

## ASTRONOMIA AL TEMPO DI DANTE

Pietro Di Lorenzo *ISIS "Amaldi – Nevio" Santa Maria Capua Vetere – Planetario di Caserta*

### 1. Preconcetti negativi sulla scienza del Medioevo

Bastano due semplici domande (da porre ai nostri studenti) per chiarire, attraverso le loro più frequenti risposte il diffuso preconcetto negativo che nell'immaginario collettivo attuale si associa al Medioevo quando si parla di scienza.

a) Nel Medioevo si viaggiava o non (per terra e per mare)? Anche gli studenti meno attenti alla storia si ricorderanno (almeno) le cosiddette "Repubbliche marinare" (ma a Venezia, Genova, Pisa e Amalfi, le quattro canoniche di manuali scolastici, sarebbero da aggiungere almeno Gaeta, Sorrento, Barletta, Trani, Molfetta, Brindisi), collocandone l'orizzonte temporale tra X e XIII secolo. E, forse, faranno anche riferimento alle Crociate (dalla prima nel 1099 all'ultima, la settima, nel 1270; dall'appello di Gregorio X al II Concilio ecumenico di Lione nel 1274 in poi tutte le successive "chiamate" papali restarono di fatto solo sulla carta). Quelli più svegli ricorderanno il viaggio di Marco Polo (ma prima e dopo di lui quanti altri mercanti ...) che avevano raggiunto addirittura il lontano oriente (Cina e Giappone, 1271-1288).

Pochi sapranno che il principe longobardo di Capua, Pandolfo Capodiferro (antesignano dell'unità del Meridione d'Italia, essendo riuscito a riunire Ducato di Benevento, Principato di Salerno, Principato di Capua e, con unione personale, anche il Ducato di Spoleto, 967 – 981) fu a Bisanzio, per ragioni diplomatiche e militari (ed anche i suoi immediati predecessori vi si recarono). E, ancora, si pensi ai papi, agli imperatori ed ai semplici pellegrini giunti al santuario di San Michele Arcangelo sul Gargano e ai tanti pellegrini che raggiungevano le basiliche apostoliche cristiane di Roma, la tomba dell'apostolo Giacomo non lontano da Finisterre (Santiago di Compostella, Galizia, Spagna) o addirittura Gerusalemme (gli *itineraria*, sorta di guide per il viaggio che descrivevano il percorso da tenere, sono noti dal VI sec. d. C.).

Orientamento e misura delle distanze e del tempo (con precisione variabile a seconda delle effettive necessità, solo quotidiane o scientifiche) dovevano essere comunque competenze diffuse in tutta Europa, nel bacino del Mediterraneo, in contesti sociali anche non colti.

b) Nel Medioevo la Terra era ritenuta piatta o non? Qui, anche gli studenti più attenti potrebbero essere tratti in inganno dalle raffigurazioni planisferiche medievali (note almeno dal IX secolo) viste nei manuali scolastici che raffigurano (ma solo in ossequio ad un dato teologico) la Terra come un cerchio delimitato dal mare in cui le terre emerse appaiono divise in tre continenti (Asia, Africa ed Europa), disposte a formare una grande T (sono mappe note appunto come T-O). Ma la potenza del preconcetto appare con tutta la sua forza quando si dovesse far riferimento a Cristoforo Colombo e alla scoperta del Nuovo Mondo. Ancora oggi, la maggior parte dei nostri concittadini ritiene che la programmazione del viaggio fu osteggiata dai "saggi" di Salamanca perché essi ritenevano (ed erano i sapienti dell'epoca, figurarsi il popolo incolto!) che la Terra fosse piatta.

Non è questa la sede per proporre una sintesi che dimostri quanto errati siano questi preconcetti duri a morire, neppure solo elencando le rilevanti conoscenze astronomiche e tecnologiche dell'epoca. Si rimanda alla bibliografia per qualche testo di riferimento.

### 2. Selezione di passi astronomici nell'opera di Dante

Se lo spettacolo in cupola avesse citare tutti i riferimenti astronomici e scientifici della sola Divina Commedia avrebbe dovuto avere una durata almeno 5 volte superiore ai 45'-46', adottati come standard per i temi centrali di ogni lezione / spettacolo al Planetario.

La conoscenza astronomica (e astrologica) di Dante è fondata principalmente sull'opera di Alfragano (nome latinizzato di uno scienziato arabo del XI secolo), che sintetizzava i celebri libri di Tolomeo

(rispettivamente l'Almagesto e il Tetrabiblos che Dante non conobbe direttamente). Il *Libro dell'aggregazione delle stelle* di Alfragano comparve in latino ad opera di Gherardo da Cremona (seconda metà sec. XII).

Nel seguito sono riportati (con una possibile parafrasi / costruzione in lingua italiana moderna) i passi utilizzati nello spettacolo. Si suggerisce di proporli alla lettura e, casomai, anche ad una prima riflessione agli studenti che si dovessero accingere a partecipare alla lezione/spettacolo proprio perché alcuni sono effettivamente piuttosto articolati ed oscuri. Le parti riportate barrate sono state escluse dalla narrazione in cupola, per semplificare il testo letterario e focalizzare esclusivamente i concetti di interesse.

## 2.1 Astronomia scienza sublime

«E lo cielo di Saturno hae due proprietadi per le quali si può comparare all'Astrologia: l'una si-è la tardezza del suo movimento per [li] dodici segni, ché ventinove anni e più, ~~secondo le scritture delli astrologi~~, vuole di tempo lo suo cerchio; l'altra si-è che sopra tutti li altri pianeti esso è alto. E queste due proprietadi sono nell'Astrologia: ché nel suo ~~cerchio compiere, cioè nello~~ apprendimento di quella, volge grandissimo spazio di tempo, sì per le sue [dimostrazioni], ~~che sono più che d'alcuna delle sopra dette scienze~~, sì per la esperienza ~~e a bene giudicare in essa si conviene~~. E ancora: è altissima di tutte l'altre; per[ci]ò che, sì come dice Aristotile ~~nel cominciamento dell'Anima~~, la scienza è alta di nobilitade per la nobilitade del suo subietto e per la sua certezza; ~~e questa più che alcuna delle sopra dette è nobile e alta per nobile e alto subietto, ch'è dello movimento del cielo; e alta e nobile per la sua certezza~~, la quale è senza ogni difetto, sì come quella che da perfettissimo e regolatissimo principio viene. E se difetto in lei si crede per alcuno, non è dalla sua parte, ma, sì come dice Tolomeo, è per la negligenza nostra, e a quella si dee imputare.». (Conv. 2, 12-30)

*Il cielo di Saturno ha due proprietà per le quali si può ritenere comparabile all'Astronomia: una è la lentezza del movimento orbitale [di Saturno] nello Zodiaco, che dura 29 anni e più, secondo i dati astronomici; l'altra è che Saturno è il più lontano dei pianeti (e quindi alto, elevato rispetto alla Terra). Queste due proprietà sono entrambe riscontrabili anche nell'Astronomia: la durata dell'apprendimento astronomico richiede molto tempo sia per le sue dimostrazioni (che sono molte di più che di altre scienze) sia per acquisire esperienza e competenza, necessarie se si vuol ben ragionare di Astronomia. E ancora: l'Astronomia è sublime (altissima) rispetto a tutte le altre [scienze: si riferisce a quelle delle arti liberali del Trivio, grammatica, retorica, dialettica, e delle restanti del Quadrivio, aritmetica, musica, geometria] perché, come dice Aristotile (all'inizio del trattato sull'anima), una scienza è sublime sia per la profondità dei suoi contenuti sia per l'esattezza che restituisce; e l'Astronomia è, quindi, elevata per gli argomenti che tratta [il cielo, i suoi moti ed i corpi celesti sono lontani e altissimi rispetto a noi] e per l'accuratezza delle conoscenze, perché ha principi di base perfetti e rigorosi. E se alcuno individua difetti nell'Astronomia essi non si possono imputare all'Astronomia in sé ma, come dice Tolomeo, alla nostra negligenza.*

## 2.2 La via Lattea

« .... distinta da minori e maggi / lumi biancheggia tra' poli del mondo / Galassia sì, che fa dubbiar ben saggi...» (Par. XIV, 99-104)

*Articolata in astri di minore e maggiore splendore brilla [biancheggia] tra i poli celesti la galassia [via Lattea], la cui natura fa dubitare i maggiori sapienti.*

« .... li Pittagorici dissero che 'l Sole alcuna fiata errò ne la sua via e, passando per altre parti non convenienti al suo fervore, arse lo luogo per lo quale passò, e rimasevi quella apparenza de l'arsura: e credo che si mossero da la favola di Fetonte, ..... Anassagora e Democrito dissero che ciò era lume di Sole ripercusso ..... Quello che Aristotile ... dicesse non si può bene sapere ...., l'una translazione pare dicere che ciò sia uno ragunamento di vapori sotto le stelle ... e questo non pare avere ragione vera. La nuova [translazione] dice che la Galassia è moltitudine di stelle fisse ...., tanto picciole che distinguere di qua giù non le potemo, ..... E questa opinione pare avere, con Aristotile, Avicenna e Tolomeo. » (Convivio II, XIV, 5-8)

*I Pitagorici dissero che il Sole qualche volta seguì un percorso errato nel cielo e passando in parti non capaci di sopportare il suo calore, le arse, così che rimase dimostrazione di quella bruciatura: e credo che si mossero [per tale interpretazione] dal mito di Fetonte. ... Anassagora e Democrito dissero che ciò [la via Lattea] era luce del Sole riverberata... Quella che Aristotile dicesse non si può sapere con esattezza.... Una traduzione sembra dire che ciò [la via Lattea] sia un raggruppamento di vapori al di sotto delle stelle e questo non sembra essere vero. La nuova traduzione dice che la galassia è moltitudine di stelle fisse, talmente piccole che non si possono distinguere da quaggiù (dalla Terra). E Avicenna e Tolomeo sembrano concordare con Aristotile.*

### 2.3 Le indicazioni orarie e stagionali

Per indicare che nel Purgatorio sono le 2 di pomeriggio (il Toro transitava al meridiano locale) Dante dice che, contemporaneamente, agli antipodi a Gerusalemme, lo Scorpione culminava essendo opposto al Toro.

«Il Sole avèa il cerchio di merigge / lasciato al Tauro e la notte a lo Scorpio » (Purg. XXV, 1-3)

*Il Sole aveva lasciato il meridiano locale (cerchio di merigge) alla costellazione del Toro e la notte a quella dello Scorpione.*

Ma se il Toro culmina al meridiano dopo che è culminato il Sole, allora il Sole è in Ariete, cioè siamo ad Aprile.

« .... 'l sol montava 'n sù con quelle stelle / ch'eran con lui quando l'amor divino / mosse di prima quelle cose belle » (Inf. I, 37-40)

*Il Sole sorgeva con quelle stelle che erano con lui quando l'amore divino mosse per la prima volta gli astri (cose belle).*

Era opinione comune che, al momento della Creazione, quanto Dio impresse per la prima volta ai Cieli il loro movimento, il Sole fosse congiunto con la costellazione dell'Ariete, come ad indicare che l'universo fosse iniziato nella stagione primaverile.

E, ancora, per segnalare la diversa posizione del Sole nello Zodiaco, Dante commenta la luce emanata da San Giovanni Battista nel cielo delle stelle fisse cita il Cancro e il Capricorno dicendo:

«se 'l Cancro avesse un tal cristallo, / l'inverno avrebbe un mese d'un sol dì » (Par. XXV, 100-102)

Nello Zodiaco, il Cancro è opposto al Capricorno. Quindi, se nel Cancro si fosse un astro splendente (cristallo) tanto quanto splende San Giovanni Evangelista nel Paradiso, durante l'inverno il dì durerebbe un intero mese. Anche le posizioni dei pianeti sono segnalate mediante le costellazioni.

« Noi sem levati al settimo splendore / che sotto 'l petto del Leone ardente / raggia mo misto giù del suo valore. » (Par. XXI, 13-15)

*Noi siamo saliti al settimo cielo [quello di Saturno, il pianeta] che ora irraggia verso la Terra congiuntamente [in congiunzione, cioè misto] alla luce della costellazione ardente del Leone sotto il cui petto è posizionato.*

Ma Saturno splendeva nel Leone nell'aprile del 1301 non del 1300.

### 2.4 La datazione del viaggio della Commedia: 1300 o 1301?

Quello della posizione di Saturno in Leone è uno dei punti più critici di tutta la datazione del viaggio dantesco. I riferimenti puramente storici messi in bocca ai personaggi incontrati inducono a fissare la data al 1300.

Per la grande maggioranza dei commentatori, l'anno in cui Dante colloca il viaggio della Commedia è il 1300, anno del primo Giubileo, indetto da papa Bonifacio VIII Caetani (cfr. Inf. XVIII, 25-33). Più precisamente, il

viaggio avrebbe luogo tra la fine di marzo e i primi giorni d'aprile, forse il Venerdì Santo.

A questa conclusione portano numerose indicazioni di carattere storico disseminate in più punti del poema:

- l'età di Dante (cfr. Inf. I, 1-3 e Convivio IV, XXIII, 6.9). Essendo Dante nato nel 1265, si arriva incontrovertibilmente all'anno 1300;
- la profezia di Ciaccio (forse dell'Anguillaia). (Inf. VI, 67-68);
- la profezia di Farinata degli Uberti (cfr. Inf. X, 77-81). E' Proserpina, regina degli inferi, la donna cui Farinata si riferisce; i Latini la adoravano anche come Diana cacciatrice e quindi come Luna in cielo. La sua faccia non sarà illuminata per 50 volte, (quattro anni e due mesi, 50 lunazioni) prima che anche Dante sperimenti l'impossibilità del rientro dall'esilio (Dante, in esilio dal 1302, partecipò fino al 1304 ai tentativi dei Bianchi di fare rientro in città);
- la morte di Guido Cavalcanti, amico poeta (cfr. Inf. X, 110-111) morto nell'agosto del 1300 ma ancora vivo nella Settimana Santa del 1300, quando Dante percorre l'Inferno;
- i ponti crollati di Malebolge, crollati al momento della morte di Cristo, avvenuta esattamente 1266 anni, un giorno meno cinque ore prima di quel momento (cfr. Inf. XXI, 112-114). Nel Medioevo si riteneva che Cristo fosse morto al compiersi dei 34 anni computati dal momento della Sua incarnazione, fissata al 25 marzo (solennità dell'Annunciazione, nove mesi dalla tradizionale del Natale, il 25 dicembre). La consuetudine per l'inizio dell'anno civile in uso a Firenze (ad anche nel Regno di Napoli sotto gli Angiò) fissava il primo giorno dell'anno al 25 marzo. Quindi il viaggio di Dante avrebbe avuto inizio il 25 marzo 1300 (a Firenze era anche il primo giorno del nuovo anno e del nuovo secolo). Altri invece sostengono che Dante faccia riferimento al Venerdì Santo, che nel 1300 cadde l'8 di aprile;
- l'episodio di Casella, morto prima della fine del 1299 (cfr. Purg. II, 91-99); i tre mesi trascorsi dal Natale 1299, indizione del Giubileo, conducono alla primavera del 1300;
- la profezia di Corrado Malaspina, morto verso il 1294 (cfr. Purg. VIII, 133-139): il Sole non tornerà per sette volte in Ariete (cioè non saranno trascorsi sette anni) che Dante si trovi ospite dei Malaspina (1307);
- l'età di Cangrande della Scala, nato nel 1291 (cfr. Par. XVII, 79-81), che quindi nel 1300 aveva 9 anni.

Le indicazioni astronomiche pure, invece, conducono al 1301, come suggerì per primo Angelitti (1897):

- il Sole è in Ariete (cfr. Inf. I, 37-40 e Purg. IV, 61-66). Ma ciò non depone in modo esclusivo a favore del 1301;
- il viaggio della Commedia ha inizio col plenilunio (cfr. Inf. XX, 126-128). Il plenilunio del marzo 1300 si verificò il 5, quello di aprile cadde il 4. Il plenilunio di marzo è lontano dal 25 marzo 1300 indicato da Malacoda; il secondo è molto vicina a quell'8 aprile che nel 1301 fu Venerdì Santo. Ma farebbe crollare tutte le considerazioni di rinnovamento spirituale implicate dall'anno giubilare con sé, per non parlare di tutti gli altri riferimenti storici sopra menzionati.
- la posizione mattutina di Venere nei Pesci (Purg. I, 19-21 e Purg. XXVII, 95-100) che è verificata nel 1301 ed è in contrasto con la posizione celeste del 1300 (Venere era nel Toro, visibile di sera non al mattino).
- la posizione di Saturno nel Leone in congiunzione con la costellazione del Leone (Par. XXI, 13-15).

La dualità 1300 / 1301 potrebbe anche farsi risalire, però, proprio alla modalità "ab incarnatione" seguita dal calendario civile fiorentino, per il quale il 25 marzo 1300 (computato nel nostro calendario) corrispondeva al primo giorno del nuovo anno 1301.

## 2.5 L'eclissi totale di Sole alla morte di Cristo

«e pareami vedere lo sole oscurare, sì che le stelle si mostravano di colore ch'elle mi faceano giudicare che piangessero e pareami che li uccelli volando per l'aria cadessero morti, e che fossero grandissimi terremuoti.» (Vita nova, XXIII).

*Mi sembrava vedere il Sole oscurarsi, così che le stelle si mostravano di un colore tale che mi induceva la sensazione che esse piangessero e mi sembrava che gli uccelli mentre erano in volo per l'aria cadevano morti e*

*accadessero violentissimi terremoti.*

Nella Vita nova (XXIII) Dante ammalato ha il presagio della morte di Beatrice e, delirando, immagina di vedere una eclissi, descritta con i fenomeni straordinari naturali (oscuramento del cielo, caduta degli uccelli in volo) e quelli immaginari (cambiamento del colore delle stelle, occorrenza di violenti terremoti) ad essa collegata. Dante è particolarmente incuriosito, quasi ossessionato dall'eclissi totale di Sole. Nel Convivio egli dà segno di sapere che, come previsto dal modello cosmologico tolemaico, l'eclissi può verificarsi quando il Sole è oscurato dall'interposizione della Luna:

«Ne lo eclissi del sole appare sensibilmente la Luna essere sotto lo Sole» (Convivio, III, 6).  
*Nell'eclissi di Sole appare con evidenza sensibile che la Luna è più vicina alla Terra [sotto] del Sole.*

Affinché si verifichi una eclissi totale di Sole la Luna deve essere nuova quando si trova in uno dei punti nodali (intersezione tra orbita della Luna ed eclittica). L'eclissi può fisicamente perché occorrere visti dalla Terra il disco della Luna e del Sole hanno la stessa dimensione (angolare): ciò accade per la singolare e fortuita circostanza che la Luna è 400 volte più vicina alla Terra di quanto sia il Sole ma è 400 volte più piccola.

La morte di Cristo accadde quando era plenilunio (prossimità della Pasqua ebraica): quindi, l'eclissi descritta dagli evangelisti non fu un fenomeno astronomico naturale ma fu un miracolo divino, simbolo della partecipazione del cosmo al dolore per la morte del Salvatore. Come spiegare razionalmente l'oscuramento del Sole descritto dai Vangeli?

Per San Girolamo (IV sec. d. C.) l'oscuramento fu causato da offuscamento gassoso. Per San Tommaso l'oscuramento fu dovuto ad un'eclissi innaturale provocata da recessione della Luna che, allontanandosi dalla sua naturale posizione (quando è plenilunio Sole e Luna sono opposti nel cielo) fino a porsi davanti al sole (Summa Teologica, III 44 2). Dante, in contraddittorio con San Tommaso, afferma che l'oscuramento del Sole fu dovuto dal venir meno della sorgente (divina) di luce nel Sole.

«Un dice che la luna si ritorse / ne la passion di Cristo e s'interpuose, / per che 'l lume del sol giù non si porse; / e mente, ché la luce si nascose / da sé: però a li Spani e a l'Indi / come a' Giudei tale eclissi rispuose.» (Par. XXIX, 99-102)

*Uno afferma che nella passione di Cristo la Luna invertì il suo moto e si interpose [rispetto al Sole] per cui la luce del Sole non si indirizzò verso la Terra; e mente, perché la luce [del Sole] scomparve [miracolosamente] da sola: perciò tale eclissi fu visibile (rispuose) dalla Spagna all'India come ai Giudei.*

## 2.6 Le macchie della Luna

Accogliendo una leggenda popolare toscana, le macchie della Luna erano le fascine di spine accantonate da Caino, relegato sulla Luna dopo l'omicidio di Abele (cfr. Inf. XX, 126). La spiegazione scientifica delle macchie è in un altro passo della Commedia.

«Ma ditemi: che son li segni bui / di questo corpo, che là giuso in terra / fan di Cain favoleggiare altrui?». E io: «Ciò che n'appar qua sù diverso / credo che fanno i corpi rari e densi». / Ed ella: «~~Certo assai vedrai sommerso / nel falso il creder tuo, se bene ascolti l'argomentar ch'io farò avverso.~~ La spera ottava vi dimostra molti / lumi, li quali e nel quale e nel quanto / notar si posson di diversi volti. / Se raro e denso ciò facesser tanto, / una sola virtù sarebbe in tutti, / più e men distributa e altrettanto. / Virtù diverse esser convegnon frutti / di principi formali, e quei, for ch'uno, / seguiterieno a tua ragion distrutti». (Par. II, 49-51 e 59-72).

*Ma ditemi: che cosa sono le macchie (segni bui) di questo corpo (la Luna) che laggiù sulla Terra fanno sì che alcuni, favoleggiando, li attribuiscono a Caino? Ed io: Ciò che quassù (nel cielo della Luna) ci appare di colore vario (diverso) credo dipenda dalla maggiore o minore densità della Luna (corpi). Ed ella rispose: ~~Certamente constaterai del tutto falsa la tua opinione se ascolterai gli argomenti che proporrò contro la tua tesi.~~ L'ottava sfera (delle stelle fisse) vi mostra molte stelle (lumi), (nel quale e nel quanto) diverse per luminosità e qualità della luce. Se la rarefazione fosse la causa di questo effetto (e delle macchie della Luna),*

*una sola proprietà sarebbe in tutte le stelle, più o meno o in egual misura presente. Invece, le proprietà di luce (virtù delle stelle) devono essere (esser convegnon) manifestazioni di cause sostanziali (principi formali) e queste, ad eccezione di una sola (la rarefazione) sarebbero annullate se il tuo ragionamento fosse vero.*

L'ipotesi che Dante fa esporre da Beatrice, a rettifica di quanto precedentemente da egli stesso affermato nel Convivio, spiega quindi le macchie lunari come differenza nello splendore della luce riflessa che, a sua volta, dipende dalla maggiore o minore gioia dell'intelligenza che si manifesta nelle varie stelle e nelle parti di uno stesso astro, come la Luna.

## 2.7 Calendario giuliano e retrocessione fittizia di solstizi ed equinozi

«Ma prima che gennaio tutto si sverni / per la centesima ch'è là giù negletta / ~~raggeran sì questi cerchi superni,~~ che la fortuna che tanto s'aspetta, / le poppe volgerà u' son le prore, / sì che la classe correrà diretta; / e vero frutto verrà dopo 'l fiore». (Par. XXVII, 142-143 e 145-148).

*Ma prima che l'equinozio di primavera cada in gennaio, a causa della centesima [parte del giorno] che è laggiù [sulla Terra] trascurata, i cieli del paradiso [cerchi superni] emetteranno raggi [raggeran] così che la tempesta [fortuna] che da tanto è attesa farà volgere le poppe nella direzione dove oggi sono le prore [inversione della rotta, cioè rinnovamento spirituale che rivoluzionerà il corso della storia] così che la flotta [classe] navigherà troverà la giusta rotta [correrà diretta] e alla fioritura [riferimento a Gioacchino da Fiore?] seguirà il frutto sano [o della vera santità].*

Le conoscenze astronomiche di Dante dipendono per la gran parte dall'opera di Alfragano. Per il valore del fittizio arretramento degli equinozi e solstizi (dovuta alla incommensurabilità tra giorno e anno tropico nel calendario giuliano) Dante segue la stima proposta da Campano (sfasamento di 1 giorno ogni 100 anni).

Con "centesima" Dante indica la centesima parte del giorno che risulta in più nella struttura di anni bisestili introdotta dal calendario giuliano per rendere commisurabile la durata dell'anno (tropico) mediante la durata del giorno (siderale) terrestre. Misurando l'anno in giorni risultano 365,24218..... giorni. Sosigene (l'astronomo egizio che si occupò dei calcoli astronomici) forse conosceva questa stima ma adottò il valore di 365,25. Benché non fosse la stima migliore era la più intuitiva. Per rendere commensurabile l'anno e il giorno ogni 3 anni di 365 giorni era necessario inserire un anno bisestile (366 giorni). Sosigene probabilmente era consapevole di introdurre un possibile errore sistematico ma forse ritenne trascurabile i suoi effetti. In effetti, trascurando la centesima parte.

In prima approssimazione si ha:

$$365,25 - 365,24218.. \cong 0,01 = 1/100.$$

Per l'errore di stima (già noto all'atto dell'adozione del calendario giuliano) nei primi secoli della Cristianità si erano già indebitamente aggiunti al tempo caledariale circa 12 giorni. Infatti, il solstizio d'inverno nel calendario giuliano cadeva il 25 dicembre (*Sol invictus*) mentre (ed è testimoniato già nel X secolo in Puglia) il 13 dicembre era ritenuto il dì più corto dell'anno ("Santa Lucia il giorno più corto che ci sia"). Insomma, altri 9000 anni circa e l'allungamento fittizio del computo dell'anno causato dal calendario giuliano avrebbe fatto cadere l'equinozio (astronomico) di primavera ai primi di gennaio (dalla data usuale del 21 marzo stimata nel concilio di Nicea, 325 d.C.) come dice Dante.

Le lamentele già di Beda il venerabile, Alcuino e soprattutto di Ruggero Bacon e di altri astronomi nei secoli successivi non condussero ad alcuna modifica. Solo nel 1582 papa Gregorio XIII la differenza tra equinozio convenzionale del calendario giuliano (21 marzo) ed equinozio reale risultava di dieci giorni. Decise di sopprimere i dieci giorni in più, ordinando che al 4 ottobre 1582 seguisse immediatamente il 15 ottobre 1582. Poiché ogni 480 anni, stando al calendario giuliano, si accumulavano 4 giorni indebitamente, sulla scorta di calcoli dello scienziato gesuita tedesco Cristoforo Clavio (1538-1612), per evitare che l'inconveniente si ripetesse egli stabilì che gli anni secolari sarebbero stati bisestili solo se divisibili per 400: nacque il calendario

gregoriano ancora in uso. Il nuovo calendario fu tuttavia adottato subito solo nei paesi cattolici, lentamente paesi protestanti e via via da tutte le altre nazioni. Le Chiese Ortodosse russa, serba e di Gerusalemme continuano tuttora a seguire il calendario giuliano: ciò spiega la differenza di 13 giorni tra le solennità (natale e pasqua) ortodosse e quelle delle altre confessioni cristiane.

## 2.8 La precessione

«Credette Cimabue ne la pittura / tener lo campo, e ora ha Giotto il grido, / sì che la fama di colui è scura: / così ha tolto l'uno a l'altro Guido / la gloria de la lingua; e forse è nato / chi l'uno e l'altro caccerà del nido. / Non è il mondan romore altro ch'un fiato / di vento, ch'or vien quinci e or vien quindi, / e muta nome perché muta lato. / Che voce avrai tu più, se vecchia scindi / da te la carne, che se fossi morto / anzi che tu lasciassi il 'pappo' e 'l 'dindi', / pria che passin mill'anni? ch'è più corto / spazio a l'eterno, ch'un muover di ciglia / al cerchio che più tardi in cielo è torto». (Pur, XI, 94 - 108)

*Cimabue credeva di tenere il primato di bravura [il campo] nella pittura ed ora Giotto l'ha scalzato nell'opinione pubblica [grido], così da oscurare la fama del primo: allo stesso modo Guido Cavalcanti ha tolto il primato [la gloria] della poesia a Guido Guinizelli [l'altro Guido] e forse è nato chi li supererà entrambi [caccerà del nido], cioè Dante stesso. La gloria terrena [mondan romore] è come un alito di vento, che soffia mutevolmente [quinci e or vien quindi] e cambia nome perché cambia direzione. Prima che passino mille anni quale fama [voce] maggiore avrai tu, se muori da vecchio [scindi da te la carne], piuttosto che se tu fossi morto da bimbo [anzi che tu lasciassi il "pappo e l'dindi"]? Mille anni sono un tempo corto rispetto all'eternità, più breve che un battito di ciglia al moto più lento del cielo [precessione che ai tempi di Dante era stimata in 1° ogni cento anni, rispetto al valore di stima attuale di 1,39°/secolo].*

## 2.9 Cosmologia celeste

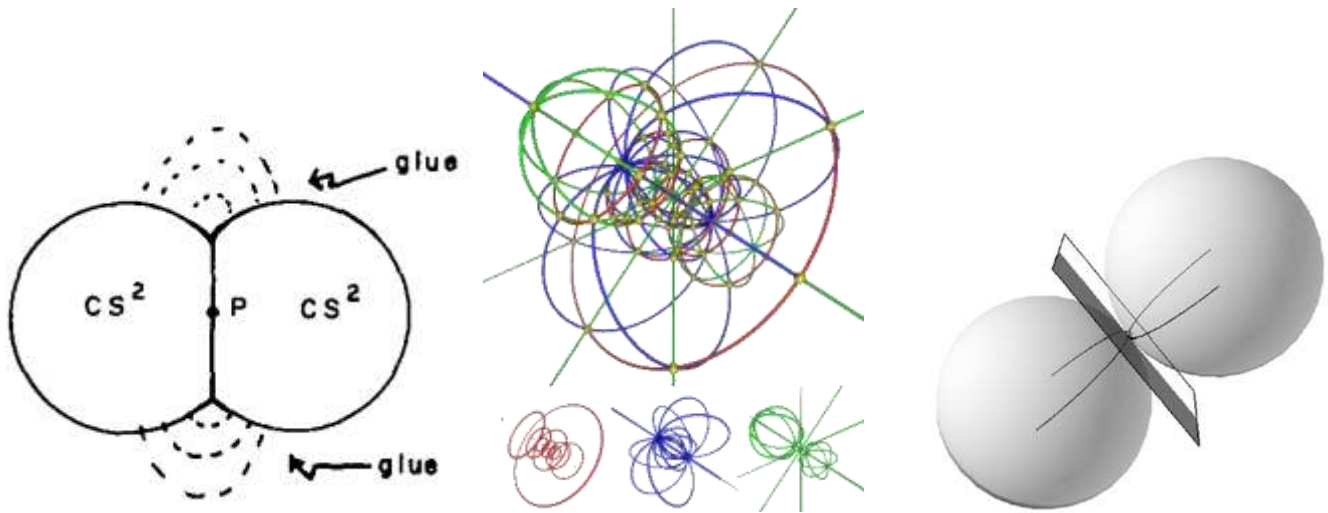
L'affermazione del modello eliocentrico copernicano (pubblicato postumo nel 1543) fu dovuto all'opera di Johannes Kepler (le prime due leggi sono del 1609) e di Galileo Galilei (scoperta dei quattro satelliti medicei e fasi di Venere, 1610). Prima di allora, fu il modello geocentrico quello più affermato per descrivere la geometria (spazi, distanze, traiettorie) dell'universo più prossima alla Terra. Già proposto nel IV sec. a. C. (Eudosso di Cnido), fu perfezionato da Ipparco (II sec. a. C.) e, infine, da Claudio Tolomeo.

Il modello tolemaico presentava l'indiscusso vantaggio di descrivere i moti celesti nel sistema di riferimento fisso rispetto alla Terra (quindi in accordo con il percepito di qualunque osservatore: siamo fermi rispetto agli astri che si muovono!) ma costringeva ad articolate costruzioni geometriche (epicicli e deferenti) per descrivere (e prevedere) con ragionevole precisione il moto dei pianeti.

All'epoca di Dante, il modello tolemaico era ben noto e la Terra era ritenuta sferica e ferma al centro dell'Universo. Ma come spiegare geometricamente la visione di Dio che Dante descrive come un punto visto dalla sfera più esterna dei cieli (stelle fisse / Primo Mobile)? Come può un punto contenere tutte le sfere angeliche (che gli ruotano intorno) e le sfere dei cieli?

Ricordiamo che la collocazione degli ordini angelici nella Commedia segue lo (pseudo) Dionigi l'Areopagita, (in ordine di distanza decrescente e di velocità di rotazione crescente rispetto a Dio: angeli, arcangeli, principati; potestà, virtù, dominazioni; troni, cherubini, serafini) mentre nel Convivio (II, V, 5-11) Dante aveva accolto, come già Brunetto Latini nel *Tresor*, la diversa successione proposta da San Gregorio.

Se si vuole tentare una geometrizzazione della descrizione dantesca bisogna lasciare lo spazio a tre dimensioni (l'unico che conosciamo per esperienza e che riusciamo a rappresentare anche graficamente) ed immergere la Terra, i cieli astronomici e le gerarchie angeliche in uno spazio a quattro dimensioni. In uno spazio 4-D le due entità (quella fisica dalla Terra al Primo Mobile e quella mistica dei cori angelici e di Dio) si configurano come due sfere 2-D a contatto (2-D perché la superficie della sfera è una varietà bidimensionale), in sostanza come una ipersfera 3-D (cioè una sfera quadridimensionale che quindi ha una superficie tridimensionale). Una delle procedure di costruzione di spazi a maggiore dimensione propri della geometria differenziale è appunto la creazione di involucri di superfici a contatto (in cui meridiani e paralleli coincidono).



**Figura 1.** A sinistra: costruzione dell'ipersfera 3D da 2 sfere 2D (cfr. M. Blair, *Points and Spheres: Cosmological Innovation in Dante's Divine Comedy*, Ph-D thesis, Baylor University, USA, 2015); al centro alcune proiezioni dell'ipersfera 3D (da Cfr. <https://en.wikipedia.org/wiki/3-sphere>); a destra: le 2 sfere 2D a contatto (cfr. S. Lipscomb, *Art Meets Mathematics in the Fourth Dimension*, Springer, 2011-2104).

Oggi dell'Universo intorno alla Terra conosciamo regioni sempre più lontane nello spazio e nel tempo (si ricordi che osservare più lontano nello spazio significa vedere la luce prodotta da sorgenti tanto tempo prima quanto tempo è stato necessario alla luce per arrivare sino a noi, in ossequio alla relatività generale di Einstein).

### 3. Riferimenti iconografici e musicali

Nel seguito si dettagliano alcuni dei riferimenti iconografici (i più rilevanti) e musicali che arricchiscono la narrazione dello spettacolo.

#### 3.1 La raffigurazione della musica e dell'Astronomia nelle Arti Liberali

Il dipinto che accompagna la narrazione è quello realizzato tra il 1365-67 in Firenze, Santa Maria Novella, Cappellone degli Spagnoli da Andrea di Bonaiuto. Nume tutelare della musica è Tubalcain (si consideri che patrono della musica nel Medioevo fu ritenuto San Giovanni Evangelista; solo a partire dal 1510-20 gli fu preferita Santa Cecilia, peraltro a causa di una lettura erronea del *Passio* del suo martirio). Tuttavia, i trattati medievali e rinascimentali di teoria musicale, sulla scorta del seguente passo del libro del Genesi, riferiscono l'origine della musica a Iubal, personaggio biblico, figlio di Lamech, quinto discendente di Caino, e al suo fratellastro Tubalcain «...Iubal: egli fu il padre di tutti i suonatori di cetra e di flauto. [22] Zilla a sua volta partorì Tubalcain, il fabbro, padre di quanti lavorano il rame e il ferro. ». (Genesi, 4, 21-22).

In effetti, però, l'attribuzione di doti musicali ai martelli di Tubalcain è frutto di una sovralettura che intreccia il dettato biblico con un episodio riferito a Pitagora, come tramandato da racconto di Giamblico «... mentre passava dinanzi all'officina di un fabbro, per sorte divina udì dei martelli che, battendo il ferro sopra l'incudine, producevano echi in perfetto accordo armonico tra loro, .... Egli riconobbe in quei suoni gli accordi di ottava, di quinta e di quarta e notò che l'intervallo tra quarta e quinta era in se stesso dissonante ma tuttavia atto a colmare la differenza di grandezza tra i due. ....entrò nell'officina e dopo molte prove scoperse che la differenza nell'altezza dei suoni dipendeva dalla massa dei martelli ... ». (Giamblico, Vita di Pitagora, 250-325).

Forse il sincretismo tra la tradizione pagana e quella ebraica si deve alla lettura superficiale (documentata almeno a partire dall'*Historia scholastica* di Petrus Comestor, 1160) di un accostamento di sant'Isidoro di Siviglia (VI sec. d.C.): «Mosè dice che Tubal [Iubal], della stirpe di Caino, inventò la musica prima del Diluvio. I greci però dicono che i principi di quest'arte siano stati scoperti da Pitagora dal suono di martelli e da corde tese e percosse». (*Etimologie*, III, 16/1).]





**Figura 2.** Le arti liberali del Quadrivio, Firenze, Santa Maria Novella, Cappellone degli Spagnoli, Andrea di Bonaiuto, 1365-67.

La raffigurazione dell'Astronomia è accompagnata da Tolomeo. Ma, in modo imprevisto, allo scienziato alessandrino (Pelusio, 100 d.C. circa – Alessandria d'Egitto, 170 d.C. circa) è posta una corona regale sulla testa, segno della confusione iconografica e storica tra l'astronomo autore dell'*Almagesto* (summa dell'astronomia antica) e del *Tetrabiblos* (sintesi delle conoscenze astrologiche dell'epoca) ed uno degli omonimi sovrani d'Egitto della dinastia macedone.

### 3.2 Dimensione angolare del Sole e della Luna e partecipazione nelle scene della Crocefissione

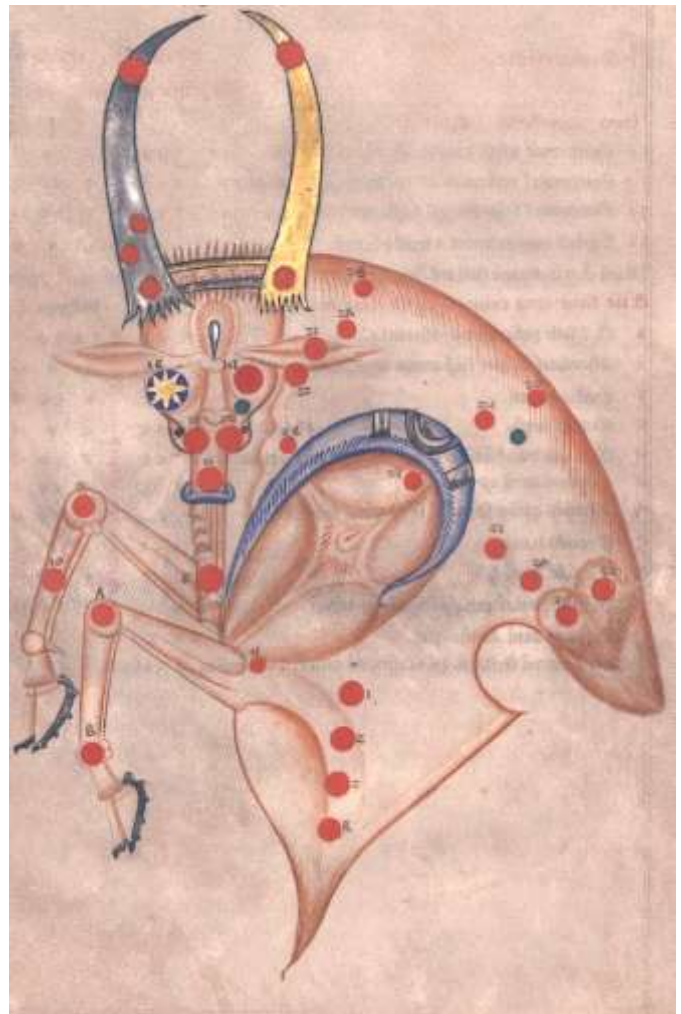
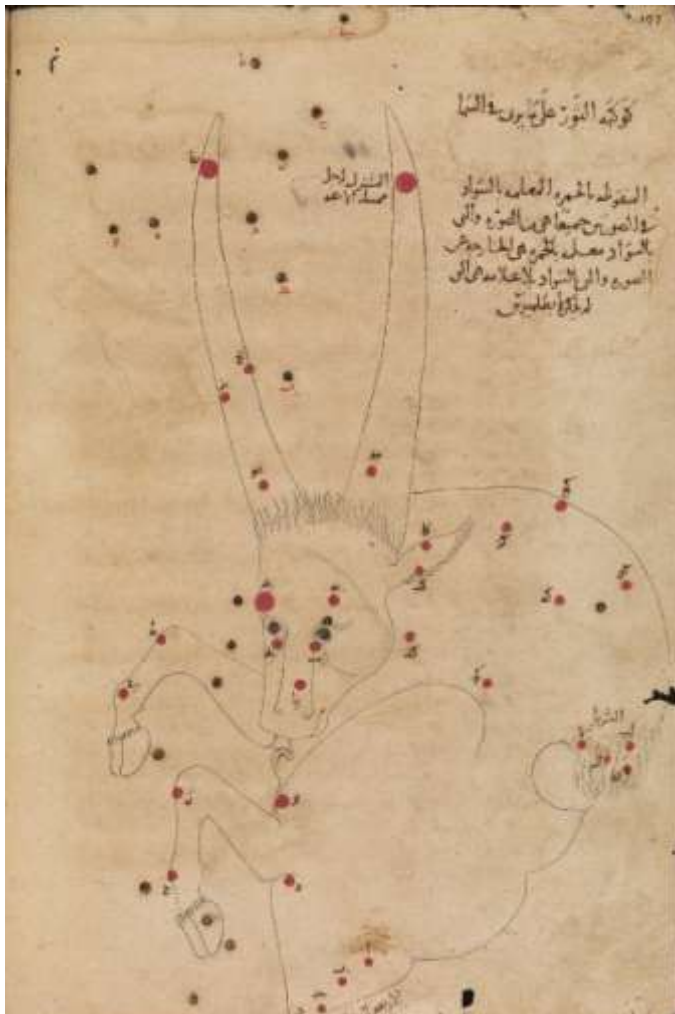
Sole e Luna appaiono spesso nelle crocefissioni come retaggio di raffigurazioni celebrative del potere imperiale, diffuse nel tardo Antico (IV – V sec. d.C.), specialmente in avori. I due astri rappresentano la partecipazione dell'intero cosmo al trionfo del personaggio. Importati nell'iconografia della morte di Cristo (probabilmente già dal X sec.) appaiono raffigurati spesso (come nel caso di Sant'Angelo in Formis, l'esempio più antico rintracciato sul territorio, datato 1072-1078 circa, maestranze cassinesi).



**Figura 3.** Luna e Sole nella Crocefissione di Cristo, Capua, Abbazia di Sant'Angelo in Formis, 1072-1078.

### 3.3 Le costellazioni nei trattati arabi

Nello spettacolo sono ampiamente utilizzate le illustrazioni delle costellazioni selezionate in due trattati arabi tradotti in latino. Quelle utilizzate per rappresentare il cupola le 48 costellazioni tolemaiche sono tratte dal *Libro delle costellazioni fisse* di Abd al-Rahman ibn Umar Al-Sufi, manoscritto realizzato probabilmente in Iran, nel 1009-10 (oggi Bodleian Library, Oxford, Marsh 144). Quelle utilizzate per la descrizione dei passi di Dante relativi alle costellazioni appartengono al cosiddetto *Sufi latinus* (Paris, Bibliothéque National 1036). Il manoscritto contiene una traduzione latina del *Liber de locis stellarum fixarum* di Al-Sufi, la *Revoluzione annorum Tractatus Mundi* di Abu-Mas'har (Albumazar) ed un ricco atlante di costellazioni tolemaiche. Le miniature sono datate 1250-1275 ma dibattuta è la loro realizzazione. Probabilmente la decorazione fu realizzata a Bologna, ma sotto l'influsso di un (perduto) modello siciliano risalente all'epoca di Federico II Hohenstaufen (Buchthal, 1947; Orofino-Pace, 1994-1995).



**Figura 4.** A sinistra, Orsa Maggiore, da Al Sufi, Bodleian Library, Oxford, Marsh 144; a destra, Toro, da AL Sufi, Paris, Bibl. Nat. 1036.

### 3.4 La Commedia di Alfonso d'Aragona

Le immagini della Commedia utilizzate a commento di molti passi dello spettacolo sono tratte dal manoscritto della Divina commedia (oggi London, British Library, Yates Thompson 36, cfr. [http://www.bl.uk/manuscripts/FullDisplay.aspx?ref=Yates\\_Thompson\\_MS\\_36](http://www.bl.uk/manuscripts/FullDisplay.aspx?ref=Yates_Thompson_MS_36)). Lo splendido volume fu commissionato e posseduto da Alfonso d'Aragona, re di Napoli e dai suoi discendenti. Le miniature furono realizzate in ambito toscano da Priamo della Quercia (1442-1450, Inferno, Purgatorio e iniziali decorate) e da Giovanni di Paolo (1450, Paradiso).



**Figura 5.** Incipit della Divina Commedia di Alfonso I d'Aragona, Priamo della Quercia, 1442-1450, London, British Library, Yates Thompson 36.

### 3.5 La musica

Lo spettacolo è accompagnato da musiche medievali in gran parte composte all'epoca di Dante o poco dopo e documentate (come luogo di origine del manoscritto o come territorio d'uso) tra Toscana ed Umbria nella prima metà del 1300.

Sono principalmente laudi monodiche e brani strumentali afferenti al movimento stilistico-musicale conosciuto col nome Ars Nova (in contrapposizione alle innovazioni introdotte, quasi un secolo e mezzo prima, con le sperimentazioni polifoniche dell'Ars Antiqua). L'immediatezza della linea melodica ed i testi in volgare italiano tratteggiano un ambito sonoro di grande leggerezza e suggestione. I brani scelti sono composizioni di Francesco Landini, Gherardello e brani anonimi da celebri manoscritti (Laudario di Cortona e dal manoscritto British Library 28998.)

## 5. Bibliografia essenziale

Una vasta bibliografia sull'astronomia in Dante è in I. Capasso - G. Tabarroni, *Astronomia in Enciclopedia Dantesca*, Treccani, Milano, 1970, alla voce.

Per una dettagliata discussione sulle fonti astronomiche originali che Dante conobbe si veda M. Miglio, *Alfragano*, in *Enciclopedia Dantesca*, Treccani, Milano, 1970, alla voce.

Molte citazioni e riflessioni astronomiche e scientifiche nelle opere di Dante sono raccolte e sintetizzate nel sito di F. M. Boschetto, *Dante e astronomia*, <http://www.fmboschetto.it/>.

J. Brotton, *La storia del mondo in dodici mappe*, Milano, Feltrinelli, 2013.

U. Eco, *La leggenda della terra piatta*, *La Repubblica*, 23/02/2009.

D. E. Dauncan, *Il calendario*, Casale Monferrato, Piemme, 2009

F. Angelitti, *Sulla data del viaggio dantesco desunta dai dati cronologici e confermata dalle osservazioni astronomiche riportate nella Commedia*, Accademia Pontaniana, Napoli, 1897.

E. Capocci, *Illustrazioni cosmografiche della Divina Commedia*, Napoli, 1856.

E. Moore, *The astronomy of Dante*, in *Studies III*, Londra, 1895, 1-108.

M. Peterson, *Dante and the 3-sphere*, *American Journal of Physics* 47 (1979).

N. Severino, *A caccia di eclissi di Sole nella storia*, *Nuovo Orione* (1993), pp. 34 – 38.

G. Albertini, *Indagine sui rapporti tra l'errore del calendario giuliano e la "centesima" dantesca*, *Atti Accademia Agitati*, anno 230 (1980), s. VI, v. 20 (A), 1981, pp. 3 - 41.

Alfragano, *Il libro dell'aggregazione delle stelle*, introduzione e note di Romeo Campani, Città di Castello, 1910, in *Collezione di opuscoli danteschi inediti o rari*, voll. 87-90, Firenze, 1910.

D. Daolmi, *Iubal, Pitagora e la massoneria in Storia della musica medioevale e rinascimentale*, Università di Milano, Dipartimento di Beni Culturali e Ambientali, <http://www.examenapium.it/meri/>

H. Buchthal, *Miniature painting in the latin Kingdom of Jerusalem*, Oxford, 1957.

G. Orofino – V. Pace, *La miniatura*, in *I Normanni, popolo d'Europa 1030 -1200*, a cura di M. D'Onofrio, Venezia, 1994, p. 263-271.

G. Orofino, *Il rapporto con l'antico e l'osservazione della nature nell'illustrazione scientifica di eta sveva in Italia meridionale*, in *Intellectual life at the court of Frederick II Hohenstaufen*, CASVA Symposium Papers, 24, p. 129-149.

G. Orofino, *I codici scientifici*, in *Federico II, Immagine e potere*, Catalogo della mostra (Bari, 1995), Venezia, 1995, p. 155-159.