno dei 12 mesi dell'anno stava registrato il pronostico; non si trattava che di trascriverlo. Simili cataloghi per altri fenomeni astronomici si trovano nella serie astrologica intitolata *Luce di Belo*; e vi è anzi motivo di credere che in questa collezione ne esistesse uno anche per i fenomeni di Venere. Infatti nella tavola LVII di essa, la prima linea della sottoscrizione, che dob-

biam supporre identica alla prima linea della tavola stessa, contiene le seguenti parole: «(Quando) la stella di Venere fa la sua apparizione nel mese di Nisan, i frutti della terra vengono fuori ed anche prosperano»²³². Da questo possiamo indurre che la tavola LVII della *Luce di Belo* cominciasse appunto col catalogo dei pronostici tratti dalle apparizioni di Venere secondo i diversi mesi. Questo principio è perduto; ma non è intieramente tolta ogni speranza che nuove ricerche a Ninive possano un giorno ricondurlo alla luce.

²³² CRAIG, *Astrol. Astron. Texts*, p. 43; K 2330 rec. lin. 6: *Kak-kab Dilbat ina arab Nisannu ŠI: ebûr mâti ibaši (u)išir*.

XXVI.

SULL'ORIGINE DELL'ÈRA NABONASSAR

Tolgo il seguente frammento da una prima redazione, poi abbandonata, della memoria Osservazioni ed Effemeridi babilonesi del pianeta Venere, che trovasi manoscritta fra le carte dell'Autore e fu stesa nel 1904 o nel 1905.

A. S.

Questa celebre èra porta il nome di uno dei re più oscuri che abbiano seduto sul trono di Babilonia nel tempo della sua massima depressione politica. Non fu certo un'èra di carattere storico, perchè di essa troviamo cenno soltanto presso gli astronomi ed i cronologisti; cioè presso le sole persone per cui il calcolo esatto dei tempi sia cosa di primaria importanza. Gli uomini politici raramente hanno sentito il bisogno di sapere con precisione il numero dei giorni trascorsi tra due date qualsiasi; anzi talvolta ebbero interesse a pervertire il calendario, come sappiamo esser avvenuto in Roma alla fine della Repubblica. Il computo esatto dei tempi in anni, mesi e giorni, è nato presso gli astronomi, pei quali è sempre stato un elemento fondamentale in tutte le ricerche.

Perciò non sembrerà senza fondamento la congettura che agli astronomi babilonesi del secolo VIII avanti Cristo si debba il primo concetto di assoggettare il corso dei tempi ad un calcolo esatto e regolare; ed infatti soltanto a partir da quell'epoca si trovano presso di loro osservazioni esattamente datate secondo un calendario uniforme: osservazioni che essi poi comunicarono ai Greci, siccome è noto. Quale fu il sistema di computo da loro adottato ? Certo non fu il calendario lunisolare in uso pubblico da tempo immemorabile, le cui lune, di variabile ed incerta durata, rettificate di quando in quando coll'osservazione diretta e disposte secondo un sistema molto imperfetto d'intercalazione, non potevano servire allo scopo meglio che il calendario degli

Ateniesi prima di Metone e quello dei Romani prima di Giulio Cesare. Si potrebbe supporre (e questa ipotesi è stata realmente proposta) che essi avessero un calendario lunisolare rettificato secondo il periodo di Metone. Ma finora di ciò non si hanno prove cogenti; e se fosse stato, non s'intenderebbe perchè non ne facessero applicazione nell'uso civile; meno ancora si potrebbe comprendere come i Greci, nel ricevere dai Babilonesi le antiche osservazioni, abbiano creduto necessario di trasformare le date secondo un'era e secondo un computo fondato sull'anno vago, mentre essi stessi erano in possesso di un sistema di cronologia affatto identico a quello dei Babilonesi, o per lo meno a quello dei Babilonesi facilmente riducibile.

Ma gli astronomi babilonesi dell'VIII secolo non avevano da cercar molto lontano per trovare un calendario perfettamente adatto alle necessità dell'astronomia. Da molti secoli la loro nazione era stata in istretta relazione politica con quella degli Elamiti, loro confine dalla parte di levante, che ebbe propria civiltà *ab antiquo* e ne lasciò importanti ricordi. Ora da un monumento elamitico quasi contemporaneo di Nabonassar si rileva che presso questo popolo era allora già in uso l'anno vago di 365 giorni, che poi diventò la base del calendario nazionale iranico usato per molti secoli dal Tigri all'Indo ed al Iaxarte, secondo il

quale oggi ancora si regolano le pratiche religiose del Mazdeismo²³³. Questo modo semplice o matematicamente uniforme di calcolare i tempi non fu certamente sconosciuto a Babilonia, ed è naturale pensare che quegli astronomi ne usassero, se non come di proprio ed usuale calendario, almeno come di controllo e di verifica ai calcoli complicati richiesti dall'andamento irregolare e variabile delle loro lune e dei loro anni. Gli annali delle loro osservazioni, ordinati probabilmente secondo l'uno e l'altro modo, vennero alle mani degli astronomi greci della scuola d'Alessandria, ai quali l'uso dell'anno vago egiziano era stato imposto dalle medesime ragioni che avevano consigliato ai Babilonesi l'uso dell'anno vago elamitico. Per la riduzione del calcolo di Elam al calcolo egiziano, null'altro occorre che l'addizione di un numero costante di giorni; onde fu assai facil cosa l'ordinare secondo l'uso egiziano tutte le date contenute negli annali babilonesi, e stabilire in termini del calendario egiziano non solo un'era fissa, che originariamente era appoggiata all'avvento al trono di un re babilonese; ma anche determinare secondo anni

²³³ L'anno di 365 giorni è menzionato nella grande iscrizione di Sutruk-Nanchundi re di Elam, il quale fu contemporaneo a Sargon di Assiria e regnò intorno all'anno 710 prima di Cristo. Vedi OPPERT, *Susian Texts* nella collezione *Records of the Past*, vol. VII, p. 81.

egiziani le durate convenzionali dei regni, che senza dubbio dai Babilonesi erano state disposte secondo il loro proprio uso.

XXVII.

IL CALENDARIO CAPPADOCE

Nel corso del 1903, mentre si esercitava sui cuneiformi per prepararsi a trattare dell'astronomia babilonese, lo Schiaparelli si volse a studiare quella dei Persiani. Molti documenti relativi alle cognizioni astronomiche di questo popolo egli infatti raccolse in quel tempo, distribuendole in via provvisoria nelle classi seguenti: 1. Geografia, cosmologia, gnomonica parsì, comete, meteore ecc. 2. Uranografia, zodiaco, luna e mansioni lunari, pianeti, astrologia, cicli, tavole astronomiche. 3. Anno vago, mesi, epagomeni, giorni e loro principio, suddivisione del giorno, epoca d'Isdegerde III. 4. Anno fisso, periodo di 120 e 1440 anni, testi relativi al principio dell'anno fisso. 5. Varia, tradizioni favolose, tradizioni storiche, monumenti astronomici, misure dello Zenda-vesta, Gâthâ, Damdâd-Nash e altri libri astronomici, utilità dell'astronomia, sui libri pehlvici. Come lavoro sussidiario a quello che meditava sull'astronomia dei Persiani, lo Schiaparelli incominciò a dettare una memoria per dimostrare come tutti gli antichi calendari iranici fondati sull'anno vago, si potevano ridurre all'egiziano da cui sarebbero derivati. Egli aveva già condotto abbastanza innanzi questo scritto, quando la sua attenzione fu attirata da una iscrizione elamitica, di cui forse prima gli era sfuggita l'importanza, la quale mostra come ab antiquo i Susiani facessero uso di un anno vago (vedi in questo stesso volume l'Origine dell'era di Nabonassar). Lo Schiaparelli si persuase allora che non al calendario egiziano, ma all'elamitico dovevano esser ricondotti i calendari iranici ad anno vago, e perciò lasciò a mezzo la memoria incominciata. Tra i frammenti di essa, che riguardano i calendari di Dario I, armeno, corasmiano, sogdiano, del Segestan, cappadoce, io credo di dover pubblicare solo quest'ultimo, perchè non vi si tende già, come negli altri frammenti, ad assimilare uno dei calendari iranici all'egiziano, ma vi si determina l'epoca in cui il calendario cappadoce passò dall'anno vago a fondarsi sull'anno fisso corrispondente all'anno giuliano, e del fatto si danno le ragioni. 1 motivi che indussero lo Schiaparelli a interrompere lo scritto sugli antichi calendari iranici, non valgono dunque pel presente frammento.

A. S.

Circa il calendario usato dai Cappadoci abbiamo notizie forse anteriori di tempo a quelle di qualsivoglia altro calendario iranico. Nelle vicinanze dell'antica Mazaca, che poi fu detta Cesarea (oggi Kaisarieh) furono trovate intorno al 1880 tavolette d'argilla in gran numero, con iscrizioni in carattere cuneiforme, contenenti vari nomi di mesi colà usati. Questi, secondo l'interpretazione del prof. Sayce²³⁴, si dovrebbero leggere *Kuzallu*, *Kursarani*, *Arkbu-sazarati*, *Iyar-Qamarta*, *Napifti-Zuim*. Il linguaggio adoperato nelle tavolette è un dialetto dell'assiro, ed assira sembra pure l'origine di questi nomi, dei quali il primo si trova usato da Tiglatpileser I (1100 av. Cr.) nella sua grande iscrizione²³⁵. Perciò pare verosimile che essi fossero usati dagli Assiri prima che adottassero il calendario babilonese, e pare altresì verosimile l'opinione di Sayce secondo la quale le dette iscrizioni cuneiformi non appartenerebbero alla nazione cappadoce, ma piuttosto ad una colonia di Assiri stabiliti in Cappadocia in mezzo ad una popolazione di altra stirpe. Il calendario in esse usato non è quindi un calendario iranico.

L'ipotesi del Sayce sembra tanto più probabile quantochè la nazione dei Cappadoci, sin dai tempi più antichi a cui possiamo

²³⁴ *Records of the Past*, II serie, vol. VI, p. 123.

²³⁵ *Ivi*, vol. I, p. 121.

risalire nella sua storia, appare di tipo iranico a non di tipo semitico²³⁶. E certamente di origine iranica è un altro calendario, di cui in Cappadocia si fece uso nei secoli più vicini all'era volgare, come i nomi dei mesi, comparati con quelli d'altri calendari iranici, apertamente dimostrano: benchè non sia facile decidere se esso sia stato imposto ai Cappadoci durante il tempo in cui furono sudditi dei Medi e dei Persiani o se la sua adozione risalga ad epoca più antica.

Nomi cappadoci		Nomi corrispondenti persiani	
1° tipo	2° tipo	in zendo	in pehlvi
Artania	Artana	Fravashjô	Fravardin
Artaestin	Artiistîn	Ashavahista	Ardavahist
Araiotata	Arotata	Haurvatât	Horvada
Tirix	Tiri	Tistrya	Tir
Martata	Amartata	Ameretât	Amerodâd
Xanthiri	Xanthriori	Kshatravairya	Shatvairô
Mithri	Miira	Mithra	Mithrô

²³⁶ ED. MEYER, *Geschichte des Alterthums*, vol. I, parte II, 2^a ed., p. 594.

Apomenama	Apomenomi	Apamnapat	Avan
Arthra	Athra	Atar	Atarô
Tethusia	Dathusa	Dadhvâo	Dîn
Osmonia	Osmana	Vohumanô	Vohuman
Sondara	Sondara	Spentarmaiti	Spendamâd

Originariamente l'anno iranico dei Cappadoci era un anno vago con mesi di trenta giorni e cinque epagomeni. Nel quarto secolo di Cristo fu introdotta in esso l'intercalazione quadriennale giuliana, numerando ogni quattro anni sei epagomeni in luogo di cinque, senz'altra mutazione. Con questo l'anno cappadocico diventò parallelo all'anno giuliano, dal quale però differiva nel suo principio. Gli è sotto quest'ultima forma che il calendario dei Cappadoci fu a noi trasmesso nel celebre emerologio fiorentino²³⁷ ed in diversi altri documenti di simil genere, non senza molte discordanze, così nei nomi dei mesi come nell'ordine loro. Benfey e Stern hanno riferito tali nomi secondo che stanno in dieci diversi manoscritti conservati nelle biblioteche d' Europa²³⁸,

²³⁷ Vedi l'esposizione del suo contenuto presso IDELER, *Handbuch der Chronologie*, vol. I, pp, 440-443.

²³⁸ BENFEY und STERN, *Ueber die Monatsnamen einiger alter Völker*, pp. 76-120; il quadro dei nomi e di tutte le varianti a p. 79;

e ne hanno ridotto le varianti a due tipi principali che si trascrivono nelle due prime colonne della tabella seguente. Nelle due ultime colonne son ripetuti qui i nomi del calendario persiano nelle forme zendo e pehlvi per comodità del confronto.

Dopo introdotta l'intercalazione gli epagomeni erano collocati tra la fine di Sondara e il principio di Artania; e così convien supporre che si facesse anche nella forma anteriore di anno vago, sebbene di ciò non si abbia positiva notizia.

Ma il principio dell'anno sembra non sia stato posto sempre e dovunque nel medesimo mese: in ciò vi è nelle fonti una grande discordanza. Dei dieci codici manoscritti esaminati da Benfey e Stern, cinque danno i mesi nell'ordine qui sopra riferito, che è pure l'ordine osservato nel calendario persiano all'epoca dei Sassanidi. Invece altri quattro, sempre conservando la stessa sequenza ciclica dei nomi, fanno cominciare l'anno col *Tirix* o *Tiri*; ed uno lo fa cominciare col *Sondara*. La spiegazione di questa diversità non sembra facile; non è neppur sicuro che essa abbia radice nei fatti e non dipenda da circostanze inerenti al modo con cui queste liste vennero compilate e disposte nei diversi emeologi.

Basterà ora una rapida comparazione dei nomi cappadoci

l'indicazione di tutte le fonti manoscritte a pp. 117-118; le due forme tipiche principali a cui si riducon le varianti, a p. 115.

con quelli del calendario persiano in zendo e in pehlvi, per far vedere una poco meno che completa identità. Le differenze più sensibili hanno luogo nel primo, nel decimo e nel dodicesimo mese; non son tali però da non ammettere una plausibile spiegazione²³⁹. A proposito dell'analogia fra le diverse liste osservano Benfey e Stern nel loro libro sul nome dei mesi presso alcuni antichi popoli²⁴⁰, che «le forme dei nomi cappadoci non collimano esattamente con quelle di alcuno dei dialetti persiani da

²³⁹ Rispetto al nome *Dathusa* del decimo mese BENFEY e STERN a p. 110 del loro libro fanno notare che esso rappresenta non il nominativo zendo *Dadhváo* (creatore), ma il genitivo *Dathusó* (del creatore): ammesso questo l'identità collo zendo diventa completa. Circa l'ultimo nome *Sondara* essi congetturano (p. 114) che sia mutilato, e che originariamente fosse *Sondarmat*, trasformazione facile ad intendere di *Spenta-armaiti* o di *Sventa-armaiti*. Rimane dunque una discordanza grave soltanto pel primo nome *Artania*, non facile a derivarsi da *Fravashjô* o da *Fravardin*; sarà preferibile ammettere che sia un nome realmente diverso, formante eccezione rispetto agli altri e differentemente originato. È questo un fatto di cui non mancano altri esempi: non abbiamo noi nei giorni della settimana cinque nomi pagani, uno ebraico ed uno cristiano?

²⁴⁰ BENFEY und STERN, *op. cit.*, pp. 87-88.

noi conosciuti; ma sono derivati da un dialetto che ora si accosta più allo zendo, ora al pehlvi, ora a quella forma di zendo che si deve ritenere come più antica; quest'ultima, stando all'esperienza che dà la storia delle lingue, potrebbe essersi conservata fin tardi nel grande impero persiano, quand'anche meno avanzata nella sua evoluzione».

I più antichi, anzi forse i soli documenti che si abbiano del calendario cappadoce all'infuori del citato *Hemerologion*, sono alcune date riferite nelle opere di Padri del IV secolo. Una delle lettere di S. Gregorio Nazianzeno è datata dal giorno 22 di *Dathusa*, τοῦ καθ' ἡμᾶς μηνὸς Δαθοῦσα²⁴¹. Siccome però non è assegnata la data corrispondente secondo il calendario romano o secondo un altro qualunque calendario conosciuto, non si può trarre da questa citazione alcuna notizia circa la relazione del calendario cappadoce con altri calendari.

Preziose invece sono per tal riguardo due indicazioni che si trovano presso S. Epifanio. Questo celebre Padre della Chiesa fu vescovo di Salamina nell'isola di Cipro e scrisse intorno al 375 di Cristo la sua opera contro gli eretici; nella quale calcola due date

²⁴¹ *Epist. XC. Opere I*, 844, ed. Par. 1630. IDELER, *Handbuch*, I, p. 443. Nazianzo, patria di S. Gregorio, era una piccola città della Cappadocia.

(della nascita e del battesimo di Cristo) secondo il calendario cappadoce, ponendole a confronto col calendario romano²⁴². Nell'un calcolo egli fa corrispondere il 6 gennaio dell'anno 2 prima di Cristo (cioè del 13° consolato d'Augusto) al 13 del mese di ᾽Αταρτᾱ. Nell'altro fa corrispondere l'8 novembre dell'anno 28° di Cristo (consolato di Silano e di Nerva) al 15 del mese di ᾽Αρατατᾱ.

La comparazione di queste date mostra subito, indipendentemente da qualunque ipotesi sulla natura del calendario, che il 1° ᾽Αταρτᾱ doveva seguire di circa due mesi il 1° ᾽Αρατατᾱ. Essendo poi quest'ultimo indubitabilmente identico all'*Arotata* o *Araiotata* delle prime due liste della tabella posta qui sopra, se ne deve concludere null'altro essere ᾽Αταρτᾱ che una leggera corruzione dell'*Amartata* o *Martata*, che nelle stesse liste viene due mesi dopo *Araiotata* o *Arotata*.

Si può inoltre facilmente dimostrare che queste date appartengono ad un calendario fisso con intercalazione quadriennale, e non ad un calendario vago.

Infatti se noi facciamo il computo dei giorni trascorsi dopo il 6 gennaio dell'anno 2 avanti Cristo fino a tutto l'8 novembre

²⁴² S. EPIPHANII *adversus haereses*, lib. II, pp. 446-447 dell'edizione di Petavio. Parigi 1622.

dell'anno 28° di Cristo, ed ammettiamo per un momento che in questo intervallo gli anni giuliani siano stati intercalati secondo la nota regola, troveremo che tale intervallo è di giorni 10899.

Se d'altra parte supponiamo che l'anno cappadoce fosse già fisso nelle epoche assegnate, ed ammettiamo inoltre che l'anno corrispondente alla prima data (del 13 Ἀταρτᾶ) fosse un anno comune con soli 5 epagomeni, e così pure comune l'anno seguente, otterremo questo risultato:

14 Ἀταρτᾶ e seguenti fino al 5° ed ultimo epagomeno ...	232
Giorni dell'anno seguente supposto comune.....	365
28 anni con intercalaz. Quadriennale 1461 x 7	10227
Parte dell'ultimo anno fino a tutto il 15 Ἀγατατᾶ	75
Somma	10899

Onde risulta un perfetto parallelismo fra i due computi. Il calendario cappadoce di S. Epifanio era dunque un calendario fisso, il quale camminava di pari passo col calendario giuliano, differendone soltanto nel cominciamento dell'anno e nell'epoca del giorno intercalare.

Di fronte a questo risultato si presentano ora due possibilità. Secondo la prima si dovrebbe ammettere che la forma fissa del calendario cappadoce già fosse stabilita l'anno 2 avanti Cristo, e che la corrispondenza delle date riferite da S. Epifanio sia un fatto storico. Secondo l'altra questa corrispondenza non sarebbe

che il prodotto di un calcolo fatto in epoca posteriore, probabilmente da S. Epifanio medesimo. Noi abbiamo il modo di dimostrare che quest'ultima ipotesi è la vera.

Abbiam veduto poc'anzi che la corrispondenza delle date ha luogo perfettamente quando si supponga che il computo giuliano sia stato regolarmente applicato fin dal tempo della sua istituzione, o almeno per tutto l'intervallo compreso dall'anno 2 prima di Cristo fino all'anno 28 dopo Cristo. Ma è noto che ciò non ebbe luogo, e che l'applicazione pratica delle regole stabilite da Giulio Cesare per la sua riforma del calendario subì fin da principio una grave irregolarità per l'ignoranza dei Pontefici²⁴³; i quali avendo intercalato alcuni bisestili di troppo, fu poi obbligato Augusto a sopprimerne altrettanti. Fra questi sono da considerare per noi gli anni 753 e 757 di Roma (cioè l'anno 1 avanti Cristo e l'anno 4 dopo Cristo) i quali furono da Augusto dichiarati anni comuni, benchè secondo la regola notissima dovessero esser bisestili²⁴⁴. Questi due anni fanno parte dell'intervallo compreso fra le due date di S. Epifanio, il quale comincia col 6 gennaio dell'anno 2 avanti Cristo e termina il dì 8 novembre dell'anno 28 di Cristo. Pertanto il numero dei giorni compresi

²⁴³ IDELER, *Handbuch*, II, pp. 130-133.

²⁴⁴ *Ibidem*, p. 132.

fra queste due date non fu già 10899, ma soltanto 10897. Le corrispondenze a cui accenna S. Epifanio non hanno avuto storicamente luogo, ma sono il risultato di un calcolo retrospettivo, nel quale non si è tenuto conto dell'errore dei Pontefici e della correzione di Augusto.

Tale calcolo di riduzione di un calendario all'altro era del resto assai facile a fare. L'uno e l'altro avendo uguale la durata dell'anno ed entrambi avendo l'intercalazione quadriennale, la equivalenza delle date giuliane e delle date del calendario cappadoce si ripeteva periodicamente ogni quattro anni. Bastava dunque possedere una tavola di questa equivalenza in soli quattro anni consecutivi per poterne dedurre la riduzione in qualsivoglia epoca del passato o dell'avvenire.

Da questi ragionamenti si deduce come conclusione che al tempo in cui scriveva S. Epifanio (375 circa di Cristo), il calendario cappadoce era diventato fisso. Inoltre dalla prima equazione di S. Epifanio risultando che il 6 gennaio dell'anno 2 avanti Cristo fu un 13 Ἀταρτᾶ, si deduce facilmente che il 1° Artania precedente, e quindi il principio dell'anno, cadde nel giorno 27 agosto dell'anno 3 avanti Cristo. E dalla seconda equazione di S. Epifanio risultando che l'8 novembre dell'anno 28 di Cristo fu un 15 Ἀγατατᾶ, si deduce del pari che il 1° Artania precedente, e quindi il principio dell'anno, cadde nel giorno 26 agosto dell'anno 28 di Cristo. La differenza di un giorno fra questi due risultati dipende dalla diversa posizione del giorno intercalare nei

due calendari, come or ora si vedrà.

A chi voglia tentare la ricostruzione della tavola di riduzione che probabilmente servì a S. Epifanio per stabilire la corrispondenza fra il calendario romano e il calendario cappadoce, riesce di grande aiuto il fatto che questa corrispondenza ritorna ad esser la medesima dopo quattro anni. Così pure secondo un ugual periodo si ripetono col medesimo ordine gli anni comuni e gli anni intercalari nell'uno e nell'altro calendario. Da ciò nascono subito le seguenti proposizioni:

1.° Nell'anno 3 avanti Cristo il 1° Artania avendo avuto luogo il 27 di agosto, lo stesso avverrà in tutti gli anni di Cristo $4n+2$, essendo n un numero intero qualunque.

2.° Nell'anno 28 di Cristo il 1° Artania avendo avuto luogo il 26 di agosto, lo stesso avverrà in tutti gli anni di Cristo della forma $4n$.

3.° Noi abbiamo veduto più sopra (p. 247) che l'anno cappadoce a cui si riferisce la prima data di S. Epifanio dev'essere un anno comune con soli 5 epagomeni. Dunque in esso calendario saranno comuni tutti gli anni il cui 1° Artania corrisponde al 27 agosto dell'anno di Cristo $4n+2$.

4.° Ed abbiamo veduto del pari che nel calendario cappadoce deve pure esser comune l'anno che segue a quello or ora nominato. Saran dunque comuni tutti gli anni cappadoci il cui 1° Artania cade nell'agosto degli anni di Cristo $4n+3$.

Queste considerazioni bastano a determinare in gran parte la

cercata corrispondenza dei due calendari; non tuttavia a determinarla intieramente, rimanendo sempre possibili due soluzioni diverse del problema. I particolari dell'una e dell'altra si vedranno nelle due parti destra e sinistra della seguente tabella. In ciascuna parte è data per uno spazio di tempo capace di abbracciare quattro anni consecutivi di entrambi i calendari, la data giuliana che corrisponde al principio di tutti i mesi cappadoci e al primo degli epagomeni. Per i primi due anni cappadoci (ed anche per il terzo, ad eccezione dell'ultimo giorno) le due tabelle sono identiche. Il luogo dell'intercalazione è designato con un asterisco.

I. ^a SOLUZIONE		II. ^a SOLUZIONE	
Data del Calend. Cappadocce	Data del Calendario Giuliano Anno di Cristo Mese e giorno	Data del Calend. Cappadocce	Data del Calendario Giuliano Anno di Cristo Mese e giorno
1° Artania	4n + 2 27 Ago- sto	1° Artania	4n + 2 27 Ago- sto
1° Artaestin	 26 Sett.	1° Artaestin	 26 Sett.
1° Araiotata	 26 Ott.	1° Araiotata	 26 Ott.
1° Tiri	 25 Nov.	1° Tiri	 25 Nov.
1° Amartata	 35 Dic	1° Amartata	 25 Dic
1° Xanthriori	4n + 3 24 Genn.	1° Xanthriori	4n + 3 24 Genn.
1° Mithri	 23 Febbr.	1° Mithri	 23 Febbr.
1° Apomena	 25 Marzo	1° Apomena	 25 Marzo
1° Athra	 24 Aprile	1° Athra	 24 Aprile
1° Dathusa	 24 Maggio	1° Dathusa	 24 Mag- gio
1° Osmana	 23 Giu- gno	1° Osmana	 23 Giu- gno

1° Sondara	 23 Luglio	1° Sondara	 23 Luglio
1° epagomeno	 22 Agosto	1° epago- meno	 22 Ago- sto
1° Artania	$4n + 3$ 27 Ago- sto	1° Artania	$4n + 3$ 27 Ago- sto
1° Artaestin	 26 Sett.	1° Artaestin	 26 Sett.
1° Araiotata	 26 Ott.	1° Araiotata	 26 Ott.
1° Tiri	 25 Nov.	1° Tiri	 25 Nov.
1° Amartata	 25 Dic	1° Amartata	 35 Dic
1° Xanthriori	$4n$ 24 Genn.	1° Xanthriori	$4n$ 24 Genn.
1° Mithri	 23 Febbr.	1° Mithri	 23 Febbr.
1° Apome- nama	 24 Marzo	1° Apome- nama	 24 Marzo
1° Athra	 23 Aprile	1° Athra	 23 Aprile
1° Dathusa	 23 Maggio	1° Dathusa	 23 Mag- gio
1° Osmana	 22 Giu- gno	1° Osmana	 22 Giu- gno
1° Sondara	 22 Luglio	1° Sondara	 22 Luglio

1° epagomeno	 21 Agosto	1° epagomeno	 21 Agosto
I. ^a SOLUZIONE		II. ^a SOLUZIONE	
Data del Calend. Cappadocce	Data del Calendario Giuliano Anno di Cristo Mese e giorno	Data del Calend. Cappadocce	Data del Calendario Giuliano Anno di Cristo Mese e giorno
1° Artania	4n 26 Agosto	1° Artania	4n 26 Agosto
1° Artaestin	 25 Sett.	1° Artaestin	 25 Sett.
1° Araiotata	 25 Ott.	1° Araiotata	 25 Ott.
1° Tiri	 24 Nov.	1° Tiri	 24 Nov.
1° Amartata	 24 Dic	1° Amartata	 24 Dic
1° Xanthriori	4n + 1 23 Genn.	1° Xanthriori	4n + 1 23 Genn.
1° Mithri	 22 Febbr.	1° Mithri	 22 Febbr.
1° Apomena	 24 Marzo	1° Apomena	 24 Marzo
1° Athra	 23 Aprile	1° Athra	 23 Aprile
1° Dathusa	 23 Maggio	1° Dathusa	 23 Maggio

1° Osmana	 22 Giu- gno	1° Osmana	 22 Giu- gno
1° Sondara	 22 Luglio	1° Sondara	 22 Luglio
1° epagomeno	 21 Agosto	1° epago- meno	 21 Ago- sto
1° Artania	4n + 1 27 Ago- sto	1° Artania	4n + 1 26 Ago- sto
1° Artaestin	 26 Sett.	1° Artaestin	 25 Sett.
1° Araiotata	 26 Ott.	1° Araiotata	 25 Ott.
1° Tiri	 25 Nov.	1° Tiri	 24 Nov.
1° Amartata	 25 Dic	1° Amartata	 24 Dic
1° Xanthriori	4n + 2 24 Genn.	1° Xanthriori	4n + 2 23 Genn.
1° Mithri	 23 Febbr.	1° Mithri	 22 Febbr.
1° Apome- nama	 25 Marzo	1° Apome- nama	 24 Marzo
1° Athra	 24 Aprile	1° Athra	 23 Aprile
1° Dathusa	 24 Maggio	1° Dathusa	 23 Mag- gio

1° Osmana	 23 Giugno	1° Osmana	 22 Giugno
1° Sondara	 23 Luglio	1° Sondara	 22 Luglio
1° epagomeno	 22 Agosto	1° epagomeno	 21 Agosto
I. ^a SOLUZIONE		II. ^a SOLUZIONE	
Data del Calend. Cappadocce	Data del Calendario Giuliano Anno di Cristo Mese e giorno	Data del Calend. Cappadocce	Data del Calendario Giuliano Anno di Cristo Mese e giorno
1° Artania	$4n + 2$ 27 Agosto	1° Artania	$4n + 2$ 27 Agosto
1° Artaestin	 26 Sett.	1° Artaestin	 26 Sett.
1° Araiotata	 26 Ott.	1° Araiotata	 26 Ott.
1° Tiri	 25 Nov.	1° Tiri	 25 Nov.
1° Xanthriori	 25 Dic	1° Xanthriori	 25 Dic
1° Mithri ecc.	$4n + 3$ 24 Genn.	1° Mithri ecc.	$4n + 1$ 24 Genn.

Come si vede le due soluzioni soddisfano entrambe alle quattro condizioni proposte; la differenza loro sta in questo, che nella

prima si aggiunge il sesto epagomeno alla fine dell'anno cappadoce che ha cominciato addì 26 agosto dell'anno giuliano $4n$ di Cristo; mentre nell'altra questa addizione del sesto epagomeno si fa alla fine dell'anno cappadoce che ha cominciato il 26 agosto dell'anno giuliano $4n+1$ di Cristo. Più semplicemente si può dire: nella prima ipotesi il sesto epagomeno dell'anno cappadoce corrisponde al 26 agosto degli anni $4n+1$ di Cristo; nella seconda, al 26 agosto dell'anno $4n+2$ di Cristo.

Prendendo per base questi risultati, non sarà difficile determinare a qual'epoca in Cappadocia si passò dal calendario vago al calendario fisso, con intercalazione del sesto epagomeno ogni quattro anni. Manifestamente è da supporre che tale passaggio abbia avuto luogo la prima volta in cui si contarono sei epagomeni in luogo di cinque. Abbiamo veduto poc'anzi che il sesto epagomeno doveva (stando ai dati di S. Epifanio) corrispondere al giorno 26 di agosto degli anni di Cristo rappresentati dalle espressioni $4n+1$ o $4n+2$, essendo n un numero intero qualunque.

Ora quel giorno, che per la prima volta rappresentò il sesto epagomeno, seguendo il calcolo anteriore avrebbe dovuto essere il 1° Artania dell'anno vago. Trattasi dunque anzitutto di ricercare in quale epoca il 1° Artania dell'anno vago cappadoce ebbe a cadere nel giorno 26 agosto giuliano.

Per risolvere tale questione bisogna primieramente determi-

nare se l'anno vago cappadoce era regolato sull'anno degli Armeni, come vuole il Gutschmidt²⁴⁵, oppure sull'anno persiano, come potrebbe argomentarsi dalla identità quasi completa nei nomi dei mesi.

Supponiamo dapprima che l'anno vago cappadoce cominciasse nel medesimo giorno che l'anno persiano d'Isdegerde III, e che si avesse costantemente $1^{\circ} \textit{Artania} = 1^{\circ} \textit{Fravardin}$. Ne concluderemmo che all'epoca in cui fu cambiato il calendario in Cappadocia, si aveva in Persia $1^{\circ} \textit{Fravardin} = 26$ agosto. Dunque all'epoca suddetta si aveva pure nell'anno vago egiziano $1^{\circ} \textit{Choiak} = 26$ agosto. Retrocedendo di 90 giorni d'ambe le parti si arriva a concludere $1^{\circ} \textit{Tboth} = 28$ maggio. Tale coincidenza ebbe luogo negli anni 348, 349, 350, 351 di Cristo. In uno di questi anni sarebbe dunque da collocare la prima intercalazione del sesto epagomeno in Cappadocia.

Noi abbiamo però mostrato che l'intercalazione in parola non potè aver luogo che in un anno di Cristo esprimibile per $4n+1$ o $4n+2$. Perciò la scelta rimane limitata fra l'anno 349, che è della forma $4n+1$, e l'anno 350, che è della forma $4n+2$; nell'uno e nell'altro caso l'epagomeno intercalato corrispondendo al 26 di agosto giuliano.

²⁴⁵ Nella sua Memoria *Ueber das Iranische Jahr*, veggasi la collezione de' suoi scritti minori, vol III, p. 210.

Un risultato alquanto differente si ottiene supponendo con Gutschmidt che l'anno vago cappadoce cominciasse coll'anno vago degli Armeni, e che fosse sempre $1^{\circ} \textit{Artania} = 1^{\circ} \textit{Navasardi}$. In questo caso si trova che all'epoca della riforma cappadoce si aveva in Armenia $1^{\circ} \textit{Navasardi} = 26$ agosto. Ora il $1^{\circ} \textit{Navasardi}$ armeno era uguale al 6 *Choiak* egiziano: dunque 26 agosto = 6 *Choiak*. Retrocedendo di 95 giorni d'ambe le parti si arriva a concludere che all'epoca suddetta doveva pure essere $1^{\circ} \textit{Thoth} = 23$ maggio; corrispondenza ch'ebbe luogo negli anni 368, 369, 370, 371 di Cristo. Di questi anni il 369 ha la forma $4n+1$ e il 370 la forma $4n+2$: diremo dunque che nella presente ipotesi la prima intercalazione del sesto epagomeno ebbe luogo o il 26 agosto 369 di Cristo, o il 26 agosto dell'anno 370.

Abbiamo dimostrato più sopra che l'introduzione del giorno intercalare nel calendario cappadoce ha avuto luogo prima che S. Epifanio scrivesse il libro contro le eresie. Le due epoche testè ottenute per la riforma, cioè 349-350 e 369-370 di Cristo, soddisfano entrambe alla condizione enunciata: infatti la composizione di quel libro si ritiene cominciata da S. Epifanio

Perciò non si può trovare qui argomento a decidere fra l'una e l'altra epoca, e quindi a giudicare se l'anno vago cappadoce cominciasse insieme coll'anno persiano o coll'anno armeno. La maggiore probabilità tuttavia sembra per ora essere per quest'ultimo. Infatti il calendario cappadoce, del pari che l'armeno, colloca i suoi epagomeni al fine del 12° mese; e differisce invece in

ciò dal calendario persiano di Isdegerde III, il quale pone gli epagomeni alla fine dell'ottavo.

I risultati ottenuti circa l'epoca in cui dall'anno vago si passò in Cappadocia all'anno intercalare e circa la corrispondenza del calendario così riformato col calendario giuliano, non si accordano con quelli esposti da A.v. Gutschmidt nella sua Memoria sull'anno iranico²⁴⁶. Invece delle date di S. Epifanio, che abbiano dimostrato esser perfettamente concordanti fra loro, egli prende per base della sua ricerca la corrispondenza che fra l'anno cappadoce riformato e l'anno giuliano è assegnata nel già nominato Emerologio fiorentino. Secondo questo documento la disposizione dell'anno cappadoce dopo introdotta l'intercalazione quadriennale sarebbe stata tale, da produrre sempre la corrispondenza 1° *Artania* cappadoce = 12 dicembre giuliano²⁴⁷. Gutschmidt ammette inoltre (ciò che anche noi riconosciamo come probabile) che l'anno vago cappadoce abbia cominciato e finito insieme coll'anno vago degli Armeni, così da aver sempre 1° *Artania* cappadoce = 1° *Navasari* armeno. Ciò ammesso, con un

²⁴⁶ *Kleine Schriften*, III, p. 210.

²⁴⁷ La cosa è possibile quando s'intenda che l'intercalazione del sesto epagomeno nel calendario cappadoce abbia luogo il dì 11 dicembre di ogni anno bisestile giuliano.

calcolo affatto simile a quelli che qui sopra furono esposti, egli trova che il passaggio dall'anno vago all'anno intercalare ha dovuto aver luogo in Cappadocia in uno degli anni 65, 64, 63, 62 prima di Cristo. Gutschmidt si decide per l'anno 63, e trova in tale data ragioni di probabilità, per ciò che in questo tempo Ariobazane II salì al trono di Cappadocia per la protezione di Pompeo, e fu riedificata la sua capitale Mazaca; e anche perchè in quest'anno cade la così detta èra pompeiana, adottata da molte città della Siria²⁴⁸.

Come si vede, avremmo qui un esempio d'intercalazione quadriennale anteriore alla celebre riforma introdotta da Giulio Cesare l'anno 45 avanti Cristo; cosa per vero dire poco verosimile in un popolo come il cappadoce, che non fu certo uno dei più colti dell'antichità. Ben è vero che alle due epoche riferite l'anno di 365 $\frac{1}{4}$ giorni era conosciuto già da lungo tempo: sovr'esso Eudosso Cnidio aveva stabilito il suo ciclo quadriennale per la restituzione dei movimenti solari (360 avanti Cr.), e sovr'esso aveva fondato Callippo Ciziceno (330 avanti Cr.) il suo celebre periodo lunisolare di 76 anni, che poi fu detto periodo callippico. Anche si concede che fosse cosa abbastanza facile il comprendere per via speculativa che coll'aggiungere ogni quarto

²⁴⁸ Su quest'era, che altri datano dal 64, altri dal 63 prima di Cristo, veggansi notizie presso IDELER, *Handbuch*, I, 458-459.

anno vago un giorno di più, si poteva adattare il computo dei tempi con molta approssimazione al periodo naturale delle stagioni. Sta tuttavia il fatto che di tale nozione nessun uso pratico si trova nell'antichità prima che Giulio Cesare ne desse l'esempio²⁴⁹. Ben considerata ogni cosa, sembra che in Cappadocia,

²⁴⁹ Contro quest'affermazione si potrebbe invocare il celebre *Decreto di Canopo*, scolpito in greco, in geroglifico ed in demotico sopra una gran stele trovata da Lepsius fra le rovine di Tanis nel 1866. Contiene un editto di onoranze decretate a Tolomeo III Evergete ed a sua moglie Berenice da un'assemblea rappresentante tutti i sacerdoti egiziani, per esprimere la riconoscenza di costoro per certi benefici ricevuti. Fra le altre onoranze vi è la festa da celebrarsi in loro onore, ogni quattro anni, in un sesto giorno intercalare da aggiungersi ai cinque fin'allora usati, coll'intento specificato di fare che l'anno del calendario corresse d'ora innanzi di pari passo colle stagioni naturali. La data è del 238 avanti Cristo. Ora il significato di questa parte del decreto è incontestabile, ma altrettanto è sicuro che nessuna traccia di questo computo intercalato si è potuta trovare nè negli scrittori, nè nei monumenti, nè nei papiri. Sembra dunque che l'inltercalazione sia stata subito abbandonata, o forse non mai recata ad effetto. Quando circa due secoli dopo (30 avanti Cr.) fu introdotto nell'uso pubblico degli Egiziani il calendario alessandrino, ciò non fu solo per fare un complimento ad Augusto, ma anche

come in Armenia e altrove, il trapasso dall'anno vago a quello con intercalazione quadriennale sia derivata dalla necessità di poter facilmente accordare il calendario nazionale col calendario giuliano, sul quale era fondato non solo il sistema romano degli atti di governo e dei tributi, ma anche il calcolo delle epoche in cui si dovevano celebrare le feste fisse e mobili dei Cristiani. Non è dunque verosimile che questo trapasso abbia avuto luogo in tempi anteriori allo stabilimento dell'Impero: in molti casi esso ha dovuto dipendere dal prevalere del Cristianesimo sui culti antichi, ciò che non potè in alcun luogo avvenire prima di Costantino. Per quanto concerne specialmente la Cappadocia, nei dati di S. Epifanio si contiene la positiva dimostrazione che soltanto verso la metà del IV secolo, od anche più tardi, vi fu abolito l'uso

per liberarsi dagli incomodi del calendario vago; il quale pertanto doveva essersi conservato fin allora nell'uso generale degli Egiziani stessi. E nel determinare l'epoca del 1° Thoth nel calendario alessandrino, non si ebbe alcun riguardo al decreto di Canopo, forse affatto dimenticato; ma semplicemente si cercò di evitare l'*annus confusionis*, facendo seguire all'ultimo anno vago il primo anno del sistema intercalare. La cosa riuscì, malgrado qualche piccolo inconveniente derivato dall'ignoranza dei Pontefici romani, come, è spiegato da IDELER. (*Handbuch*, II, pp. 160-161).

dell'anno vago. Di fronte all'autorità di quel dati non possono aver molta importanza le indicazioni degli emerologi, i quali portano tracce notevoli dell'ignoranza o della negligenza dei copisti. Nell'emerologio fiorentino si ha un saggio di questo nella confusione fra i numeri degli epagomeni ed i numeri relativi al mese di *Artania*²⁵⁰; e già abbiamo indicato come gli emerologi non si accordino neppure nell'ordine dei mesi, alcuni cominciando la serie coll'*Artania*, altri col *Tiri*, ed altri col *Sondaru*²⁵¹.

²⁵⁰Su questo caso di confusione v. IDELER, *Handbuch*, I, p. 441.

²⁵¹Vedi sopra a p. 245.

III.

ASTRONOMIA DEI GRECI

XXVIII.

STUDI SU ALCUNI PUNTI DELL'ASTRONOMIA ANTICA IN RELAZIONE COL FENOMENO DELLA PRECES- SIONE

- a.* Sulla scoperta della precessione degli equinozi.
- b.* L'anno siderale presso gli antichi.
- c.* Trepidazione delle fisse.
- d.* Perchè Tolomeo ha supposto fisso l'apogeo solare rispetto agli equinozi.

Tolgo da un grosso quaderno manoscritto intitolato Historia astronomiae, dove sono raccolti numerosi appunti e schede riferentisi all'argomento, queste tre Note storiche riguardanti la scoperta della precessione degli equinozi, l'anno siderale e la trepidazione delle fisse. Esse facevano parte di una serie di scritti preparatori per la Memoria sulle sfere omocentriche di Eudosso, di Callippo e di Aristotele. Non essendosene servito in quell'occasione, l'Autore le conservò per giovarsene in altri lavori, per esempio in quelli che intendeva di comporre su Ipparco e sulla scuola asiatica o neocaldaica di astronomia. Queste Note dunque sono anteriori al 1874, data della pubblicazione delle Sfere omocentriche. Non saprei dir nulla invece circa il tempo cui risale la breve Nota sopra un'opinione di Tolomeo, che trovasi anch'essa nel quaderno della Historia astronomiae.

A. S.

a. SULLA SCOPERTA DELLA PRECESSIONE DEGLI EQUINOZI.

La storia della scoperta della precessione è notissima, e generalmente viene esposta dietro la narrazione che Tolomeo ne dà nel settimo libro dell'*Almagesto*²⁵². Esporrò qui alcune circostanze relative a tale scoperta, delle quali sembra non siasi sempre tenuto il debito conto.

Abbiamo veduto nell'articolo precedente come Eudosso, ed altri prima di Eudosso, e molti dopo di lui, avessero avuto sospetto di una mutazione del luogo dei punti equinoziali e solstiziali, e come da questo sospetto nascesse l'idea di una mutazione dell'orbita solare rispetto al piano dell'eclittica²⁵³. Ipparco non ignorava queste opinioni poichè egli stesso è il più autorevole e il più antico dei testimoni che ce ne informano²⁵⁴. Ma col suo

²⁵² *Almag.* VII, 1, 2, 3.

²⁵³ Qui l'autore accenna a uno scritto che trattava lo stesso argomento che fu più tardi svolto nella memoria sulle *Sfere omocentriche di Eudosso, di Callippo e di Aristotele, IV. Teoria solare d'Eudosso.*

NOTA DEGLI EDITORI.

²⁵⁴ Vedi la memoria citata, *ibidem*.

sguardo sagace vide subito che, anche concessa la mutazione dei punti solstiziali, non se ne poteva inferire una deviazione dell'orbita solare da quel piano dell'eclittica a cui si solevano riferire le latitudini della Luna e degli altri pianeti: e per rifiutare quella deviazione gli bastò di fare le seguenti semplicissime riflessioni, che trascrivo dalla sua opera sui *Fenomeni d'Arato*²⁵⁵. «Mi sembra che Attalo²⁵⁶ mostri in questa cosa la sua imperizia quando crede che il Sole faccia i suoi solstizi ora più boreali ora più australi. . . .

Infatti se il Sole non si movesse pel circolo che passa per lo mezzo dei segni, ma declinasse come la Luna ora a settentrione ora a mezzodì, è naturale che l'ombra prodotta dalla Terra dietro di se, dovrebbe pur declinare in egual modo. Ciò posto le eclissi della Luna dovrebbero molto differire dalle predizioni che ne fanno gli astronomi; perchè questi assumono nelle loro operazioni che il centro dell'ombra si muova lungo il circolo mediano dello zodiaco. Ora la differenza per lo più non somma che a due digiti, e ciò molto raramente rispetto ai calcoli più accurati... ed ancora non è ben certo se questa differenza nella grandezza delle

²⁵⁵ Lib. I, c. 21.

²⁵⁶ È il medesimo Attalo Rodio, di cui si è parlato nell'Artic. IV della memoria sulle *Sfere omocentriche*.

eclissi lunari provenga dal movimento del Sole o da quello della Luna... Inoltre la medesima supposizione si pone per base di tutte le costruzioni geometriche, le quali da una parte si appoggiano al centro del Sole, dall'altra al nostro occhio».

Ecco le ragioni (forse non tutte le ragioni) per cui Ipparco non adottò alcun moto libratorio dell'orbita solare. Come però la base di quest'ipotesi, cioè le osservazioni che affermavano con maggiore o minor fede un movimento dei punti solstiziali, rimanevano come fatti autorevolmente attestati, Ipparco ha dovuto occuparsi di verificarle; al che fu ben presto condotto da un'altra singolare difficoltà in cui si trovò impegnato. Comparando le proprie posizioni degli equinozi con quelle che risultavano dalle osservazioni di Aristillo e Timocari, fatte circa 150 anni prima, di lui nell'intento di determinare la durata dell'anno per mezzo del movimento del Sole rispetto alle stelle, trovò che questa durata era maggiore di $365 \frac{1}{4}$ giorni, mentre la comparazione dei suoi solstizi e di quelli di Archimede coi solstizi osservati da Metone e da Eutemone, dava alla durata dell'anno alquanto meno di $365 \frac{1}{4}$. Onde era forza concludere che i cardini dell'eclittica mutassero la loro relazione di sito rispetto alle stelle fisse²⁵⁷.

Le notizie che dà Tolomeo sui lavori d'Ipparco intorno alla precessione, sono disperse e mal connesse. Se ne ricava però che

²⁵⁷ *Almag.* III, 2.

l'insieme dei fatti da lui arrecati lo gettò in grave perplessità. E in primo luogo era abbastanza ardito dedurre il movimento di precessione da differenze di due soli gradi di longitudine in osservazioni, ciascuna delle quali era passibile dell'errore di almeno mezzo grado²⁵⁸. Quindi afferma Tolomeo che egli parlava del trasporto dei punti equinoziali e solstiziali più per congettura che per certezza²⁵⁹. Ma il dubbio era ancor maggiore quando si trattava di decidere se il movimento succede nel senso dell'equatore o nel senso dell'eclittica. «Nel suo trattato della lunghezza dell'anno egli presume che il movimento si faccia intorno ai poli dell'eclittica. Tuttavia ne dubita ancora, come dice egli stesso, perchè le osservazioni di Timocari non gli sembrano degne di fiducia e sono fatte molto grossamente (πάνυ ὀλοσχερῶς), e perchè l'intervallo del tempo trascorso non era ancora sufficiente per condurre a conclusione sicura». Tolomeo medesimo poi ha

²⁵⁸Ipparco stesso era confuso di trovare un grado e un quarto di differenza nelle sue longitudini assolute della Spica (*Almag.* lib. III, c. 2) e ne traeva motivo per dubitare della costante durata dell'anno. Eppure le osservazioni d'Ipparco sono da Tolomeo dette *esatte*. Che dobbiamo pensare di quelle d'Aristillo e Timocari?

²⁵⁹*Almag.* VII, 1.

cura di esaminare col sussidio di molte osservazioni, se le stelle hanno cangiato di latitudine o di declinazione; e nella conclusione si esprime come uno il quale ha sciolto un grave dubbio: «Queste osservazioni ci conducono a riguardare come certo che la sfera delle fisse si muove verso l'oriente rispetto ai punti equinoziali e solstiziali, per quanto lo spazio trascorso permette di affermare: e che questo movimento progressivo si fa attorno ai poli del circolo obliquo dello zodiaco e non intorno a quelli dell'equatore, cioè non intorno a quelli del primo movimento»²⁶⁰.

Ed a buon diritto Ipparco e Tolomeo ritenevano tanto importante l'assicurarsi che il movimento aveva luogo intorno ai poli dell'eclittica. A chi cerca di mettersi nelle idee di quei tempi, non parrà certo piccolo ardimento quello di smuovere la sfera stellata dai suoi cardini e di ammettere che i poli del movimento diurno non abbiano una posizione fissa rispetto alle stelle! Finchè il moto di precessione si faceva sull'equatore, l'armonia dei movimenti celesti non veniva troppo turbata; bastava supporre il movimento diurno della sfera stellata alquanto più lento che quello delle sfere planetarie. Gli equinozi ed i solstizi avrebbero avuto un lento movimento verso levante, rimanendo i primi sempre sull'equatore, i secondi sui tropici.

Considerando invece le idee che correivano in quei tempi sulla

²⁶⁰ *Almag.* VII, c. 4. Il primo movimento è il moto diurno.

posizione che la sfera stellata aveva come corpo eterno comprendente l'universo, come diaframma dividente il mondo visibile da quello dell'ignoto, dell'idea, o del possibile, si deve confessare che il moto di tutte le stelle intorno ai poli dello zodiaco dovette a più d'uno apparire quasi assurdo. Quindi le esitazioni di Ipparco. Egli non seppe a prima giunta adattarsi a quest'idea, e per salvare i fenomeni ricorse dapprima allo spediente di supporre che il moto avesse luogo soltanto nelle vicinanze dell'eclittica, e di considerare le stelle dello zodiaco come una specie di pianeti più numerosi e più lontani, dotati di lunghissimo tempo rivolutivo: il qual fatto è pure attestato da Tolomeo, che dice: «Secondo la prima ipotesi d'Ipparco, le sole stelle vicine allo zodiaco avevano un movimento secondo l'ordine dei segni»²⁶¹. A Bailly²⁶² questa pare una bizzarra supposizione; a noi pare anzi corrispondere all'ordine logico che si deve osservare nell'investigazione dei fenomeni naturali. Per dare alla posterità il modo di verificare questa cosa, Ipparco determinò molti allineamenti di stelle zodiacali e non zodiacali²⁶³ prese tre a tre, i quali poi, ritrovati da Tolomeo, posero fuor di dubbio che il sistema della sfera

²⁶¹ *Almag.* lib. VII, c. 1.

²⁶² *Hist. de l'Astr. moderne*, vol. I, p. 108.

²⁶³ *Almag.* lib. VII, c. 1, Si osservi che di tutti i 21 allineamenti

stellata è intieramente connesso e solidario in tutte le sue parti.

Tantae molis erat distruggere la creduta inalterabile connessione dell'asse del mondo colla sfera stellata! Pure, malgrado ogni diligenza, la scoperta d'Ipparco fece poca fortuna presso gli antichi. Essa domandava non solo alquanta attenzione per esser ben capita, ma anche contrastava troppo colle opinioni predominanti delle scuole. Nè Gemino, nè Adrasto, nè Plinio, i quali ebbero per le mani le memorie d'Ipparco, nè Cleomede, nè Plutarco, nè Censorino, i quali ci trasmisero tanta parte di ciò che sappiamo sulla storia dell'Astronomia, mostrano di aver udito pur parlare del movimento dei punti equinoziali e solstiziali.

Tuttavia leggiamo presso Columella, dove discorre della mutabilità dei climi²⁶⁴: «Multos iam memorabiles auctores comperi persuasum habere longo aevi situ qualitatem coeli statumque mutari; corumque consultissimum astrologiae professorem Hipparchum prodidisse tempus fore, quo cardines mundi loco moverentur; idque etiam non spernendus auctor rei rusticae Saserna videtur adcredidisse. Nam eo libro, quem de agricultura scriptum

d'Ipparco non ve n'è uno solo che non contenga almeno una stella appartenente ad una costellazione zodiacale, e che questi allineamenti sono ordinati secondo i 12 segni.

²⁶⁴ *De re rustica*, lib. I. c. 1.

reliquit, mutatum coeli statum sic colligit, quod quae regiones antea, propter hiemis assiduam violentiam, nullam stirpem vitis aut oleae depositanti custodire potuerint, nunc mitigato iam et intepescente pristino frigore, largissimis olivitatibus Liberique vindemiis exuberent. Sed haec, sive falsa seu vera ratio est, litteris astrologiae concedatur». Il professore Ipparco sarebbe restato assai meravigliato nel vedere che quei pochi i quali facevano attenzione alla sua teoria, ne interpretavano poi le conseguenze in modo così poco conforme alla verità ed alla ragione geometrica, e aspettavano dalla precessione un cambiamento nella latitudine dei luoghi terrestri.

Macrobio, il quale viveva dopo Tolomeo, parla della precessione in modo più affermativo²⁶⁵: «alii, quorum assertio vero propior est, has quoque (fixas) dixerunt suo motu, praeter quod cum coeli conversione feruntur, accedere; sed propter immensitatem extimi globi excedentia credibilem numerum saecula in una eas cursus sui ambitione consumere et ideo nullum earum motum ab homine sentiri...». Quanto fosse corrotta la fonte da cui Macrobio attingeva questa notizia si può giudicare da quest'altro passo²⁶⁶, dove, dopo aver ripetuto le stesse cose, parla

²⁶⁵ *Comm. in somn. Scip.*, lib. I, c. XVII.

²⁶⁶ *Comm. in somn. Scip.*, lib. II, c. XVII.

del grande anno o dell'anno cosmico: «Mundani ergo anni finis est cum stellae omnes omniaque sidera quae aplanas habet a certo loco ad eundem locum ita remeaverint, ut ne una quidem coeli stella in alio loco sit, quam in quo fuit cum aliae omnes ex eo loco motae sunt, ad quem reversae anno suo finem dederunt: ita ut lumina quaeque cum erraticis quinque iisdem locis et partibus sint in quibus incipiente mundano anno fuerunt. Hoc autem, ut physici volunt, post annorum XV millia peracta. contingit». Il periodo della precessione, secondo Macrobio, è dunque 15000 anni o un submultiplo di questo numero. Il luogo del Sogno di Scipione a cui questo passo dovrebbe servire di schiarimento, non contiene alcuna indicazione chiara della precessione: «signis omnibus ad idem principium stellisque revocatis, tum expletum annum habeto. Cuius quidem anni (a Romuli morte) vicesimam partem scito esse conversam». Il cenno dei segni qui può anche riferirsi semplicemente al periodo diurno.

Ma nella scuola d'Alessandria continuavano le tradizioni d'Ipparco e di Tolomeo; ivi si seguitava a studiare l'Almagesto, e brillavano le ultime scintille di un fuoco che stava per spegnersi. Dopo le determinazioni della precessione fatte da Ipparco e da Tolomeo, ne troviamo ancora una terza, compiuta da Ammonio figlio d'Ermia, il filosofo neoplatonico maestro di Simplicio. Ce lo racconta Simplicio medesimo nel suo commentario ai libri *De coelo* di Aristotele. Dopo aver citato Ipparco e Tolomeo come

scopritori della precessione di un grado in cento anni, ed osservato che questo fenomeno contraddice a certe dottrine d'Aristotele, egli soggiunge: «Avendo Ammonio mio maestro osservato in Alessandria alla mia presenza la stella di Arturo coll'astrolabio, trovò ch'essa era di tanto proceduta innanzi rispetto alla posizione di Tolomeo, quanto importa il moto di un grado in cento anni²⁶⁷». Questa osservazione ha dovuto esser fatta nella prima parte del VI secolo. La sua importanza non sta già nel risultato, che è evidentemente inesatto e foggiato su quelli di Tolomeo e di Ipparco; ma piuttosto in queste, che mostra quanto interesse i neoplatonici avevano a verificare un fatto, che in modo così chiaro contraddiceva alle idee di Platone e di Aristotele.

b. L'ANNO SIDERALE PRESSO GLI ANTICHI.

La durata dell'anno siderale, quale risulta dalle supposizioni d'Ipparco e di Tolomeo, non si trova indicata in nessun luogo dell'Almagesto: è tuttavia assai facile dedurla combinando la durata dell'anno tropico (da essi supposta di $365^{\text{g}}5^{\text{h}}55^{\text{m}}12^{\text{s}}$ col tempo che impiegava allora il Sole a percorrere colla velocità an-

²⁶⁷ *Simpl. De coelo*, lib. II, Comment. 35.

colare corrispondente all'anomalia del punto equinoziale di primavera (che presso Tolomeo era 295°), l'arco $36''$ della loro precessione annuale²⁶⁸. Si trova così che l'anno siderale dipendente dalle loro ipotesi, è di $365^s 6^h 10^m 4^s$), quindi di soli 53^s maggiore che quello adottato dai moderni. Tale precisione è incomparabilmente superiore a quella dell'anno tropico, che è troppo grande di $6^m 8^s$ rispetto alla durata che assegnano per quei tempi le teorie odierne. L'errore in meno della precessione ha compensato dunque quasi esattamente l'errore in più dell'anno tropico. Lepsius acutamente ha saputo trar vantaggio da questo fatto per inferire che gli Egiziani avessero la cognizione della precessione²⁶⁹. Egli osserva che dalla combinazione delle osservazioni di Sirio con quelle dei solstizi avrebbero dovuto ricavare una precessione minore del vero²⁷⁰; e suppone che Ipparco, influenzato dall'autorità di quest'antica determinazione abbia potuto modificare la precessione da lui trovata e renderla minore del vero,

²⁶⁸ Ho usato per questo calcolo le tavole solari dell'*Almagesto* per non introdurre elementi moderni nel risultato.

²⁶⁹ *Chronologie der alten Aegypter*, Berlin, 1849, pp. 197, 198.

²⁷⁰ La precessione risultante importa 360° in 48000 anni, ossia $27''$ all'anno.

anche a costo di allungare corrispondentemente la durata dell'anno tropico. Con questo Lepsius renderebbe ragione del come sia avvenuto che a lato di un anno siderale molto esatto, Ipparco abbia potuto dare una durata dell'anno tropico tanto aberrante dal vero.

Non credo che di questa sproporzione di esattezza occorra cercare una ragione sì occulta e sì lontana. La determinazione delle longitudini assolute delle stelle fisse, da cui deducevano Ipparco e Tolomeo l'importo della precessione, è un'operazione complessa la quale consta di due parti essenzialmente diverse per natura e per grado di difficoltà. La prima parte consisteva nel determinare, in un'epoca poco distante dall'equinozio, la differenza di longitudine tra il Sole e una stella qualsiasi. Quest'era un'operazione abbastanza semplice, e si faceva o secondo il metodo ingegnoso di Timocari, misurando la distanza tra la stella e la Luna eclissata, oppure (come Tolomeo) la distanza tra la stella e il Sole coll'intermedio della Luna. Dal paragone di due osservazioni di questo genere fatte in tempi distanti, risulta direttamente l'anno siderale: ed è facile convincersi che anche supponendo uguale a un mezzo grado la somma degli errori di tutte le distanze osservate, bastan 250 anni d'intervallo per ridurre a 3 minuti di tempo l'errore della durata che se ne deduce per l'anno siderale.

Ma per il calcolo della precessione occorre combinare le distanze del Sole dalle stelle colle osservazioni degli equinozi o, ciò

che fa lo stesso, la durata dell'anno siderale colla durata dell'anno tropico. Or qui sta appunto la maggior somma di difficoltà: la determinazione dell'istante degli equinozi dipendeva, secondo il metodo impiegato a Rodi e ad Alessandria, dalla cognizione della latitudine del luogo e dalla rettificazione delle armille equatoriali²⁷¹; essa era inoltre influenzata dalla rifrazione atmosferica. Tolomeo confessa egli stesso che qualche volta (ἐνίοτε) in un medesimo giorno il Sole gli sembrò passare all'equinozio due volte²⁷². Cassini e Delambre hanno trovato fra gli equinozi impiegati da Tolomeo, parecchi che contengono un giorno intiero di errore²⁷³. Gli antichi solstizi di Metone e di Eutemone, che Ipparco ha impiegato per determinare l'anno tropico, eran passibili di errori ancora più gravi. Non fa dunque meraviglia che l'anno d'Ipparco contenga 6 minuti d'errore, e che Tolomeo, nella sua maniera poco leale di corrompere le osservazioni per

²⁷¹ La latitudine di Alessandria adottata da Tolomeo era falsa di 15'. Le armille erano soggette a spostarsi e bisognava rettificarle frequentemente, come si vede nell'*Almagesto* (lib. III, c. 2).

²⁷² *Almag.* III, c. 2

²⁷³ DELAMBRE, *Histoire de l'astron. ancienne*, II, pp. 114-115.

metter d'accordo i risultati, non abbia saputo far meglio d'Ipparco.

Oltre all'anno siderale d'Ipparco si trova frequentemente menzionato un altro anno siderale di $365^{\text{g}}6^{\text{h}}11^{\text{m}}$, che si suole attribuire agli Egiziani e ai Babilonesi antichi, dietro l'autorità dell'arabo Albatenio²⁷⁴. Questo autore, il quale viveva alla fine del IX secolo, scrive infatti così: «Multiplicem dissonamque sententiam in temporis anni quantitate vetustissimos protulisse compertum est. Aegyptiorum etenim et ex Babylonia vetustissimi quidam eam ex 365 diebus 15 minutis et 27 secundis et 30 tertiis fere constare dicebant²⁷⁵. Ptolemaeus autem illos haec e Solis separatione ab una stellarum fixarum usque quo ad eam reverteretur computasse referebat, unde eos inculpando hoc in dicendo extraneum fore iudicavit». Il passo di Tolomeo a cui qui si riferisce Albatenio è nel Libro III al principio del capo 2°, dove dimostra esser da riferire l'origine dei movimenti al punto equinoziale anzichè alle stelle. E sebbene il tono abbia alcunchè di

²⁷⁴ *De numeris stellarum et motibus*, capo XXVII. Non potendo far altro, son costretto a riferire la oscura e difettosa versione di Platone Tiburtino nell'edizione di Bologna nel 1645.

²⁷⁵ Qui il minuto = 1/60 di giorno, un secondo = 1/60 di minuto, ecc.

polemico, non vi è fatta alcuna allusione ad anni siderali, molto meno poi vi sono nominati gli Egiziani e i Babilonesi; dimodochè tutta questa notizia poggia sulla sola autorità di Albatenio. Nell'articolo seguente spero di dimostrarne la prima origine.

Indipendentemente però dal suo valore, la notizia è diventata famosa per l'abuso che se n'è fatto onde dimostrare l'esistenza della precessione presso i Babilonesi e presso gli Egiziani antichissimi. Si è senz'altro posto per principio che per definire l'anno siderale occorra la cognizione della precessione; mentre, come poc'anzi si è veduto, la determinazione della precessione risulta dal confronto dell'anno siderale coll'anno tropico, qualunque sia la forma sotto cui questo confronto si fa; ed è quindi una conseguenza della determinazione dell'anno siderale, non una prenozione necessaria. E non solamente dico che si può determinare l'anno siderale senza supporre alcuna precessione; ma sono intimamente convinto che presso i popoli primitivi le prime determinazioni dell'anno dovettero essere siderali e non tropiche. Infatti è notissimo come presso i Greci ed i Romani il periodo delle stagioni e dei lavori agricoli fosse regolato dal levare eliacco di certe stelle, come Arturo, la Lira, le Pleiadi ecc. Presso gli Egiziani sembra che il regolatore principale fosse Sirio, sebbene non manchino indizi relativi a numerose altre stelle nei

celebri quadri delle tombe di Ramesse VI e Ramesse IX²⁷⁶. Memorie antichissime sul levare eliaco di Canopo sono sparse nei libri indiani di astronomia. Presso i Babilonesi l'abitudine di osservare sulle alte torri indica che materia di quelle osservazioni erano il levare e il tramonto degli astri. Infatti possiamo affermare che fino ai tempi d'Ipparco, tutte, o quasi, le osservazioni astronomiche si riducevano a questo; di questo parlano esclusivamente molti calendari astronomici o *parapegmi* a noi rimasti; la divisione stessa dell'eclittica e il luogo degli astri in essa, erano collegati col tempo del levare e del tramontare del principio dei segni. In quell'epoca l'orizzonte orientale ed occidentale erano il termine di paragone universale per tutti gli astri della sfera mobile, esattamente come per gli astronomi moderni è il meridiano.

Io riguardo dunque come evidente che per la maggior parte degli astronomi primitivi il ciclo dell'anno e delle stagioni fosse identico a quello del ritorno del levare e del tramonto eliaco dalle medesime stelle; e tengo come certo che tutte le lunghezze degli anni dei Greci determinate prima di Metone, e gli anni dei Babilonesi, e i primitivi anni degli Indiani, fossero determinati a questo modo. Per gli Egiziani sappiamo positivamente che il loro anno canicolare di $365 \frac{1}{4}$ giorni dipendeva dal levare eliaco. Ma

²⁷⁶ Cfr. GENSLER, *Die Thebanischen Tafeln stündlicher sternaufgänge*, Leipzig, 1872.

lo stesso fu anche dei Greci e delle altre nazioni; nessun'altra norma infatti si presentava più naturalmente a popoli, per cui l'insieme del levare e del tramontare degli astri determinava l'unico calendario che avessero in uso.

Ora la durata che risulta dal paragone del levare eliacco della medesima stella a diverse epoche è, mediamente, un anno siderale; infatti suppone il ritorno del Sole ad una posizione, identica rispetto alle medesime stelle. Per le stelle molto distanti dall'eclittica la durata può variare sensibilmente durante un'intera rivoluzione della precessione (26 mila anni). Così Sirio, distante dall'eclittica circa 40 gradi, dà, durante il periodo anzidetto, un anno siderale di durata variabile, che può deviare di circa 10 minuti dal vero valore. Ma le stelle zodiacali, osservate con diligenza per alcuni secoli, non possono condurre molto lontano dalla vera durata. Con questo si spiega l'approssimazione sufficiente che nell'anno siderale hanno raggiunto quei Babilonesi ed Egiziani d'Albatenio, che diremo fra poco quali siano, ed anche gl'Indiani, presso i quali tutta l'astronomia è regolata sulle stelle, non concedendosi all'equinozio che una secondaria importanza. Bastava a questo fine un computo regolare dei tempi e una serie prolungata di annotazioni sui fenomeni astronomici: due condizioni che presso i popoli dell'Assiria e della Babilonide sappiamo esser state soddisfatte per una lunga serie di secoli.

c. TREPIDAZIONE DELLE FISSE.

La bizzarra ipotesi della *trepidazione delle fisse* è una delle cose più singolari che s'incontrano nella storia dell'astronomia. Consiste in un moto che si attribuiva alla sfera stellata intorno all'asse dello zodiaco, e che differiva dalla precessione in questo, che la precessione è progressiva e continua, mentre il moto di trepidazione si supposeva oscillatorio fra certi limiti determinati. L'astronomia presente ha un fenomeno consimile nella nutazione dei punti equinoziali di longitudine, ma esso non poteva essere a notizia degli antichi, l'ampiezza della sua oscillazione essendo limitata a circa 35". Invece i limiti della trepidazione erano fissati ad un intervallo di 8 a 10 gradi. Quest'ipotesi, che deve riguardarsi come una speculazione intieramente immaginaria, tenne il campo dell'astronomia per circa 13 secoli, dal IV al XVII, ed in essa credettero molti astronomi arabi di grande riputazione e quasi tutti gli astronomi occidentali anteriori a Ticone, non esclusi gli alfonsini e lo stesso Copernico, e non morì che nel 1617 col suo ultimo propugnatore Antonio Magini. In questo articolo mi propongo di delucidare l'origine di così strana ed in apparenza arbitraria immaginazione.

La prima notizia sulla trepidazione fu scoperta da Delambre nell'*Introduzione alle Tavole manuali di Tolomeo* scritta da Teone nella seconda metà del IV secolo. Non potendo consultare il testo di Teone quale fu pubblicato da Halma riproduco qui la versione

francese di Delambre²⁷⁷: «Suivant certaines opinions, les anciens astrologues (παλαιοὶ τῶν ἀποτελεσματικῶν) veulent que les signes solstitiaux, à partir d'une certaine époque, aient un mouvement de 8°, selon l'ordre des signes, après le quel ils reviennent en arrière de la même quantité; mais Ptolémée n'est pas de cette opinion, car sans faire entrer ce mouvement dans le calcul, celui qu'on fait sur les Tables est toujours d'accord avec les lieux observés avec les instruments. En conséquence, nous aussi nous conseillons de ne pas employer cette correction; et cependant nous exposerons la marche de ce calcul: et prenant comme un fait, que 128 ans avant le règne d'August, le plus grand mouvement, qui est de 8°, ayant eu lieu en avant, les étoiles commençaient à retourner en arrière: aux 128 ans écoulés avant le règne d'August nous ajouterons les 313 ans jusqu'à Dioclétien et les 77 depuis Dioclétien; e de la somme 518 nous prendrons la 80^e partie, parce qu'en 80 ans le mouvement est de 1°. Le quotient 6° 27', retranché de 8°, donnera la quantité 1° 33' dont les points solstitiaux seront plus avancés que par les Tables».

Esaminando questo passo noi vediamo che la trepidazione, sotto questa forma più antica, non si supponeva appartenere alle stelle fisse (come si credette più tardi), ma era attribuita ai punti equinoziali e solstiziali. La regola prescritta pel calcolo mostra

²⁷⁷ *Hist. de l'astr. ancienne*, vol. II, pp. 625-626.

che il moto oscillatorio ha l'ampiezza di 8°; che la durata di ciascuna oscillazione è di 640 anni, onde il ciclo totale dell'andata e ritorno risulta di anni 1280. Dalla regola si comprende ancora che ognuno dei punti solstiziali, per esempio quello del Cancro, oscilla fra il principio del Cancro e il grado ottavo del medesimo segno: onde si ha la strana ipotesi che l'oscillazione si compie tutta da una parte della posizione normale. Circa le epoche poi, osservando che l'epoca 128 anni prima di Augusto corrisponde all'anno 158 prima di Cristo²⁷⁸, si ha il seguente sistema di fasi :

Posizione normale dei solstizi	798	av. Cr.
Massima digressione in avanti	158	» »
Posizione normale dei solstizi	483	di Cr.
Massima digressione in avanti	1123	» »
		ecc.

A rigore di termini il testo di Teone non suppone che due oscillazioni, cioè una innanzi da — 798 a — 158, l'altra indietro

²⁷⁸ L'éra d'Augusto cominciava il 31 agosto dell'anno 30 prima di Cristo (IDELER, *Chron.* II, p. 633). Come Delambre abbia ricavato che 128 anni prima d'Augusto equivalgano a 170 prima di Cristo (*Hist.* II, p. 626) mi è ignoto. Delambre ha inoltre scambiato l'epoca del massimo avanzamento dei solstizi con quella del massimo regresso, e inversamente. (*ibidem*, p. 627).

da — 158 a + 483: tuttavia l'uso che si fece posteriormente di questa fantasia rende probabile che le oscillazioni dovessero ripetersi indefinitamente anche secondo la mente degli autori dell'ipotesi. L'idea poi d'un moto uniforme, il quale muta direzione istantaneamente senza intermedi, è veramente barbara; essa contrasta così vivamente coi concetti che i Greci avevano intorno alla necessità di rappresentare i fenomeni celesti con moti ordinati e di senso costante, che non si dura fatica a ravvisarvi un prodotto estraneo alle scuole dei filosofi e dei geometri greci e proprio piuttosto delle officine astrologiche, dove nessun principio metteva limiti all'assurdo e all'arbitrario. Io credo inoltre che i dati numerici contenuti nella regola di Teone possano darci qualche lume sull'origine di questa dottrina e sul tempo in cui fu ideata.

La divisione dello zodiaco in segni o *dodecatemorie* da Ipparco e dagli astronomi della scuola d'Alessandria non fu considerata che come un modo di numerare le longitudini. Essi sapevano che la precessione avrebbe col tempo condotto le costellazioni zodiacali lungo tutta l'eclittica; non si curarono perciò di stabilire una relazione esatta fra le costellazioni e le posizioni dei segni del medesimo nome. Per essi il solstizio d'estate era sempre al principio del segno dal Cancro, quello d'inverno al principio del Capricorno.

Assai diversamente considerarono la cosa quegli astronomi

che incominciarono a stabilire la divisione dell'eclittica, e in generale tutti quelli che ignorarono la precessione. Per essi avendo i segni un legame invariabile colle costellazioni, era un problema importante stabilirne l'origine in modo da ottenere fra gli uni e le altre la corrispondenza più esatta possibile. Nel quinto secolo prima di Cristo troviamo che Metone aveva determinato i limiti dei segni in guisa che l'equinozio di primavera cadeva nell'8° grado dell'Ariete, il solstizio d'estate nell'8° grado del Cancro ecc. Quest'uso fu quasi sens'eccezione adottato posteriormente da tutti gli scrittori sì greci che latini di cose astronomiche, e dagli autori di parapegmi o di calendari rurali fino alla caduta dell'impero d'occidente. Ai tempi di Columella Ipparco era il solo che se ne fosse scostato²⁷⁹. Simile distribuzione prevaleva pure presso gli scrittori d'astrologia, come si può vedere nel poema

²⁷⁹ «Nec me fallit Hipparchi ratio, quae docet solstitia et aequinoctia non octavis, sed primis partibus signorum confici. Verum in hac ruris disciplina sequor nunc Eudoxi et Metonis antiquorumque fastos astrologorum, qui sunt aptati publicis sacrificiis, quia et notior est ista vetus agricolis concepta opinio etc.», COLUMELLA, *De re rustica*, lib. IX, c. 14. Gli scrittori che collocano il principio delle stagioni nell'8^a parte dei segni sono quasi innumerevoli.

astrologico attribuito a Manetone²⁸⁰ e presso Manilio²⁸¹.

Ora io penso che la comparazione della posizione dei quattro cardini dell'eclittica nell'8° grado dei rispettivi segni colla posizione assegnata nella scuola d'Alessandria ad esempio d'Ipparco, unita alla notizia della precessione, ha dovuto condurre quasi inevitabilmente qualche astrologo all'ipotesi del moto oscillatorio esposta da Teone.

Io suppongo che un tale astrologo, leggendo qualche libro della sua arte composto 158 anni prima di Cristo e trovatavi la posizione dei cardini nell'8° grado, sia stato condotto all'idea di spiegare la discordanza di questo dato con quello degli astronomi alessandrini per mezzo di un moto retrogrado di quei cardini. Il vedere che con tal moto retrogrado si spiegavano completamente i fenomeni della precessione ha dovuto confermarlo in questo modo di vedere. Poniamo ancora che, per verificare il moto supposto, egli abbia effettivamente determinato la posizione di uno dei punti equinoziali o solstiziali, e lo abbia trovato, per qualche errore di osservazione o di raziocinio, nel 2° o nel 3° grado del Cancro. Ciò gli dovette fornire press'a poco elementi simili a quelli che riferisce Teone.

²⁸⁰ IDELER, *Ueber Eudoxus*, II Theil, p. 61.

²⁸¹ Vedi p. e. lib. VII, v. 256-257.

Avrebbe'egli potuto ammettere una retrogradazione continua? No: perchè in capo a due o tre secoli il solstizio estivo sarebbe caduto nei Gemelli e uscito dal Cancro, dove i libri sedicenti sacri e antichissimi di Ermete, Petosiri, Necepso concordavano a stabilirlo per sempre. Era dunque il nostro astrologo obbligato: 1° ad ammettere, pel tempo presente, un moto retrogrado; 2° ad arrestarlo al principio del Cancro. Per quanto riguarda l'altro limite del movimento, egli avrà cercato di allontanarlo il meno possibile, estendendolo solo a quel grado 8° del Cancro che era stato uno dei punti di partenza del suo calcolo.

In questa maniera si otteneva un altro vantaggio inestimabile; quello di liberarsi dalla precessione continua ed uniforme, nemico fondamentale e principale dell'astrologia. Non so se sia mai stato notato che un vero astrologo non poteva ammettere la precessione senza togliere ipsofatto ogni autorità ai libri più venerati della sua arte. Autore di tali libri era creduto Ermete, il quale, al dire di Manetone²⁸², era antico allora di quasi diecimila anni. Or come poteva Ermete mettere il solstizio d'estate nel Cancro, secondo in quei libri (certamente assai recenti) si diceva, se non negando assolutamente la precessione?

A ciò si aggiungono altre considerazioni. La precessione, por-

²⁸² LEPSIUS, *Königsbuch der alten Aegypter, Synoptische Tafeln*, p. 3.

tando i cardini dell'eclittica successivamente in tutti i segni, distruggeva un'idea fondamentale dell'astrologia, che l'effetto dei corpi planetari fosse intimamente legato colla natura delle stelle fra cui si trovavano. L'antica astrologia degli Egiziani e dei Babilonesi era fondata su tale concetto, e i trentasei decani degli Egiziani, e l'ulteriore divisione dello zodiaco in minutissime parti, come si trova presso Firmico, procedevano da un raffinamento di questo processo divinatorio semplice, al di là del quale l'arte di Manilio non va. Ora gl'influssi del Sole congiunto con date stelle essendo fissati dall'arte divina ed eterna, non si poteva ammettere che i solstizi e gli equinozi, determinatori principali degli influssi solari e delle stagioni, potessero congiungersi con tutte le possibili stelle dello zodiaco. Ma d'altra parte il movimento retrogrado dei cardini dell'eclittica essendo constatato dalle osservazioni, ad un astrologo non rimaneva altro partito che trasformarlo in un moto oscillatorio operante entro stretti limiti. Ciò è tanto vero che nessuno dei vecchi astrologi nomina la precessione, neanche Tolomeo, il quale pure aveva scritto il suo *Tetrabiblo* dopo la *Sintassi matematica*²⁸³. Non popolarizzata dagli astrologi, la precessione rimase, come abbiám veduto, quasi ignota fuori della scuola d'Alessandria²⁸⁴.

²⁸³ Ciò consta dalla prefazione stessa del *Tetrabiblo*.

²⁸⁴ Più tardi questi ostacoli cessarono. La significazione dalle

Tutto questo insieme di congetture che diamo come probabili, sembra a me che presenti una soddisfacente ragione del modo con cui ha potuto nascere la mostruosa idea della trepidazione. Ammettendolo per vero in generale, se non nei particolari, si comprenderà facilmente che tale ipotesi non ha potuto esser concepita in un tempo molto anteriore al 372 di Cristo, anno in cui Teone sembra abbia pubblicato il *Commentario alle Tavole Manuali*²⁸⁵: in nessun caso essa può essere anteriore od anche vicina all'anno - 158 in cui si poneva l'epoca del moto retrogrado. Che se dai suoi inventori fu data per antica e attribuita ai παλαιοὶ τῶν ἀποτελεσματικῶν, ciò entra perfettamente nel sistema usuale di quelli che professavano l'astrologia. Per dar peso alle loro finzioni, usavano riferirsi sempre ad autorità antichissime, e

costellazioni fu trasportata alle dodecatemorie matematiche, s'introdusse la considerazione degli aspetti, e divenne importante lo studio delle congiunzioni. I nomi di Tolomeo, Doroteo Sidonio, Teucro Babilonico sorpassarono in autorità Petosiri e Necepso; lo stesso Ermete fu negletto, e poteva sperare poca venerazione da astrologi arabi e cristiani. La precessione cessò di esser pericolosa e fu ammessa, sebbene per lo più accompagnata dalla trepidazione.

²⁸⁵ IDELER, *Hand. der Chron.*, vol. I, p. 159.

di simile artificio si hanno mille esempi. È probabile che questa creazione abbia avuto luogo in Alessandria, dove durava la scuola di Tolomeo, e dove esisteva in quel tempo la fabbrica più colossale d'imposture che abbia mai esistito.

Non troviamo presso altri autori Greci e Romani accennato il moto oscillatorio degli equinozi. Per mezzo di Teone la sua notizia passò agli Arabi, e il primo di questi che ne parli è Albatenio, il quale scriveva verso l'890 dell'ora volgare l'opera, che sotto il titolo *de numeris stellarum et motibus* fu tradotta in latino da Platone da Tivoli. Albatenio trae la sua notizia da Teone, che egli cita più d'una volta, e dopo aver riferito il modo del calcolo, aggiunge: «Anni vero spacium, per quod ipsi operabantur, erat plus 365 diebus, et quarta, et quantitate quintae fere partis unius horae»²⁸⁶. Ritorna dunque qui a parlare Albatenio dell'anno siderale, di cui l'uso egli aveva attribuito prima²⁸⁷ agli antichissimi Babilonesi ed Egiziani. Onde comprendiamo che questi nella mente d'Albatenio erano identici ai παλαιοὶ τῶν ἀποτελεσματικῶν, di cui parla Teone e che noi crediamo non fossero molto anteriori a lui. Ecco dunque la sorgente del famoso anno siderale

²⁸⁶ Cap. LII, ediz. di Bologna, 1645.

²⁸⁷ Vedi qui sopra l'articolo sull'*Anno siderale*.

attribuito ai Babilonesi e sul quale si costruirono tante vuote supposizioni! Noi l'abbiamo già detto: i Babilonesi avevano i mezzi di determinare con qualche precisione l'anno siderale, e forse l'hanno fatto; ma la relazione d'Albatenio non prova nulla a questo riguardo.

b. PERCHE' TOLOMEO HA SUPPOSTO FISSO L'APOGEO
SOLARE
RISPETTO AGLI EQUINOZI.

Per qual ragione Tolomeo ha supposto fisso l'apogeo solare rispetto agli equinozi, mentre ai nodi e agli apogei dei pianeti ha attribuito il moto della precessione? Perchè se avesse attribuito un moto di longitudine all'apogeo solare, l'anomalia del punto equinoziale avrebbe cangiato, e quindi l'arco di 36" della precessione annua sarebbe stato percorso dal Sole in tempi variabili. Onde seguiva la necessità di attribuire una variazione ad una delle tre cose seguenti: o all'anno tropico, o all'anno siderale, o al moto dell'ottava sfera, distruggendo così l'uniformità tanto vantata delle rivoluzioni celesti. Per non trovarsi in questo imbroglio, Tolomeo troncò la questione bravamente col supporre invariabile la distanza dall'equinozio all'apogeo solare!

XXIX.

STUDI SOPRA IPPARCO

FRAMMENTI

- a.* Programma.
- b.* Basi astronomiche della Geografia.
- c.* Latitudine di Bisanzio.
- d.* Lavori in Bitinia.
- e.* Ipparco e Cleomede.
- f.* Sfere stelligere.

Tra le carte lasciate dallo Schiaparelli v'è un grosso quaderno rilegato, che reca esteriormente il titolo De Hipparcho, Collectanea, e, che contiene numerosi estratti di scrittori antichi e moderni riferentisi all'argomento, nonchè appunti e annotazioni dello stesso Schiaparelli. Tutto questo materiale venne raccolto fra gli anni 1891-1908, e doveva servire per una biografia e per uno studio completo delle opere di quel grande astronomo. Oltre al Programma del lavoro, noi pubblichiamo qualcuna delle accennate annotazioni; quelle che, contenendo opinioni e giudizi originali dello Schiaparelli, possono avere per gli studiosi un interesse speciale.

A. S.

a. PROGRAMMA

Mi propongo di fare una biografia di quest'astronomo e uno studio tanto completo quanto è possibile dei suoi lavori. In questo quaderno raccoglierò tutti i passi importanti che nelle antiche fonti si potranno trovare a lui direttamente o indirettamente riferibili, escludendo però queste tre opere, i cui estratti sarebbero troppo voluminosi e che converrà studiare a parte integralmente: 1° l'Almagesto, 2° la collezione dei frammenti geografici d'Ipparco pubblicata recentemente a Lipsia, 3° l'unica opera d'Ipparco rimastaci, cioè la critica dei Fenomeni d'Arato e di Eudosso, stampata dal Petavio nel suo *Uranologion*.

I passi raccolti si dovranno più tardi classificare in varie categorie come segue :

- 1.° Notizie puramente biografiche.
- 2.° Trigonometria.
- 3.° Uranografia.
- 4.° Catalogo delle stelle.
- 5.° Studi sul Sole e sulla durata dell'anno.
- 6.° Studi sulla Luna e sulle eclissi.
- 7.° Studi sui pianeti.
- 8.° Scoperta della precessione : storia della medesima dopo Ipparco²⁸⁸.

²⁸⁸È da supporre che per la trattazione di questo argomento l'Autore

9.° Geografia.

10.° Altri lavori: sulla caduta dei gravi, sull'astrologia ecc. Teoria delle combinazioni.

11.° Il parapegma d'Ipparco: suo calendario e cronologia.

12.° Notizie varie, generalità, ecc.

b. BASI ASTRONOMICHE DELLA GEOGRAFIA.

Strabone (I, 7, ed. Casanb; Berger, *Die geographischen Fragmente des Hipparch*, Lipsia 1869, p. 12) indica con parole che sembra aver tolte dagli scritti d'Ipparco, quali sono queste basi, cioè: l'osservazione dei climi per mezzo della durata del giorno più lungo e più breve; il rapporto del gnomone alla sua ombra; l'osservazione delle eclissi.

Lo stesso Strabone (II, pp. 131, 132 e Berger, pp. 38, 40) indica quello che Ipparco ha fatto per stabilir queste basi. Per ogni grado dall'equatore al polo ha calcolato i fenomeni dei climi, cioè la durata del massimo giorno, l'ombra del gnomone, le stelle che toccano lo zenit o l'orizzonte. Quanto alle eclissi, mi permetto di dubitare che ne abbia fatto i calcoli per tutti i climi.

avrebbe tratto profitto dalla nota pubblicata qui sopra a p. 261.

Il parallelo della Cinnamomifera Regia ha il massimo giorno di ore $12\frac{3}{4}$

13

428

13½							
»	»	»	Alessandria (400 stadi più basso)	»	»	»	»
14							
»	»	»	Fenicia	»	»	»	»
14 ¼							
»	»	»	Rodi	»	»	»	»
14 ½							
»	»	»	Ellesponto	»	»	»	»
15							
»	»	»	Bisanzio	»	»	»	»
15 ¼							
»	»	»	mezzo del Ponto	»	»	»	»
15 ½							
»	»	»	Boristene	»	»	»	»
16							
»	»	»	Nord delle Gallie e della Meotide	»	»	»	»
17							
»	»	»	Britannia	»	»	»	»
19							

L'andamento di questi intervalli mostra che furono stabiliti da un calcolatore perito; tanto più che per la maggior parte è assegnata anche l'ombra del gnomone equinoziale o solstiziale, e Strabone non era uomo da trasformare la Tavola d'Ipparco dall'argomento dei gradi di latitudine all'argomento delle equidistanti durate del giorno più lungo.

c. LATITUDINE DI BISANZIO.

Da vari passi di Strabone (v. Berger, pp. 57-58) si raccoglie che Ipparco metteva Bisanzio, Nicea e Marsiglia sotto il parallelo di 43° , ciò che per Marsiglia è quasi esatto, per Bisanzio dà un errore di più che 2° , e per Nicea di quasi 3° . Questo errore è sembrato a molti incredibile, e si è cercato di spiegarlo in varie maniere o anche di negarlo. Io credo semplicemente che Ipparco non abbia mai determinato latitudine nè in Nicea nè in Bisanzio: al più forse in *Alexandria Troadis*, per la quale la latitudine di 41° data da Ipparco è abbastanza esatta; forse fu osservata da lui o da qualche astronomo della scuola cizicena.

In questa opinione mi conferma il vedere che l'errore d'Ipparco si trova già presso Eratostene, il quale poneva Bisanzio molto alto, supponendo (come anche Ipparco) che dall'Ellesponto al Bosforo la traversata si facesse nel senso del meridiano²⁹⁰. Se supponiamo che Ipparco abbia calcolato la latitudine di Bisanzio deducendola da quella di *Alexandria Troadis* per

²⁹⁰ Nota bene che Ipparco dà 41° per latitudine dell'Ellesponto (vedi a pp. 178-179 dell'*Uranologion*).

mezzo della traversata suddetta, subito tutto diventerà plausibile²⁹¹.

Si deduce da questo che Ipparco non fece osservazioni precise in Nicea. Altrimenti non avrebbe commesso l'errore di metterla sotto il parallelo 43°. Se ha osservato in Bitinia, le sue furono probabilmente osservazioni meteorologiche o ispezioni del cielo senza strumenti. Pare assolutamente che la sua specola fosse a Rodi; forse è stato qualche tempo ad Alessandria, ma a Nicea non ebbe a far lavori rigorosi.

Ammettendo quanto si è detto, il rapporto 120:41⁴/₅ assegnato da Strabone per il gnomone a Bisanzio nel solstizio estivo dobbiamo supporre che sia quello osservato a Marsiglia da Pitea, e appropriato a Bisanzio da Strabone dietro l'ipotesi ammessa da Ipparco che la latitudine di Marsiglia e di Bisanzio sia la medesima (Strab. II, p. 134, ed. Casaub.).

La parola εὑρήκην (trovò) usata da Strabone (p. 71 ed. cit.) quando dice che Ipparco si convinse della ugual latitudine di Marsiglia e di Bisanzio, può adattarsi al risultato di un *calcolo* tanto bene quanto al risultato di una *osservazione*. Riteniamo dunque che Ipparco *calcolò* la latitudine di Bisanzio da quella d'*Alexandria*

²⁹¹ Che Eratostene e Ipparco supponessero Bisanzio e *Alexandria Troadis* e Rodi sul meridiano di Alessandria-Siene-Meroe, è provato da un passo di Strabone (II, p. 114 ed. Casaub.).

Troadis, trasportando questa coll'aiuto dei 1500 stadi di distanza nel senso del meridiano, e la trovò poco diversa da quella di Marsiglia; che Strabone quindi, appoggiandosi su tale asserzione, attribuì a Bisanzio il rapporto del gnomone alla sua ombra osservato a Marsiglia da Pitea.

Ciò è confermato dal seguente calcolo. La latitudine di *Alexandria Troadis* dedotta dal massimo giorno di 15 ore è $40^{\circ}55'$ (Berger, p. 55). Ora 1500 stadi in ragion di 700 stadi per grado danno $2^{\circ 1/7} = 2^{\circ}8',6$; secondo il calcolo d'Ipparco la latitudine di Bisanzio è dunque $43^{\circ}3',6$. Ma la latitudine di Marsiglia, secondo l'osservazione di Pitea e il rapporto $120:41^{4/5}$, è $43^{\circ}3',3$. L'identità è quasi completa, e ben poteva esser proclamata come tale da Ipparco. Soltanto bisogna ammettere che l'obliquità dell'eclittica adoperata da Ipparco fosse $23^{\circ}51'20''$ e non 24° ; e questo è per se probabile, perchè Tolomeo (Almag. I, 1) dichiara che Eratostene e Ipparco consideravano l'intervallo dei tropici come $11/83$ della circonferenza. Ciò è pure confermato dal commento di Teone a questo luogo²⁹².

È curioso che Tolomeo adotta da Ipparco e Pitea le latitudini di Marsiglia e di Bisanzio, ponendole ambedue a $43^{\circ}5'$. Ciò prova esser possibile restituire la Tavola d'Ipparco usando non solo

²⁹² Vedi Berger, p. 23 e nota 3. Vedi pure Teone, p. 71. Cfr. Bernhardt, *Eratosthenica*, 1822, p. 55.

Strabone, ma anche Tolomeo in ambe le opere, Geografia ed Almagesto.

d. LAVORI IN BITINIA.

Abbiain veduto esser cosa probabile che osservazioni astronomiche precise non sian state fatte da Ipparco in Bitinia. D'altra parte l'appendice al libro *Ptolemaei de apparentiis* escluderebbe ch'egli abbia lavorato al suo parapegma altrove che in Bitinia. Sarebbe dunque da concludere che in Bitinia egli si occupasse principalmente di quelle osservazioni che si posson fare senza strumenti, e che su quelle abbia composto il suo parapegma. In Rodi invece e in Alessandria, provveduto di buoni strumenti, attese alla riforma dell'astronomia, e lasciò andare le bazzecole meteorologiche e uranografiche di cui si era occupato in Bitinia nei primi tempi.

e. IPPARCO E CLEOMEDE.

Nel libro di Cleomede esistono frammenti di sana e rigorosa astronomia che probabilmente derivano da Ipparco per via indiretta. Questo scrittore con Posidonio e Gemino forma un gruppo a parte che chiamerei scuola di Rodi: perchè Gemino era di Rodi, Posidonio abitò in Rodi lungo tempo nei suoi ultimi

anni; Cleomede poi dipende al tutto da Posidonio e forse era suo discepolo: certamente scrive come tale. Mi pare che non si sbagli facendolo contemporaneo d'Augusto o fors'anche un po' anteriore. L'analogia fra i tre risulta dagli scritti in modo assai palese; e il loro confronto non può riuscire che importante. Gemino poi scrisse che aveva fatto un commento dei libri di meteorologia (astronomia?) di Posidonio: forse era contemporaneo di Cleomede. Ora in tutti costoro vi sono notizie di buona fonte, che non possono derivare che da Ipparco. Tali quelle sull'eccentricità dell'orbita solare, sulla possibilità delle eclissi totali, sulla variabilità del moto solare e delle rivoluzioni sinodiche della Luna, sulle eccentricità delle orbite planetarie, sull'ombra della Terra, sul moto dei pianeti in latitudine e sulle loro rivoluzioni sinodiche. In certe parti vi è anche un notevole parallelismo con Plinio.

f. SFERE STELLIGERE

Leggendo l'opera d'Ipparco sui Fenomeni nasce la convinzione che una base essenziale di questa e simili opere era la costruzione materiale di sfere stellate, sulle quali si figuravano più o meno grossamente le stelle e le costellazioni per mezzo degli orti e degli occasi simultanei, combinati forse coll'uso di una diottra azimutale. Vi si aggiungevano le immagini che servivano

di nomenclatura. Tali immagini nei loro particolari han dovuto esser fissate da un solo astronomo, nè si può capire che siano il risultato di tradizioni popolari. La tradizione popolare ha certamente assegnato il nome di molti gruppi di stelle, e in alcuni casi (per esempio testa del Toro, cintura d'Orione, coda dell'Orsa) anche di alcune parti più salienti di questi gruppi. Ma i particolari minori od arbitrari (per esempio le circonvoluzioni del Dragone e dell'Idra, la testa dell'Aquila o della Vergine, l'inginocchiatura di Ercole ecc.) hanno dovuto esser fissati a capriccio da qualche astronomo di cui si è perduta la memoria. Non credo possa essere Eudosso, ma qualcuno più antico.

XXX.

DI UN'ANTICA IPOTESI EMODINA-
MICA

SUL MOVIMENTO DEI PIANETI

a. Programma.

b. Cap. I. - Introduzione.

c. Notizia sui Commenti astronomici al libro II di Plinio.

d. Sul significato della parola *apside*.

Le preparazioni ed i frammenti della Memoria che lo Schiaparelli aveva in animo di dettare su questo argomento si conservano entro una busta dal titolo: «Astronomia pliniana e altri autori della teoria actinodinamica».

Il brano sui Commenti al Libro II di Plinio, che qui pubblichiamo (c), sta racchiuso in un foglio di guardia che reca scritto: «Redazione cominciata in gennaio 1898 e poi abbandonata per esser ripresa più tardi». Dunque a quell'anno risale il primo saggio dell'Autore sull'argomento, saggio che, secondo rileviamo dal Programma (a), nella redazione definitiva avrebbe fornito una parte della materia del 2° cap.

Il brano sul significato della parola apside (d) fu dettato il 3 gennaio 1900, e contiene il succo dello studio analitico e comparativo di numerosi passi di antichi scrittori riferentisi alla teoria eliodinamica. Di questo studio rimangono tracce notevoli fra gli appunti dello Schiaparelli, ma non elaborate a segno da potersi utilmente pubblicare. Del resto le conclusioni a cui l'Autore era giunto sono esposte nel brano suddetto, il quale, in modo sommario ma perspicuo, ci informa del concetto ch'egli si era fatto del principio fondamentale su cui la teoria eliodinamica poggia.

Dell'Introduzione (b) ci resta la minuta, che se non rappresenta proprio la redazione definitiva, non doveva però, a quanto pare, differire troppo da questa. Quando fosse stesa non saprei dire con precisione: in ogni modo, dopo il 1900 certamente. Ignoro del pari perchè il lavoro rimanesse di nuovo interrotto, e se lo Schiaparelli intendesse di tornarvi su un'altra volta.

A. S.

a. PROGRAMMA.

1.° Introduzione.

2.° Testo di Plinio preceduto dalle indicazioni necessarie relative ad esso, e seguito da una notizia sui commenti di cui mi sono servito.

3.° Testi minori, corredati ciascuno delle indicazioni opportune. Questi saranno desunti da

Cleomede	M. Capella
Cicerone ?	Calcidio
Vitruvio	Macrobio
Lucano	Isidoro Orig.
Cesio Basso	Isidoro Natur. Rer.
Teone Smirneo	Beda vero
Censorino?	Pseudobeda.

4.° Moto dei pianeti superiori.

5.° Che cosa siano le *apsidi*. Esame delle quattro ipotesi possibili (epiciclo, eccentrico fisso, eccentrico mobile, corona di volute). Enumerazione dei testi che posson dar luce sulla cosa. Senso usuale della parola ἀψίς secondo i lessicografi (Enrico Stefano). Versi riportati da Plutarco. Si dimostra che ἀψίς non può esser altro che una voluta al singolare, e una corona di volute al plurale. Relazione delle apsidi cogli epicicli secondo Calcidio.

6.° Teoria dei pianeti inferiori secondo Plinio e Beda.

7.° Le eccentricità delle orbite; discussione e comparazione coi risultati di Tolomeo e della teoria moderna. Che cosa si deve pensare degli ὑψώματα.

8.° Teoria dei pianeti inferiori secondo Vitruvio e Capella; sua relazione con quelle di Eraclide Pontico e di Teone Smirneo.

9.° Dei movimenti in latitudine, comparazioni delle testimonianze, doppia tradizione.

10.° L'elemento astrologico (ricavato principalmente da Plinio). Relazione coi Caldei. Ordine delle orbite; discussione completa su questo argomento; notizie date da Tolomeo e da Macrobio; discussione delle opinioni di H. Martin e di Tannery. Alessandro di Etolia? Come il concetto di regolare l'azione del Sole dalla sua congiunzione e la spiegazione astrologica delle fasi lunari che si legge in Plinio (capo XVIII) abbian dato origine alla teoria degli influssi reciproci dei pianeti fra di loro secondo le reciproche configurazioni.

b. CAP. I. INTRODUZIONE.

L'antica ipotesi astronomica che mi propongo di studiare nella presente Memoria, ha questo carattere principale: che in essa, come nella teoria della gravitazione, si attribuisce ad una forza esercitata dal Sole sui pianeti la causa principale che ne regola il movimento; perciò l'abbiam chiamata eliodinamica. Non

è tuttavia un'ipotesi eliocentrica; ma costituisce un notevole tentativo di spiegare, pur non rinunciando all'immobilità della Terra al centro dell'universo, la evidente connessione che fa dipendere dalla posizione del Sole la più importante ineguaglianza dei moti planetari apparenti, quella che appunto per questo era denominata dai greci πρὸς τὸν ἥλιον ἀνωμαλία o παρα τὸν ἥλιον ἀνωμαλία.

Di questa ipotesi non sono rimaste che poche e lacere notizie trasmesse a noi per lo più da scrittori che non molto intendevano della materia, o da tali che soltanto per incidenza ebbero occasione di farvi allusione. Forse è questo il motivo per cui gli storici dell'astronomia fino ad oggi vi han consacrato poca attenzione. Qui ho voluto anzitutto raccoglierle, e tentarne, bene o male, una prima discussione, nella speranza che da questo imperfetto saggio possa altri esser indotto a trattarne con maggior competenza e con miglior fortuna.

Oltre al suo carattere fondamentale espresso dal nome di *eliodynamica*, quest'ipotesi presenta alcune particolarità degne di nota, a cui non sarà inutile aver accennato brevemente fin da principio. Ed in primo luogo va rilevata l'impronta manifestamente astrologica impressa in alcuni elementi, della quale si dovrà tener conto nell'indagare l'origine del sistema, venuto certamente dalla Grecia, come risulta da qualcuno dei termini in esso usati.

Con questo fatto contrasta singolarmente l'altro, che di tale sistema è giunta notizia a noi soltanto, o quasi, per mezzo di

scrittori latini; la serie dei quali comincia ai tempi d'Augusto con Vitruvio, e si estende fino a quelli della più bassa latinità con Isidoro e con Beda. Essi sembran tutti derivare da un'unica fonte, probabilmente da Varrone; il quale probabilmente a sua volta ne avrà tratto notizia da uno scrittore greco. Ciò posto, si può affermare che quest'ultimo non ha potuto essere anteriore ad Ipparco. Così la creazione del sistema verrebbe ad essere determinata, quanto all'epoca, entro limiti abbastanza stretti, comprendenti il secolo all'incirca trascorso dal tempo d'Ipparco a quello di Varrone.

Malgrado la scarsità e lo stato imperfetto delle notizie a noi pervenute, si può affermare che il sistema ebbe due forme diverse o due varianti, le quali, pur concordando nel principio fondamentale e nelle teorie dei pianeti superiori, differivano circa il modo d'interpretare il movimento di Mercurio e di Venere.

È un fatto degno di osservazione che nella lista degli autori che fanno cenno di quest'ipotesi astronomica, o di qualche particolarità ad essa appartenente, sono compresi senza eccezione tutti quelli che hanno parlato del moto eliocentrico di Mercurio e di Venere; moto eliocentrico che entrava come parte essenziale in una delle due forme o varianti cui sopra s'è accennato.

Le poche notizie superstiti del sistema eliodinamico sono preziose per l'astronomia soprattutto perchè tale sistema contiene il primo tentativo di rappresentare in qualche modo nel movi-

mento dei pianeti, non solo l'anomalia solare, ma anche l'anomalia zodiacale; quella cioè che ora noi sappiamo derivare dal moto dei pianeti stessi nell'ellisse, secondo le leggi di Keplero. Su questo punto Tolomeo (*Almagesto*) ci assicura nei termini più formali che prima d'Ipparco non s'era fatto nulla; e che Ipparco medesimo, persuaso della difficoltà del problema, si era limitato a raccogliere e metter in ordine le osservazioni anteriori. Tolomeo poi non accenna minimamente ad alcun tentativo fatto prima che egli stesso vi si accingesse²⁹³. Questo indusse gli storici dell'astronomia a credere che interamente a lui fosse dovuta la stupenda soluzione ch'egli diede del suddetto problema; ma la cosa non sarà facilmente ammessa da chi abbia potuto formarsi un'idea della complicazione del moto combinato nell'eccentrico e nell'epiciclo, e del numero enorme di osservazioni aggruppate in serie continue, che fu necessario per stabilire empiricamente tutti i particolari di fatto. E quando si tenga il dovuto conto della poca precisione con cui allora le osservazioni si facevano, e della imperfezione dei metodi con cui si discutevano, nessuno potrà credere che al modo così ammirabile e perfetto, con cui nell'*Almagesto* sono rappresentate simultaneamente le due ineguaglianze solare e zodiacale, si sia potuti giungere senza che prece-

²⁹³ Vedi la nota in fine al cap. I.

desse una lunga serie di tentativi e di successive approssimazioni²⁹⁴. Il sistema da noi studiato rappresenta (almeno per i pianeti superiori) un tentativo di questa natura: imperfetto com'esso è, costituisce tuttavia un passo avanti nel progresso delle idee, e prende il suo posto nella storia dell'astronomia planetaria dei Greci.

Analoghe riflessioni son da farsi circa il moto dei pianeti; in latitudine, di cui il nostro sistema sembra sia stato il primo a render conto in qualche modo. Veramente qui il problema non era intieramente intatto; le sfere di Eudosso davano luogo (come altrove ho dimostrato) ad una certa digressione dei pianeti a destra e a sinistra dello zodiaco. Ma il principio era, per questa parte della teoria, affatto arbitrario, e il risultato non corrispondeva alle

²⁹⁴ Il concetto fondamentale di questa soluzione sta nell'aver collocato il centro dell'eccentrico nel punto di mezzo dell'intervallo che corre tra il centro della Terra e il punto intorno al quale si fa uniformemente il moto in longitudine del centro dell'epiciclo. La scoperta di questa *bisezione dell'eccentricità* è dovuta ad un'ispirazione geniale; e il convincersi della necessità d'introdurla ha dovuto costare una quantità di tentativi ed una somma di lavoro tale che difficilmente gli astronomi del nostro tempo potranno farsene un'idea adeguata.

osservazioni, neppure approssimativamente. Al contrario la teorica dell'Almagesto, oltre ad esser fondata nel suo concetto, è abbastanza buona anche quanto ai risultati pratici, benchè posta in opera sotto una forma inutilmente complicata e imbarazzante. Anche qui il nostro sistema rappresenta un passo verso la genuina soluzione del problema. Soltanto non abbiamo notizie sufficienti per giudicare se esso contenesse già una vera e propria teoria delle latitudini. Certo è che questo studio vi si trova iniziato, se non teoreticamente, almeno empiricamente, col soccorso delle osservazioni.

Premesse queste cose a modo d'informazione, per così dire, proleptica, veniamo al nostro proposito, e cominciamo dall'audizione dei testimoni.

NOTA AL CAPO I.

Il completo silenzio che per lo più nell'Almagesto si vede osservato intorno ai diversi gradi per cui le teorie astronomiche si vennero sviluppando e perfezionando, deriva da ciò, che Tolomeo, nello scrivere questa grande opera, ebbe manifestamente l'intento di esporre lo stato ultimo e più perfetto a cui le varie dottrine erano state portate da lui medesimo o dai suoi immediati antecessori, e di ridurre il tutto ad un corpo organico con metodo uniforme, senza curarsi di distinguere le novità da lui

introdotte dalle idee di cui almeno il primo germe era dovuto ad altri. Egli non conosce quasi che Ipparco, e gli altri astronomi li nomina soltanto quando una stringente opportunità lo consiglia. Non diversamente operò in tempi più recenti Laplace scrivendo la sua Meccanica celeste. Ma al bisogno che sente lo studioso moderno di conoscere le dottrine, non solo nello stadio più perfetto, ma anche nella loro storica evoluzione, Laplace provvede ampiamente coi bellissimi riassunti di cui è composto il suo libro (XV, I), ciò che Tolomeo omise di fare, sia perchè il sentimento storico fosse in lui poco sviluppato, sia piuttosto perchè gli paresse inutile occupare i suoi lettori coll'esposizione di cose antiche e non aventi che un mediocre interesse retrospettivo. Se egli avesse concesso qualche maggior attenzione ai fatti e alle scoperte dei suoi predecessori, si sarebbe sottratto alla taccia di mentitore e di plagiatore, che troppo leggermente e troppo ingiustamente gli fu apposta; e noi non saremmo ora costretti a ricostruire faticosamente la storia dell'astronomia su materiali affatto insufficienti, lasciandovi gran quantità di lacune e d'incertezze.

c. NOTIZIA SUI COMMENTI ASTRONOMICI

AL LIBRO II DI PLINIO.

Nel secondo libro della *Storia Naturale*, e precisamente sotto i capitoli XV, XVI, XVII, Plinio propone sul caso dei cinque pianeti minori una teoria, alla quale mi sembra che finora non sia stata concessa importanza sufficiente dagli storici dell'astronomia antica. Di che la causa mi sembra debba attribuirsi a ciò, che nelle pagine a tale esposizione consacrate regna una quasi impenetrabile oscurità; onde fu posta a duro cimento la perspicacia e la pazienza dei pochi commentatori che si affaticarono per intenderle e per estrarne un senso ragionevole. Come tutti i Romani anche più dotti, Plinio intendeva poco di geometria; non fa quindi meraviglia che in una esposizione di natura essenzialmente geometrica, egli non abbia sempre saputo trovare la maniera migliore di esprimere i suoi concetti, dato pure che questi fossero nella sua mente chiari ed esatti, il che non è certo sia sempre avvenuto. Aggiungasi il modo tumultuario con cui la sua grande opera è stata messa insieme dalla riunione di un numero enorme di schede, modo che certamente non era favorevole ad una esposizione lungamente meditata di cose difficili e all'autore poco famigliari.

Al principio del secolo XVI, quando l'opera di Plinio cominciò ad esser più generalmente studiata, la parte del libro II concernente l'astronomia fu l'oggetto delle ricerche di più dotti

commentatori bene esercitati nello studio di Tolomeo, quali il medico Giorgio Collimizio, il geografo Gioachino Vadiano e Jacopo Ziegler. Quest'ultimo (che fu teologo, astronomo, comandante di truppe presso Carlo V, e da ultimo professore nell'università d'Ingolstadt) pubblicò nel 1531 sul libro II di Plinio un voluminoso commento²⁹⁵, quasi esclusivamente consacrato alla parte astronomica; dove, oltre alle erudite note del Collimizio e del Vadiano, si trovano amplissime illustrazioni sue proprie sulla materia di cui prendiamo ad occuparci. Il Collimizio ed il Vadiano si contentano per lo più di comparare le affermazioni di Plinio colle corrispondenti dell'Almagesto, dichiarando errate le prime ogni volta che non collimano colle seconde. Molta luce quindi non può scaturire dalle loro pur dottissime note; nondimeno io devo professarmi loro debitore di più osservazioni assai importanti. Lo Ziegler invece, che ha consacrato alla presente materia non meno di settanta pagine del suo grosso volume, ben s'avvide che dalle espressioni avviluppate del naturalista co-

²⁹⁵ JACOBI ZIEGLER, *Landavi, Bavari, in C. Plinii de Naturali Historia Librum Secundum Commentarius, quo difficultates plinianae, praesertim astronomicae, omnes tolluntur... Item, Georgii Collemittii, et Joachimi Vadiani in eundem secundum Plinii scholia quaedam. Basileae excudebat Henrichus Petrus, mense Augusto, anno 1531, 454 p.*, in 4°.

mense tralucevano vestigi evidenti di un antico sistema di astronomia quasi intieramente ignorato da altri scrittori, ma non credette tuttavia che le differenze fra lui e Tolomeo fossero tanto grandi da non poter spiegare le idee dell'uno colle teorie dell'altro²⁹⁶. Questo tuttavia non gli riuscì che in parte: pel resto si trasse d'impaccio ora accusando l'imperfezione dei codici, ora mutando le parole dello scrittore con altre più convenienti al suo intento, e altre discordanze attribuendo alla necessità in cui Plinio si trovava di scrivere in modo piano e popolare. Pertanto egli si contentò di levare le oscurità, per quanto era possibile farlo seguendo le dottrine tolemaiche; ma non si curò di metter in luce quel sistema di antica astronomia, di cui gli elementi sono effettivamente contenuti nel testo pliniano.

Nel 1534 Giacomo Milichio, professore di matematica all'università di Wittenberga, pubblicò del secondo libro di Plinio un elegante e perspicuo commento, che fu poi ristampato

²⁹⁶ *Est quidem Plinius antiquus, hoc est, priscae cuiusdam astronomiae, cuiusque vestigium, ubi hac historia conservatum non fuisset, perierat memoria nostra, leges perscripsit: tamen remotus adeo non est vulgata postea disciplina, ut peti ab hac ratio non possit eius explicandae.* Così lo Ziegler nella sua prefazione, pp. 1 e 2.

molte volte²⁹⁷. Sembra che egli si proponesse non tanto di comprendere quale immagine dei moti celesti si fosse fatta nella mente il grande naturalista, quanto di dare al lettore sulla materia da quello trattata le informazioni più chiare e sufficienti che si possono ricavare dall'Almagesto. Nè troppa importanza egli attribuisce alle discordanze che spesso occorrono fra il testo pliniano ed il suo commento; se può darne qualche plausibile ragione, lo fa; altrimenti si contenta di constatare il fatto.

Un commentario al Libro II di Plinio è stato pubblicato pure nel 1612 dal medico Rodolfo Goclenio, professore all'università di Marburgo²⁹⁸, del quale non ho potuto prendere esatta notizia.

Nella sua grande opera del Nuovo Almagesto Riccioli non ha ommesso di riferire quanto in astronomia fu fatto dai suoi predecessori, e Plinio anch'esso è più volte citato, e per lo più severamente giudicato: «*multa, credo ex Sosigenis opinione, de quinque his planetis involvit magis quam evolvit... ego puto observationes crassiusculas sui aut praecedentis aevi respexisse*»²⁹⁹. Ma il vastissimo piano

²⁹⁷ C. *Plinti Secundi Historiarum Mundi Lib. II, cum commentariis* JACOBI MILIGHI, *Wittenbergae*, 1534.

²⁹⁸ *Commentun in Lib. II Plinii. Marpurgi Cattorum*, 1612.

²⁹⁹ *Almagestum Novum*, I, p. 503, Bologna 1651.

dell'opera ch'egli aveva per le mani, gl'impediva di discutere a fondo tutte le questioni particolari connesse coll'astronomia pliniana. Lo stesso dobbiamo dire del P. Hardouin, il quale, con più ardimento che successo, abbracciò in un amplissimo commento tutta l'opera di Plinio³⁰⁰; nelle sue osservazioni sulla cosmografia pliniana, egli insiste su cose abbastanza ovvie, ma nessuna luce apporta nei punti più controversi.

Gli astronomi dei due ultimi secoli, educati alla scuola di Keplero e di Newton, vennero sempre più perdendo ogni contatto colla scienza degli antichi, ed io non saprei citare in quest'intervallo un lavoro comparabile a quelli dello Ziegler e del Milichio. Nella sua grande Storia dell'astronomia il Delambre si è tuttavia occupato di Plinio, e nel primo volume le pagine 281-295 sono consacrate all'esame del libro II della Storia Naturale³⁰¹: quattro di queste (283-286) riguardano il presente argomento. Chi non si sarebbe aspettato da un tale astronomo, cui certo eran famigliari le teorie più astruse dell'Almagesto, una spiegazione, se non completa, almeno più soddisfacente che quella dei vecchi

³⁰⁰ *Plinii Secundi Naturalis Historiae Lib. 37, interpretatione et notis illustravit* JOH. HARDUINUS Soc. Jesu. Parisii, 1685.

³⁰¹ DELAMBRE, *Histoire de l'astronomie ancienne*, vol. I, Paris, 1817.

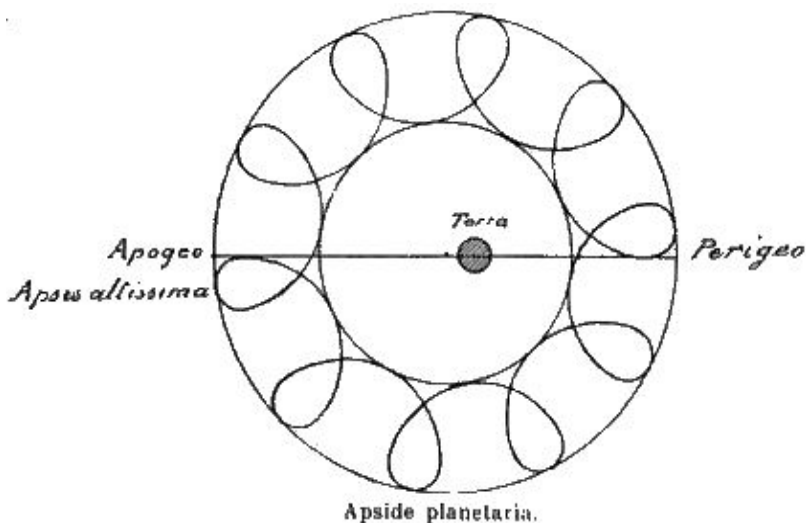
commentatori del sec. XVI? Ma al Delambre, oltre al senso critico ed storico, mancò qui pure la pazienza. Quanto egli ci dà non è che una parafrasi dei punti più salienti del testo, accompagnata da osservazioni più o meno deprezzative sull'ignoranza di Plinio nelle cose d'astronomia e sulla oscurità del suo stile³⁰². Sopra un solo punto (digressioni di Mercurio e Venere) egli ha cercato di approfondire il senso dell'autore, e pare che vi sia riuscito in una certa misura.

³⁰² «... Pour éclaircir l'obscurité et sentir la fausseté de toutes ces règles, il faudrait faire des calculs que l'objet ne mérite pas. Ce chapitre (XV) est tout entier du galimathias double, (p. 283) ... Pline parle ensuite des épicycles (?) sans les nommer, de manière qu'an littérateur est bien sûr de ne pas entendre un mot de ce qu'il a voulu dire, et qu'à chaque ligne un astronome est obligé de deviner une énigme. Il parle ensuite des latitudes en termes encore plus extraordinaires, ce qui n'empêche pas d'apercevoir des bevues singulières qui prouvent que Pline ne comprenait pas ce qu'il se donne tant de peine à défigurer. Ajoutez a cela la mauvaise physique du temps, et vous aurez l'idée de ce qu'on peut écrire de plus inintelligible sur une science (p. 284)». Non aggiungo altre citazioni ; mi pare che basti !

d. SUL SIGNIFICATO DELLA PAROLA *APSIDE*.

Lo studio comparativo di tutti i documenti (Plinio, Capella, Isidoro, Pseudobeda, Calcidio) mi fa inclinare verso l'opinione che l'*apside* non sia un circolo matematico, ma una *corona* posta nel piano dell'orbita, eccentrica rispetto alla Terra, forse di larghezza non uniforme. Entro i limiti interni ed esterni dell'*apside* si svolgono le spire dei pianeti, di cui son conseguenza le stazioni e le retrogradazioni. Il tutto è fisicamente prodotto dall'azione dei raggi solari. Teoria essenzialmente più fisica che matematica.

Così pei pianeti superiori. Per gli inferiori le spire son volte in dentro. Ogni *apside* gira intorno al proprio centro.



IV.

APPENDICE

XXXI.

LA SETTIMANA LUNARE DEI PERUVIANI

Nei capitoli II e III della Storia dell'astronomia antica si accenna per ben due volte a un IV capitolo, che avrebbe trattato delle cognizioni astronomiche dei popoli americani giunti ad uno stato incipiente di civiltà (Messicani, Peruviani. Muysca, Araucani)³⁰³. Anch'esso doveva far parte in certo modo dell'Astronomia primitiva, della quale avrebbe chiuso la trattazione; altrimenti non s'intenderebbe perchè dovess'essere collocato al principio dell'opera, avanti ai capitoli sui popoli dell'antico oriente. Però, sebbene lo Schiaparelli avesse già raccolto i materiali per iscriverlo, lo saltò poi di piè pari, dall'Astronomia primitiva passando senz'altro ad occuparsi degli Ebrei. Il frammento che pubblichiamo qui appresso, doveva costituire in origine un'appendice all'Astronomia nell'Antico Testamento, e aveva lo scopo di giustificare l'asserzione incidentalmente contenuta nel § 100 di questo lavoro, che la settimana degli antichi Peruviani era di sette giorni; ma venne poi omesso, forse perchè parve all'autore che il trattare un simile argomento in quel luogo fosse un dilungarsi troppo dal tema propostosi. È da credere che a tempo opportuno lo Schiaparelli si sarebbe valso di questo frammento per la composizione del capitolo IV della sua Storia, nel quale, salvo poche modificazioni, l'avrebbe fors'anche introdotto così come sta.

A. S.

³⁰³ Vedi anche il *Programma dell'opera*.

Quello che è stato detto nel § 100³⁰⁴ circa l'uso della settimana lunare presso gli antichi Peruviani non è riconosciuto da tutti. Il ben noto storico Prescott, nel toccare questo soggetto, si esprime dubitando³⁰⁵: «They (the Peruvians) had also weeks, but of what length, wheter of seven, nine, or ten days, is uncertain». È dunque necessario entrare in qualche maggiore spiegazione.

Garcilasso de la Vega nella sua storia degli Incas scrive della settimana lunare nei seguenti termini³⁰⁶: «I mesi dei loro anni essi contavano per lune da un novilunio all'altro. Ogni mese aveva il suo nome particolare, come pure la luna, di cui le fasi servivano a contare i mezzi mesi. I quarti costituivano la settimana; essi però non avevano nomi per distinguere i singoli giorni».

³⁰⁴ Dell'Astronomia nell'Antico Testamento, nel tomo primo della presente edizione. NOTA DEGLI EDITORI.

³⁰⁵ *History of the Conquest of Peru*, Book I, ch. 4.

³⁰⁶ *Comentarios Reales de los Yncas Reyes que fueron del Perú*, lib. II, c. 23. Di quest'opera ho potuto avere alle mani soltanto la versione francese di Baudoin, che ha per titolo *Histoire des Yncas Rois du Perou*, Amsterdam, 1704.

Sembra non sia possibile alcun dubbio. Ma il medesimo scrittore in altra parte della sua opera, riferendo sulla fede di un altro storico gli ordinamenti civili dell'Inca Pachacutec, dice³⁰⁷: «Pachacutec comandò per legge, che in ogni mese vi fossero tre giorni di festa destinati alle ricreazioni pubbliche, affinché i suoi sudditi non fossero oppressi da un lavoro continuato». Si è voluto trovar qui il principio di una divisione del mese in tre decadi, che in un mese lunare non poteva farsi sempre regolarmente. Ma non è difficile conciliare questa notizia colle precedenti. Infatti già ai tempi di Pachacutec (e probabilmente anche molto prima) era uso di celebrare una festa del Sole ad ogni novilunio³⁰⁸; il che da una parte conferma l'uso dei mesi lunari, d'altra parte dimostra che tal festa, unita alle tre aggiunte da Pachacutec, dava per risultato il numero di quattro feste mensili, quale appunto si potrebbe aspettare dalla divisione della lunazione in quattro quarti.

Un altro passo del medesimo storico ha dato luogo all'ipotesi di un periodo di nove giorni³⁰⁹. Lo stesso Inca Pachacutec

³⁰⁷ *Comentarios Reales*, lib. VI, c. 35. Pachacutec regnava intorno alla metà del secolo XV.

³⁰⁸ *Comentarios Reales*, lib. VI, c. 35 e lib. VII, c. 7.

³⁰⁹ *Ivi*, lib. VI, c. 35

avrebbe ordinato «che i contadini e i lavoratori delle campagne dovessero venire in città e presentarsi sul mercato (il quale si teneva ogni giorno) di nove in nove giorni, per apprendere le cose ordinate dall’Inca e dai suoi consiglieri». Questa legge sarà stata dettata da considerazioni di cui non possiamo renderci conto, e ad ogni modo non poteva servire che per gli abitanti suburbani di Cuzco. Essa non avrà avuto sul calendario peruviano maggior effetto di quello che abbia avuto il periodo di otto giorni (*nundinae*) sull’ordine del calendario romano.

Sembra pertanto, che in una materia così semplice e di uso tanto comune si possa prestar fede alle parole di Garcilasso, il quale, nato nell’antica capitale degli Inca pochi anni dopo la conquista spagnuola, vi passò la sua adolescenza e la sua gioventù; e dalla conversazione con sua madre e coi suoi zii materni, che tutti erano della stirpe degli Inca, poté apprendere, com’egli medesimo attesta³¹⁰, molte ed esatte notizie sulle antichità peruviane.

³¹⁰*Ivi*, lib. I, c.15

XXXII.

CENNO SULLA NAUTICA ASTRONOMICA
DEI FENICI

Il breve cenno sulla nautica astronomica dei Fenici, con poche altre nozioni intorno ai mesi del loro calendario, doveva dapprima formare un'appendice dell'Astronomia nell'Antico Testamento. Ma nella redazione definitiva di quest'opera, la parte concernente i mesi, mollo ampliata, fu trasferita ai paragrafi 88 e 89 (cap. VII); mentre la parte che si riferiva alla nautica astronomica rimase esclusa, non avendo legami diretti col tema. Nessun dubbio però che anch'essa sarebbe stata utilizzata dall'Autore, quand'egli fosse giunto colla sua narrazione a trattare della nazione fenicia.

A. S.

Le estese escursioni dei Fenici così nel Mediterraneo come nel Mar Eritreo, suppongono una gran pratica della navigazione astronomica, non minore di quella che avevano i Polinesiani ai tempi di Cook e di Forster; perchè è un pregiudizio credere che gli antichi in genere si limitassero alla navigazione costiera, e non tentassero l'alto mare, così privi com'erano di bussola, quando fosse necessario per risparmiare lunghi circuiti. A quel modo che i Greci navigavano per linea diretta da Creta a Cirene e da Rodi ad Alessandria, così i Fenici di Sidone arditamente volgevano le prore su Creta verso il ponente, di che è rimasto un ricordo in Omero³¹¹.

Per queste navigazioni in alto mare si dirigevano di giorno col Sole, di notte coll'Orsa Minore, come attesta un'antica tradizione ripetuta molte volte dai poeti classici³¹². L'Orsa Minore già in

³¹¹ *Odissea*, XIV, 300. Vedi in proposito MESSEDAGLIA, *I venti, l'orientazione geografica e la navigazione in Omero*, in Atti della R. Accad. dei Lincei, serie V, classe di scienze morali, vol. VII, pp. 61 e 93.

³¹² OVIDIO (*Tristia*, Lib. IV. *Elegia*, III, v. 1-2) parlando delle due Orse, dice:

*Magna minorque ferae, quorum regis altera Graias,
Altera Sidonias, utraque sicca, rates.*

quel tempo (1500-500 a.Cr.) dava un'orientazione molto più esatta che l'Orsa Maggiore, sulla quale sola, se dobbiam credere ad Omero, i Greci del suo tempo si dirigevano quando volevano sapere la direzione del Nord; in ciò non più accurati degli Ebrei e di altri popoli inesperti del navigare.

XXXIII.

ORIGINE DELLE NUNDINAE

Su questo frammento è da ripetere, quanto già s'è detto a proposito della Settimana lunare dei Peruviani. Scritto esso pure per illustrare un luogo del § 100 dell'Astronomia dell'Antico Testamento, rimase poi escluso da questo libro, e fu tenuto in serbo per servire alla compilazione della parte 29^a della Storia dell'Astronomia antica, che avrebbe trattato dell'Astronomia italica ed etrusca, dell'anno romano, e della riforma di Cesare.

A. S.

Circa l'uso della settimana lunare presso i Romani dei primi secoli si hanno indizi abbastanza attendibili nel loro calendario posteriore. Già Dionisio di Alicarnasso³¹³ comparava le parti del mese romano colle parti della lunazione, cioè le Calende coll'apparizione della luna nuova, le None colla prima dicotomia (col primo quarto), e gl'Idi col plenilunio. Poste le Calende al primo giorno del mese, le None avrebbero dovuto cadere verso il 6, e gl'Idi verso il 14 di ogni mese. Ma i Romani evitarono queste date, mossi a ciò in parte da superstizione e in parte da ragioni di carattere politico; motivi i quali riescono fino ad un certo punto a spiegare perchè talvolta invece delle precedenti si adottassero le date del 5 e del 13, tal'altra quelle del 7 e del 15. Più difficile è comprendere come dal calendario sia scomparsa in progresso di tempo ogni indicazione dell'ultimo quarto³¹⁴. L'argomento più convincente dell'uso della settimana lunare presso

³¹³ *Ant. Rom.* XVI, 6.

³¹⁴ Qualche indizio del medesimo ha creduto trovare TEODORO MOMMSEN (*Die Römische Chronologie bis auf Caesar*, 2^a ed. pp. 228-255) nella distribuzione dei *dies fasti* del calendario repubblicano. Anzi egli ritenne per qualche tempo di poter fondar sopra una tale distribuzione una teoria del più antico mese lunare romano, secondo la quale esso sarebbe stato diviso in quattro parti dai giorni detti *Calendae*, *Nonae*, *Idus* e *Nundinae*. Ma di

i Romani è per noi il rinnovarsi delle *nundinae* o mercati a periodi sempre uguali e sempre uniformemente ricorrenti, di otto giorni. La durata di una lunazione essendo supposta di $29\frac{1}{2}$ giorni e il suo quarto di giorni $7\frac{3}{8}$, il calcolo di questo quarto in numeri interi può condurre non solo alla settimana di sette giorni, ma anche a quella di otto. Il secondo calcolo è alquanto meno esatto del primo, tuttavia la differenza non è di gran momento, e si può comprendere come i contadini del Lazio, prischi inventori di queste cose, non abbiano saputo rendersene conto. È dunque da considerare come probabile che per tutto il tempo in cui durò l'uso di regolare il calendario sull'osservazione effettiva della Luna, i Romani (e probabilmente anche gli altri popoli latini) tenessero mercato regolandosi sui quarti di Luna, e fissando da un mercato all'altro di volta in volta un conveniente intervallo, in modo da aver in ogni mese quattro mercati prossimamente equidistanti. Siccome però le Calende e le None non dipendevano da regole fisse, ma ad ogni mese erano proclamate dai Pontefici, nascevano incertezze e malintesi; e così

quest'ultimo, che avrebbe dovuto rappresentare l'ultimo quarto, il nome e certamente errato, essendo da tutti riconosciuto che così si chiamavano i giorni periodici di mercato. La base di fatto poi è così poca e di carattere così incerto, che lo stesso Mommsen ha dovuto finire coll'ammettere che le sue conclusioni erano insostenibili (*Röm. Staatsrecht*, 2^a edizione, vol. III, p. 373, nota).

nacque l'opportunità di stabilire un periodo invariabile, e di tenere il mercato seguente nel nono giorno a partire dal mercato antecedente, donde il nome *nundinae*. Una tale misura si vuole stabilita da Servio Tullio, del quale per questo il popolo conservò sempre buona memoria³¹⁵. In ogni caso essa ha dovuto entrar in uso prima che i Romani abbandonassero il loro antico calendario lunare per adottare quello dei Decemviri, nel quale al corso della Luna non si ebbe più alcun riguardo, malgrado che del calendario lunare si conservassero tutte le forme.

Se crediamo a Macrobio, il periodo di otto giorni prima che a Roma sarebbe stato in uso presso gli Etruschi, e non solo per il mercato, ma anche per altri atti civili³¹⁶). «*apud Tuscos nonae plures habebantur, quod hi nono quoque die regem suum salutabant et de propriis negotiis consulebant*». Questa notizia si accorda coll'altra che attesta aver Servio Tullio introdotto il periodo di otto giorni in Roma. Servio Tullio infatti era etrusco di patria, e il suo primo nome era Mastarna.

³¹⁵ IDELER, *Handbuch der math - und techn Chronologie*, II, 137; MACROBIO, *Saturnalia*, I, 16.

³¹⁶ *Sat.* I, 15.

XXXIV.

SOPRA IL *POETICON ASTRONOMICON* D'I-
GINO

E ANALOGHI SCRITTI
DERIVATI DA ERATOSTENE

Al dott. Alessandro Olivieri, che lo aveva richiesto di schiarimenti e di notizie circa le fonti a cui Igino poteva aver attinto le sue cognizioni astronomiche e circa i libri dove era possibile rintracciare queste fonti, lo Schiaparelli in data 24 gennaio 1896 rispondeva con la lettera seguente.

A. S.

Stimatissimo Signore,

Il libro d'Igino appartiene piuttosto alla storia della mitologia greca, che a quella dell'astronomia per la quale esso è di pochissima importanza. Questo mi scuserà se non sarò in grado di dare alle sue dimande quella piena e soddisfacente risposta, che sarebbe nel mio desiderio. Pure dirò quello che mi sovviene in questo momento delle varie notizie che mi è avvenuto di trovare qua e là su questo tema, in occasione di ricerche dirette ad altro intento.

Igino non è un astronomo propriamente detto e non può neppure considerarsi come uno scrittore d'astronomia: egli è un letterato o grammatico, il quale ha cercato di metter insieme da vari libri tutto quello che può interessare un lettore desideroso di comprendere con sufficiente precisione le allusioni astronomiche sparse a piene mani in tutta la poesia greca o latina. Non fa dunque meraviglia che le sue nozioni d'astronomia siano molto elementari e molto superficiali, ch'egli spesso cada in espressioni improprie ed inesatte, e che le sue spiegazioni troppo sovente tradiscano l'inesperienza dello scolare che va compilando faticosamente su questo o su quell'autore, senz'aver assimilata bene la sua materia e ridottala a succo e sangue. Al suo modesto scopo bastavano del resto notizie di carattere molto elementare, e quell'astronomia che si trova a un dipresso in

Arato e nei suoi commentatori. Malgrado questo egli si è mostrato impari al non difficile compito.

La congettura di V. S. Ill.^{re} che egli abbia fatto uso principalmente di fonti greche, è abbastanza confermata dai nomi di autori ch'egli va citando di frequente, fra i quali credo si debbano considerare come principali Arato, Eratostene, Parmenisco, Er-mippo ed altri, che si occuparono a commentare Arato e scrissero libri col titolo di Φαινόμενα. Maggior certezza di questo ci danno i frequenti grecismi che egli si permette, e molte strane espressioni, nelle quali non è possibile ravvisare altro che improprietà di traduzione, anzi talvolta veri errori di traduzione, dovuti alla poca sua familiarità col greco e colla materia di cui scrive.

Lo scritto d'Igino appartiene ad un gruppo speciale di composizioni fatte in diverse epoche, contenenti come parte principale la descrizione delle costellazioni, la mitologia che a queste si riferisce e i rudimenti della cosmografia. Oltre ad Igino appartengono (a mia conoscenza) al medesimo gruppo: 1.° il libro dei *Catasterismi*, che porta il nome di Eratostene, quantunque press'a poco tutti sian d'accordo nel pensare che ad Eratostene non appartenga; 2° il commentario greco sul poema d'Arato, che porta il nome di Teone: 3.° l'altro commento di Arato, o piuttosto della versione fattane da Germanico Cesare, in latino; 4.° un'*Introduzione ai Fenomeni d'Arato* attribuita da alcuni codici ad Eratostene, da altri ad Ipparco, mentre certamente non è nè dell'uno nè dell'altro; 5.° un *Catalogo delle costellazioni* che esiste in greco alla

Laurenziana, e a Basilea in una versione latina affatto barbara, e che porta in testa esso pure i nomi di Eratostene e di Ipparco. Questo è ciò che io conosco in qualche modo, ma forse vi sarà ancora dell'altro che io non conosco.

Tutti questi scritti sembrano derivare in tutto o in parte da una medesima fonte principale, e sono rappresentanti più o meno degenerati, più o meno indiretti, di una medesima opera, la quale intorno alle costellazioni e alla loro mitologia sarebbe stata scritta da Eratostene, ed ora non vivrebbe più che in queste imperfette e monche compilazioni. Il titolo stesso dell'opera è incerto. Bernhardy nella sua raccolta dei frammenti di Eratostene³¹⁷, vuole che l'opera in questione sia identica al poema *Hermes* di Eratostene stesso, dei quale è rimasto un certo numero di frammenti, quasi tutti molto brevi, da cui è assai difficile riconoscere quale ne fosse il contenuto, sebbene le allusioni all'astronomia, alle costellazioni e alla mitologia non faccian difetto. Secondo il Bernhardy da questo poema avrebbe tratto anche Igino i frammenti abbastanza numerosi in cui cita Eratostene. I frammenti dell'*Hermes* si trovano riuniti dal Bernhardy nell'opera citata a pp. 110-167: di molti però è difficile provare che appartenessero realmente a quel poema. Essi furon raccolti, discussi e pubblicati di nuovo recentemente da Hiller, del quale io non ho

³¹⁷ *Eratosthenica. composuit G. Bernhardy, Berolini. 1822.*

potuto vedere il lavoro. Di una parte delle favole astronomiche si crede pure trattasse Eratostene nell'altro poemetto intitolato *Erigone*, del quale il Bernhardt ha raccolto i frammenti a pp. 150-158. Malgrado che il suo metro (elegiaco) sia diverso da quello dell'*Hermes* (esametri puri), Bernhardt sostiene che questa *Erigone* fosse semplicemente un episodio dell'*Hermes*, ciò che si dura fatica a credere. L'*Erigone* è stata ristudiata recentemente da Ernesto Maass, che ne ha anche tentata la restituzione. Anche questo lavoro mi è rimasto inaccessibile.

I più sono invece d'opinione che l'opera di Eratostene sulle costellazioni fosse diversa tanto dall'*Hermes* quanto dall'*Erigone* e fosse scritta in prosa; fra questi è il citato Maass, che in una sua recente memoria (*Aratea*, p. 380) crede di aver scoperto il vero titolo, che sarebbe *περὶ κόσμου καὶ ποιότητος τῶν φαινομένων*. Altri sull'autorità di Achille Tazio, di Suida e di uno scoliaste dell'Iliade ammette il titolo *καταστερισμοί*, che ad ogni modo sarebbe bene appropriato alla materia. E non mancano quelli che nell'opera oggi conservata sotto il nome di *Catasterismi* ravvisano un compendio seriore e assai malconcio (vi si nomina Ipparco ed è pieno di grossolani errori di fatto) dei veri *Catasterismi* di Eratostene. Questa, che fu l'opinione di Walckenaer, pare anche a me la più probabile pel momento, sebbene non sia impossibile che Achille e Suida e lo scoliaste suddetto avesse già tra le mani lo stesso libercolo che noi abbiamo sotto il nome di *Catasterismi* di Eratostene.

Lo studio comparativo di questi Pseudo-Catasterismi e di Igino è sommamente istruttivo: ne può vedere un saggio nell'opera citata del Bernhardt, pp. 125-128. Questo erudito ne trae la conseguenza che i Pseudo-Catasterismi siano stati compilati sopra Igino con qualche addizione tratta da altre fonti. Per me il parallelismo quasi continuo fra Igino e i Pseudo-Catasterismi si spiega facilmente colla fonte comune, che non potrebbe essere che Eratostene stesso. L'ultima edizione dei Pseudo-Catasterismi è stata fatta da Robert; io però non l'ho ancora veduta. Non meno necessaria e non meno importante è la comparazione di Igino e dei Catasterismi coi Commenti aratei: tutti son pubblicati dal Buhle nella sua edizione di Arato.

L'Introduzione ai Fenomeni di Arato, attribuita in certi manoscritti ad Eratostene, è anch'essa una compilazione posteriore. Vi si cita Ipparco e vi si parla del mese di luglio. È stata pubblicata in greco ed in latino dal Petavio nella sua collezione di astronomi antichi intitolata *Uranologion*, della quale dirò dopo. Il Catalogo Laurenziano-Basileese delle costellazioni è stato recentemente pubblicato dal Maass, con commenti e riflessioni importantissime, nella dissertazione intitolata *Anecdota Basileensia et Laurentiana* (Aratea, pp. 371-387).

Come vede, più che uno studio isolato sopra Igino (intorno al quale già non poche cure mi pare abbia speso il Bunte), forse sarebbe opportuno di considerare in massa tutte queste produzioni e miserabili avanzi degli epigoni di Eratostene, studiandone

i rapporti reciproci, e illustrandoli l'uno coll'altro in modo da restituire il meglio che sia ancora possibile la fonte primitiva, Eratostene. Sarebbe insomma da fare rispetto a questi astro-mitologi una cosa simile (sebbene forse meno grandiosa e anche meno difficile) a quella che ha fatto il Diels nel suo gran lavoro dei *Doxographi graeci*. Un bel soggetto veramente e che può far onore a chi lo tratti bene. Ne parli col professor Vitelli.

Sbrigato così quel poco che sono stato in grado di dire circa le fonti d'Igino, rispondo all'altra domanda: a quali libri Ella potrebbe ricorrere per rintracciare quelle fonti, per istruirsi nell'astronomia in essi contenuta, e per potersi formare un giudizio proprio sul valore, non solo filologico, ma anche scientifico, delle espressioni dello scrittore. Per ciò che concerne gli autori antichi direttamente connessi con Igino, già ho indicato sopra quali sono, e ho pure dato, per quanto mi è stato possibile, cenno delle pubblicazioni di Bernhardt, Hiller, Maass, Robert e Buhle, che a tali autori si riferiscono. Aggiungerò che vi sono ancora alcuni antichi scrittori, dei quali non si può affermare che abbian servito di fonte ad Igino, ma che rappresentano abbastanza bene l'astronomia dei commentatori di Arato e dei mitografi. Sono Gemino, Ipparco, Achille Tazio, tutti raccolti nell'*Uranologion* del Petavio, che forma il 3.^o volume della *Doctrina Temporum* di questo grande erudito, ed è un vero tesoro per la storia dell'astronomia, specialmente per ciò che riguarda lo svolgimento di questa scienza prima e fuori della scuola d'Alessandria. Può consultare

anche, fra gli storici dell'astronomia, Sohaubach e Cornewall Lewis. Gli altri storici, Bailly, Delambre, Wolf, Maedler, sono affatto privi di senso critico e servono ben poco. La storia dell'astronomia greca è ancora da fare.

Vengo da ultimo alla speciale difficoltà da Lei incontrata nel passo d'Igino a pagina 24 dell'edizione di Bunte. In un autore di questa fatta, il quale evidentemente è ignaro dei termini tecnici precisi di cui fanno uso gli astronomi nel discorrere di tali cose, non è a stupire che la parola *dimensio* si faccia servire a designare cose per le quali nessun altro l'ha mai impiegata: basta a persuadersene, leggere la linea 3 della stessa pagina 24, dove si dice che *zodiacus non, ut ceteri circuli, certa dimensione finitur*, volendo probabilmente significare che non è un circolo definito al modo consueto, ma una zona di qualche larghezza. Nel passo da Lei addotto (linea 8 della stessa pagina 24) arditamente si può supporre che invece di *dimensione della sfera*, Igino abbia voluto intendere *dimensione del circolo massimo della sfera*, chè così soltanto, e non altrimenti, corre il senso: il quale poi, com'Ella giustamente pensa, è il seguente: che il cerchio della sfera si suppone diviso in 60 parti, e il mezzo cerchio in 30. La stessa parola *dimensio* occorre ancora a p. 27 linea 6, a p. 108 linea 8, e a p. 116 linea 9. In questi tre passi, come pure in quello da Lei citato p. 23 linea 3, sotto la parola *dimensio* si cela manifestamente una balorda trascrizione della parola greca διάμετρος; [di = διά, mensio = μέτρος!], intesa dall'autore greco originale nel senso naturale di

diametro del circolo o della sfera. Surrogli in questi luoghi *diametro a dimensione* e vedrà che il senso diventa chiaro. Ciò è soprattutto manifesto nel passo della p. 116. dove *prope dimensione* è sicuramente una corruzione di ἐκ διαμέτρου, ex *opposito* (Solis).

Quanto al *circolo artico*, presso Igino e presso tutti gli antichi scrittori d'astronomia esso non significa quello che i nostri geografi chiamano il *circolo polare artico*, che è lontano dal polo $23^{\circ}1/2$ ed ha qualche significato in terra, ma nessuno in cielo. I Greci chiamavano *circolo artico* quello dei paralleli boreali che tocca l'orizzonte nel punto nord e che noi adesso chiamiamo *limite di apparizione perpetua*, perchè include dentro di se. col polo visibile, tutte le stelle circumpolari che non tramontano mai, e sarebbero perpetuamente visibili se non fosse dell'illuminazione solare del giorno. La distanza dei punti di questo circolo dal polo (che ne forma il centro) è varia nei vari luoghi, ed è uguale alla latitudine di ciascun luogo. Però fu universale uso dei Greci di dare importanza speciale a quel circolo artico che corrisponde alla latitudine di Rodi e di Cnido, la cui distanza dal polo (determinata, credo, da Eudosso) si riteneva da loro essere di 36° o un decimo dell'intera circonferenza. E si vede che Igino in questo ha copiato bene le sue fonti. Su tutta la materia del circolo artico potrà vedere le più ampie e soddisfacenti dichiarazioni presso Gemino (*Uranologion*, pp. 14, 19, 51), presso Achille Tazio (*ibid.* pp. 150, 168), presso Pseudo-Eratostene (*ibid.* pp. 260, 265, 266).

Tutta questa parte (e chi sa quante altre) presso Igino mi pare

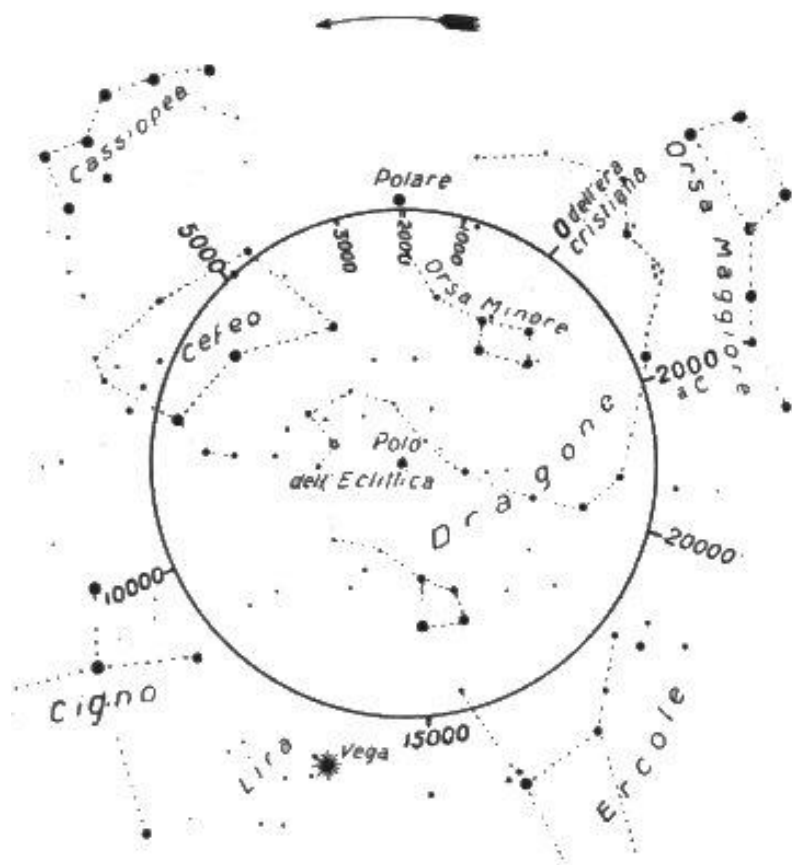
sia niente più che una cattiva traduzione dal greco: quindi i numerosi termini impropri, dei quali *dimensio* invece di *diameter* è uno. Ma senza uscire dalla p. 24 Bunte, cosa significa nella linea prima *in finitime mundi* ? Suppongo che il testo avrà avuto ὄρος ovvero ὁρισμός; e che la giusta traduzione avrebbe dovuto essere in *descriptione mundi*. Più sotto alla linea decima vi è il passo, anche da Lei notato come dubbio, *cuius centron ipse est polus finitus*. Che cosa è il *polus finitus* ? Il polo non è nè finito nè infinito, ma è un punto; quindi al più potrebbe essere infinitamente piccolo. Sospetto che il testo greco tradotto da Igino avesse ὁρατός, dando così il vero e plausibile senso di *polus visibilis*, e che Igino (o il copista del suo manoscritto) abbia letto invece πόλος ὁριστός; che equivale realmente a *polus finitus*. Ella che sa meglio di me il greco ed il latino, potrà giudicare con maggior competenza su queste cose. Ad ogni modo credo che rispetto a questo libro d'Igino si può venir a capo di molte difficoltà, studiando gli equivalenti greci delle parole e delle frasi che danno impaccio. Io ho supposto finora che la colpa sia d'Igino, il quale può avere inteso male il greco, se egli era latino; ma poteva esser anche un greco ed intender bene il greco, ma non conoscer bene il senso di certi vocaboli latini. E potrebbe anche darsi che tutto il libro originariamente fosse scritto in greco da Igino, e che noi ne avessimo solo una cattiva traduzione fatta da persona ignota. Di tutte queste cose l'esame filologico accurato e la comparazione cogli

altri scritti del medesimo gruppo, potranno dare nozioni sicure e non semplici congetture.

La prego di riverirmi il professore Vitelli e di dirgli che spesso penso quanto mi sarebbe utile di saper il greco bene come lui. Sempre pronto a darle tutti quegli altri schiarimenti che stanno in mio potere, ho l'onore di dirmi colla massima stima

suo devotissimo

G. SCHIAPARELLI..



Spostamento del polo celeste Nord
fra le costellazioni, dovuto alla precessione degli equinozi
(vedi p. 55).

ELENCO ALFABETICO

DEI NOMI PROPRI CONTENUTI NEGLI «SCRITTI INEDITI» (TOMO TERZO)

I numeri indicano la pagina; quando il numero è corsivo il nome si trova nelle note [I riferimenti sono relativi all'edizione cartacea. - Nota per l'edizione elettronica Manuzio]

Abissinia, 50	Almagesto, 31, 37, 76, 99, 261, 266, 268, 281, 282, 285, 291-96
Abramo, 20, 33	Altai (monti), 42
Achemenidi, 171	Amenemhets I, 92
Achille Tazio (<i>vedi</i> Tazio)	America, 23, 42, 46, 48, 51, 55, 58, 60, 61
Adrasto, 264	Ammeneme, 110
Africa, 14, 44, 45, 47	Ammonio, 266
Agrippa, 24	Anassagora, 23
Albatenio, 117, 117, 193, 268-70, 276	Anassimandro, 23, 36
Alcmeone, 23,	Anassimene, 23
Aldebarano, 84	Ande Colombiane, 44
Alessandria, 7, 23, 31, 37, 74, 99, 103, 238, 266, 268, 273-276, 282-285, 308, 319	Andubario, 33
Alessandro, 23, 24, 30, 290	Anzan, 220
Algonchini, 55	Apollonio, 7, 23, 31
	Arabi, 8, 14, 23, 24, 31, 37,

42, 43, 54, 60, 68, 276	219
Ararat, 220	Askenaz, 219, 220
Arato, 23, 81, 85, 94, 261,	Assaradone, 218
281, 315, 316, 318	Assiri, 7, 15
Araucani, 46, 47, 49, 52,	Assiria, 216, 218, 270
60, 302	Assur, 20, 218
Archimede, 7, 23, 31, 262	Assurbanipal, 125, 126, 217,
Ardys, 219	219, 220, 220, 229
Arii, 47, 49, 60	Assurnazirpal, 216, 218
Ariobazane II, 254	Assur-Nirari, 217
Aristarco, 7, 23, 29, 31	Astyages, 220
Aristillo, 23, 262, 263	Asura Maya, 33
Aristotele, 11, 23, 108,	Atene, 31, 117
260, 266	Atlante, 33
Aristotero, 23	Attalo, 23, 261, 261
Armeni, 8	Augusto, 68, 240, 248, 255, 271,
Armenia, 217, 253, 255	272, 272, 285, 291
Arminon. 95	Australia, 36
Arpalo, 23	Autolico, 23
Arsacidi, 164, 171, 172,	Aztechi, 37, 46, 60
229	
Ascalona, 219	Babele, 164
Aseth, 95, 101	Babilonesi, VIII, 20, 32-
Ašguzei, 219	25
Asia, 24, 30, 47, 58, 60, 61,	Babilonia, 27, 28-30, 33, 36, 37,
	49, 54, 61, 126, 131, 136, 147, 149,

155, 163, *169*, 170, 178, 179, 182,
 193, 216-218, 220, 222, 223, *223*,
 225, 228, 229, 237, 238, 268-270,
 275, 276
 Babilonide, 19, 178
 Bagdad, 24
 Bailly, X, 5, 14, 15, 27-30,
 33, 77, 264, 319
 Bainbridge, 98
 Bancroft, 55
 Barbot, 44, 45, 60
 Basilea, 316, 318
 Batavia, 43
 Baudoin, 303
 Becinana, 45
 Beda, 289, 291
 Bekker, 95, 101
 Belo, 216, 217, 233
 Ben Ayâs, 105
 Benfey, 244, *244*, 245, *245*
 Bentley, 28
 Berenice, *255*
 Berger, 282-285
 Berlino, XV, 5, 19, 223, 228
 Bernhardt, 285, 316-318
 Bernoulli, 9

Bessel, IX, 9
 Bethsean, 219
 Bezold, 125
 Biblioteca Laurenziana,
 316, 318
 Billings, 41, *42*
 Billotti L , XV, 5
 Bione d'Abdera, 23
 Biot, 69-73, 76-78, 81-86, *94*,
95, 101, 113, *115*
 Bisanzio, 279, 283-285
 Bitinia, 279, 284, 285
 Bizantini, 24
 Boeckh, 29, 77, 79-81, 85, 86,
90, 95-97, 100, *101*, 114, 119
 Bogotà, 44, 46
 Bombelli, 8
 Boristene, 283
 Bosanquet, 126, 127, 131, *165*
 Bosforo, 283
 Bosman, *45*
 Bossut, 9
 Botta, 20
 Bougainville, 55, *55*
 Bouvard, *84*
 Bradley, 9

Brandes, 100	Carlo V, 294
Britannia, 283	Cartesio, 8
Brugsch, 27, 98, 105, 112, 115	Cassini, 9, 268
Brünnow, 67	Cauchy, 10
Buhle, 318	Cecchi, 50, 50
Buitenzorg, 43	Celebes, 46, 51
Bunsen, 90, 95	Celoria, 25
Bunte. 318-320	Censorino, 5, 76, 77, 95, 99,
Burgess, 28	104, 109, 109, 264, 289
	Cesare, 24, 68, 76, 93, 103,
Caffa, 50	104, 237, 247, 255, 310
Cafri, 45, 51	Cesarea, 243
Cajro, 88, 111	Cesio Basso, 289
Caicidio, 289, 297	Champollion, 68, 69, 72, 80, 81,
Caldei, 7, 12, 28	89
Callippo, 23, 108, 255,	Charton, 44, 45
260	Chili, 52, 60
Cambise, 162, 168, 169	Chinesi, 7, 11
Camoens, 5	Chirone centauro, 33
Canarie, 14	Cicerone, 289
Canopo, 255	Cimmeri, 215, 218, 219
Capella, 289, 297	Cinesi, 11, 31, 47, 49, 52,
Capo Mesurado, 44, 60	60, 61
Capo Verde, 43	Cingalesi, 24
Cappadocia, 243, 246, 252-56	Cipro, 246
Carlini, XVI	Cirene, 308

Ciro, <i>163, 169, 169, 172, 220, 221, 221</i>	Costa d' Oro, 45
Clairaut, 9	Costantino, 256
Clemente Alessandrino, 90	Cowel, 170
Cleomede, <i>24, 264, 279, 285, 286, 289</i>	Craig, <i>127, 145, 181, 216, 217, 233</i>
Cleostrato, 23	Crantz, <i>40, 41, 58, 59</i>
Cnido, 320	Creta, 308
Colebrooke, 28	Cristo, <i>44, 55, 67</i>
Collimizio, <i>294, 295</i>	Cuzco, 304
Columella, <i>264, 273, 273</i>	Cyaxare, 220
Comotti, XVI	D' Alembert, 9
Compagnoni, <i>42, 46, 48, 48, 53, 58, 61</i>	Damdâd-Nash, 242
Congo, 45	Darien, 46
Conone, 23	Dario I, <i>162, 163, 242</i>
Constantin, <i>33, 49</i>	Delambre, IX, X, 5, 9, <i>27-29, 31, 36, 268, 268, 271, 272, 296, 319</i>
Cook, <i>37, 46, 48, 49, 49, 51, 51, 52, 52, 56, 56, 57, 57, 59, 308</i>	De la Nauze, 98
Copernico, X, 8, 29, 31, 32, 36, 271	Delitzsch, <i>128, 129, 132, 133, 136, 139, 142-145, 149, 215</i>
Copti, 68	Demavend, 219
Cortez, 37	Democrito, 23
Corvi (Indiani), 46	Denderah, 80
Costa di Malaguetta, 45	Diels, 29, 318
	Diocleziano, 271
	Diodoro, <i>24, 95, 101, 102,</i>

105	
Diofante, 8	Elicone, 23
Dione Cassio, 103, 104	Eliopoli, 78
Dionisio, 23, 311	Elleni, 47
Disko, 40	Ellesponto, 283, 283
Doroteo, 275	Empedocle, 23
Dove, XV	Encke, XV
Dovo, 19	Enopide, 23
Duatterra, 50, 52	Epifanio (Sant'), 246-249,
Dubois-Reymond, 10	252-254, 256
Dümichen, 71	Epping, 28, 167, 167, 168, 225
Duomo di Milano, 54	Eraclide Pontico, 23, 29,
Dupuis, 12, 14	289
	Eraclito, 23
Ebrei, VIII, 24, 31, 33, 37,	Eratostene, 7, 23, 100, 109, 109,
47, 54, 58, 61, 308	283, 284, 284, 313, 315-318, 320
Ecateo, 23	Ercole, 9
Ecbatana, 218	Ermete, 274, 275
Ecfanto, 23	Ermia, 266
Egitto, 19, 30, 68, 69	Ermippo, 316
Egiziani, VIII, 7, 12, 15, 23, 27,	Erodoto, 23, 69, 70, 96-98, 100,
29, 30, 36, 46, 47, 49, 52, 58, 59, 61,	101, 114, 215, 219, 220, 221
67, 68, 267-270, 276, 276	Esagila, 164
Elam, 123, 238, 238	Esiodo, 23, 36, 49, 59
Elamiti, 238	Esnè, 80
Eliano, 5	Etruschi, 7, 54, 58, 312
	Euclide, 7, 23

Eudemo, 23	Formaleoni, 41, 48
Eudosso Cnidio, XVI, 7, 23, 29, 100, 102, 103. 108, 255, 260. 261-273, 281, 286, 292, 320	Forster, 48, 48, 56. 59, 59, 61, 368
Eufrate, 53, 216	Fourier, 10, 98
Eulero, 9	Frèret, 77, 98, 109
Europa, 30	Friedlein, 29
Europei, 42, 45-47, 50, 59	Frontino, 54, 58
Eusebio. 101, 101	Galileo, 8, 9, 32
Eutemone, 23, 263, 268	Galla, 50
Evelio, 32	Gallie, 283
Eyriès, 44, 45, 46, 50-52, 59, 60	Garcilasso de la Vega, 303, 304
Ezechiele, 20, 220	Gâthà, 242
Faino, 23	Gauss, 10
Faselius, 113	Gellio A., 5, 58
Fenici, 11, 23, 36. 55, 55, 308	Gemino, 5, 24, 77, 95, 99, 100, 100, 104, 109, 109, 115, 264, 285, 286, 318, 320
Fenicia, 283	Gensler, 269
Ferecide, 23	Geremia, 219, 219, 220, 220
Fermat, 8	Germanico Cesare, 94, 100, 316
Ferrario, 42, 45, 51, 60	Gerusalemme, 219
File, 112	Giamasp, 33
Filippo locrese, 23	Giapponesi, 24, 52
Filolao, 23, 29	
Firmico, 275	
Fohi, 11	

Gige, 219	Guinea mer, 45
Gimirrai, 215, 218	Gutschmidt. 252-254
Ginzl, 92, 170, 170, 184	
Giobbe, 59	Halma, 271
Gioberti, 14	Hamilton, 10
Giona, 20	Hardouin. 296
Giosia, 219	Harran. 220
Giuliano, 24	Harriot, 8
Giuliano (Calendario), 47	Heiberg, 29
Giulio, XV	Herbart, 10
Giulio Africano, 79	Herschel, 9
Giulio Cesare (<i>vedi</i> Cesare)	Hiller, 29, 317, 318
Goclenio, 296	Hilprecht, 178
Goethe, 87	Hincks, 20
Gomer. 215, 220	Hoang-ti, 33
Grani, X, 45, 45	Hoefler, IX, X, 27
Greci, VIII, 7, 8, 12, 14,	Hommel, 219, 220, 220
28 31, 35-37. 47, 49, 58, 59-	Horapolline, 104
61, 276, 292, 308, 319, 320.	Hulagu, 8
Green, 56	Hultsch, 29
Gregorio Nazianzeno (San),	Humboldt, 5
246, 246	Huygens, 9
Groenlandia, 40, 58, 59,	Hyksos, 96
60	
Guauchi, 14	Iaxarte, 238
Gubbilâni-erês, 216	

Iceta, 23
 Ideler, 29, 75, 77, 96, 98, 99,
 100, 103, 103, 104, 109, 110, 110,
 113, 119, 207, 244, 246, 248. 254,
 255, 256, 272, 273, 275, 312
 Igino, 54, 315-320
 Illinesi, 55
 Incas. 303, 304
 Indiani, 5, 7, 11, 12, 14, 24,
 28, 29-31, 36, 42, 46. 48-49,
 51, 54, 58, 59, 60, 61, 270
 Indo, 238
 Indo-Ariani, 14
 Ingolstadt, 294
 Ionia, 23
 Ionici, 7
 Ipazia, 24
 Ipparco, 7, 8, 19, 23, 24,
 28, 31, 79, 99, 108, 117, 260-
 269, 273, 274, 279, 281-286,
 291, 293, 316-318
 Ippaso, 23
 Ipsicle. 24
 Iranici, 7, 36
 Isdegerde. 253, 254
 Isidoro, 289, 291, 297

Islam. 45, 46
 Iŝpakai, 219
 Iŝtuvegu. 220, 221

 Jahn, X
 Jakuti, 39, 41, 42, 47
 Jamblico, 94, 104
 Job, 59

 Kaisarieh, 243
 Kalah, 216, 218
 Kamciatka, 41
 Kant, 14
 Karagwè, 45
 Kasan, 43
 Kâstarit, 218
 Keplero, 9, 31, 32, 291,
 296
 Keskinto, 24, 28
 Kiepert, XV, 171
 King, 170
 Kolben, 45, 45
 Koriaki, 58, 59
 Krasnoiarsk, 42
 Kugler, 28, 164, 167, 167

Kujunjik, 125	Loango, 45
Kurdistan, 217	Lombardini, 112
	Lucano, 289
Lucaille, IX	Lusiadi, 5
Lagidi, 100	
Lagny, 9	Maass, 317, 318
Lagrange, 9, 10	Maccabei, 219
Laharpe, 41, 48, 49, 51, 52, 55,	Macrizi, 105
59, 61	Macrobio, 5, 103, 265, 289, 290,
Lambert, 9, 83	312, 312
Laplace, 5, 9, 293	Madagascar, 43
Lassen, 28	Maedler, X, 27, 319
Latini, 24, 31	Magini, 271
Layard, 20, 125, 126	Magog, 220
Lazio, 58	Mahler, 163, 168, 168
Lehmann, 170, 184	Malesia, 45, 46, 51
Leibnitz, 9, 11	Malfatti, 56
Lenormant, 20	Manda, 215-221
Lepsins. 27, 90, 110, 110, 112,	Mandinghi, 42
114-118, 255, 267, 274	Mandingo, 43
Letronne, 77, 109, 119	Manetone, 78, 79, 82, 95,
Leverrier, 155, 190, 223, 223	96, 100, 101, 273, 274
Lewis, 319	Manilio, 5, 273, 275
Liddyard N, 50, 50, 52, 59, 60	Mannei, 218, 219
Lidia, 219	Maometto, 23, 44
Lino, 33	Maori, 50, 52, 57, 59, 60, 60

Marburgo, 296	Merola, 45, 45
Marchesi, 56	Mesopotamia, 219, 220
Marduk-mubasa, 216	Messedaglia, 33, 54, 308
Mar Rosso, 55	Messicani, 11, 12, 14, 23,
Marsden, 45, 45, 51, 51	47, 61
Marsiglia, 283-285	Messico, 37, 46, 60, 61,
Martin. 29, 96, 108, 490	302
Maskelyne, 9	Metaponto, 283
Mastarna, 312	Metone, 23, 117, 117, 163, 170,
Matriceta, 23	237. 262, 268, 270, 273, 273
Maunder, 165	Meyer, 219, 220, 220, 243
Mayer, 167	Mezio, 24
Maypure, 42	Michelet, XV
Mazaca, 243, 254	Milano. XVI
Medi, 218, 244	Milichio, 295, 295, 296
Media, 218-220	Millosevich, 123, 124
Mediterraneo, 55, 61, 308	Minni, 219, 220
Menabrea, XV	Mississipi, 55
Mene, 90, 96-98, 117	Mohammed-ben-Ayâs, 88, 111
Menecmo, 23	Molucche, 43
Menelao, 24	Mommsen, 29, 311
Menephtha I, 80	Monge, 9
Menti, 58, 74-76, 83, 86,	Montucla, 5, 13
89, 90, 113	Mozambico, 43
Meotide, 283	Müller Max, 19, 282
Meroe, 282, 284	Museo, 33
	Museo Britannico, 125, 127,

216, 217	131, 155, 161, 171, 172, <i>184</i> , 216,
Museo di Torino, 80	218, 221, 229, 233
Muysca, 23, 44, 46, 47,	Nostra Donna di Parigi,
302	54
Nabonassar, <i>184</i> , 217, 235, 238,	Nuova Olanda, 56
242	Nuova Zelanda, 50, <i>50</i> , 52, 56,
Nabonido, <i>162</i> , <i>163</i>	57, 59, 60
Nabucodonosor, <i>162</i> , 163, 220	Oanne, 33
Nabû-zukup-kinu, <i>216</i>	Ogilby, 45, <i>45</i>
Nagira, 218	Olivieri, 314
Nallino, <i>193</i>	Ombos, 80
Narrangasetti, 55	Omero, 23, 33, 36, 53, <i>54</i> , 59,
Natal, 45	308
Navier, 10	Oppert, <i>168</i> , <i>238</i>
Naziano, <i>246</i>	Orenoco, 42, 46, 48, 51,
Necepso, <i>274</i> , <i>275</i>	54, 61
Nectanebo II, 79, <i>79</i>	Orfeo, 33
Neper, 8	Osiride, 58
Nerva, 246	Osmanli, <i>42</i>
Neugebauer, 193, <i>228</i>	Osortasen I, 69
Newton, X, 9, 32, 77, 296	Ottentotti, 45, 51
Nicea, 91, 283, 284	Ovidio, <i>308</i>
Nilo. 44, 45, 69-71, 78, 82,	Pachacutec, 303, 304
83, 85-90, 93, 104, 110 -114,	Palestina, 219, 220
116	Panama, 46
Ninive, 19, 20, 27, 125, 130,	

Pappo, 8, 24	266, 268, 276
Parigi, 54, 222, 223, 223	Platonici, 7
Park Mungo 11	Plinio, 5, 182, 264, 282,
Parmenide, 23	286, 287, 289, 290, 294-297
Parmenisco, 316	Pluche, 12, 14
Pasqua, 46, 57	Plutarco, 24, 95, 104, 264,
Pausania, 105,	289
Pelew, 44, 44, 46	Pococke, 112
Pelli Rosse, 55	Poggendorff, XV
Peripatetici, 7	Poinsot, 10
Persia, 253	Poisson, 10
Persiani, 31, 47, 244	Polemarco, 23
Peruviani, II, 12, 14, 23,	Polinesia, 45, 55, 56, 57,
46, 47, 49, 52, 53, 60, 61, 302,	308
303, 310	Pompeo, 254
Petavio, 75, 100, 100, 109, 113,	Pond, 9
115, 246, 281, 318	Porfirio, 81, 104
Petosiri, 274, 275	Portoghesi, 45
Piazzzi, 9	Posidonio, 24, 285, 286
Pietro (San) in Roma, 54	Prescott, 303
Pietroburgo, XV	Prévost, 43, 44-45, 46, 60
Pitagora, 23, 61	Proclo, 24
Pitagorici, 7, 31	Psammetico, 219
Pitea, 284, 285	Pseudobeda, 289, 297
Plana, XV	Pulkova, XV
Platone, 23, 29, 31, 101, 102,	

Purbach, 31	Salathis, 95
Rabbini, 24	Salmanassar II, 216
Ramesse. II, <i>112</i> , 115	Salmanassar III, 217
Ramesse III, 70	Salomone, 54
Ramesse VI e IX, 269	Šamaššumukin, 217
Rassam, 125	Samoa, 57
Rawlinson, 20, 126	Šamši-Adad IV, 216
Regiomontano, 31	Sandwich, 56, 57
Revel, 33, <i>54</i>	Sargon II, 216-218, <i>238</i>
Riccioli, 32, 296	Sargonidi, 124, 171, 218,
Rigveda, 53	229
Ritter, XV	Sassanidi, 245
Robert, 317	Savigliano, XV, 5, 19
Rodi, 268, 283-285, 308,	Sayce, 28, 123, 126-128, 131-
320	<i>133</i> , 143-145, 148, <i>149</i> , <i>162</i> , <i>165</i> ,
Roma, 44, 237	173, 178, 184, 188, <i>216</i> , <i>218</i> , <i>219</i> ,
Romani, 8, 11, 44, 47, 54,	243
276, 311, 312	Schaubach, 319
Romolo, 44, <i>44</i>	Schiaparelli, VII, VIII, X,
Rougè, 115	XV, XVI
Sachau, <i>178</i>	Schrader, <i>217-219</i>
Saffray, <i>44</i>	Schröter, 9
Saïtes, 95, 96, 101, <i>101</i>	Scilace d' Alicarnasso, 24
Salamina, 246	Scipione, 265
	Sciti, 215, 219
	Sciu-king, 53

- Scoliaſte d'Arato, 81, 85,
104
Scoliaſte di Platone, 95
Seythopolis, 219
Sebennito, 78
Segestan, 242
Seleucidi, 229
Sella, XV
Semiſi, 47
Semneh, 110
Sennacherib, 20, 96, 98,
216, 218
Senocrate. 23
Servio Tullio. 312
Sethos, 96-98
Siameſi, 24
Siberia, 41, 42. 58, 59
Sidone, 308
Sidonio, 275
Siene, 89, 282, 284
Silano, 246
Silites, 95
Simonin, 46
Simplicio. 24, 266
Sincello, 73, 79, 95, 101, 117
Sineſio, 8
Siria, 219, 254
Smith G., 126, 164, 165, 220
Sobrero, XV
Socrate, 23
Sofia (Santa) di Coſtanti-
nopoli, 54
Sofonia, 219, 220, 220
Solino, 81, 85
Sosiĝene, 103
Speke, 44, 44, 45, 45
Stati Uniti, 46, 55
Stefano, 289
Steller, 41, 41
Stern, 244, 244, 245, 245
Strabone, 102, 103, 105,
282-285
Strassmayer, 28, 162, 162, 163,
167-169, 225
Struve O, XV
Suida, 317
Sumatra, 45, 46, 51, 51, 61
Sûrya-Siddhanta, 28, 37
Susiana, 220
Susiani, 242
Sutruk-Nanchundi, 238
Svezia, 14

- Tagete, 33
 Tahitiani, 37-39, 46, 48,
 49, 51, 52, 55-57, 59, 61
 Tahowa, 52, 56
 Talete, 23, 36
 Tamanachi, 42, 58
 Tanis, 255
 Tannery, 29, 290
 Tartari, 8, 24, 31, 37, 47,
 54, 58
 Tazio, 317, 318, 320
 Tebe, 84, 101, 102, 112
 Teodosio, 24
 Teofrasto, 23
 Teone, 8, 24, 76, 77, 79, 99,
 271-277, 285, 285, 289, 316
 Terra del Fuoco, 36
 Teucro, 275
 Teušpa, 218
 Thibaut. 28
 Thogarma, 220
 Thoth, 33
 Tiberiade (Iago), 220
 Ticone, 8, 29, 31, 32, 271
 Tiele, 219, 220
 Tiglat-Pileser, 20, 31, 218,
 243
 Tigri, 53. 57, 218, 238
 Timocari, 23, 262, 263, 263,
 267
 Tirio M., 8
 Tirvalur, 30
 Tivoli (de), 55
 Tjibodas, 43
 Tobia, 20
 Tolomei, 23, 31
 Tolomeo, 8, 19, 24, 28, 31, 32,
 68, 76, 78, 80, 85. 94, 99, 104, 109,
 109, 193, 193, 207, 210, 255, 259,
 260-268, 271, 275, 275, 376, 282,
 282, 284, 285, 289, 290, 291, 293-
 95
 Tonga, 56
 Torino, 5, 10, 19
 Tracia, 11
 Treves, 44, 45
 Tupia, 36, 57
 Turkestan. 42, 42, 54
 Uganda, 43 45
 Ulug-beg, 8
 Umman-Manda, 123, 124,

214-216, 220, 221, 230

Urmia (lago), *219*

Vadiano, 24, 295

Valente (Vettio), 81, 104

Vambéry, *58*

Van (lago), *219*

Vandermonde, 9

Varrone, 291

Vesta, 242

Vieta, 8, 9

Vitelli, 318, 321

Vitruvio, 289, 291

Wachamuth, 29

Waffer, *46*

Walckenaer, 317

Wallis, 9

Waring, 9

Weber A., 28

Weissbach, *164*

Weserkaf, *92*

Whitney, 28

Wilson, 44, *44*, 46

Winckler, *217-219*, *221*

Winnecke, XV

Wittenberga, 295

Wolf, 27, 319

Woodward, 46, *46*, 51, *51*

Wronsky, 14

Zach, 9

Zeila, *50*

Zendi, 14

Ziegler, 294-296

INDICE

PREFAZIONE

CENNO AUTOBIOGRAFICO DI G. SCHIAPARELLI

I. FRAMMENTI DI UNA STORIA DELLE MATEMATICHE E DI UNA STORIA DELL'ASTRONOMIA ANTICA

XXI. - PRINCIPIO DI UNA STORIA DELLE MATEMATICHE

- a. - Programma generale e divisione dell'opera
- b. - Divisione del Primo Libro
- c. - Introduzione al Libro Primo della presente storia
intitolato : Origine delle Scienze Matematiche
presso tutti i popoli

XXII. - PRINCIPIO DI UNA STORIA DELL'ASTRONOMIA ANTICA

- a. - Programma generale dell'opera
- b. - Prefazione
 - α.□□□□ - Prima stesura della Prefazione
 - β.□□□□□ - Sulle epoche e divisioni nella storia dell'Astronomia

Cap. I. - Origini

Che cosa si debba intendere per origini

dell'Astronomia. - Non si deve limitare la storia dell'Astronomia antica a quella dei Greci. - Le idee rudimentali di Astronomia primitiva presso i popoli anche barbari meritano uno studio comparativo: utilità che se ne trae per l'etnografia

Cap. II. - Astronomia primitiva

La Luna non usata nel calcolo del tempo dai popoli più boreali, e perchè. - Come si spiega che i Jakuti fanno eccezione. - Nel resto della Terra la lunazione e l'anno solare, determinati dai fenomeni naturali terrestri, sono stati usati simultaneamente; alcuni casi in cui la lunazione è stata esclusivamente adoperata. - Primi tentativi imperfetti di calendario lunisolare. - Primi esempi di osservazione delle apparizioni e disparizioni delle stelle. - Divisione del giorno presso le tribù incolte: l'ora doppia dei Tahitiani. - L'ora desunta di giorno dal Sole, di notte dalle stelle.

Cap. III. - Astronomia primitiva (Continuazione)

Il problema dell'orientamento. - Le quattro plaghe dell'orizzonte. - Il levante considerato come direzione fondamentale. - Orientamento col Sole, colla stella polare, colle stelle in genere. -

Astronomia nautica dei Polinesiani. - Uranografia primitiva: l'Orsa, Orione, le Pleiadi. - I pianeti: Espero e Lucifero

II. ASTRONOMIA DELL'ANTICO ORIENTE

XXIII. - STUDI SUL CALENDARIO DEGLI ANTICHI EGIZIANI

Cap. I. - L'anno vago

Cap. II. - Il periodo sotiaco

Cap. III. - Il levare eliaco di Sirio e l'inondazione del Nilo

Cap. IV. - Congetture razionali sulla Storia del Calendario Egiziano

Cap. V. - Sull'uso dell'anno vago presso gli Egiziani e sulla sua relazione coll'anno fisso solare

XXIV. - SULLA RELAZIONE DEL CALENDARIO DEGLI ANTICHI EGIZIANI COL FENOMENO DELLA PRECESSIONE

XXV. - OSSERVAZIONI ED EFFEMERIDI BABILONESI SUI FENOMENI DEL PIANETA VENERE SCOPERTE FRA LE ROVINE DI NINIVE, ED OGGI CONSERVATE NEL MUSEO BRITANNICO

§1. - La tavoletta K 160 nella sezione assiro-babilonese del Museo Britannico

§2. - Idea generale dei due documenti astronomici contenuti nella tavoletta K160

§3. - Effemeridi Babilonesi dei fenomeni di Venere

- §4. - Osservazioni Babilonesi dei fenomeni di Venere
- §5. - Sul valore dei termini tecnici d'Astronomia impiegati nei nostri documenti
- §6. - Risultati astronomici contenuti nelle Effemeridi
- §7. - Alcuni periodi concernenti il pianeta Venere
- §8. - Il calendario babilonese e l'equinozio di primavera
- §9. - Esame critico delle Osservazioni
- §10. - Cronologia delle Osservazioni
- §11. - Calcolo delle Congiunzioni vere
- §12. - Determinazione dell'ARCUS VISIONIS di Venere. Discussione delle singole osservazioni
- §13. - Calcolo definitivo delle congiunzioni medie per qualsiasi valore di N
- §14. - Gli Umman-Manda
- §15. - Determinazione dell'epoca in cui furono fatte le Osservazioni
- §16. - I pronostici o giudizi astrologici

XXVI. - SULL'ORIGINE DELL'ÈRA DI NABONASSAR

XXVII. - IL CALENDARIO CAPPADOCE

III. ASTRONOMIA DEI GRECI

XXVIII. - STUDI SU ALCUNI PUNTI DELL'ASTRONOMIA ANTICA
IN RELAZIONE COL FENOMENO DELLA PRECESSIONE

- a. - Sulla scoperta della precessione degli equinozi - L'anno siderale presso gli antichi
- b. - Trepidazione delle fisse
- c. - Perchè Tolomeo ha supposto fisso l'apogeo solare rispetto agli equinozi

XXIX. - Studi sopra Ipparco – frammenti

- a. - Programma
- b. - Basi astronomiche della Geografia
- c. - Latitudine di Bissanzio
- d. - Lavori in Bitinia
- e. - Ipparco e Cleomede
- f. - Sfere stelligere

XXX. - Di un'antica ipotesi eliodinamica sul movimento dei pianeti

- a. - Programma
- b. - Cap. I. - Introduzione
- c. - Notizia sui Commenti astronomici al libro II di Plinio
- d. - Sul significato della parola *apside*.

IV. APPENDICE

XXXI. - La settimana lunare dei peruviani

XXXII. - Cenno sulla nautica astronomica dei Fenici

XXXIII. - Origine delle Nundinae

XXXIV- Sopra il Poeticon Astronomicon d'Igino e analoghi
scritti derivati da Eratostene

ELENCO ALFABETICO DEI NOMI PROPRI CONTE-
NUTI NEGLI «SCRITTI INEDITI» (TOMO TERZO)