

Cosmografia dantesca

Sperello di Serego Alighieri

Introduzione

A 700 ANNI dalla morte di Dante Alighieri la sua eredità culturale è sempre attuale, anche nel campo dell'astronomia, che non è certo quello per cui è famoso, ma è quello di cui io da astrofisico posso parlarvi. In effetti le scienze, e l'astronomia in particolare, hanno per Dante una grandissima importanza. Nel *Convivio* egli scrive:

la scienza è ultima perfezione de la nostra anima, ne la quale sta la nostra ultima felicitade, tutti naturalmente al suo desiderio semo subietti.

(*Convivio* I, I, 1)

e poco più avanti specifica:

E questa [l'astronomia] più che alcuna de le sopra dette [scienze] è nobile e alta per nobile e alto subietto, ch'è de lo 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 da la sua parte, ma, sì come dice Tolomeo, è per la negligenza nostra, e a quella si dee imputare.

(*Convivio* II, XIII, 30)

Quindi, la scienza è perfezione e fonte di felicità e fra le scienze la più nobile e alta è l'astronomia; senza dubbio una grande passione, che condivido con il mio ardenato. Tuttavia nel Medioevo, a differenza di oggi, era possibile per un'unica persona, soprattutto se geniale, spaziare fra molti campi della cultura: dalle arti, come la poesia, alla filosofia, dalle scienze alla teologia. Con la sua memoria prodigiosa, Dante ne è uno dei massimi rappresentanti e questo traspare in modo naturale nelle sue opere, soprattutto nella maggiore, la *Commedia*, o *Divina Commedia*, come fu poi chiamata in un'edizione cinquecentesca che estendeva all'intero poema l'aggettivo *divina* che Giovanni Boccaccio aveva dato alla sola cantica del *Paradiso*.

Il poema dantesco è il racconto di un viaggio attraverso l'Universo, ovviamente così come era conosciuto all'epoca; sicuramente è il più famoso racconto di questo tipo, quasi un libro di fantascienza *ante litteram* e insieme un trattato di cosmologia e cosmogonia, scritto in forma poetica. Il viaggio comincia con una discesa verso il centro della Terra, che era ritenuto essere anche il centro dell'Universo e origine della gravità, e prosegue con la salita fino all'Empireo, al di là delle stelle, ai confini dell'Universo. Le interazioni fra poesia e scienza e fra teologia e astronomia, che per Dante erano la strada verso la perfezione e la felicità, a noi appaiono strane per via della nostra incapacità ad essere esperti di

tante materie, solo parzialmente dovuta all'aumento esponenziale delle conoscenze; per Dante invece erano la strada verso la perfezione e la felicità.

All'epoca di Dante tutti avevano almeno una minima conoscenza del cielo, anche perché di notte non c'erano altre luci che quelle degli astri ad illuminare e guidare i viandanti. Quindi l'ampio uso dell'astronomia che Dante fa nel suo poema aveva la possibilità di essere capito. Oggi purtroppo questa conoscenza si è persa; l'astronomia non fa nemmeno parte degli insegnamenti scolastici obbligatori. Spero qui di porvi un parziale rimedio.

Questo articolo, in cui tratto di argomenti astronomici nella *Divina Commedia* appare insieme ad un altro di argomento simile su *Il Nuovo Saggiatore*, in cui invece tratto di argomenti più fisici e cosmologici. La quantità di passi astronomici nel poema dantesco è molto grande e potrò fare qui solo alcuni esempi. Per una trattazione più completa rimando al libro che ho scritto recentemente con Massimo Capaccioli.¹

La data e la durata del viaggio dantesco

Uno degli argomenti controversi ai quali l'astronomia può dare un contributo importante è quello della datazione del viaggio descritto nella *Divina Commedia*. Dante non era certo persona disposta a lasciare qualcosa al caso. Anche la partenza del suo viaggio per l'Universo, per quanto immaginario, doveva avvenire in un momento particolare. Su questo punto tutti i commentatori concordano. Non sono invece d'accordo sul fissarne la data, anche perché Dante non la comunica esplicitamente ma, come fa spesso, lascia molti indizi; a noi interessano soprattutto quelli astronomici. I più importanti sono questi: doveva essere un plenilunio, Venere era mattutina e nella costellazione dei Pesci, il Sole era nel segno dell'Ariete e Marte e Saturno erano nella costellazione del Leone.

La maggior parte dei commentatori colloca la data nella primavera del 1300, primo anno giubilare della storia, fra la metà di marzo e l'8 aprile, giorno del plenilunio. Tuttavia questa data non soddisfa alcune importanti condizioni astronomiche, soprattutto la posizione di Venere. Infatti, all'inizio del *Purgatorio* Dante è appena uscito dall'*Inferno* «a riveder le stelle» e, dopo aver invocato la musa della

¹ S. DI SEREGO ALIGHIERI, M. CAPACCIOLI, *Il sole, la luna e l'altre stelle*, Torino, GEDI, 2021.

poesia Calliope, alza gli occhi al cielo poco prima dell'alba e il primo astro che vede è Venere:

Lo bel pianeta che d'amar conforta
faceva tutto rider l'oriente
velando i Pesci ch'erano in sua scorta.

(*Pur.* 1, 19-21)

Questo passo è fondamentale per la datazione del viaggio dantesco, in quanto nella primavera del 1301 Venere era appunto mattutina e si trovava nella costellazione dei Pesci, mentre nella primavera del 1300 era vespertina e nel Toro. Quindi noi astronomi riteniamo che la partenza per il viaggio dantesco sia da situarsi nella notte fra il 24 e il 25 marzo 1301, che è compatibile con tutte le posizioni degli astri ed era luna piena. Inoltre, nel XXI canto dell'*Inferno* il diavolo Malacoda dice che sono passati 1266 anni dalla morte di Cristo. Dante nel *Convivio* ha scritto che Cristo è morto nel suo 34° anno, quindi nell'anno 35, perché era nato nell'anno 1, visto che l'anno 0 non esiste. Ora $1266 + 35 = 1301$, e il 25 marzo era anche ritenuta la data della morte di Cristo. Con questa soluzione si perde però la coincidenza con l'anno giubilare. Forse l'anno giubilare, essendo il primo della storia, quindi non ancora affermato come evento, non era tanto importante per Dante, anche perché era stato indetto da papa Bonifacio VIII che non gli era molto simpatico. Tuttavia se proprio volessimo conservare la coincidenza con l'anno giubilare, ci sarebbe una via d'uscita: infatti per il calendario in voga a Firenze a quei tempi, l'anno iniziava il 25 marzo; quindi la notte fra il 24 e 25 marzo 1301 era ancora nell'anno del giubileo. Noi, da astronomi, ovviamente preferiamo la data del 24-25 marzo 1301 e usiamo la scala dei tempi scandita dal calendario gregoriano.

Dopo essersi perso nella selva la notte fra il 24 e il 25 marzo 1301, Dante passa tutto il 25 marzo nella selva, incontra Virgilio e insieme entrano nell'*Inferno* la sera del 25 marzo. La discesa nell'imbutto dell'*Inferno* fino al centro della Terra dura un solo giorno, fino alla sera del 26 marzo (Domenica delle Palme nel 1301); i tempi sono riferiti a Gerusalemme, situata al centro delle terre emerse, quindi sul meridiano fondamentale dell'epoca. Passato il centro della Terra, i tempi vengono invece riferiti alla montagna del Purgatorio che si trovava agli antipodi di Gerusalemme, quindi per il cambio di fuso orario c'è un salto di 12 ore e si passa istantaneamente dalla sera del 26 marzo alla mattina dello stesso giorno. La risalita fino alla base della montagna del Purgatorio dura circa 20 ore, fino a poco prima dell'alba del 27 marzo. Poi Dante arriva in cima al Purgatorio in poco più di 3 giorni, a mezzogiorno del 30 marzo. Il viaggio per il Paradiso dura probabilmente un giorno e mezzo, fino alla mezzanotte del 31 marzo 1301, che era il Venerdì Santo. In tutto, dall'entrata nell'*Inferno* all'*Empireo*, il viaggio dura meno di 7 giorni, niente male per attraversare tutto l'Universo! Anzi, dal centro della Terra, che è anche il centro del cosmo, al suo confine esterno, Dante

impiega meno di 6 giorni, dalla mattina del 26 marzo alla mezzanotte del 31.

L'errore del calendario giuliano

La registrazione del trascorrere del tempo, dell'alternarsi della luce col buio e del procedere delle stagioni, è cruciale per gli uomini, e riguarda sia il cosiddetto tempo lineare, che avanza in maniera costante, senza ripensamenti, dal passato al futuro (per esempio, l'età di ciascuno di noi, che fluisce con continuità tra i due estremi della nascita e della morte), sia quello circolare, che è caratteristico dei moti delle stelle erranti (sia veri, che apparenti) e delle lancette dell'orologio. È da quest'ultimo che ricaviamo nozioni come quelle di giorno e di anno, apparentemente semplici ma di fatto complicate dalle bizzarrie dei moti celesti cui sono riferite. Infatti l'anno solare non dura un numero intero di giorni, ma è di 365,2422 giorni; quindi il calendario deve tenere conto di questo fatto.

Ai tempi di Dante era in vigore il calendario giuliano, promulgato da Giulio Cesare nel 46 a.C., che aveva introdotto un anno bisestile di 366 giorni ogni quattro anni, assumendo quindi che la durata dell'anno solare medio fosse 365 giorni e $\frac{1}{4}$. Ma di che si tratta? Incominciamo col dire che l'anno solare (o tropico) incornicia il ciclo completo delle stagioni e dunque temporizza e scandisce un ritmo primario della natura gravido di conseguenze per l'esistenza degli esseri viventi sulla crosta del pianeta Terra. Esso è pari al tempo impiegato dal Sole di mezzogiorno per ritornare al medesimo solstizio durante il suo moto ascendente-discendente lungo il meridiano del luogo (ancora una volta diverso dall'anno siderale, che riguarda un giro (apparente) netto del Sole di 360° , per via di un fenomeno detto precessione degli equinozi). Il primo in Occidente a darne una misura di grande precisione fu Ipparco di Nicea nel II secolo a.C. Secondo quanto trasmessoci da Tolomeo e dallo studioso arabo del IX secolo Albateno, la cui opera venne tradotta in latino nel 1116 da Platone di Tivoli, e dunque noto all'Alighieri, l'astronomo di Nicea stabilì che il periodo tra due solstizi durava «365,25 giorni meno $\frac{1}{300}$ di un giorno-e-notte», ossia 365,246 giorni circa: un valore straordinariamente prossimo all'odierno 365,2422, e in ogni modo assai diverso dalla cifra tonda di 365 adottata nel civilissimo Egitto dei faraoni e dalla rinomata Biblioteca di Alessandria. Ora, che sia comodo che l'anno consista di un numero intero di giorni è cosa perfettamente comprensibile, ma il taglio dei decimali rispetto all'effettiva durata introduce un sistematico e consistente arretramento del calendario rispetto alle stagioni (pari a un giorno ogni 128 anni). Un guaio di natura pratica ma anche religiosa, visti i legami tra cielo e divinità, per ovviare al quale gli astronomi-sacerdoti di Rha operavano occasionali correzioni del genere di quelle che si fanno su un orologio analogico non troppo preciso.

Per eliminare questa arbitrarietà, l'astronomo Sosigene, favorito di Cleopatra, suggerì a Cesare il piccolo espediente di allungare di un giorno un anno su 4 in modo da tenere conto automaticamente di una parte rilevante dei decimali trascurati. Il grande guerriero, che si riposava tra le braccia della bella regina, aveva familiarità col problema del tempo per essere stato a Roma pontefice massimo, per cui si fece carico della riforma imponendola nei territori del suo vasto impero. Un passo in avanti, ereditato dalla chiesa di Cristo man mano che essa si affiancava al potere imperiale, al punto che la sistemazione della data fondamentale dell'equinozio di primavera, metafora della rinascita e della creazione, ebbe luogo nel 325 a Nicea in occasione del primo concilio ecumenico ordinato da Costantino il Grande per appianare le divergenze dogmatiche e mettere pace non solo sulle cose di Cesare ma anche in quelle di Dio in modo da evitare pericolose interferenze.

Di fatto, però, l'anno tropico è comunque più corto di 11 minuti e 14 secondi dei 365 giorni e un quarto stabiliti dal calendario giuliano, che quindi anticipava di un giorno ogni 128 anni, come già detto. All'epoca di Dante era già andato avanti di 10 giorni dal 46 a.C., non poco, per cui l'equinozio di primavera, che il Concilio di Nicea nel 325 aveva fissato al 21 marzo, avveniva invece 7 giorni prima, il 14 marzo. La cosa era nota anche al poeta che lo ricorda nel xxvii canto del *Paradiso* con una bellissima iperbole per bocca di Beatrice, la quale, per indicare un tempo molto lontano nel futuro, dice che quando l'equinozio di primavera, a causa dell'errore del calendario giuliano («Ma prima che gennaio tutto si sverni / per la centesima ch'è laggiù negletta»), dove la centesima parte è in realtà $1/128$ si sarà spostato al 31 dicembre, quindi «svernando» tutto gennaio. Per farlo deve anticipare di 80 giorni, quindi devono passare ben 10240 anni dal Concilio di Nicea.

L'errore del calendario giuliano aveva un effetto anche sulla determinazione della data della Pasqua, che è fissata alla prima domenica dopo il primo plenilunio di primavera. Sbagliando la data di inizio della primavera, si rischiava di sbagliare la data della Pasqua. Per questo motivo se ne occuperà la Chiesa, quasi 3 secoli dopo e in forza di nuove e più precise misure della durata dell'anno effettuate dagli astronomi arabi ed ebrei che compilarono le celebri Tavole commissionate da Alfonso X di Castiglia e Leon, pubblicate nella seconda metà del secolo XIII, e dallo stesso Copernico. Papa Gregorio XIII istituì una commissione di esperti, composta dall'astronomo tedesco Christopher Clavius, dal matematico perugino Ignazio Danti e dal medico e astronomo calabrese Luigi Lilio, che propose al Pontefice di rendere non bisestili gli anni secolari (xx00), tranne i multipli di 400, fissando quindi la durata dell'anno solare a 365,2425 giorni, sbagliata di soli 26 secondi. Nel 1582 Gregorio XIII promulgò la riforma, che prenderà il suo nome, con la bolla *Inter gravissimas*, a significare che la faccenda era parte delle cure più



FIG. 1. «e quindi uscimmo a riveder le stelle»; illustrazione della *Divina Commedia* della seconda metà del xiv secolo. (Oxford, Bodleian Library, Ms. Holkham Misc. 48, p. 54)

importanti del santo padre. Per recuperare l'anticipo accumulato dal calendario giuliano vennero eliminati anche 10 giorni, dal 5 al 15 ottobre 1582, mantenendo però intatta la sequenza settimanale. Il calendario gregoriano è tuttora in vigore e andrà avanti di un giorno nell'ancora lontano 4905.

Geografia

Nel sistema tolemaico la Terra era al centro dell'Universo e le conoscenze geografiche al tempo di Dante erano limitate, sia perché non comprendevano le Americhe, né l'Africa australe, sia perché a Est si fermavano al Gange. Inoltre, mentre la latitudine dei luoghi era nota con sufficiente precisione, in quanto legata all'altezza della stella Polare sull'orizzonte, che era facile misurare, lo stesso non avveniva per la longitudine, la cui stima richiedeva un'accurata misura di grandi distanze sulle terre emerse, che era assai difficile, e un'accurata misura del tempo sui mari, per la quale non esistevano strumenti adatti (sarebbero arrivati solo quattro secoli dopo, grazie all'inventore e orologiaio inglese John Harrison).

La Terra di Dante è sferica e il raggio terrestre è di 3250 miglia (*Convivio* II, VI, 10). Poiché il miglio fiorentino era di circa 2000 metri, le dimensioni della Terra erano abbastanza accurate, visto che il raggio reale è di 6378 km. Le terre emerse sono concentrate nell'emisfero settentrionale e hanno come centro Gerusalemme; da lì si estendono per 90° di longitudine a Ovest fino a Cadice, per 90° a Est fino alle foci del Gange, per 30° a Sud fino all'Africa Equatoriale e per circa 30° a Nord fino all'Europa settentrionale (FIG. 1). Che l'estensione in longitudine del Mediterraneo, da Cadice a Gerusalemme, sia di 90° Dante lo dice nel ix canto del *Paradiso* (vv. 79-84), quando nota che il Sole si trova al meridiano di Gerusalemme e contemporaneamente all'orizzonte di Cadice. Già all'inizio del xxvii canto del *Purgatorio* Dante aveva notato che nello stesso mo-

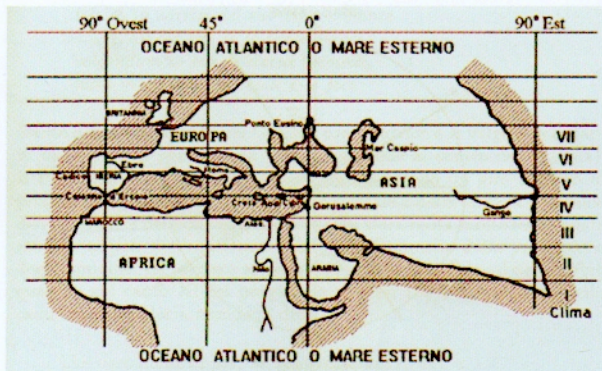


FIG. 2. Ricostruzione di una mappa delle terre emerse note all'epoca di Dante.

mento il Sole sorgeva a Gerusalemme, era a mezzanotte in Spagna; a mezzogiorno al Gange e tramontava al Purgatorio, confermando che questi quattro luoghi si trovavano a 90° di longitudine uno dall'altro:

Si come quando i primi raggi vibra
 là dove il suo fattor lo sangue sparse,
 cadendo Ibero sotto l'alta Libra,
 e l'onde in gange da nona riarse,
 si stava il sole; onde 'l giorno sen giva,
 come l'angel di Dio lieto ci apparse.

(Purg. xxvii, 1-6)

Le differenze in longitudine usate da Dante sono sovrastimate di un fattore circa 2: l'estensione in longitudine del Mediterraneo da Cadice a Gerusalemme per Dante era di 90° , mentre è di 42° ; l'estensione in longitudine da Gerusalemme alla foce del Gange era per Dante di altri 90° , mentre in realtà è di 55° . Poiché, come già notato, le dimensioni della Terra erano ben conosciute all'epoca di Dante, la sovrastima delle differenze di longitudine ha come diretta conseguenza una sovrastima di circa un fattore due delle distanze. Questo è piuttosto sorprendente per la lunghezza del Mediterraneo che doveva essere nota abbastanza bene. Forse Dante non ha considerato questo problema e comunque ha privilegiato la centralità di Gerusalemme e la simmetria delle terre emerse.

La selva oscura, dove Dante si perde all'inizio della *Commedia* e da dove entra nel cono rovesciato dell'Inferno, è situata sul bordo del cono stesso. La geometria venne ricostruita nella seconda metà del xv secolo da Antonio Manetti e poi da Galileo Galilei, che nel 1588 tenne *Due lezioni all'Accademia fiorentina circa la figura, sito e grandezza dell'Inferno di Dante*: il diametro di base del cono infernale sarebbe uguale al raggio terrestre, 3250 miglia, come Dante dice nel *Convivio*, quindi la selva si troverebbe a circa 1700 miglia da Gerusalemme che è sull'asse del cono. È interessante osservare che questa distanza corrisponde pressappoco a quella all'epoca stimata fra Gerusalemme e Napoli, a una ventina di chilometri da Cuma, dove Virgilio aveva fatto entrare

Enea nell'Averno con la Sibilla. Naturalmente Dante segue il suo maestro.

Assai importante per la comprensione della geografia dantesca è il racconto che Ulisse fa del suo ultimo viaggio nel xxvi canto dell'*Inferno*:

Io e' compagni eravam vecchi e tardi
 quando venimmo a quella foce stretta
 dov'Ercole segnò li suoi riguardi
 acciò che l'uomo più oltre non si metta;
 da la man destra mi lasciai Sibilia,
 da l'altra già m'avea lasciata Setta.

(Inf. xxvi, 106-111)

L'eroe omerico e i suoi uomini, ormai vecchi, giungono alle Colonne d'Ercole, con Siviglia a sinistra e Ceuta a destra, e decidono di proseguire verso occidente nell'oceano ignoto deviando verso sinistra, quindi verso sud.

e volta nostra poppa nel mattino,
 de' remi facemmo ali al folle volo,
 sempre acquistando dal lato mancino.

Tutte le stelle già dell'altro polo
 vedea la notte, e 'l nostro tanto basso,
 che non surgea fuor del marin suolo.

Cinque volte raccesso e tante casso
 lo lume era di sotto de la luna,
 poi che 'ntrati eravam ne l'alto passo,

quando n'apparve una montagna, bruna
 per la distanza, e parvemi alta tanto
 quanto veduta non avea alcuna.

Noi ci allegrammo, e tosto tornò in pianto;
 ché de la nova terra un turbo nacque
 e percosse del legno il primo canto.

Tre volte il fé girar con tutte l'acque;
 a la quarta levar la poppa in suso
 e la prora ire in giù, com'altrui piacque,
 infin che 'l mar fu sovra noi richiuso.

(Inf. xxvi, 124-142)

Passano l'equatore, infatti la stella polare scompare sotto l'orizzonte, e vedono invece le stelle del polo australe. Dopo cinque mesi di viaggio quando arrivano a vedere la montagna del Purgatorio, una tempesta travolge la loro nave e li sommerge. Quando Dante giungerà per altra via alla riva del Purgatorio (*Purg. 1, 131-132*) ricorderà che quei luoghi non sono mai stati visti da nessuno che poi sia tornato per raccontarli, ripensando ovviamente a Ulisse e implicitamente alla propria fortuna di esploratore immaginario che può raccontare. Per indicare i cinque mesi di viaggio Ulisse dice che il «lume di sotto della Luna» si era acceso e spento cinque volte, facendo riferimento alla sottile falce lunare che vicino alla Luna nuova è rivolta verso il basso, e lo è ancor di più nelle zone equatoriali che aveva attraversato. Dante colloca Ulisse nella bolla dei fraudolenti, insieme ai fiorentini ladroni, però gli riconosce «d'ardore / [...] a divenir del mondo esperto / e de li vizi umani e del valore» (*Inf. xxvi, 97-99*) e soprattutto gli mette in bocca la meravigliosa esortazione ai suoi compagni: «fatti non foste a viver come bruti, / ma per seguir virtu-

