



Introduzione

SIGISMONDI, Costantino

La Sfera da Gerberto al Sacrobosco/ Costantino Sigismondi. Roma : Ateneo Pontificio Regina Apostolorum, [2008]

200 p.; 17x24 cm.; (Scienza e Fede Saggi;?).

ISBN 978-88-89174-??-?

Storia dell'Astronomia. I. Sigismondi, Costantino.
 SO9 – SCIENZE PURE, TRATTAMENTO STORICO
 ASTRONOMIA PRATICA E SFERICA

Prima edizione: Marzo 2008

© 2008 Ateneo Pontificio Regina Apostolorum

Ateneo Pontificio Regina Apostolorum Dipartimento Pubblicazioni via degli Aldobrandeschi, 190 - 00163 Roma E-Mail: pubblicazioni@upra.org

L'indirizzo del nostro sito web è http://www.upra.org/

Introduzione

Nel dialogo tra Scienza e Fede è essenziale lo studio di testi e personaggi che hanno segnato tappe importanti della storia dell'Astronomia in Europa, e qui ne abbiamo due che testimoniano il graduale passaggio dalle scuole cattedrali di eredità carolingia alle università.

Gerberto d'Aurillac (~945-1003), monaco benedettino e poi Papa Silvestro II era stato scolarca a Reims. Dopo la riforma degli studi carolingia è lui che configura il curriculum studiorum di una scuola cattedrale dando un impulso straordinario alle arti del quadrivio: aritmetica, musica, geometria ed astronomia con l'introduzione nella didattica dell'abaco, delle cifre indoarabe, del monocordo e dell'astrolabio per la prima volta nell'occidente cristiano.

Nella lettera a Costantino di Fleury datata attorno al 978 Gerberto descrive la costruzione di una sfera per l'osservazione astronomica. La descrizione è ripresa anche da Richero di Reims (998), il primo biografo di Gerberto.

Un'introduzione sulla scienza dei Romani e l'astronomia monastica inquadra meglio Gerberto e la sua formazione.

Un quarto di millennio più tardi John of Holywood (1190-1256), il cui nome fu latinizzato in Giovanni di Sacrobosco, professore a Parigi, contribuì con i suoi manuali alla divulgazione dell'Astronomia nelle universitates studiorum. La sua *Sphaera* è il testo più semplice, per avvicinare gli studenti di ogni materia all'astronomia. Per un approfondimento occorrevano anche il *Computus* e l'*Algorismus*, mentre l'*Almagesto* di Tolomeo era già disponibile in Latino con la *Compilazione Astronomica* di Alfragano nelle traduzioni di Gerardo di Cremona (1187), testi ad un livello tecnico molto più elevato. Le *Tavole Toledane* compilate a partire da Tolomeo, e la *Theorica Planetarum* di Campano da Novara (1258) completavano il panorama. L'astronomia come teoria e potenza di calcolo cominciava a superare allora il livello raggiunto con Tolomeo.

Per altri cinque secoli la scienza pur diventando anche appannaggio di laici, non si identificò mai solo con una prospettiva atea. ¹

Oggi troviamo, invece, questi due mondi separati.

Giovanni Paolo II nel grande giubileo del 2000 ha riconosciuto gli errori della Chiesa durante l'Inquisizione, ma le ferite reali o presunte aperte da

¹ Per citare il testo più recente: Owen GINGERICH, professore di Storia dell'Astronomia ad Harvard, ha pubblicato "Nell'Universo cercando Dio" uscito in italiano per i tipi di Lindau nel 2007, dove sono riportati diversi passi di Keplero e molti altri scienziati dove si esprime la loro fede e la sua perfetta conciliabilità con una visione moderna della ricerca scientifica.

Introduzione

casi come Giordano Bruno e Galileo non si sono ancora rimarginate, tanto che viene ricordata anche l'uccisione dell'astronoma Ipàzia (nel 415), figlia di Teone Alessandrino, da parte dei seguaci di Clemente Alessandrino, fondamentalisti ante-litteram.

La recente questione della mancata visita del Papa Benedetto XVI alla Università "La Sapienza", mostra che il confronto tra scienza e fede risente ancora, di fatto, di eccessivi quanto inutili attriti.³

Nel dialogo, attraverso un lavoro ed un orizzonte comune, non bisogna considerare tali episodi come esempio di incompatibilità genetica tra questi due mondi, ma seguire l'esempio di Giovanni Paolo II della richiesta di perdono unita alla certezza che solo con le due ali della Fede e della Ragione l'uomo può aspirare alla sua piena realizzazione sia storica che trascendente.

Questo libro, ben collocato nella collana Scienza e Fede, è volto anche alla diffusione e alla salvaguardia delle radici dell'identità culturale e scientifica europea. La traduzione in *lingua toscana* della *Sphaera* qui proposta è quella di Piervincenzo Danti (1498) con le sue annotazioni, che ci dà anche un punto di vista prezioso nell'ambito storico-scientifico perché posteriore all'originale di un ulteriore quarto di millennio.

Questa edizione fu curata a Perugia nel 1574 dal domenicano frate Egnazio Danti celebre matematico che poi fu chiamato da Gregorio XIII a studiare la riforma del Calendario, e che fu precursore di metodi sperimentali che risultarono decisivi nel secolo successivo. Danti, dopo aver realizzato vari strumenti a Firenze a Santa Maria Novella, tracciò la prima meridiana a camera oscura in San Petronio a Bologna, e sul suo esempio Giandomenico Cassini ne eseguì una nuova, ancora in San Petronio, domando finalmente i *Cavalli del Sole* nel 1655.

Costantino Sigismondi

_

² 17 gennaio 2008, si vedano il discorso di papa Benedetto XVI inviato all'Università e le parole pronunciate all'Angelus del 20 gennaio 2008.

³ A differenza di quanto credono ancora certi ambienti intellettuali, non si può ridurre l'umanesimo europeo alla sua fonte laica, così come non si può ridurlo esclusivamente alla sua fonte religiosa. [...] Dal punto di vista della religione, la ragione giunge come ausilio della fede. Al contempo, per i laici, può esservi la contraddizione fra fede e ragione. Si tratta di due tradizioni parallele e di un dibattito antico. La conciliazione di fede e ragione risale alla tradizione tomista. Ma occorre non dimenticare che persino San Paolo ha parlato della Resurrezione di Cristo come di uno scandalo per la ragione. Pascal, d'altra parte, diceva che il cuore ha le sue ragioni che la ragione non conosce. Si può ben riconoscere che fede e ragione possano combinarsi. Ma ciò non implica una loro conciliazione armoniosa, almeno non per tutti. Edgard MORIN, su Avvenire 20 gennaio 2008 p. 3.

L'Astronomia dei Romani

L'Horologium di Augusto a Campo Marzio, aveva come gnomone l'obelisco di Psammetico II, bottino di guerra di Ottaviano Augusto, ed occupava un'area lastricata di 160 metri di larghezza Est – Ovest per 75 metri Nord – Sud. I terremoti e le alluvioni ne fecero sparire col tempo le tracce fino al ritrovamento da parte di Benedetto XIV ed al ripristino come meridiana nel suo attuale luogo in Piazza di Montecitorio sotto Pio VI nel 1792

Il recente (1998) restauro della piazza e dei marmi della linea meridiana ne hanno conservato la funzionalità, da me accertata entro 1 secondo di precisione.

La lunga storia dell'Horologium Augusti ci fornisce una chiave di lettura unica della storia della scienza e del pensiero dei Romani.

ASTRONOMIA DEI ROMANI



L'obelisco – gnomone della meridiana di Augusto ed il palazzo del Parlamento.

La Scienza dei Romani e l'Horologium di Augusto

Nel 10 a. C. Augusto fece trasportare da Heliopolis (Egitto) a Roma due obelischi: quello che ora si trova a Piazza del Popolo, che mise sulla spina del Circo Massimo, ed il più piccolo, di Psammetico II (594-588 a. C.) fu collocato come gnomone dell'Horologium Solare al centro del Campo Marzio.

Lo strumento era un vastissimo impianto costruito nel 10 a. C. da Mecenate su una platea di 160 m x 75 m pavimentata con lastre di travertino.

La Sfera da Gerberto al Sacrobosco

Di questo grandioso strumento ci restano delle testimonianze di Plinio il Vecchio (23-79 d. C.), che nello stile compilativo della sua monumentale opera, le "Naturales Quaestiones" non fornisce una, ma diverse spiegazioni del fatto che al suo tempo l'horologium già non funzionava più correttamente.

"Il divo Augusto attribuì una mirabile funzione all'obelisco che è nel Campo Marzio, cioè quella di catturare l'ombra del Sole e di determinare la lunghezza dei giorni e delle notti. Realizzò di conseguenza un pavimento di lastre di ampiezza proporzionale all'altezza dell'obelisco, in modo che l'ombra fosse pari a questo lastricato alla sesta ora (cioè a mezzogiorno) del solstizio d'Inverno, e, a poco a poco, giorno dopo giorno, diminuisse e poi aumentasse di nuovo, indicata dalle regole di bronzo inserite nel pavimento. Fatto degno di essere conosciuto, opera dell'astronomo Facondo Novio. Costui aggiunse al culmine dell'obelisco un globo dorato, sulla cui sommità l'ombra si raccoglieva in se stessa, in modo da evitare che l'apice proietti un'ombra troppo grande: prendendo in questo ispirazione, a quanto si dice, dalla testa umana. L'orologio ormai non funziona più da quasi trent'anni, sia che il Sole abbia cambiato corso per qualche legge celeste, sia che la Terra intera si sia alquanto spostata dal suo centro, sia che lo gnomone, in seguito a terremoti, si sia piegato, oppure che le inondazioni del Tevere abbiano provocato un cedimento delle fondazioni, benché si affermi che queste furono costruite per una profondità adeguata al peso sovrapposto."

Plinio gradua le ipotesi in ordine di probabilità crescente, ma si capisce che non prende una posizione precisa sull'argomento, poiché non ne è evidentemente esperto.

I testi di successo nell'epoca romana erano queste grandi compilazioni, vere enciclopedie del sapere, di spunto pratico, senza il rigore della teoria e della scienza alessandrina, a cui del resto erano ispirati.

Fu Domiziano, in seguito ad un terremoto, e ad un incendio che nell'80 d. C. devastò il Campo Marzio, che fece probabilmente restaurare l'horologium. Così l'obelisco divenne il simbolo di Campo Marzio, riprodotto anche nella base della colonna di Antonino Pio che era originariamente nella zona adiacente all'attuale palazzo di Montecitorio e che oggi si trova ai musei vaticani nel cortile presso l'ingresso alla pinacoteca.

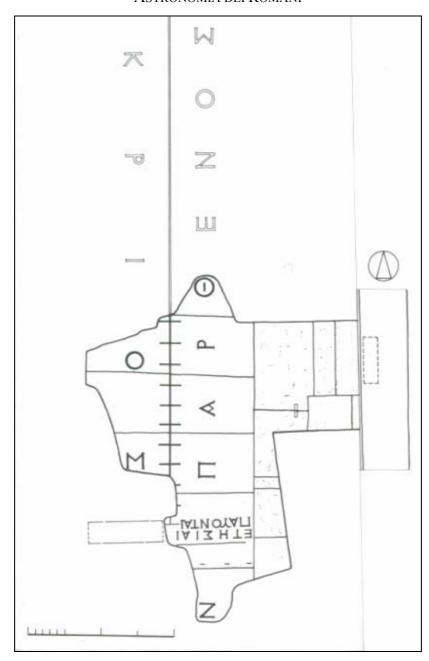


Tavola 1 Ricostruzione del tratto di meridiana rinvenuto negli scavi al n. 48 di via di Campo Marzio. Ogni tacca è separata di 21.4 cm dall'altra, il regolo sotto è lungo 2 m.⁴

⁴ Figura da Coarelli, Filippo, *Roma Sepolta*, Curcio 1984.

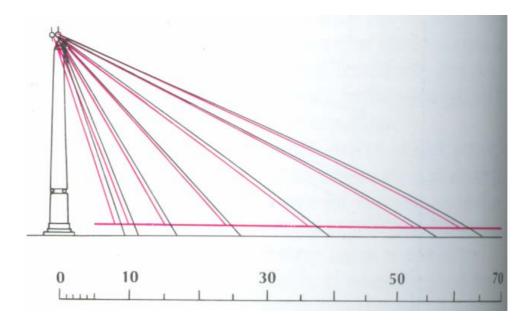


Tavola 2 Rappresenta le variazioni di livello dall'epoca Augustea a quella Domizianea (più elevata).⁵

_

⁵ Figura da Coarelli, Filippo, *Roma Sepolta*, Curcio 1984.

ASTRONOMIA DEI ROMANI

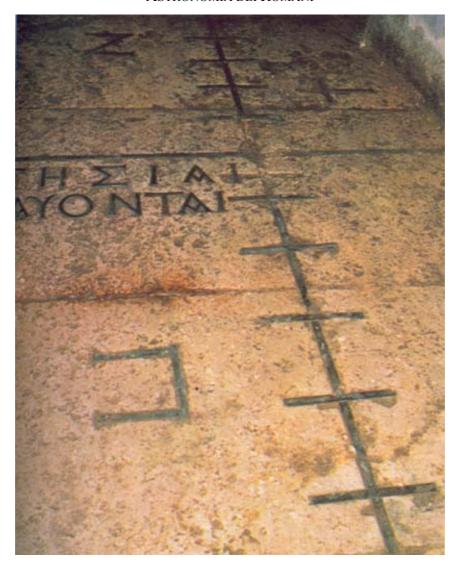


Tavola 3 Porzione della linea meridiana in corrispondenza del 24 agosto, con l'indicazione che i venti Etesii cessano. ETHΣIAI PAYONTAI.⁶

Presso le regole di bronzo, citate da Plinio, sono state ritrovate delle scritte in greco, che descrivono i segni zodiacali ed i venti stagionali del Mediterraneo orientale: il 7 Maggio come data di inizio dell'estate ed il 24 agosto come data per la cessazione dei venti Etesii. Questi reperti della linea meridiana si trovano nelle cantine di uno stabile al numero 48 di via Campo Marzio, a 6 metri e 30 cm di profondità, mentre il livello augusteo

⁶ Figura da Coarelli, Filippo, *Roma Sepolta*, Curcio 1984.

(posizione originale dell'Ara Pacis) è oggi ad 8 metri di profondità. Ciò è in accordo con il restauro posteriore dello strumento da parte di Domiziano.

Quelle dei venti Etesii sono informazioni ridondanti per un romano antico, ma ne attestano la sua vocazione cosmopolita, che si realizzava prima nei porti di Ostia (Claudio) e di Anzio (Nerone) e poi nel grandioso porto esagonale di Traiano, immediatamente a Nord di Ostia Tiberina, nella cui rada potevano attraccare 600 navi, che assicuravano l'approvvigionamento dell'Urbe. L'uso del greco e di quelle informazioni mostra però anche la chiara matrice ellenistico-alessandrina che stava dietro a quel tipo di monumento.

Nel Campo Marzio c'erano anche due piramidi, a Roma ce n'erano altre due: una presso il Vaticano, distrutta nel '400, e quella di Gaio Cestio tutt'ora esistente. Le piramidi furono costruite sull'onda della moda egittizzante che si diffuse a Roma subito dopo la conquista dell'Egitto ad opera di Ottaviano nel 30 a. C.. Ad Alessandria d'Egitto le piramidi dei Tolomei circondavano il mausoleo di Alessandro Magno.

L'aggiunta dell'obelisco faraonico completava la citazione architettonica augustea del modello Alessandrino.

Ecco un altro motivo per copiare il modello ellenistico alessandrino, senza fare neppure il tentativo di adattarlo a Roma.

Nei giorni degli Equinozi, prima del tramonto, l'obelisco gettava la sua ombra sull'altare dell'Ara Pacis, che in antichità era collocata nei pressi dell'attuale via del Corso, ad Est dell'obelisco.

Il 23 settembre, equinozio di autunno, era anche il compleanno di Augusto.

L'obelisco rimase in piedi fino al 1048 quando un forte terremoto lo fece crollare, rompendosi in 5 pezzi. Le inondazioni del Tevere lo ricoprirono gradualmente di detriti.

Nel 1463 i lavori per una cappella in San Lorenzo in Lucina avevano rivelato un pavimento con linee dorate (i regoli di bronzo citati da Plinio) e di mosaici con le rappresentazioni dei venti. Nel 1502 sotto Giulio II venne scoperta la base dell'obelisco, con la stessa iscrizione di quello del Circo Massimo "L'imperatore Cesare Augusto, figlio del Divo Giulio, pontefice massimo, imperatore per la dodicesima volta, console per l'undicesima, rivestito per la quattordicesima volta del potere tribunizio, dopo aver assoggettato l'Egitto al dominio del popolo romano dedicò (questo obelisco) al Sole". L'iscrizione di papa Benedetto XIV Lambertini nella piazza del Parlamento ricorda il rinvenimento dell'obelisco sotto il suo pontificato nel 1748.

-

⁷ Dove ora sono le due chiese gemelle di Piazza del Popolo.

ASTRONOMIA DEI ROMANI

Enciclopedisti e Poeti: la scienza che sopravvisse nella storia

Tornando alle descrizioni approssimative di Plinio sulle possibili cause del malfunzionamento dello gnomone augusteo, viene in mente come ancora Copernico nel '500 cercasse argomentazioni d'autore sul moto della Terra intorno al Sole nella letteratura poetica classica.

Il dottissimo Virgilio (70-19 a. C.) era citato (le Georgiche) con altrettanta riverenza da Dùngal⁸ nel IX secolo, dotto della scuola carolingia operante a Bobbio, e a metà del XIII secolo dall'autore della Sfera, Giovanni di Sacrobosco.

Queste circostanze ci mostrano come i testi che oggi definiremmo di "scienze dure" non sono sopravvissuti al tempo quanto piuttosto alcune loro scintille riprese da "divulgatori" di successo, e cioè questi autori di manuali o enciclopedie, o meglio ancora dai poeti.

Questa tendenza non è peculiarità del mondo romano, infatti già nel mondo ellenistico abbiamo il prevalere dei grandi compilatori di enciclopedie, come Posidonio (135-51 a. C.) e Strabone (63 a.C.-21 d. C.), rispetto ai fondatori delle scienze che la stessa scuola Aristotelica cominciò a sistematizzare anche da un punto di vista storico.

È davvero rimarchevole come del grande astronomo Ipparco (ca. 190- ca. 127 a.C.)sia quasi tutto andato perduto in originale, tranne il suo commento su Arato, poeta del IV secolo a. C. (ca. 315-239 a. C.) che ha mietuto enorme successo con il suo poema cosmologico basato su Eudosso di Cnido (ca. 406-355 a.C. che aveva studiato astronomia ad Eliopoli in Egitto e matematica e medicina sotto l'influenza dei pitagorici e di Platone).

Arato (Fenomeni, 5) viene citato persino nel Nuovo Testamento da San Paolo "In lui (Dio) infatti viviamo, ci muoviamo ed esistiamo, come anche alcuni dei vostri poeti hanno detto: Poiché di lui stirpe noi siamo" Atti 17, 28.

A Roma, nonostante Catone fosse stato contro il circolo filo-ellenistico degli Scipioni, il successo di Varrone (116-27 a. C.) e di Cicerone (106-43 a. C.) come "divulgatori" scientifici ante-litteram si deve alle loro fonti ellenistiche.

_

⁸ Paolo ZANNA e Costantino SIGISMONDI, *Dùngal, letterato e astronomo. Note di stilistica e di astronomia sulla Lettera a Carlo Magno circa le eclissi di Sole dell'810.* Archivum Bobiense **26**, 197-296 (Bobbio) 2004.

La riforma Giuliana del Calendario

Questo obelisco può essere considerato anche la monumentalizzazione della riforma del Calendario voluta da Giulio Cesare e realizzata sui calcoli dell'astronomo alessandrino Sosigene nel 46 a. C. Solo un anno fatto di 365 giorni ed 1/4 può consentire la corretta lettura dell'ombra meridiana dello gnomone in chiave stagionale, e fissare dei giorni ben precisi dell'anno per eventi che dipendono dall'altezza del Sole sull'orizzonte.

Si tratta della riforma calendariale civile più importante dell'antichità, che fu accolta anche dalla Chiesa nel computo della Pasqua al Concilio di Nicea del 325 e rimase in vigore fino al 1 ottobre 1582, quando entrò in vigore la riforma del Calendario promulgata da Papa Gregorio XIII.

ASTRONOMIA E MONACHESIMO

Le ore della preghiera e l'astronomia dei monaci

Silvestro II, Gerbert d'Aurillac⁹ era benedettino e viaggiò in Catalogna intorno tra il 967 e il 970 presso il vescovo Attone di Vich, ed apprese dagli arabi le matematiche e l'uso dell'astrolabio che poi introdusse nell'Europa cristiana.

Il "Tractatus de Astrolabio" è suo, Gerberto aveva intuito che l'astrolabio poteva aiutare i monaci benedettini a calcolare con precisione le ore canoniche durante la notte. Egli probabilmente era stato creato dal suo Abate¹⁰ responsabile di dare il segnale per l'ufficio divino.¹¹

L'ufficio notturno e l'astrolabio

Giovanni Paolo II nella catechesi del mercoledì del 15/1/2003 sul Salmo 118 ha commentato il passo "i miei occhi prevengono le veglie della notte" citando Ambrogio 13 "mentre tu rifletti si fa luce. Di buon mattino affrettati alla chiesa e recavi in omaggio le primizie della tua devozione. E dopo, se l'impegno del mondo ti chiama, niente ti impedirà di dire: I miei occhi prevengono le veglie della notte per meditare le tue promesse".

Da un punto di vista ambientale Leonida Rosino (1908-1997), astronomo di Padova e fondatore dell'osservatorio di Asiago dove c'è il maggiore telescopio sul suolo italiano, aveva descritto l'atmosfera dell'alba che possiede una luce tutta particolare che, se pure è simmetrica rispetto a quella del crepuscolo serale quanto a condizioni di illuminazione, è ineffabilmente diversa dalla sera ed è nota solo ai pochi che concludono allora le loro osservazioni notturne...

San Benedetto (la Regola è del 534) e tutta la tradizione monastica prima di lui, conoscevano esperienzialmente tali realtà, e le grazie spirituali associate

12

⁹ Gerberto Scienziato e Papa, Geografia **103-104**, 2003; numero monografico a cura di C. SIGISMONDI. Silvestro II morì il 12 maggio del 1003.

¹⁰ Geraldo, membro della famiglia dei signori dedl villaggio di Saint-Céré, sesto abate (960-986) del monastero di St. Geraldo d' Aurillac, morto nel 986. cfr. H. PRATT LATTIN, p. 61 nota 1. Gerberto nella lettera 23 lo chiama Padre. Cfr. LABLANDE, Edmond-René, *La formation de Gerbert à St-Géraud d'Aurillac* in Archivum Bobiense Studia II (1985) p. 21-34.

¹¹ Regola di SAN BENEDETTO 47, 1.

¹² Sal 118.147-148

¹³ AMBROGIO, Commento al Salmo 118 Sermone 19, par. 303: "sarebbe grave infatti se i raggi del sole nascente ti sorprendessero a poltrire a letto con sfacciata spudoratezza e se una luce più forte ti ferisse gli occhi assonnati, ancora sprofondati nel torpore. E' un'accusa per noi, uno spazio così lungo di tempo passato senza la minima pratica di pietà e senza l'offerta di un sacrificio spirituale, in una notte scioperata"

a queste ore particolari. Perciò si proposero di regolare con cura l'impiego di queste preziose ore, delegando il compito di dare il segnale per l'ufficio divino all'abate o ad un monaco particolarmente diligente. ¹⁴

Ancora la Regola del Maestro (520-530) cita il Salmo 118¹⁵ ed Isaia¹⁶ per ritmare con il canto del gallo l'inizio dell'ufficio notturno. D'inverno siccome le notti sono lunghe l'ufficio deve precedere il canto del gallo,¹⁷ mentre d'estate l'ufficio deve iniziare con il canto del gallo.¹⁸

Il legame di queste regole con nozioni precise di astronomia è un dato di fatto.

San Giovanni Cassiano si ispirò al monachesimo egiziano ed aveva in gran cale il problema della precisione dell'inizio delle ore canoniche; Mc Cluskey afferma che Cassiano possa essere erede addirittura della tradizione astronomica Egizia. ¹⁹

Gli Egizi studiavano il cielo mediante 36 decani, stelle ben precise, prossime alla fascia zodiacale. Il più famoso è Sirio, associato alla piena del Nilo.

I primi monasteri sorsero in luoghi isolati e dotati di orizzonte piatto e senza ostacoli, avendo a disposizione l'intera volta celeste. Gregorio di Tours nel 573 si rivolgeva a questo tipo di osservatori quando scrisse il de Cursu Stellarum, un testo diviso in 4 libri: nel primo trattava le sette meraviglie del mondo antico; nel secondo le sette meraviglie della natura che indicano l'ordine del Creatore, incluso l'ordine dei moti stellari; nel terzo e quarto le stelle e il loro uso come orologi.²⁰

¹⁴ Regola di SAN BENEDETTO 47, 1.

¹⁵ Sal 118,62 "a mezzanotte mi levo per renderti lode".

¹⁶ Is 26,9 "Di notte il mio spirito vigila per te, o Dio".

¹⁷ D'Inverno, cioè dal principio di Novembre fino a Pasqua, secondo un calcolo ragionevole ci si alzi all'ottava ora della notte, dimodoché si riposi all'incirca un po' più di metà della notte e ci si levi a digestione finita.

¹⁸ Ambrogio contemplando il Sole che sorge ha composto *l'Aeterne Rerum Conditor*, entrato nella liturgia delle ore.

¹⁹ Stephen C. Mc Cluskey, *Astronomies and Cultures in Early Europe*, Cambridge University Press, 1998: Gli storici hanno riconosciuto che la rinascita della scienza nell'Europa del XII secolo fu conseguenza della ricerca di antichi testi scientifici. Ma questa ricerca presuppone conoscenza e interesse; si cerca solo ciò che si ritiene di valore. L'emergere di interesse specialistico accademico dopo secoli di apparente stagnazione sembra paradossale. Questa apparente contraddizione si risolve esaminando quattro tradizioni attive nella prima astronomia medievale: una suddivideva l'anno osservando il sole; l'altra calcolava la data della luna piena di Pasqua; la terza determinava le ore per la preghiera monastica osservando il corso delle stelle; e la quarta, la tradizione classica di astronomia geometrica, fornì un sistema di riferimento per il cosmo.

La maggior parte di queste astronomie erano pratiche; sostenevano la comunità dove erano nate e riflettevano e rinforzavano i valori di queste comunità. Queste tradizione astronomiche motivarono la ricerca della conoscenza antica che porta alla Rinascenza Scientifica del XII secolo.

²⁰ Mc Cluskey, *Gregory of Tours*, ISIS **81**, 1990, p. 8-22.

ASTRONOMIA E MONACHESIMO

Il de Cursu Stellarum riguarda il sorgere ed il tramontare delle stelle. Ciò implica come abbiamo visto, un orizzonte piatto come quello delle piane del Nilo o della Loira dove era sorto il monastero di Tours.

Nel Medioevo il cielo stellato era straordinariamente più ricco di quello che oggi siamo abituati ad osservare, perché non affetto dall'inquinamento luminoso. La pratica dell'astronomia era stata portata avanti durante tutto il medioevo sia per risolvere il problema della Pasqua e la scansione dell'anno liturgico, sia per stabilire le ore canoniche. Quando nella rinascenza i testi arabi e poi, caduta Costantinopoli, quelli greci arrivarono in Europa, trovarono subito dei cultori pronti a recepirli. Gli architetti determinavano anche criteri astronomici per l'edificazione di luoghi sacri.

Hildemaro di Milano²¹ commentando la regola di San Benedetto al capitolo VIII mostra questa attitudine all'astronomia che ha attraversato tutto il medioevo. "D'inverno, cioè dal principio di novembre fino a Pasqua, ci si alzi all'ottava ora della notte, in modo che ci si alzi a digestione finita..." Hildemaro commenta che ci sono 18 ore di notte in inverno (in realtà a Milano ce ne sono 15, quindi si riferisce ad una città più a nord, sul mar Baltico) e sembra strano che ci si debba alzare ben 10 ore prima del sorgere del sole. La soluzione che pone Hildemaro è che San Benedetto si riferisca ad ore "stagionali" cioè ore che non durano tutte 60 minuti (ore equinoziali che sono la dodicesima parte della durata del giorno all'equinozio), ma un dodicesimo della durata della notte invernale in quel caso.

Inoltre il tempo tra il crepuscolo (alba) ed il sorgere del sole non è sempre lo stesso: è minimo agli equinozi, di poco maggiore al solstizio d'Inverno e massimo al solstizio d'Estate. Nella figura seguente vediamo l'andamento stagionale della durata del crepuscolo, il tempo che intercorre tra la prima luce del giorno in cielo e il sorgere del Sole. L'astrolabio permetteva di calcolare questa differenza per ogni giorno dell'anno, mediante l'uso della linea dell'aurora.

²¹ HILDEMARUS, Exopsitio Regulae in Pauli Warnefridi diaconi Cassinensis in Sanctam Regulam Commentarium (Typis Abbatiae Montis Cassini, 1880).

La Sfera da Gerberto al Sacrobosco

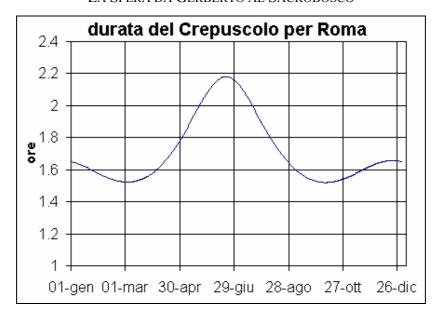


Grafico ottenuto con il software Ephemvga²² per la latitudine di Roma e per tutti i mesi dell'anno che indica il risultato del calcolo mediante l'astrolabio usando la linea dell'aurora. Il 21 giugno l'alba precede il sorgere del Sole del massimo intervallo di tempo e così il crepuscolo²³ serale termina dopo il tramonto.²⁴ Questo intervallo diventa minimo agli equinozi. Dal punto di vista astronomico l'alba corrisponde alla posizione del Sole 18 gradi sotto l'orizzonte orientale.

Pacifico, arcidiacono di Verona usava uno strumentino per il calcolo delle ore notturne, che corrisponde ad un notturlabio, per traguardare le stelle che ruotano attorno alla polare al fine di calcolare l'ora della notte. ²⁵

Pier Damiani raccomanda al significator horarum di tenere il computo del tempo con i Salmi, ²⁶ e questo uso sarà in vigore per tutto il medioevo.

Come esempio abbiamo quanto riferito da Padre Cristoforo Clavio: quando era ancora scolastico gesuita a Coimbra nel 1561 misurò la durata

 ²² Cfr. C. SIGISMONDI, *Effemeridi*, UPRA 2008. Software ephemvga di E. C. Downey (1992) disponibile sul web al sito www.icra.it/solar
 ²³ In Italiano abbiamo le parole alba e aurora prima della levata del Sole, e crepuscolo dopo il

²³ În Italiano abbiamo le parole alba e aurora prima della levata del Sole, e crepuscolo dopo il tramonto. In Inglese abbiamo dawn e dusk prima e dopo gli istanti in cui il disco superiore del Sole lambisce l'orizzonte.

²⁴ Di questo argomento tratta anche il Sacrobosco nella Sfera, III libro capitolo XI.

²⁵ Mc Cluskey, Astronomies and Cultures in Early Europe, op. cit. p. .

²⁶ MC CLUSKEY, *Astronomies and Cultures in Early Europe*, op. cit. p. . PIER DAMIANI, De Perfectione monachorum 17, PL 145 col. 315; Horologium Stellare Monachorum, p. 5 n. 8.

ASTRONOMIA E MONACHESIMO

dell'eclissi totale a cui assistette con la durata di un miserere.²⁷ Questa durata corrisponde a circa 3 minuti, era ragionevolmente riproducibile. In presenza di nuvole dunque, la preghiera era il miglior cronometro. Del resto la preghiera è il tempo per eccellenza. Abbone di Fleury, contemporaneo di Gerberto, alla fine del primo millennio cristiano, aveva una clessidra presso la sua abbazia.

Il ritmo vocale per scandire il tempo si usava ancora negli anni '50 -'60 del novecento nell'osservatorio di Monte Mario a Roma durante le misure dei transiti meridiani del Sole: uno -tic-tac...equivaleva ad trascorrere di un secondo.

La scansione annuale dei periodi liturgici: il caso del Lent

Un'altra eredità astronomica confluita nella liturgia è nel termine in lingua inglese che definisce la Quaresima: *Lent*, che viene da *lengthening*, allungamento. Il mondo anglosassone apparteneva alla zona climatica tolemaica di tipo 18-6, dove cioè il giorno più lungo dell'anno era di 18 ore, mentre il più corto di 6.²⁸ Questo mostra come in quegli ambienti fosse molto evidente questo fenomeno: all'equinozio di primavera (che coincide con il tempo di quaresima) il giorno dura 12 ore e in 3 mesi il tempo di luce aumenta di 6 ore. Questo aumento avviene quasi tutto durante la quaresima, poiché è proprio all'equinozio che la variazione giornaliera del tempo di luce è massima. Queste indicazioni sono presenti anche nei calcoli di Gerberto nella lettera ad Adamo²⁹ dove Gerberto si riferisce all'autore latino Marziano Capella.

Il passaggio dall'osservazione del tramonto delle stelle a quella del moto delle stelle circumpolari ci testimonia che verso la fine del medioevo l'orizzonte visibile dai monasteri non è più tanto libero da ostacoli come alla fine dell'evo antico.

²⁷ KEPLERO, Opera Omnia, lettere

²⁸ C. SIGISMONDI, *Gerberto e la Geografia Tolemaica*, Geografia **103-104**, 2003, p. 70-75.

²⁹ Harriet PRATT LATTIN, *The Letters of Gerbert*, Columbia University Press, 1961; letter n. 161, si veda oltre nel paragrafo sull'incremento della durata del giorno a partire dal solstizio invernale.

Architettura Sacra e Astronomia:

Per l'architettura non è solo l'orientamento Est-Ovest a chiamare in causa l'astronomia, ma anche complessi giochi di luci quali quelli del battistero dell'Antelami, dove ogni colonna, finestra ed affresco sono posti in relazioni tali per cui il Sole illumina direttamente la statua corrispondente al santo del giorno.³⁰

Nei monasteri la regolarità del moto annuale del sole produceva condizioni di illuminazione interna particolare, che venivano sfruttate per calcolare l'ora, per la determinazione delle ore canoniche in corso.

_

³⁰ Manuela INCERTI, Architettura Sacra Medievale ed Archeoastronomia, in: L'Uomo Antico e il Cosmo, Atti dei convegni Lincei 171, Accademia Nazionale dei Lincei, Roma (2001), p. 338-401.

Gerberto e le scuole cattedrali

Gli studi medievali hanno giovato grandemente dell'epistolario di Gerberto d'Aurillac³¹ (~945-1003) per ricostruire le vicende e l'atmosfera culturale del X secolo, periodo relativamente povero di fonti. La storia della scienza e della tecnica vede sempre più in Gerberto una figura chiave per descrivere il primo incontro tra il mondo arabo e quello cristiano sul piano culturale, così come il massimo sviluppo della scienza latina medievale nel campo della musica.

L'esistenza di trattati sulla Musica, *de Mensura Fistularum*, di Astronomia *de Utilitatibus Astrolabii*, e il *de Geometria* ci testimoniano un docente che, pur tra i suoi numerosi impegni diplomatici ed ecclesiastici, ha provveduto a scrivere dei testi per i suoi studenti, e non solo risposte brevi³² su lettera a precise domande.

La sua ascesa, di R in R dalla cattedra arcivescovile di Reims a quella di Ravenna e infine a Roma³³ come Papa Silvestro II (999-1003) consente alla scienza delle arti liberali del quadrivio, aritmetica, musica, geometria ed astronomia, di cui egli era famoso docente, di diventare parte integrante del *curriculum studiorum* delle scuole cattedrali.

Sotto il suo pontificato la Chiesa giunse ufficialmente in Ungheria e Polonia, spinta dal suo ideale di costruire l'Europa su basi cristiane.

Gerberto in Catalogna

Seguendo Richero di Reims³⁴, allievo e biografo di Gerberto, sappiamo che il conte Borrell II, venuto in pellegrinaggio presso la tomba di San Geraldo, il fondatore del monastero di Aurillac, invitò il monaco Gerberto a recarsi nel 967 con lui in Catalogna per approfondire gli studi nelle matematiche con Attone, il vescovo di Vich. Questo viaggio, con il permesso dell'Abate,

³² Gerberto è rimasto celebre per la sua brevità, e il carattere diretto delle sue lettere, nonostante fosse il più famoso retore del suo tempo.

³³ Inter contern de su lettre et bilorio ito in P. littera lucit. Seconditale P. Content a in P.

³¹ Rimando ai testi di Flavio G. NUVOLONE e P. RICHÉ citati in bibliografia per la sua biografia, e alle edizioni delle sue lettere di H. PRATT-LATTIN in Inglese e P. CALLU e P. RICHÉ in francese.

³² Gerberto è rimasto celebre per la sua brevità, e il carattere diretto delle sue lettere, nonostante fosse

³³ Inter caetera de se laetus et hilaris ita in R littera lusit: Scandit ab R. Gerbertus in R., post papa vigens R. Hoc aperte demonstrans quod hi tres episcopatus honores, quos professione regularis vitae Patris Benedicti monachus factus suscepit, rexit et tenuit, hujus R litterae signo in capite sunt declarati:» scilicet Remensis, Ravennas et Romanus. Notitia historica in Silvestrum Papam II. (Natal. Alex., saeculum X, pag. 36.) Patrologia Latina 139 col. 58B.

³⁴ RICHERO, *Historia Francorum 888-995*, edito e tradotto da R. LATOUCHE, Voll. I, II. Paris 1930, 1937. *Les Classiques de l'histoire de France au moyen age*. Il testo in Latino è presente anche nella Patrologia Latina **138**, 9-170.

La Sfera da Gerberto al Sacrobosco

fu un'eccezione alla regola benedettina per cui un monaco era vincolato al suo monastero.

Studi sugli archivi di Vich suggeriscono che Gerberto deve essere andato altrove per attingere le informazioni sull'astronomia, poiché a Vich non c'erano molti testi. La vicina abbazia di Santa Maria di Ripoll conservava a quel tempo molti testi interessanti ed era un centro di scambio culturale tra il mondo arabo e il mondo cristiano, dove si effettuavano le prime traduzioni dei testi arabi.

Presso gli arabi esistevano le traduzioni di Tolomeo e le opere dei loro astronomi, come Al-Batenio, mentre nel mondo latino i testi in greco non erano più reperibili.

Ademaro di Chabannes attribuisce a Gerberto addirittura un viaggio a Cordova, dove egli avrebbe potuto approfondire la sua conoscenza scientifica, anche a prezzo di abiurare la propria fede. Ademaro è il principale responsabile delle leggende su Gerberto³⁵, e purtroppo ancora oggi le sue dicerie circolano apocrife dovunque. Del resto a livello di opinione pubblica, ben plagiata dai media, ancora oggi, come mille anni or sono, l'ortodossia sembra inconciliabile con la conoscenza scientifica. Il problema si ripresenta sotto mentite spoglie.

L'Astronomia in Europa al tempo di Gerberto

Ancor prima delle influenze arabe, nella formazione di Gerberto c'è la stessa regola di San Benedetto che stabilisce orari precisi, da calcolare opportunamente, per la celebrazione della liturgia delle ore canoniche³⁶.

Prima di Gerberto l'Astronomia europea si era occupata di Cronologia, e personaggi come Dionigi il piccolo (532) ed Beda il Venerabile (725) avevano lavorato al fine di stabilire la data mobile della Pasqua univocamente per tutto l'orbe cattolico. Inoltre gli orari per le preghiere monastiche venivano stabiliti dalla regola di San Benedetto, e Gerberto che era benedettino li doveva conoscere molto bene, e forse ne era responsabile nel suo monastero ad Aurillac. Esistevano vari metodi o strumenti per stabilire l'ora del giorno o della notte, ed un testo di Gregorio di Tours sulle Stelle Fisse era stato scritto per aiutare i monaci in questo compito.

Infine alcuni testi di Macrobio, Marziano Capella, Boezio erano sopravvissuti dall'età classica in molti esemplari. Con la graduale

³⁶ Cfr. SAN BENEDETTO da Norcia, *Regola*, Padri Benedettini di Subiaco, Subiaco 2001, capitoli 8 e 47.

³⁵ Si veda ad esempio: Flavio G. NUVOLONE, *Gerberto d'Aurillac-Silvestro II visto da Ademaro di Chabannes*, in F. G. Nuvolone ed. op. cit. 2001 p. 599-657. Si veda anche Huguette TAVIANI-CAROZZI, *An Mil et Millénarisme: le Chronicon d'Adémar de Chabannes*, ibidem 779 -821.

GERBERTO

scomparsa del greco nel panorama culturale europeo scomparvero anche i testi classici come quelli di Tolomeo e Aristotele che riapparirono in Europa tradotti dall'arabo nel XII secolo.

Boezio aveva cercato di fissare in latino i testi principali delle 7 arti liberali, e tra queste opere aveva scritto anche *de Institutione Musica*, che Gerberto spiega a più riprese ai suoi allievi nelle lettere³⁷, e il *de Astronomia*, oggi perduto, ma che Gerberto stesso aveva rinvenuto in una sua trasferta a Mantova, mentre era abate di Bobbio³⁸. Gerberto è stato giudicato anche il massimo bibliofilo del medioevo³⁹.

Gerberto astronomo e la piccola rinascenza del X secolo

Per l'astronomia abbiamo una lettera⁴⁰ inviata a Costantino di Fleury dove descrive la costruzione della sfera ruotante, per uso didattico, che replica il comportamento della sfera delle stelle fisse.

In un'altra lettera, Gerberto presenta le zone climatiche della Terra:⁴¹ un argomento di geografia diremmo noi oggi, ma allora questo tipo di geografia era astronomica. Ad ogni zona climatica corrisponde un valore della lunghezza del giorno più lungo dell'anno.

La grande novità introdotta dal docente Gerberto d'Aurillac fu quella di mettere in mano agli studenti degli strumenti così che essi potessero toccare con mano la nozione che stavano studiando e lo stesso Richero di Reims, allievo di Gerberto, dichiarò che in questo modo il funzionamento della sfera celeste restò loro impresso in modo indelebile⁴².

La lettera di Gerberto a Lupitus (Lopez) di Barcellona, datata 984, ⁴³ ci mostra lo scolastico di Reims desideroso di seguire gli sviluppi in Catalogna delle conoscenze dell'astronomia araba. "Bubnov scoprì nella Bibliothèque Nationale de Paris il frammento di un trattato sull'astrronomia tradotto ed adattato da fonti arabe: Duhem⁴⁴ ritiene che l'autore di un trattato pervenuto

³⁷ Lettera 4 e Lettera 5 entrambe a Costantino di Fleury.

³⁸ Lettera 15 all'Arcivescovo Adalberone di Reims.

³⁹ Vedasi M. Oldoni, *Silvestro II*, Enciclopedia dei Papi, Treccani vol. II 2000, e W. H. Stahl op. cit. p. 316.

⁴⁰ Lettera 2.

⁴¹ Lettera 161, al Frate Adamo.

⁴² "Il calcolo di questo strumento era così accurato che con il suo diametro [asse] puntato al polo e il suo semicerchio [equatore] rivolto verso il cielo, i cerchi [celesti] sconosciuti venivano portati alla luce e stampati profondamente nella memoria." RICHERO, *Historia Francorum*, III, 51.

⁴³ Lettera 32, numerazioni dell'edizione in inglese dalla Harriet PRATT LATTIN nel 1961 (*The Letters of Gerbert with his papal privileges as Sylvester II.* Translated with an Introduction by Harriet PRATT LATTIN, Columbia University Press, New York, 1961).

⁴⁴ P. DUHEM, *Le Système du Monde*, Paris 1913-1959, vol. III pp. 164-5.

integro fino a noi, il *Liber de astrolabio*, si sia servito appunto di tale frammento per comporre la sua opera, e formula l'ipotesi che possa trattarsi d'un frammento del trattato richiesto da Gerberto a Lopez. L'attribuzione del *Liber de astrolabio* a Gerberto non è incontestabile, ma Duhem la considera quasi certa". ⁴⁵ Passata l'epoca in cui si smontavano sistematicamente i grandi personaggi storici, oggi gli studiosi hanno accettato che Gerberto sia stato l'autore di questo trattato. ⁴⁶

Gerberto scrisse anche un altro trattato, Sul calcolo con l'abaco, derivato anch'esso da fonti arabe. Gerberto riscosse la devota ammirazione dei suoi contemporanei grazie agli strumenti astronomici che aveva portato dalla Spagna ed alla sua conoscenza della matematica e della scienza. Secondo Duhem, servendosi di fonti arabe per il suo libro sull'astrolabio egli creò una nuova moda. Durante l'undicesimo secolo apparvero parecchi trattati latini sugli strumenti astronomici, che seguivano fedelmente modelli arabi. Un imitatore di Gerberto che merita di essere ricordato, secondo Duhem, fu Hermann di Reichenau (1013-54), che scrisse sull'astrolabio e sull'abaco. Bisogna rammentare inoltre, di passaggio, la trattazione sull'astrolabio di Ugo di San Vittore (m. 1141), che ne discute gli usi nei primi capitoli della parte pratica della sua *Pratica geometriae*. 47 Gerberto fu famoso anche per la quantità di manoscritti che si procurò per la sua biblioteca: è stato detto di lui che fu il maggior collezionista di libri del Medioevo. La sua raccolta comprendeva una copia della traduzione dell'Introduzione all'Aritmetica di Nicomaco eseguita da Boezio, e la cosiddetta "Geometria di Boezio", una compilazione del secolo XI che rispecchia solo vagamente l'opera autentica andata perduta. Il libro sulla Geometria scritto da Gerberto dimostra una notevole familiarità con la traduzione di Boezio dell'Introduzione nicomachea, ma è così diversa dagli Elementi di Euclide che l'autore non può aver conosciuto quest'opera nella forma boeziana."⁴⁸

La "mini-rinascenza" della fine del secolo X⁴⁹ ha il suo apice negli anni successivi alla permanenza di Gerberto in quelle terre. Tuttavia Gerberto ne

⁴⁵ W. H. STAHL, *La Scienza dei Romani*, Laterza, Bari 1974 pp. 315-6.

⁴⁶ Uta LINDGREN, "Représentant de l'age obscur ou à l'aube d'un essor? Gerbert et les Arts Liberaux" in "Gerberto d'Aurillac da Abate di Bobbio a Papa dell'Anno 1000" Atti del Congresso Internazionale Bobbio, 28-30 Settembre 2000, editi da F. G. Nuvolone.

⁴⁷ Nel capitolo 42 ipotizza la possibilità di determinare la distanza del sole per mezzo di osservazioni effettuate da due punti notevolmente distanti: si tratta di un procedimento greco-arabo. Ma poi Ugo di San Vittore include la puerile discussione sulle dimensioni dell'orbita solare e sulle grandezze relative della Terra e del Sole.

⁴⁸ W. H. STAHL, *La Scienza dei Romani*, Laterza, Bari 1974 pp. 315-6.

⁴⁹ Cfr. Michel ZIMMERMANN, *La Catalogne de Gerbert*, in Gerbert *l'Européen*, Charbonnel-Iung éd. *Gerbert l'Européen*, Actes du colloque d'Aurillac, mémoires de la société « La Haute-Auvergne » 3, Aurillac 1997, p. 86.

GERBERTO

era al corrente anche da Reims, ciò che dimostra come la rete di comunicazione scientifica fosse efficiente anche nei presunti secoli bui.

Un altro pregiudizio da evitare nell'accostarci a figure così lontane nel tempo è quello di ritenere le nostre argomentazioni come gli unici sprazzi di luce in una realtà che incombesse imponderabile su inermi protagonisti. Mai come in Gerberto vediamo un uomo attivo a livello europeo sul piano ecclesiale, diplomatico e scientifico, e quando questi fu eletto papa, la sua fama era già universale, tanto che nei documenti ufficiali si firmava Silvestro, Gerberto, Vescovo Romano⁵⁰, oppure Silvestro, che è anche Papa Gerberto.⁵¹

Anche da papa Gerberto si rivolse ancora al mondo catalano.⁵²

Gerberto musico

Gerberto era anche il massimo esperto di organi e di organaria del secolo X, l'attribuzione del trattato de *Mensura Fistularum* è stata provata solo nel 1970, ma ancor oggi questo concetto non è ancora entrato nei manuali di storia della musica. Diversi organi erano attribuiti a lui.

Klaus Jurgen Sachs⁵³ ha trovato nella biblioteca di Madrid un manoscritto⁵⁴ più antico di quello della biblioteca Vaticana, dove invece l'opera era attribuita a Bernellino di Parigi, e così pubblicata da Gerbert Martin nel 1784 nel suo *Scriptores Ecclesiastici de Musica Sacra*. Nel manoscritto di Madrid l'attribuzione è a Gerberto, che era stato riconosciuto come esperto senza eguali in musica e organo anche da Papa Giovanni XIII oltre che dai suoi allievi che lo continuano ad interpellare in questioni di musica, teoriche e pratiche. Alla corte di Ottone III, nella cappella imperiale, Gerberto si occupò di musica.⁵⁵

Nella *Mensura Fistularum* Gerberto ha spiegato come calcolare la lunghezza delle canne d'organo. Il metodo è esemplificato su due ottave: per la prima ottava la nota fondamentale corrisponde alla più acuta della serie e viene scelta una fistula lunga 16 unità e di raggio 1, ed equivale ad un monocordo di riferimento lungo λ =18 unità. In un solo manoscritto c'è la corrispondenza tra questa lunghezza iniziale e quella di un'ulna. La correzione da applicare alle *fistulae* di lunghezza L e raggio r della prima ottava è λ -L= α ·r, con α =2, dove λ è la lunghezza equivalente al monocordo

-

⁵⁰ Lettera 251,

⁵¹ Lettera 264.

⁵² Lettera 255.

^{53 &}quot;Mensura Fistularum", Die Mensurierung der Orgelpfeifen im Mittelalter, Stuttgart 1970

⁵⁴ Biblioteca Nacional, Ms 9088, f. 125-128

⁵⁵ Pratt Lattin op. cit., p. 16.

che segue esattamente le proporzioni pitagoriche tra le lunghezze come 9/8 per scendere di un tono, 4/3 per un intervallo di quarta, 3/2 per una quinta e 2 per un'ottava, che risulta pari a L=34 unità, ma suona come fosse un monocordo lungo λ =36.

Questo valore di α , noto solo per via empirica al tempo di Gerberto, include le correzioni di bocca e di apertura libera della fistula, ed è plausibile con i dati sperimentali, ma non è costante con la frequenza del suono, e si annulla per frequenze alte, corrispondenti a *fistulae* piccole. Qui espongo il metodo per misurare sperimentalmente α in funzione della frequenza analizzando lo spettro dei suoni armonici prodotti da tubi.

Per la seconda ottava, quella inferiore, Gerberto si è basato sulla proporzione geometrica 16:34=34:x, dove x=72 ½ è la lunghezza della fistula maggiore, che dovrebbe suonare due ottave sotto la nota di partenza, ed invece suona un quarto di tono più bassa come $\lambda=74$ ½ perché dal punto di vista della fisica acustica moderna continua a valere la correzione con $\alpha=2$.

Se il numero 13 ½ è il fattore costante per cui moltiplicare le differenze di lunghezze tra *fistulae* della prima ottava per frazioni pitagoriche, ad esempio per fare il salto di un'ottava occorre allungare la fistula di 18 unità cioè 34-16=18= 4/3 ·13 ½, e 4/3 è la frazione pitagorica. Per la seconda ottava il numero diventa 14 +1/3+1/144+1/288 e la frazione pitagorica raddoppia.

Con questo algoritmo Gerberto mostra come intendere la commensurabilità tra *fistulae* di uguale diametro e monocordo, che altrimenti *non conveniant*, compilando una tabella che copre due ottave e parte dal numero 2304 (comune ai tre generi della musica antica) fino al 10404 dove le proporzioni sono le stesse ricavate nell'intervallo tra 16 e 72 ½. Il fine è chiaramente didattico, essendo Gerberto ben al corrente del fatto che le canne in un organo hanno diametri differenti, come dichiara espressamente nella lettera a Costantino di Fleury⁵⁶.

È il primo tentativo, in acustica, di salvare i fenomeni e le proporzioni pitagoriche mediante parametri correttivi mantenendosi in continuità con il mondo classico, l'equivalente degli equanti tolemaici in astronomia.

_

⁵⁶ Le *fistulae* [da usare per la costruzione della Sfera] sono differenti dalle canne d'organo, essendo tutte uguali in dimensione (diametro e lunghezza) al fine di non distorcere la visione di alcuno che guardi i circoli nei cieli.

Gerberto e la Geografia tolemaica

Esaminiamo qui la lettera spedita al fratello (in Cristo) Adamo, la numero 161 nella cronologia della studiosa americana Harriet Pratt Lattin. ⁵⁷ La lettera è datata 10 marzo 989, un mese e mezzo dopo la morte dell'Arcivescovo Adalberone, di cui Gerberto diventerà successore di lì a qualche anno. Nella lettera precedente, del 7 marzo a Remigio, monaco di Trier, ricorda questo evento e lo redarguisce per la sua insistenza di chiedergli la realizzazione di una sfera in tempi così complicati.

In altre lettere Gerberto parla di Globi e Sfere Celesti, di cui era un esperto costruttore e che poi usava come strumento didattico. Inoltre sappiamo che conosceva i problemi di astronomia computazionale (come il sorgere e tramontare degli astri) visto che sapeva usare l'astrolabio.

Ad Adamo, suo allievo a Reims, invia due *horologia*, ovvero tavole sulla lunghezza del giorno nei vari mesi dell'anno, tarate su due latitudini differenti: quella dell'Ellesponto e quella per la quale il giorno più lungo dura 18 ore (circa la latitudine di Stoccolma).

In questo studio vediamo come calcolare queste tavole, usando la trigonometria, evidenziando l'originalità del contributo di Gerberto rispetto ai testi di riferimento in uso all'epoca.

Globi e durata massima del dì

Illuminando un globo in modo che il polo Nord risulti in luce, e l'asse Nord Sud sia inclinata di ε =23°27' rispetto al piano del terminatore, si riproduce la situazione nel giorno del Solstizio d'Estate.

A causa dell'inclinazione ε sull'eclittica, il polo nord è tutto illuminato così come altre latitudini polari fino a λ =90°- ε , che è il circolo polare artico. Lì il giorno più lungo dura tutte e 24 le ore.

_

⁵⁷ Harriet Pratt Lattin, *The Letters of Gerbert with his papal privileges as Sylvester II.* Translated with an Introduction by Harriet Pratt Lattin, Columbia University Press, New York, 1961, p. 189-191.

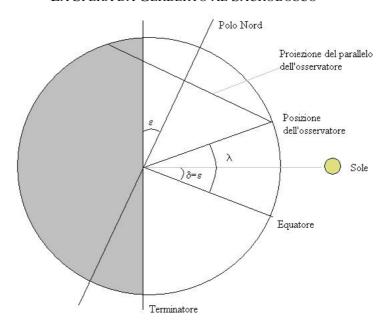


Figura 1. Geometria per il calcolo della durata del dì più lungo. Proiezione sul piano laterale tangente al terminatore della sfera terrestre. Il Sole è al solstizio estivo per l'emisfero Nord (allo zenith del tropico del Cancro), per cui la sua declinazione δ = ϵ .

GERBERTO

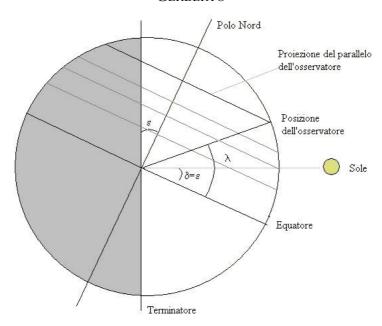


Figura 2. Durata del dì a diverse latitudini.

Sempre in proiezione sul piano tangente al terminatore vediamo i cerchi di eguale latitudine. Per conoscere la durata massima del dì per le latitudini comprese tra 90° -ɛ e l'equatore basta calcolare la frazione di cerchi di latitudine illuminata, e riportarla a 24 ore.

Dalla figura è immediatamente evidente che all'equatore tale frazione è pari esattamente alla metà.

Tra l'equatore ed il circolo polare abbiamo tutti i casi intermedi tra 12 e 24 ore di massima lunghezza del dì.

Per risalire dalla proiezione del settore circolare del cerchio di latitudine illuminato calcoliamo l'angolo alla circonferenza. Questo angolo η visto dal centro del cerchio di latitudine (in più rispetto all'angolo retto che si ha guardando l'equatore dal centro della Terra e che in figura corrisponde al raggio della sfera in proiezione) è presente anche dalla parte di dietro della figura, e perciò corrisponde a metà del tempo di luce in più delle 12 ore dell'equatore.

L'angolo η è visto dal centro del cerchio di latitudine dell'osservatore; noi ne vediamo la proiezione, cioè il raggio del cerchio di latidine, $\cos(\lambda)$, moltiplicato per il seno di η .

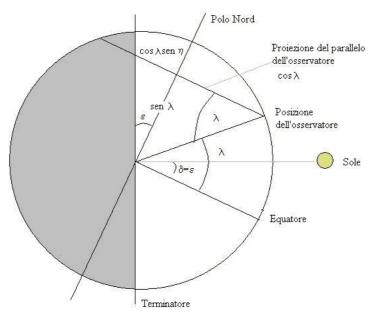


Figura 3. Figura esplicativa per la formula (1).

Per risalire dalla proiezione del settore circolare del cerchio di latitudine illuminato calcoliamo l'angolo alla circonferenza. Questo angolo η visto dal centro del cerchio di latitudine (in più rispetto all'angolo retto che si ha guardando l'equatore dal centro della Terra e che in figura corrisponde al raggio della sfera in proiezione) è presente anche dalla parte di dietro della figura, e perciò corrisponde a metà del tempo di luce in più delle 12 ore dell'equatore.

L'angolo η è visto dal centro del cerchio di latitudine dell'osservatore; noi ne vediamo la proiezione, cioè il raggio del cerchio di latidine, $\cos(\lambda)$, moltiplicato per il seno di η .

Dalla proiezione ricaviamo anche la relazione $\cos(\lambda) \cdot \sin(\eta)/\sin(\lambda) = \tan(\epsilon)$, da cui otteniamo $\operatorname{sen}_{\eta} = \tan(\epsilon) \cdot \tan(\lambda)$. Infine η è l'arcoseno di questa espressione e lo ritroviamo nella formula (1). Il fattore 2/15 serve a riportare l'angolo in ore equinoziali: ogni ora equinoziale (le nostre ore usuali) corrisponde ad un angolo di 15°. Siccome di frazione illuminata ce n'è anche una parte dietro la figura ecco spiegato il fattore 2.

Le 12 ore additive sono quelle della parte illuminata a destra della proiezione dell'asse Nord-Sud del mondo.

Si è assunto per comodità il raggio della Terra unitario.

GERBERTO

L'equazione T(λ) delle ore di luce solare⁵⁸ del giorno più lungo in funzione della latitudine è

$$T = 12 + \frac{2}{15}\arcsin(\tan\varepsilon \cdot \tan\lambda)$$
 (1)

con gli angoli misurati in gradi. La funzione inversa di tale relazione ci da le latitudini corrispondenti ai giorni di durata 13, 14, 15... ore.

$$\lambda = \arctan\left(\frac{\sin(T_{\text{max}} - 12) \cdot 15^{\circ}/12}{\tan(\varepsilon)}\right)$$
 (2)

Tolomeo nella Geografia 59 stabilì i paralleli fondamentali in modo che passando dall'uno all'altro la durata massima del giorno variasse di 15 minuti per i primi 14 paralleli e poi spaziati di mezzora e un'ora. Tolomeo, inventore dell'astrolabio, aveva fondato la trigonometria ed aveva pubblicato le tavole, ma nelle biblioteche europee del X secolo Tolomeo non c'era più.

Gerberto si rifà all'Astronomia di Marziano Capella, autore latino tardo che aveva semplificato i contenuti dell'Almagesto troppo complicati per una vasta diffusione.

Gerberto ha modo anche di correggere degli errori (di trascrizione) che compaiono nei manoscritti di Marziano sulla durata minima del giorno per l'Ellesponto (durata minima che è sempre complementare a 24 ore della durata massima).

Ai fini di comprendere meglio la Geografia antica vale la pena computare tutti paralleli fondamentali tolemaici dall'equatore al circolo polare, seguendo le istruzioni di Tolomeo ed usando la funzione (2).

 $\frac{480}{\cos(\lambda)}$ secondi . Cfr. al di sotto dell'orizzonte per cui la durata del giorno aumenta di $\Delta t = -$

Peter Duffet Smith, Astronomia Pratica con l'uso del calcolatore tascabile, Sansoni, Firenze 1983, p.45. ⁵⁹ Claudio TOLOMEO, *Geografia*, Libro I, capitolo XXIII.

⁵⁸ Si noti che in questa derivazione non si tiene conto dell'elevazione sul livello del mare né della rifrazione atmosferica. Questa fa in modo che il Sole si veda anche quando esso si trova già o ancora

Paralleli fondamentali secondo Tolomeo

Durata massima		Latitudine (°) al	
del dì (ore e	Latitudine(°)oggi	tempo di	
frazioni	con obliquità	Tolomeo con	
decimali)	ε=23° 27'	ε=23° 50'	
12,00	0,00	0,00	
12,25	4,32	4,24	
12,50	8,58	8,42	
12,75	12,75	12,51	
13,00	16,76	16,46	
13,25	20,60	20,24	
13,50	24,24	23,83	
13,75	27,65	27,21	
14,00	30,85	30,37	
14,25	33,82	33,31	
14,50	36,57	36,04	
14,75	39,11	38,57	
15,00	41,45	40,90	
15,25	43,60	43,05	
15,50	45,59	45,04	
16,00	49,09	48,54	
16,50	52,05	51,51	
17,00	54,56	54,04	
17,50	56,69	56,18	
18,00*	58,50*	58,01*	
19,00	61,36	60,89	
20,00	63,42	62,98	

Si noti che sulle edizioni antiche della *Geografia*, i valori delle latitudini riportati sono quelli della terza colonna, che io ho calcolato inserendo al posto di ε il valore di 23°50' dei tempi di Tolomeo.

Oggi il valore dell'inclinazione dell'asse terrestre sul piano dell'orbita (obliquità dell'eclittica) è ϵ =23°27'. Questa piccola differenza rende ragione dello scarto con i dati computati da Tolomeo con le sue tavole trigonometriche. *La riga contrassegnata con l'asterisco non è presente in Tolomeo, ma è la latitudine a cui si riferisce Gerberto nella redazione dell'*Horologium* più settentrionale.

GERBERTO

Possibile indizio, questo, che Adamo si trovasse più a Nord di Reims, e che per tutte le posizioni intermedie tra l'Ellesponto $(40^{\circ} 55^{\circ})$ e i 58° (dati su ϵ di Tolomeo) Gerberto sottintendesse che fosse sufficiente fare un'interpolazione lineare.

L'incremento della durata del giorno a partire dal solstizio invernale

Gerberto, ancora una volta, ha a disposizione il testo di Marziano Capella, di cui riporta lo stralcio nella lettera ad Adamo: "Bisogna sapere che il giorno aumenta dal giorno più corto in modo tale che nel primo mese aumenta di 1/12 di quel tempo che è aggiunto in estate (al giorno più lungo). Nel secondo mese 1/6. Nel terzo ¼, e nel quarto ancora ¼. Nel quinto 1/6 e nel sesto 1/12."

Ecco perché è sufficiente avere la durata massima del giorno per computare un almanacco.

Gerberto si riferisce a questa come ad un'ipotesi di Marziano, che egli segue al posto di altre che affermano che da un mese all'altro la lunghezza del giorno aumenti in modo costante. Gerberto segue questa ipotesi perché evidentemente ha osservato e misurato le diverse lunghezze del giorno nei mesi dell'anno.

Computo analitico degli Horologia di Gerberto

La formula della durata del giorno per una data precisa dell'anno è molto simile alla formula (1). E' infatti sufficiente sostituire ad ϵ il valore della declinazione δ del Sole nel momento in cui si vuole calcolare la durata del dì. Dalla trigonometria sferica, assumendo che il Sole si muova sull'eclittica con velocità angolare uniforme (un'approssimazione largamente sufficiente ai nostri scopi) ricaviamo la declinazione, sapendo che essa si annulla in corrispondenza dei nodi dell'eclittica, cioè dove essa interseca l'equatore celeste: agli equinozi.

$$\delta = \arcsin(\sin\varepsilon \cdot \sin(30^\circ \cdot t_{mesi})) \tag{3}$$

Ponendo la formula (3) nella (1) al posto di ε si ottiene

$$T = 12 + \frac{2}{15} \arcsin(\tan \lambda \cdot \tan(\arcsin(\sin \varepsilon \cdot \sin(30^\circ \cdot t_{mesi}))))$$
 (4)

Usando questa formula possiamo ricompilare al computer gli *horologia* gerbertiani.

Orologio per l'Ellesponto

Mesi trascorsi dal solstizio invernale	Durata del giorno (ore)	Dati calcolati secondo Marziano	Dati di Gerberto (di)	Gerberto (notte)
0	9,00	9	9	15
1	9,48	9 1/2	9	15
2	10,63	10 ½	10 ½	13 ½
3	12,00	12	12	12
4	13,37	13 ½	13 ½	10 ½
5	14,52	14 1/2	14 1/2	9 1/2
6	15,00	15	15	9
7	14,52	14 1/2	14 1/2	9 1/2
8	13,37	13 ½	13 ½	10 ½
9	12,00	12	12	12
10	10,63	10 1/2	10 ½	13 ½
11	9,48	9 1/2	9	15
12	9,00	9	9	15

GERBERTO

Orologio per coloro il cui giorno più lungo vale 18 ore equinoziali.

Mesi trascorsi dal solstizio invernale	Durata del giorno (ore)	Dati calcolati secondo Marziano	Dati di Gerberto (di)	Gerberto (Notte)
0	6,00	6	6	18
1	7,10	7	6	18
2	9,43	9	9	15
3	12,00	12	12	12
4	14,57	15	15	9
5	16,90	17	17	7
6	18,00	18	18	6
7	16,90	17	17	7
8	14,57	15	15	9
9	12,00	12	12	12
10	9,43	9	9	15
11	7,10	7	6	18
12	6,00	6	6	18

I dati forniti da Gerberto sono in buon accordo con questi andamenti, e con la precisione di mezz'ora con cui si presentano i dati.

Gerberto fornisce i dati a coppia. Come si vede dalle due tabelle ci sono dei valori che si ripetono, nel computo analitico: 0 e 12 mesi corrispondono alla stessa data, l'istante del solstizio, e 1 ed 11 corrispondono ad un mese dopo (1) e uno prima (11) del solstizio invernale dell'anno successivo.

Gerberto include questi 4 dati in quello di Gennaio-Dicembre.

Per Gerberto Giugno e Luglio costituiscono due situazioni simmetriche, così come Maggio e Agosto, Aprile e Settembre, Marzo ed Ottobre, Febbraio e Novembre e Gennaio e Dicembre.

Come dire che la scelta di presentare questi dati a coppia corrisponda a quella di piazzare il Solstizio esattamente in mezzo tra Dicembre e Gennaio, cioè il primo del mese di Gennaio. Mentre ai suoi tempi il solstizio d'inverno, a causa del ritardo accumulato dal calendario giuliano sui fenomeni astronomici, cadeva attorno al 13 Dicembre.

La tabella delle durate della notte sono ottenute da Gerberto come complemento a 24 ore.

Come mai i dati calcolati da Gerberto differiscono da quelli secondo i dettami di Marziano Capella, ed inoltre sono in minore accordo con i dati calcolati analiticamente?

La scelta fatta da Gerberto di considerare i mesi dell'anno a coppia, tra le variabili indipendenti del calcolo, fa sì che egli abbia trascurato nel dato dei due mesi Dicembre-Gennaio l'incremento di 1/12 previsto per il primo mese di distanza temporale dal solstizio.

GERBERTO

Gerbertus Papa Constantino Miciacensi Abbati ⁶⁰

Gerbertus Constantino

Sphaera, mi frater, de qua quaeris ad coelestes circulos vel signa ostendenda, componitur ex omni parte rotunda: quam dividit circumducta linea mediam aequaliter in LX partibus⁶¹ divisa. Ubi itaque constituis caput lineae, unum circini pedem fige, et alterum pedem e regione ibi constitue, ubi VI⁶² partes finiuntur de LX partibus praedictae lineae; et dum circinum circumduxeris, XII⁶³ partes includis. Non⁶⁴ mutato primo pede, secundus pes extenditur⁶⁵ usque ad locum quo de praedicta linea undecima pars finitur; et ita circumducitur, ut XXII⁶⁶ partes circumplectatur. Eodemque modo adhuc pes usque ad finem quintae decimae partis praedictae lineae protenditur et circumductione XXX partes habens media sphaera secatur. Tunc mutato circino in altera parte sphaerae, ubi primum pedem fixeras, attendens, ut contra statuas, praedictam rationem mensurae circumductionis et partium complexionis ⁶⁷ observabis. Nam V solummodo erunt circumductiones, quorum media aequalis est lineae in ⁶⁸ LX partibus divisae. Altero igitur istorum hemisphaerium sumpto interius ⁶⁹ cavato, et ubi circini alterum pedem circini posuisti, singola foramina facis, ut medietas foraminum illorum terminet praedictum hemisphaerium. Nam ita VII erunt foramina, in quibus singulis singulas semipedales fistulas constituis: eruntque duae extremae contra se positae, ut per utrasque, tamquam per unam videas. Ne vero fistulae hac illacque titubent, ferreo semicirculo, ad modum praefati hemisphaerii secundum suam quantitatem censurato et perforato, utere, quo superiores extremitates fisutlarum coherce: quae et in hoc differunt a fistulis

⁶⁰ Trascrivo le note dell'Olleris per questa lettera. Vid. MABILLONIS *Vetera Analecta* Paris. 1723. Codd. Par. **1094**. Carn Vat. L. Costantino, insegnante elementare *grammaticus* di Fleury (St. Benoîtsur-Loire) divenne poi un docente avanzato *scholasticus* e quindi Abate di St. Mesmin-de-Micy attorno al 1004, fu uno dei pupilli di Gerberto, come riporta in nota la PRATT LATTIN citando il lavoro di F. M. WARREN, *Constantine of Fleury*, *985-1014*, Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences, **XV**, 285-292 (1909).

⁶¹ Vat, partes.

⁶² An VI?

⁶³ An VIII?

⁶⁴ Mab. Nam.

⁶⁵ Vat. extendatur.

⁶⁶ Vat. XL. Carn. L. XXII Mab. XII.

 $^{^{\}rm 67}$ L. Carn. complexiones.

⁶⁸ L. Carn. omitt. in.

⁶⁹ Vat. intusque.Carn. L. intus cujus.

organicis, quod per omnia aequalis sunt⁷⁰ grossitudinis, ne quid offendat aciem per eas coelestes circulos contemplantis. Semicirculus vero⁷¹ quorum digitorum ferme sit latitudinis, ut omne hemisphaerium⁷² XXX partes habet longitudinis, servans aequalem rationem divisionis, qua perforatus⁷³ fistulas recipit. Notato itaque nostro boreo polo, descriptum hemisphaerium taliter pone sub divo, ut per utrasque fistulas, quas diximus extremis, ipsum boreum polum libero intuitu cernas. Si autem de polo dubitas, unam fistulam tali loco constitue, ut non moveatur tota nocte, et per eam stellam auspice quam credis esse polum: nam si polus est, eam tota nocte poteris suspicere; sin alia, mutando loca non occurrit visui paulo post per fistulam. Igitur praedicto modo locato hemisphaerio, ut non moveatur ullo modo, prius⁷⁴ per inferiorem et superiorem primam fistulam boreum polum, per secundam arcticum circulum, per tertiam aestivum 75, per quartam aequinoctialem, per quintam hiemalem, per sextam antarcticos circulos metiri⁷⁶ poteris. Pro polo vero antarctico, quia⁷⁷ sub Terra est, nihil coeli sed Terra tantum per utrasque fistulas intuenti occurrit.

⁷⁰ Vat. sint crassitudinis.

⁷¹ Vat. ergo.

⁷² L. Carn. add. *qui*.

⁷³ L. Carn. *perforatum*.

⁷⁴ Vat. omitt. *prius*.

⁷⁵ Vat. solstitialem.

⁷⁶ An. intueri?

⁷⁷ L. Carn. qui.

L'emisfera di Gerberto nella lettera a Costantino di Fleury (978)

RHEIMS, 978?⁷⁸

Gerberto spiega a Costantino,⁷⁹ grammatico di Fleury, la costruzione di un emisfero per fare osservazioni astronomiche.

In risposta alla vostra domanda riguardo la sfera per dimostrare i cerchi celesti e le costellazioni, fratello mio, essa è fatta completamente rotonda, divisa egualmente a metà dalla circonferenza, che è stata divisa in 60 parti. 80 Metti un piede del compasso ovunque tu pensi che sia l'inizio della circonferenza e l'altro piede su quel punto che comprende 6 delle 60 parti della circonferenza sopracitata; e mentre fai ruotare il compasso, comprenderai 12 parti. 81 Senza cambiare il primo piede, il secondo viene esteso fino al punto sulla circonferenza che comprende l'undicesima parte;82 e viene ruotato in modo da abbracciare 22 parti. Come prima, il piede si estende fino alla quindicesima⁸³ parte della summenzionata linea e con questa rotazione del compasso, si taglia metà della sfera con 30 parti. Poi, col compasso spostato sull'altra parte della sfera, fare particolare attenzione al punto in cui si posizionerà il primo piede del compasso, in modo che questo sia esattamente opposto, e utilizzare lo stesso metodo per misurare la circonferenza e l'iscrizione delle parti. Ora ci saranno solo 5 cerchi e quello di mezzo è uguale alla linea divisa in 60 parti.

Quindi, prendi uno di questi emisferi e, dopo averlo vuotato,⁸⁴ pratica un foro in ciascun punto sulla detta linea dove hai posto l'altro piede del compasso per fare i cerchi, cosicché questi punti sulla circonferenza si troveranno nel mezzo dell'apertura.

Inoltre, pratica fori separati ai poli della sfera dove hai posto il primo piede del compasso, cosicché il centro di questi fori determini il confine del suddetto emisfero; ora ci saranno sette⁸⁵ aperture in ciascuna delle quali tu

 $^{^{78}}$ La datazione è quella della PRATT LATTIN, suo è anche il punto interrogativo.

⁷⁹ Traduzione Italiana sui testi latini in BUBNOV, *Gerberti Opera Mathematica*, pp. 25-28 e in Olleris, *op. cit.*, pp. 479-480.

⁸⁰ Ogni parte corrisponde a 360°/60=6°.

⁸¹ Il circolo artico è posto a 36° dal polo, 54° dall'equatore, descrive le stelle circumpolari, che non tramontano mai, secondo la latitudine di Rodi, secondo la tradizione manualistica latina.

⁸² Il raggio è di 66°, dunque si descrive il circolo del Tropico del Cancro a 24° a Nord dell'Equatore.

⁸³ Altri 24° a Sud (4 volte 6°) portano a descrivere l'Equatore.

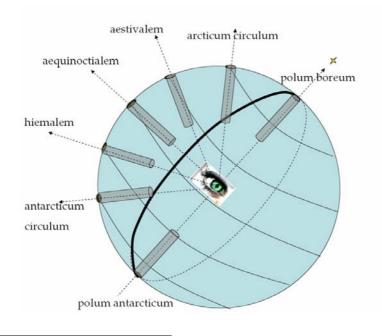
⁸⁴ Le sfere erano vuote. In modo da potervi collocare anche i modelli dei segni e dei pianeti, seguendo la descrizione di Richero di Reims, si veda oltre. La divisione degli emisferi viene qui fatta lungo un meridiano.

⁸⁵ Due sono i poli opposti, due sono sui circoli circumpolari, due sui tropici ed una sull'equatore.

La Sfera da Gerberto al Sacrobosco

poni tubi lunghi mezzo piede; i due alle estremità saranno opposti l'uno all'altro in modo da poter vedere attraverso entrambi come se fossero uno. Per evitare che i tubi vadano di qua e di là, utilizzare un semicerchio di ferro misurato e perforato nelle stesse proporzioni dell'emisfero summenzionato e legarvi le estremità superiori dei tubi. Essi sono diversi dalle canne d'organo per essere tutti della stessa dimensione e per non distorcere la visione di chi osservasse i cerchi dei cieli. In verità, fa sì che il semicerchio sia ampio quasi due pollici e che abbia trenta parti di lunghezza, come l'intero emisfero; e usa le stesse misure per dividerlo in modo da centrare i tubi correttamente nei loro rispettivi fori.

Allo stesso modo, quando la nostra ⁸⁶ stella polare sarà visibile, poni l'emisfero che abbiamo descritto a cielo aperto in modo che, guardando attraverso le estremità dei tubi, si possa vedere la stessa stella polare senza ostacoli. Se dubiti che questa sia la stella polare, sistema un tubo in una posizione tale che non si muova durante la notte⁸⁷ e guarda verso quella stella che credi che sia la stella polare. Se è la stella polare, potrai vederla per tutta la notte, se è una qualunque altra stella, non sarà più visibile attraverso il tubo perché avrà cambiato posizione.

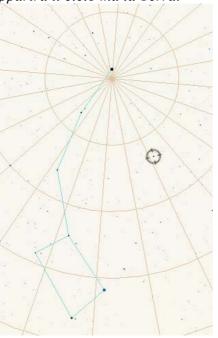


_

⁸⁶ L'attuale Polare era a ben 6°21' dal polo.

⁸⁷ Il tubo per traguardare di Gerberto riportato in un manoscritto di San Gallo del 982, andato perduto, è stato menzionato tra gli strumenti di precisione fino al 1500 come un precursore del telescopio da DICKE nel III volume di *Storia della Tecnologia* a cura di SINGER, HOMYARD, RUPERT HALL e WILLIAMS, Boringhieri (Torino) 1963.

Quindi, avendo posto l'emisfero nel suddetto modo così da renderlo inamovibile, potrai determinare il Polo Nord attraverso il primo tubo inferiore e superiore, il circolo Artico attraverso il secondo, il circolo estivo attraverso il terzo, l'equinoziale attraverso il quarto, l'invernale attraverso il quinto, il circolo Antartico⁸⁸ attraverso il sesto. Quanto alla Stella del Polo Sud, essendo sotto la Terra, a chiunque cerchi di vederlo attraverso entrambi i tubi, non apparirà il cielo ma la Terra.



Nel cerchio nero è evidenziata la stella polare al tempo di Gerberto: la HR 4893 di magnitudine 5.23. Alla sua sinistra l'Orsa Minore.

La Pratt Lattin notava che questa stella poteva essere, all'epoca la δ oppure la ϵ Ursae Minoris, stelle rispettivamente di magnitudine 4.36 e 4.23. Invece si tratta della stella HR 4893 del catalogo "Harvard revised" di magnitudine 5.28, che si trovava ad 1°04' dal polo Nord celeste nel 978. Essa è individuabile nella parte interna dell'arco descritto dalle stelle dell'Orsa Minore, presso il centro ideale di questo arco. La sua individuazione è stata fatta "precessionando" il polo nord celeste del 978 all'epoca 2000.0 con il programma Ephemvga.

⁸⁸ È il circolo che contiene le stelle che non si vedono mai da Rodi, sotto i 54° di declinazione Sud, per questo è tangente, da sotto, all'orizzonte.

⁸⁹ Il programma freeware può essere scaricato da <u>www.icra.it/solar</u> oppure da <u>www.santamariadegliangeliroma.it</u> menù meridiana sottomenù calcolo delle effemeridi.

Il tubo per traguardare di Gerberto

Gerberto nella storia della tecnologia ⁹⁰ è menzionato sia per lo squadro geometrico, che per l'astrolabio che anche per il tubo per traguardare.

Lo squadro a ombra era noto ai musulmani dal tempo di al-Khwarizmi (ca. 840) e fu introdotto in Europa da Leonardo da Pisa (ca. 1220). Lo squadro geometrico era pure noto ai musulmani, ma benché fosse stato introdotto in Europa da Gerberto non divenne popolare fino allo sviluppo di metodi trigonometrici pratici di misurazioni indirette da parte del Peurbach (ca. 1450) e dal sorgere del rilevamento strumentale nel sedicesimo secolo.

Quanto a Gerberto e l'astrolabio, si ritiene che Al Fāzāri (ca. 800) sia stato il primo a scriverne.

Il più antico testo europeo sullo strumento, il *Sentientiae Astrolabii* (seconda meta del decimo secolo) attribuito a Gerberto, descrive l'uso ma non la costruzione del congegno. Dettagli completi sulla costruzione geometrica furono forniti per la prima volta da Hermannus Contractus, abate di Reichenau, nel suo *De mensura Astrolabii*, verso la metà del XI sec.

Riguardo al tubo per traguardare di Gerberto ci è pervenuta un'immagine da un manoscritto di San Gallo, ora perduto. Un tubo simile adoperato senza sostegno viene rappresentato in un manoscritto del XIII sec.

Esistono miniature in manoscritti medievali che mostrano l'astronomo nell'atto di guardare in un lungo tubo tenuto in mano o su un sostegno. Queste illustrazioni potrebbero far sorgere il sospetto che lo strumento avesse lenti e, per quanto gli indizi siano deboli, quest'idea non può essere scartata a priori semplicemente a causa della grande improbabilità che questa invenzione sia stata fatta in tempi così remoti.

A quanto pare ci sono due gruppi di illustrazioni, in uno il tubo è montato su un sostegno, nell'altro è a forma di tromba e tenuto davanti all'occhio. Il primo tipo si trova unito a un testo di Gerberto nel manoscritto di San Gallo del 982, ora perduto.

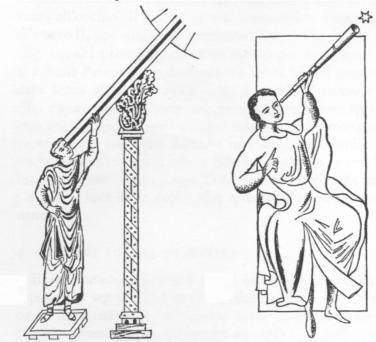
Per effettuare questo calcolo basta impostare nel database ephem.db che si apre e modifica con notepad il punto di coordinate 90° di declinazione e 0 h di ascensione retta, epoca 978.0 e sceglierlo come oggetto X da visualizzare. Poi si imposta l'epoca dei nostri cataloghi stellari (2000.0) e se ne guardano le coordinate attuali. La stella visibile ad occhio nudo più vicina a queste coordinate è appunto la HR 4893, stella di quinta grandezza nella costellazione della Giraffa (Camelopardalis) ad 1° 04' dal vero polo boreale. Il catalogo consultato è il *Bright Stars Catalogue* di Dorrit HOFFLEIT, Yale University Press, New Haven, CT (1984) 4th edition, disponibile anche su web al sito SIMBAD dell'Astronomical Data Center di Strasburgo.

⁹⁰ Storia della Tecnologia, a cura di C. SINGER, E. J. HOLMYARD, A. RUPERT HALL e T. I. WILLIAMS, Boringhieri (Torino) 1963; vol 3. Il rinascimento e l'incontro di scienza e tecnica cap. 22 Strumenti di Precisione fino al 1500, di Derek J. PRICE.

39

Lo strumento è presentato come un mezzo per osservare il polo celeste; è rivolto alla stella Polare da un insegnante e i suoi scolari possono guardarvi e apprendere senza errore di quale stella si tratti. È proprio il testo della lettera a Costantino di Fleury che abbiamo appena esaminato.

Il secondo tipo rende più perplessi, non ha sostegno e nessun testo lo descrive, talvolta è sostituito da una bacchetta magica confacente all'astronomo mago. Forse il tubo serviva da imbuto per concentrare i raggi di luce delle stelle, idea questa in accordo con i concetti aristotelici.



A sinistra il disegno riproduce il manoscritto del 982 di San Gallo, andato perduto. A destra è la riproduzione di una figura di un manoscritto del secolo XIII dove lo strumento è tenuto in mano senza sostegno.

La Sfera di Gerberto nella biografia di Richero di Reims (998) 91

50. Sperae solidae compositio .---Ratio [Col. 0103C] vero astronomiae quanto sudore collecta sit, dicere inutile non est, ut et tanti viri sagacitas advertatur, et artis efficacia lector commodissime capiatur. Quae cum pene intellectibilis sit, tamen non sine admiratione quibusdam instrumentis ad cognitionem adduxit. Inprimis enim mundi speram ex solido ac rotundo ligno argumentatus, minoris similitudine, majorem expressit. Quam cum duobus polis in orizonte obliquaret, signa septemtrionalia polo erectiori dedit, australia vero dejectiori adhibuit. Cujus positionem eo circulo rexit, qui a Graecis orizon, a Latinis limitans sive determinans appellatur, eo quod in eo signa quae videntur ab his quae non videntur distinguat ac limitet. Qua in orizonte sic collocata, ut et ortum et occasum signorum utiliter ac probabiliter [Col. 0103D] demonstraret, rerum naturas dispositis insinuavit, instituitque in signorum comprehensione. Nam tempore nocturno ardentibus stellis operam dabat; agebatque ut eas in mundi regionibus diversis obliquatas, tam in ortu quam in occasu notarent.

50. Composizione della Sfera solida

E nemmeno è inutile descrivere con quanto sudore abbia messo insieme i fondamenti dell'astronomia, che erano stati tali da catturare totalmente l'intelligenza di quell'uomo di tal fatta, e che talmente bene spiegò da consentire a qualunque suo lettore di valutare e lasciarsi accattivare con grande facilità dall'efficacia di quell'arte. E non appena l'astronomia gli divenne un poco comprensibile⁹², escogitò, non senza ammirazione, alcuni nuovi strumenti per l'apprendimento della stessa. Dopo essersi costruito secondo ragionamenti scientifici una sfera del mondo (cielo) in legno robusto, spiegò la maggiore (il mondo) per somiglianza con la minore (quella di legno). Dopo aver inclinato sull'orizzonte la sfera con i due poli, attribuì i segni (zodiacali) settentrionali al polo superiore, quelli australi al

⁹¹ Ho lavorato sulla traduzione di Laura C. PALADINO in Archivum Bobiense 27-28, 2005/06, p. 167-

<sup>256.

92</sup> Intellectibilis è relativo ad una realtà che è al di fuori della materia ancora non si è degenerata

1. de la la la consenzione dell'intellectibile. venendo a contatto con i corpi. C'è poi il grado intelligibile ovvero la degenerazione dell'intellettibile, e poi quello degli esseri viventi. Questa è la divisione dei gradi dell'essere secondo Boezio. La teologia è intellettibile, la matematica intelligibile e la fisica naturale [cfr. Fabio SIGISMONDI, Gerberto d'Aurillac, il Tratto de Rationali et Ratione Uti e la Logica del X secolo, 2007 p. 56]. Nel successivo titolo di paragrafo ho tradotto intellectilium con immateriali. Qui Richero usando questo termine è come se mostrasse l'avvicinamento dell'intellettibile al mondo naturale mediante gli strumenti inventati da Gerberto, homo faber rinascimentale ante litteram.

polo inferiore, e la loro posizione regolò⁹³ con quel circolo che i Greci chiamano orizzonte, i latini "circolo limitante o determinante", in modo tale che in esso potesse distinguere e limitare i segni (zodiacali) che si vedono da quelli che non si vedono. Collocata dunque la sfera sull'orizzonte, in modo tale da poter dimostrare chiaramente e con buona approssimazione il sorgere e il tramontare dei segni, insegnò ai suoi allievi la geografia astronomica, e li educò alla comprensione dei segni. Infatti si dedicava alle stelle scintillanti nel tempo notturno⁹⁴ e si industriava perché [gli studenti] notassero, sia nel loro sorgere che nel loro tramonto, quelle declinate (ruotanti⁹⁵) in diverse regioni del mondo (cielo).

51. *Intellectilium circulorum comprehensio*. — Circuli quoque qui a Graecis paralleli, a Latinis aequistantes dicuntur, quos etiam incorporales esse dubium non est, hac ab eo arte comprehensi noscuntur. [Col. 0104A] Effecit semicirculum recta diametro divisum. Sed hanc diametrum fistulam constituit, in cujus cacuminibus duos polos boreum et austronothum notandos esse instituit. Semicirculum vero a polo ad polum 30 partibus divisit. Quarum sex a polo distinctis, fistulam adhibuit, per quam circularis linea arctici signaretur. Post quas etiam quinque diductis, fistulam quoque adjecit, quae aestivalem circulationem indicaret. Abinde quoque quatuor divisis, fistulam identidem addidit, unde aequinoctialis rotunditas commendaretur. Reliquum vero spatium usque ad notium polum, eisdem dimensionibus distinxit. Cujus instrumenti ratio in tantum valuit, ut ad polum sua diametro directa, ac semicirculi productione superius versa, circulos visibus inexpertos, [Col. 0104B] scientiae daret, atque alta memoria reconderet.

51. Comprensione dei circoli immateriali

Oggi si conoscono pure, grazie al suo studio svolto a regola d'arte, i circoli che dai Greci sono definiti paralleli, dai latini equidistanti, sui quali non v'è dubbio che siano incorporei. Divise a metà la sfera, in due semicerchi

.

⁹³ Secondo Marco Zuccato [Gerbert's Islamicate Celestial Globe, Archivum Bobiense Studia V, 167-186, 2005] questo verbo *regere*, regolare, indica che la sfera era munita di un cerchio mobile per definire l'orizzonte locale, estraneo alla tradizione latina, ma non a quella islamica.

⁹⁴ Qui un'altra traduzione vede Gerberto in osservazione notturna, ma è più logico il porre attenzione alle stelle, che si vedono di notte e che sono a diverse declinazioni, piuttosto che queste vengano osservate da diverse latitudini.

Abbiamo il termine *obliquantes*, ed il verbo *obliquare* che ritorna nel terzo libro della Sfera del Sacrobosco. È legato all'inclinazione dell'asse del mondo sul piano dell'orizzonte (la latitudine dell'osservatore) ed al conseguente moto delle stelle fisse che *obliquano* con diverse inclinazioni durante il loro corso. Al meridiano si muovono parallelamente all'orizzonte, e l'inclinazione diventa massima al loro sorgere e tramontare.

separati da una retta-diametro, che costruì con un tubo, e sulle cui sommità decise di segnare i due poli di Borea (Nord) e Austronoto (Sud). Poi divise in trenta parti uno dei due semicerchi da polo a polo. Contò sei parti dal polo (Nord), e ivi collocò un tubo che segnasse la linea del circolo artico. Poi ne contò altri cinque, e aggiunse un altro tubo, che indicasse il circolo estivale. Poi ne contò altri quattro, e aggiunse un altro tubo, da cui fosse definito il circolo equinoziale. E suddivise secondo le stesse modalità, al rovescio, tutto lo spazio restante fino al polo meridionale. La struttura di questo strumento fu assai utile perché dirigendo il suo diametro al polo e il suo semicerchio prolungato verso il cielo, i circoli sconosciuti venivano alla luce (identificati) e stampati nella memoria profonda.

52. Sperae compositio planetis cognoscendis aptissima. — Errantiumque siderum circuli cum intra mundum ferantur, et contra contendant, quo tamen artificio viderentur scrutanti non defuit. Inprimis enim speram circularem effecit; hoc est ex solis circulis constantem. In qua circulos duos qui a Graecis coluri, a Latinis incidentes dicuntur, eo quod in sese incidant complicavit; in quorum extremitatibus polos fixit. Alios vero quinque circulos, qui paralleli dicuntur, coluris transposuit, ita ut a polo ad polum 30 partes, sperae medietatem dividerent; idque non vulgo neque confuse. Nam de 30 dimidiae sperae partibus a polo ad primum circulum, sex constituit; [Col. 0104C] a primo ad secundum quinque; a secundo ad tertium, quatuor; a tertio ad quartum, itidem quatuor; a quarto ad quintum, quinque; a quinto usque ad polum, sex. Per hos quoque circulos eum circulum obliquavit, qui a Graecis loxos, vel zoe, a Latinis obliquus vel vitalis dicitur, eo quod animalium figuras in stellis contineat. Intra hunc obliquum, errantium circulos miro artificio suspendit. Quorum absidas, et altitudines a sese etiam

_

⁹⁶ Il circolo polare artico risulta qui 6/30 di 180° dal polo, ovvero 36° dal polo, 54° di declinazione Nord. Noi siamo abituati a considerare tale circolo come quello dove il giorno del solstizio invernale il Sole lambisce l'orizzonte Sud dando luce per un tempo che sarebbe nullo se non ci fosse l'atmosfera. Invece Gerberto segue la suddivisione della sfera appresa dai classici greci, con le misure adatte alla latitudine di Rodi e Cnido. Questi circoli artici delimitavano la porzione di cielo accessibile alla vista durante tutto il corso dell'anno. M. ZUCCATO, op. cit., ABob Studia V, p. 175 li definisce circoli artici volgari, per distinguerli da quelli universali che dipendono solo dall'obliquità dell'eclittica. Solo con l'introduzione del cerchio di orizzonte questi circoli volgari sono stati eliminati. Questo cerchio di orizzonte appare nella descrizione della sfera solida di Tolomeo, Almagesto, libro VIII, 3. Poi ricompare insieme ai circoli artici in stile classico nella Sphaera descritta da Leontius, autore bizantino del VII secolo [LEONTIUS, Construction de la sphèere d'Aratus, par l'ingénieur Leontius, tradotto da Nicholas HALMA, Le Phénomènes d'Aratus ... et la Sphère de Leontius traduit, Paris 1821, p. 65-73], e nei globi celesti islamici.

 $^{^{97}}$ Il tropico del Cancro risulta altri 5/30 di 180° più a Sud, cioè 24° di declinazione Nord. Questo è in buon accordo con il valore dell'inclinazione ε dell'asse terrestre sul piano dell'orbita al tempo sia di Tolomeo ε =23°50' che di Gerberto ε =23°34'.

⁹⁸ L'equatore.

distantias, efficacissime suis demonstravit. Quod quemadmodum fuerit, ob prolixitatem hic ponere commodum non est, ne nimis a proposito discedere videamur.

52. Composizione della Sfera per la conoscenza dei pianeti

E non mancò a chi osservava con questo strumento, di vedere come i circoli delle stelle erranti fossero trasportati e retrocedessero nel(la sfera del) mondo. Costruì dunque una sfera circolare, cioè risultante da soli circoli. In essa segnò, in modo tale che fossero reciprocamente incidenti, i due circoli che sono detti coluri dal Greci, incidenti dai Latini; alle loro intersezioni fissò i poli. Oltre ai coluri collocò altri cinque circoli, che sono detti paralleli (ai coluri), sicchè da polo a polo ogni semifera fosse suddivisa verticalmente in 30 parti. E ciò fece non a caso né in modo confuso. Infatti delle 30 parti di una delle due semisfere dal polo al primo circolo ne contò sei; 99 dal primo al secondo, cinque; 100 dal secondo al terzo, quattro; 101 dal terzo al quarto, di nuovo quattro; 102 dal quarto al quinto, cinque; 103 dal quinto al polo, sei. 104 Inoltre lungo questi circoli tracciò obliquamente quel circolo che dai Greci è detto loxos (obliquo) o zoe (vita), dai Latini obliquo o vitale, perché contiene figure di animali in stelle. All'interno di questo circolo obliquo sospese con un mirabile artificio 105 i circoli delle stelle erranti, e chiarì ai suoi allievi in modo efficacissimo i loro archi, le altezze e le reciproche distanze. Come abbia fatto ciò, non è agevole descriverlo qui perché sarebbe troppo lungo, e non è il caso, perché non sembri che ci si stia troppo allontanando dal proposito dell'opera.

53. Aliae sperae compositio signis cognoscendis idonea. — Fecit praeter haec speram alteram [Col. 0104D] circularem, intra quam circulos quidem non collocavit, sed desuper ferreis atque aereis filis signorum figuras complicavit. Axisque loco, fistulam trajecit, per quam polus coelestis notaretur, ut eo perspecto, machina coelo aptaretur. Unde et factum est, ut singulorum signorum stellae, singulis hujus sperae signis clauderentur. Illud

⁹⁹ Circolo artico a 54° di declinazione Nord.

¹⁰⁰ Tropico del Cancro a 24° Nord.

¹⁰¹ Equatore o equinoziale.

¹⁰² Tropico del Capricorno a 24° Sud.

¹⁰³ Circolo antartico a 54° di declinazione Sud. Comprende le stelle che non si vedono mai dalla latitudine di Rodi a 36° Nord.

¹⁰⁴ Polo Sud.

¹⁰⁵ Un'idea di questo mirabile meccanismo ce la dà la grande sfera armillare tolemaica conservata nel salone monumentale della Biblioteca Casanatense a Roma. Al suo interno sono rappresentati i pianeti ed il Sole.

quoque in hac divinum fuit, quod cum aliquis artem ignoraret, si unum ei signum demonstratum foret, absque magistro cetera per [Col. 0105A] speram cognosceret. Inde etiam suos liberaliter instruxit. Atque haec actenus de astronomia.

53. Composizione dell'altra sfera per la conoscenza dei segni

Costruì ancora un'altra sfera circolare, nella quale non collocò alcun circolo, ma dall'alto con fili di ferro e di bronzo, incluse le figure dei segni¹⁰⁶. In luogo dell'asse (del mondo), fece passare un tubo, per mezzo del quale potesse essere individuato il polo celeste, e, una volta individuato con cura questo, la macchina rappresentasse meglio il cielo. Perciò fece in modo che le stelle delle singole costellazioni fossero incluse nei singoli segni¹⁰⁷ di questa sfera. E questo strumento da lui escogitato era davvero straordinario, perché, qualora qualcuno non conoscesse l'arte dell'astronomia, se fosse stato indicato a lui un solo segno, senza alcun maestro, avrebbe potuto riconoscere gli altri grazie alla sfera. Perciò educò i suoi allievi in modo liberale. Tutto ciò dunque fece nell'astronomia.

_

¹⁰⁶ I segni sono settori di 30° della sfera del mondo, individuati dalla suddivisione dell'eclittica. Questa descrizione compare nel testo del Sacrobosco, quando specifica il concetto di segno, spicchio sferico che include anche tutti i corpi che si trovassero all'interno esteso da un polo all'altro. Sacrobosco è a conoscenza che per la precessione degli equinozi i segni e le costellazioni non coincidono più

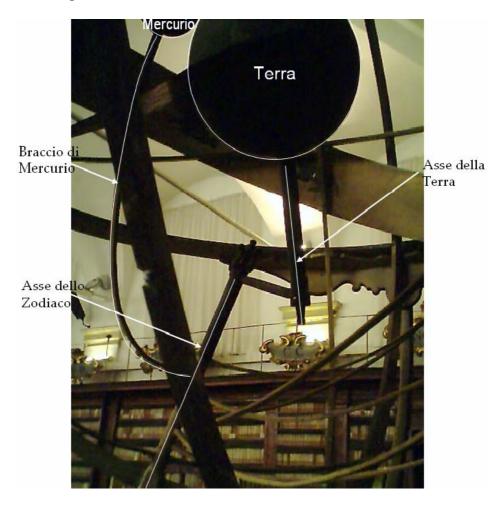
coincidono più.

107 Questa seconda sfera sembrerebbe più utile a mostrare il fenomeno della precessione degli equinozi che a spiegare i segni, tuttavia manca la menzione del polo dell'eclittica attorno a cui ruota l'asse terrestre per la precessione. Questa supposizione nasce dalla possibilità di far coincidere, tramite una rotazione, le stelle dei segni con i settori dei segni rappresentati sulla sfera. Le sfere non dovevano essere piene, ma delle armature costituite dai meridiani e i paralleli principali, in questo caso dai 12 meridiani corrispondenti ai segni.

Liberaliter, in modo nuovo, tale da renderli autonomi. Capaci di padroneggiare i concetti mediante un'immaginazione pratica.

La Sfera Armillare della Casanatense esempio di *mirum artificium* gerbertiano

Per comprendere la sfera tolemaica di Gerberto ci si riferisca alla sfera Armillare del Salone Monumentale della Biblioteca Casanatense, a Roma in via di S. Ignazio 52.



Dettaglio dell'interno della Sfera. © Biblioteca Casanatense.

Nell'immagine si distingue in primo piano una porzione di un cerchio meridiano e nell'interno della Sfera, dal basso da destra verso sinistra l'asse dello zodiaco. L'asse dello zodiaco parte dalla base della Sfera più grande. Da questo asse partono dei bracci a quarto di cerchio che sostengono

ognuno un pianeta: Luna, Mercurio, Venere, Sole, Marte Giove, Saturno e i nodi ruotanti dell'orbita lunare (bocca e coda del Dragone, come ha recentemente riscoperto la dottoressa Rita Fioravanti, bibliotecaria Casanatense, studiosa di Storia della Scienza, rileggendo la Sfera armillare proprio alla luce del testo del Sacrobosco. L'asse dello zodiaco termina con un perno che sostiene un braccio diritto su cui è imperniato l'asse polare della Terra, che si discosta di 23° 30' da quello zodiacale. Con l'artificio dei bracci di un quarto di cerchio che partono dall'asse dello zodiaco, il centro di ciascuna orbita è approssimativamente il centro dello zodiaco, e non la Terra, rappresentando visivamente, in questo modo, la posizione degli eccentrici e degli equanti tolemaici.

Tuttavia la Terra, grazie al braccio traverso che ne sostiene l'asse polare, è sospesa anch'essa praticamente al centro stesso dello zodiaco, mostrando che le eccentricità delle orbite sono piccole.

La semplicità e l'efficacia geniale con cui questo modello rappresenta il modello tolemaico del Mondo ci può dare un'idea di cosa Gerberto abbia potuto realizzare negli anni del suo insegnamento a Reims a partire dal 972. Le sue sfere erano un'opera tanto istruttiva da rimanere indelebile nella memoria di Richero, che scrisse la sua Historia entro il 998, quindi oltre 20 anni dopo.

Bibliografia della prima parte

S. BENEDETTO da Norcia, La Regola, Subiaco 2001

BUBNOV, Gerberti Opera Mathematica, Berlino 1899, ristampa Hildesheim 1963

COARELLI, Filippo, Roma Sepolta, Curcio (Roma) 1984

COPERNICO, Nicola, *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, Classici UTET (Torino) 1979

COPERNICO, Nicola, *De Revolutionibus Orbium Coelestium – La Costituzione Generale dell'Universo*, a cura di A. Koyré, Einaudi (Torino) 1975

DUFFET SMITH, Peter, Astronomia Pratica con l'uso del calcolatore tascabile, Sansoni (Firenze) 1983

HOFFLEIT, Dorrit, *Bright Stars Catalogue* 4th edition, Yale University Press (New Haven) 1984

INCERTI, Manuela, *Architettura Sacra Medievale ed Archeoastronomia*, in L'Uomo Antico e il Cosmo, Atti dei convegni Lincei 171, Accademia Nazionale dei Lincei, Roma, pp. 338-401, 2001

KOYRÉ, Alexandre, Dal Mondo del Pressappoco all'Universo della Precisione, Einaudi (Torino) 2000

MATERNI, Marta, Gerberto d'Aurillac: un maestro delle artes reales (Aritmetica, Musica, Astronomia, Geometria), Spolia (Roma) 2007 Media Aetas, 2. Collana di studi medievali diretta da Teresa Nocita

MC CLUSKEY, Stephen C., Astronomies and Cultures in Early Europe, Cambridge University Press (Cambridge) 1998

NUVOLONE, Flavio G. ed., «Zhses», «che tu viva!», Dall'eredità scientifica pluriculturale della Catalogna, ai risvolti contemporanei Archivum Bobiense 29 (Bobbio) 2008

NUVOLONE, Flavio G. ed., Gerberto d'Aurillac-Silvestro II, linee per una sintesi, Archivum Bobiense –Studia V (Bobbio) 2005

NUVOLONE, Flavio G., *Gerberto e la Musica*, Archivum Bobiense Studia V, Bobbio (2005) p. 145-164. 1

NUVOLONE, Flavio G., La Presenza delle Cifre Indo-arabe nel Carmen Figurato di Gerberto, Archivum Bobiense 26, 321-372 (Bobbio) 2004

NUVOLONE, Flavio G., Appunti e Novità sul Carme Figurato di Gerberto d'Aurillac e la sua Attività a Bobbio, Archivum Bobiense 25, 227-345 (Bobbio) 2003

NUVOLONE, Flavio G. ed., Gerberto d'Aurillac da Abate di Bobbio a Papa dell'anno 1000, Archivum Bobiense –Studia IV (Bobbio) 2001

OLLERIS, Alexandre, *Oeuvres de Gerbert, Pape sous le nom de Silvestre II*, Thibaud éd. (Clermont-Ferrand) 1867

OLDONI, Massimo, Gerberto e il suo fantasma. Tecniche della fantasia e della lettueratura nel Medioevo, Liguori Editore, Collana "Nuovo Medioevo", (Napoli) 2008

PALADINO, Laura C., La biografia di Gerberto nella Historia Francorum di Richero di Reims. Con commento e traduzione criticamente riveduta, Archivum Bobiense **27-28**, 2005/06, p. 167-256.

PALAGIANO, Cosimo, *Gerberto e la Medicina*, Geografia **103-104** p. 76-80 (Roma) 2003

PLINIO IL VECCHIO, Naturales Quaestiones, XXXVI 72

PRATT LATTIN, Harriet, *The Letters of Gerbert with his papal privileges as Sylvester II*. Translated with an Introduction by Harriet Pratt Lattin, Columbia University Press (New York) 1961

PRICE, Derek J., *Strumenti di Precisione fino al 1500*, in Storia della Tecnologia vol 3, a cura di C. Singer E. J. Holmyard A. Rupert Hall e T. I. Williams, Boringhieri (Torino) 1963

RICHÉ, Pierre, *Il Papa dell'Anno Mille –Silvestro II*, Edizioni Paoline (Cinisello Balsamo) 1988

RICHERO di Reims, *Historia Francorum 888-995*, edito e tradotto da R. Latouche, Voll. I, II. Paris 1930, 1937. *Les Classiques de l'histoire de France au moyen age*.

SANTI, Erminia, *Gerberto e la Musica*, Geografia **103-104** p. 81-85 (Roma) 2003

SIGISMONDI, Costantino, Gerberto e la Misura delle Canne d'Organo, Archivum Bobiense **29 p.** 351-392 (Bobbio) 2008

SIGISMONDI, Costantino, [a cura di] *Meridiani e Longitudini a Roma*, Semestrale di Studi e Ricerche di Geografia (Roma) 2006

SIGISMONDI, Costantino, *Gerberto: lo Scienziato che divenne Papa*, 21^{mo} Secolo Scienza e Tecnologia **5** p. 3-11 (Milano) 2006

SIGISMONDI, Fabio, Gerberto d'Aurillac Il trattato De Rationali et Ratione Uti e la Logica del X secolo, Ateneo Pontificio Regina Apostolorum (Roma) 2007

STAHL, Wilhelm H., La Scienza dei Romani, Laterza (Bari) 1974

TOSI, Michele ed., *Gerberto, scienza, storia e mito*, Archivum Bobiense – Studia **II** (Bobbio) 1985

TOLOMEO, Claudio, Geografia, Libro I, capitolo XXIII.

TRENTIN, Alessandro, *I meravigliosi segni del tempo della "meridiana di Augusto"*, L'osservatore Romano, 12-1-2006 p. 9.

ZANNA, Paolo e Costantino SIGISMONDI, Dùngal, letterato e astronomo. Note di stilistica e di astronomia sulla Lettera a Carlo Magno circa le eclissi di Sole dell'810. Archivum Bobiense 26, 197-296 (Bobbio) 2004.

ZIMMERMANN, Michel, *La Catalogne de Gerbert*, in *Gerbert l'Européen*, Charbonnel-Iung éditeurs Mémoires de la société « La Haute-Auvergne » **3**, Aurillac 1997, p. 86.

ZUCCATO, Marco, *Gerbert's Islamicate Celestial Globe*, Archivum Bobiense Studia V, 167-186, 2005

ZUCCATO, Marco, Gerbert of Aurillac and a Tenth Century Jewish Channel for the Transmission of Arabic Science to the West, Speculum **80**, p. 742-763, 2005

La Sfera del Sacrobosco in lingua toscana

La sfera del Sacrobosco è stato un testo di Astronomia in uso nelle Università da metà del duecento fino a tutto il settecento.

Ripubblichiamo qui la versione in *lingua toscana* tradotta ed annotata dal perugino Pier Vincenzo Dante de Rinaldi nel 1498, contemporanea ai soggiorni italiani di Copernico, ma anteriore ad ogni testo sull'eliocentrismo. Nel 1574, a soli trentun'anni dalla morte di Copernico (1543), il grande astronomo Egnazio Danti (1536-1586), nipote di Pier Vincenzo Dante de Rinaldi, curò la prima pubblicazione di questo testo, egli che era discendente del primo traduttore. Egnazio nella premessa dichiara di aver avuto egli stesso giovamento dalla lettura di questo testo.

Egnazio Danti costruì sfere armillari sulla facciata di Santa Maria Novella, ¹⁰⁹ il tracciamento di una prima linea meridiana nella chiesa di San Petronio a Bologna, ma in primis, il lavoro per la riforma gregoriana del Calendario (1582) insieme al padre gesuita Cristoforo Clavio (1537-1612) ed al matematico e medico Antonio Giglio che presentò la proposta sulla riforma del computo pasquale del fratello Luigi Giglio (1510-1576) pure lui medico e matematico. 110

Danti realizzò anche la meridiana a camera oscura nella Torre dei venti in Vaticano per mostrare al papa Gregorio XIII i risultati della riforma. ¹¹¹

Dal suo avo abbiamo le eco vicinissime dei primi viaggi di Colombo, le sue misure in miglia italiane (>60) del grado di meridiano, e le considerazioni sulle definizioni dei cerchi paralleli della sfera celeste alternative a quelle ancora in uso dei circoli polari. Queste ci aiutano a capire le operazioni descritte da Richero di Reims a proposito della sfera costruita da Gerberto d'Aurillac per le sue dimostrazioni astronomiche. C'è una nota anche a proposito della deriva del calendario di Giulio Cesare rispetto alle stagioni, che riporta i 15 giorni di anticipo del calendario sulle stagioni.

¹⁰⁹ Simone Bartolini, Gli Strumenti Astronomici di Egnazio Danti sulla Facciata di Santa Maria Novella e la Misura del Tempo, Polistampa, Firenze (2008, in corso di pubblicazione). Thomas B. SETTLE, Egnazio Danti: le meridiane in Santa Maria Novella a Firenze e gli strumenti collegati, Giornale di astronomia 32, 91-98 (2006). Simone BARTOLINI, I Fori Gnomonici di Egnazio Danti in Santa Maria Novella, Polistampa, Firenze (2006).

¹¹⁰ George V. COYNE, La Riforma Gregoriana del Calendario, Giornale di Astronomia 32, pp. 33-36

<sup>(2006).

111</sup> Giulia Troili, *La Torre dei Venti in Vaticano*, in Costantino Sigismondi, Meridiani e Longitudini a Roma, Semestrale di Studi e Ricerche di Geografia 2006 (2) pp. 185-193Università "La Sapienza".

Il dibattito sulla trepidazione degli equinozi e i contributi dell'astronomia islamica

Pier Vincenzo Dante de Rinaldi nelle sue annotazioni considera la trepidazione degli equinozi: un moto dei cieli, rivelatosi poi inesistente, ripreso da fonti greche¹¹² dagli arabi per giustificare i loro dati osservativi che davano una precessione di 1° ogni 70 anni¹¹³ variata rispetto a quella di Tolomeo che dava 1° ogni 128 anni. La trepidazione fu considerata anche nel *de Revolutionibus Orbium Coelestium* di Copernico (1543). La trepidazione faceva mutare la velocità della precessione, ¹¹⁴ in modo da salvare sia le misure degli antichi che quelle degli arabi. ¹¹⁵

Lo spostamento dell'apogeo solare va in direzione opposta rispetto alla precessione, eppure Ybn Yūnus (Egitto † 1009) che poteva dimostrarne la differenza con quello di precessione scelse di attribuire ad entrambi il valore di 1° ogni 70 anni persiani ed ¼, che è prossimo al valore vero della precessione. Da fonti persiane [KING op. cit. p. 216] si sapeva già che la precessione degli equinozi era di 1° ogni 66 anni e 2/3. Fu Al-Biruni (Asia centrale, ca. 1025) il primo a separare il moto dell'apogeo solare da quello di precessione, ed Al Zarqali (ca. 1070) a darne i primi valori numerici.

114 Lo Pseudo-Thābit (IX ? sec.) e Al Zarqali (ca. 1070 in Andalusia) ne svilupparono il modello

matematico. Thabit diede un periodo di 4060 anni all'andirivieni dell'eclittica mobile rispetto a quella

con moto precessionale medio uniforme.

¹¹⁵ Nelle *Tavole Alfonsine*, compilate nel 1272 da un gruppo di astronomi spagnoli che lavoravano sotto la protezione di Alfonso X il saggio di Castiglia, il movimento di precessione degli equinozi era scomposto in due componenti. La prima era una rotazione uniforme di periodo 49000 anni (che vale in realtà circa 26000 anni) e la seconda ad un movimento oscillatorio attorno all'equinozio di periodo pari a 7000 anni. Olaf PEDERSEN, *Astronomia Europea nel Medioevo*, in C. Walker L'Astronomia prima del Telescopio, Laterza Bari, p. 260 (1997).

COPERNICO nel terzo libro del *De Revolutionibus Orbium Coelestium* constata [cap. 2] che l'obliquità dell'eclittica [inclinazione dell'asse terrestre sul piano orbitale, oggi di 23° 26'] ebbe un movimento minimo da Aristarco a Tolomeo [dal III sec. a. C. al II sec. d. C. stesso valore: 23° 51' 20"] e massimo da Tolomeo ad Albatenio [tra il II ed il IX sec. d. C. 23° 34'], mentre la latitudine eclitticale delle stelle resta costante [cap. 3], perciò propone una precessione media degli equinozi di 25816 anni nel qual tempo si compiono 15 cicli dell'anomalia più circa una ventottesima parte di essa. Avendo dunque un circolo completo dell'anomalia della precessione in 1717 anni, avremo anche, durante questo tempo, un mezzo periodo dell'obliquità, ed in 3434 anni l'intero suo giro di rivoluzione [cap. 6]. COPERNICO, *Opere*, UTET, Torino, 1979.

¹¹² Così afferma David A. KING, *Astronomia Islamica*, in WALKER, op. cit. p. 210. Gli arabi furono abili osservatori, ma mutuarono dal mondo classico greco alessandrino le conoscenze teoriche tramite scienziati cristiani.

scienziati cristiani.

Gli arabi avevano scoperto, rimisurando le date di inizio delle stagioni, che l'apogeo solare si era spostato di 15° in avanti rispetto al tempo di Tolomeo, che lo considerava fisso avendo adottato i valori di Ipparco per determinarlo. Questo è il loro maggiore contributo osservativo. L'apogeo solare si era spostato 15 giorni in avanti, passando dal segno dei Gemelli attorno al 26 maggio (a 24.5° dal solstizio in Cancro, efr. Tolomeo, *Almagesto* Libro III, cap. 3) verso quello del Cancro (dove si trova oggi al 4 luglio, 13° grado). La precessione degli equinozi, se l'apogeo fosse fisso, non ne modificherebbe la data [concetto identico a quello di segno e suo grado]. Gli equinozi e gli apsidi [perigeo ed apogeo] sono cambiati di data solo per lo sfasamento progressivo tra la durata dell'anno tropico e quella dell'anno civile giuliano. L'anno tropico è il tempo in capo al quale il Sole torna ad attraversare l'equatore celeste all'equinozio di Primavera, la sua durata tiene conto anche dello spostamento dell'equinozio dovuto alla precessione, e la sua misura con le meridiane è precisa anche senza sapere che esiste la precessione.

La Sfera da Gerberto al Sacrobosco

Lo gnomone di Toscanelli e le misure dell'obliquità

Fu Tycho Brahe a restaurare definitivamente l'astronomia 116 intraprendendo nuove osservazioni e costruendo per lo scopo gli strumenti più precisi ed anche più grandi possibili per la sua epoca. Tycho "inventò" l'osservatorio astronomico, visto che prima le osservazioni erano fatte in casa con strumenti buoni, ma non abbastanza grandi da raggiungere il minuto d'arco di precisione su tutte le misure. Fanno eccezione le grandi meridiane nelle chiese, e Paolo dal Pozzo Toscanelli (1397-1492) ne aveva realizzata una nel 1475 proprio nella Cattedrale di Firenze, con un foro gnomonico nella lanterna della cupola del Brunelleschi a 90 metri d'altezza "per vedere il sole a certi dì dell'anno". 117 La meridiana funziona solo nei pressi del solstizio d'estate. Probabilmente le prime osservazioni fatte allo gnomone fiorentino servirono per la determinazione della durata dell'anno e consentirono al Toscanelli di correggere le *Tavole Alfonsine* e *Toledane*. ¹¹⁸ Il senese Lucio Bellanti riporta nel 1502: "Poiché ai nostri dì è stato riconosciuto, che in Firenze i raggi solari passando per l'alta cima del Tempio, descrivono angoli diseguali; della quale inugualità è cagione il moto della sfera ottava [...]" ci autorizza a pensare che già Toscanelli abbia tentato di misurare la variazione dell'obliquità dell'eclittica. Danti aggiunse anche l'informazione che l'obliquità valeva 24° al tempo di Arato. 119

Piervincenzo Dante de Rinaldi riporta nella nota al libro I capitolo 4 che l'inclinazione dell'eclittica sull'equatore vale ai suoi tempi 23° 29'.

Confrontando con i dati riportati mezzo secolo dopo da Copernico nel *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, si vede come il Nostro non poteva aver preso i dati dal Regiomontano (1436-1476) o dal Peurbach (1423-1461), che danno entrambi 23° 28', ¹²⁰ né li abbia arrotondati da loro, mentre può averli presi da Domenico Maria Novara (1454-1504), che fu docente di astronomia e matematica a Bologna dal 1483, e che fu maestro anche di Copernico che

¹¹⁶ TYCHO BRAHE, *Astronomiae Instauratae Progymnasmata* (pubblicata postuma nel 1602) e *Astronomiae Instauratae Mechanica* (1598).

¹¹⁷ Cfr. F. MAZZUCCONI, P. RANFAGNI e A. RIGHINI, *Leonardo Ximenes S. J. e il grande gnomone di Santa Maria del Fiore, in Firenze*, Giornale di astronomia **32**, 83-90 (2006).

¹¹⁸ F. MAZZUCCONI et al., *op. cit.*, p. 85.

¹¹⁹ F. MAZZUCCONI et al., *op. cit.*, p. 85, che citano L. BELLANTI *Liber de Astrologica Veritate. Adversus Astrologos Responsiones* Venezia 1502. Anche John GRIBBIN alla voce Toscanelli *dell'Enciclopedia di Astronomia e Cosmologia* (Garzanti, Milano 1998, edizione originale inglese 1996) afferma che è probabile che Toscanelli abbia anche verificato l'entità della variazione dell'inclinazione dell'eclittica, problema già noto a quei tempi.

¹²⁰ Ferdinando JACOLI, *Intorno alla determinazione di Domenico Maria Novara dell'Obliquità dell'Eclittica*, Bullettino di Bibliografia e Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche, tomo X, Roma (1877), riporta i passi dell'*Almagestum Novum* (1655) del padre RICCIOLI, ferrarese come il Novara dove questi dati sono menzionati. La misura di Peurbach e Regiomontano è 23° 28', ma una volta corretta per la rifrazione diventa 23° 30'.

ASTRONOMIA FINO AL 1500

era venuto a Bologna nel 1496. Novara dà 23° 29' per l'inclinazione dell'eclittica nel 1500. 121

Novara sosteneva anche che a causa di uno spostamento del polo celeste alcune latitudini dell'Europa meridionale erano aumentate. Questa teoria porta forse il nostro Dante de Rinaldi a commentare nel libro III cap. 7 che alcune latitudini erano cambiate.

Non sembra una forzatura affermare qui che il traduttore in lingua toscana della Sfera Piervincenzo Dante de Rinaldi, abbia avuto una formazione culturale comune a quella di Copernico, avendo o conosciuto o letto le opere del Novara.

I commenti alla Sfera del Sacrobosco

Le citazioni dell'astronomo perugino Pier Vincenzo Dante de Rinaldi sono di Tolomeo (appena "rientrato" in Europa dopo la caduta di Costantinopoli, grazie al card. Bessarione, da versioni greche) Vitellione, e Peurbach, di cui Regiomontano aveva curato la prima edizione a stampa di un testo scientifico (1470). Pier Vincenzo Dante de Rinaldi conosce e rimanda anche agli altri testi del Sacrobosco (Algorismus, Compotus¹²²).

Il Sacrobosco a sua volta cita gli autori latini (principalmente poeti, come troviamo anche nell'erudito Dùngal, monaco irlandese alla corte di Carlo Magno) e l'arabo Alfragano.

Per queste ragioni la Sfera ed i suoi commenti sono di grande interesse storico.

Nel 1570 il padre Gesuita Cristoforo Clavio aveva pubblicato la sua prima edizione del *Commentarius* alla Sfera del Sacrobosco: un testo a livello tecnico molto più elevato della Sfera del Sacrobosco, di volume dieci volte tanto. Si tratta evidentemente di due testi indirizzati a diverse utenze. Clavio è adatto a specialisti di tutta Europa, scrive in latino e le edizioni saranno molteplici, Dante de Rinaldi a cultori ed educatori italiani.

Vuole essere un testo introduttivo all'astronomia sferica, quasi un invito.

Gli argomenti sono la definizione della sfera celeste e terrestre, le dimostrazioni sulla sfericità della Terra e dell'acqua, le divisioni della sfera celeste e di quella terrestre in climi, la durata del giorno nelle stagioni e alle

-

¹²¹ Petrus Nonius, nella tabella di Riccioli riportata in Jacoli, *op. cit.*, ha misurato 23° 30' sempre nel 1500

¹²² Cfr. Michael Hoskin, *Storia dell'Astronomia Di Cambridge*, Rizzoli BUR, Milano 2001 p. 73-76; A. Pannekoek, *A History of Astronomy*, Dover, New York 1961 p. 175; Jean Pierre Verdet, *Storia dell'Astronomia*, Longanesi Milano, 1990 p. 62. Olaf Pedersen, *Astronomia europea nel Medioevo*, in *L'Astronomia prima del Telescopio*, a cura di C. Walker, Laterza, Bari 1997 p.252-255. John Gribbin, *Enciclopedia di Astronomia e Cosmologia*, Garzanti Milano 1998 p. 438-439.

varie latitudini, cenni di cinematica planetaria (equanti, deferenti ed epici) e sulle eclissi.

Il terzo libro risulta più complicato degli altri per la trattazione delle diverse durate del giorno naturale ed artificiale svolta tutta con parole, senza il beneficio di una formula come faremmo oggi. Il vantaggio di una notazione algebrica letterale, per noi così ovvia dopo Descartes, si nota anche riferendosi al capitolo XI del 3° Libro dove si deriva il diametro a partire dalla circonferenza e viceversa. Per dire che $1/\pi \sim 7/22$ occorre usare la pericope "secondo la regola del circolo e del diametro si ricaverà la grandezza del diametro della Terra, levando via da tutto il circuito di quella la ventiduesima parte e del restante piglia il terzo che tanto farà il diametro della Terra."

Altre dimostrazioni geometriche sono nondimeno interessanti, come quella sull'equivalenza tra elevazione dei poli e distanza zenitale dell'equatore celeste. È altresì ostica anche la trattazione della sfera retta e quella obliqua, intendendosi per retta quella in cui le stelle tramontano tutte con un angolo retto rispetto all'orizzonte (osservatore all'equatore).

Galileo 123 aveva definito la Sfera un testo scialbo a confronto con tuttavia la sua lettura integrale ci apre un'interessante prospettiva sulla didattica dell'astronomia dal 1256 a Parigi in poi. Come affermava Bernardo Petz, autore dell'edizione a stampa di numerosi manoscritti, nelle sue antiporte "Ut luceant, ut pro sint, ne pereant", che questi testi che hanno fatto la storia del pensiero possano continuare ad illustrarcene le tappe, senza che ne sparisca la memoria.

¹²³ Così riferisce Gribbin, op. cit. alla voce *Sacrobosco*: Galileo in un appunto poi non utilizzato per i

Massimi Sistemi scrisse "Sopra alcune scritture umili e di poca sustanza (Sacrobosco, ed altre) comentatori arguti fanno esposizioni e trovano sensi mirabili, in quel modo che cuochi esquisiti con lor saporetti rendono una vivanda, per se stessa insipida, gratissima a chiunque la gusta". E fra i commenti alla Sfera c'è quello di Clavio (prima edizione nel 1570).

ASTRONOMIA FINO AL 1500



Su concessione del Min. B. A. C. © Biblioteca Casanatense. 12-

11

Le riproduzioni di questa, e di tutte le figure seguenti tratte dai volumi del Sacrobosco commentati da Elias VINETUS in Latino e stampato a Venezia nel 1562, e dall'edizione toscana di Pier Vincenzo Dante de Rinaldi (Perugia, 1574) conservati nella Biblioteca Casanatense alle collocazioni L.VI.9.4.CCC e Vol. Misc. 1585.1 sono su concessione del Ministero per i Beni e le Attività Culturali. Prot. MBAC_B_CASA 225/28.04.16/11 del 24/01/08.

Egnazio Danti

Egnazio Danti (1536-1586) già cosmografo del granduca di Toscana Cosimo I, esiliato da Firenze alla morte di lui, fu professore di matematica all'Università di Bologna, lavorò alla riforma gregoriana del calendario e alle carte geografiche che oggi ammiriamo nei musei vaticani, poi fu creato vescovo di Alatri.

Danti è tra i primi a credere che il sapere doveva essere divulgato non solo tra specialisti, e perciò tradusse in volgare testi classici e costruì gli strumenti sulla facciata di Santa Maria Novella, così che tutti i gentiluomini fiorentini potessero valutare quanto l'equinozio astronomico (11 marzo alla sua epoca) si stava discostando da quello ecclesiastico (21 marzo).

Aveva intuito che per schiantare dai popoli la superstizione, e segnatamente i deliri dell'astrologia giudiziaria, cui il cieco volgo prestava allora tanta credenza, non è già l'uso delle minacce o dei castighi, ma bensì il diffondere lo studio delle scienze fisiche e naturali. 125

Citazioni come queste ci portano alla grande attualità di pensiero di questo formidabile Domenicano. La sua divulgazione non era, tuttavia, ispirata da cieco scientismo, ma da autentico desiderio di ampliare le conoscenze rendendo servizio alla Verità. E vediamo anche che l'uso di strumenti scientifici nelle chiese, in particolare delle meridiane, ha anche una valenza didattica, non separabile dai fini di studio, sin dalla loro origine. Scienziati, credenti e pubblico frequentano lo stesso luogo.

Le istanze di Ruggero Bacone (1214-1294) presso papa Clemente IV (1265-1268) e di Nicola Cusano (1401-1464), che fu cardinale di Santa Romana Chiesa, circa la riforma del calendario erano state rinviate a tempi in cui le misure della durata dell'anno tropico fossero più certe. Decisioni prudenti da parte della Chiesa, nel cui seno durante tutto il medioevo era stato coltivato il tema del computo pasquale.

Il contributo che il Danti diede alla riforma del calendario è grande: matematico come il padre Clavio (1537-1612), soprannominato il secondo

Il de Revolutionibus Orbium Coelestium di Copernico era stato pubblicato nel 1543, ma a livello di calcoli il modello tolemaico era ancora valido, e solo le osservazioni di TYCHO BRAHE (1546-1601) avrebbero escluso la trepidazione che pure Copernico considerava.

12

¹²⁵ Cfr. S. Bartolini, *Gli Strumenti Astronomici di Egnazio Danti sulla Facciata di S. Maria Novella*, Polistampa Firenze (2008, in stampa), dove cita questa frase di V. Marchese, *memorie dei più insigni pittori, scultori e architetti* domenicani, Bologna 1879, vol. II p. 335. Nel libro vengono curati anche gli aspetti più tecnici, che ci fanno apprezzare meglio il panorama scientifico e culturale della seconda metà del '500, in particolare è importante l'attenzione dedicata alla trepidazione degli equinozi, riprendendo le spiegazioni delle *Theoricae Novae Planetarum* del PEURBACH (1423-1461). Le ore italiche, babiloniche ed oltremontane, ineguali ed equinoziali completano la descrizione della quotidianità di allora.

ASTRONOMIA FINO AL 1500

Euclide, Danti aveva anche esperienza nella costruzione di strumenti descritti da Tolomeo, e dunque una conoscenza completa dell'astronomia. Le firme lasciate nel bronzo dell'armilla equinoziale e dei quadranti astronomici testimoniano questo aspetto sperimentale che avvicina il Danti sia ad Alcmeone di Crotone, il filosofo che sosteneva che la conoscenza avveniva attraverso la mano, che ad Enrico Fermi, nostro premio Nobel (1938) per la fisica che fu grande sia come teorico che come sperimentale. L'homo faber rinascimentale vede in Egnazio Danti uno straordinario protagonista.

LA SFERA di M. Giovanni di Sacrobosco

tradotta da Pier Vincenzo Dante de Rinaldi, con le annotazioni del medesimo
E CON L'AGGIUNTA DELLE
Figure e d'altre annotazioni
ALLA SERENISSIMA REGINA GIOVANNA
D'Austria, Granduchessa della Toscana
PERUGIA, 1574

Nella stamperia di Gio. Berardino Rastelli, con licenza



Alla Serenissima Regina Giovanna d'Austria

Granduchessa di Toscana SIGNORA E PADRONA MIA

Di tanto piacere sono apportatrici le scienze matematiche e specialmente quelle che delle cose celesti ci danno cognizione, Serenissima Regina, che in questi tempi pochi, belli ed elevati ingegni si trovano che a quelle non attendano, e non cerchino mezzi per i quali più brevemente e facilmente possano al desiderato fine arrivare.

Per lo che essendo molto a proposito la sfera del Sacrobosco, come quella che con bellissimo ordine, e con molta brevità è stata fatta dall'autore, ed essendo stata fatta in quella nostra lingua, per comodità di coloro che alle lettere latine non hanno dato opera, dal Magnifico M. Per Vincenzo Danti Perugino, e avendola io avuta da M. Giulio Danti suo figliolo, adornata di molte belle e utili annotazioni, di molte figure comodissime ad intelligenza di quella ampliata e corretta in molti luoghi, mi sono risoluto a farla stampare. E intendendo io che tanto V. Altezza Serenissima, oltre alle tante innumerabili virtù, si diletta di questa mobilissima e piacevolissima scienza, che pochi dì sono che di quella non ne senta qualche lezione dal dottissimo P. M. Ignazio Danti, o non ne studi o ragioni, mi risolvo non doverla ad altri che a V. Altezza Serenissima dedicare, come a quella che di nobiltà, di splendore e di eccellenza vince ogni altro soggetto, che sia al mondo, sperando nella nobiltà e grandezza del suo animo che non pure non si sdegnerà di sì piccola cortesia, come quella che viene da chi desidera ogn'ora di far cosa che grata le sia: ma che lietamente l'aggradirà, e insieme l'affetto dell'animo mio prontissimo sempre mai ai suoi servigi, con che riverente le bacio le Serenissime mani, e le prego da Nostro Signore ogni felicità.

Di Perugia il 10 di Luglio 1574 Di V. Altezza Serenissima Umile servitore Gio. Berardino Rastelli

Proemio di M. Ignazio Danti

Cosmografo Del Granduca Di Toscana, sopra La Sfera del Sacrobosco All'illustrissimo Ed Eccellentissimo S. Diomede della Cornia Marchese di Castiglione

Giovanni Sacrobosco (Eccellentissimo Signore) avvenga che egli nascesse in Inghilterra fu nondimeno cresciuto a Parigi, dove egli intorno all'anno 1250, dette opera agli studi di filosofia talmente, che si meritò di essere annoverato tra i primi dottori Parigini, e oltre al libro dell'Astrolabio, dell'Aritmetica e dei computi Ecclesiastici, che egli dottamente compose, scrisse ancora il presente trattato della Sfera, nel quale dimostra la pura e nuda storia dell'Astronomia. Questi seppe con tale destrezza raccogliere quel che attorno a quella materia da Tolomeo nel primo, e secondo nell'Almagesto, e da altri era stato scritto, che con gran felicità tale opera ha avuto vita fino ai tempi nostri. Ma perché questo piccolo trattato della Sfera, il quale fu già tradotto in lingua Toscana dall'Avol mio, si doveva dare alle stampe (mediante l'occasione che mi si è porta di dover leggere le matematiche pubblicamente qui in Firenze per ordine del Granduca di Toscana mio Signore) (perciò che primariamente Euclide e la detta Sfera come primi elementi delle Matematiche, ho preso a dichiarare), ne ho voluto far dono a Vostra Eccellenza. E, sebbene in altri libri aveva appresa questa nobile e piacevole scienza dell'Astronomia, non però sia, che da questo libretto non possa trarre grandissima soddisfazione, perché oltre a riconoscere il testo del Sacrobosco corretto, e distinto in capitoli per maggiore chiarezza, vi troverà anche sotto ciascun capitolo utili annotazioni fatte già dal detto Avol mio, il quale tradusse questo libretto nell'anno 1498, nel tempo della peste mentre egli s'era ritirato con la sua famiglia per fuggire così contagiosa influenza in una solitaria villa, nel qual tempo l'insegnò ai suoi figlioli, e fu specialmente appresa con gran profitto (il che sembra cosa meravigliosa) da Teodora sua maggiore figliuola la quale poi con progresso di tempo fece di quelle scienze tale acquisto che fu celebre sommamente nella patria nostra, né saprei tacere come io di piccola età imparassi da essa i primi principi di quella scienza oltre a quello che mi fu insegnato da Giulio mio padre veri eredi delle virtù di Dante loro genitore. Il quale così fu chiamato universalmente per la destrezza dell'ingegno suo, quasi che all'acutezza del gran Poeta Dante si avvicinasse. Il che fu cagione, che essendo noi della famiglia dei Rinaldi sempre da poi mediate tal cognome, dei Danti fossimo nominati. Ebbe quest'uomo eccellente oltre alla

LA SFERA DEL SACROBOSCO

scienza dell'Astronomia, nella quale si fece in quei tempi conoscere per intendentissimo, la mano attissima nel mettere in opera tale facoltà, perciò che si vedono alcuni strumenti Astronomici prodotti di sua mano meravigliosamente. Tra i quali è presente un Astrolabio in casa della nobil famiglia degli Alfani tanto bello tanto giusto, e diligentemente lavorato che io ardisco d'affermare che non ne sia mai più stato fatto un altro simile. V. Ecc. , adunque si degni ricevere con la sua solita benignità le fatiche di quel mio onorato parente, in vece di quelle che io vorrei che da me uscissero per esser degne del merito suo, e per mostrarmele grato dei benefici ricevuti da lei.

Al Nobile ed Eccellente M. Alfano Alfani

Fra il numero infinito di benefici ch'io conosco di aver ricevuto dalla bontà di Dio, tengo per principalissimo non solo l'essere stato favorito oltre ogni mio merito da personaggi molto chiari e illustri, ma d'esser nato contemporaneo vostro, e da voi posto in tal grado d'amicizia, che per la continua conversazione, che abbiamo avuto insieme mi è stato facile l'apprender sotto la vostra disciplina esattamente tutto il corso delle Matematiche; delle quali cotanta è stata la dilettazione, ch'io ne ho tratto, che indubbiamente affermo di poter dire, che la lunga indisposizione di corpo dalla quale così tanti anni sono stato tormentato, m'avrebbe già posto sotto Terra se l'anima per la dolcezza, che continuamente gusta nella contemplazione dell'Astronomia non si fosse rattenuta nel corpo. E massimamente in questi tempi pressati dal comune travaglio di questa pestilente contagione. Perciò mentre io vivo nella solitudine e quiete di questa villetta, essendo ella assai ben rilevata, la comodità che io ho avuto di far molte osservazioni Astronomiche, mi hanno riempito l'animo di tranquillità, e contento, vivendo adunque in così nobile ozio parte per mio diporto e parte per istruire i miei figlioli in così nobil arte e da me con tanto diletto seguita, mi posi con accurata diligenza a mostrar loro i primi principi di essa con dichiararli il breve trattato della Sfera del Sacrobosco e perché da essi potesse più facilmente apprendersi volli dal latino tradurla nella nostra comune lingua. Ma quello che mi apportò meraviglia è l'aver veduto il profitto che in essa ha fatto la mia maggior figliola a cui voi imponeste il nome di Teodora tenendola al battesimo, essendo che ella oltre alla Sfera, di già intende che l'Astrolabio, e l'Almanacco non mediocremente. E perché a questi giorni accorse al nostro M. Cornelio Randoli di venirmi a vedere per alcuni suoi negozi, e avendogli mostrato questa mia traduzione, cotanto mostrò che gli piacesse, che con fatica potetti ottenere, che prima ch'io gliene dessi copia si contentasse ch'ella fosse emendata dal vostro purgato giudizio. Ho voluto adunque mandarvela, e insieme pregarvi a voler aver riguardo a quelle poche annotazioni che entro io vi ho fatte, nelle quali tutto quel che di buono vi scorgeste lo reputerete veramente vostro, perciò quanto io sappia di tal professione in tutto riconosco da voi. Ho rimesso le mani al vostro Astrolabio, e spero tra due mesi di tempo averlo condotto al fine con quella maggior diligenza che per me si potrà, ove vedrete, che ho segnate le ore all'Astronomia come m'avvisaste, e non dell'ordinario, con che facendo fine a voi con affetto di cuore mi raccomando. Dalla villa di Prepo addì 6 di Settembre 1498

Vostro molto amorevole.

Dante Rinaldi

LA SFERA DEL SACROBOSCO

DELLA SFERA

Di M. Giovanni Sacrobosco

Emendata e fatta in lingua Toscana, e distinta in Capitoli con utili annotazioni nei luoghi più difficili da Pier Vincenzo Dante de Rinaldi Perugino.

Proemio dell'autore.

ABBIAMO DISTINTO QUESTO Trattato della Sfera in quattro libri, nel primo dei quali dimostriamo la composizione della Sfera, e che cosa ella sia, e che cosa sia il centro, l'Asse, e i Poli; quanti siano i cieli e quale sia la forma del mondo. Nel secondo parliamo dei Circoli, dei quali la Sfera materiale si compone, e quella sopra celeste (che mediante questa ci immaginiamo) esser composta si intende. Nel Terzo del nascere e tramontare dei segni della diversità dei giorni e delle notti, e della divisione dei Climi. Nel quarto de Circoli e moti dei pianeti e delle cagioni delle Eclissi.

LIBRO PRIMO

CHE COSA È LA SFERA, IL CENTRO E IL SUO ASSE

CAP. I

La sfera è descritta da Euclide in questa maniera.

La sfera è il passaggio d'un mezzo cerchio della circonferenza, la quale stando fissa nel diametro, gira tanto finché ritorna da dove essa è partita. Cioè la sfera è un corpo talmente rotondo che è descritta dalla rotazione dell'arco di un mezzo cerchio.

Anche Teodoro descrive la sfera così dicendo.

La sfera è un corpo solido contenuto da una sola superficie, nel mezzo del quale è un punto da dove tutte le linee che vengono tirate fino alla circonferenza sono uguali tra di loro e quel punto si chiama centro della sfera, ma la linea retta che passa per questo centro e termina le sue estremità da ciascuna parte della circonferenza della sfera si chiama asse o perno attorno al quale la sfera gira e i due punti che delimitano l'asse sono chiamati poli.

ANNOTAZIONE

Quando l'autore dice che Euclide e Teodoro descrivono la sfera, per quella voce descrizione si deve intendere definizione perché l'una e l'altra sono in verità definizioni e benché quella di Teodoro con più ragione si possa chiamare definizione sostanziale rispetto a quella di Euclide quantunque la definizione esplica la sostanza della cosa per cose essenziali e non accidentali, tuttavia quelli che considerano il vero testo di Euclide e le parole scritte da lui che anche quella si può chiamare definizione, se non sostanziale, almeno causale, modo di definire che è usato da Aristotele quando definisce l'ira ed è impegnato da Boezio nel libro delle definizioni. Ma è questo il vero testo di Euclide fedelmente tradotto dal greco. La sfera è quando un mezzo cerchio stando fisso nel diametro gira tanto fin quanto ritorna da dove cominciò. La figura è simile alla definizione che Boezio nel libro predetto assegna al giorno dicendo: il giorno è quando il Sole è sopra la Terra.

LA SFERA DEL SACROBOSCO

Ma come il giorno non è il Sole sopra la Terra, ma dal Sole è causato, così nello stesso modo in quella definizione di Euclide, quel passaggio o giramento di un mezzo cerchio non è la sfera, ma è causato da quello. Dicendo che la sfera allora è quando un mezzo cerchio girando la costituisce. Il testo di Euclide che ebbe il Sacro Bosco era corrotto e mal tradotto perché la superficie di un mezzo cerchio descrive la superficie di una sfera: ma lo stesso mezzo cerchio descrive il corpo solido di questa palla perché la linea descrive la superficie e la superficie descrive il corpo il quale ha tre misure (come Aristotele insegna nel primo Libro del Cielo) cioè in longitudine, latitudine, profondità; che la superficie ne ha soltanto due, longitudine e latitudine e la linea ne ha una sola, la longitudine e il punto poiché non ha nessuna parte è individuabile né si può chiamare quantità nello stesso modo in cui l'unità non essendo numero è principio d'ogni numero.

Centro è quel punto nel mezzo del cerchio, dal quale tutte le linee tirate fino alla circonferenza sono uguali tra di loro.

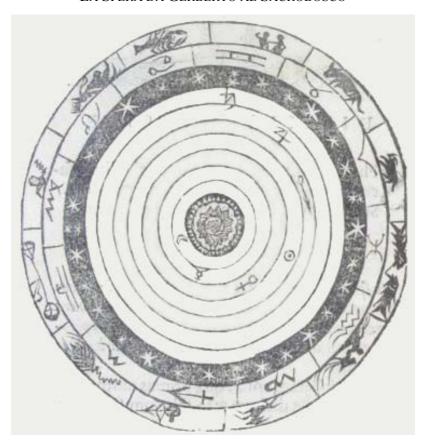
Asse è quello intorno al quale la ruota gira.

Poli sono i punti terminanti sopra l'asse intorno ai quali gira la sfera.

INTORNO ALLA DIVISIONE DELLA SFERA CAP. II

La sfera del mondo, dunque, si divide in due mondi, secondo la sostanza e secondo l'accidente.

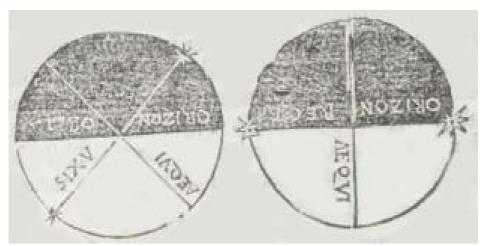
Ma secondo la sostanza, si divide anche in nove cieli, cioè nel nono cielo che è chiamato primo moto o primo mobile e nella opera delle stelle fisse che è detto firmamento e nelle sette sfere dei sette pianeti. Di queste, alcune sono maggiori ed altre minori a seconda che più si avvicinano o si allontanano dal firmamento, per cui di sette sfere, quella di Saturno sarà la maggiore e quella della Luna la minore, come si vede chiaramente nella figura seguente.



Ma secondo l'accidente, si divide nella sfera retta e nella sfera obliqua. Dicono che si ha la sfera retta quelli che stanno sotto l'equinoziale, se però qualcuno vi può stare e lo si dice a questi, (dicono) sfera retta perché, per loro un polo non s'innalza sopra l'orizzonte più dell'altro ovvero perché, il loro orizzonte interseca l'equinoziale ed è intersecato da angoli retti sferici: e dicono che si ha la sfera obliqua quelli che abitano di qua o di là dall'equinoziale rispetto ai quali sempre l'uno dei due poli sta alzato sopra l'orizzonte e l'altro sempre abbassato sotto quello ovvero perché, il loro orizzonte artificiale interseca l'equinoziale ed è intersecato da quelli ad angoli obliqui ed impari.

LA SFERA DEL SACROBOSCO

ANNOTAZIONE



L'autore indica solamente nove cieli perché, sebbene a suo tempo, Alfonso¹²⁶ ed altri autori avevano già scorto nella sfera ottava il moto della trepidazione, tuttavia, per essere l'opinione ancora fresca non era forse così accettata da ciascuno, neanche dallo stesso autore, come poi vediamo nei nostri tempi era stata divulgata dal Peurbachio e da altri moderni, i quali in conformità alla dottrina di Aristotele, non volendo, che un semplice corpo abbia più di un moto proprio e scorgendo nell'ottava sfera tre diversi movimenti, cioè il moto diurno e quello di cento anni un grado e quello della trepidazione, furono costretti (dando il moto della trepidazione alla ottava sfera) di porre i due cieli superiori. Il nono che muovesse l'ottava sfera ogni cento anni un grado ed il decimo muovesse il moto diurno. Con questo moto della trepidazione si salva eccellentemente l'apparenza¹²⁷ che si vede nel moto delle stelle fisse che è alle volte veloce ed alle volte tardo o stazionario.

Perché il naturale e proprio sito del mondo è la sfera retta e la obliqua dipende più dal nostro modo di intendere e dalla nostra varia abitazione che dalla natura stessa.

Di qui è che dall'autore è chiamato artificiale l'orizzonte obliquo e non il retto. Angolo retto è quello che la linea retta fa quando tocca una altra linea retta perpendicolarmente. Angolo acuto è quello che è minore di un retto. Angolo ottuso è quello che è maggiore d'un retto. Angoli sferici così detti

¹²⁶ Alfonso X di Castiglia, detto il Saggio, promotore delle Tabulae Alphonsinae.

¹²⁷ Salvare i fenomeni, questa è la traduzione in italiano della massima greca che spiega la ratio dei testi di Tolomeo e poi anche di Copernico, quanto al rapporto tra dati e teoria.

perché sopra il corpo sferico vi sono gli angoli retti ed obliqui come nel corpo piano.

DELLA PARTE ELEMENTARE DEL MONDO CAP. III

La universale macchina del mondo si divide in due parti, cioè nella parte celeste e nella elementare; la elementare che, continuamente è sottoposta alle alterazioni, si divide in quattro parti, delle quali, la Terra, come centro del mondo, è posta nel mezzo di tutte le altre, intorno alla quale sta l'acqua e attorno all'acqua, l'aria e attorno all'aria, il fuoco elementare puro e non torbido il quale tocca il cielo della Luna, come dice Aristotele, nel libro delle meteore perché così li ha creati e disposti Dio glorioso e sublime. E questi quattro sono chiamati elementi che scambievolmente vanno tra se stessi alterando, corrompendo e generando. E sono corpi semplici che non si possono dividere in parti di diverse forme; dalla commistione dei quali si generano diverse specie di cose.

E ciascuno dei tre superiori circonda la Terra sfericamente tutto intorno, eccetto quel tanto che la siccità della Terra fa resistenza all'umidità dell'acqua per conservare la vita degli animali, ed ogni cosa ad eccezione della Terra è mobile, la quale come centro del mondo con il suo peso fuggendo egualmente da ogni intorno il gran moto degli estremi se ne sta là nel mezzo della sfera rotonda.

ANNOTAZIONE

Che gli elementi siano quattro si dimostra agevolmente con due ragioni; primo, per ragione dei moti, perché tanti sono i corpi semplici quanti sono i moti semplici, come si ha nel primo libro del Cielo, ma i moti semplici sono quattro, motivo per cui gli elementi saranno anche essi altrettanti, cioè il fuoco al quale conviene di muoversi all'insù e la Terra all'ingiù assolutamente verso il mezzo¹²⁸ del mondo, l'aria sebbene rispetto al fuoco sia pesante, tuttavia rispetto all'acqua e alla Terra è leggera e dal mezzo si muove all'insù e l'acqua essendo leggera rispetto alla Terra è pesante rispetto al fuoco ed all'aria e si muove all'ingiù.

¹²⁸ Centro

LA SFERA DEL SACROBOSCO

La seconda ragione è che, essendo quattro le prime qualità, cioè caldo e freddo, umido e secco (come Aristotele dice nel secondo della Generazione) saranno quattro anche gli elementi appropriati alle quattro qualità sopradette. Questi elementi sono sottoposti all'alterazione, cioè: trasmutazione, comunione e generazione ed altri moti che variano la loro sostanza e sono chiamati corpi semplici rispetto ai misti da loro generati ed anche perché non si possono risolvere in corpi più semplici di loro, come avviene per i corpi misti.

QUAL SIA LA REGIONE CELESTE ETC. CAP. IIII

Intorno alla regione elementare è collocata quella celeste, lucida e risplendente che, per la sua immutabile essenza, non patisce alcuna alterazione, ma con moto continuo va girando circolarmente e quella è chiamata quinta essenza dai filosofi, della quale sono nove le sfere, come si è detto sopra; cioè, quella della Luna, di Mercurio, di Venere, del Sole, Marte, Giove, Saturno, delle stelle fisse e dell'ultimo cielo e di queste, ciascuna superiore circonda sfericamente l'inferiore delle quali due sono i moti, uno del cielo ultimo sopra le due estremità dell'asse, cioè del Polo Artico ed Antartico, da oriente per occidente ritornando di nuovo in oriente il qual moto diviso per mezzo dal circolo Equinoziale. Ma il moto delle Sfere inferiori è contrario di quello, & va traverso sopra i Poli suoi distanti da primi, 23. gradi, & 33 minuti. 129 Ma il primo Mobile rapisce seco tutte l'altre Sfere con grand'impeto in un giorno, e in una notte girando all'intorno tutta la Terra un tratto. Nondimeno girandoli le Sfere inferiori di moto proprio al contrario del primo Mobile: come l'ottava Sfera, che fa in cent'anni un grado & questo moto secondo è diviso per il mezzo della linea Eclittica dello Zodiaco, sotto il quale ciascun dei pianeti è portato dalla propria Sfera contro il moto dell'ultimo Cielo, & in diversi spazi di tempo lo vanno girando, come Saturno in 30 anni. Giove in 12 Marte 2, il Sole in 365 giorni, & quasi un quarto, Venere, & Mercurio vanno insieme col Sole, & la Luna in 27 giorni & quasi otto ore. 130

129 Questo era il valore dell'obliquità dell'eclittica nel XIII secolo.

¹³⁰ Si veda MACROBIO, *Commentarius in Somnium Scipionis*, II cap. XI, 7. Ed. M. Amsisen-Marchetti, 2 voll. Paris 2001-2003.

ANNOTAZIONE.

Variazione, cioè non riceve alcuna corruzione, alterazione, trasformazione & aliene impressioni. Dice l'Autore, che il circolo equinoziale divide il Cielo & il primo moto per il mezzo, perché come la cintura divide i corpi umani per il mezzo, così questo cerchio il primo mobile divide, per essere equalmente distante da l'uno & da l'altro Polo; che i Poli dello Zodiaco siano lontani da quelli del mondo 23 gradi & 33 minuti, si verificava nel tempo, che l'Almeno¹³¹ (citato dall'Autore più avanti) scrisse: ma a nostri tempi, per rispetto del moto della trepidazione, non sono lontani più che 23 gradi & 29 minuti. La virtù del primo motore, che dall'Autore è attribuita al nono cielo, da i moderni è data al decimo, come di sopra s'è detto. Qui al proposito sarebbe da dichiarare la cagione del bisesto, e del trascorso che ha fatto gli anni, & anco del numero Aureo, Epatta, Circulo Solare & altre cose pertinenti al Calendario; ma perché di quello l'autore ne scrisse un particolare trattato¹³², però qui non ne dice altro, e io ancora lo riserbo ad altra occasione.

¹³¹ Almeon Almāsoris arabo, che misurò l'obliquità nell'anno di Cristo 1140 (dal terzo libro dell'*Almagestum Novum* di Giovanni Battista Riccioli (1665), pari a 23° 33'30". ¹³² Allude al *Compotus* del Sacrobosco, sul calcolo della Pasqua.

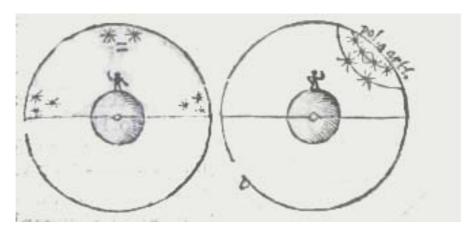
LA SFERA DEL SACROBOSCO

CHE IL CIELO SI MUOVA CIRCOLARMENTE CAP. V

Che il cielo giri da Oriente in Occidente, ce lo dimostrano le stelle che nascendo nell'Oriente si vengono sempre innalzando fin che giungano a mezzo il cielo, & sono sempre nella medesima propinquità & distanza fra di loro, & così sempre stando se ne vanno uniformemente verso il Ponente. Questo stesso ci dimostrano ancora chiaramente le stelle che sono vicine al Polo Artico, le quali non tramontandoci mai si muovono continuamente & uniformemente intorno al Polo, descrivendo il loro circolo, & sempre sono fra di loro in equal distanza, e proporzione. Onde per questi due moti continui tanto delle stelle che tramontano, come di quelle che non tramontano mai, è manifesto, che il firmamento si muove da Oriente in Occidente.

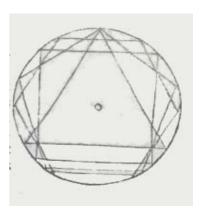
ANNOTAZIONE

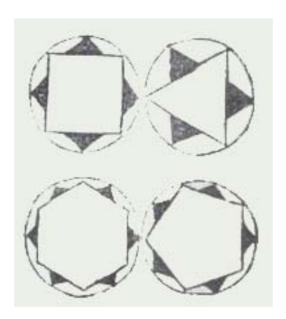
Perché nessun moto celeste da noi conosciuto, se non mediante le stelle fisse, o erranti, però volendo l'Autore provare, che il Cielo si volti da Oriente in Occidente lo dimostra per il movimento delle stelle fisse, le quali si muovono secondo che si muove il cielo, nel quale son fisse né più né meno, che un nodo è fisso, & fermo nel legno, & che sia vero, n'é segno la perpetua uniformità, che l'immagini celesti hanno fra di loro.



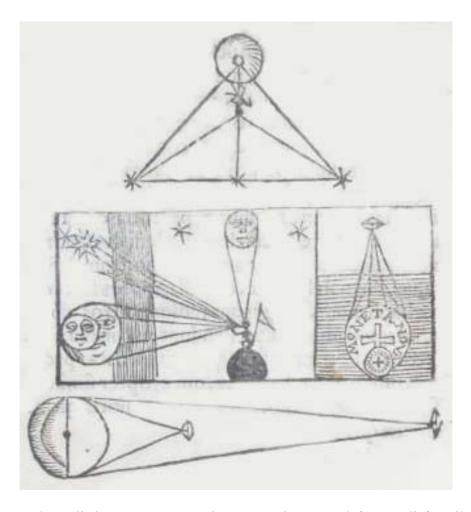
DELLA ROTONDITÀ DEL CIELO CAP. V I

Si può dimostrare che il Cielo sia rotondo con tre ragioni, cioè per la similitudine, per la comodità, & per la necessità. La similitudine, perché il mondo sensibile è fatto a somiglianza del modo Archetipo, & esemplare, nel quale non è principio, né fine. Onde a similitudine di questo il mondo sensibile ha forma rotonda, nella quale non si può assegnare né principio, né fine. La comodità perché di tutti i corpi isoperimetrici cioè di eguale ambito la Sfera è la maggiore, & di tutte le figure la rotonda è la più capace. Perché adunque il mondo è grandissimo, & è rotondo perciò seguita che sia capacissimo.





LA SFERA DEL SACROBOSCO



E perché egli doveva contenere in sé tutte le cose tal forma gli fu utile, e comoda. La necessità perché se il mondo fosse d'altra forma che rotonda cioè o di tre, o di quattro, o di molti lati, seguirebbero due cose impossibili, cioè che sarebbe alcun luogo vacuo, & alcun corpo sarebbe senza luogo. Delle quali cose l'una, & l'altra è falsa come apparisce ne gli Angoli elevati, & girati all'intorno.

Medesimamente come dice Alphagrano se il cielo fosse piano alcuna parte di quello sarebbe più propinqua, che l'altra cioè quella che fosse sopra il nostro capo. Adunque la stella che quivi fosse ci sarebbe più vicina, che quella, che fosse nel levante o nel ponente. Ma quelle cose che ci sono più appresso appariscono maggiori, adunque il Sole o altra stella che fosse nel mezzo del cielo dovrebbe apparir maggior, che essendo nel levante o nel ponente. Della qual cosa vediamo accadere il contrario, perché appare

maggiore il Sole o altra stella essendo nel levante o nel ponente, ¹³³ che quando ella si trova in mezzo il cielo, ma avvenga, che la verità della cosa non sia così; la causa di questa apparenza è che nel tempo del piovoso Verno ascendono certi vapori fra l'aspetto nostro, & il Sole o altra stella, & perché quei vapori sono corpo diafano, cioè trasparente, disgregano i raggi nostri visuali in modo tale, che non comprendono la cosa nella sua naturale & vera quantità, come si vede che avviene d'una moneta gittata nel fondo d'un catino pieno d'acqua chiara, che per la disgregazione dei raggi visuali appare di maggior quantità, ch'ella non è.

ANNOTAZIONE

Archetipo, cioè esemplare, intende della Idea, e specie o forma o figura del Mondo esistente nella mente divina, alla cui simiglianza è fatto questo mondo sensibile, come la specie, o Idea della futura statua nella mente dello scultore. Isoperimetri corpi, cioè di equale ambito, o superficie il quale vocabolo si è preso dai greci, perché ISO vuol dire equale PERI attorno METRO misura PERIMETRO linea circondante, & circuito. Onde se faranno due città l'una delle quali sia di forma pentagono come Perugia, & l'altra di forma rotonda come quasi è Firenze, molto più capace sarà Firenze, che Perugia, ancor che siano d'equal circuito di mura, l'apparenza della disgregazione de i raggi visuali, che fa il corpo diafano, è da Teone dimostrata geometricamente nel secondo capitolo del primo libro dell'Almagesto.

CHE LA TERRA SIA ROTONDA CAP. VII

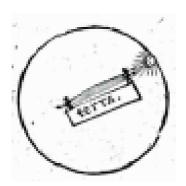
Che ancora la Terra sia rotonda così si manifesta. I segni dello Zodiaco e l'altre stelle non egualmente nascono e tramontano a tutti gli uomini, che abitano per tutti i luoghi del mondo; ma nascono e tramontano a quelli i quali sono più orientali e la causa e ragione della quale cosa è il

¹³³ È un fenomeno che possiamo notare anche noi, ma è legato alla psicologia della percezione: il Sole e la Luna vicini all'orizzonte sembrano più grandi perché vengono osservati vicino ad oggetti grandi (case, alberi, montagne). La rifrazione della luce, di seguito citata, produce solo l'effetto dello schiacciamento dell'immagine in altezza. È interessante notare che già gli antichi avevano capito che si trattava di una illusione ottica e cercavano di darne la spiegazione con cause fisiche plausibili.

LA SFERA DEL SACROBOSCO

gonfiamento e rotondità della Terra. Il che benissimo si scorge per quelle cose, che si fanno nelle parti sublimi, perché la medesima Eclisse, che apparisce a noi alla prima ora della notte, appare ai più orientali di noi circa l'ora terza della notte, onde manifesta cosa è che prima che si è fatta notte a quelli, e il Sole è tramontato prima a loro, che a noi.

Ma che la Terra sia rotonda ancora da Settentrione in Austro, e da Austro a settentrione è così manifesto. A quelli che abitano la parte settentrionale



della Terra alcune stelle sono, che appaiono e si vedono sempre cioè quelle che sono appresso al polo Artico e quelle che sono vicine al polo Antartico sono a loro sempre occulte. Se dunque alcun andasse da settentrione verso Austro, potrebbe ire tanto innanzi che le stelle che prima gli apparivano sempre, già comincerebbero a tramontare e quanto più si accostasse all'Austro tanto maggiormente tenderebbero all'Occaso. E di

nuovo quel medesimo uomo già potrebbe vedere le stelle le quali prima gli erano sempre nascoste. E per l'opposto capiterebbe a chiunque andasse da Austro verso Settentrione, della quale cosa è cagione la rotondità della Terra. Medesimamente se la Terra fosse piana da Settentrione in Austro, tanto presto nascerebbero le stelle agli Orientali, come agli Occidentali. Il che è manifesto esser falso. Medesimamente se la Terra fosse piana da Settentrione in Austro, e da Austro a Settentrione, le stelle che ai settentrionali sempre appaiono, apparirebbero anche agli Australi, il che si vede chiaramente essere falso. Ma che la Terra a noi appaia piana procede dalla smisurata grandezza sua.

ANNOTAZIONE

L'autore alludendo alla opinione degli antichi disse che la Terra è rotonda, perché fugge la velocità del moto degli estremi. Ma è meglio dire che di ciò è cagione, essendo ella grave al centro, andando ogni cosa grave verso il centro, il che si conosce esser vero, poiché vediamo che tutte le cose gravi fanno sopra il centro angoli pari. Si vede anche che il livello non si può stendere molto in lungo, rispetto alla rotondità della Terra, perché salirebbe in sù. E che la Terra sia rotonda si dimostra da Aristotele nel secondo de Cielo al test. 27, cavando la ragione della gravità della Terra e dalla proprietà del centro.

Quanto maggior è la latitudine, o l'altezza del polo d'una regione, tante più stelle verso quel polo non tramontano mai, come verso il Polo Artico avviene qui a Perugia, dove mai tramontano né l'Orsa minore, né il Dragone, né il Cefeo, né la Cassiopea, e di queste immagini nessuna stella tramonta mai, e di alcune altre, ne restano parte sopra l'orizzonte, come dell'Orsa Maggiore e del Serpentario e altre.

CHE L'ACQUA SIA ROTONDA CAP. VIII

Ma che l'acqua abbia tumore e si accosti alla rotondità è così manifesto.

Si ponga un segno nel lito del mare e esca la nave del porto, e tanto si



allontani, che l'occhio di chi da basso al piede dell'albero non possa vedere il segno, e fermandosi allora nave, l'occhio del medesimo se salirà sommità dell'albero vedrà benissimo quel segno che da basso non si vedeva; ma l'occhio di chi sta da basso al dell'albero meglio dovrebbe vedere quel segno quello che è nella che sommità, com'è manifesto per le linee tirate da ambedue

i luoghi al medesimo segno. Del che solo è cagione il gonfiamento e rotondità dell'acqua intendendosi escluso ogni impedimento di nuvole, o vapori, che sogliono elevarsi sopra l'orizzonte. Nel medesimo modo essendo l'acqua un corpo omogeneo, il tutto sarà della medesima qualità che le parti; ma le parti dell'acqua, come appare nelle gocciole, ¹³⁴ o rugiada

¹³⁴ Sappiamo che le gocce tendono alla forma sferica per la forza di tensione superficiale, mentre la forza di gravità su scala planetaria determina la forma della Terra e dell'acqua che vi è sopra. Se si prende un velo d'acqua su un piano solo il bordo presenta un menisco curvo, mentre il resto non appetisce alla forma sferica perché la tensione superficiale può

LA SFERA DEL SACROBOSCO

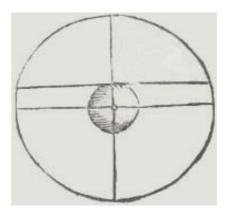
sopra l'erba, naturalmente appetiscono la forma rotonda per il ché, e il tutto, del quale sono parti, appetirà forma rotonda.

ANNOTAZIONE

Omogeneo viene dal greco ὁμογενές e vuol dire quello che è della medesima natura, il tutto come le parti. E perché, ciascuna parte di acqua è acqua fredda e umida, perciò le parti hanno la medesima natura del tutto. Non è dubbio che l'acqua e la Terra fanno l'una e l'altra insieme un globo rotondo, il che è manifesto quando si scorge l'ombra rotonda della Terra nella eclisse della luna, senza che per molte altre ragioni si possa dimostrare. Ma quale sia la maggior parte della superficie del globo, la Terra o l'acqua, ancora non se ne può dare giudizio, finché non sia finita di scoprir tutta la Terra, poiché, in questi nostri avventurati tempi, Colombo riferisce di aver dato principio a ritrovarci un nuovo mondo, dal quale sono già più volte tornati in Spagna con le mani cariche d'oro, di perle e gioie preziose, che altrimenti si potrebbero dubitare se fosse maggiore la Terra o l'acqua, quantunque il filosofo provi essere maggiore l'acqua, il che è rimesso in dubbio dal Piccolomini¹³⁵ nel suo trattato sopra ciò.

CHE LA TERRA SIA AL CENTRO DEL MONDO CAP. IX

Che la Terra sia nel mezzo del firmamento situata, colì è manifesto a quelli che stanno nella superficie della Terra, le stelle appaiono della medesima grandezza, o siano nel mezzo del cielo o siano appresso all'oriente o vicino all'occidente, e quello perché la Terra è ugualmente distante da quelle terre, perché se ella si accostasse più al firmamento, in una parte piuttosto che nell'altra. Quello che fosse in quella



agire solo a livello di onde capillari molto piccole, ed il limite di massa in cui comincia ad agire la gravità è molto lontano, occorrerebbe almeno la massa di tutti gli oceani messi insieme.

¹³⁵ Enea Silvio Piccolomini (18.10.1405-15.8.1464), Pio II, Papa dal 19 agosto 1458.

parte della Terra, che è più vicina al firmamento, non vedrebbe la mezza parte del cielo, il che è contro Tolomeo e tutti i filosofi, che dicono ovunque sia l'uomo sei segni gli nascono ogni giorno sopra l'orizzonte e sei tramontano, e sempre gli appare mezzo cielo e l'altra metà gli si nasconde. Nel medesimo modo quello è segno che la Terra sia centro, pure rispetto al firmamento, perché se ella fosse di alcuna quantità rispetto al detto firmamento non si potrebbe vedere la metà del cielo. Si intenda medesimamente una superficie piana sopra il centro della Terra che la divida in due parti uguali e di conseguenza il firmamento: dunque l'occhio che fosse nel centro della Terra vedrebbe mezzo firmamento e il medesimo vedrebbe l'occhio che fosse nella superficie della Terra. Da queste cose si ricava che la Terra che è dalla superficie al centro è insensibile 136 di conseguenza tutta la Terra insieme sarà insensibile rispetto al firmamento; dice ancora Alfragano che la minima fra le stelle fisse notabili alla vista è maggiore di tutta la Terra, ma quella stella rispetto al firmamento è quasi un punto, e quindi a maggior ragione la Terra che è minore di quella.



¹³⁶ Piccolissima come un punto che non ha dimensione sensibile.

LA SFERA DEL SACROBOSCO

ANNOTAZIONE

Le stelle notabili di vista delle quali gli astrologi hanno tenuto conto sono solamente 1022, il resto o sono tanto piccole che non si vedono, o vedendole non se ne tiene conto data la loro piccolezza. Ma perché quelle di cui tengono conto gli astrologi non sono della stessa grandezza, vengono distinte da Tolomeo nel settimo e nell'ottavo libro dell'Almagesto, e da altri, in sei grandezze.

Della prima grandezza sono 15 stelle e ciascuna è maggiore della Terra 107

Della seconda grandezza sono 45 stelle e ciascuna è maggiore della Terra 90 volte

Della terza grandezza sono 208 stelle e ciascuna è maggiore della Terra 72

Della quarta grandezza sono 474 stelle e ciascuna è maggiore della Terra 54 volte

Della quinta grandezza sono 217 stelle e ciascuna è maggiore della Terra 35

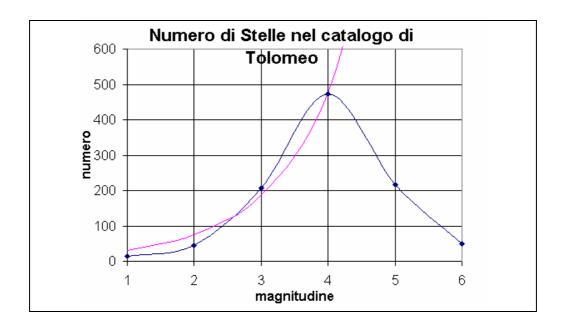
Della sesta e ultima grandezza sono 49 stelle e sono maggiori della Terra 18 volte.

E quelle della sesta grandezza sono quelle delle quali parla Alfagrano, che la minima delle stelle fisse è maggiore di tutta la Terra. Fuor di queste sopradette ce ne sono nove oscure 137 e cinque nebulose, 138 le quali tutte insieme completano il sovradetto numero di 1022. 139

¹³⁷Deboli è la traduzione esatta. Sono, a parte le stelle della Chioma di Berenice (3) considerate separatamente nel computo dallo stesso Tolomeo; quelle del Cavallino (4); la 16 Persei ed altre 4 sotto l'Orsa Maggiore (tra Lince e Leone Minore).

Sono gli ammassi h e χ Persei, che appaiono come una nebulosità unica all'occhio nudo; G Scorpii che include l'ammasso globulare NGC 6441; v1 e v2 Sagittarii considerate come una sola, à Orionis nella testa di Orione, e l'ammasso del Presepe M44 nel Cancro, dati da TOOMER, Ptolemy's Almagest, Princeton University Press (1998).

¹³⁹ Nel grafico di questa pagina si vede il numero di stelle del catalogo di Tolomeo come funzione della loro luminosità. La curva ha una flessione alla quarta grandezza, laddove invece il numero effettivo di stelle visibili aumenta esponenzialmente come nella curva sempre crescente sovrapposta. Questa differenza conferma quanto detto all'inizio dell'annotazione, cioè che le più deboli non sono state incluse. Le posizioni delle stelle più deboli sono più difficili da misurare ad occhio nudo. Inoltre le magnitudini stellari di Tolomeo non



CHE LA TERRA SIA IMMOBILE CAP. X

Qui si dimostrerà chiaramente, che la Terra in mezzo di tutta la macchina del mondo immobilmente stia, essendo ella sommamente grave, naturalmente tende al centro, il quale è nel mezzo di tutta la macchina mondiale, la Terra dunque essendo sommamente grave naturalmente tenderà a quel punto; tutto quello parimente che si muove dal centro verso la circonferenza del cielo, va verso l'alto, la Terra si muove dal mezzo verso la circonferenza, dunque sale. Il che come impossibile non si concede.

corrispondono esattamente a quelle moderne dove, ad esempio, Sirio ha magnitudine negativa, e ne esistono di zero.

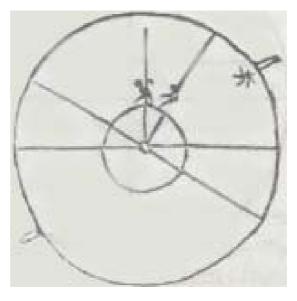
83

LA SFERA DEL SACROBOSCO

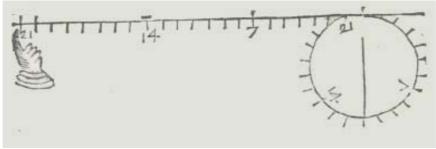
DELLA GRANDEZZA DELLA CIRCONFERENZA E DEL DIAMETRO DELLA TERRA

CAP, XI

Tutto il circuito della Terra secondo che scrive Ambrogio Teodosio Macrobio Eratostene, contiene 252000 stadi e questo si intende dando a ciascuna delle 360 parti dello Zodiaco 700 stadi. Il che si vedrà essere così se pigliando l'astrolabio o il quadrante nella chiarezza della notte stellata, e presa l'altezza del polo per l'uno e l'altro buco dei traguardi della diottra si noti la quantità de i gradi che nel dell'Astrolabio lembo dimostra essa diottra, di poi



passi innanzi il misurator del mondo in linea retta verso la tramontana, finché in una altra notte pigliando come prima l'altezza del polo, sarà l'altezza della diottra più alta di un grado, dopo quello tornando indietro misuri lo spazio di questo viaggio troverà che è di 700 stadi e moltiplicando questi stadi per 360 (che è tutto il circuito della Terra) troverà quanto di sopra detto, la Terra essere 252000 stadi, e da queste cose sopra dette, secondo la regola del circolo e del diametro si ricaverà la grandezza del diametro della Terra, levando via da tutto il circuito di quella la ventiduesima parte e del restante piglia il terzo che tanto farà il diametro della Terra, cioè 80181 stadi, aggiuntovi la mezza parte e la terza di uno stadio.



ANNOTAZIONE

L'Autore ci dimostra la grandezza e la misura della Terra, quanto al circuito e al diametro suo, insegnandoci la regola con la quale dalla circonferenza possiamo ricavare la grandezza del diametro della Terra, in quella maniera dividendo 252000 stadi e si getti via la ventiduesima parte che sarà 11454 stadi e mezzo e ne rimarrà 240545 stadi e mezzo del cui numero pigliando la terza parte, cioè 80181 stadi con un mezzo e un terzo di stadio più, farà l'intero diametro e quello è secondo la regola dei geometri, o misuratori che si voglia dire, i quali dividendo tutto il circuito in 22 parti ne pigliano 7 e tanti dicono essere il diametro di questo circolo.

Dunque dicono che ogni circonferenza al suo diametro ha ragione tripla sesquisettima, similarmente essi dalla misura del diametro dividendolo in sette parti e pigliando 22 di dette parti trovano la misura del cerchio. Ma si deve avvertire che questa regola non la si troverà mai, né in Euclide né nella speculazione di ogni altro geometra, appunto non essendo vera. Ma poiché non contiene error sensibile è usata comunemente dai misuratori, avvenga che né Archimede, né alcun altro dopo di lui, abbiano dimostrato sino ad oggi la quadratura del cerchio precisamente, né quanto la circonferenza, né quanto alla superficie di questo circolo, né si è ancora trovata la proposizione che abbia una linea curva ad una linea retta.

Si avverte che l'altezza del polo, dovendola prendere dall'ultima stella della coda dell'Orsa Minore che è chiamata tramontana, è necessario considerare se ella sia occidentale o orientale alla linea meridiana, o se ella sia nella maggiore altezza o bassezza di detta linea.

Si piglia anche l'altezza del polo di giorno con l'altezza del Sole meridiana, ma poiché queste cose appartengono all'uso dell'astrolabio si è già detto abbastanza. Solo avvertirò che gli scritti di Eratostene allegati dall'Autore, della grandezza del circuito della Terra non sono mai pervenuti nelle nostre mani e che secondo l'osservazioni dei moderni e mia in particolare, che un grado non contiene più di 60 miglia Italiane, e che tutto il circuito faranno 21600 miglia italiane.

LIBRO SECONDO

DELLA DIVISIONE DEI CIRCOLI DELLA TERRA

CAP. I

I circoli dei quali è composta la sfera, ne sono alcuni maggiori e alcuni minori come sensatamente si vede e quello si dice maggiore circolo della Sfera, che essendo descritto nella superficie di quella, la divide per il mezzo in due parti uguali, passando sopra il centro di essa e minor circolo si dice quello che essendo descritto nella medesima superficie non divide la sfera in due parti eguali, ma ineguali. Ma fra i maggiori circoli parleremo prima di tutto dell'Equinoziale

ANNOTAZIONE

Si fa notare che i Matematici hanno diviso la sfera in dieci cerchi, dei quali 6 sono i più grandi e 4 quelli più piccoli, non perché in verità il cielo sia fatto proprio così, ma per farci, con questi cerchi, i moti celesti con maggior facilità. Si fa notare anche che i cerchi della Sfera si devono intendere di una superficie piana, come furono definiti da Euclide, nella 15ma definizione del suo primo libro.



SUL CIRCOLO EQUINOZIALE

CAP. II

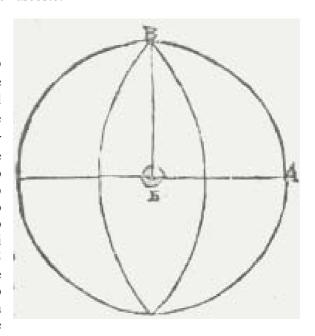
Adunque, l'Equinoziale è un circolo che divide la Sfera in due parti, il quale è equidistante dall'uno e dall'altro polo, secondo ognuna delle sue parti, e dicesi Equinoziale, perché quando il Sole passa sotto di questo, (cosa che avviene due volte l'anno) cioè all'inizio dell'Ariete e della Bilancia, è l'equinozio in ogni parte della Terra. Si chiama ancora "agguagliator" del giorno e della notte, perché pareggia alla notte il giorno artificiale: è chiamato anche cintura del primo mobile; inoltre è da sapere che il primo movimento, si dice movimento del primo mobile,

LA SFERA DI SACROBOSCO - LIBRO SECONDO

cioè della nona Sfera, o ultimo cielo, il quale procede da Oriente verso Occidente, ritornando di nuovo ad Oriente. In oltre si chiama cintura del primo mobile, perché cinge e divide il primo mobile, cioè la Sfera nona in due parti uguali, ugualmente distanti dai Poli del mondo. Inoltre è da notare che il Polo che sempre compare sopra il nostro Orizzonte si chiama Polo Settentrionale, Artico e Boreale. Settentrionale è detto da Settentrione, che è l'Orsa minore, così detta dalle sette stelle di quella, che lentamente si muovono come i buoi tiratori, andando calpestando le parti del cielo intorno al Polo. E si dice Artico, da ἀρκτος voce greca, che vuol dire Orsa dopo la quale viene il suddetto Polo. Si chiama in oltre Boreale per quella parte del cielo da cui viene il vento Borea, quello a questo opposto si dice Antartico quasi contrapposto a quello Artico, e dicesi Meridionale per essere dalla parte dove il Sole culmina a mezzogiorno ed è chiamato anche Australe per il fatto di essere in quella parte del cielo da dove viene il vento Austro. Sono dunque questi due punti stabili nel firmamento, chiamati Poli del mondo, perché terminano l'Asse della Sfera sopra cui si rivolge il mondo, e uno di questi lo vediamo sempre, l'altro è sempre nascosto.

ANNOTAZIONE

chiamato Dai greci l'Equinoziale ίσημερινός, cioè equidiale agguagliator giorno, & è detto da ἷσος, eguale e ημέρα cioè giorno. Per la medesima ragione dai Latini è chiamato Equinoziale. Questo circolo è regola del primo mobile, dimostrandoci che nello spazio di 24 ore finisce¹⁴⁰ il suo moto, e che avviene che ogni ora ascendano regolarmente 15 gradi dello stesso Equinoziale sopra l'orizzonte, e divide tutto il cielo in due parti, cioè nella Settentrionale, così detta delle



sette stelle dell'Orsa, e nella Meridionale, così chiamata, perché ci appare che il Sole sia sempre da quella parte del cielo quand'è mezzogiorno. Quel cerchio viene molto utilizzato nella Geografia, per trovare la longitudine delle città, e per costruire i globi, tanto celesti quanto terrestri.

Quando l'Autore dice che gli Equinozi si fanno con il Sole nei primi punti dell'Ariete e della Bilancia, si deve intendere in quelli del primo mobile, perché

¹⁴⁰ Completa.

quelli dell'ottava Sfera sono passati davanti, come è noto agli studiosi delle teorie dei Pianeti.

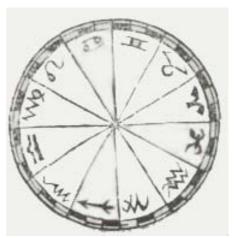
SULLO ZODIACO

CAP. III

Il secondo circolo della Sfera è quello che interseca l'Equinoziale, ed è da questo intersecato e diviso in due parti uguali, di cui la prima metà declina verso Settentrione, l'altro verso l'Australe, e questo circolo è detto dello Zodiaco, da $\zeta\omega\dot{\eta}$, che vuol dire animale ed è diviso in 12 parti uguali, ciascuna di queste parti si chiama segno e prende il nome da quello dell'animale, per qualche proprietà che contiene in sé quel segno tanto quanto l'animale che vi è posto. Ma questo circolo si chiama anche portatore dei segni, perché essendo diviso in 12 segni, muovendosi, li porta in giro per il mondo. E da Aristotele, nel libro secondo sulla generazione e corruzione, è chiamato circolo obliquo, e dice che a seconda dell'avvicinarsi o dell'allontanarsi del sole nel circolo obliquo, si compiono le generazioni e le corruzioni nelle cose inferiori. Ma il nome e l'ordine dei segni si manifesta dai presenti nomi:

Ariete, Toro, Gemelli, Cancro, Leone, Vergine, Bilancia, Scorpione, Sagittario (Arcitenens), Capricorno, Acquario, Pesci.

E ognuno di questi segni si divide in 30 gradi, perché è noto che tutto lo Zodiaco è diviso in 360 gradi, e ciascun grado è poi diviso dagli astronomi in 60 minuti ¹⁴¹, e ciascun minuto in 60 secondi, ¹⁴² e ciascun secondo in 60 terzi, ¹⁴³ e così si continua fino a 10, ma tale divisione è usata tanto per lo Zodiaco quanto per ciascun altro circolo della Sfera essendo tutti divisi in numero di gradi uguali. E sebbene tutti i



circoli della Sfera siano immaginati come una linea indivisibile,¹⁴⁴ non di meno lo Zodiaco si intende come superficie essendo la sua larghezza 12 dei gradi sopra detti. La linea che divide lo Zodiaco a metà, per cui sei gradi rimangono in una parte e sei dall'altra, si chiama linea Eclittica, perché se il Sole e la Luna sono sotto di essa per l'appunto avvengono le Eclissi di Sole e di Luna, di Sole quando la

¹⁴¹ In latino si parla di partes minutae primae.

¹⁴² Sono parti minute (piccole) seconde.

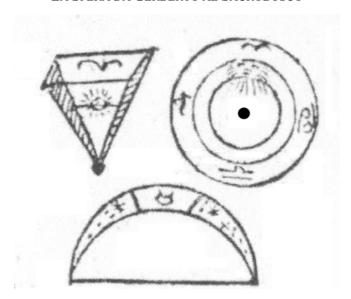
¹⁴³ Partes minutae tertiae.

¹⁴⁴ Si intende che la linea non ha spessore, proprio come nella definizione euclidea.

LA SFERA DI SACROBOSCO - LIBRO SECONDO

Luna gli è congiunta nel novilunio, e la Luna si interpone rettamente tra la nostra vista e il corpo solare. Invece l'eclissi di Luna avviene nella quintadecima, o plenilunio, quando il Sole è opposto alla Luna diametralmente. L'Eclisse di Luna altro non è che l'interposizione della Terra fra il corpo del Sole e quello della Luna. Anche se il Sole corre sempre sotto 145 la linea Eclittica, tutti gli altri Pianeti declinano nondimeno o verso Austro o verso Settentrione, e qualche volta, nel passare, si trovano sotto l'Eclittica, e la parte dello Zodiaco che declina dall'Equinoziale verso Settentrione, si chiama Settentrionale Boreale e Artica, e quei sei segni che sono dall'inizio dell'Ariete fino alla fine della Vergine si chiamano segni Settentrionali e Boreali. Ma l'altra parte dello Zodiaco che declina dall'Equinoziale verso mezzogiorno, si chiama Meridionale, Australe e Antartica, e i sei segni che sono dall'inizio della Bilancia fino alla fine dei Pesci, sono detti Meridionali e Australi. Si fa notare che quando si dice che il Sole è in Ariete, o in qual si voglia altro segno, quella proposizione "in", si intende come "sotto", per il fatto che al presente noi intendiamo il segno nel suo secondo significato, per segno si intende una piramide quadrilatera, la cui base è la superficie che noi chiamiamo segno, e la sua punta è nel centro della Terra, e secondo questo significato, parlando correttamente possiamo dire i Pianeti essere nei segni. Nel terzo modo si intende il segno in questa maniera, intendendo descritti sei cerchi, che passino per i Poli dello Zodiaco e agli inizi dei 12 segni, che divideranno tutta la superficie della Sfera in 12 parti uguali, larghe nel mezzo e strette vicino ai Poli dello Zodiaco, e chiameremo segni, ciascuna di queste parti, e gli daremo il nome che spetta a quel determinato segno, che è compreso tra le sue due linee, e secondo questo modo di intendere, anche le stelle, che sono vicino ai Poli, si diranno essere nei segni. Inoltre intendesi un corpo, la base del quale sia il segno, nel modo in cui ultimamente l'abbiamo considerato, e la sottigliezza e il taglio di quello, sia sopra l'Asse dello Zodiaco, e questo corpo, nel suo quarto significato, chiameremo segno, e in questo modo si dividerà tutto il mondo in 12 parti uguali, che si chiameranno segni, così che sia compreso in essi tutto quello che è nel mondo.

¹⁴⁵ L'eclittica è un cerchio massimo sulla sfera delle stelle fisse, il Sole orbita al suo interno, quindi al di sotto.



ANNOTAZIONE

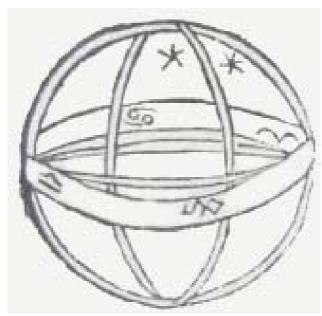
La ragione per cui gli antichi Astronomi disegnarono nella Sfera lo zodiaco di traverso e obliquo, fu il loro vedere, che i Pianeti si avvicinavano e si allontanavano dall'Equinoziale verso mezzogiorno e Tramontana (mezzanotte), e osservando la via che faceva il Sole e gli altri Pianeti verso mezzogiorno e Tramontana, costituirono lo Zodiaco, e poiché osservarono che il Sole si congiunge alla Luna 12 volte l'anno, divisero lo Zodiaco in 12 segni e ciascun segno in 30 gradi, così detti da *Gradiendo*, voce latina, perché il Sole ogni giorno, a dir così, va salendo poco meno che uno dei detti gradi (si sposta di un grado). Ma la ragione per cui lo Zodiaco abbia origine nell'intersezione tra l'Eclittica e l'Equinoziale di Primavera, è perché la Primavera è più nobile dell'Autunno, tanto quanto è più nobile la generazione della corruzione, e l'accostarsi del Sole è dall'inizio del Capricorno fino alla fine dei Gemelli, e lo scostarsi è dall'inizio del Cancro alla fine del Sagittario.

DE DUE COLURI

CAP. IV

¹⁴⁶ Al transito al meridiano, da un giorno all'altro, il Sole appare salire dal Solstizio invernale a quello estivo e ridiscendere nei 6 mesi successivi.

LA SFERA DI SACROBOSCO - LIBRO SECONDO



Sono in oltre descritti nella Sfera altri due cerchi massimi, che si chiamano Colori che hanno il compito di distinguere i Solstizi dagli Equinozi, e dicesi Coluro da γόλον, voce greca che vuol dire membro, e ούρὸς, vros, che vuol dire Bue selvatico, perché come la coda del detto Bue selvatico dirizzata fa un mezzo cerchio, e non perfetto. così il Coluro sempre appare a imperfetto, perché noi vediamo solo la metà di esso, e l'altra è nascosta. Il

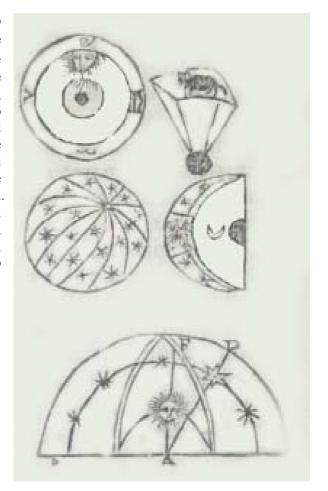
Coluro dunque, che distingue i Solstizi, passa per i Poli del mondo, e per quelli dello Zodiaco, e per le massime declinazioni del Sole, cioè per i primi gradi del Cancro e del Capricorno; il primo punto del Cancro, dove questo Coluro interseca lo Zodiaco si chiama punto del Solstizio estivo, perché quando il Sole si trova sopra questo punto, è il Solstizio estivo, e non può il Sole avvicinarsi di più allo Zenit sulla nostra testa, se non in questo punto. Lo Zenit è un punto nel firmamento posto direttamente sopra i nostri capi, e l'arco del Coluro, che è compreso fra il punto del Solstizio estivo e l'Equinoziale si chiama massima declinazione del Sole, e secondo Tolomeo è a 23 gradi e 51 primi. Ma secondo Almeone¹⁴⁷ è 23 gradi e 33 primi; in modo del tutto simile il primo punto del Capricorno dove lo stesso Coluro interseca dall'altra parte lo Zodiaco, si chiama punto del Solstizio invernale, e l'arco del Coluro compreso tra questo punto e l'Equinoziale, si chiama anch'esso massima declinazione del Sole, ed è uguale a quella del Cancro. Ma l'altro Coluro passa per i Poli del mondo e per i primi punti dell'Ariete e della Bilancia, dove ci sono i due Equinozi; per cui si chiama Coluro che distingue gli Equinozi, e questo e l'altro Coluro si intersecano insieme sopra i Poli del mondo, dove formano l'uno con l'altro angoli retti Sferali E i segni dei Solstizi e degli Equinozi si hanno dai versi che seguono:

Haec duo Solstitium faciunt Cancer, Capricornus. Sed noctes equant Aries, Libra diebus.

ANNOTAZIONE

¹⁴⁷ Arabo, misurò la massima declinazione del Sole, cioè l'obliquità dell'eclittica, nel 1140.

Coluro è un nome greco detto da χὸλον, che vuol dire manchevole, e da ούρ $\dot{\alpha}$ che vuol dire coda, perché l'Equinoziale e lo Zodiaco, nell'arco di 24 ore nascono entrambi e possono essere visti da chiunque abiti fuori dalle Zone fredde. Mentre i Coluri sono imperfetti e manchevoli, e per questo sono chiamati Coluri. La stessa cosa dice Boezio nel secondo libro dell'Aritmetica, interpretando il nome di coluro, che in greco vuol dire corto o manchevole. 148



 $^{^{148}\,\}mathrm{La}$ spiegazione moderna interpreta l'etimologia come "coda mozza", poiché i coluri tagliano le code delle due Orse.

LA SFERA DI SACROBOSCO - LIBRO SECONDO

E così propriamente e non traslativamente si può chiamar Coluro, poiché non si vede mai fuori dall'orizzonte per intero, se non da quelli che stanno sotto l'Equinoziale dai quali non potrà essere chiamato così.

Prima di Tolomeo la declinazione dello Zodiaco era tenuta 24 gradi, perché gli Astronomi di quei tempi che dividevano la Sfera in 30 gradi o parti, dicevano che lo spazio tra un tropico e l'altro era 4 parti, che sono gradi 48 di maniera che la massima declinazione era di gradi 24.

Prima di Tolomeo era	24°
Al tempo di Tolomeo era	23°51'20"
Al tempo di Albategno che fu negli anni del Signore 880 e dopo Tolomeo anni 750 era	23°35'0"
Al tempo d'Arzael dopo Albategno anni 190 fu	23°34'0"
Al tempo d'Almeone Almansore, che fu dopo	23°33'30"
Arzael anni 70 era	23 33 30
Ai nostri tempi che siamo nel anno 1497 è quasi	23°29'0"

SUL MERIDIANO E SULL'ORIZZONTE

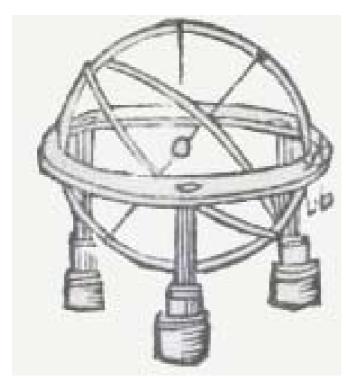
CAP. V

Il Meridiano e l'Orizzonte sono entrambi due dei circoli massimi della Sfera. Il Meridiano passa per i due Poli del mondo e per lo Zenit del nostro capo, ed è chiamato così perché ovunque l'uomo si trovi e in qualsiasi giorno dell'anno, ogni volta che il Sole giunge al suo Meridiano è mezzogiorno, e per queste ragioni è anche chiamato circolo del mezzogiorno. Si deve notare che le città, delle quali l'una è più ad oriente dell'altra, hanno il Meridiano diverso e quell'arco dell'Equinoziale preso tra l'uno e l'altro Meridiano delle suddette città, ci dimostra la differenza delle longitudini dell'una e dell'altra. E se saranno due città, che abbiano il medesimo Meridiano, saranno equidistanti dall'Oriente e dall'Occidente. L'Orizzonte è un circolo, che divide l'emisfero inferiore dal superiore, per questo è chiamato Orizzonte, cioè il luogo dove termina la vista, è inoltre chiamato circolo dell'emisfero, per la stessa ragione, ed è di due tipi: retto ed obliquo. L'Orizzonte retto, e la Sfera retta, dei quali lo Zenit sta nell'Equinoziale, avviene che l'Orizzonte passa per i Poli del mondo, dividendo e tagliando l'Equinoziale ad angoli retti, per questo si chiama Orizzonte retto, e Sfera retta. E l'Orizzonte obliquo, o inclinato hanno quelli, ai quali il Polo s'innalza sopra l'Orizzonte, e perché il loro Orizzonte interseca l'Equinoziale ad angoli obliqui, e non pari, si chiama Orizzonte obliquo e Sfera obliqua e inclinata. E lo Zenit del nostro capo è sempre Polo dell'Orizzonte, da questo si nota che questa è l'elevazione dei Poli del mondo sopra l'Orizzonte, tanta è la distanza dello Zenit dall'Equinoziale, dunque si dimostra in questa maniera. Così in ciascun giorno naturale l'uno e l'altro Coluro si uniscono due volte al Meridiano, e diventano quasi la medesima cosa. Tutto quello che si proverà

dell'uno, si proverà nuovamente dell'altro. Si pigli dunque la quarta parte del Coluro, che distingue i Solstizi, la quale va dall'Equinoziale fino al Polo del mondo, si pigli ancora la quarta parte del medesimo Coluro cominciando dallo Zenit del nostro capo fino all'Orizzonte, ed essendo lo Zenit il Polo dell'Orizzonte, quasi due quarti saranno uguali fra di loro. Dunque se da cose uguali ne leverai porzioni uguali o comuni, quello che rimarrà sarà uguale, tolto via dunque l'arco comune, cioè quello fra lo Zenit e il Polo del mondo, il rimanente sarà uguale, cioè l'elevazione del Polo del mondo sopra l'Orizzonte, e la distanza dello Zenit dall'Equinoziale.

ANNOTAZIONE

Sopra l'Equinoziale partendo da Occidente verso Oriente si misurano le longitudini delle città, e le latitudini che vanno dall'Equinoziale all'uno e l'altro Polo, anche se

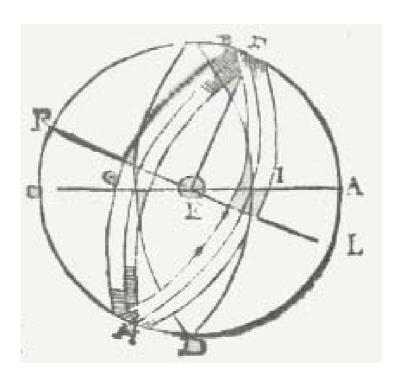


Aristotele dice diversamente nel secondo libro del Cielo e sia contrario a quello che dice l'Autore, di questo ne parleremo meglio, concordando l'una e l'altra tesi: l'Orizzonte obliquo è detto artificiale perché secondo la varietà delle abitazioni è variabile anch'esso all'infinito, ma l'Orizzonte retto è uno solo, a somiglianza delle opere della Natura che sono governate da quella sempre allo stesso modo, mentre quelle dell'arte per le continue nuove invenzioni variano sempre all'infinito.

LA SFERA DI SACROBOSCO - LIBRO SECONDO

Ma il mezzo diametro dell'Orizzonte¹⁴⁹ da diversi diversamente è posto, perché

Eratostene	10	350	aha aana	43 3/4
Proclo	lo nangana	1000	che sono	125
Macrobio	pongono	180	miglia Italiane	22 1/2
diversi altri	di stadi	500	Hamane	62 1/2



 $^{^{149}}$ La distanza dell'osservatore dall'orizzonte. Questa dipende dalla quota a cui l'osservatore si trova. Per Eratostene 350 stadi corrispondono a d=56Km, l'orizzonte è così lontano quando l'osservatore si trova a 250 metri di quota sul livello del mare. La formula è d= $\sqrt{2}$ Rh, dove R=6378 Km e h è la quota.

DEI QUATTRO CIRCOLI MINORI DELLA SFERA CAP. VI

Fin qui si è detto abbastanza riguardo i sei maggiori circoli della Sfera, parliamo ora dei quattro minori. È da notare dunque, che essendo il Sole nel primo punto del Cancro, o Solstizio estivo, che vogliamo dire, descrive per il moto del firmamento un circolo, ed è l'ultimo da lui descritto nella parte Settentrionale. Per tale motivo è chiamato circolo del solstizio estivo ovvero Tropico estivo da τροπή, che vuol dire conversione, o ritorno, perché il Sole in quel punto comincia a ritornare indietro, e si rivolta verso l'Emisfero inferiore partendo dal nostro. Il Sole ritrovandosi di nuovo nel primo punto del Capricorno, ovvero il Solstizio d'inverno, per il moto del firmamento descrive un circolo, che è l'ultimo che il Sole descrive verso il Polo Antartico, per questo motivo è chiamato circolo del solstizio invernale, ovvero Tropico dell'inverno, perché in quel momento il Sole si rivolta e torna verso noi. E perché lo Zodiaco declina dall'Equinoziale, il suo Polo declinerà ancora, e si discosterà dal Polo del mondo. E perché l'ottava sfera si muove, si muoverà anche lo Zodiaco (per essere parte di quella) intorno all'Asse del mondo, e il Polo dello Zodiaco si muoverà 150 intorno al Polo del mondo, e descriverà un circolo chiamato circolo Artico, e quel circolo, che è descritto dall'altro Polo del Zodiaco intorno al Polo Antartico, si chiama circolo Antartico. La distanza del Polo del Zodiaco dal Polo del mondo è tanta, quanta è la massima declinazione del Sole dall'Equinoziale, il che si dimostra così: si piglia il Coluro che distingue i Solstizi e passa per i Poli del mondo e per i Poli dello Zodiaco, e perché tutte le quarte del medesimo circolo fra di loro sono uguali, la quarta di questo Coluro, che comincia dall'equinoziale e va fino al Polo del mondo, sarà uguale alla quarta del medesimo Coluro, che comincia al primo punto del Cancro e va fino al Polo dello Zodiaco, tolte da questo le due quarte uguali, l'arco comune, che comincia dal primo punto del Cancro e va fino al Polo del mondo, gli archi rimanenti saranno uguali, cioè la massima declinazione del Sole e la distanza che c'è fra il Polo del mondo e quello dello Zodiaco. E perché il circolo Artico secondo ciascuna delle sue parti è equidistante dal Polo del mondo, sarà chiaro che quella parte del Coluro, che si trova fra il primo punto del Cancro e il circolo Artico è quasi più della metà della massima declinazione del Sole, ovvero dell'arco del medesimo Coluro che si trova fra il circolo Artico e il Polo del mondo Artico, il quale arco è uguale alla massima declinazione del Sole. E perché questo Coluro come ogni altro circolo della Sfera, viene diviso in 360 gradi, la sua quarta parte sarà 90, ed essendo la massima declinazione del Sole secondo Tolomeo 23 gradi e 51 minuti e altrettanti gradi e

1.5

¹⁵⁰ Nella precessione degli equinozi è il polo del mondo a ruotare attorno a quello dell'eclittica (zodiaco) che resta fisso per la prima legge di Keplero che riguarda la planarità dell'orbita [le orbite dei pianeti sono piane, ellittiche ed il Sole occupa uno dei due fuochi].

LA SFERA DI SACROBOSCO - LIBRO SECONDO

minuti è l'arco che si trova fra il circolo Artico e il Polo del mondo Artico, l'uno e l'altro uniti insieme, saranno quasi 48 gradi, i quali tolti da novanta resteranno 42 gradi, e tanto è l'arco del Coluro preso fra il primo punto del Cancro e il circolo Artico, e così è noto che questo pezzo d'Arco, è quasi la metà più grande della medesima declinazione del Sole.

ANNOTAZIONE

L'Autore chiama Emisfero inferiore la parte del mondo Australe, il quale viene enunciato da Macrobio nel primo libro dei Saturnali. E se bene l'uno e l'altro punto della massima declinazione del Sole per la medesima ragione son chiamati solstizi, nondimeno il solstizio invernale appreso dai buoni autori e specialmente da Cicerone è chiamato Bruma. La definizione che l'Autore pone sui circoli Artici, è molto diversa da quella di Cleomede e di Proclo, ¹⁵¹ i quali vogliono che tali circoli siano descritti dal contatto della Sfera e l'Orizzonte nelle due intersecazioni del meridiano, la quale descrizione non è seguita dai moderni, che seguono questa dell'Autore che è conforme a Tolomeo.

¹⁵¹ Questi ultimi sono i circoli che Gerberto ha descritto nella lettera a Costantino di Fleury con i dati relativi alla latitudine di Rodi. Proclo di Costantinopoli (412-85 d. C.) è un filosofo neoplatonico autore di un'*Istituzione Fisica*, e Cleomède (seconda metà del II sec. a. C.) un astronomo greco.

SULLE CINQUE ZONE

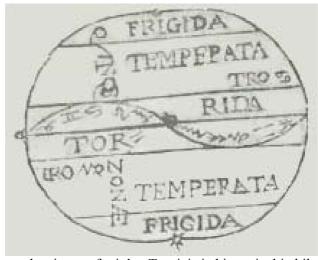
CAP. VII

L'Equinoziale insieme con i quattro circoli minori son chiamati cinque paralleli e equidistanti, non già perché quanto il primo è distaccato dal secondo, tanto il secondo sia lontano dal terzo, ma perché presi due circoli insieme sono equidistanti l'uno dall'altro secondo ciascuna delle sue parti, e si chiamano Parallelo Equinoziale, Parallelo Solstiziale estivo, Parallello Solstiziale invernale, Parallelo Artico e Parallelo Antartico. E si deve notare, che i quattro Paralleli minori, cioè i due Tropici e il Parallelo Artico e Antartico distinguono in cielo cinque Zone, o Regioni. Onde Virgilio nella Georgica disse:

Quinque tenent coelum Zonae quorum una corusco Semper Sole rubens, et torrida semper ab igni, [...]

Ancora in Terra vengono distinte altre e tante Zone, o regioni sottoposte direttamente alle sopradette Zone del Cielo, onde Ovidio nel I libro delle Metamorfosi disse così:

Totidemq. plagae tellure premuntur. Quarum quae media est. Non est abitabilis aestu; Nix tegit alta duas, totidem inter utranq; locavit Temperiemque dedit, mixta cum frigore flamma [...]



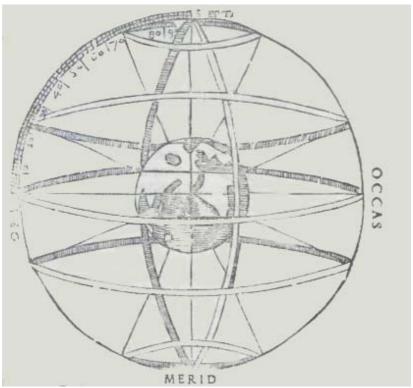
Dunque la Zona, che si trova fra i due Tropici si chiama inabitabile per il calore del Sole, che sopra tale Zona discorre fra l'uno e l'altro Tropico. E la regione della Terra accanto a quella direttamente sottoposta al gran calore del Sole, che scorre

LA SFERA DI SACROBOSCO - LIBRO SECONDO

sopra quella, sarà anche essa inabitabile. Ma quelle due Zone, che sono circoscritte dal circolo Artico e dall'Antartico intorno ai Poli del mondo, sono ancora esse inabitabili per il freddo e avviene che il Sole sia da quelle grandemente lontano. Il simile si deve intendere delle regioni della Terra sottoposte a quelle del Cielo. Ma quelle due Zone o regioni, delle quali una è fra il Tropico estivo e il circolo Artico e l'altra fra il Tropico invernale e il circolo Antartico, sono abitabili per la temperatura calda della Zona torrida, che è fra i Tropici e per il freddo delle Zone estreme, che sono intorno ai Poli del mondo. Il medesimo si deve intendere ancora delle zone della Terra sottoposte a quelle.

ANNOTAZIONE

Non solamente la Terra vien distinta nelle cinque regioni, o Zone, ma nei Climi e Paralleli. Dei Climi da Tolomeo ne furon descritti sette dall'Equinoziale verso il Polo Artico, ne vuole altro inserire quella voce Clima, che quello spazio di Terra



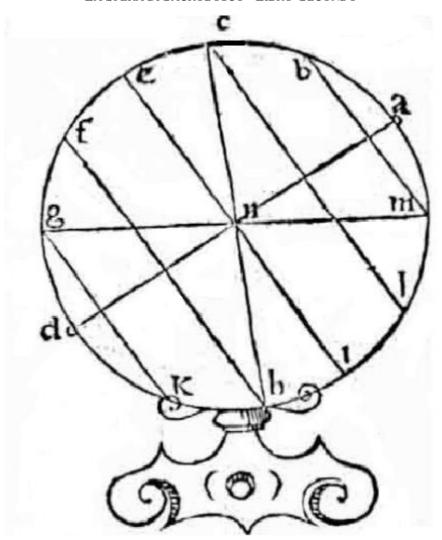
per la larghezza della Sfera, nella quale variano i giorni di mezza ora e a questi non si (conosce) la quantità certa di miglia, o assegnare di gradi per esser uno di maggior quantità di gradi o miglia dell'altro. E quanto più al Polo ci accostiamo, tanto più i Climi si vengono a stringere. Paralleli cioè linee equidistanti servono per cognizione del sito della Terra, perché diremo che Perugia essendo quasi in una medesima latitudine con Amasia patria di Strabone, che sia con quella in un

medesimo parallelo, di maniera che tutto quel numero di linee, che per la lunghezza della Sfera si tireranno, si potranno dire paralleli e come il Clima è quello spazio di Terra, che dal principio alla fine varia il giorno di mezz'ora, così il parallelo varia il giorno di un quarto d'ora e come dall'Equinoziale al circolo polare artico se ne possono tracciare idealmente 24 Climi, 12 ore e così si potranno descrivere anche 48 paralleli. Si pensava che la zona torrida e i due poli fossero inabitabili. Cristoforo Colombo nell'anno 1492 ci ha dato prove che ciò era falso. Infatti, partendo dalla Spagna per un viaggio verso occidente scoprì che nella zona equatoriale c'erano terre colme di gente, e questo evento lo riferì nel suo viaggio di ritorno in Spagna, dopo 4 mesi carico d'oro e altre ricchezze. Grazie a questa esperienza ci appare veritiero ciò che scrisse Avicenna nella seconda parte del primo Canone e Alberto Magno nel sesto libro della Natura dei luoghi, che sotto l'Equinoziale nella zona torrida è più temperata e salutifera abitazione, che non è nelle zone temperate, e possiamo credere quello che si legge in Plinio di Anone Cartaginese, che navigò dalle isole di Gaddi¹⁵² fino alle ultime parti dell'Arabia circondando tutta l'Africa, e quello che Pomponio Mela scrisse di Eudossio che navigò per il Mar Rosso e venne fino alle isole di Gaddi.

Avvertendo che quando l'Autore e altri hanno detto, che sotto la zona torrida non si può abitare, non l'hanno negato assolutamente, ma hanno detto, che non vi è comoda abitazione, perché Tolomeo stesso nell'Almagesto scrive che la zona equatoriale e le terre più vicine ai poli siano inospitali, ma nella Geografia, egli colloca l'isola Taprobana¹⁵³ sotto l'equatore costituita da quattro regni; dal che molti hanno pensato che non sia il medesimo Tolomeo che abbia scritto l'uno e l'altro libro, ma se si intende che abbia detto nell'Almagesto che esse non sono abitabili, cioè comodamente, cesserà ogni dubbio.

¹⁵² Arcipelago di Gades, ora una sola isola, su cui sorge Cadice (Spagna), sull'Atlantico. La città è legata alla terra ferma da un istmo.

¹⁵³ Sri Lanka, anche detta l'isola di Ceylon.



La figura mostra chiaramente sia i dieci circoli della Sfera sia le zone distintamente. Il circolo D. E. C. A. L. H. rappresenta il meridiano e il Coluro del Solstizio, e la linea D. N. A. è l'asse del mondo e il coluro equinoziale, M. B. l'artico C. I. il tropico estivo F. H. il tropico brumale E. I. l'Equinoziale G. K. Il circolo antartico G. M. l'orizzonte C. H. lo zodiaco; nella figura i due tropici e i due circoli artici distinguono le cinque zone, come chiaramente si vede.

LIBRO TERZO

SORGERE E TRAMONTARE SECONDO I POETI

CAP. I

Il sorgere e tramontare dei segni può essere descritto in due modi, uno secondo i Poeti, l'altro secondo gli Astrologi. Secondo i primi il sorgere e tramontare dei segni è di tre tipi: cosmico, cronico ed eliaco.

Il nascere cosmico, o mondano, è quando una stella o un segno nasce di giorno ad oriente sopra l'orizzonte, e sebbene in ciascun giorno artificiale 154 nascano in quella maniera sei segni, nondimeno per eccellenza si dice che sorge cosmicamente quel segno nel quale il Sole si leva la mattina. E questo sorgere è detto principale e quotidiano, ma il tramontare Cosmico dipende dal segno opposto, cioè quando il Sole nasce con qualche segno, il cui opposto tramonta cosmicamente. Il nascere cronico dei segni, ovvero temporale, è quando il segno o la stella viene fuori sopra l'orizzonte dopo il tramonto del Sole, ad oriente; esso è detto temporale, perché il tempo dei Matematici nasce con il tramonto del Sole. Il nascere eliaco, 156 ovvero solare, è quando un segno o una stella comincia a lasciarsi vedere con il discostarsi del Sole da quella, per il suo moto proprio nella linea, 157 e che prima per la vicinanza del Sole non poteva vedersi, & il tramontare eliaco è quando il Sole accostandosi ad un segno o a una stella non la lascia vedere offuscandola con il suo splendore.

ANNOTAZIONE

Questo Libro è stato tradotto per coloro che studiano la Sfera, ma non conoscono il latino. E poiché del nascere e tramontare cosmico cronico ed eliaco ne parlano solo i poeti come Virgilio nelle Georgiche, Ovidio nei Fasti, e [nelle Epistole] dal Ponto, Lucano in vari luoghi, Esiodo, Teocrito, Plinio, Columella, Polibio e altri scrittori gravi, 158 che pochi che non conoscano il latino possono leggere per avventura; per

¹⁵⁴ Un giorno artificiale dura 12 ore.

¹⁵⁵ L'ascendente è il segno che sta sorgendo al momento della nascita di qualcuno. Il segno che sorge cosmicamente per eccellenza è quello in cui si trova il Sole in quel momento.

¹⁵⁶ Presso gli Egizi era osservato il levare eliaco di Sirio, che per lo spazio di 70 giorni restava invisibile per la sua vicinanza al Sole. Le piene del Nilo nel calendario sotiaco (da Sotis, nome egizio di Sirio) erano legate all'osservazione di questo fenomeno, che ogni 1461 dei nostri anni da 365 giorni e ¹/₄ ritornava nella stessa stagione dell'anno. Carlo Gallo, *L'Astronomia Egizia*, Muzzio, Padova, 1998.

¹⁵⁷ La linea è l'eclittica ed il moto proprio è quello annuale del Sole di 1° circa al giorno.158 Tragici.

LA SFERA DI SACROBOSCO - LIBRO TERZO

questa ragione sono stati lasciati in questo capitolo gli esempi dei Poeti che il Sacrobosco adduce, sembrando che si intenda bene cosa siano e come sono causati tali nascimenti.

SORGERE E TRAMONTARE SECONDO GLI ASTROLOGI CAP. II

Resta ora da discutere sul levare e tramontare dei segni secondo gli astronomi. E importante sapere che sia nella Sfera Retta che in quella Obliqua ascende sempre il circolo equinoziale in modo uniforme, cioè in tempi uguali ascendono eguali archi, perché il moto del cielo è uniforme, le l'angolo formato dall'equinoziale con l'orizzonte obliquo le non varia mai; ma le parti dello zodiaco non hanno necessariamente nella Sfera Retta e in quella Obliqua uguali ascensioni, perché quanto più sorge rettamente una parte dello Zodiaco tanto più tempo impiega nel suo nascere. E di ciò è indizio manifesto che sei segni nascono in ciascun giorno artificiale, o lungo, o breve che egli sia, e lo stesso nella notte, è da notare quindi che il nascere e tramontare dei segni non è altro che il sorgere di quella parte dell'Equinoziale dall'orizzonte con quel segno che nasce o ascende, ed il tramontare di quella parte di Equinoziale, che tramonta con l'altro segno, che tramonta o va verso ponente; ma nasce rettamente il segno con cui nasce una maggior parte di Equinoziale, e obliquamente quello con cui ne nasce minor parte. Lo stesso dicasi del tramontare.

Si può notare che alla Sfera retta¹⁶³ le quarte dello zodiaco che cominciano dai quattro punti, cioè i due solstizi e i due equinozi si pareggiano con il nascer loro. Cioè lo stesso tempo impiega a nascere una quarta dello zodiaco e la corrispondente quarta dell'equinoziale che ascende insieme.

E nondimeno le parti di dette quarte non hanno uguali ascensioni, e si dimostra che due archi dello zodiaco tra loro eguali ed egualmente distanti da uno dei quattro punti già detti hanno eguali ascensioni, da cui segue che i segni opposti abbiano

¹⁵⁹ Astrologi ed astronomi sono sinonimi.

¹⁶⁰ Una rotazione di 15° gradi all'ora.

¹⁶¹ L'orizzonte obliquo è quello che ogni osservatore vede, tranne chi sta esattamente all'equatore che vede l'orizzonte retto.

¹⁶² Queste lunghe frasi spiegano il tempo che un segno impiega a sorgere dall'orizzonte. Poiché il moto della sfera celeste è uniforme e ruota di 15° ogni ora, e poiché ogni segno corrisponde a 30° dell'orbita del Sole sull'eclittica, quando i segni sono vicini all'equatore essi impiegano due ore a sorgere, mentre quando questi 30° sono vicini ai solstizi, i segni corrispondenti sorgono in un tempo maggiore,

¹⁶³ La sfera celeste osservata dall'eq uatore.

uguale ascensione. 164 E questo è quello che disse Lucano parlando del viaggio di Catone quando andò in Libia verso l'equatore:

> Non obliqua meant nec Tauro rectior exit Scorpius, aut Aries donat sua tempore Librae Aut Astrea iubet lentos descendere Pisces Par Gemini Chiron, & idem quod Carcinus ardens Humidus ἀιγὸκεραις nec plus Leo tollitur Urna

Lucano intende che a quelli che stanno sotto l'equatore i segni opposti hanno stessa ascensione e discensione. 165 Ma l'opposizione dei segni si ha nell'ultimo verso, ed

Lib. Ari. Scor. Tau. Sagi. Gemi. Cap. Can. Aq. Le. Pi. Vir. 166 E si deve notare che non vale l'argomentare nel seguente modo, cioè quei due archi sono uguali, e insieme cominciano a nascere, e sempre maggior parte è nata d'uno che dell'altro, quindi quell'arco, di cui è nata maggior parte, prima nascerà dell'altro. L'affermazione fatta con questo argomento si verifica nelle parti delle suddette quarte, perché pigliandosi la quarta parte dello Zodiaco, che è dal principio dell'Ariete fino alla fine dei Gemelli, sempre nasce maggior parte della quarta dello Zodiaco, che della quarta dell'Equinoziale, che ascende con sé, e nondimeno quelle quarte nascono insieme. Il medesimo s'intende della quarta dello Zodiaco che è dal principio della Bilancia fino alla fine del Sagittario. Se si prende parimenti la quarta parte dello Zodiaco che è dal principio del Cancro fino alla fine della Vergine, sempre nasce maggior parte della quarta dell'Equinoziale che di quella dello Zodiaco, che ascende con sé, e nondimeno le due quarte, come quelle

precedenti, nascono insieme. Il medesimo s'intenda della quarta dello Zodiaco che

è dal primo punto del Capricorno fino alla fine dei Pesci.

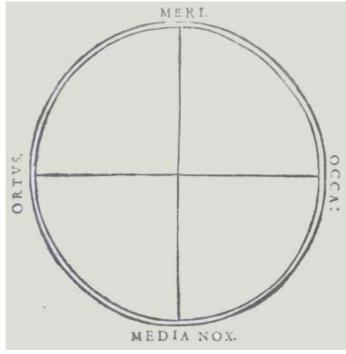
¹⁶⁴ Il tempo di uscita completa dall'orizzonte.

¹⁶⁵ Per ascensione si intende il tempo che impiegano i segni ad uscire completamente dall'orizzonte, e discensione a sparire completamente al di sotto. Il termine moderno di ascensione retta conserva proprio questo uso di riferire tutti questi tempi alla porzione di equatore corrispondente. Il segno viene proiettato mediante due meridiani sull'equatore e l'angolo ivi individuato ne determina la durata dell'ascensione o della discensione. La coordinata di una stella, a partire dall'equinozio di primavera si chiama ascensione retta perché è misurata sull'equatore.

Libra, Ariete, Scorpione, Toro, Sagittario, Gemelli, Capricorno, Cancro, Acquario, Leone, Pesci, Vergine.

ANNOTAZIONE

Con i termini "maggior parte nasce di una quarta che dell'altra" si intende che sebbene una quarta cominci a sorgere più velocemente, il restante poi va tanto più adagio, che alla fine le quarte si equivalgono. Da quanto detto prima si deduce che



alcuni segni ascendono retti ed altri obliqui, e sono schematizzati nella tavola in basso. Inoltre accanto ai segni sono posti anche i gradi equinoziali che ascendono con detti segni, da quelli si potrà agevolmente ottenere in quanto spazio di tempo nasca ciascun segno nella sfera retta, uscendo fuori ogni ora regolarmente 15 gradi dell'Equinoziale. 167 Obl. Ariete Vergine Bilancia Pesci 27 Gradi 56 Minuti Obl. Toro Leone Scorpione Acquario

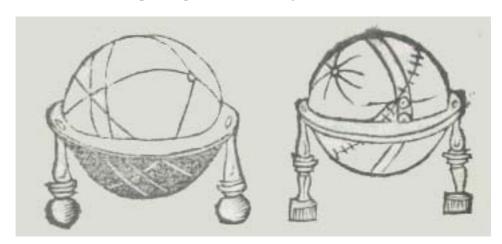
29 Gradi 55 Minuti Ret. Gemelli Cancro Sagittario Capricorno. 32 Gradi 11 Minuti

¹⁶⁷ Segue una tavola di dati di trigonometria sferica, con i segni che ascendono obliquamente e quelli che ascendono rettamente, e le corrispondenti ampiezze sull'equatore celeste, proporzionali alle durate temporali di ascensione e discensione.

DEL NASCERE E TRAMONTARE DELLE COSTELLAZIONI NELLA SFERA OBLIQUA

CAP. III

Le due metà dello Zodiaco nella sfera obliqua si equivalgono con le loro ascensioni. Le metà si prendono a partire dai due punti equinoziali e nascono con le metà dell'equatore celeste¹⁶⁸ che gli corrispondono; ma le parti di quelle metà variano le loro ascensioni, perché per la metà dello zodiaco che è dal principio dell'Ariete fino alla fine della Vergine sempre nasce una parte maggiore di Zodiaco che di equatore celeste [nonostante quelle metà nascono insieme] e accade l'opposto per l'altra parte dello Zodiaco. Ma gli archi che succedono dall'Ariete, fino alla fine della Vergine nella sfera obliqua hanno minori ascensioni, rispetto a quelli della sfera retta e la situazione opposta accade per l'altra metà dello Zodiaco. E dico che hanno maggiori ascensioni secondo tanta quantità, in quanto gli archi successivi all'Ariete l'hanno minore, perciò si deduce che due archi uguali, e opposti nella sfera obliqua hanno le loro ascensioni uguali; perché tanta è la diminuzione da una parte quanto l'accrescimento dall'altra. E per regola abbiamo che nella sfera obliqua, che due archi qualsiasi dello Zodiaco purché uguali ed egualmente distanti dall'uno e l'altro dei punti equinoziali hanno uguali ascensioni.



106

¹⁶⁸ In questo paragrafo ho semplificato la notazione (equatore celeste al posto di Equinoziale) e le dimostrazioni riducendo parole ed argomentazioni rispetto al testo originale.

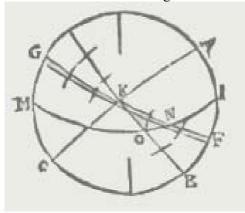
ANNOTAZIONE

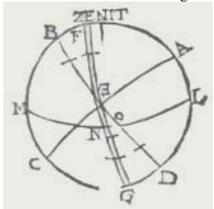
Per archi che succedono ... si intende che detti archi abbiano a cominciare dal principio dell'Ariete, perché altrimenti detta regola sarebbe falsa come chiaramente si scorge nel conferire insieme le ascensioni di ciascun segno nelle tavole dell'una e dell'altra sfera.

I GIORNI NATURALI E ARTIFICIALI

CAP IV

Dalle cose precedentemente dette si capisce che i giorni naturali non sono tutti uguali, poiché il giorno naturale non è altro che una rivoluzione dell'Equinoziale intorno alla Terra con tanta parte dello Zodiaco, quanta in questo tempo il Sole ha percorso di moto proprio contrario a quello del firmamento. Ma poiché le ascensioni di archi dello Zodiaco sono ineguali (come si capisce dalle cose dette sopra), sia nella Sfera retta che in quella obliqua, e con l'aggiunta di queste ascensioni si considerino i giorni naturali, che necessariamente saranno ineguali.¹⁷⁰





Nella Sfera retta i giorni saranno diversi per una sola ragione, cioè perché lo Zodiaco è obliquo; ma nella sfera obliqua per due ragioni, sia per lo Zodiaco che è obliquo e sia per l'Orizzonte che è obliquo. Un'altra causa della diversità dei giorni è l'Eccentricità del Sole. Va notato che il Sole, partendo dal primo punto del Capricorno e passando per l'Ariete per poi arrivare al primo punto del Cancro,

¹⁶⁹ Per giorno naturale si intende il giorno solare vero.

¹⁷⁰ Viene toccato qui il problema dell'equazione del tempo, per la quale la durata del giorno solare vero passa da un minimo di 23 ore 59 minuti e 39 secondi ad un massimo di 24 ore e 30 secondi.

descrive 182 paralleli lungo il firmamento, che non sono cerchi perfetti ma spire, ¹⁷¹ non per questo c'è un errore misurabile. Non è meno importante per il nostro proposito se si può chiamarli cerchi, come lo sono i due tropici e l'Equinoziale, che sono descritti dal Sole, essendo coinvolto nel moto del primo mobile, mentre parte dal primo punto del Cancro, passa per la Bilancia e arriva fino al primo punto del Capricorno. Questi circoli sono chiamati cerchi dei giorni naturali. Ma gli archi che sono sopra l'Orizzonte sono chiamati giorni artificiali, e quelli che si trovano sotto sono gli archi della notte. 172 Questo perché, nella Sfera retta l'orizzonte passa per i poli terrestri, dividendo tutti i circoli in parti uguali, in modo da rendere della stessa grandezza gli archi del giorno e quelli della notte, e questo succede a quelli che stanno sotto l'Equatore celeste, visto che come si sa questi ultimi hanno l'Equinozio perpetuo con il Sole sotto ogni parte del firmamento. Nella sfera obliqua l'Orizzonte è posto obliquamente, dividendo l'Equatore in due parti uguali, quando il Sole è o in un punto Equinoziale o nell'altro, allora l'arco del giorno deve necessariamente essere uguale a quello della notte, ed è l'Equinozio per tutto il mondo. Ma il precedentemente citato Orizzonte Obliquo non divide tutti gli archi in parti uguali, in modo che in tutti i circoli dall'Equatore al Tropico del Cancro, e in questo Tropico, è maggiore l'arco del giorno di quello della notte, cioè è maggiore l'arco che è sopra l'Orizzonte di quello che ne è al di sotto. Dunque tutto quel tempo nel quale il Sole si muove dall'inizio dell'Ariete, passando per il Cancro, fino alla fine della Vergine sono più lunghi i giorni che le notti, in maniera tanto maggiore quanto più il Sole si accosta al primo punto del Cancro, e in maniera minore quanto più se ne allontana. Avviene l'opposto, per i giorni e per le notti, quando il Sole è nei segni Australi e in tutti gli altri circoli che sono da esso descritti fra l'Equinoziale e il Tropico del Capricorno, dove è maggiore il circolo sotto l'Orizzonte e quello al di sopra è minore. Quindi avviene che l'arco del giorno è minore dell'arco della notte, e secondo la proporzione degli archi sono più corti i giorni che le notti, tanto quanto sono più propinqui i circoli al Tropico.

Da ciò si vede che prendendo due circoli equidistanti dall'Equinoziale da parti diverse, così come è l'arco del giorno in uno e l'arco della notte nell'altro.

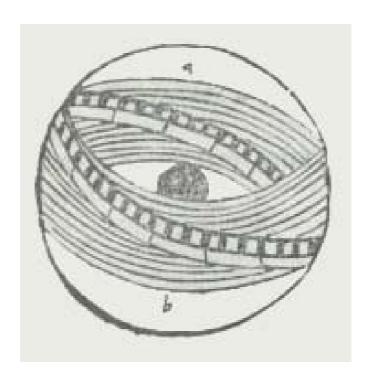
Da questo ne segue che se si prendono due giorni naturali dell'anno ugualmente lontani dai due Equinozi nelle parti opposte, in maniera tanto grande quanto lo è il giorno artificiale dell'uno e la notte dell'altro. Lo stesso vale anche per quello opposto. Ma questo è quello che appare al popolo nel costruire i diversi Orizzonti. Poiché la ragione giudica più rettamente per l'acquisto che fa il Sole contro il moto del firmamento nell'obliquità dello Zodiaco. Per cui quanto più si eleva il Polo del mondo sopra l'Orizzonte, tanto sono più lunghi i giorni quando il Sole è nei segni settentrionali. Accade il contrario quando il Sole è nei segni australi, poiché tanto più sono inferiori i giorni rispetto alle notti. Si deve inoltre notare che i sei segni al principio del Cancro, passando per la Bilancia e fino alla fine del Sagittario, hanno

171 La figura corrispondente è due pagine più avanti e un'altra subito prima dell'annotazione sempre in questo capitolo IV. ¹⁷² Questi misurano la durata del dì e della notte nelle varie stagioni.

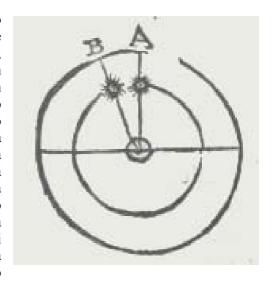
La Sfera di Sacrobosco - Libro Terzo

le loro ascensioni nella Sfera obliqua unite insieme alle maggiori, come anche le ascensioni degli altri sei segni che si trovano all'inizio del Capricorno passando per l'Ariete e fino alla fine dei Gemelli. Quindi i sei segni detti prima si dicono nascere retti e gli altri sei obliqui.

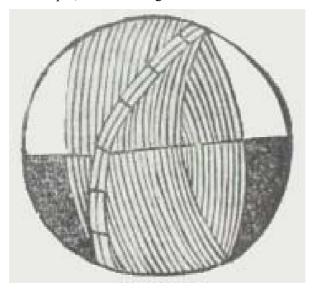
Recta meant, obliqua cadunt a sydere Cancri; Donec finitur Chiron, sed cætera signa Nascuntur prono, descendunt tramite recto.



E quando da noi è il giorno più lungo dell'estate, che sarebbe quando il Sole si trova nel primo punto del Cancro, allora nascono di giorno 6 segni in maniera retta, e di notte altri 6 in maniera obliqua. Avviene l'opposto quando da noi è il giorno più corto dell'anno, cioè quando il Sole si trova all'inizio del Capricorno, allora nascono di giorno 6 segni in maniera obliqua, e di notte altri 6 in maniera retta; e quando il Sole è nell'uno nell'altro punto degli Equinozi, a quell'ora del giorno sorgono 3 segni in maniera retta e 3 in maniera obliqua; e di notte altri sei in modo



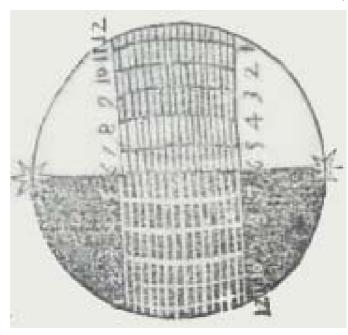
simile, perché c'è una regola, che per quanto breve o lungo sia il giorno o la notte, che sei segni nascono di giorno e sei di notte. E non per la lunghezza o brevità del giorno o della notte che nascono più o meno segni. Da qui si capisce che essendo l'ora naturale lo spazio di tempo nel quale nasce la metà del segno in qualunque giorno artificiale, e similmente nella notte, saranno dodici ore naturali. E in tutti gli altri circoli, che sono al di qua o al di la dall'Equinoziale nella parte Australe o Settentrionale, sono maggiori o minori i giorni e le notti, a seconda se nascono più segni in modo retto o obliquo, nascendo di giorno o di notte.



ANNOTAZIONE

Il giorno artificiale, 173 come ci è insegnato da Aristotele nel primo libro delle Meteore, non è altro che la presenza del Sole sopra il nostro Orizzonte, e la notte è l'ombra della Terra e l'assenza del Sole. E un giorno naturale supera l'altro in base all'eccesso dell'ascensione di un grado dello Zodiaco sopra l'ascensione dell'altro grado, ovvero quanto è l'eccesso del moto proprio del Sole in un giorno rispetto ad un altro; poiché, gli Astrologi, che riducono le tavole loro a giorni uguali, hanno ordinato in una tavola i giorni naturali, perché tutti i compositori delle tavole presero il giorno uguale, ovvero medio, immaginario di una rivoluzione di 360 gradi 59 minuti e 8 secondi dell'Equinoziale. 174 Gli antichi dividevano in 12 ore il giorno e la notte artificiale sia se fossero giorni lunghi o brevi, sia se le ore erano brevi, lunghe o uguali fra loro, in modo che le ore di un giorno erano sempre differenti da quelle del passato o del futuro, e le ore del giorno brumale erano minori delle ore della sua notte, così che le ore del giorno estivo erano maggiori di quelle della detta notte, e se le dette ore furono chiamate naturali dall'autore,

questo nome non si trova provato in nessun altro autore, e non si sa gli antichi se le chiamassero naturali. Esiste ancora un altro tipo di ora, come si legge in Plinio e in altri autori, sia presso i Greci che presso i Latini, chiamate ore Equinoziali dai Latini e ισημερινάς, perché fra sono uguali il mezzogiorno la mezzanotte con le altre dodici ore mezzanotte mezzogiorno seguente, e sono uguali sempre



tanto le estive che le invernali, le notturne e le diurne. E hanno preso il nome

¹⁷³ Il dì.

 $^{^{174}}$ Oggi noi sappiamo che il giorno siderale vale GS = 23 ore 56 minuti e 4.09 secondi. In questo lasso di tempo un punto, una stella, che sta sull'equinoziale (equatore celeste) compie un giro di 360°. Per completare le 24 ore del giorno solare medio l'equinoziale deve ancora ruotare per 3 minuti e 56 secondi, che sono proprio 59 minuti e 8 secondi d'arco alla velocità di un giro ogni GS.

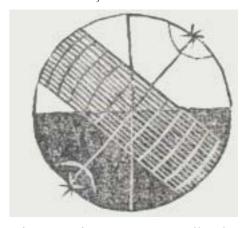
dall'Equinoziale, poiché gli antichi hanno fatto ciascun giorno e ciascuna notte di dodici ore, ma queste ore non erano mai uguali fra loro se non i giorni dell'Equinozio, nei quali le ore notturne sono uguali a quelle diurne.

LA QUANTITÀ DEI GIORNI E DELLE NOTTI DI QUELLI SOTTO L'EQUINOZIALE

CAP. V

Devesi subito notare che a quelli che hanno lo Zenit sotto il circolo Equinoziale, ¹⁷⁵ il Sole passa per lo Zenit due volte l'anno, cioè quando è all'inizio dell'Ariete e della Bilancia, e allora avvengono per quelli due solstizi alti, ¹⁷⁶ perché il Sole passa sopra le loro teste, ed hanno anche due

solstizi bassi, quando il Sole si trova nei primi punti del Cancro e del Capricorno, e sono chiamati bassi perché in quel momento il Sole è molto lontano dal loro Zenit. Per questo, avendo sempre l'Equinozio¹⁷⁷ tutto l'anno, essi avranno quattro Solstizi, due alti e due bassi. Per questo avranno anche due estati, quando il Sole è in uno dei due Equinozi e giorni seguenti, ¹⁷⁸ e due inverni, ¹⁷⁹ quando il Sole è nei primi



punti del Cancro e del Capricorno e giorni seguenti. E questo è quello che dice Alfragano: l'estate e l'inverno nostro sono per loro della stessa qualità e durata, perché nei due tempi che per noi sono estate e inverno capitano da

¹⁷⁵ Posti esattamente sull'equatore.

¹⁷⁶ Qui si usa il termine solstizio per indicare la culminazione al meridiano giornaliera. Infatti il solstizio, nel moto annuale in declinazione che fa il Sole e che si può osservare con una meridiana, è il punto in cui il moto diventa stazionario e si inverte (la parola tropico in greco significa proprio svolta). Quotidianamente il Sole nel suo moto diurno raggiunge al meridiano il suo punto di massima altezza sull'orizzonte. Il concetto di solstizio qui adoperato è proprio questo, va inteso come culminazione. Come il solstizio vero e proprio lo è in declinazione, la culminazione è un punto stazionario in altezza.

¹⁷⁷ L'uguaglianza della durata del dì e della notte.

¹⁷⁸ L'estate è la stagione che segue la massima culminazione meridiana del Sole. Da noi inizia il 21 giugno, solstizio d'estate, il giorno in cui il Sole raggiunge la massima altezza sull'orizzonte. Perciò in base a questa definizione all'equatore ce ne sono 2.

¹⁷⁹ L'inverno segue il giorno di minima culminazione meridiana.

LA SFERA DI SACROBOSCO - LIBRO TERZO

loro due inverni. Da qui si capisce l'esposizione dei versi di Lucano del libro nono, dove dice:

Deprehensum est hunc esse locum quo circulus alti. Solstitij medium signorum percutit orbem.

Lucano intende come circolo dell'alto Solstizio l'Equinoziale, nel quale si presentano due alti Solstizi per quelli che stanno sotto l'Equinoziale; per il circolo dei segni che intende lo Zodiaco, che percuote o taglia l'Equinoziale a metà. Hanno inoltre quattro ombre in ciascun anno. Essendo il Sole in un punto Equinoziale o nell'altro, nelle ore mattutine l'ombra va verso Occidente, e nella sera va verso Levante. Nel mezzo l'ombra è perpendicolare, trovandosi il Sole sopra la loro testa. Quando il Sole è nei segni settentrionali l'ombra va verso l'Austro, e quando è nei segni australi va verso Settentrione. E a coloro che si trovano attorno all'Equinoziale nascono e tramontano le stelle che si trovano vicino al Polo, stelle che per noi non tramontano come disse Virgilio. 180

Hic vertex nobis semper sublimis, at illam Sub pedibus Stix atra videt, manesque profundi.

1.0

¹⁸⁰ Libro I delle Georgiche.

QUELLI CHE HANNO LO ZENIT FRA L'EQUINOZIALE E IL TROPICO DEL CANCRO

CAP VI

Interviene da quelli che hanno lo Zenit fra l'Equinoziale e il Tropico del Cancro, che hanno per due volte l'anno il Sole sopra il capo allo Zenit. Con ciò s'intende un circolo parallelo all'Equinoziale che passa per lo Zenit sopra il loro capo, intersecando lo Zodiaco in due luoghi equidistanti dall'inizio del Cancro. In questi due punti il Sole passa per lo Zenit sopra il loro capo, per questo loro hanno due estati, due inverni, quattro Solstizi e quattro ombre, come quelli che stanno sotto l'Equinoziale. In questo sito secondo alcuni si trova l'Arabia. Disse questo Lucano parlando degli Arabi che vennero a Roma in aiuto di Pompeo.

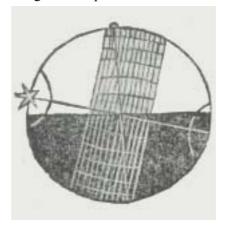
Ignotum vobis arabes venistis in orbem Umbras mirati nemorum non ire sinistras

Perché nei loro paesi alcuna volta avevano l'ombre dalla destra, e alcuna volta dalla sinistra, e alle volte Occidentali. Ma quando vennero a Roma di qua dal tropico del Cancro, allora avevano le ombre sempre settentrionali.

ANNOTAZIONE

Lucano in questo luogo intende per la sinistra parte del mondo la parte Australe, e per la destra la Settentrionale, come era costume dei Poeti i quali dividendo tutto il mondo in due parti, l'Emisfero Superiore, che riguarda il polo Artico chiamano

destra, e l'inferior sinistra parte del mondo, i Geografi voltatisi al polo Artico, e considerando l'altezza di quello, pongono la destra parte del mondo in Oriente, nel che convengono con i Filosofi, e specialmente con Aristotele nel secondo libro del cielo. Ma gli Astrologi al contrario voltandosi all'Austro verso il mezzo del Cielo, dove è velocissimo¹⁸¹ il corso delle stelle, chiamano destra la parte Occidente.



10

¹⁸¹ All'equatore celeste il moto angolare del cielo è massimo: 15° ogni ora. Alle altre declinazioni δ tale velocità angolare vale v=15·cos δ .

DI QUELLI CHE HANNO IL ZENIT NEL TROPICO DEL CANCRO CAP. VII

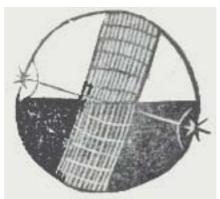
Ma quelli che hanno il Zenit nel Tropico del Cancro, accade, che una sola volta l'anno il Sole passa per lo Zenit del capo loro, cioè quando è nel primo punto del Cancro, e allora in un'ora del di tutto l'anno¹⁸² è a quelli l'ombra perpendicolare, e in tal sito si dice essere Siene Città, onde disse Lucano:

Umbras nusquam flectente Syene.

E quello è da intendere nel punto del mezzogiorno, perché per il resto di tutto l'anno hanno l'ombra settentrionale.

ANNOTAZIONE

Nei tempi nostri nel giorno del Solstizio, nel mezzogiorno il Sole non cade più perpendicolarmente sopra Siene, la quale ha solamente l'ombra settentrionale, ¹⁸³ essendosi accostato il Tropico del Cancro per il moto della trepidazione all'Equinoziale, ¹⁸⁴ il quale accostamento fa anche apparire oggi differente la



¹⁸² Si ripete.

¹⁸³ Poiché l'obliquità dell'eclittica è passata da quasi 24° al tempo di Arato fino ai 23° 30' circa del 1500, Syene che si trovava sul tropico del Cancro secondo gli antichi, ora non lo è più, risultandone ora più a Nord. Eratostene (~272-192 a.C.) sfruttò il fatto che a Syene al mezzogiorno del solstizio d'estate il Sole produceva ombre verticali, mentre ad Alessandria le ombre erano inclinate di (circa) 5° per calcolare il diametro della Terra valutato pari a 252000 stadi. Meno noto è il metodo di Posidonio (135-51 a.C.) per misurare il diametro del Sole, che considerava la notizia di Eratostene che entro un'area ampia 300 stadi attorno a Syene, sempre nel Solstizio d'Estate, un palo verticale non aveva ombre né a destra né a sinistra, e ciò implicava un diametro del Sole di 300/252000 dell'angolo giro, pari a quasi 26'. STAHL, *La Scienza dei Romani*, Laterza Bari, 1983 p. 67-68.

¹⁸⁴ Qui si vede la possibile influenza della dottrina sostenuta da Domenico Maria Novara (1454-1504), contemporaneo di Piervincenzo Dante, sulla variazione delle latitudini delle città mediterranee cresciute di circa 1° a partire dal tempo di Tolomeo [GRIBBIN p. 338], spiegata qui da Piervincenzo Dante de Rinaldi con la trepidazione degli equinozi. Si noti che la sola variazione di obliquità dell'eclittica non sposta il polo celeste, e di conseguenza non implica affatto una variazione delle latitudini.

Latitudine d'Alessandria, 185 e di tutte l'altre città osservate da Tolomeo per rispetto della varietà della declinazione del Sole¹⁸⁶ nei punti dello Zodiaco.

DI QUEI CHE HANNO IL ZENIT FRA IL TROPICO DEL CANCRO E IL CIRCOLO ARTICO

CAP. VIII

Quelli che hanno il Zenit fra il Tropico del Cancro, e il circolo Artico non hanno mai in eterno il Sole sopra del capo loro, e l'ombre loro sempre si gettano verso Settentrione, e tale è il sito nostro, inoltre è da notare che l'Etiopia, o alcuna parte di quella è di qua dal Tropico del Cancro, onde Lucano disse nel libro quarto:

> Aethipiumq. Solum quod non premeretur ab ulla. Signiferi regione poli, ni poplite lapso Ultima curvati procederet ungula Tauri.

E dicono alcuni, che quivi si piglia il segno equivocamente per la duodecima parte del Zodiaco, e per la forma dell'animale, che secondo la sua maggior parte è nel segno, che denomina. Onde il Toro essendo lo Zodiaco, secondo la maggior parte sua, distende nondimeno il piede di là dal Tropico del Cancro e così viene a calcare l'Ethiopia, benché nessuna parte del Zodiaco sia sopra di quella, perché se il piede del Toro, del quale parla Lucano si distendesse verso l'Equinoziale, e di modo che fosse addirittura dell'Ariete o d'altro segno, allora sarebbe premuta l'Ethiopia dall'Ariete o da altri segni. Il che è manifesto per il circolo parallelo

¹⁸⁵ Se la latitudine viene misurata con le culminazioni superiori ed inferiori della Polare, cioè con l'altezza del polo celeste sull'orizzonte Nord, non si può vedere una sua variazione

per effetto della variazione dell'obliquità dell'eclittica. ¹⁸⁶ Se, invece, la latitudine è calcolata a partire dalle altezze meridiane del Sole, allora i valori calcolati cambiano nei secoli se non si tiene conto della variazione secolare dell'obliquità. Ad esempio se Syene si trova nel sito dell'attuale Assuan a 24° N sotto quello che era il tropico del Cancro al tempo di Eratostene, il Sole al solstizio estivo culminava allo Zenit, a distanza zenitale z $min = 90^{\circ}-90^{\circ}=0^{\circ}$, e la latitudine si calcolava con l'equazione $\lambda = z \min + 24^\circ$. Ora lasciando 24°, valore dell'obliquità, fisso oggi z min = 30', e la latitudine risulterebbe aumentata di 30'. Questo è il solo modo per spiegare la ragione della specificazione "per rispetto alla varietà della declinazione del Sole". Tuttavia chi, come il Novara, ha misurato l'obliquità, la ha ottenuta dai due valori estremi della declinazione ai solstizi invernale ed estivo, e ne conosceva la sua variazione. Dunque nell'equazione precedente anche il valore di 24° si sarebbe ridotto a 23° 30' lasciando invariato il valore della latitudine. Il GRIBBIN [p. 388] liquida la questione definendo che questa teoria delle variazioni delle latitudini, pubblicata dal Novara nel 1489, era una scoperta immaginaria, ma fa anche notare che forse influenzò Copernico, che fu suo allievo dalla fine del 1496. Novara e Copernico osservarono insieme l'occultazione di Aldebaran del 9 marzo 1497 e la teoria del Novara del cambiamento di direzione dell'asse terrestre contribuì forse a familiarizzare Copernico con l'idea dei possibili moti della Terra. Copernico userà tre circoli per descrivere il moto della Terra attorno alla posizione media del Sole [JACOBSEN, 1999, p.111-124].

LA SFERA DI SACROBOSCO - LIBRO TERZO

all'Equinoziale tirato attorno per lo Zenit del capo degli Ethiopi e per l'Ariete o altri segni; ma perché la ragion naturale è di questo contraria, perché non sarebbero così neri se nascessero in regione temperata, e abitabile. È da dire adunque, che quella parte dell'Ethiopia, della quale parla Lucano, sta sotto il circolo Equinoziale, e il piede del Toro, del quale parla, si distende verso detto Equinoziale, e si deve far distinzione fra i segni cardinali, e regioni, perché i segni Cardinali sono due, nei quali si fanno i solstizi, e due nei quali accadono gli Equinozi, e le Regioni si dicono i segni di mezzo, dal che è manifesto, ch'essendo l'Ethiopia sotto l'equinoziale non è calpestata da alcuna regione; ma solamente da due segni cardinali, l'Ariete e la Libra.

ANNOTAZIONE

Si potrebbe rispondere altrimenti, e con più facilità all'opinione di Lucano, cioè negando detta opinione, se lui però intese che l'Ethiopia fosse fuori del Tropico del Cancro nella zona temperata, perché Tolomeo, Strabone e comunemente tutti i geografi sono di contraria opinione. L'Autore per esporre i detti di Lucano, di sopra, bisognò che dicesse esser due Solstizi un alto, e uno basso, e in questo luogo ha trovato una distinzione nei segni dicendo che alcuni sono Cardinali, e altri regioni. L'una e l'altra è invenzione sua, né tali termini si trovano usati dagli antichi. 187

-

¹⁸⁷ Qui Piervincenzo Dante conferma la forzatura fatta dal Sacrobosco nel considerare solstizi anche i transiti meridiani al fine di chiarire i versi di Lucano. Del resto questo terzo libro si è aperto sul sorgere e tramontare secondo i poeti.

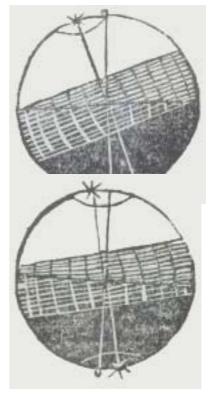
DI QUELLI CHE HANNO IL ZENIT NEL CIRCOLO ARTICO CAP. IX

Occorre a quelli che hanno il Zenit nel circolo artico, che in ciascun giorno, e tempo dell'anno, che il Zenit del capo loro è una stessa cosa con il polo dello Zodiaco, o l'Eclittica per Orizzonte, perché, dice Alfragano, che quivi il circolo del Zodiaco si ripiega sopra il circolo dell'Emisfero; ma avvenga che il firmamento continuamente si muova, il circolo dell'orizzonte intersecherà lo Zodiaco in un istante, e essendo dei maggiori circoli della Sfera s'intersecheranno in parti uguali. Onde subito una metà del Zodiaco verrà fuori sopra l'orizzonte e l'altra s'abbassa subito sotto, e per questo dice Alfragano, che quivi tramontano subito sei segni, e gli altri sei nascono con tutto l'Equinoziale, e perché l'Eclittica è a loro orizzonte sarà il Tropico del Cancro tutto sopra detto orizzonte, e tutto il tropico del

Capricorno sarà sotto. E quando il Sole sarà nel primo punto del Cancro, avranno il giorno di 24 ore e la notte quasi di un istante, perché in un istante trapassa l'orizzonte, e subito viene fuori, e al contrario interviene loro, essendo il Sole nel primo punto del Capricorno, perché allora hanno le notti di 24 ore, e il giorno quasi di un istante.

DI QUELLI CHE HANNO IL ZENIT FRA IL CIRCOLO ARTICO E IL POLO DEL MONDO CAP. X

A coloro dei quali il Zenit è fra il circolo Artico, e il polo Artico del mondo, interviene che l'Orizzonte loro interseca il Zodiaco in due punti equidistanti dal principio del Cancro, e nella rivoluzione del firmamento interviene, che quella parte del Zodiaco compresa, e intercetta dall'orizzonte, sempre rimane di sopra al detto orizzonte, per il che è manifesto che in tutto il tempo, che il Sole dimora in quella porzione compresa sopra l'orizzonte sarà un dì continuo,



giorno di un mese intero senza notte, e, se sarà di due segni, sarà il giorno di due mesi, e similmente sarà poi fino ai segni successivamente; nel medesimo modo interviene a costoro, che quella parte del Zodiaco, presa da quei due punti egualmente distanti dal principio del Capricorno, resterà sempre sotto l'Orizzonte.

LA SFERA DI SACROBOSCO - LIBRO TERZO

Onde quando il Sole è in detta porzione compresa, sarà una intera notte senza giorno, breve o lunga, secondo la quantità dell'intercetta porzione, e gli altri segni che a loro nascono e tramontano, gli nascono e tramontano al rovescio, cioè con ordine inverso, dei quali è il Toro, che nasce avanti l'Ariete, e l'Ariete innanzi ai Pesci, e i Pesci innanzi all'Acquario, e nondimeno i segni a questi opposti tramontano rettamente, che sono questi che nascono al rovescio, come il Toro.

DI QUELLI CHE HANNO IL ZENIT NEL POLO ARTICO CAP. XI

A quelli che hanno il Zenit nel polo artico del mondo interviene, che il loro Orizzonte è il medesimo che l'Equinoziale. Onde che avvenga che il detto Equinoziale intersechi il Zodiaco in due parti uguali, così il loro orizzonte lascerà la metà del Zodiaco di sopra, e l'altra di sotto, per il che quando il sole camminerà per la metà dello Zodiaco, che è dal principio dell'Ariete fino al fine della Vergine sarà quello spazio di tempo un continuo giorno senza notte, e quando il Sole camminerà per l'altra metà dal principio della Libra fino al fine dei Pesci, avranno una notte continua senza giorno perché un mezzo anno sarà per loro un giorno artificiale, e l'altro mezzo notte. Onde tutto l'anno è quivi un giorno naturale. E perché in questo luogo il Sole non va mai sotto l'Orizzonte più di 23 gradi e 51

minuti, pare che a quelli sia continuo giorno senza notte, perché ancor da noi si chiama il giorno avanti che il Sole esca fuori dell'Orizzonte. Ma questo è quanto all'uso del volgo non essendo il giorno artificiale secondo la ragione naturale, se non dal levar del Sole, fin che tramonti sotto l'Orizzonte. A quello adunque che abbiamo detto che par che quivi sia perpetua luce essendo giorno come il Sole giunge 18 gradi¹⁸⁸ sotto l'Orizzonte (secondo l'opinione di Tolomeo) e secondo l'opinione di altri di 30 gradi, che è un segno intero, diciamo che l'aria è quivi nuvolosa, e spessa, perché il raggio del Sole essendo in cotesto luogo di debole virtù innalza più i vapori di



quelli che possa consumare, onde l'aria non rasserena quasi mai, e non fa giorno.

ANNOTAZIONE

_

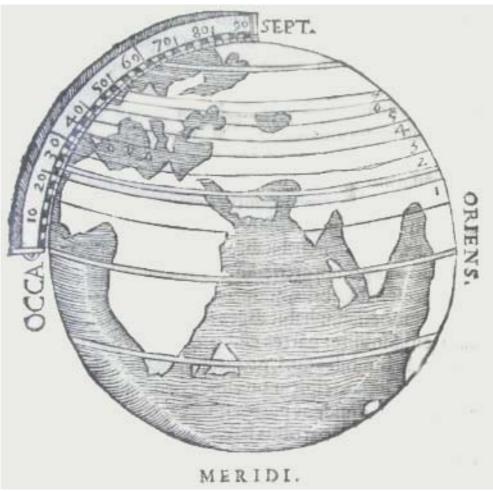
¹⁸⁸ Ricordiamo che oggi quando il Sole è 6° sotto l'orizzonte si dice che è il crepuscolo civile, 12° quello nautico e 18° quello astronomico.

Diversa e differente è l'opinione di Tolomeo e degli altri circa il principio dei crepuscoli, il che agevolmente può procedere dalla diversità dell'ascensione dei segni, perché quando il Sole e in un segno, che nasce obliquamente, ovvero tramonta, il crepuscolo è più breve di quando nasce rettamente. Il che noi stessi lo sperimentiamo, che nei giorni della estate sono maggiori i Crepuscoli che nei giorni dell'Inverno, perciò alcuni Astrologi hanno potuto considerare che alcuni di detti Crepuscoli siano grandi, e di qui si sono mossi a dire, che i Crepuscoli siano grandi, pensando che tal grandezza procedesse da maggior lontananza del Sole dall'Orizzonte, ma l'opinione di Tolomeo è verissima la quale è seguita da tutti gli Astrologi, che nell'Astrolabio descrivono la linea Crepuscolina 18 gradi sotto l'Orizzonte: non segue già, che essendo il Crepuscolo maggiore sia il Sole distante sotto l'orizzonte più quantità di gradi nel principio di detto Crepuscolo, che è nel crepuscolo vicino, perché come dall'Autore si è dimostrato, eguali porzioni dello Zodiaco hanno ascensioni, e discensioni ineguali.

DELLA DIVISIONE DEI CLIMI

CAP. XII

Dobbiamo immaginarci dunque un circulo descritto nella superficie della Terra direttamente sotto l'Equinoziale, e uno altro circulo, che passando per l'oriente, e l'occidente passi ancor per l'uno e l'altro polo del Mondo. Questi due circoli s'intersecheranno insieme in due luoghi ad angoli retti, e sferali, e divideranno tutta la Terra in quattro parti delle quali una è la nostra parte abitabile, e cioè quella che è compresa fra il mezzo circolo tirato da Oriente in Occidente sotto l'Equinoziale, e il mezzo circolo tirato da Oriente in Occidente per il polo Artico del Mondo, nondimeno nemmeno tutta questa quarta è abitabile, perché le parti sue vicine all'Equinoziale sono inabitabili per il troppo calore, e similmente quelle vicine al Polo Artico sono inabitabili per la soverchia freddezza. Intendasi dunque una linea parimenti distante dall'Equinoziale, che divida le parti inabitabili di detta quarta da quelle abitabili che sono verso settentrione: si prenda ancora un'altra linea equidistante dal polo artico, che divida le parti di detta quarta, che sono inabitabili nella zona fredda dalle parti abitabili che sono verso l'equinoziale, inoltre fra queste due linee estreme si intendano sei linee Parallele all'Equinoziale, e al Polo Artico, le quali con le due prime dividano tutta quella parte abitabile in sette parti, che si dicono sette Climi, come appare nella seguente figura.



ANNOTAZIONE

L'Autore in questo luogo pone solo una quarta della Terra abitabile secondo l'opinione degli Antichi, benché oggi sappiamo che anche sotto l'Equinoziale si abitano parecchi gradi, e speriamo che con questa navigazione del Colombo si abbiano a scoprire ancora molti luoghi della Terra abitabili, che sin qui sono stati nascosti, come da Seneca in *Medea* fu predetto.

...venient annis Secula Seris, quibus Oceanus Vincula rerum laxet, & ingens Pateat tellus, tiphisque novos, Detegat orbes, nec sit terris Ultima Thule.

La Grandezza Dei Climi

CAP. XIII

Clima è chiamato quello spazio di Terra, nel quale sensibilmente varia l'Horologio, ¹⁸⁹ perché il medesimo giorno d'estate è maggiore nella regione più lontana dall'equinozio, che in quella più vicina. Dunque tanto spazio di Terra in quanto comincia il medesimo giorno a variare si chiama clima. Ne è il medesimo orologio osservato nel principio, e nella fine di questo clima, perché le ore del giorno variano sensibilmente, dove si varierà ancora l'orologio, la metà dunque del primo clima sarà dove il giorno più lungo è di 13 ore, l'elevazione del Polo del mondo sopra l'emisfero è di 16 gradi e 40 minuti si chiama clima di Meroe. 190 ma il suo principio è dove la maggior lunghezza del giorno è di 13 ore e un quarto, e si innalza il Polo sopra l'orizzonte di 20 gradi e mezzo il quale spazio di Terra è di 440 miglia. La metà del secondo clima è dove il giorno più lungo è di 13 ore mezza, e l'elevazione del Polo sopra l'orizzonte è di 24 gradi e un quarto, e si chiama clima di Siene. La sua larghezza è dalla fine del primo clima fin dove il giorno più lungo è di 13 ore e tre quarti, e il Polo si innalza sopra l'orizzonte di 25 gradi e mezzo, e lo spazio della Terra è di 400 miglia. La metà del terzo del clima è dove il giorno più lungo è di 14 ore, e l'elevazione del Polo sopra l'orizzonte è di 30 gradi e tre quarti, e si chiama clima d'Alessandria, la larghezza del quale va dalla fine del secondo clima fin dove il giorno con maggior lunghezza è di 14 ore e un quarto, e l'altezza del Polo è di 33 gradi e due terzi, il quale spazio di Terra è di 350 miglia.

Il mezzo del quarto Clima, ha il giorno più lungo di 14 ore e mezza, e l'altezza del Polo è di 36 gradi e due quinti, e si chiama clima di Rodi, e la sua larghezza è dal termine del terzo clima sino dove il giorno più lungo è di 14 ore e tre quarti, e l'elevazione del Polo è di 39 gradi, il quale spazio di Terra è di 300 miglia.

Il mezzo del quinto clima è dove il giorno di lunghezza maggiore dura 15 ore, e l'elevazione del Polo è dove il giorno maggiore dura 15 ore, e l'elevazione del Polo è di 41 gradi ed un terzo, chiamato clima di Roma, la cui sua larghezza va dal termine del quarto clima fin dove il maggiore giorno è di 15 ore e un quarto, e l'elevazione del Polo è di 43 gradi e mezzo, il cui corrispondente spazio di Terra è di 225 miglia.

Il mezzo del sesto clima ha il giorno maggiore di 15 ore e mezza, e l'altezza del Polo di 45 gradi e due quinti, chiamato clima di Boristene, e la sua larghezza è dalla fine del quinto clima sino a quando il giorno più lungo è di 15 ore e 45 minuti, e l'elevazione del Polo è 43 gradi ed un quarto, il cui spazio di Terra è di 212 miglia.

¹⁸⁹ Per Horologium si intende la tabella di durata del dì, così come inteso nella lettera di Gerberto ad Adamo.

¹⁹⁰ Meroe, antica capitale della Nubia, dopo la sesta cateratta del Nilo, in Sudan.

Il mezzo del settimo clima è dove il giorno con maggior durata è di 16 ore, e l'altezza del Polo è 48 gradi e due terzi, e si chiama clima dei Monti Rifei, la cui larghezza va dal termine del sesto clima sino dove il giorno è di 16 ore e un quarto, e il Polo sopra l'orizzonte si alza di 50 gradi e mezzo, il cui spazio di Terra misura 185 miglia.

E sebbene sopra il termine di questo settimo clima sono comprese più isole ed abitazioni di uomini, nondimeno quei paesi che vi sono conosciuti sono poco abitati, e perciò non sono compresi sotto il nome di clima.

Tutta la diversità, dunque, dal primo al settimo clima è di 3 ore e mezza. E l'elevazione del Polo sopra l'orizzonte è di 38 gradi. E così è manifestata la larghezza di ciascun clima, dal suo principio verso l'Equinoziale, fino alla fine verso il Polo Artico: il primo clima è più largo del secondo, il secondo del terzo e così via.

Ma la lunghezza del clima si può definire quella linea che va da Oriente ad Occidente che è equidistante dall'equinoziale, e così si evince che la lunghezza del primo clima è maggiore di quella del secondo, e quella del secondo è maggiore di quella del terzo ecc.

Tutto ciò avviene perché le linee man mano verso il Polo vanno restringendosi.

ANNOTAZIONE

Vitruvio definisce il clima come inclinazione dei cieli, i quali sono dai Greci distinti dai luoghi sopra i quali passano. Da cui clima διαμερὸης, Diamerois, che passa cioè per Meroe, città di Etiopia. ¹⁹¹ Quello che è denominato dai Monti Rifei, oggi occorre dire che passa per la Moscovia, poiché non essendoci questi monti, come dagli antichi erano stati immaginati, e sebbene come precedentemente detto si possono descrivere ancor più di sette climi, l'autore non ha voluto citarne più di sette, seguitando l'opinione espressa da Alfragano.

Per larghezza dei climi, e del cielo l'autore intende quella parte che va dall'Equinoziale al polo e per lunghezza intende da Levante a Ponente e da Ponente a Levante nel medesimo modo, che si prende dal primo libro di Geografia di Tolomeo.

Ma dal secondo libro del Cielo di Aristotele si trova diversamente, perché egli considerò tutta la macchina del Cielo sotto l'Equinoziale, ponendo la destra del mondo ad Oriente, dove comincia il moto, e la sinistra ad Occidente, definendo così questo spazio di Terra come larghezza del mondo.

Tuttavia, gli Astrologi hanno chiamato questa distanza fra Levante e Ponente, poiché è più lunga, lunghezza del mondo, mentre la distanza fra l'Equinoziale al Polo, poiché è più corta, larghezza del mondo. Il primo clima passa per Meroe, una città dell'Africa, il quale comprende come zone: la Libia meridionale, parte

_

¹⁹¹ Nella Geografia tolemaica Ethiopia è tutta l'Africa a Sud e Sud Est dell'Egitto.

LA SFERA DI SACROBOSCO - LIBRO TERZO

dell'Etiopia a sud dell'Egitto, parte del Mar Rosso e dell'Arabia Felice, del Calicut, 192 della Cina con buona parte delle isole Molucche. 193

Il secondo clima passa per Siene, città egiziana, nel quale sono inserite le provincie della Mauritania, ¹⁹⁴ di Cesariense, ¹⁹⁵ Getulia ¹⁹⁶ e del deserto libico, parte dell'Africa minore, della Numidia, ¹⁹⁷ di Cirene, ¹⁹⁸ Marmarica, ¹⁹⁹ comprende quasi tutto l'Egitto, e parte dell'interno della Libia, ²⁰⁰ dell'Arabia Felice, della Caramania, ²⁰¹ Gedrosia, ²⁰² e gran parte delle Indie.



Il terzo clima passa per Alessandria d'Egitto, nel quale sono la maggior parte dell'una e dell'altra Mauritania, una parte dell'Africa minore, della Numidia di Cirene, la Marmarica, ed una parte molto piccola dell'Egitto e della Libia interiore, parte di Cipro, la Soria, ²⁰³ e quasi tutta la Palestina, l'Arabia Petrea, ²⁰⁴ e la Deserta,

¹⁹⁴ Attuale Marocco.

¹⁹² Costa occidentale dell'India, Malabar.

¹⁹³ Indonesia.

¹⁹⁵ Oggi la costa dell'Algeria.

¹⁹⁶ Nell'attuale interno dell'Algeria.

¹⁹⁷ L'attuale Algeria e parte della Tunisia.

¹⁹⁸ L'attuale costa libica orientale.

¹⁹⁹ Presso Salloum in Egitto al confine con la Libia. Da Sidi Barrani a Tobruk.

²⁰⁰ L'attuale parte desertica dell'Egitto a Ovest del Nilo.

²⁰¹ Anatolia, davanti a Cipro.

²⁰² L'attuale Pakistan.

²⁰³ Siria.

²⁰⁴ Nabatea, con Petra capitale.

parte di Babilonia, di Susiana, ²⁰⁵ della Persia, della Catamania, dell'Asia, ²⁰⁶ la Drangiana, l'Aracosia, ed una gran parte delle Indie e della Cina con il principio del Giappone.

Il quarto clima passa per Rodi, nel quale è quasi tutto il Mar Mediterraneo con le sue isole, parte della Spagna, parte della Mauritania e di Marmarica, di Illiriade, dell'Italia, di Epiro, Acaia, Macedonia, e parte del Peloponneso e dell'Asia minore, dell'Armenia, parte della Siria, della Mesopotamia, Susiana, Persia, Partia, Margiana, 207 Brattriana e di Scitia, 209 al di là del Monte Himau. Il quinto clima passa per Roma, vi è inserita la maggior parte della Spagna, una parte della Tracia, 211 della Dalmazia e d'Italia, di Dacia, 212 una parte della Misia

Il quinto clima passa per Roma, vi è inserita la maggior parte della Spagna, una parte della Tracia, ²¹¹ della Dalmazia e d'Italia, di Dacia, ²¹² una parte della Misia inferiore e tutta quella superiore, la Tracia, la Macedonia, parte del Peloponneso e dell'Asia minore estendendosi attraverso l'Asia maggiore fino alla Cina, comprendendo quasi tutto il Giappone.

Il sesto clima passa attraverso la bocca del fiume Boristene, ²¹³ che sfocia nel Mar Maggiore, ²¹⁴ nel quale è la parte settentrionale della Spagna, parte della Francia, dell'Alemagna, e gran parte dell'Asia e soprattutto una parte della Grecia.

Il settimo clima è denominato dai monti Rifei, che gli antichi pensavano che fossero collocati dove oggi c'è la Moscovia, e passa per le parti periferiche della Francia, dell'Alemagna, e gran parte dell'Asia. Ma, oltre i climi elencati, ci sono, verso la parte settentrionale, ²¹⁵ altre località conosciute per le quali gli autori moderni hanno descritto altri climi.

²⁰⁵ Seleucia (Mesopotamia orientale).

²⁰⁶ L'attuale Iran.

²⁰⁷ Ancora Iran settentrionale.

²⁰⁸ Afganistan, Fondata da Zarathustra.

Attuale Kazaksthan, Russia meridionale e Ucraina fino al Caucaso.

²¹⁰ Pamir e Indukush, catena del mondo, regione da cui sorge l'Aquilone.

²¹¹ Parte della Bulgaria attuale.

²¹² Attuale Romania.

²¹³ Il Dniepr, che sfocia nel Mar Nero.

²¹⁴ Il Mar Nero.

²¹⁵ Olao Magno scrive lungamente delle regioni settentrionali.

LIBRO QUARTO

DELLE SFERE E DEI MOTI DEL SOLE

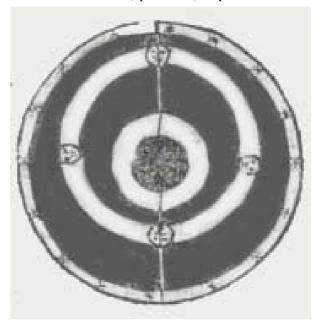
CAP. I

Ha il Sole un sol circolo, sopra del quale si muove nella superficie della Linea eclittica ed è eccentrico, e quei Circoli si dicono Eccentrici, i quali dividendo la Terra in due parti eguali non hanno il centro vero nel centro di detta Terra, ma di fuori e quel punto è detto eccentrico, che più s'accosta al firmamento, si chiama Auge, ²¹⁶ cioè elevatione, ed il punto a questo opposto che più si discosta dal firmamento, si chiama opposto dell'Auge. E ha il Sole da Occidente in Oriente due moti, l'uno dei quali è a lui proprio nel circolo eccentrico, dal quale è mosso in un giorno e in una notte quasi 60 minuti. L'altro moto, più tardo, è quello della sua

sfera sopra i Poli e asse dello Zodiaco ed è uguale al moto della sfera delle stelle fisse, che fa in cento anni un grado,²¹⁷ dai quali, dunque, si ricava il corso del Sole nel circolo dei segni da Occidente a Oriente, e con questo moto divide l'orbita dei segni in 365 giorni e un quarto, meno un *tanto poco* che non è misurabile.²¹⁸

ANNOTAZIONE

Quando l'autore dice che l'anno è di 365 giorni e poco meno di un quarto, quel *poco*



²¹⁶ Apice. Apogeo, oggi il 4 luglio, quando il Sole è più lontano dalla Terra.

²¹⁷ È la precessione degli Equinozi. Non si menziona il moto dell'apice, in direzione opposta alla precessione di 1° ogni 70 anni.

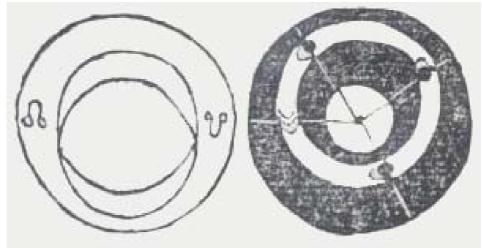
²18 L'anno tropico dura 365 giorni 5 ore 49 minuti 11 secondi, ed è il tempo necessario a tornare nello stesso punto dell'orbita, segnatamente sull'equinozio di Primavera. La precessione influenza la durata dell'anno, che in sua assenza sarebbe più lungo di 20 minuti e 34 s ed equivalente all'anno siderale.

meno è di undici minuti di ora²¹⁹ e tale spazio di tempo in 3 anni fa più di tre quarti d'ora, il che in 130 anni fa quasi un giorno e questo ha causato la variazione del calendario, delle stelle mobili che sono trascorsi da Giulio Cesare in qua 15 giorni e poco più.²²⁰

DELLE SFERE, O CIRCOLI DEI SEI PIANETI

CAP. II

Tutti gli altri pianeti, ²²¹ eccetto il Sole, hanno tre circoli, cioè l'Equante, il Deferente e l'Epiciclo, ma l'Equante della Luna è un circolo concentrico con la Terra ed è nella stessa superficie ²²² dell'Eclittica e il Deferente di quella è un circolo eccentrico e non è nella superficie dell'Eclittica, ²²³ anzi, una sua metà declina verso Settentrione e l'altra verso l'Austro, e tale Deferente interseca



l'Equante²²⁴ in due luoghi e la figura della detta intersecazione è chiamata Dragone perché è larga nel mezzo e stretta alla fine. Quella intersecazione, dunque, dalla

21

²¹⁹ Partes minutae primae, la precisione della durata dell'anno tropico è qui data al minuto.

²²⁰ La riforma Gregoriana del Calendario fu decretata con la bolla *Inter Gravissimas* del 24 febbraio 1582 ed applicata in Italia a partire dal 4 ottobre successivo.

²²¹ I pianeti, secondo la definizione greca di stelle erranti, erano sette, Luna e Sole inclusi. Solo nel 2006 l'Unione Astronomica Internazionale ne ha formalmente aggiornato la definizione, fisica, dove il pianeta è un corpo sferico per l'autogravità, la cui orbita è pulita da tutti i frammenti.

²²² Si intenda il piano dell'eclittica.

²²³ L'orbita della Luna è inclinata di 5° 19' sul piano dell'eclittica.

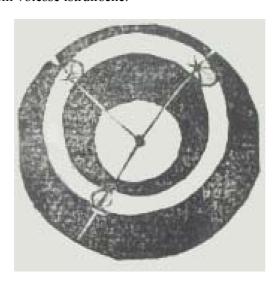
²²⁴ L'equante lunare ruotando sul piano dell'eclittica in 18 anni e 2/3 trascina con sé i luoghi dove avvengono le eclissi, proprio dove il Dragone interseca l'eclittica. Il modello tolemaico per l'orbita lunare è il più complesso tra tutti i pianeti.

quale la Luna si muove dall'Austro verso l'Aquilone, si chiama capo del Dragone, ma l'altra attraverso la quale si muove da Settentrione verso l'Austro si chiama coda del Dragone, e il Deferente e l'Equante di ciascun pianeta sono fra di loro eguali, & si avverte, che tanto l'Equante quanto il Deferente di Saturno, Giove, Marte, Venere e Mercurio sono eccentrici e fuori dalla superficie dell'Eclittica, e nondimeno quei due sono nella medesima superficie, e ciascun pianeta, eccetto il Sole, ha l'Epiciclo, che è un piccolo circolo, attraverso la cui circonferenza è portato il corpo del pianeta, e il centro dell'Epiciclo è sempre portato nella circonferenza del Deferente.



ANNOTAZIONE

Gli antichi Astrologi, per salvare l'apparenza²²⁵ dei moti dei pianeti, hanno posto nelle loro sfere alcuni circoli eccentrici, e gli epicicli, mediante i quali hanno dimostrato tutti i moti, e le apparenze dei detti pianeti, in modo tale che, concessa la detta eccentricità delle orbite, di detti pianeti e epicicli, necessariamente seguirà che sia quella la diversità dei loro moti. Ma volendo negare tali circoli e orbite, difficilmente si può salvare tale apparenza e diversità di moti. È stato specialmente necessario per salvare la diversa strada che i pianeti fanno al di qua o al di là della linea eclittica di porre i poli delle orbite eccentriche abbastanza distanti da una parte e dall'altra dei poli dello Zodiaco,²²⁶ e i loro assi, che intersechino l'asse dello Zodiaco. Ma perché il Sole mai si stacca dalla linea eclittica, avrà i poli e il proprio asse con quelli dello Zodiaco. Ma di questo si parla nelle teorie dei pianeti²²⁷ a cui si rimanda chi volesse istruirsene.



²²⁵ Ancora la frase tolemaica *salvare i fenomeni*.

²²⁷ L'altro libro del Sacrobosco.

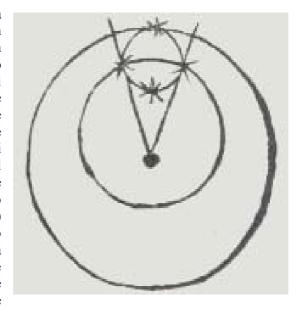
²²⁶ Sono determinate dalle inclinazioni delle orbite dei pianeti sull'eclittica: piuttosto complicate da trattare nel sistema geocentrico, dove la prospettiva della vista da Terra rende la latitudine eclittica di un pianeta continuamente variabile.

DELLA STAZIONE, DIREZIONE E RETROGRADAZIONE DEI PIANETI CAP. III

Se si tireranno due linee del centro della Terra in modo tale che includano l'Epiciclo di ciascun pianeta, una linea dalla parte dell'Oriente e l'altra dalla parte dell'Occidente, quel punto dell'Epiciclo toccato dalla linea dalla parte d'Occidente si chiama prima stazione, e il punto toccato dalla parte di Oriente si chiama seconda stazione, e quando il pianeta è in una o in un'altra delle suddette stazioni, allora si chiama stazionario, e l'arco superiore dell'Epiciclo compreso fra le due stazioni si chiama direzione, e quando il pianeta è in quell'arco si dice diretto. Ma l'arco inferiore dell'Epiciclo fra le due stazioni si chiama retrogradazione, e il pianeta, che si trova in quella parte, si dice Retrogrado. Solo alla Luna²²⁸ non si assegna stazione direzione, o retrogradazione, onde non si dice stazionaria, diretta, o retrograda, e ciò avviene per la velocità del proprio moto.

ANNOTAZIONE

Poiché il precedente capitolo è già di per sé molto chiaro e poiché in generale tutto quello che si tratta in questo quarto libro è piuttosto pertinente alle Teorie dei pianeti piuttosto che al trattato della Sfera e poiché ancora non si può esporle con brevità, si rimanda il lettore alle teorie del Peurbacchio²²⁹ e ai suoi commentatori. Si vuole avvertire il lettore soltanto di una cosa, cioè che sebbene la Luna non si dice diretta o retrograda si chiama (nondimeno) accresciuta o diminuita di moto perché quando è nella parte della direzione dell'epiciclo, si accelerata e quando è nella parte della retrogradazione, dice



²²⁸ Idem per il Sole.

²²⁹ Theoricae Novae Planetarum di Georg Peurbach (1423-1461) ebbe tra i suoi allievi Regiomontano (1436-1476).

decelerata e non retrograda per la velocità del proprio moto nell'eccentrico, che non lascia apparire la sua retrogradazione nello Zodiaco, con tutto che in realtà nell'epiciclo torni indietro come fanno gli altri pianeti.

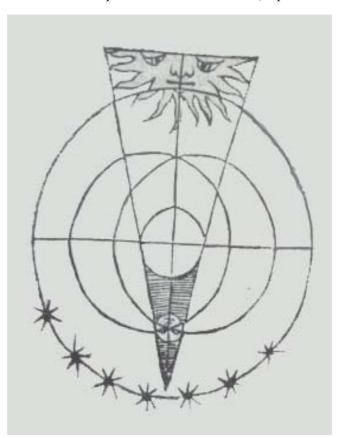
L'ECLISSE DELLA LUNA

CAP. IV

Per essere il Sole molto maggiore della Terra è necessario che la Terra ne sia illuminata almeno per metà, e che la Terra faccia un'ombra distesa, rotonda e aguzza, finché non termini nella superficie dell'eclittica nel punto Nadir del Sole. ²³⁰ Questo Nadir è un punto direttamente opposto al Sole nel firmamento, per il quale, quando la Luna nel plenilunio sarà sulla cima o nella coda del Dragone, sotto il Nadir del Sole, allora la Terra si interporrà tra il Sole e la Luna, e poiché la

Luna ha il lume suo dal Sole, si eclisserà, e questa eclisse sarà universale in tutta la Terra ogni volta che si troverà direttamente sulla cima o nella coda del Dragone.

Ma le particolari eclissi saranno, quando troverà appresso questo capo, o coda del Dragone, la quale sempre interviene nel Plenilunio. E poiché in ogni opposizione, Plenilunio, la Luna non si ritrova nel capo o nella coda del Dragone, nemmeno nel Nadir del Sole, non è necessario, che in ogni Plenilunio segua l'eclisse della suddetta Luna, come è chiaro nella precedente figura.

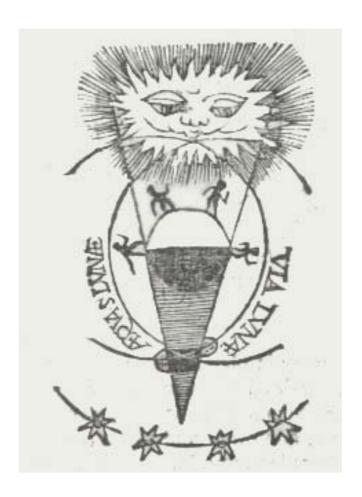


132

²³⁰ Punto antisolare.

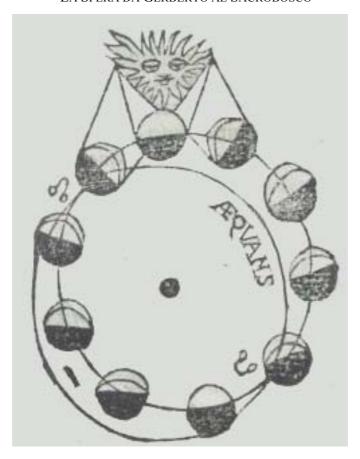
ANNOTAZIONE

Nel libro della prospettiva comune, e anche in Vitellione si dimostra che il corpo luminoso, essendo più grande del corpo opaco, ne illumina più del mezzo e l'ombra ha forma piramidale, ovvero a forma di cono, e il suddetto corpo, quando è uguale all'opaco, lo illumina a metà, e forma un'ombra colonnare, e quando il corpo luminoso è più piccolo dell'opaco, non lo illumina neanche la metà e fa ombra ottusa, poiché il Sole è 166 volte maggiore della Terra²³¹ l'ombra sarà rotonda e aguzza, come si vede nella figura precedente a mo' di cono.



_

²³¹ Con il metodo di Aristarco, *dei diametri del Sole e della Luna* è stato valutato questo numero. Oggi sappiamo che questo rapporto vale circa 109.

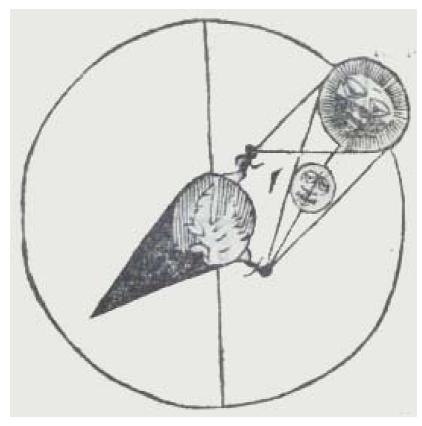


L'ECLISSI DEL SOLE

CAP. V

Quando la Luna sarà nel capo o nella coda del Dragone, o nei pressi, nel tempo in cui si congiunge col Sole, il corpo della Luna si interporrà fra la nostra vista e il corpo solare, e quindi adombrerà la chiarezza del Sole e subirà eclisse, ma non perché egli manchi del lume, ma perché viene meno alla nostra vista per l'interposizione della Luna fra la nostra vista e il Sole, in quanto è manifesto che la suddetta eclisse non avviene sempre in congiunzione del Sole e della Luna. Si avverte bene che, quando c'è l'eclisse della Luna, è universale a tutto il mondo; ma quando è quella del Sole, non è così universale, anzi, in una parte eclissa e in un'altra no, e ciò avviene per la diversità degli aspetti²³² in diversi climi. Da qui Virgilio descrisse in maniera elegante la natura dell'una e dell'altra eclissi:

²³² Aspectus, qui è da intendersi proprio come linea di vista.



Dalle cose

suddette è chiaro che l'eclissi di Sole, nella passione del Salvatore, essendo nel plenilunio, non fu naturale, ma miracolosa contro il corso della Natura, perché l'eclisse di Sole dovrà occorrere nel novilunio, o congiunzione che fa con la Luna, perciò si legge che Dionigi l'Aeropagita, ²³⁴ considerando tale eclissi, esclamò dicendo

The other is the exclamation of Dionysius when he witnessed at Heliopolis in Egypt the miraculous solar eclipse at the time of the crucifixion [Matt. 27:45; Mark 15:33; Luke

²³³ Secondo libro delle Georgiche.

A proposito di questo testo attribuito a Dionigi l'Aeropagita, senatore di Atene al tempo del viaggio di S. Paolo (Atti 17, 34) riporto il testo di Philip SCHAFF (1819-1893) nel volume IV della sua *History of the Christian Church: Mediaeval Christianity. A.D. 590-1073.* disponibile sul web al sito

http://www.ccel.org/ccel/schaff/hcc4.i.xiii.iv.html

^{§ 137.} Christian Platonism and the Pseudo-Dionysian Writings. .

Two legends of the Pseudo-Dionysian writings have passed in exaggerated forms into Latin Breviaries and other books of devotion. One is his gathering with the apostles around the death-bed of the Virgin Mary.

⁽ed. of Migne, I. 682 sq.)

Aut Deus Naturae patitur Aut machina Mundi dissolvetur²³⁵

IL FINE

23:44]. "Either the God of nature is suffering, or He sympathizes with a suffering God." The exclamation is variously given: $\dot{O}\ddot{\alpha}\gamma\nu\omega\sigma\tau O\zeta\dot{\epsilon}\nu\sigma\alpha\varrho\kappa i\pi\dot{\alpha}\sigma\chi\epsilon\iota\theta\epsilon\dot{o}\zeta$ by Syngelus); or $\ddot{\eta}$ τ $\dot{\partial}\theta$ ε $\tilde{\iota}$ ονπ $\dot{\alpha}\sigma\chi\epsilon\iota$, $\ddot{\eta}$ τ $\ddot{\omega}$ π $\dot{\alpha}\sigma\chi$ οντισυμπ $\dot{\alpha}\sigma\chi\epsilon\iota$ ("Aut Deus patitur, aut patienti compatitur"), or, as the Roman Breviary has it: "Aut Deus naturae patitur, aut mundi machina dissolvitur," "Either the God of nature is suffering, or the fabric of the world is breaking up." See Corderius in his annotations to Ep. VII., in Migne, I. 1083, and Halloix, in Vita S. Dion., ibid. II. 698. The exclamation of Dionysius is sometimes (even by so accurate a scholar as Dr. Westcott, l.c., p. 8) erroneously traced to the 7th Ep. of Dion., as a response to the exclamation of Apollophanes. No such sentence occurs in the writings of Dionysius as his own utterance; but a similar one is attributed by him to the sophist Apollophanes, his fellow-student at Heliopolis. In Ep. VII. 2, where Dionysius asks Polycarp to silence the objections of Apollophanes to Christianity and to remind him of that incident when be exclaimed: $\tau\alpha\bar{\nu}\tau\alpha$, $\tilde{\omega}$ $\kappa\alpha\lambda\dot{\epsilon}$ $\Delta to\nu\dot{\nu}\sigma t\epsilon$,

θείων ἀμοιβαὶ πραγμάτων, "Istae O praeclare Dionysi, divinarum sunt vicissitudines rerum." The same incident is alluded to in the spurious eleventh letter addressed to Apollophanes himself. So Suidas also gives the exclamation of Apollophanes, sub verbo $\Delta \omega v$.

The Roman Breviary has given solemn sanction, for devotional purposes, to several historical errors connected with Dionysius the Areopagite: 1) his identity with the French St. Denis of the third century; 2) his authorship of the books upon "The Names of God," upon "The Orders in Heaven and in the Church," upon "The Mystic Theology," and "divers others," which cannot have been written before the end of the fifth century; 3) his witness of the supernatural eclipse at the time of the crucifixion, and his exclamation just referred to, which he himself ascribes to Apollophanes. The Breviary also relates that Dionysius was sent by Pope Clement of Rome to Gaul with Rusticus, a priest, and Eleutherius, a deacon; that he was tortured with fire upon a grating, and beheaded with an axe on the 9th day of October in Domitian's reign, being over a hundred years old, but that "after his head was cut off, he took it in his hands and walked two hundred paces, carrying it all the while!" Brev. Rom. for Oct. 9, in the English ed. of the Marquess of Bute, vol. II. 1311. Even Alban Butler, in his Lives of the Saints (Oct. 9), rejects the fable of the identity of the two Dionysii.

²³⁵ Piervincenzo Dante traduce ovvero patisce Iddio della natura, o si distruggerà la macchina del mondo.

LA SFERA DEL SACROBOSCO IN LATINO

L'edizione latina usata in questa appendice è del 1478, editata da Roberto de Andrade Martins, ²³⁶ del Group of History and Theory of Science dell'Universidade Estadual de Campinas, Brasile.

La versione latina è utile soprattutto nei passi più complessi della versione Italiana, ed è di poco precedente alla traduzione fatta da Piervincenzo Dante de Rinaldi (1498).

Le pagine sono edite così come compaiono nel manoscritto (*recto – verso*) ed in ogni pagina è indicato in cima anche il *folio*. Questa edizione conserva anche i richiami affianco al testo, che erano presenti anche nella traduzione di Piervincenzo Dante de Rinaldi, ma che io non ho trascritto, preferendo collazionare le figure delle due edizioni Casanatensi.

Iohannis de sacro bosco Tractatus de sphÆra

[Venezia]: [Adam de Rottweil], [circa 1478]

SACRO BOSCO, Iohannes de. Tractatus de Sphaera. Edito da Roberto de Andrade MARTINS.

²³⁶ Note originali di R. A. MARTINS: This edition was prepared from the digital copy available from the Paris National Library (Gallica project). The book contains no information about its publication, but it seems that it was published in Venice, by Adam de Rottweil, about 1478.

The original has 55 unnumbered pages. Each page is 16 cm high and 12 cm wide. The printed text is only 6.3 cm wide with 25 lines per page (10.5 cm high). There are marginal titles throughout all the text.

The page divisions were maintained but the line breaks were not kept in this edition. The punctuation follows the original but the original orthography was not maintained because it contained many abbreviations special symbols and spelling peculiarities.

The original figures and ornamented capitals at the beginning of each chapter were used. The last figure (at fol. 27v) was very dark in the original, and it was edited to exhibit its main structure, but details have been lost.

This edition follows the standard (classical) orthography making use of the special symbol æ for the corresponding diphthong (represented by "e" in the original) and replacing & by "et". As usual, "z" was used instead of "ç". In the original text both the vocal "u" and the consonant "v" are represented by "u" (or capital "V") but in this edition we have differentiated between "v" and "u" as usual. In the original there is a distinction between the final "s" and the "s" at the beginning or in the middle of the word (represented by a symbol similar to "f"). This distinction was not kept in this edition. Some obvious mistakes of the original have been corrected; and "sphæra" was used instead of "spera". Capital letters were used here in Luna, Solis, Cancer, etc.

138

_

Sphæra Mundi

Home page on-line disponibile al sito http://ghtc.ifi.unicamp.br/download/Sacrobosco-1478.pdf; accesso internet il 29 Febbraio 2008.²³⁷

A questo studioso brasiliano di storia e teoria della scienza va il mio personale ringraziamento per il prezioso strumento che ha messo a disposizione della comunità scientifica internazionale. Questo contributo completa perfettamente il libro sulla *Sfera Mundi* da Gerberto al Sacrobosco.

Costantino Sigismondi

_

²³⁷ Può essere copiato, stampato e distribuito nella sua forma presente. Roberto de Andrade MARTINS Rmartins@ifi.unicamp.br

[Fol. 1r]

Iohannis de sacro busto anglici viri clarissimi sphæra mundi feliciter incipit.



ractatum de Sphæra quattuor capitulis distinguimus. Dicturi primo quid sit sphæra: quid

eius centrum: quid axis sphæræ: quid sit polus mundi: quot sint sphæræ: et quæ sit forma

mundi. In secundo de circulis ex quibus sphæra materialis componitur: et illa supercælestis quæ per istam imaginatur

componi intelligitur. • In tertio de ortu et occasu signorum: et de diversitate dierum et noctium quæ fit habitantibus in diversis locis: et

de divisione climatum. Un quarto de circulis et motibus planetarum: et de causis eclipsium.

Capitulum primum



phæra igitur ab Euclide sic describitur. Sphæra est transitus circumferentiæ dimidii cir-

culi: quotiens fixa diametro quousque ad locum suum redeat circumducitur. Id est sphæra est tale rotundum et solidum quod describitur ab arcu semicirculi circumducto. Sphæra etiam a Theodosio sic describitur. Sphæra est solidum

Euclides. Sphæra quid sit.

Theodosius.

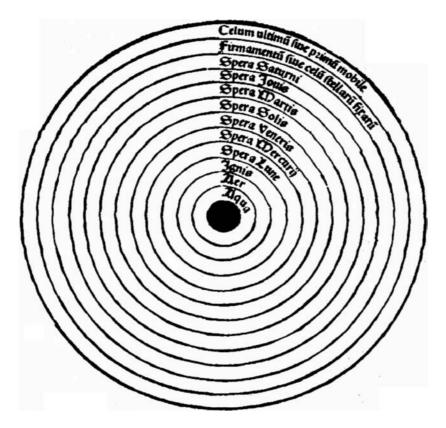
SPHÆRA MUNDI

[Fol. 1v]

quoddam una superficie contentum in cuius medio punctus est: a quo omnes lineæ ductæ ad circumferentiam sunt Centrum sphæræ æquales. Et ille punctus dicitur centrum sphæræ. Linea vero recta transiens per Axis sphæræ centrum sphæræ applicans extremitates suas ad circumferentiam ex utraque parte dicitur axis sphæræ. Duo quidem puncta Poli mundi axem terminantia dicuntur poli mundi.

Sphæra autem dupliciter dividitur Sphæræ divisio secundum substantiam: et secundum secundum accidens. Secundum substantiam ub substantiam sphæras novem scilicet in sphæram nonam quæ primus motus sive primum mobile dicitur. Et in sphæram stellarum fixarum quæ firmamentum nuncupatur. Et in septem sphæras septem planetarum: quarum quædam sunt maiores: quædam minores secundum quod plus accedunt vel recedunt a firmamento. Unde inter illas sphæra Saturni maxima est. Sphæra vero Lunæ minima: prout in sequenti figuratione continetur.

[Fol. 2r]



Secundum accidens dividitur in sphæram rectam et sphæram obliquam. Illi enim dicuntur habere sphæram rectam: qui manent sub æquinoctiali: si aliquis ibi manere possit. De sphæra recta. Et dicitur recta quoniam neuter polorum magis altero illis elevatur. Vel quoniam illorum horizon intersecat æquinoctialem

Divisio sphæra autem secundum accidens.

[Fol. 2v]

et intersecatur ab eodem ad angulos De sphæra obliqua rectos sphærales. Illi vero dicuntur habere sphæram obliquam quicunque habitant citra æquinoctialem vel ultra. Illis enim supra horizontem alter polorum semper elevatur: reliquus vero semper deprimitur. Vel quoniam illorum horizon artificialis intersecat æquinoctialem et intersecatur ab eodem ad angulos impares et obliquos.

Ouæ sit forma mundi.

Universalis autem mundi machina in duo dividitur: in ætheream scilicet: et elementarem regionem. Elementaris Elementaris regio quidem alterationi continuæ pervia in quot dividatur existens in quattuor dividitur. Est enim terra tamquam mundi centrum in medio omnium sita: circa quam acqua: circa aquam era: circa aerem ignis illic purus et non turbidus orbem Lunæ attingens. Ut ait Aristoteles in libro Metheororum. Sic enim ea disposuit Deus gloriosus et sublimis. Et hæc quattuor elementa dicuntur quæ vicissim a semetipsis alterantur corrumpuntur et generantur. Elementa quid sint. Sunt autem elementa corpora simplicia: quæ in partes diversarum formarum minime dividi possunt: Ex quorum commixtione diversæ generatiorum

species fiunt. Quorum trium quodlibet

terram orbiculariter

143

IOHANNES DE SACRO BUSTO

[Fol. 3r]

undique circumdat: nisi quantum siccitas terræ humori aquæ obsistit ad vitam animantium tuendam. Omnia etiam præter terram mobilia existunt: quæ ut centrum mundi ponderositate magnum extremorum motum undique æqualiter fugiens rotundæ sphæræ

Circa possidet. medium elementarem quidem regionem ætherea regio lucida a variatione omni sua immutabili essentia immunis existens: motu continuo circulariter incedit: et hæc Æthereæ a philosophis quinta nuncupatur essentia. divisio. Cuius novem sunt sphæræ sicut in proximo pertractatum est scilicet Lunæ: Mercurii: Veneris: Solis: Martis: Iovis: Saturni: stellarum fixarum: et cæli ultimi. Istarum autem quælibet inferiorem sphærice circumdat. Quarum Motus cæli ultimi quidem duo sunt motus. Unus est enim cæli ultimi super duas axis extremitates scilicet polum arcticum: et antarcticum ab oriente per occidentem in orientem rediens: quem æquinoctialis circulus per medium dividit. Est etiam Motus firmamenti alius inferiorum sphærarum motus per er planetarum obliquum huic oppositus super axes suos distantes a primis 23 gradibus: et 33 minutis. Sed primus omnes alias sphæras secum impetu suo rapit infra diem et noctem circa terram semel:

regionis

[Fol. 3v]

illis tamen contra nitentibus: ut octava sphæra in 100 annis gradu uno. Hunc siquidem motum secundum dividit per medium Zodiacus: sub quo quilibet septem planetarum sphæram habet propriam in qua defertur motu proprio contra cæli ultimi motum: et in diversis spatiis temporum ipsum metitur: ut Saturnus in 30 annis. Iupiter in 12. Mar in duobus. Sol in 365 diebus et fere 6 horis. Venus et Mercurius fere similiter. Luna vero in 27 diebus et 8 horis.

De cæli revolutione

Quod cælum Quod autem cælum evoluatur ab oriente moveatur ab in occidentem signum est. Stellæ quæ oriente in oriuntur in oriente semper elevantur occidentem: paulatim et successive quousque in primum signum medium cæli veniant: et sunt semper in eadem propinquitate et remotione ad inuicem: et ita semper se habentes Aliud signum tendunt in occasum continue

uniformiter. Est et aliud signum. Stellæ quæ sunt iuxta polum arcticum: quæ nobis nunquam occidunt moventur continue et uniformiter circa polum describendo circulos suos: et semper sunt in æquali distantia ad inuicem et propinquitate. Unde per istos duos motus continuos stellarum tam tendentium ad occasum quam non: patet quod firmamentum movetur ab oriente in occidentem.

[Fol. 4r]

De cæli rotunditate

Quod autem sit cælum rotundum triplex Cælum est ratio: similitudo: commoditas: et rotundum probatur necessitas. Similitudo enim: quoniam tripici ratione. sensibilis factus est similitudinem mundi archetypi: in quo non est principium neque finis. Unde ad huius similitudinem mundus sensibilis habet formam rotundam: in qua non est assignare principium neque finem. Commoditas: quia omnium corporum isoperimetrorum sphæra maximum est: omnium etiam formarum rotunda est capacissima: quoniam igitur maximum et rotundum ideo capacissimum: unde cum mundus omnia contineat talis forma fuit illi utilis et commoda. Necessitas: quoniam si mundus esset alterius formæ quam rotundæ scilicet trilateræ vel quadrilateræ vel multilateræ sequerentur duo imposibilia scilicet quod aliquis locus esset vacuus: et corpus sine loco: quorum utrumque falsum est: sicut patet in angulis elevatis et circunvolutis.

Item sicut dicit Alfraganus. Si cælum esset planum aliqua pars cæli esset nobis propinquior alia. Illa scilicet quæ esset supra caput nostrum: igitur stella ibi existens esset nobis propinquior quam existens in ortu vel occasu: sed quæ nobis propinquiora sunt

esse

Alfraganus

[Fol. 4v]

maiora videntur. Ergo Sol existens in medio cæli maior videri deberet quam existens in ortu vel in occasu: cuius contrarium videmus contingere: maior enim apparet Sol vel alia stella existens in oriente vel occidente quam in medio cæli. Adverte Sed cum rei veritas ita non sit: huius apparentiæ causa est: quod in tempore hyemali vel pluviali quidam vapores ascendunt inter aspectum nostrum et Solem vel aliam stellam: et cum illi vapores sint corpus diaphanorum disgregant radios nostros visuales ita quod non comprehendunt rem in sua naturali et vera quantitate: sicut patet de denario proiecto in fundo aquæ limpidæ: qui propter similem disgregationem radiorum apparet maioris quam suæ veræ quantitatis.

Ouod terra sit rotunda

Terræ rotunditas Quod etiam terra sit rotunda sic patet. probatur multis Signa et stellæ non æqualiter oriuntur et modis, occidunt omnibus hominibus ubique existentibus: sed prius oriuntur et occidunt illis qui sunt vel versus orientem: et quod citius et tardius oriuntur et occidunt quibusdam: causa est tumor terræ: quod bene patet per ea quæ fiunt in sublimi. Una enim et eadem eclipsis Lunæ numero quæ apparet nobis in prima hora noctis: apparet orientalibus circa

[Fol. 5r]

horam noctis tertiam. Unde constat quod prius fuit illis nox: et Sol prius eis occidit quam nobis. Cuius rei causa est tantum

Quod terra etiam rotunditatis terræ tumor terræ. habeat tumorositatem a septentrione in austrum: et contra sic patet. Existentibus versus septentrionem quædam stellæ sunt sempiternæ apparitionis scilicet quæ propinquæ accedunt ad polum arcticum. Aliæ vero sunt sempiternæ occultationis sicut illæ quæ sunt propinquæ polo antarctico. Si igitur aliquis procederet a septentrione versus austrum: in tantum posset procedere quod stellæ quæ prius erant ei sempiternæ apparitionis: ei iam tenderent in occasum: et quanto magis accederet ad austrum: tanto plus moverentur in occasum. Ille iterum idem homo posset videre stellas quæ prius fuerant ei sempiternæ occultationis. Et e converso contingeret alicui procedenti ab austro versus septentrionem. Huius autem rei causa est tumor terræ. Item alia probatio

Item si terra esset plana ab oriente in occidentem: tam cito orirentur stellæ occicentalibus quam orientalibus: quod Alia probatio ad

patet esse falsum. U Item si terra esset plana a septentrione in austrum et econtra stellæ quæ essent alicui sempiternæ apparitionis: semper apparerent ei quocunque procederet: quod

Alia probatio

eiusdem.

idem.

[Fol. 5v]

falsum est. Sed quod plana sit præ nimia eius quantitate hominum visui apparet.

Quod acqua sit rotunda

Aquam esse Quod autem aqua habeat tumorem et rotundam probat accedat ad rotunditatem sic patet. Ponatur primo sic signum in littore maris: et exeat navis a portu: et in tantum elongetur quod oculus existentis iuxta pedem mali non possit videret signum. Stante vero navi oculus eiusdem existentis in summitate mali bene videbit signum illud. Sed oculus existentis iuxta pedem mali melius deberet videre signum quam qui est in summitate: sicut patet per lineas ductas ab utroque ad signum: et nulla alia huius rei causa est quam tumor aguæ. Excludantur enim omnia impedimenta: sicut nebulæ et vapores

Alio probatio.

L Item cum acqua sit ascendentes. corpus homogeneum totum cum partibus eiusdem erit rationis: sed partes aquæ sicut in guttulis et roribus herbarum accidit: rotundam naturaliter appetunt formam: ergo et totum cuius sunt partes.

Terram esse probatur

Quod terra sit centrum mundi centrum mundi Ouod autem terra sit in medio firmamenti sita. sic patet. Existentibus in superficie multipliciter. terræ stellæ apparent eiusdem quantitatis: sive sint in medio cæli: sive

[Fol. 6r]

iuxta ortum: sive iuxta occasum. Et hoc quia terra æqualiter distat ab eis. Si enim terra magis accederet ad firmamentum in una parte quam in alia: aliquis existens in illa parte superficiei terræ quæ magis accederet ad firmamentum non videret cæli medietatem: sed hoc est contra Ptolomæum et omnes philosophos dicentes quod ubicumque existat homo sex signa oriuntur ei et sex occidunt: et medietas cæli semper apparet ei: medie-

tas vero occultatur. Illud item est signum quod terra sit tamquam centrum et punctus respectu firmamenti: quuia si terra esset alicuius quantitatis respectu firmamenti non contingeret medietatem

L Item si intelligatur cæli videri. super-ficies plana super centrum terræ dividens eam in duo æqualia: et per consequens ipsum firmamentum. Oculus igitur existens in centro terræ videret medieta-tem firmamenti: idem quæ existens in superficie terræ videret eandem medieta-tem. Ex his colligitur quod insensibilis est quantitas terræ quæ est a superficie ad centrum: et per consequens quantitas totius terræ insensibilis est respectu firmamenti. Dicit etiam Alfraganus quod minima stellarum fixarum visu notabi-lium maior est tota terra: sed ipsa stella respectu firmamenti est quasi punctus:

Alia ratio

Alia ratio.

Corelatium

Alfraganus

[Fol. 6v]

multo igitur fortius terra: cum sit minor

De immobilitate terræ

Terra est imobilis Ouod autem terra in medio omnium immobiliter teneatur: cum sit summe gravis: sic persuaderi videtur esse eius gravitas. Omne enim grave tendit naturaliter ad centrum. Centrum quidem punctus est in medio firmamenti: terra igitur cum sit summe gravis: ad punctum illum naturaliter tendit. Item quicquid a medio movetur versus circumferentiam cæli ascendit: terra a medio movetur. Ergo ascendit. Quod pro impossibili relinquitur.

De quantitate absoluta terræ Totius autem terræ ambitus auctoritate Theodosii Macrobii Ambrosii Terræ quantitas Euristenis philosophorum 252000 stadia continere diffinitur. Unicuique quidem 360 partium zodiaci 700 deputando stadia. Sumpto enim astrolabio in stellatæ noctis claritate per utrunque mediclinii foramen polo perspecto notetur graduum multitudo in qua steterit mediclinium: deinde procedat cosmimetra directe contra septentrionem a meridie donec in alterius noctis claritate viso ut prius polo steterit altius uno gradu mediclinium. Post hoc mensus sit huius itineris spatium: et invenietur 700 stadiorum. Deinde datis

[Fol. 7r]

unicuique 360 graduum tot stadiis terreni orbis ambitus inventus erit. Ex his autem iuxta circuli et diametri regulam: terræ diameter sic inveniri poterit. Aufer vigesimam secundam partem de circuitu terræ: et remanentis tertia pars hoc est 80181 stadia et semis et tertia unius stadii erit terreni orbis diameter sive spissitudo.

Capitulum secundum de circulis ex quibus sphæra componitur: et illa supercælestis quæ per istam imaginatur componi intelligitur.



orum autem circulorum quidam sunt maiores: quidam minores: ut sensui patet. Maior

enim circulus in sphæra dicitur qui Maior circulus in descriptus in superficie sphæræ super sphæra quid sit. eius centrum: dividit sphæram in duo æqualia. Minor vero qui descriptus in superficie sphæræ eam non dividit in duo æqualia sed in portiones inæquales. Inter circulos vero maiores: primo dicendum est de æquinoctiali. Est igitur æquinoc- Æquinoctialis tialis circulus quidam dividens sphæram circulus. in duo æqualia secundum quamlibet sui partem æquidistans ab utroque polo. Et dicitur æquinoctialis quoniam quando Sol transit per illum: quod est bis in anno in principio Arietis scilicet et in

[Fol. 7v]

Polus arcticus. polus

principio Libræ est æquinoctium in universa terra. Unde etiam appellatur æquator diei et noctis: quia adæquat diem artificialem nocti. Et dicitur cingulus primi motus. Unde sciendum quod Primus motus primus motus dicitur motus primi primi mobilis. mobilis: hoc est nonæ sphæræ sive cæli ultimi: qui est ab oriente per occidentem rediens iterum in orientem qui etiam dicitur motus rationalis: ad similitudinem motus rationis qui est in microcosmo. Id est in homine scilicet quando fit consideratio a creatore per creaturas in Secundum motus creatorem ibi sistendo. Secundus motus firmamenti et firmamenti et planetarum contrarius huic planetarum. ab occidente per orientem iterum rediens occidentem. Qui motus dicitur irrationalis sive sensualis: ad similitudinem motus microcosmi. Oui est a corruptibilibus ad creatorem iterum rediens ad corruptibilia. Dicitur ergo Cingulus primi cingulus primi motus: quia cingit sive motus. dividit primum mobile scilicet sphæram nonam in duo æqualia æquidistans a polis mundi. Unde notandum quod polus mundi qui nobis semper apparet: dicitur septentrionalis: arcticus: borealis. Septentrionalis dicitur a septentrione: hoc est a minori Ursa: qui dicitur a septem et trion: quod est bos: quia

[Fol. 8r]

septem stellæ quæ sunt in Ursa tarde moventur ad modum bovis: cum sint propinquæ polo. Vel dicuntur illæ septem stellæ septentriones: quasi septem teriones eo quod terunt partes circa polum. Arcticus quidem dicitur ab arctos quod est maior Ursa. Est enim iuxta maiorem Ursam. Borealis vero dicitur quia est in illa parte a qua venit boreas. Polus vero oppositus dicitur Polus antarcticus antarcticus: guasi contra arcticum positus. Dicitur et meridionalis quia ex parte meridiei est: dicitur etiam australis: quia est in illa parte a qua venit auster. Ista igitur duo puncta in firmamento stabilia: dicuntur poli mundi: quia sphæræ axem terminant: et ad illos volvitur mundus: quorum unus semper nobis apparet: reliquus vero semper occultatur. Unde Virgilius in primo Virgilius Georgicorum. Hic vertex nobis semper sublimis: at illum Sub pedibus Styx atra vident manesque profundi.

De zodiaco circulo

Est alius circulus in sphæra qui intersecat Zodiacus circulus æquinoctialem: et intersecatur ab eodem in duas partes æquales: et una eius medietas declinat versus septentrionem: alia versus austrum: et dicitur iste circulus zodiacus a zoe quod est vita: quia secundum motum planetarum sub illo est omnis vita in

[Fol. 8v]

rebus inferioribus. Vel dicitur a zodion quod est animal: quia cum dividatur in 12 partes æquales quælibet pars appellatur signum: et nomen habet speciale a alicuius animalis nomine proprietatem aliquam convenientem tam quam animali: vel propter dispositinem stellarum fixarum in illis partibus ad modum huiusmodi animalium. Iste vero circulus latine dicitur signifer: quia fert signa: vel quia Aristoteles. dividitur in ea. Ab Aristotele vero in libro de generatione et corruptione dicitur circulus obliquus: ubi dicit quod secundum accessum et recessum Solis in circulo obliquo fiunt generationes et rebus inferioribus. corruptiones in Nomina ordo et Nomina autem signorum ordinatio et numerus signorum numerus in his patent versibus. Sunt Aries Taurus Gemini Cancer Leo Virgo. Libraque Scorpius Architenens Caper Signorum in Amphora Pisces. Quodlibet autem gradus et graduum signum dividitur in 30 gradus. Unde patet in minuta divisio. quod in toto zodiaco sunt 360 gradus. Secundum autem astronomos iterum quilibet gradus dividitur in 60 minuta: quodlibet minutum in 60 secunda: quodlibet secundum in 60 tertia. Et sic deinceps usque ad 10. Et sicut dividitur zodiacus ab astronomo. Ita et quilibet

circulus in sphæra sive maior sive minor

in partes

[Fol. 9r]

consimiles. Cum omnis etiam circulus in sphæra præter zodiacum intelligatur sicut linea vel circumferentia: solus zodiacus intelligatur ut superficies habens in latitudine sua 12 gradus de cuiusmodi gradibus iam locuti sumus. Unde patet quod quidam mentiuntur in astrologia dicentes signa esse quadrata: nisi abutentes nomine idem appellent quadratum et quadrangulum. Signum enim habet 30 gradus in longitudine 12 Longitudo vero in latitudine. Linea autem dividens latitudo signorum. zodiacum in circuitu ita quod ex una parte sui relinquat sex gradus: et ex alia parte alios sex dicitur linea ecliptica: Linea ecliptica quoniam quando Sol et Luna sunt linealiter sub illa contingit eclipsis Solis aut Lunæ. Solis: ut si fiat novilunium et Eclipsis solis. Luna interponatur recte inter aspectus nostros et corpus solare. Lunæ: ut in Eclipsis lunæ. plenilunio quando Sol Lunæ opponitur diametrialiter. Unde eclipsis Lunæ nihil aliud est quam interpositio terræ inter corpus Solis et Lunæ. Sol quidem semper decurrit sub ecliptica omnes alii planetæ declinant vel versus septentrionem: vel versus austrum. Quandoque autem sunt sub ecliptica. Pars vero zodiaci quæ declinat ab æquinoctiali versus septentrionem dicitur septentrionalis: vel borealis: vel arctica. Et illa

et

[Fol. 9v]

Quæ dicuntur signa sex signa quæ sunt a principio Arietis

septentionalia. usque ad finem Virginis: dicuntur signa septentrionalia. Alia pars zodiaci quæ declinat ab æquinoctiali versus meridiem Quæ meridionalia dicitur merionalis: vel australis: vel antarctica. Et sex signa quæ sunt a principio Libræ usque in fine Piscium dicuntur meridionalia vel australia. Cum autem dicitur quod in Ariete est Sol: vel in alio signo: sciendum quod haec In ponitur per sub. præpositio in sumitur por sub. Secundum quod nunc accipimus signum. In alia Esse in signo autem significatione dicitur signum dicitur multis pyramis quadrilatera: cuius basis est illa modis. superficies quam appellamus signum: vertex vero eius est in centro terræ. Et secundum hoc proprie loquendo possumus dicere planetas esse in signis. Tertio modo dicitur signum intelligantur sex circuli transeuntes super polos zodiaci: et per principia 12 signorum. Illi sex circuli dividunt totam superficiem sphæræ in 12 partes latas in medio: arctiores vero iuxta polos zodiaci: et quælibet pars talis dicitur signum. Et nomen habet speciale a nomine illius signi: quod intercipitur inter suas duas lineas. Et secundum hanc acceptionem stellæ quæ sunt iuxta polos dicuntur esse

> Lem intelligatur corpus in signis. quoddam: cuius basis sit signum: secundum quod nunc ultimo accipimus signum: acumen vero

[Fol. 10r]

eius sit super axem zodiaci. Tale igitur corpus in quarta significatione dicitur signum: secundum quam acceptionem totus mundus dividitur in 12 partes æquales quæ dicuntur signa: et sic quicquid est in mundo est in aliquo signo.

De duobus coluris Sunt autem alii duo circuli maiores in sphæra: qui dicuntur coluri: quorum officium est distinguere solstitia et æquinoctia. Dicitur autem colurus a Colurus unde. colon Græcæ quod est membrum: et uros bos silvester: quod est quemadmodum cauda bovis silvestris erecta: quæ est eius membrum facit semicirculum: et non perfectum: ita apparet colurus semper nobis imperfectus quoniam solum una eius medietas apparet: alias vero nobis occultatur. Colurus igitur distinguens solstitia transit per polos mundi: et per polos zodiaci: et maximas Solis declinationes. Hoc est per primos gradus Cancri et Capricorni. Unde primus punctus Cancri ubi colurus iste intersecat punctus zodiacum dicitur solstitii æstivalis: quia quando Sol est in eo est solstitium æstivale: et non potest Sol magis accedere ad zenith capitis nostri. Est autem zenith punctus in firmamento Zenith quid sit directe suprapositus capitibus nostris. Arcus vero coluri qui intercipitur inter punctum

[Fol. 10v]

Maxima solis solstitii æstivalis: et æquinoctialem declinatio. appellatur maxima Solis declinatio. Et est Ptolomæus. secundum Ptolomæum 23 graduum: et 51 Almeon minutorum. Secundum Almeonem vero 23 graduum et 33 minutorum. Similiter primus punctus Capricorni: ubi idem colurus ex alia parte intersecat zodiacum dicitur punctus solstitii hyemalis: et arcus coluri interceptus inter punctum illum et æquinoctialem dicitur alia maxima Solis declinatio. Et est æqualis priori. Alter quidem colurus transit per polos mundi: et per prima puncta Arietis et Libræ: ubi sunt duo æquinoctia: unde appellatur colurus distinguens æquinoctia. Isti autem duo coluri intersecant sese super polos mundi ad angulos rectos sphærales. Signa quidem solstitiorum et æquinoctiorum Signa solsticiorum patent his versibus. Hæc duo solstitia et æquinoctiorum. faciunt Cancer Capricornus. Sed noctes æquant Aries et Libra diebus.

De meridiano et horizonte

Sunt iterum duo alii circuli in maiores sphæra scilicet meridianus: et horizon. Meridianus Est autem meridianus circulus quidam circulus. transiens per polos mundi: et per zenith capitis nostri. Et dicitur meridianus: quia ubicumque sit homo: et in quocumque tempore anni quando Sol motu firmamenti pervenit ad suum

IOHANNES DE SACRO BUSTO

[Fol. 11r]

meridianum est illi meridies. Consimili ratione dicitur circulus mediæ diei. Et notandum quod civitates quarum una magis accedit ad orientem quam alia habent diversos meridianos. Arcus vero æquinoctialis interceptus inter duos meridianos dicitur longitudo civitatum. Longitudo Si autem duæ civitates eundem habeant civitatum meridianum: tunc æqualiter distant ab oriente et occidente. Horizon vero est Horizon circulus dividens inferius hemisphærium a superiori. Unde appellatur horizon id est terminator visus. Dicitur etiam horizon circulus hemisphærii. Est autem duplex horizon: rectus et obliquus sive Duplex est horizon. Rectum horizontem: declivis. sphæram rectam habent illi quorum zenith est in æquinoctiali: quia illorum horizon est circulus transiens per polos mundi dividens æquinoctialem ad angulos rectos sphærales. Unde dicitur horizon rectus: et sphæra recta. Obliquum horizontem: sive declivem habent illi quibus polus mundi elevatur supra horizontem: quoniam illorum horizon intersecat æquinoctialem ad angulos impares et obliquos. Unde dicitur horizon obliquus: et sphæra obliqua sive declivis. Zenith autem capitis nostri semper est polus horizontis. Unde ex his patet quod quanta est elevatio poli mundi supra horizontem: tanta

[Fol. 11v]

est distantia zenith ab æquinoctiali. Quod sic patet. Cum in quolibet die naturali uterque colurus bis iungatur meridiano: sive idem sit quod meridianus: quicquid de uno probatur et de reliquo. Sumatur igitur quarta pars coluri distinguentis solstitia quæ est ab æquinoctiali usquæ ad polum mundi. Sumatur iterum quarta pars eiusdem coluri: quæ est a zenith usque ad horizontem: cum zenith sit polus horizontis: istæ duæ quartæ cum sint quartæ eiusdem circuli inter se sunt æquales: sed si ab æqualibus æqualia demantur: vel idem commune residua erunt æqualia. Dempto igitur communi arcu scilicet qui est inter zenith et polum mundi residua erunt æqualia scilicet elevatio poli mundi supra horizontem: et distantia zenith ab æquinoctiali.

De quattuor circulis minoribus de sex circulis maioribus: dicendum est de quattuor minoribus. Notandum igitur quod Sol existens in primo puncto Cancri: sive in puncto solstitii æstivalis raptu firmamenti describit quendam circulum: qui ultimo descriptus est a Sole ex parte poli arctici. Circulus solsticii Unde appellatur circulus solstitii æstivalis æstivalis ratione superius dicta: vel tropicus æstivalis a tropos quod est conversio: quoniam tunc Sol incipit se convertere ad inferius hemisphærium

IOHANNES DE SACRO BUSTO

[Fol. 12r]

et recedere a nobis. Sol iterum existens in primo puncto Capricorni sive solstitii hyemalis: raptu firmamenti describit quendam circulum qui ultimo describitur a Sole ex parte poli antarctici. Unde appellatur circulus solstitii hyemalis: Circulus sive tropicus hyemalis: quia tunc Sol hyemalis convertitur ad nos. Cum autem zodiacus declinat ab æquinoctiali: et polus zodiaci declinabit a polo mundi. Cum igitur moveatur octava sphæra: et zodiacus qui est pars octavæ sphæræ movebitur circa axem mundi: et polus zodiaci movebitur circa polum mundi. Iste igitur circulus quem describit polus zodiaci circa polum Circulus arcticus mundi arcticum dicitur circulus arcticus. Ille vero circulus quem describit alter polus zodiaci circa polum mundi antarcticum dicitur circulus antarcticus. Circulus antarcticus Ouanta est etiam maxima Solis declinatio scilicet ab æquinoctiali: tanta est distantia poli mundi ad polum zodiaci: quod sic patet. Sumatur colurus distinguens solstitia qui transit per polos mundi: et per polos zodiaci. Cum igitur omnes quartæ unius et eiusdem circuli inter se sint æquales quarta huius coluri: quæ est ab æquinoctiali usque ad polum mundi erit æqualis quartæ eiusdem

solsticii

[Fol. 12v]

Coluri: quæ est a primo puncto Cancri usque ad polum zodiaci. Igitur ab illis æqualibus dempto communi arcu qui est a primo puncto Cancri usque ad polum mundi residua erunt æqualia scilicet maxima Solis declinatio: et distantia poli mundi ad polum zodiaci. Cum autem circulus arcticus secundum quamlibet sui partem æquidistet a polo mundi patet quod illa pars coluri quæ est inter primum punctum Cancri: et circulum arcticum fere est dupla ad maximam Solis declinationem: sive ad arcum eiusdem coluri qui intercipitur inter circulum arcticum et polum mundi arcticum: qui etiam arcus æqualis est maximæ Solis declinationi. Cum enim colurus iste sicut alii circuli in sphæra sit 360 graduum: quarta eius erit 90 graduum. Cum igitur maxima Solis declinatio secundum Ptolomæus Ptolomæum sit 23 graduum et 51 minutorum: et totidem graduum sit arcus qui est inter circulum arcticum: et polum mundi arcticum: si ista duo simul iuncta: quæ fere faciunt 48 gradus subtrahantur a 90 residuum erunt 42 gradus: quantus est arcus coluri: qui est inter primum punctum Cancri et circulum arcticum. Et sic patet quod ille arcus fere duplus est ad

maximam Solis declinationem. tandum quod æquinoctialis cum quattuor circulis minoribus dicuntur

[Fol. 13r]

quinque paralleli quasi æquidistantes: non quia quantum primus distat a secundo: tantum secundus distat a tertio: quia hoc falsum est sicut iam patuit: sed quia quilibet circuli simul iuncti secundum quamlibet sui partem æquidistant ab invicem dicuntur parallelus æquinoctialis: parallelus solstitii æstivalis: parallelus solstitii hyemalis: parallelus arcticus: parallelus et antarcticus.

Notandum etiam quod quattuor paralleli minores scilicet duo tropici: et parallelus arcticus: et parallelus antarcticus distinguunt in cælo quinque zonas sive regiones. Unde Virgilius in Georgicis. Virgilius Quinque tenent cælum zone: quarum una corusco Semper Sole rubens: et torrida semper ab igni. Distinguuntur etiam totidem plagæ in terra directe prædictis zonis supposite. Unde Ovidius primo Ovidius Metamorphoseon. Totidemque plagæ telluræ præmuntur in orbem: Quarum quæ media est: non est habitabilis æstu. Nix tenet alta duas: totidemque inter utrasque locavit. Temperiem dedit mixta cum frigore

flamma. Ulla igitur zona quæ est inter duos tropicos dicitur inhabitabilis propter calorem Solis discurrentis semper inter tropicos. Similiter plaga terræ illi directe supposita dicitur inhabitabilis propter calorem Solis discurrentis super illam. Illæ vero duæ

[Fol. 13v]

zonæ quæ circumscribuntur a circulo arctico: et circulo antarctico circa polos mundi inhabitabiles sunt propter nimiam frigiditatem: quia Sol ab eis maxime removetur. Similiter intelligendum est de plagis terræ illis directe suppositis. Illæ autem duæ zonæ: quarum una est inter tropicum æstivalem et circulum arcti-cum: et reliqua quæ est inter tropicum hyemalem et circulum antarcticum: habitabiles sunt: et temperatæ a caliditate torridæ existentis inter tropicos: et frigiditate zonarum extremarum quæ sunt circa polos mundi. Idem intellige de plagis terræ illis directe suppositis.

Capitulum tertium de ortu et ocasu signorum: de diversitate dierum et noctium: et de diversitate climatum.



ignorum autem ortus occasus dupliciter accipitur: quoniam quantum ad poetas: et

Triplex est ortus et

occasus signorum quantum ad astronomos. Est igitur ortus et secundum poetas occasus signorum quo ad poetas triplex scilicet cosmicus: chronicus: et heliacus. Ortus cosmicus Cosmicus enim ortus sive mundanus est quando signum vel stella supra horizontem ex parte orientis de die ascendit. Et licet in qualibet die artificiali sex signa sic oriantur: tamen antono-mastice signum

[Fol. 14r]

illud dicitur cosmice oriri cum quo et in quo Sol mane oritur. Et hic ortus proprius et principalis et quotidianus dicitur. De hoc ortu exemplum in Georgicis habetur: ubi docetur satio fabarum et milii in vere Sole existente in Tauro: sic. Candidus auratis aperit cum Virgilius. cornibus annum Taurus: et adverso cedens canis occidit astro. Occasus vero Occasus cosmicus cosmicus est respectu oppositionis scilicet quando Sol oritur cum aliquo signo cuius signi oppositum occidit cosmice. De hoc occasu dicitur in Georgicis: ubi docetur satio frumenti in fine autumni Sole existente in Scorpione: qui cum oritur cum Sole Taurus signi eius oppositum ubi sunt Pleiades occidit: sic. Ante tibi Eoe Atlantides abscon- Virgilius dantur. Debita: quam sulcis committas Pleiades. semina. Chronicus ortus sive temporalis Ortus chronicus est quando signum vel stella post Solis occasum supra horizontem ex parte orientis emergit chronice scilicet de nocte. Et dicitur temporalis: quia tempus mathematicorum nascitur cum Solis occasu. De hoc ortu habemus in Ovidio Ovidius. de Ponto ubi conqueritur moram exilii sui dicens. Quattuor autumnos Pleias orta facit. Significans per quattuor autumnos quadraginta [sic] quattuor annos transisse postquam missus erat in exilium. Sed Virgilius voluit in autumno Pleiades occidere: ergo contrarii videntur. Sed ratio huius est quod secundum

[Fol. 14v]

Virgilium occidunt cosmice: secundum Ovidium oriuntur chronice quod bene potest contingere eodem die. Sed differenter tamen: quia cosmicus occasus est respectu temporis matutini. Chronicus vero ortus respectu vespertini Chronicus occasus est respectu Lucanus oppositionis. Unde Lucanus sic inquit. Tunc nox Thessalicas urgebat parva Ortus heliacus sagittas. Heliacus ortus: sive solaris est quando signum vel stella videri potest per elongationem Solis ab illo: quod prius videri non poterat Solis propinquitate.

Ovidius Exemplum huius ponit Ovidius in livro

de Fastes sic. Iam levis obliqua subsedit Virgilius Aquarius urna. Et Virgilius in Georgicis. Gnosiaque ardentis descendit stella coronæ. Quæ iuxta Scorpionem existens non videbatur: dum Sol erat in Scorpione.

Occasus heliacus Occasus heliacus est: quando Sol ad signum accedit: et illud sua presentia et luminositate videri non permittit. Huius exemplum est in versu præmisso scilicet. Taurus et adverso cedens canis occidit astro.

De ortu et occasu

De ortu et occasu signorum secundum astrologos. signorum in Sequitur de ortu et occasu signorum prout sphæra recta. sumunt astronomi: et prius in sphæra recta.

[Fol. 15r]

Sciendum est quod tam in sphæra recta quam obliqua ascendit æquinoctialis circulus semper uniformiter scilicet in temporibus æqualibus æquales arcus ascendunt. Motus enim cæli uniformis est: et angulus quem facit æquinoctialis cum horizonte obliquo non diversificatur in aliquibus horis. Partes vero zodiaci non de necessitate habent æquales ascensiones in utraque sphæra: quia quanto aliqua zodiaci pars rectius oritur tanto plus temporis ponitur in suo ortu. Huius signum est: quia sex signa oriuntur in longa vel brevi die artificiali

similiter et in nocte. Notandum signorum quid sit. igitur quod ortus vel occasus alicuius signi nihil aliud est quam illam partem æquinoctialis oriri quæ oritur cum illo signo oriente: vel ascendente supra horizontem: vel illam partem æquinoctialis occidere quæ occidit cum illo signo occidente id est tendente ad occasum sub Signum recte vel horizontem. Signum autem recte oriri oblique oriri quod dicitur cum quo maior pars æquinoctialis sit oritur: oblique vero cum quo minor. Similiter etiam intelligendum est de

L Et est sciendum quod in occasu. sphæra recta quattuor quartæ zodiaci inchoatæ quattuor punctis: duobus scilicet solstitialibus et duobus æquinoctialibus adæquantur suis ascensionibus. Id est quantum temporis

Ortus vel occasus

[Fol. 15v]

consumitur quarta zodiaci in suo ortu in tanto tempore quarta æquinoctialis illi conterminalis peroritur. Sed tamen partes illarum quartarum variantur: neque habent æquales ascensiones: sicut iam patebit. Est enim regula. Quilibet duo arcus zodiaci æquales et æqualiter distantes ab aliquo quattuor punctorum iam dictorum æquales habent ascensiones. Et ex hoc sequitur quod signa opposita æquales habent ascensiones. Et Lucanus hoc est quod dicit Lucanus loquens de processu Catonis in Libyam versus æquinoctialem. Non obliqua meant: nec Tauro rectior exit Scorpius: aut Aries donat sua tempora Libræ: Aut Astræa iubet lentos descendere Pisces. Par Geminis Chiron: et idem quod Charcinus ardens. Humidus Ægloceros: nec plus Leo tollitur Urna. Hic dicit Lucanus quod existentibus sub æquinoctiali signa opposita æquales habent ascensiones et Oppositio occasus. Oppositio autem signorum signorum habetur per hunc versum. Est li. ari. scor. tau. sa. gemi. capri. can. a. le. pis. vir.

Et notandum quod non valet talis argumentatio. Isti duo arcus sunt æquales: et simul incipiunt oriri: et semper maior pars oritur de uno quam de reliquo: ergo ille arcus citius peroritur cuius maior pars oriebatur. Instantia semper huius argumentationis

[Fol. 16r]

manifesta est in partibus prædictarum quartarum. Si enim sumatur quarta pars zodiaci: quæ est a principio Arietis usque ad finem Geminorum: semper maior pars oritur de quarta zodiaci: quam de quarta æquinoctialis sibi conterminali: et tamen illæ duæ quartæ simul peroriuntur. Idem intellige de quarta zodiaci quæ est a principio Libræ usque ad finem As-gittarii.

Item si sumatur quarta zodia-ci quæ est a principio Cancri usque ad finem Virginis: semper maior pars oritur de quarta æquinoctialis: quam de quarta zodiaci illi conterminali: et tamen illæ duæ quartæ simul peroriuntur. Idem intellige de quarta zodiaci quæ est a primo puncto Capriorni

usque in finem Piscium. In sphæra autem obliqua sive declivi duæ medietates zodiaci adequantur suis ascensionibus. Medie-tates dico quæ sumuntur a duobus punctis æquinoctialibus: quia medietas zodiaci: quæ est a principio Arietis usque in finem Virginis oritur cum medietate æquinoctialis sibi conterminali. Similiter alia medietas zodiaci oritur cum reliqua medietate æquinoctialis. Partes autem illarum medietatum variantur secundum suas ascensiones: quoniam in illa medietate zodiaci: quæ est a principio Arietis usque in finem Virginis semper maior pars oritur de zodiaco quam de æquinoctiali:

De ortu et occasu signorum in sphæra obliqua.

[Fol. 16v]

et tamen illæ medietates simul peroriuntur. E converso contingit in reliqua medietate zodiaci: quæ est a principio Libræ usque ad finem Piscium: semper enim maior pars oritur de æquinoctiali quam de zodiaco: et tamen illæ medietates simul peroriuntur. Unde hic patet instantia facta manifestior contra argumentationem superius dictam: arcus autem qui succedunt Arieti usque ad finem Virginis in sphæra obliqua minuunt ascensiones suas supra ascensiones eorundem arcuum in sphæra recta: quia minus oritur de æquinoctiali. Et arcus qui succedunt Libræ usque ad finem Piscium in sphæra obliqua augent ascensiones suas supra ascensiones eorundem arcuum in sphæra recta: quia plus oritur de æquinoctiali. Augent dico secundum tantam quantitatem in quanta arcus succedentes Arieti minuunt. Ex hoc patet quod duo arcus æquales: et oppositi in sphæra declivi habent ascensiones suas iunctas æquales ascensionibus eorundem arcuum in sphæra recta simul sumptis: quia quanta est diminutio ex una parte: tanta est additio ex altera. Licet enim arcus inter se æquales: tamen quantum unus minor est tantum recuperat alius: et sic patet adæquatio. Regula quidem est in sphæra

[Fol. 17r]

obliqua quod quilibet duo arcus zodiaci æquales et æqualiter distantes ab alterutro punctorum æquinoctialium æquales habent ascensiones. Ex predictis etiam patet quod dies naturales sunt inæquales. Est enim dies naturalis revolutio æquinoctialis circa terram semel cum tanta zodiaci parte quanta interim Sol pertransit motu proprio contra firmamentum. Sed cum ascensiones illorum arcuum sint inæquales: ut patet per prædicta tam in sphæra recta quam in obliqua: et penes additamenta illarum ascensionum considerentur: dies naturales illi de necessitate erunt inæquales. In sphæra recta propter unicam causam scilicet propter obliquitatem zodiaci: in sphæra vero obliqua propter duas causas scilicet propter obliquitatem zodiaci: et obliquitatem horizontis obliqui. Tertia solet assignari causa eccentri-

citas circuli Solis. Notandum etiam quod Sol tendens a primo puncto Capricorni per Arietem usque ad primum punctum Cancri raptu firmamenti describit 182 parallelos qui etiam paralleli: et si non omnino sint circuli sed spiræ: cum tamen non sit in hoc error sensibilis: in hoc vis non constituatur: si circuli appellentur: de numero quorum circulorum sunt duo tropici: et unus æquinoctialis. Item iam dictos circulos

[Fol. 17v]

describit Sol raptu firmamenti descendens a primo puncto Cancri per Libram usque ad primum punctum Capricorni. Et isti circuli dierum naturalium circuli appellantur. Arcus autem qui sunt supra horizontem sunt arcus dierum artificialium. Arcus vero qui sunt sub horizonte sunt arcus noctium. In sphæra igitur recta cum horizon sphæræ rectæ transeat per polos mundi dividit omnes circulos istos in partes æquales. Unde tanti sunt arcus dierum: quanti sunt arcus noctium apud existentes sub æquinoctiali. Unde patet quod existentibus sub æquinoctiali in quacunque parte firmamenti sit Sol est semper æquinoctium. In sphæra autem declivi horizon obliquus dividit Solum æquinoctialem in duas partes æquales. Unde quando Sol est in alterutro punctorum æquinoctialium tunc arcus diei æquatur arcui noctis: et est æquinoctium in universa terra. Omnes vero alios circulos dividit horizon obliquus in partes inæquales: ita quod in omnibus circulis qui sunt ab æquinoctiali usque ad tropicum Cancri: et in ipso tropico Cancri maior est arcus diei quam noctis. Id est arcus super horizontem quam sub horizonte. Unde in toto tempore quo Sol movetur a prin-

[Fol. 18r]

cipio Arietis per Cancrum usque in finem Virginis maiorantur dies supra noctes: et tanto plus quanto magis accedit Sol ad Cancrum: et tanto minus quanto magis recedit. E converso autem se habet de diebus et noctibus dum Sol est in signis australibus. In omnibus aliis circulis: quos Sol describit inter æquinoctialem et tropicum Capricorni maior est arcus sub horizonte: et minor supra. Unde arcus diei est minor quam arcus noctis. Et secundum proportionem arcuum minorantur dies supra noctes. Et quanto circuli sunt propinquiores tropico hyemali: tanto magis minorantur dies. Unde videtur quod si sumantur duo circuli æquidistantes ab æquinoctiali ex diversis partibus quantus est arcus diei in uno tantus est arcus noctis in reliquo. Ex hoc sequi videtur quod si duo dies naturales sumantur in anno æqualiter remoti ab alterutro æquinoctialium in oppositis partibus quanta est dies artificialis unius: tanta est nox alterius: et e converso. Sed hoc est quantum ad vulgi sensibilitatem in horizontis fixione. Ratio enim per ademptionem Solis contra firmamentum in obliquitate zodiaci verius diiudicat. Quanto quidem polus mundi magis elevatur supra horizontem tanto maiores sunt dies

[Fol. 18v]

æstatis quando Sol est in signis septentionalibus. Sed est e converso quando est in signis australibus: tanto enim magis minorantur dies supra noctes.

Nota his de signis recte vel oblique

Notandum etiam quod sex signa quæ sunt a principio Cancri per Libram in finem Sagittarii habent ascensiones suas in sphæra obliqua simul ascensionibus iunctas maiores signorum quæ sunt a principio Capricorni per Arietem usque ad finem Geminorum. orientibus. Unde illa sex signa prius dicta dicuntur recte oriri. Ista vero sex oblique. Unde Virgilius. Recta meant: obliqua cadunt a sidere Cancri donec finitur Chiron: sed cætera signa nascuntur prono: descendunt tramite recto. Et quando est nobis maxima dies in æstate scilicet Sole existente in principio Cancri tunc oriuntur de die sex signa directe orientia: de nocte autem sex oblique. E converso quando nobis est minimus dies in anno scilicet Sole existente in principio Capricorni tunc de die oriuntur sex signa oblique orientia: de nocte vero sex directe. Quando autem Sol est in alterutro punctorum æquinoctialium tunc de die orintur tria signa directe orientia: et tria oblique. Et de nocte similiter. Est enim regula. Quantumcumque brevis vel prolixa sit dies vel nox sex signa oriuntur

[Fol. 19r]

de die et sex de nocte. Nec propter prolixitatem vel brevitatem diei vel noctis plura vel pauciora signa oriuntur. Ex his colligitur quod cum hora naturalis sit spatium temporis in quo medietas signi peroritur in qualibet die artificiali: similiter et in nocte sunt 12 horæ naturales. In omnibus autem aliis circulis qui sunt a latere æquinoctialis: vel ex parte australi vel septentionali maiorantur vel minorantur dies vel noctes secundum quod plura vel pauciora de signis directe orientibus: vel oblique de die: vel de nocte oriuntur.

De diversitate dierum et noctium quæ sit habitantibus in diversis locis terræ Notandum autem quod illis quorum zenith est in æquinoctiali circulo Sol bis in anno transit per zenith capitis eorum scilicet quando est in principio Arietis et in principio Libræ. Et tunc sunt illis duo alta solsticia quoniam Sol directe transit supra capita eorum. Sunt iterum illis duo ima solstitia: quando Sol est in primis punctis Cancri et Capricorni: et dicuntur ima: quia tunc Sol maxime removetur a zenith capitis eorum. Unde ex prædictis patet: cum semper habeant æquinoctium in anno quattuor habebunt solstitia:

[Fol. 19v]

duo alta: et duo ima. Patet etiam quod duas habent æstates Sole scilicet existente in alterutro punctorum æquinoctialium: vel prope. Duas etiam habent hyemes scilicet Sole existente in primis punctis Cancri et Capricorni vel prope. Et hoc est Alfraganus quod dicit Alfraganus quod æstas et hyems scilicet nostræ sunt illis unius et eiusdem complexionis: quoniam duo tempora quæ sunt nobis æstas et hyems sunt illis duæ hyemes. Unde ex illis Lucanus. versibus Lucani patet expositio. Deprensum est hunc esse locum quo circulus alti Solstitii medium signorum percutit orbem. Ibi enim appellat Lucanus circulum alti solstitii æquinoctialem: in quo contigunt duo alta solstitia sub æquinoctiali existentibus. Orbem signorum appellat zodiacum: quem medium id est mediatum hoc est divisum in duo media æquinoctialis: percutit id est dividit. Illis etiam in anno contingit habere quattuor umbras. Cum enim Sol sit in alterutro punctorum æquinoctialium tunc mane iacitur umbra eorum versus occidentem: in vespere vero e converso. In meridie est illis umbra perpendicularis: cum Sol sit supra caput eorum. Cum autem Sol est in signis septentrionalibus

[Fol. 20r]

tunc iacitur umbra eorum versus austrum. Quando est in australibus tunc iacitur versus septentrionem. Illis autem oriuntur et occidunt stellæ: quæ sunt iuxta polos sicut et quibusdam aliis habitantibus circa æquinoctialem. Unde Lucanus sic inquit. Tunc furor extremos Lucanus movit Romanus Horestas. Carmenosque duces: quorum iam flexus in austrum. Æther non totam mergi tamen aspicit Arcton. Lucet et exigua velox ubi nocte Boetes. Ergo mergitur et parum lucet. Item Ovidius de eadem stella. Tingitur oceano custos Erimanthidos ursæ. Æquoreasque suo sidere turbat aquas. In situ autem nostro numquam occidunt illæ stellæ. Unde Virgilius. Hic vertex nobis Virgilius semper sublimis at illum sub pedibus Styx atra vident manesque produndi. Et Lucanus. Axis inocciduus gemina clarissimus Arcto. Item Virgilius in Georgicis sic inquit. Arctos oceani metuentes æquore tingi.

Quorum zenith est inter æquinoctialem et tropicum Cancri. Illis autem quorum zenith est inter æquinoctialem et tropicum Cancri contingit bis in anno quod Sol

[Fol. 20v]

transit per zenith capitis eorum: quod sic patet. Intelligatur circulus parallelus æquinoctiali transiens per zenith capitis eorum: ille circulus intersecabit zodiacum in duobus locis æquidistantibus a principio Cancri. Sol igitur existens in illis duobus punctis transit per zenith capitis eorum. Unde duas habent æstates: et duas hyemes: quattuor solstitia: et quattuor umbras. Sicut existentes sub æquinoctiali. In tali situ dicunt quidam Arabiam esse. Unde Lucanus loquens de Arabibus venientibus Romam in auxilium Pompeio dicit. Ignotum vobis Arabes venistis in orbem. Umbras mirati nemorum non ire sinistras. Quonian in partibus suis quandoque erant illis umbræ dextræ: quandoque sinistræ: quandoque perpendiculares: quandoque orientales: quandoque occidentales: sed quando venerant Romam circa tropicum Cancri habebant tunc semper umbras septentrionales.

Quorum zenith est in tropico Cancri Illis siquidem quorum zenith est in tropico Cancri contingit quod semel in anno transit Sol per zenith capitis eorum scilicet quando est in primo puncto Cancri: et tunc in una hora diei unius totius anni est illis umbra

[Fol. 21r]

perpendicularis. In tali situ dicitur Syene Syene civitas civitas. Unde Lucanus. Umbras nusquam Lucanus flectente Syene. Hoc intellige in meridie unius diei: et per residuum totius anni iacitur illis umbra septentrionalis.

Quorum zenith est inter tropicum Cancri et circulum arcticum.

Illis vero quorum zenith est inter tropicum Cancri: et circulum arcticum contingit quod Sol in sempiternum non transit per zenith capitis eorum: et illis semper iacitur umbra versus septentrionem. Talis est situs noster. Notandum etiam quod Æthiopia vel aliqua pars eius est circa tropicum Cancri. Unde Lucanus. Æthiopumque solum quod non præmeretur ab ulla. Lucanus Signiferi regiones poli nisi: poplite lapso. Ultima curvati procederet ungula Tauri. Dicunt enim quidam quod ibi sumitur signum æquivoce pro duodecima parte zodiaci: et pro forma animalis: quod Signum secundum maiorem partem sui est in æquivoce. signo quod denominat. Unde Taurus cum sit in zodiaco secundum maiorem sui partem: tamen extendit pedem suam ultra tropicum Cancri: et ita premit Æthiopiam: licet nulla pars zodiaci premat eam. Si enim pes Tauri de quo loquitur autor extenderetur

sumitur

[Fol. 21v]

versus æquinoctialem: ut esset in directo Arietis: vel alterius signi: tunc premeretur ab Ariete et Virgine: et aliis signis: quod patet per circulum æquinoctialem parallelum cicunductum per zenith capitis ipsorum Æthiopum: et Arietem et Virginem vel alia signa. Sed cum ratio physica huic contrarietur: non enim ita denigrati si in temperata nascerentur habitabili. Dicendum quod illa pars Æthiopiæ: de qua loquitur Lucanus Lucanus est sub æquinoctiali circulo: et quod pes Tauri de quo loquitur extenditur versus æquinoctialem: sed distinguitur Quæ dicunt signa tunc in signa cardinalia et regiones. Nam cardinalia: et quæ signa cardinalia dicuntur duo signa in regiones. quibus contingunt solstitia: et duo in quibus contingunt æquinoctia. Regiones autem appellantur signa intermedia. Et secundum hoc patet quod cum Æthiopia sit sub æquinoctiali non premitur ab aliqua regione: sed a duobus signis tantum cardinalibus scilicet Aries et Libra.

Quorum zenith est in circulo arctico. Illis autem quorum zenith est in circulo arctico contingit in quolibet die et tempore anni quod zenith capitis eorum est idem cum polo zodiaci: et tunc habent zodiacum sive eclipticam pro horizonte: Alfraganus. et hoc est quod dicit Alfraganus

[Fol. 22r]

quod ibi circulus zodiaci flectitur supra hemisphærii. circulum Sed cum firmamentum continue moveatur circulus horizontis intersecabit zodiacum in instanti: et cum sint maximi circuli in sphæra intersecabunt se in partes æquales. Unde statim medietas una zodiaci emergit supra horizontem et reliqua deprimitur sub horizonte subito. Et hoc est quod dicit Alfraganus quod ibi occidunt repente sex signa: et reliqua sex oriuntur cum toto æquinoctiali. Cum autem ecliptica sit horizon illorum erit tropicus Cancri totus supra horizonta: et totus tropicus Capricorni sub horizonte. Et sic Sole existente in primo puncto Cancri erit illis una dies viginti quattuor horarum: et quasi instans pro nocte: quia in instanti Sol transit horizonta: et statim emergit: et ille contactus est pro nocte. E converso contingit illis Sole existente in primo puncto Capricorni. Est enim tunc illis una nox viginti quattuor horarum: et quasi instans pro die.

Quorum zenith est inter circulum arcticum et polum mundi
Illis autem quorum zenith est inter circulum arcticum: et polum mundi arcticum contingit

quod horizon illorum intersecat zodiacum in duobus punctis æquidistantibus a

[Fol. 22v]

principio Cancri: et in revolutione firmamenti contingit quod illa portio zodiaci intercepta semper relinquitur supra horizontem. Unde patet quod quamdiu Sol est in illa portione intercepta Ubi sit dies sine erit unus dies continuus sine nocte: ergo nocte. si illa portio fuerit ad quantitatem signi unius erit ibi dies continuus unius mensis sine nocte: ad quantitatem duorum signorum erit duorum mensium: et ita deinceps. Item contingit eisdem quod portio zodiaci intercepta ab illis duobus punctis æquidistantibus a principio Capricorni semper relinquitur sub horizonte: unde cum Sol est in illa Ubi nox sine die portione intercepta erit una nox continua sine die brevis: vel magna secundum quantitatem interceptæ portionis. Signa De ortu et occasu autem reliqua: quæ eis oriuntur: et præpostero occidunt præpostere oriuntur et occidunt. signorum Oriuntur præpostere sicut Taurus ante Arietem: Aries ante Pisces: Pisces ante Aquarium: et tamen signa his opposita oriuntur recto ordine: et occidunt præpostere: ut Scorpius ante Libram: Libra ante Virginem: et tamen signa his opposita occidunt directe illa scilicet quæ oriebantur præpostere: ut Taurus.

[Fol. 23r]

Quorum zenith est in polo arctico Illis autem quorum zenith est in polo arctico contingit quod illorum horizon est idem quod æquinoctialis. Unde cum æquinoctialis intersecet zodiacum in duas partes æquales: sic et illorum horizon relinquit medietatem zodiaci supra: et reliquam infra. Unde cum Sol decurrat per illam medietatem: quæ est a principio Arietis usque ad finem Virginis unus erit dies continuus sine nocte: et cum Sol decurrit in illa medietate quæ est a principio Libræ usque in finem Piscium erit nox una continua sine die. Ouare et una medietas totius anni est una dies artificialis: et alia medietas est una nox. Unde totus annus est ibi unus dies naturalis. Sed cum ibi nunquam magis 23 gradibus Sol sub horizonte deprimatur videtur quod illis sit dies continuus sine nocte. Nam et nobis dies dicitur ante Solis ortum supra horizontem. Hoc autem est quantum ad vulgarem sensibilitatem. Non enim est dies artificialis quantum ad physicam rationem nisi ab ortu Solis usque ad occasum eius sub horizonte. Ad hoc iterum quod lux videtur ibi esse perpetua: quonian dies est antequam Sol levetur super terram per 18 gradus ut dicit Ptolemæus. Alii vero magistri

Ptolemæus

[Fol. 23v]

dicunt 30 scilicet per quantitatem unius signi: dicendum quod aer est ibi nubilosus et spissus. Radius enim solaris ibi existens debilis virtutis magis de vaporibus elevat quam possit consumere: unde aerem non serenat: et non est dies.

De divisione climatum.

Imaginetur autem quidam circulus in superficie terræ directe suppositus æquinoctiali. Intelligatur alius circulus in superficie terræ transiens per orientem et occidentem: et per polos mundi. Isti duo circuli intersecant sese in duobus locis ad angulos rectos sphærales: et dividunt totam terram in quattuor quartas: quarum una est nostra habitabilis illa scilicet quæ intercipitur inter semicirculum ductum ab oriente in occidentem* per polum arcticum. Nec tamen illa quarta tota est habitabilis. Quoniam partes propinquæ æquinoctiali inhabitabiles sunt propter nimium calorem. Similiter partes eius propinquæ polo arctico inhabitabiles propter nimiam frigiditatem. Intelligatur ergo una linea æquidistans ab æquinoctiali dividens partes quartæ inhabitabiles propter calorem a partibus habitabilibus: quæ sunt septentrionem. Intelligatur etiam alia linea æquidistans a polo arctico dividens

* Omissione: in superficie æquinoctialis et semicirculum ductum ab oriente in occidentem.

[Fol. 24r]

partes quartæ inhabitabiles: quæ sunt versus septentrionem: propter frigus a partibus habitabilibus quæ sunt versus æquinoctialem. Inter istas etiam duas lineas extremas intelligatur sex lineæ parallelæ æquinoctiali: quæ cum duobus prioribus dividunt partem totalem quartæ habitabilem in septem portiones quæ dicunt septem climata: prout in præsenti patet figura.

Lerra inbabitabili	s spter frigiditatem
Clima Diaripteos	
Clima viabozyften	
Clima viaromes	quintum
 Clima viartodos	quartum
 Clima vialegandri	ios ternium
Clima vialgenes	(ccundum
Clima viameroes	pzimum

Dicitur autem clima tantum spatium Clima quid sit. terræ per quantum sensibiliter variatur horologium. Idem nanque dies æstiuus ali quantus: qui est in una regione: et sensibiliter est minor in regione propinquiori austro. Spatium igitur tantum quantum incipit dies idem sensibiliter variari dicitur clima. Nec est idem horologium cum principio: et

[Fol. 24v]

fine huius spatii observatum. Horæ enim diei sensibiliter variantur: quare et

Medium primi

climatis. horologium. Medium igitur primi climatis est ubi maioris diei prolixitas est 13 horarum: et elevatio poli mundi supra circulum hemisphærii gradibus 16 et dicitur clima dia Meroes. Initium eius est ubi diei maioris prolixitas est 12 horarum: et dimidiæ et quartæ unius horæ: et elevatur polus supra horizontem gradibus 12 et dimidiæ et quartæ unius gradus. Et extenditur eius latitudo usque ad locum ubi longitudo prolixioris diei est 13 horarum: et quartæ unius: et elevatur polus supra horizontem gradibus 20 et dimidio: quod spatium terræ est 440

Medium secundi climatis.

milliaria. Medium autem secundi climatis est ubi maior dies est 13 horarum: et dimidiæ: et elevatio poli supra horizontem 24 graduum: et quartæ partis unius gradus. Et dicitur clima dia Syenes. Latitudo vero eius est ex termino primi climatis usque ad locum: ubi est dies prolixior 13 horarum et dimidiæ: et quartæ partis unius horæ: et elevatur polus 27 gradibus et dimidio: et spatium terræ est 400 milliariorum.

Medium tertii climatis.

Medium tertii climatis est ubi sit longitudo prolixioris diei 14 horarum: et elevatio poli supra

[Fol. 25r]

horizontem 30 graduum et dimidii: et quartæ unius partis. Et dicitur clima dia Alexandrias. Latitudo eius est ex termino secundi climatis usque ubi prolixior dies est 14 horarum. et quartæ unius et altitudo poli 33 graduum et duarum tertiarum. Quod spatium terræ est 350

milliariorum. Medium quarti climatis. est ubi maioris dies prolixitas est 14 horarum et dimidiæ: et axis latitudo [sic] 36 graduum et duarum quintarum. Et dicitur dia Rhodos. Latitudo vero eius est ex termino tertii climatis usque ubi prolixitas maioris diei est 14 horarum et dimidiæ: et quartæ partis unius. Elevatio autem poli 39 graduum. Quod spatium terræ est 300 milliariorum.

Medium quinti climatis est ubi maior dies est 15 horarum: et elevatio poli 41 graduum: et tertiæ unius. Et dicitur clima dia Romes. Latitudo vero eius est ex termino quarti climatis usque ubi prolixitas diei sit 15 horarum: et quartæ unius. Et elevatio axis 43 graduum et dimidii. Quod spatium terræ

est 255 milliariorum. Medium sexti climatis est ubi prolixior dies est 15 horarum et dimidiæ: et elevatur polus super horizontem 45 gradibus: et duabus quintis unius. Et dicitur clima dia Borysthenes.

Medium quarti climatis.

Medium quinti climatis.

Medium sexti climatis.

[Fol. 25v]

Latitudo vero eius est ex termino quinti climatis usque ubi longitudo diei prolixior est 15 horarum et dimidiæ: et quartæ unius: et axis elevatio 47 graduum: et quartæ unius. Quæ distantia terræ est 212

Medium septimi

Medium autem climatis. milliariorum. septimi climatis est ubi maior prolixitas diei est 16 horarum: et elevatio poli supra horizontem 48 graduum: et duarum tertiarum. Et dicitur clima dia Ripheos. Latitudo vero eius est ex termino sexti climatis usque ubi maxima dies est 16 horarum et quartæ unius: et elevatur polus mundi supra horizontem 50 gradibus et dimidio. Quod spatium terræ est 185 milliariorum. Ultra autem huius septimi climatis terminum: licet plures sint insulæ: et hominum habitationes: quicquid tamen sit: quoniam pravæ est habitationis sub climate non computatur. Omnis itaque inter terminum initialem climatum et finalem eorundem diversitas est trium horarum et dimidiæ. Et ex elevatione poli supra horizontem 38 graduum. Sic igitur patet uniuscuisque climatis latitudo a principio ipsius versus æquinoctialem usque in finem eiusdem versus polum arcticum: et quod primi climatis latitudo est maior latitudine

[Fol. 26r]

secundi et sic deinceps. Longitudo autem climatis potest appellari linea ducta ab oriente in occidentem æquidistans ab æquinoctiali. Unde longitudo primi climatis est maior longitudine secundi: et sic deinceps: quod contingit propter angustias sphæræ.

Capitulum quartum de circulis et motibus planetarum: et de causis eclipsium solis et lunæ.



otandum quod Sol habet unicum circulum per quem movetur in superficie lineæ

eclipticæ: et est eccentricus. Eccentricus Eccentricus quidem circulus dicitur non omnis circulus: sed circulus. solum talis qui dividens terram in duas partes æquales non habet centrum suum cum centro terræ sed extra. Punctus autem in eccentrico qui maxime accedit ad firmamentum appellatur aux: quod interpretatur elevatio. Punctus vero oppositus qui maximæ remotionis est a Aux. firmamento dicitur oppositio augis. Solis autem ab occidente in orientem duo sunt motus: quorum unus est ei proprius in circulo suo Oppositio augis eccentrico: quo movetur in omni die ac nocte 60 minutis fere. Alius vero tardior est motus sphæræ ipsius supra polos axis circuli signorum

[Fol. 26v]

et est æqualis motui sphæræ stellarum fixarum scilicet in 100 anni gradu uno. Ex his itaque duobus motibus colligitur cursus eius in circulo signorum ab occidente in orientem: per quem abscidit circulum signorum in 363 [sic] diebus et quarta unius diei fere præter rem modicam quæ nullius est sensibilitatis. Quilibet autem planeta tres habet circulos præter Solem scilicet æquantem deferentem et epicyclum. Æquans quidem Æquans Lunæ est circulus concentricus cum terra: et in superficie eclipticæ. Eius vero Deferens Lunæ deferens est circulus eccentricus nec est in superficie eclipticæ immo una eius medietas declinat versus septentrionem: altera versus austrum. Et intersecat deferens æquantem in duobus locis. Et Draco figura intersectionis appellatur Draco: quoniam lata est in medio et angustior versus finem. Intersectio igitur illa per quam movetur Luna ab austro versus Caput Draconis aquilonem appellatur caput Draconis. Reliqua vero intersectio per quam movetur a septentrione in austrum dicitur Cauda Draconis cauda Draconis. Deferentes quidem et æquantes cuiuslibet planetæ sunt æquales.

Et sciendum quod tam deferens quam æquans Saturni: Iovis: Martis: Veneris: et Mercurii sunt eccentrici

[Fol. 27r]

et extra superficiem eclipticæ: et tamen illi duo sunt in eadem superficie. Quilibet etiam planeta præter Solem habet epicyclum. Et est epicyclus Epicyclus quid sit. parvus circulus per cuius circumferentiam defertur corpus planetæ: et centrum epicycli semper defertur in circumferentia deferentis. Si igitur duæ lineæ ducantur a centro terræ ita quod includant epicyclum ailuius planetæ: una ex parte orientis: reliqua ex parte occidentis punctus contactus ex parte orientis dicitur statio prima: punctus vero Statio prima contactus ex parte occidentis dicitur statio secunda. Et quando planeta est in Statio secunda alterutra illarum stationum dicitur stationarius. Arcus vero epicycli superior inter duas stationes interceptus dicitur directio: et quando planeta est in illo tunc Directio dicitur directus. Arcus vero epicycli inferior inter duas stationes interceptus dicitur retrogradatio: et planeta ibi Retrogradatio existens dicitur retrogradus. autem non assignatur statio directio ver retrogradatio. Unde non dicitur Luna stationaria directa vel retrograda propter velocitatem motus eius in epicyclo.

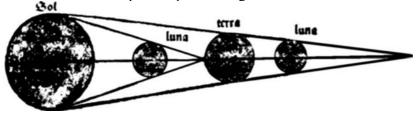
De eclipsi Lunæ.

Cum autem sit Sol maior terra: necesse est quod medietas sphæræ terræ ad minus a Sole semper

Illuminetur: et umbra terræ extensa in

[Fol. 27v]

aere tornatilis minuatur in rotunditate: donec deficiat in superficie circuli signorum inseparabilis a nadir Solis. Est Nadir Solis autem nadir Solis punctus directe oppositus Soli in firmamento. Unde cum in plenilunio Luna fuerit in capite vel in cauda Draconis sub nadir Solis tunc terra interponetur Soli et Lunæ: et conus umbræ terræ cadet super corpus Lunæ. Unde cum Luna lumen non habeat nisi a Sole in rei veritate deficit a lumine. Et est Eclipsis generalis eclipsis generalis in omni terra si ipsa Lunæ. fuerit in capite vel cauda Draconis Eclipsis directe: particularis vero eclipsis si fuerit particularis Lunæ. prope infra metas determinatas eclipsi. Et semper in plenilunio vel circa continget Unde qualibet eclipsis. cum in oppositione hoc est in plenilunio non sit Luna in capite vel in cauda Draconis nec supposita nadir Solis non est necesse in quolibet plenilunio Lunam pati eclipsim: ut patet in præsenti figura.



Cum autem fuerit Luna in capite vel in cauda Draco-

[Fol. 28r]

nis vel prope vel infra metas supradictas et in coniunctione cum Sole tunc corpus interponetur inter aspectum nostrum et corpus solare. Unde obumbrabit nobis claritatem Solis: et ita Sol patietur eclipsim: non quia deficiat lumine: sed deficit nobis propter interpositionem Lunæ inter aspectum nostrum et Solem. Ex his patet quod non semper est eclipsis Solis in coniunctione:

sive in novilunio. Notandum etiam quod quando est eclipsis Lunæ est eclipsis in omni terra: sed quando est eclipsis Solis nequaquam immo in uno climate est eclipsis Solis: et in alio non. Quod contingit propter diversitatem aspectus in diversis climatibus. Unde Virgilius. Virgilius elegantissime naturas utriusque eclipsis sub compendio tetigit dicens. Defectus Lunæ varios Solisque labores. Ex prædictis patet quod cum eclipsis Solis esset in passione Domini: et eadem passio esset in plenilunio illa eclipsis Solis non fuit naturalis immo miraculosa [et] contraria naturæ: quia eclipsis Solis in novilunio vel circa debet contingere. Dionysius Dionysium areopagita. quod legitur Propter Areopagita in eadem passione dixisse. Aut Deus naturæ patitur: aut mundi machina dissolvetur.

Iohannis de Sacrobusto explicitum anglici viri clarissimi Sphæra mundi feliciter explicit.

Bibliografia della seconda parte

BARTOLINI, Simone, Gli Strumenti Astronomici di Egnazio Danti sulla Facciata di Santa Maria Novella e la Misura del Tempo, Polistampa (Firenze) 2008 (in corso di pubblicazione)

BARTOLINI, Simone, I Fori Gnomonici di Egnazio Danti in Santa Maria Novella, Polistampa (Firenze) 2006

COPERNICO, Nicola, Opere, UTET (Torino) 1979

COYNE, George V., *La Riforma Gregoriana del Calendario*, Giornale di Astronomia **32**, pp. 33-36 2006

DANTE DE RINALDI, Pier Vincenzo, Della Sfera di M. Giovanni di Sacrobosco (Perugia) 1574

GRIBBIN, John, Enciclopedia di Astronomia e Cosmologia Garzanti (Milano) 1998

HEILBRON, John L., Il Sole nella Chiesa, Le grandi chiese come osservatori astronomici, Editrice Compositori (Bologna) 2005

HEILBRON, John L., *The Sun in the Church, Cathedral as solar observatories*, Harvard University Press, 1999

HOSKIN, Michael, Storia dell'Astronomia di Cambridge, Rizzoli BUR (Milano) 2001

JACOBSEN, Theodore S., *The Planetary Systems from Ancient Greeks to Kepler*, The University of Washington Press1999

JACOLI, Ferdinando, *Intorno alla determinazione di Domenico Maria Novara dell'Obliquità dell'Eclittica*, Bullettino di Bibliografia e Storia delle Scienze Matematiche e Fisiche, tomo X (Roma) 1877

KING, David A., Astronomia Islamica, in WALKER, L'Astronomia prima del Telescopio, Laterza (Bari) 1995

MACROBIO, *Commentarius in Somnium Scipionis*, II cap. XI, 7. ed. M. Amsisen-Marchetti, 2 voll. (Paris) 2001-2003

MAZZUCCONI,F., P. RANFAGNI e A. RIGHINI, Leonardo Ximenes S. J. e il grande gnomone di Santa Maria del Fiore, in Firenze, Giornale di astronomia **32**, 83-90 2006

PANNEKOEK, A., A History of Astronomy, Dover (New York) 1961

PEDERSEN, Olaf, *Astronomia Europea nel Medioevo*, in C. Walker *L'Astronomia prima del Telescopio*, Laterza (Bari) 1997

SACRO BOSCO, Iohannes de. *Tractatus de Sphaera*., Edito da Roberto de Andrade MARTINS.

disponibile al sito http://ghtc.ifi.unicamp.br/download/Sacrobosco-1478.pdf accesso internet il 29 Febbraio 2008.

SACROBOSCO, Giovanni, *Tractatus de Sphaera*, commentato da Adam DE ROTTWEIL (Venezia) 1478

SACROBOSCO, Giovanni, *Tractatus de Sphaera*, commentato da Elias VINETUS (Venezia) 1562

SCHAFF, Philip, *History of the Christian Church: vol. IV Mediaeval Christianity.* A.D. 590-1073. disponibile sul web al sito http://www.ccel.org/ccel/schaff/hcc4.i.xiii.iv.html

SETTLE, Thomas B., Egnazio Danti: le meridiane in Santa Maria Novella a Firenze e gli strumenti collegati, Giornale di astronomia **32**, 91-98 2006

STAHL, La Scienza dei Romani, Laterza (Bari) 1983

TOLOMEO, Claudio, Geografia, Dover (New York) 1991

TOOMER, Ptolemy's Almagest, Princeton University Press (Princeton) 1998

TROILI, Giulia, *La Torre dei Venti in Vaticano*, in Costantino SIGISMONDI, *Meridiani e Longitudini a Roma*, Semestrale di Studi e Ricerche di Geografia 2006 (2) pp. 185-193 Università "La Sapienza" (Roma) 2006

TYCHO BRAHE, Astronomiae Instauratae Progymnasmata (1602) e Astronomiae Instauratae Mechanica (1598)

VERDET, Jean Pierre, Storia dell'Astronomia, Longanesi (Milano) 1990

Sphæra Mundi

Indice

Introduzione	1
L'Astronomia dei Romani	
La Scienza dei Romani e l'Horologium di Augusto	4
Enciclopedisti e Poeti: la scienza che sopravvisse nella storia	10
La riforma Giuliana del Calendario	11
Le ore della preghiera e l'astronomia dei monaci	12
L'ufficio notturno e l'astrolabio	12
La scansione annuale dei periodi liturgici: il caso del Lent	16
Architettura Sacra e Astronomia:	17
Gerberto e le scuole cattedrali	18
Gerberto in Catalogna	18
L'Astronomia in Europa al tempo di Gerberto	19
Gerberto astronomo e la piccola rinascenza del X secolo	20
Gerberto musico	
Gerberto e la Geografia tolemaica	24
Globi e durata massima del dì	24
Paralleli fondamentali secondo Tolomeo	29
L'incremento della durata del giorno a partire dal solstizio invernale.	30
Computo analitico degli Horologia di Gerberto	30
Gerbertus Papa Constantino Miciacensi Abbati	34
L'emisfera di Gerberto nella lettera a Costantino di Fleury (978)	36
Il tubo per traguardare di Gerberto	
La Sfera di Gerberto nella biografia di Richero di Reims (998)	41
La Sfera Armillare della Casanatense esempio di mirum ar	tificium
gerbertiano	
Bibliografia della prima parte	
La Sfera del Sacrobosco in lingua toscana.	
Il dibattito sulla trepidazione degli equinozi e i contributi dell'astr	
islamica	
Lo gnomone di Toscanelli e le misure dell'obliquità	
I commenti alla Sfera del Sacrobosco	
Egnazio Danti	59
LA SFERA di M. Giovanni di Sacrobosco	61
Alla Serenissima Regina Giovanna d'Austria	
Proemio di M. Ignazio Danti	
Al Nobile ed Eccellente M. Alfano Alfani	
Proemio dell'autore.	
LIBRO PRIMO	
Che cosa è la sfera, il centro e il suo asse	67

Intorno Alla Divisione Della Sfera	68
Della Parte Elementare Del Mondo	
Qual Sia La Regione Celeste Etc.	
Che Il Cielo Si Muova Circolarmente	
Della Rotondità Del Cielo	
Che La Terra Sia Rotonda	
Che L'acqua Sia Rotonda	
Che La Terra Sia Al Centro Del Mondo	
Che La Terra Sia Immobile	
Della Grandezza Della Circonferenza E Del Diametro Della Terra	
Libro Secondo	
Della Divisione Dei Circoli Della Terra	
Sul Circolo Equinoziale	
Sullo Zodiaco	
De Due Coluri	
Sul Meridiano E Sull'orizzonte	
Dei Quattro Circoli Minori Della Sfera	
Sulle Cinque Zone	
LIBRO TERZO	
Sorgere E Tramontare Secondo I Poeti	102
Sorgere E Tramontare Secondo Gli Astrologi	103
Del Nascere E Tramontare Delle Costellazioni Nella Sfera Obliqua	106
I Giorni Naturali E Artificiali.	
La Quantità Dei Giorni E Delle Notti Di Quelli Sotto l'Equinoziale	112
Quelli Che Hanno Lo Zenit Fra L'equinoziale E Il Tropico Del Cancro.	
Di Quelli Che Hanno Il Zenit Nel Tropico Del Cancro	
Di Quei Che Hanno Il Zenit Fra Il Tropico Del Cancro E Il Circolo Ar	tico
<u>-</u>	116
Di Quelli Che Hanno Il Zenit Nel Circolo Artico	118
Di Quelli Che Hanno Il Zenit Fra Il Circolo Artico E Il Polo Del Mondo	
Di Quelli Che Hanno Il Zenit Nel Polo Artico	119
Della Divisione Dei Climi	121
La Grandezza Dei Climi	123
LIBRO QUARTO	127
Delle Sfere E Dei Moti Del Sole	127
Delle Sfere, o Circoli Dei Sei Pianeti	128
Della Stazione, Direzione E Retrogradazione Dei Pianeti	131
L'eclisse Della Luna	
L'eclissi Del Sole	
La Sfera del Sacrobosco in Latino	138
Bibliografia della seconda parte	195