Varie

Dante e la Scienza

Pietro Bassi

13 Settembre 2021

Tu che non ricordi
passaggio dall'altro mondo
ti dico che seppi parlare di nuovo: tutto ciò
che ritorna dall'oblio ritorna
per trovare una voce:

Louise Glück, *L'iris selvatico*

Ché non è impresa da pigliare a gabbo
discriver fondo a tutto l'universo,
né da lingua che chiami mamma e babbo.

Dante Alighieri, *La Divina Commedia*, Inferno, canto 32°, vv. 7-9

Arte, *scientia* e scienza

Federico Zeri in *Dietro l'immagine* (Longanesi, 1987) sosteneva che la critica d'arte tende a soffermarsi sull'esecuzione formale e lo stile, più raramente o in modo approssimativo sul soggetto e sui particolari marginali dei dipinti, ognuno dei quali ha un significato ben preciso che spesso a noi, oggi, sfugge: «*Un'opera d'arte può essere letta a vari livelli, e oltre a un livello formale, a un livello iconografico, esistono allusioni, connotati che sono morti per sempre. Il passato è morto per sempre.*» [p. 75]

Le parole di Zeri riecheggiano se si pensa al duro lavoro svolto nei secoli – e ancora oggi – nel tentativo di interpretare la *Divina Commedia* o una qualsiasi opera del passato. Anche osservando il quadro *Sei poeti toscani* (1544) dipinto da Giorgio Vasari (1511–1574), che con il suo libro *Vite de' più eccellenti pittori, scultori e architettori* di fatto fonda la storia dell'arte.

Giorgio Vasari, Sei poeti toscani (da destra: Cavalcanti, Dante, Boccaccio, Petrarca, Cino da Pistoia e Guittone d'Arezzo), pittura a olio, 1544, conservata presso il Minneapolis Institute of Art, Minneapolis (immagine: wikipedia)

L'opera fu commissionata da Luca Martini, nipote di Poggio Bracciolini. Ritrae i sei maggiori intellettuali toscani e glorifica la loro lingua, il volgare, in contrasto con il latino che tutti comunque padroneggiavano perfettamente (Dante ha in mano una copia delle opere di Virgilio per ribadirlo).

Da sinistra a destra vediamo: Guittone d'Arezzo (1235–1294, anche se forse si tratta di Cristoforo Landino), Cino da Pistoia (1270–1336, anche se forse si tratta di Marsilio Ficino), Francesco Petrarca (1304–1374), Giovanni Boccaccio (1313–1375), Dante e Guido Cavalcanti (1255–1300).

Domina la scena il «sommo poeta» **Dante Alighieri** (1265–13/14 settembre 1321), seduto sull'unico scranno come un sovrano. Davanti a lui, un tavolino con sopra alcuni oggetti. Come dice Zeri, quegli oggetti non sono decorazioni, ma simboli precisi con precisi significati (che il committente peraltro aveva pagato al pittore). Poiché il passato è morto per sempre, errori e fraintendimenti sono dietro l'angolo, ma cerchiamo di darne un'interpretazione il più possibile corretta. Da sinistra a destra:

- il globo terrestre è la geografia;
- il compasso è la geometria;
- il globo celeste è l'astrologia;
- la penna nel calamaio è la poesia;
- il quadrante solare è l'astronomia;
- i libri sono la grammatica e la retorica.

Gli oggetti rappresentano il sapere del tempo di Vasari, e in parte anche quello di Dante, il quale suddivideva la *sciĕntia*, parola latina che significa appunto "sapere", in "regine" e "ancelle", muovendosi in parte ancora nella suddivisione altomedievale di origine carolingia delle arti liberali necessarie per lo studio approfondito di teologia e filosofia, ovvero:

- **trivio**: grammatica, retorica, dialettica;
- **quadrivio**: aritmetica, geometria, astrologia/astronomia, musica.

Da notare che nel dipinto di Vasari manca l'alchimia, una delle vie del sapere che molti, compresi Isaac Newton (1642–1726), seguivano cercando di comprendere la natura delle cose (Newton scrisse segretamente molte più pagine di alchimia che di scienza).

L'alchimia non manca solo nel quadro: è disprezzata anche nell'intera produzione di Dante, dove compare solamente tre volte, e in modo poco benevolo. Due volte la parola, in Inferno 29/119 e 137, poiché qui sono dannati gli alchimisti. E una volta viene definita come «magiche frode» [Inf. 20/117]. Lungimiranza? Difficile dirlo. Certo è che fu una branca della *scientia* che, dall'introduzione del metodo scientifico di Galileo Galilei tre secoli dopo, venne definitivamente abbandonata nel XVIII secolo.

Da lì in poi, lentamente, la *scientia* è diventata ***scienza***, ovvero il «*complesso dei risultati dell'attività speculativa umana volta alla conoscenza di cause, leggi, effetti e sim. intorno a un determinato ordine di fenomeni, e basata sul metodo, lo studio e l'esperienza*».

La quale a sua volta, con il plurale ***scienze***, è diventata «*l'insieme delle discipline fondate essenzialmente sul calcolo e l'osservazione, come matematica, fisica, chimica, scienze naturali, biologia, astronomia*» (da *Lo Zingarelli 2022*).

Fino a metà del 1800 la parola scienziato non esisteva nemmeno (nasce nel 1833 con William Whevell): erano tutti filosofi in quella grande branca del sapere che veniva chiamata **filosofia naturale**. All'interno della filosofia naturale, a distanza di sette secoli, vogliamo tentare di estrapolare alcuni aspetti scientifici – modernamente intesi – presenti nella *Divina Commedia* di Dante Alighieri.

La cultura di Dante

Dante era un fine e accanito studioso. Se dovessimo immaginarlo come nostro contemporaneo, sarebbe probabilmente un intellettuale generalista, ovvero non specialista. Con i piedi in due staffe: umanesimo e scienza.

> Se mai contiga che 'l poema sacro
> al quale ha posto mano e cielo e terra,
> sì che m'ha fatto per molti anni macro [Pa, 25/1-3]

Gli alti misteri del cielo (con una forte componente teologica) e la tormentata cronaca della terra, di questo parla il suo «poema sacro». Quei misteri, ancora oggi, fanno lo stesso effetto a molti scienziati: la loro indagine, dopo molto anni, logora sia fisicamente che mentalmente e spiritualmente («macro»).

La *Divina commedia* è un poema ispirato all'*Eneide* di Virgilio. Dovessimo scegliere una parola per definirlo potrebbe essere la parola che lo stesso autore utilizza nell'*Epistola a Cangrande*: «polisema», cioè *polisemica*, "dai più significati".

> *Pertanto per la chiarezza di ciò che si deve dire è da sapersi che il senso di quest'opera non è unico, anzi può dirsi polisema, cioè di più sensi; infatti il primo senso è quello che si ha dalla lettera, l'altro è quello che si ha dal significato attraverso la lettera. E il primo si dice letterale, e il secondo allegorico o morale o anagogico.*

In un **universo tolemaico**, geocentrico, è forte la presenza e la lezione di **Aristotele**, che non a caso ha scritto sia la *Fisica* che la *Metafisica*. Come sappiamo, dopo molti secoli i due campi di indagine sono stati assorbiti rispettivamente dalla scienza e dalla filosofia.

In Dante queste distinzioni sono assenti: non c'era la scienza, come abbiamo accennato, ma la Filosofia.

La *Divina Commedia* è polisemica, ha molti strati e molti livelli di lettura. L'aldilà dantesco è una grande allegoria della vita mondana, con un messaggio chiaro: solo Dio può salvarci dalla storia, dalla politica, dalle miserie umane. Ma proprio per la sua ricchezza e polisemia possiamo soffermarci su ciò che nel poema emerge di ciò che noi oggi chiamiamo scienza. Tenendo presente che nella visione di Dante il mondo, la natura, sono sempre secondi a Dio:

> E quinci appar ch'ogni minor natura
> è corto ricettacolo a quel Bene
> che non ha fine, e sé con sé misura. [Pa. 19/49-51]

La *Commedia* è l'esplosione poetica e tematica di un primo tentativo di mettere in ordine il mondo, il ***Convivio***, saggio dottrinario in volgare scritto tra il 1304 e il 1307 e pensato per chi non aveva potuto permettersi di studiare (reperibile anche online). Qui il poeta, rifacendosi all'*Ethica nicomachea* di Aristotele, fra le altre cose si sofferma su tre aspetti fondamentali che dobbiamo tenere presenti quando pensiamo alla scienza come Dante la intendeva, la quale riguarda:

- il soggetto conoscente
- il procedimento razionale
- l'oggetto conosciuto

> Come dice Aristotile nel cominciamento de l'Anima, la scienza è alta di nobilitade per la nobilitade del suo subietto e per la sua certezza; e questa più che alcuna de le sopra dette 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 sanza 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]

Per Dante «*tutti li uomini desiderano di sapere*» [Convivio, I, I, 1]. Tutti noi siamo disposti alla vita secondo ragione.

> Apri la mente a quel ch'io ti paleso
> e fermalvi entro; ché non fa scienza,
> sanza lo ritenere, avere inteso [Pa, 5/40-42]

Ovvero: non serve a nulla imparare, se non lo tieni bene a mente: comprendere non basta! Ecco che storia, teologia, filosofia, arte, poesia e scienza, nella selva di riferimenti storici, politici, filosofici, teologici, e nella selva di immagini simboliche e di tutta la polisemia che può venirci in mente legata alla *Commedia*, emerge una struttura costruita apposta non solo per fini poetici e narrativi, ma anche per facilitarne la memorizzazione.

Il poema infatti può essere (anche) visto come una gigantesca, colossale sequenza di *loci*.

> «Non tener pur ad un loco la mente» [Pg, 10/46]

… Non tenere la mente concentrata solo ("pur") su un luogo.

Mi riferisco alla **mnemotecnica**, «*sistema di regole per organizzare le informazioni in modo da facilitarne il ricordo*» (*Zingarelli 2022*), di cui Cicerone, per esempio, fu grande maestro. Si tratta di un metodo che consente di associare mentalmente ogni singola informazione a un singolo e specifico luogo che il memorizzante già conosce, all'interno di un luogo più grande che comprende tutti i loci specifici. Per esempio una casa, che contiene stanze, che contengono mobili, che contengono cassetti. Dentro ogni cassetto si posizionerà con la mente il ricordo, il quale a sua volta rimanderà all'oggetto astratto da memorizzare.

Lo racconta bene e in modo divertente il campione del mondo di memoria Andrea Muzii, ventenne, in questa chiacchierata con i "Muschio selvaggio" (Fedez, Luis Sal e Martin Sal).

Muzii, per esempio, è capace con questa efficace tecnica di memorizzare 1829 carte da gioco in un'ora, 572 cifre in cinque minuti, 1122 cifre in quindici minuti, oppure di risolvere il cubo di Rubik in pochissimi secondi senza guardarlo. Come lui racconta, in tutto questo una forte componente è data non solo dallo spazio, dai luoghi, ma anche dalle emozioni. E la *Commedia* è piena di loci, immagini ed emozioni. Come un grande "palazzo della memoria" tripartito nelle rispettive cantiche, palazzo costruito *anche* per aiutare chi non aveva potuto studiare a memorizzare le moltissime informazioni in esso contenute. La scelta di usare il volgare non è quindi l'unico elemento "tecnico" che ci indica il suo intento divulgativo.

Chi volesse approfondire questi argomenti può leggere l'ottimo libro di Joshua Foer *L'arte di ricordare tutto. Storia, scienza e miracoli della memoria* (Longanesi, 2019).

Ora riprendiamo la «diritta via» e divertiamoci con "Dante divulgatore scientifico" nella *Divina Commedia*.

Commedia etologica

> Non v'accorgete voi che noi siam vermi,
> nati a formar l'angelica farfalla,
> che vola a la giustizia senza schermi? [Pg, 10/124-126]

Nella *Commedia* sono presenti molte similitudini interessanti con il**mondo naturale**. Colpiscono per l'esattezza e l'accuratezza, tanto che potremmo eleggere Dante come il primo **letterato-etologo** in lingua volgare della storia.

Come annota Natalino Sapegno, le similitudini naturalistiche messe in versi da Dante sono ricavate «*da un mondo di osservazioni reali, senza mediazioni dotte e letterarie, e attinte [...] al linguaggio della conversazione familiare*» [Nota a Inf, 25/79].

Lo avevamo già visto all'inizio dell'articolo dedicato alle **api**, analizzando questi versi:

> sì come schiera d'ape, che s'infiora
> una fiata e una si ritorna
> là dove suo laboro s'insapora [Pa, 31/7-9]

Per rimanere sugli insetti sociali, Dante nel Purgatorio descrive le due schiere di lussuriosi che, nel settimo girone, formano due cerchi che girano ognuno in senso opposto all'altro. Quando si incontrano fanno come le **formiche**:

> così per entro loro schiera bruna
> s'ammusa l'una con l'altra formica,
> forse a spiar lor via e lor fortuna. [Pg, 26/34-36]

Le formiche, come racconta molto bene Donato Grasso nel suo libro*Il formicaio intelligente* (Zanichelli, 2019), si "ammusano" davvero (si pongono una di fronte all'altra, muso contro muso) e Dante, col senno di poi, potrebbe tranquillamente sostituire quel «forse» con "certo": sempre di due sillabe, per non sballare l'endecasillabo.

Infatti se le api danzano, le formiche esalano. Ogni formica è come una piccola centrale biochimica produttrice di feromoni, attraverso circa 80 ghiandole poste in ogni parte del corpo (corpo tripartito, come la *Divina Commedia*), che secernono una traccia odorosa lungo il tragitto migliore per raggiungere la fonte di cibo. Poi, sempre per «spiar lor via e lor fortuna» (cioè per chiedere notizie sulla via migliore da seguire per trovare cibo) utilizzano stridulazioni, tambureggiamenti e sfregamenti delle antenne: in poche parole, si ammusano.

Due formiche si "ammusano", cioè si pongono una di fronte all'altra per scambiarsi informazioni chimiche con le antenne (immagine: shutterstock)

Giustifichiamo Dante, inoltre, per aver scelto questa immagine mirmecologica utile a descrivere la «brieve festa» delle due schiere di lussuriosi che, incontrandosi, si baciano uno con l'altro in modo forsennato, poiché le formiche si ammusano anche per scambiarsi acqua o nettare passandosi il liquido da una bocca all'altra, come se si baciassero appassionatamente!

> Come le rane innanzi a la nimica

> biscia per l’acqua si dileguan tutte,
> fin ch’a la terra ciascuna s’abbica [Inf, 9/76-78]

Quando ci avviciniamo a uno stagno sentiamo i “plop, plop” delle rane che si tuffano in acqua per scappare e nascondersi. Qui Dante descrive la scena inversa: dall’acqua le rane fuggono sulla riva per sfuggire al predatore. La biscia, o natrice (*Natrix natrix* e *Natrix tessellata*) è un animale acquatico che si nutre prevalentemente di rane adulte e girini.

Rimane un dubbio sulla precisione di questa descrizione tratta da Ovidio e dal mondo naturale. Sapegno interpreta «s’abbica» con «s’attacca e si raccoscia, ritraendo a sé gli arti, quasi a fare un mucchio solo di sé e della terra». *Zingarelli 2022* fornisce il significato di «ammassarsi, ammucchiarsi», e viene in mente che se in pericolo i girini formano in acqua una palla di corpi secernendo una sostanza sgradevole per allontanare il predatore. In tutti i casi spesso la biscia ha la meglio, che la rana sia in acqua o sulla terra. Proprio per l’alto tasso di predazione riuscita le rane depongono così tante uova.

Biscia d’acqua Natrix tessellata pronta all’attacco. Riuscirà la rana a dileguarsi e “abbicarsi”? (immagine: shutterstock)

> Come ’l ramarro sotto la gran fersa
> dei dí canicular, cangiando sepe,
> folgore par se la via attraversa [Inf, 25/79-81]

Un altro esempio di similitudine molto realistica. I ramarri sono Sauri della famiglia dei Lacertidi. Dante si riferisce quasi sicuramente al ramarro occidentale (*Lacerta bilineata*), di un colore verde brillante e velocissimo. Sarà capitato a molti, passeggiando in una bella giornata estiva, di sorprendersi per un movimento improvviso, tanto energico da far frusciare l’erba vicino a noi. Si tratta spesso di questo ramarro, ben più grande di una comune lucertola (può arrivare a 40 centimetri di lunghezza), che come un fulmine “cambia siepe” attraversando strade e sentieri, sotto la gran sferza del sole “canicolare” estivo.

Esemplare di Lacerta bilineata (immagine: shutterstock)

Ci sono poi i «botoli», termine ancora oggi in uso:

> Botoli trova poi, venendo giuso,
> ringhiosi più che non chiede lor possa [Pg, 14/46-47]

Botoli ringhiosi più di quanto sia lecito data la loro «possa>», cioè forza, possibilità. Qui Dante si riferisce agli abitanti di Arezzo, la cui città ha questo motto: “Spesso il cinghiale è preso da un cane non grande”.

Lo sberleffo fa riferimento ai tozzi cani di piccola taglia i quali, forse consapevoli di essere solo tozzi cani di piccola taglia, abbaiano e ringhiano anche di fronte ad avversari temibili, senza attaccarli. Ma come scrive Desmond Morris nel libro *Il cane. Tutti i perché* (Mondadori, 1988 e segg.):

> *Il famoso proverbio che dice «can che abbaia non morde» si basa su una verità canina. Infatti, di solito il cane che abbaia non è abbastanza coraggioso da mordere e quello che morde, invece, non si preoccupa di chiedere rinforzi abbaiando per dare l’allarme.* [p. 28]

Il cane che ringhia senza abbaio, invece, sta dicendo che se la situazione rimane invariata allora lui attaccherà. Non è detto che lo faccia, però. Proprio come i saggi botoli.

Commedia ornitologica

Un florido sottofilone di versi naturalistici/etologici riguarda gli **uccelli**. Vediamo alcune terzine degne di un vero appassionato *birdwatcher* quale evidentemente era Dante (tre secoli prima che venisse inventato il cannocchiale, nel 1608, fin da subito adattato alla visione binoculare, da cui deriva il binocolo, strumento necessario per tutti i birdwatcher).

> E come augelli surti di riviera,
> quasi congratulando a lor pasture,
> fanno di sé or tonda or altra schiera,
> sì dentro ai lumi sante creature
> volitando cantavano, e faciensi
> or D, or I, or L in sue figure. [Pa, 73-78]

Cioè: come uccelli che si alzano in volo dalla riva di un corso d’acqua, dopo aver bevuto, quasi per festeggiare il cibo

mangiato, si dispongono volando in formazione a cerchio o di altra forma, così facevano le anime beate fasciate di luce, e volando al ritmo del loro canto formavano le lettere D, I o L.

Pare che qui Dante si riferisca alla**migrazione delle gru**, le quali alla partenza possono formare lettere diverse (all'occhio umano che le osserva), come scrive Lucano (39-65): «*nel primo volo fingono, guidate dal caso, diverse figure*» (*Bellum civile*, V, 711), per stabilizzarsi poi nella tipica forma a V caratteristica della migrazione anche di altre specie, come le oche selvatiche o i cormorani.

Il motivo è aerodinamico: il primo uccello fende l'aria e fa la fatica maggiore. I vortici creati dall'uccello che precede "risucchiano" l'uccello che segue facilitandogli il volo. Come nell'umano ciclismo, c'è un continuo altruistico scambio per occupare la prima posizione, la più faticosa.

Le gru, oltre a essere avvezze all'alfabeto con la loro formazione migratoria, sono anche esperte di geometria:

> e come i gru van cantando lor lai,
> facendo in aer di sé lunga riga. [Inf, 5/46-47]

Quel «di sé» non dovrebbe lasciare dubbi: mentre volano emettendo versi simili ai lamenti, si allungano formando come una lunga riga. Una linea retta che dal becco va alle zampe stese all'indietro, ma per estensione – tracciando la retta congiungente due punti dati – anche il punto di partenza e il punto di arrivo della loro migrazione, lunga alcune migliaia di kilometri (esiste una popolazione di gru svernanti a Pisa, chissà se Dante le aveva osservate lì).

Gru migratrici che fanno "di sé lunga riga" (immagine: shutterstock)

Un'altra immagine etologica legata agli uccelli la troviamo nell'"animalesco" canto 22° dell'Inferno, dove Dante descrive la zuffa fra diavoli come una scena di **predazione ornitologica**:

> non altrimenti l'anitra di botto,
> quando il falcon s'appressa, giù s'attuffa,
> ed ei ritorna su crucciato e rotto. [Inf, 22/130-132]

In questo caso Dante è preciso nel descrivere il comportamento, ma non le specie.**Anatra e falco** sono due macroinsiemi tassonomici che comprendono molti animali. Nella "selva" di specie degli uccelli da preda, o rapaci diurni, in base al comportamento potremmo restringere il campo al falco di palude (*Circus aeruginosus*), che spesso attacca e si nutre di alcune anatre tuffatrici, così dette perché sono capaci di immergersi sott'acqua in cerca di cibo. Più probabile però si tratti dell'alzavola (*Anas crecca*), anatra di superficie in grado di tuffarsi, nonché il più piccolo anatide europeo.

Il "falcone" ritorna altre volte [Inf. 17/127-132 e Pu. 19/64-66] e questo non deve sorprendere. I rapaci diurni sono usati da alcune migliaia di anni per cacciare altri uccelli e piccoli mammiferi. La pratica della **falconeria** si è diffusa dall'Oriente fino a noi nell'alto medioevo, citata già da Carlo Magno (742-814) e portata alla ribalta dall'illuminato imperatore delle Due Sicilie Federico II di Svevia (1194-1250) con l'opera – interessante da leggere ancora oggi – *De arte venandi cum avibus* ("L'arte di cacciare con gli uccelli"). Imperatore che peraltro ebbe forte influenza, con la sua Scuola siciliana, sull'evoluzione della Scuola toscana e di Dante.

Potremmo quindi vedere questi riferimenti alla falconeria come strizzatine d'occhio "pop" che Dante fa ai lettori. Come se oggi in un romanzo l'autore usasse analogie con il mondo dello sport, delle serie tv o della moda.

Per descrivere la sua ansia di conoscenza e allo stesso tempo il suo timore di fare domande a Stazio su alcuni aspetti dell'Inferno, Dante usa questa immagine che sembra presa da un documentario (musica d'archi in sottofondo):

> E quale il cicognin che leva l'ala
> per voglia di volare, e non s'attenta
> d'abbandonar lo nido, e giù la cala [Inf, 25/10-12]

La **cicogna bianca** (*Ciconia ciconia*) era molto diffusa anche in Italia, ai tempi di Dante, mentre oggi è in corso una lenta ricolonizzazione. Le piace costruire il suo grande nido sui tetti delle case, quindi per il poeta deve essere stato facile osservare i pulli mentre aprono le ali, le sbattono per allenare i muscoli pettorali, ma aspettano il 60° giorno prima di "attentarsi" a volare via dal nido.

Per concludere questa parte, un solo verso:

> ne l'uccel ch'a cantar più si diletta [Pg, 17/20]

Si tratta dell'**usignolo** (*Luscinia megarhynchos*), passeriforme marroncino senza particolari attrattive estetiche, difficile da vedere nel folto dei boschi, ma inconfondibile all'udito. Fra gli uccelli canori più sorprendenti, «si diletta» e *ci diletta* col suo canto – soprattutto all'alba e al tramonto – che definire virtuoso è riduttivo.

Un usignolo impegnato in una delle sue strofe (immagine: shutterstock)

Ogni usignolo dimostra una memoria sorprendente: è in grado di eseguire circa 200 "strofe" prese da un repertorio di più di 2000 canzoni fatte di frasi estremamente veloci con cambi improvvisi dai toni alti a quelli bassi, note lunghe e lente interrotte da improvvisi trilli ad alto volume. Capacità canore che solo pochi altri uccelli tropicali possono eguagliare. Ascoltare per credere.

Inoltre, ogni coppia di usignoli (sì, anche le femmine cantano) insegna alla propria prole le canzoni imparate dai nonni, in una trasmissione culturale che ricorda tanto la letteratura, la quale nasce in origine proprio come preghiera e poi poesia trasmessa oralmente attraverso il canto (ecco perché i canti della Commedia si chiamano così). Di generazione in generazione, non è assurdo pensare che le canzoni degli usignoli che sentiamo oggi siano quasi le stesse che udì Dante sette secoli fa.

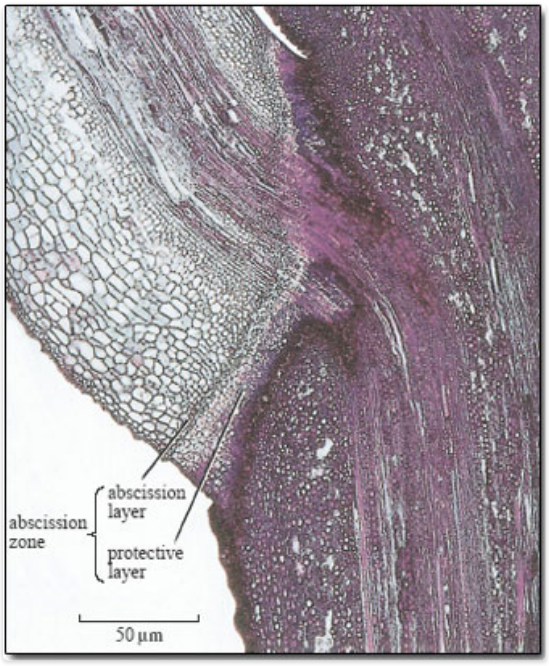
Commedia botanica

> E come abete in alto si digrada
> Di ramo in ramo… [Pu, 22/133-134]

… in riferimento al portamento degli **abeti rossi** (*Picea abies*), fin dall'antichità presenti nel nord della Toscana, i quali hanno una forma a cono per contrastare il peso della neve. Non a caso, gli abeti rossi che vivono alle altezze maggiori hanno una forma più appuntita rispetto a quelli che vivono ad altitudini minori, dove c'è meno neve, con una forma della chioma più espansa.

> Come d'autunno si levan le foglie
> l'una appresso dell'altra, infin che il ramo
> rende alla terra tutte le sue spoglie. [Inf, 3/112-114]

Dante descrive con il suo talento poetico il fenomeno della **defogliazione** (o corismo) nelle specie vegetali caducifoglie, il quale avviene grazie all'**abscissione**: la pianta richiama dalle foglie verso il fusto, i rami e le radici tutte le sostanze nutritive, e attraverso la produzione di due ormoni forma due strati di cellule: uno per proteggere e isolare il ramo (come le piastrine nel nostro sangue chiudono le ferite), l'altro per "tagliare via" la foglia, il frutto o il seme alla base del picciolo.



Particolare della zona di abscissione in un fusto (immagine: Zanichelli)

Senza questo fenomeno che azzerando la clorofilla fa assumere alle foglie i colori dell'autunno che ben conosciamo, in autunno la parola "foliage" non potrebbe finire nei trend di Instagram.

C'è poi quel capolavoro nel capolavoro che è il 13° canto dell'Inferno, dove protagonista è il suicida **Pier della Vigna**, trasformato in albero.

> Allor porsi la mano un poco avante,
> e colsi un ramicel da un gran pruno;
> e 'l tronco suo gridò: «Perché mi schiante?»
> Da che fatto fu poi di sangue bruno,
> ricominciò a dir: «Perché mi scerpi?
> non hai tu spirto di pietade alcuno?
> Uomini fummo, e or siam fatti sterpi:
> ben dovrebb'esser la tua man più pia,
> se state fossimo anime di serpi». [Inf, 13/31-39]

L'immagine è presa dall'*Eneide* [III, 22-49] di Virgilio, a cui Dante però dà nuova vita e drammaticità, aggiungendo inoltre il simbolo del rifiuto del corpo da parte dei suicidi nonché l'invenzione di una pianta che parla, soffre e

sanguina come un essere umano. Oggi sta lentamente assumendo un significato diverso: aumenta anche in Italia infatti il fronte di chi vorrebbe modificare la normativa cimiteriale che risale a un Regio decreto del 1934 e avere, come in altri Paesi, cimiteri con alberi al posto delle gelide tombe.

Il canto 13 dell'Inferno nella storica illustrazione di Gustave Doré (immagine: wikipedia)

Subito dopo, una descrizione precisa di ciò che avviene quando mettiamo sul fuoco legna ancora verde, tagliata da poco, dove alle estremità dei tagli fuoriesce sfrigolando la linfa nella zona del floema (detta anche, non a caso, libro):

> Come d'un stizzo verde ch'arso sia
> da l'un de' capi, che da l'altro geme
> e cigola per vento che va via,
> sì de la scheggia rotta usciva insieme
> parole e sangue; ond'io lasciai la cima
> cadere, e stetti come l'uom che teme. [Inf, 13/40-45]

Commedia fisiologica

> Vedi la bestia per cu' io mi volsi:
> aiutami da lei, famoso saggio,
> ch'ella mi fa tremar le vene e i polsi. [Inf, 1/88-90]

Dante descrive gli **effetti della paura** sulla fisiologia del corpo umano. Vede la lupa «carca nella sua magrezza» (poveretta) e chiede a Virgilio di aiutarlo. Spesso l'ultimo verso viene confuso, nella memoria, con "mi fa tremar le vene *ai* polsi", ma è un errore.

Qui con «polsi» Dante intende le arterie, secondo una antica accezione oggi caduta in disuso che poteva significare anche "vita". Quindi la lupa (la paura) gli fa tremare tutti i vasi sanguigni, gli scombussola il sistema cardiocircolatorio.

Questo avviene per il **rilascio nel sangue di adrenalina**, un ormone che ha una funzione ben precisa: predisporre il corpo a una rapida fuga (o a un inseguimento) aumentando il battito cardiaco, dilatando i bronchi e portando più sangue ai muscoli e al cervello. In pratica, quindi, avere paura ci rende dei corridori formidabili e lucidissimi in grado di fuggire a gambe levate e salvarci così la vita. Sicuramente l'ha salvata a molti nostri antenati preistorici, ma se Dante-personaggio fosse scappato dall'Inferno già nel primo canto noi non saremmo qui a parlarne con così tanta

ammirazione sette secoli dopo.

Tra le molte deformità dolorose patite dai dannati nell'Inferno, colpisce la descrizione che Dante fa dei falsari, in particolare del maestro Adamo:

> Io vidi un, fatto a guisa di leuto,
> pur ch'elli avesse avuta l'anguinaia
> tronca da l'altro che l'uomo ha forcuto.
> La grave idropesí, che sí dispaia
> le membra con l'omor che mal converte,
> che 'l viso non risponde a ventraia,
> faceva lui tener le labbra aperte
> come l'etico fa, che per la sete
> l'un verso il mento e l'altro in sú rinverte. [Inf, 30/49-57]

Una descrizione accurata dell'idropico, secondo le dottrine mediche del tempo, tragica, patetica e grottesca, che attraverso l'uso accurato di precise parole mediche – come altre volte accade nella *Commedia* – è capace di indurre pena e solidarietà, tale è la deformazione fisica e la sofferenza.

Viene in mente John Berger (1926-2017), che una volta disse: «È all'inferno che c'è bisogno di solidarietà, non in paradiso.»

L'**idropisia** oggi si chiama anasarca, ovvero un «edema generalizzato al tessuto sottocutaneo di tutto il corpo». L'edema, invece, è un «accumulo di liquido nello spazio interstiziale dei tessuti che, perciò, si presentano tumefatti» (definizioni da *Zingarelli 2022*).

Interessante anche questa notazione, a dimostrare la buona comprensione del corpo umano che aveva Dante:

> e quella parte onde prima è preso
> nostro alimento… [Inf, 25/85-86]

Ovvero l'ombelico, termine del cordone ombelicale attraverso il quale tutti i feti si nutrono nel ventre materno.

C'è poi una descrizione del **passaggio tra la veglia e il sonno**, cioè dalla coscienza ai sogni, che tutti noi sperimentiamo ogni sera:

> che li occhi per vaghezza ricopersi,
> e 'l pensamento in sogno trasmutai [Pg, 18/145-146]

Due versi che aprono un mondo, al quale rimandiamo con la lettura dell'affascinante libro di Giulio Tononi *PHI. Un viaggio dal cervello all'anima* (Codice, 2017), in buona parte ispirato alla *Divina Commedia* e con un protagonista d'eccezione: Galileo Galilei.

Nella corporeità infine trova massima espressione quell'alternarsi di registro alto e registro basso che ai tempi di Dante era del tutto normale e quotidiano. Versi come «*vidi un col capo sì di merda lordo*» [Inf, 18/116], «*che là si graffia con l'unghie merdose*» [Inf, 18/131], «*diventaron lo membro che l'uom cela*» [Inf, 25/116], «*la corata pareva e 'l tristo sacco | che merda fa di quel che si trangugia.*» [Inf, 28/26-27], «*…quindi poscia geme | sovr'altrui sangue in natural vasello.*» [Pa, 25/44-45] raramente vengono affrontati a scuola, ma sono importanti per capire il poema e il mondo nel quale affonda le proprie radici: quello reale e corporale, anche se teso al "Bene supremo". Con una consapevolezza:

> Tu nota; e sì come da me son porte,
> così queste parole segna a' vivi
> del viver ch'è un correre a la morte. [Pg, 33/52-54]

Commedia numerica

Nella *Commedia* Dante usa i numeri spesso in senso numerologico, secondo le diffuse regole simboliche elaborate da Ugo di San Vittore (1096–1141), chiarissime ai lettori suoi contemporanei.

La **numerologia è una pseudoscienza**, naturalmente, ma i numeri sono alla base dell'aritmetica e delle nostre vite tecnologiche, nonché nella struttura nascosta della *Commedia*. Ai nostri occhi il tutto ci appare come un elaboratissimo gioco numerico per rappresentare la perfezione non solo di Dio e del creato, ma anche del poema dantesco stesso.

La Divina commedia è composta da 3 cantiche:*Inferno*, *Purgatorio* e *Paradiso*.

Ogni cantica è composta da 33 canti, a parte Inf. che ne ha 33 + 1 di introduzione.

Quindi in totale abbiamo 100 canti per un totale di 14.233 versi (Inf 4720, Pg 4755, Pa 4758).

Il 33 rappresenta gli anni della morte di Cristo, ed è anche l'accostamento di due 3, mentre il 100 è 10 volte 10.

Ogni canto è composto da versi endecasillabi in terzine (3 versi) con uno schema di rima ABA BCB CDC etc. Il numero dei versi in ogni canto è variabile, da un minimo di 115 a un massimo di 160.

Una cosa interessante che non tutti notano è questa: andate alla fine di un qualsiasi canto della Commedia. Leggete il numero dell'ultimo verso. Sommate le singole cifre: il risultato sarà sempre, invariabilmente: 7, 10 o 13.

Inoltre, l'Inferno è formato da 9 cerchi più la selva (10); il Purgatorio da 7 cornici, più antipurgatorio e Paradiso terrestre che formano così 9 zone, ma con la spiaggia arriviamo a 10; il Paradiso è formato da 9 cieli mobili racchiusi da un decimo cielo, l'Empireo. Ci sono poi molte altre occorrenze, per esempio 3 sono le donne che aiutano Dante: la Vergine, Santa Lucia, Beatrice.

Come si vede, tornano sempre gli stessi numeri:

- **1**: il "motore primo", la perfezione, l'origine di tutto, Dio.
- **3**: la trinità, Dio uno e trino.
- **7**: la perfezione umana, il cui corpo è suddiviso in sette zone. È anche il numero complessivo di pianeti del sistema solare (per Dante), dei vizi capitali, dei giorni della settimana, dei giorni complessivi del viaggio di Dante nell'aldilà, dei giorni in cui Dio ha creato il mondo secondo la *Genesi*. Quando Dante inizia il suo viaggio ha 35 anni, che è la metà di 70, cioè (idealmente) la durata perfetta di una vita umana composta, come dice il *Salmo 89*, da 10 cicli di 7 anni.
- **9**: il quadrato di 3, il cambiamento attraverso una crescita perfetta grazie all'ispirazione; non è un caso che sia un numero importante nella struttura topologica dei luoghi delle 3 cantiche.
- **10**: la totalità della realtà rappresentata, i 10 comandamenti, come 10 sono le dita delle mani. Numero sacro per i pitagorici, 10 sono i cicli settennali della vita umana (vedi numero 7).

Chi vuole approfondire i numeri da un punto di vista differente può leggere l'appassionante libro di Daniel Tammet*La poesia dei numeri. Come la matematica mi illumina la vita* (Zanichelli, 2014).

Commedia aritmetica

Al di là dell'uso simbolico dei numeri, ci sono alcuni riferimenti di più stretta natura aritmetica. Come dice Cacciaguida al personaggio Dante:

> Tu credi che a me tuo pensier mei
> da quel ch'è primo, così come raia
> da l'un, se si conosce, il cinque e 'l sei [Pa, 15/55-57]

Cioè: sei convinto che il tuo pensiero si riveli a me direttamente da Dio, principio di tutto, così come conoscere l'unità – l'uno – porta a conoscere tutti gli altri numeri. Infatti da 1 si ha n + 1, etc.

Ma Dante non si ferma all'unità, avventurandosi in numeri ben più sorprendenti. Tutti conosciamo gli scacchi, e grazie alla serie *La regina degli scacchi* c'è stata una crescita impressionante di nuovi appassionati. Bene: gli scacchi hanno 64 caselle, 32 bianche e 32 nere.

> L'incendio suo seguiva ogne scintilla;

> ed eran tante, che ’l numero loro
> più che ’l doppiar de li scacchi s’immilla. [Pa, 28/91-93]

Siamo nel Primo mobile, ci stiamo avvicinando ai cori angelici. Gli angeli sono così tanti che sembrano le scintille di un incendio. Anzi, sono molti di più: più della progressione che avremmo moltiplicando per mille a ogni casella della scacchiera.

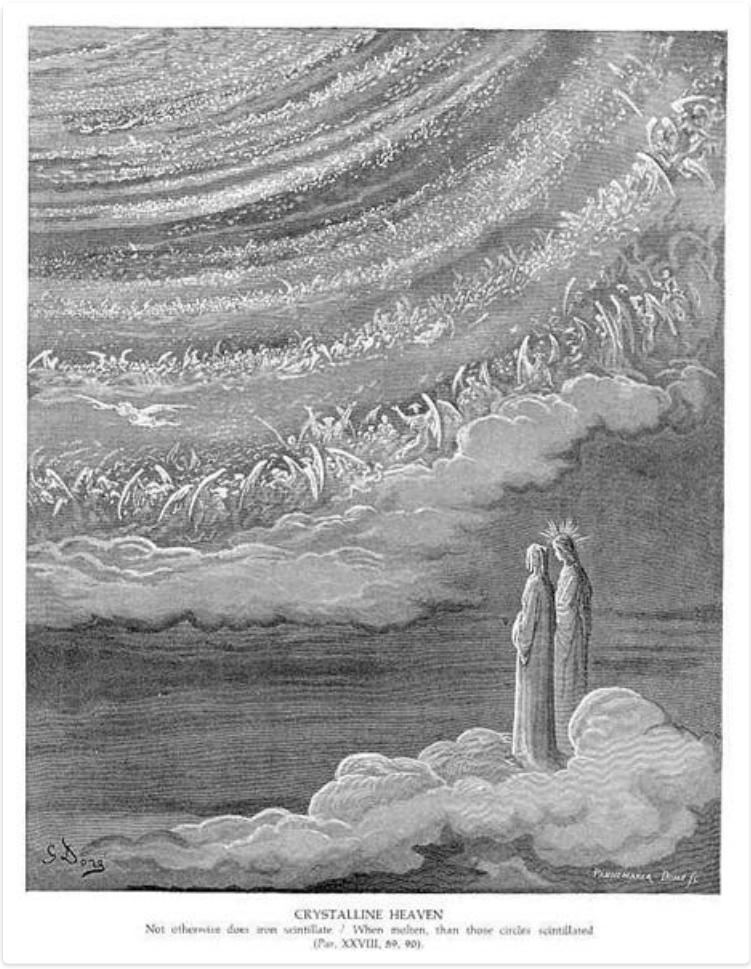
Dante si riferisce alla leggenda dell’inventore degli scacchi Sissa Nassir il quale, al re di Persia che gli domandò come avrebbe potuto ricompensarlo per aver inventato un gioco così bello, chiese un chicco di riso (o di grano) per la prima casella, due chicchi per la seconda, quattro per la terza, otto per la quarta, sedici per la quinta, etc.

La richiesta non fu apprezzata dal re, che decapitò Sissa e il suo poco apprezzato “umorismo algebrico”. Chiederà lo sprovveduto: perché mai?

Perché probabilmente non sarebbe bastato tutto il riso (o il grano) del mondo… Infatti, di raddoppio in raddoppio, alla 64ª casella arriviamo all’incredibile cifra di 18.446.744.073.709.551.615 chicchi, detto altrimenti $1{,}8447 \cdot 10^{19}$!

Se disponessimo questi chicchi sull’intera superficie terrestre (oceani compresi) avremmo – come ha calcolato Bruno D’Amore – 3,62 chicchi per *ogni* centimetro quadrato del pianeta!

Questo se seguiamo la leggenda, perché se seguiamo Dante non dobbiamo semplicemente raddoppiare a ogni casella, bensì “immillare”, cioè moltiplicare per mille! Ecco così che avremmo 10^{189} chicchi di riso, cioè angeli. Un numero sconvolgente, ma calcolabile, che fa tutt’altro effetto rispetto a un abusato e ben poco immaginifico “*infinito*”.



Un’illustrazione di Gustave Doré che racconta i cerchi scintillanti nel canto 28 del Paradiso (immagine: wikiart)

Commedia geometrica

Secondo Dante la geometria è «bianchissima, in quanto è sanza macula d’errore e certissima» [*Convivio*, II, XIV 19]. Così come conosceva Tolomeo, **Dante conosceva Euclide**, vissuto tra il IV e il III secolo a.C. in Grecia, la cui opera più nota, gli *Elementi*, è stato libro di testo scolastico fino ad appena un secolo fa.

La prima geometria che salta agli occhi analizzando la *Commedia* è data dalle **forme degli spazi**, dei luoghi, dalla geomorfologia delle tre cantiche. L'Inferno è una profonda fossa conica a balze, a sezione triangolare, profonda fino al centro della Terra cioè, se fossimo letterali, 6371 kilometri. Dall'altra parte, oltre la burella, abbiamo in modo simmetrico il cono del monte del Purgatorio.

Uno dei primi studiosi della geometria dell'Inferno fu **Galileo Galilei**, che nel 1588 tenne *Due lezioni all'Accademia Fiorentina circa la figura, sito e grandezza dell'Inferno di Dante*, reperibile qui.

> «O cara piota mia che sì t'insusi,
> che come veggion le terrene menti
> non capere in triangol due ottusi, [Pa, 17/13-15]

Cara mia piota (pianta del piede, cioè radice, ovvero antenato, nello specifico Cacciaguida): con la stessa chiarezza con cui le menti terrene, umane, comprendono che in un triangolo non possono esserci due angoli ottusi… Infatti, come Euclide insegna da più di due millenni, la somma degli angoli interni di un triangolo è sempre di 180°. Al massimo si può avere un solo angolo che supera i 90° (dunque è ottuso), nel caso dell'ottusangolo, mai due. (Vedremo più avanti il seguito di questa terzina.)

Ma il geometra supremo non è Euclide, bensì Dio:

> Poi cominciò: «Colui che volse il sesto
> a lo stremo del mondo, e dentro ad esso
> distinse tanto occulto e manifesto, [Pa, 19/40-42]

L'aquila parlante spiega a Dante che Dio girò il compasso (il "sesto", perché poteva essere aperto fino a 1/6 di cerchio, cioè 60°) per tracciare i confini dell'universo, dentro il quale pose sia le cose segrete, nascoste, sia quelle visibili.

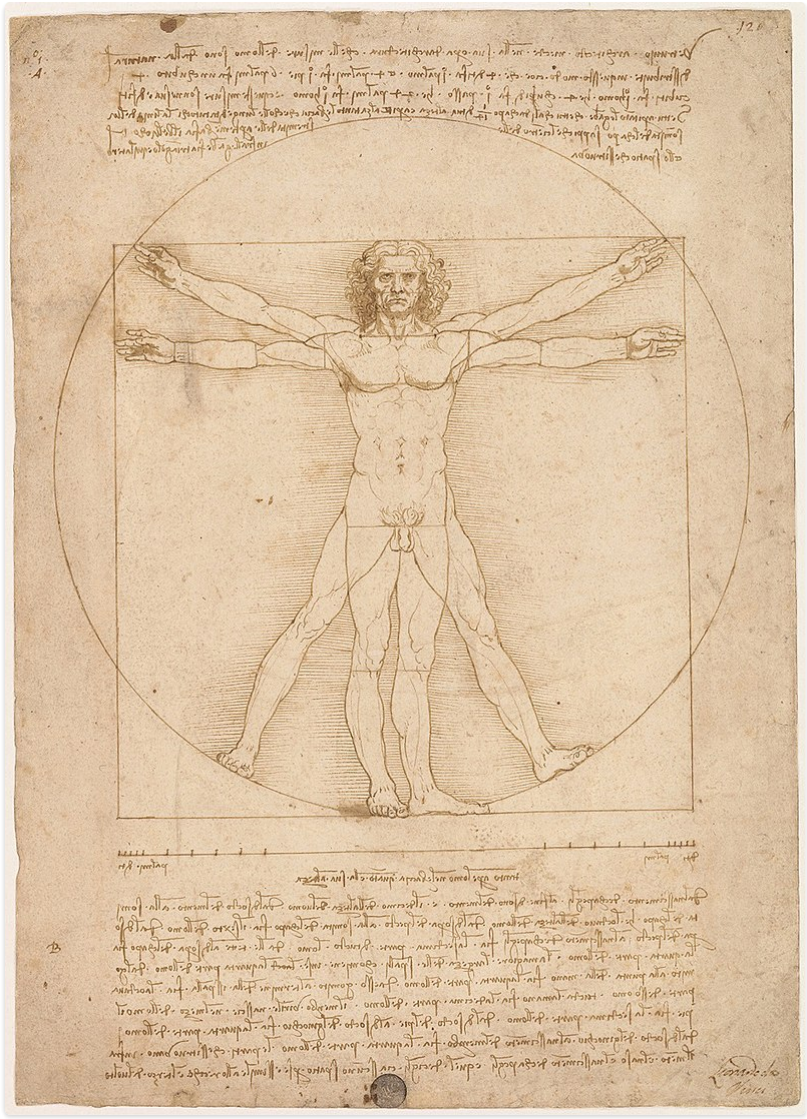
E a proposito del **compasso**, arriviamo al brano geometrico più famoso della *Commedia*:

> «Qual è 'l geometra che tutto s'affige
> per misurar lo cerchio, e non ritrova,
> pensando, quel principio ond'elli indige,
> tal era io a quella vista nova: [Pa, 33/133-136)

Come il geometra che con tutto se stesso cerca di risolvere l'insolubile **problema della quadratura del cerchio** (sottinteso: con riga e compasso), non riuscendo a trovare il principio di cui avrebbe bisogno per risolverlo, cioè il rapporto tra il diametro e la circonferenza, così ero io di fronte a quella nuova e straordinaria visione.

Per millenni i matematici hanno tentato di risolvere il problema della quadratura del cerchio, cioè della costruzione di un quadrato che abbia la stessa identica area (o anche il perimetro) di un dato cerchio con il solo utilizzo di riga e compasso. Il punto finale alla vicenda lo appose Ferdinand von Lindemann nel 1882, dimostrando che π, il pi-greco, è un numero trascendente, cioè non algebrico, quindi non costruibile: il problema è effettivamente insolubile!

Possiamo però risolverlo senza riga e compasso. Poiché l'area del cerchio è πr^2, il lato del quadrato deve essere $\pi\sqrt{r}$. Abbiamo perciò bisogno del numero trascendente.



Da notare la costruzione geometrica del famoso disegno di Leonardo da Vinci L'uomo vitruviano (1490), effige peraltro delle monete italiane da 1 euro. Vuole rappresentare la perfezione del corpo umano, il quale può essere inscritto in un cerchio (la perfezione di Dio) e in quadrato di uguale area, la perfezione della Terra. (immagine: wikipedia)

Proprio perché la geometria è «bianchissima, in quanto è «sanza macula d'errore e certissima», è a lei che Dante affida la fine del suo viaggio e del poema, immaginandosi Dio come tre cerchi concentrici, colorati e riflessi.

Come sostiene Piergiorgio Odifreddi, abbiamo dovuto attendere la matematica del Novecento per capire la forma del Paradiso, che a quanto pare è una ipersfera, cioè una sfera a quattro dimensioni rappresentata in uno spazio a tre dimensioni. Poiché è impossibile da immaginare per i nostri sensi e ampiamente fuori dalla mia portata, rimando alle pagine di Piergiorgio Odifreddi (*La repubblica dei numeri*, Raffaello Cortina editore, 2002, pp. 132-133; *Il computer di Dio*, Raffaello Cortina editore, 2000, pp. 113-115).

Commedia meteorologica

Fra i vari riferimenti alla nebbia, al vento, alla neve, colpisce in particolare questa terzina sulla pioggia:

> Ben sai come ne l'aere si raccoglie
> quell'umido vapor che in acqua riede,
> tosto che sale dove 'l freddo il coglie. [Pg, 5/109-111]

Una terzina che sintetizza il **ciclo dell'acqua** con precisione, mutuandolo probabilmente dal trattato*Meteorologica* di Aristotele (IV secolo a.C.). Nell'aria si raccoglie il vapore acqueo evaporato grazie al calore del sole che colpisce le masse d'acqua terrestri. Salendo, il vapore caldo incontra le correnti fredde e dal loro scontro/incontro si generano le

precipitazioni piovose.

All’inizio di Inf, 24 (un canto dibattuto fra i critici per lo scostamento stilistico dal resto della cantica, una sorta di pausa, di vacanza dall’orrore) Dante descrive il «villanello» che dovendo portare le bestie al pascolo si dispera per tutto quel bianco che ricopre la campagna. Ma il ragazzo si sbaglia, perché non è neve:

> quando la brina in su la terra assempra
> l’imagine di sua sorella bianca,
> ma poco dura e la sua penna tempra; [Inf, 24/4-6]

La “tempera” della penna con cui la brina imbianca il paesaggio imitando la neve dura poco: ai primi raggi del sole svanisce, e il villanello può uscire tranquillamente nei pascoli con le sue bestie.

La brina non va confusa con altri fenomeni atmosferici simili. Dallo*Zingarelli 2022*:

- *brina*: deposito di cristalli di ghiaccio sul terreno nelle notti molto fredde per solidificazione del vapore acqueo;
- *galaverna*: sottile strato di ghiaccio che si forma su oggetti esposti al freddo intenso; è costituita da granuli provenienti da rapido congelamento di piccolissime gocce d’acqua sopraffuse;
- *gelicidio*: fenomeno per cui uno strato di ghiaccio, sottile e vetroso, si forma immediatamente su superfici a temperatura inferiore a zero gradi colpite da pioggia.

Nel primo caso serve il semplice vapore, nel secondo serve la nebbia, nel terzo (più raro) la pioggia.

C’è poi, nell’idillico e dottrinale canto 28 del Purgatorio, una descrizione della montagna del Paradiso terrestre, tanto alta da superare la zona delle tempeste, secondo la tripartizione aristotelica del cielo:

> Perché ’l turbar che sotto da sé fanno
> l’essalazion de l’acqua e de la terra,
> che quanto posson dietro al calor vanno,
> a l’uomo non facesse alcuna guerra,
> questo monte salìo verso ’l ciel tanto,
> e libero n’è d’indi ove si serra. [Pg, 28/97-102]

Quindi i vapori e le esalazioni salgono con il calore del Sole: come sappiamo questo è corretto, l’aria calda è più leggera della fredda, a causa della minore densità, e sale verso l’alto: un fenomeno alla base del funzionamento dei palloni aerostatici e delle correnti ascensionali utilizzate dagli uccelli migratori, i quali quando sorvolano il mare (per loro pericolosissimo) passano di proposito sopra ogni isola disponibile, poiché la terra, al contrario del mare, assorbe e restituisce calore, dunque provvidenziali correnti ascensionali.

L’incontro fra aria calda umida e aria fredda secca genera il vapore acqueo e le piogge (zona delle tempeste per Aristotele). Ma oltre, nella stratosfera (tra gli 8.000 e i 20.000 metri) l’aria è sempre stabile, gelida e tersa.

Ma in queste due terzine c’è un altro elemento che salta agli occhi.

Commedia malarica

Salta agli occhi la fuga verso l’alto dall’«essalazion de l’acqua e de la terra» che il Paradiso terrestre garantisce, poiché questa “esalazione” “turba” lo strato inferiore nel quale viviamo recando danno e molestia (“guerra”) agli esseri umani. È come dicono i commentatori, che Dio ha creato il Paradiso terrestre per sfuggire a questi turbamenti che hanno origine dalla dottrina di Aristotele? O possiamo azzardare l’ipotesi che qui Dante si stia riferendo molto più precisamente a un morbo che faceva parte della quotidianità di tutti, al tempo, cioè alla **malaria**?

Non ho trovato occorrenze di questa interpretazione, ma chiunque abbia letto l’illuminante libro di Mark Snowden *La conquista della malaria. Una modernizzazione italiana 1900-1962* (Einaudi, 2008) troverà questa ipotesi non troppo campata… in aria.

Già il fatto che uno storico di Yale abbia scritto della malaria in Italia la dice lunga su quanto rilevante sia stato questo argomento nel nostro passato (fra le cause principali dell’emigrazione degli italiani all’estero), e quanto poco considerato sia nella nostra storiografia.

La malaria è una malattia infettiva provocata da protozoi del genere *Plasmodium* (la forma più grave è legata a *Plasmodium falciparum*) e trasmessa da un vettore, le zanzare del genere *Anopheles* (ai tempi di Dante, ovviamente, non si sapeva nulla di tutto ciò).

Come disse il premio Nobel per la medicina Ronald Ross (1857-1932), una nazione fortemente malarica non può progredire. In altre parole, nei Paesi dove c’è la malaria non può esserci sviluppo, perché i suoi effetti sulla popolazione e sulla forza-lavoro sono devastanti, ed ecco quindi povertà diffusa, sottosviluppo, emigrazioni di massa. Per descrivere i suoi effetti a livello individuale, invece, usiamo il talento e l’esperienza di prima mano del reporter e scrittore polacco Ryszard Kapuściński (1932-2007):

> Che colpo, che scossa! In men che non si dica sentiamo freddo, ma un freddo atroce, penetrante, insopportabile. Cominciamo a battere i denti, a tremare, a sussultare, sentendo perfettamente che non si tratta di un tremito già provato in altre circostanze, per esempio l’inverno che congelammo, ma di scosse e convulsioni che ci scrollano violentemente e che stanno per farci a pezzi. […]
> I più disgraziati di tutti sono quelli che hanno un attacco di malaria senza niente con cui coprirsi. Se ne vedono spesso lungo le strade, nella boscaglia o nelle capanne: sdraiati per terra semisvenuti, madidi di sudore, ottenebrati, il corpo ritmicamente scosso dalle ondate di convulsioni. Ma anche dopo essere stati avvolti in dozzine di coperte, giubbe e cappotti, battiamo ugualmente i denti e gemiamo di dolore, perché sentiamo che il freddo non viene dall’esterno (dove il termometro segna 40 gradi all’ombra), ma da noi stessi; che quella Groenlandia e quello Spitzbergen sono in noi e che tutti quei blocchi e lastre e iceberg di ghiaccio li abbiamo nelle vene, nei muscoli, nelle ossa. […]
> Dopo un violento attacco di malaria sei un rottame. Giaci in una pozza di sudore, hai la febbre alta, non riesci a muovere un dito. Sei tutto un dolore, hai la nausea, ti gira la testa. Sei stremato, debole, molle. Se qualcuno ti prende in braccio per trasportarti, sembri un sacco di cenci senza ossa né muscoli. E dovranno passare molti giorni prima che tu possa rimetterti in piedi.
> Ogni anno in Africa la malaria colpisce decine di milioni di persone e, nelle zone di acquitrini e paludi dove più imperversa, uccide un bambino su tre. [R. Kapuściński, *Ebano*, Feltrinelli 2000, pp. 54-55]

Ancora oggi la malaria *ogni anno* fa circa mezzo milione di morti su un numero di contagiati che supera i 220 milioni. In Italia la malaria era talmente la norma che in tutto il mondo, oggi, usano proprio questa parola, “malaria”, coniata a Venezia nel XVI secolo.

Gli effetti della malaria compaiono nella *Commedia* per descrivere l’orrore dell’ultima parte delle Malebolge, con l’immagine e la puzza degli ospedali dove in estate, al colmo dell’epidemia, erano ricoverati i malati:

> Qual dolor fora, se de li spedali
> di Valchiana tra ’l luglio e ’l settembre
> e di Maremma e di Sardigna i mali

> fossero in una fossa tutti ’nsembre,
> tal era quivi, e tal puzzo n’usciva
> qual suol venir de le marcite membre. [Inf, 28/46-51]

La malaria ha cambiato anche il nostro paesaggio: la gran parte dei borghi arroccati sulle montagne che vediamo ancora oggi furono infatti fondati proprio per sfuggire a questa malattia (nelle alture non ci sono zanzare), che si pensava fosse trasmessa dai miasmi esalati dalla terra e dall’acqua (veniva chiamata anche paludosi) durante l’estate, con il caldo, per poi mitigarsi e sparire con il fresco. Proprio come scritto da Dante:

> l’essalazion de l’acqua e de la terra,
> che quanto posson dietro al calor vanno,
> a l’uomo non facesse alcuna guerra [Pg, 28/98-100]

Come l’amico Guido Cavalcanti, Dante morì probabilmente di malaria – contratta si presume nelle Valli di Comacchio – nella notte tra il 13 e il 14 settembre 1321, alla veneranda età di 56 anni.

Commedia (astro)fisica

Nella *Commedia* ci sono alcuni riferimenti interessanti alla fisica moderna e Dante, sebbene influenzato da Aristotele (per il quale la fisica inglobava anche etica e metafisica), era consapevole che questa scienza si occupa di corpi in movimento e del loro cambiamento di stato.

Al termine della cantica dell’Inferno i due esploratori si trovano al centro della Terra, dove ha origine la **gravità**:

> quand’io mi volsi, tu passasti ’l punto
> al qual si traggon d’ogne parte i pesi. [Inf, 34/110-111]

E poco prima:

> E mentre ch’andavamo inver lo mezzo
> al quale ogne gravezza si rauna [Inf, 32/73-74]

Per la filosofia tolemaica il centro della Terra – *«in sé stabile e fissa in sempiterno»* [*Convivio*, III, V, 7] – era anche il centro dell’universo, così come appena un secolo fa si pensava erroneamente che la Via Lattea fosse l’universo intero. È dunque vero che la massa terrestre, deformando lo spaziotempo, attira a sé tutti i gravi, così come l’enorme massa del Sole, deformando lo spaziotempo, crea “l’imbuto gravitazionale” nel quale tutti i pianeti compiono le loro orbite (moto di rivoluzione). Un’altra conferma della preparazione scientifica di Dante, anche se non poteva conoscerne le cause.

La gravità inoltre è presente nell’ascesa del Paradiso, un cielo dopo l’altro, dal basso verso l’alto, là dove si trova Dio, ovvero un punto di luce che a noi, oggi, ricorda tanto il **Big Bang**, cioè il tempo zero dell’universo dove materia ed energia sono concentrate in un unico punto.

Ma qui la faccenda si fa ancora più interessante: Dante e Beatrice salgono le sfere celesti e nonostante le distanze enormi lo fanno come se il tempo e lo spazio non esistessero:

> bene operando, l’uomo di giorno in giorno
> s’accorge che la sua virtute avanza
> sì m’accors’io che ’l mio girare intorno
> col cielo insieme avea cresciuto l’arco [Pa, 18/59-62]

> e io era con lui; ma del salire
> non m’accors’io, se non com’uom s’accorge,
> anzi ’l primo pensier, del suo venire. [Pa, 10/34-36]

Dante non si accorge del passaggio da una sfera all’altra, da un cielo all’altro, che avviene in modo istantaneo, così come nella nostra mente si presenta il pensiero. E più avanza nei cieli fisicamente, più evolve interiormente, a livello morale.

Un’immagine che viene subito in mente (come «primo pensier»…) proviene dalla fisica atomica ed è quella del **salto quantico** degli elettroni nell’atomo, dove gli elettroni saltano da un’orbita all’altra in modo discontinuo, senza passaggi intermedi. Una forzatura, certo, ma non dimentichiamo che nell’universo il molto grande e il molto piccolo si equivalgono…

Un’altra cosa che viene in mente è la dibattuta e molto indagata correlazione tra la fisica quantistica e la complessità strutturale dei sistemi biologici, di cui il cervello umano è l’esempio più misterioso, indagato e affascinante. Ne parla Peppe Liberti in questo articolo sulla rivista Il Tascabile.

Più vicine alla fisica classica alcune notazioni su fenomeni osservabili e verificabili:

> Dal centro al cerchio, e sì dal cerchio al centro,
> movesi l’acqua in un ritondo vaso,
> secondo ch’è percosso fuori o dentro [Pa, 14/1-3]

Oppure:

> Per entro sé l’etterna margarita
> ne ricevette, com’acqua recepe
> raggio di luce permanendo unita. [Pa, 2/35-36]

Come l’acqua riceve («recepe») un raggio di luce senza disgregarsi, senza averne danno. A meno che non sia un laser, acronimo di «light amplification by stimulated emission of radiation», cioè un «*dispositivo che permette di ottenere fasci molto concentrati di luce, generando radiazioni elettromagnetiche di uguale frequenza e in fase fra loro*».

Il laser è stato teorizzato nel 1917 da Albert Einstein e costruito per la prima volta nel 1953: se dirigessimo il suo fascio di fotoni verso l’acqua, quest’ultima non “permarrebbe unita”.

> «O cara piota mia che sì t’insusi,
> che come veggion le terrene menti
> non capere in triangol due ottusi,
> così vedi le cose contingenti
> anzi che sieno in sé, mirando il punto
> a cui tutti li tempi son presenti; [Pa, 17/13-18]

Abbiamo già visto la prima terzina nel capitoletto *Commedia geometrica*, ora analizziamo anche quella seguente, dove troviamo un misterioso quanto affascinante riferimento al “punto in cui tutti i tempi sono presenti”. Dov’è che possiamo azzardarci a dire che il tempo non esiste? Per esempio nell’istante iniziale del Big Bang. Oppure all’interno di un buco nero.

I **buchi neri** sono stati previsti (come il Big Bang) dalla relatività generale di Albert Einstein (sempre lui), e oggi non sono più oggetti cosmici teorici, bensì reali. Sono (come il Big Bang) **singolarità** gravitazionali, cioè punti dove la curvatura dello spaziotempo tende all’infinito. La gravità nel «punto» centrale di un buco nero è così elevata che da questo corpo celeste non può fuoriuscire nulla, nemmeno la luce. In quel «punto» di singolarità, perciò, il tempo a tutti gli effetti non esiste, e «tutti li tempi son presenti».

L'immagine dell'orizzonte degli eventi del buco nero supermassiccio al centro della galassia Messier 87 (immagine: wikipedia)

Invece in prossimità dell'orizzonte degli eventi (il margine della singolarità), come ci mostra il film *Interstellar* di Christopher Nolan, il tempo "scorre", ma molto, molto più lentamente rispetto a corpi celesti con campi gravitazionali minori, come il Sole. O la stessa Terra, sulla quale è stato verificato sperimentalmente che il tempo scorre a velocità diverse in base alla distanza dal suo centro, ovvero il «punto al qual si traggon d'ogne parte i pesi». Più lento in pianura, più veloce in montagna o in aereo.

Sulla natura (e l'inesistenza) del **tempo** rimandiamo naturalmente a Carlo Rovelli, *L'ordine del tempo* (Adelphi, 2017).

Commedia astronomica

L'astronomia è una delle scienze più antiche della storia e comune alle principali civiltà del mondo, dagli egizi ai maya. Fin dalle origini, lo studio degli astri aveva anche forti connotazioni religiose e astrologiche, ma in Dante se ne possono estrarre elementi scientifici in senso moderno.

Come risulta, Dante aveva studiato il libro *Elementa astronomica* scritto dall'astronomo arabo del IX secolo Al-Farghani (italianizzato in Alfragano). Qui aveva imparato che il diametro del Sole era di 53.000 km (in realtà è di 1.391.000 km), che il diametro della Terra all'equatore è 9587 km (in realtà è 12.756 km) e che esistono in tutto **1040 stelle**, che sono comunque molte di più delle 15-20 stelle visibili oggi in una normale città a causa dell'inquinamento luminoso.

Si evince per gli studiosi del passato la difficoltà di conoscere le cose lontane, ma di riuscire ad avere un buon grado di approssimazione per le cose terrene. Un errore del 25% sul diametro della Terra non è così importante, a ben pensarci.

Nonostante l'errore nella stima delle reali dimensioni del **Sole**, e nonostante nell'universo tolemaico sia il Sole a ruotare attorno alla terra, insieme agli altri pianeti, Dante è consapevole della sua importanza vitale:

> Lo ministro maggior della natura,
> che del valor del cielo il mondo imprenta,
> e col suo lume il tempo ne misura. [Pa, 10/28-30]

> Quegli ch'è padre d'ogni mortal vita. [Pa, 22/116]

In effetti, come si impara fin da bambini, la vita sulla Terra è possibile prima di tutto grazie al Sole, stella di dimensioni medio-piccole classificata come nana gialla.

La Terra – «*L'aiuola che ci fa tanto feroci*» [Pa, 22/151] – grazie alla casuale inclinazione del piano terrestre di 23° 27′ rispetto alla perpendicolare al piano dell'eclittica, forse causata dall'impatto con uno o più meteoriti in tempi remotissimi, al moto di rivoluzione intorno al Sole e all'ottimale distanza fra i due corpi celesti, ci offre zone temperate e stagioni.

Per quanto riguarda la **Terra**, invece, vediamo Dante rispondere per le rime... ai terrapiattisti:

> Col viso ritornai per tutte quante
> le sette spere, e vidi questo globo
> tal, ch'io sorrisi del suo vil sembiante;
> e quel consiglio per migliore approbo
> che l'ha per meno; e chi ad altro pensa
> chiamar si puote veramente probo. [Pa, 22/133-138]

La Terra non è piatta, lo sapevano anche gli antichi: è un piccolo sassolino disperso nel vuoto cosmico, ed è davvero poca cosa rispetto alla vastità dell'universo. L'invito di Dante (e prima di Cicerone) è di disprezzarla in favore del cielo, cioè di Dio. Dopo secoli, abbiamo visto che questa è una strategia fallimentare, come ci ricordano gli studi mondiali sul cambiamento climatico e, più in piccolo, lo Speciale Antropocene dell'Aula di Scienze.

Un'altra conferma la troviamo nelle famosissime parole che Ulisse rivolge ai suoi marinai:

> a questa tanto picciola vigilia
> d'i nostri sensi ch'è del rimanente,
> non vogliate negar l'esperienza,
> di retro al sol, del mondo sanza gente.
> Considerate la vostra semenza:
> fatti non foste a viver come bruti,
> ma per seguir virtute e canoscenza. [Inf, 26/114-120]

Fra i versi più famosi della Commedia, oggi lo consideriamo un inno a coltivare la curiosità e a spostare sempre più lontano i limiti della conoscenza umana. Per Dante però il significato era opposto: gli uomini non possono farcela senza la Rivelazione di Dio. Al di là di questo, da notare due curiosità geografiche interessanti, celate nei versi che precedono la famosa terzina.

Oltre alla conferma che la Terra è sferica e ha due emisferi, l'emisfero sconosciuto «di retro al sol» è un mondo disabitato, «sanza gente», poiché si riteneva che l'emisfero sud della Terra fosse senza vita, interamente ricoperto dalle acque.

Abbiamo viaggiato dal Sole alla Terra. Ora andiamo dalla Terra al suo satellite naturale, la **Luna** (sulla quale, come specie umana, torneremo in questo decennio per importanti progetti di colonizzazione spaziale).

Scrive Karl Popper nel 1982 (*Poscritto alla Logica della scoperta scientifica*): «*La teoria lunare delle maree fu storicamente un frutto della tradizione astrologica. Prima che Newton la accettasse, essa era rifiutata dalla maggior parte dei razionalisti come un esempio di superstizione astrologica*.»

Scrive Dante sette secoli prima:

> E come 'l volger del ciel de la luna
> cuopre e discuopre i liti senza posa [Pa, 16/82-83]

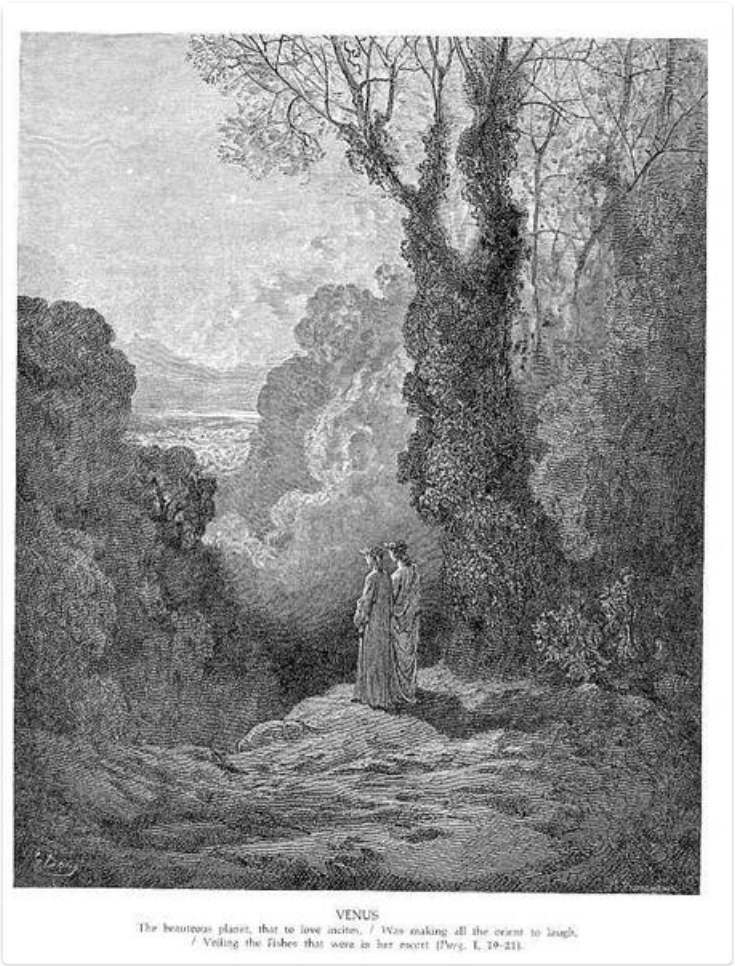
Ossia: come il moto della Luna nel cielo, che con la sua massa copre e ricopre – con il flusso e il riflusso – le coste, con l'alta e la bassa marea. Ed è proprio così. Nonostante la Luna abbia una massa circa 80 volte più piccola di quella terrestre, è lei che produce le maree, benché anche il Sole svolga un ruolo importante. Esistono ampiezze di marea (differenza tra alta e bassa marea) che possono raggiungere i 20 metri, come nella Baia di Fundy in Canada.

Ci sono poi due riferimenti interessanti al pianeta Venere:

> Lo bel pianeto che d'amar conforta
> faceva tutto rider l'oriente [Pg, 1/19-20]

> pigliavano il vocabol de la stella
> che 'l sol vagheggia or da coppa, or da ciglio. [Pa, 8/11-12]

Prima viene definito pianeta, poi stella, così come nella cultura popolare Venere viene chiamata “stella della sera” o “stella del mattino”. Si tratta del secondo oggetto più luminoso in cielo, secondo solo alla Luna, grazie alla sua superficie ricoperta di nubi di acido solforico che riflettono la luce del Sole.



Venere nell’illustrazione del primo canto del Purgatorio di Gustave Doré (immagine: wikiart)

A proposito di stelle: ognuna delle tre cantiche finisce proprio con questa parola plurale. Una scelta che sottolinea la graduale ascesa, la verticalità – sia fisica che morale – del viaggio di Dante, che parte dall’orrore e arriva a quel punto di singolarità che è Dio, pura luce senza tempo.

- «e quindi uscimmo a riveder le stelle.» [Inf]
- «puro e disposto a salire a le stelle.» [Pg]
- «l’amor che move il sole e l’altre stelle.» [Pa]

Le stelle: sono circa 300 miliardi solo nella nostra galassia, la Via Lattea. Si pensa che nell’universo ci siano non meno di 2000 miliardi di galassie; alcune di queste sono costituite da 100.000 miliardi di stelle ciascuna… Ne abbiamo fatta di strada, dalle 1040 stelle di Alfragano e di Dante, ma ancora molto rimane da scoprire.

Se ci pensiamo, però, le stelle rappresentano anche qualcosa di altro rispetto ai mirabolanti numeri di un universo vasto ai limiti estremi del comprensibile. Per esempio tutto ciò che noi umani non conosciamo: i misteri dell’universo, dell’origine della vita e di noi stessi, composti di atomi stellari e capaci di interrogarci e cercare le risposte grazie a un metodo che ci siamo inventati, quello scientifico, che finora si è dimostrato il migliore possibile per tentare di ridurre le tenebre dell’ignoranza.

Quegli stessi misteri che Dante ha tentato di indagare «*sovramagnificentissimamente*» con la poesia, attraverso il più grande poema della storia umana, e che la scienza tenta di svelare da secoli, giorno dopo giorno, fra mille domande che spingono la stolta e adorabile umanità sempre più avanti nella conoscenza. Con lo sguardo rivolto all’insù, per sempre colmi di meraviglia, come eterni bambini che guardano le stelle.

Un’immagine della Via Lattea (immagine: NASA)

Per scrivere questo articolo ho consultato i seguenti libri:

- ***La Divina Commedia*** *(3 voll.), di Dante Alighieri, a cura di Natalino Sapegno (La Nuova Italia, 1992).*
- ***Dante e la scienza****, a cura di Patrick Boyde e Vittorio Russo (Longo Editore Ravenna, 1995)*
- ***Convivio****, di Dante Alighieri*
- ***Prontuario dantesco****, di Damiano Zago (Roma, 1980)*
- ***Enciclopedia dantesca*** *(Treccani, 1970-1978)*
- ***Dante: guida alla Divina Commedia****, di Giorgio Inglese (Carocci, 2002)*
- ***The Doré Illustrations for Dante’s Divine Comedy****, di Gustave Doré (Dover Publications, 1976)*
- ***Lo Zingarelli 2022, vocabolario della lingua italiana****, a cura di Mario Cannella e Beata Lazzarini (Zanichelli, 2021)*

Per chi vuole conoscere meglio Dante Alighieri consiglio la lettura dei seguenti libri, tutti ottimi e interessanti per gli studenti, in ordine di difficoltà (leggermente) crescente:

- Luigi Garlando, *Vai all’inferno, Dante!* (Rizzoli, 2020)
- Chiara Mercuri, *Dante. Una vita in esilio* (Laterza, 2018)
- Alessandro Barbero, *Dante* (Laterza, 2020)
- Marco Santagata, *Dante. Il romanzo della sua vita* (Oscar Mondadori, 2012)

Ringrazio Emanuela Pulvirenti, curatrice di Didatticarte, per la preziosa consulenza relativa agli oggetti rappresentati nel dipinto di Vasari.

Ringrazio Danilo Cinti per l’attenta rilettura dell’articolo. Lo fa sempre, e benissimo, ma questa volta ancora di più.

TAG abete, acqua, adrenalina, alberi, Albert Einstein, alchimia, Alessandro Barbero, Alfragano, anasarca, anatra, Andrea Muzii, animali, api, apidi, Aristotele, aritmetica, arte, astrofisica, astronomia, autunno, Beatrice, Big Bang, biscia, botanica, brina, Bruno D’Amore, buchi neri, buco nero, campo gravitazionale, cane, Carlo Rovelli, Chiara Mercuri, ciclo dell'acqua, cicogna, Cino da Pistoia, clima, Codice edizioni, Commedia, Convivio, corismo, coscienza, cosmologia, Damiano Zago, Daniel Tammet, Dante, Dante Alighieri, defogliazione, Desmond Morris, Divina commedia, Donato Grasso, edema, Einaudi, Eneide, Epistola a Cangrande, etologia, Euclide, falco, falconeria, Federico Zeri, Feltrinelli, Ferdinand von Lindemann, filosofia, filosofia naturale, fisica, fisica classica, fisica quantistica, fisiologia, formiche, forze di marea, Francesco Petrarca, galaverna, Galileo Galilei, gelicidio, geografia, geometria, Geometria euclidea, Giorgio Inglese, Giorgio Vasari, Giovanni Boccaccio, Giulio Tononi, gravità, gravitazione, gru, Guido Cavalcanti, Guittone d’Arezzo, Gustave Doré, idropisia, Il formicaio intelligente, il Tascabile, Inferno, Isaac Newton, John Berger, Kapuscinski, Karl Popper, laser, Laterza, Leonardo da Vinci, lo Zingarelli, Longanesi, Longo Editore, luce, Luigi Garlando, Luna, malaria, Marco Santagata, maree, Mark Snowden, matematica, medicina, medioevo, memoria, memorizzazione, meteo, meteorologia, migrazione uccelli, mirmecologia, mnemotecnica, Mondadori, Natalino Sapegno, natrice, numeri, numeri complessi, numeri naturali, numeri trascendenti, numerologia, obiettiv, Obiettivo 15 - Vita sulla Terra, Obiettivo 4 - Istruzione di qualità, ornitologia, Paradiso, Paradiso terrestre, Patrick Boyde, paura, Peppe Liberti, Pier della Vigna, Piergiorgio Odifreddi, plasmodium, poesia, polisemia, predazione, Publio Virgilio Marone, Purgatorio, quadratura del cerchio, Raffaello Cortina editore, ramarro, rana, rapaci diurni, relatività generale, Rizzoli, Ryszard Kapuściński, sapere, scacchi, scienza, Sei poeti toscani, serpente, singolarità, Sissa Nassir, sole, sonno, spaziotempo, stelle, tempo, teoria dei loci, terra, uccelli, Ulisse, Uomo vitruviano, usignolo, Venere, Virgilio, Vittorio Russo, volo negli uccelli, Zanichelli, zanzare