

LIBERA CATTEDRA
DI STORIA DELLA CIVILTÀ FIORENTINA
(UNIONE FIORENTINA)

IL TRECENTO



SANSONI · FIRENZE

FRANCESCO SEVERI

DANTE E LA SCIENZA DEI SUOI
E DEI NOSTRI TEMPI

Dante vi perdoni. Così risposi quando gentilmente m'invitarono a tenere questo discorso.

La mia esitanza era dovuta a una specie di reverente timore ad accostarmi alla grandezza di Dante, timore ben giustificato in un matematico recidivo in peccati di questo genere un po' letterari, un po' filosofici e un po' scientifici. Ma così grosso non lo avevo finora commesso.

Se dunque l'ombra corrucciata dell'Alighieri si muovesse a sdegno, non io, ma i dirigenti dell'Ente benemerito, che mi ha invitato, ne dovrebbero assumere la responsabilità.

D'altronde a loro il Poeta darà più facile perdonanza che non a me aretino, di quella terra cioè che non seppe riuscirgli gradita neppure quando lo ospitò esule di parte guelfa bianca, dopo che circa un decennio prima egli aveva combattuto a Campaldino contro Arezzo ghibellina, ma dove purtroppo a rendergli men lieto il soggiorno, gli gravò le spalle *la compagnia malvagia e scempia* di altri esuli fiorentini, da cui si staccò disgustato nel 1304, lasciando Arezzo per non rimetterci a quanto pare più piede.

Ad Arezzo egli non seppe forse mai perdonare, memore della irruenza delle fanterie aretine in quel sanguinoso giorno in cui gran parte della cavalleria fiorentina, in mezzo alla quale Dante combatteva, fu rapidamente appiedata. Del che a lui rimase vivo il ricordo. *Molta temenza n'ebbi* ne scrisse più tardi. Ciò non esclude ch'egli abbia potuto combattere da valoroso in quella battaglia. L'eroismo non consiste infatti nel non aver paura, ma nel saperla dominare.

I tempi non erano di certo leggiadri. Franco Sacchetti racconta che una Gherardesca, figlia del Conte Ugolino e moglie di Guido di Battifolle, passeggiava in un mattino della limpida primavera casentina presso la Chiesa di Certamondo, nella piana di Campaldino. Era con lei Manolessa, figlia di Buonconte da Montefeltro, caduto nella battaglia, andata sposa ad uno dei conti Guidi, castellani di Poppi, presso cui Dante, come si ricorda, fu a lungo ospite. A un tratto la Gherardesca esclamò: Madonna, guardate quant'è bello questo grano; son certa che il terreno sente ancora la grassezza di quei morti. Al che Manolessa: Ben è bello, madonna, ma pria che sia da mangiare voi potreste morire di fame.

Franco Sacchetti non ci dice come questo vezzoso colloquio fra le due gentildonne terminasse.

A Firenze invece, che pur lo rese dapprima profugo di parte bianca eppoi ghibellin fuggiasco, si volse sempre egli con l'anima sospirosa, che si rivela anche nelle invettive. Ma Fiorenza, se pure il nome per l'inferno si spanda, era la patria, *il bello ovile ov'ei dormì agnello, nimico ai lupi che gli fanno guerra.*

Vi furono nei secoli uomini di scienza che considerarono dal loro punto di vista l'opera dantesca. Il maggiore fu Galileo, genio squisitamente toscano, la cui scienza fu sempre illuminata dal sorriso divino dell'arte. Grande e limpido scrittore, delicato suonator di liuto, commise perfino qualche peccatuccio pittorico e poetico.

Non è dunque da sorprendersi ch'egli siasi occupato del divino poema, per determinare p. es. le dimensioni della più interna delle quattro diaccie infernali, dove sono dannati i traditori. Né c'è da meravigliarsi che dopo Galileo molti astronomi abbiano indagato su questa o quella parte della *Commedia*. Dante infatti ebbe speciale predilezione per l'astronomia, la scienza più coltivata ed ammirata nel medioevo. La stessa architettura della *Commedia* lo dimostra.

Ricordo fra gli astronomi moderni Giuseppe Lorenzoni, mio collega nei lontani anni di Padova, il quale spiegò pel primo, scientificamente, come il vertice del cono d'ombra che la terra illuminata dal sole pro-

ietta nello spazio sidereo, cada nel cielo di Venere; circostanza cui Dante allude coi versi:

da questo cielo in cui l'ombra s'appunta
che il vostro mondo face....

Io vorrei qui dimostrare che Dante fu grande estimatore del pensiero scientifico, e che non fu in questo secondo a nessuno degli uomini colti del suo tempo. Considererò all'uopo talune delle allusioni scientifiche dantesche, che forse non sono state altrove esaminate con lo stesso intendimento. Da esse risulterà inoltre una modernità impreveduta del pensiero dantesco, nonostante che le scienze così dette positive attraversassero ai suoi tempi un periodo di depressione, cominciato oltre un millennio prima, quando si spensero gli ultimi riecheggiamenti della scienza araba e orientale.

L'astronomia aristotelica-tolemaica, era invero allora strettamente legata all'astrologia;¹ la fisica era subordinata ai principi della scolastica, i quali benché non refutassero l'osservazione dei sensi, erano tuttavia lontani dalla subordinazione al metodo sperimentale, che il genio di Galileo additò tre secoli dopo; la chimica era soltanto la scienza diabolica degli alchimisti; la matematica riducevasi a poche nozioni elementari, inadeguati e parziali ricordi delle conoscenze dei greci e dei popoli dell'oriente vicino e lontano.

Mancò a Dante, come alla maggior parte dei contemporanei, il contatto diretto col mondo greco e col periodo aureo di Alessandria e della Magna Grecia. Ristabilire questo perduto contatto e riprendere il cammino al punto in cui era rimasto interrotto agli albori della civiltà cristiana, fu nei secoli dal XV al XVII, gloria del Rinascimento nelle arti e nella scienza.

Ma se questo contatto col mondo classico era stato perduto sul terreno scientifico, si era conservato vivo ed operante su quello filosofico, attraverso la grande cultura monastica medievale, che non fu mai oscurantismo, ma luce vivida di pensiero e di alta spiritualità.

Platone, Aristotele, S. Agostino, Alberto Magno, S. Tommaso e forse anche, insieme al "Doctor universalis" e al "Doctor angelicus", il "Doctor invincibilis", Guglielmo D'Ockam di Oxford, furono gli anelli

d'una catena, che, iniziataſi con la filosofia greca, congiunge il pensiero antico col pensiero e la spiritualità cristiana medievale, dando origine alla filosofia scolastica, di cui il pensiero dantesco era permeato così largamente da essere divenuto cosa sua, dove egli si muoveva con libertà, nei limiti di un'incrollabile fede cattolica.

La filosofia fu dall'Alighieri intensamente coltivata, come grande consolatrice, dopo la morte di Beatrice, e cioè dal 1290 in poi (quando egli aveva 25 anni), sì che la vista dei suoi occhi mortali ne fu fortemente affievolita, tanto che — come scrisse nel *Convivio* — guardando le stelle gli « pareano tutte d'alcun albore ombrate ».

Per amore degli studi filosofici par certo ch'egli si recasse nel 1308 a studiare nell'Università di Parigi ed un commentatore afferma che la sua sincera conversione alla fede derivò proprio da tali studi, come quella di S. Agostino aveva avuto per causa prossima la lettura dei libri di Cicerone sulla sapienza.

Tuttavia Dante, non soltanto della filosofia quale ancella della teologia e dominatrice delle scienze, ma della scienza vera e propria e della matematica in particolare, ebbe alto concetto. Per lui ogni manifestazione della ragione avvicinava l'uomo a Dio, essendo la ragione attributo essenziale dell'anima umana, la sola parte non peritura del nostro essere.

Osò egli scrivere in volgare eloquio il *Convivio*, là dove ogni altro avrebbe usato l'aulico latino, non certo per dispregio verso questa lingua, di cui era profondissimo conoscitore ed estimatore, come di ciò che formava il fondamento della civiltà nostra; ma perché desiderava diffondere quanto più possibile, anche fuori della cerchia dei dotti, le nozioni fondamentali della scienza medievale e della scolastica.

Esempio mirabile, nel quadro della codificazione e talora addirittura della creazione del linguaggio popolare, talché egli fu a ragione considerato il padre di nostra lingua.

Dell'aritmetica scrisse (nel *Convivio*) che com'essenza del numero dà lume a tutte le altre scienze, ond'è paragonabile al sole; della geometria che è bianchissima ossia senza macula d'errore e certissima per sé e per la sua ancella, che si chiama prospettiva (dove appunto, attraverso Pier della Francesca, sarebbe dipoi rinato l'interesse agli studi geome-

trici); e ancora nel *Convivio*: « sono molti idioti che non saprebbero l'abbicci e vorrebbero disputare in geometria in astrologia e in fisica ». Il che prelude all'altra frase caustica dell'altro grandissimo caustico toscano, Galileo, quando a chi gli domandava a che cosa servisse la geometria, rispondeva: « a misurare i goffi ».

Nell'astronomia talune accentuazioni della filosofia agostiniana e della scolastica, concernenti la materia, lo spazio, il tempo non sono in contrasto sostanziale con alcune moderne vedute relativistiche (anche se di ciò naturalmente non potesse non mancare in lui la più lontana coscienza).

Nella fisica, come dirò poi con qualche precisione, ebbe visioni preudenti abbastanza da vicino, coll'occhio che varca i secoli, l'avvento del metodo sperimentale.

Coll'alchimia non simpatizzò troppo, a quanto pare, forse perché la considerò soltanto sotto l'aspetto, pratico sì, ma perverso, del falsificare metalli e monete, più che dal punto di vista della ricerca a scopo scientifico della pietra filosofale, che i moderni hanno in questi tempi scoperto coi bombardamenti dei nuclei atomici.

Nell'ultima bolgia delle diece (Inferno XXIX) egli caccia Griffolino d'Arezzo, per l'alchimia che nel mondo usò a falsificar monete; quel Griffolino che era morto bruciato per ordine del Vescovo di Siena, perché aveva lusingato Alberto Senese affermandogli: *l' mi saprei levar per l'aere a volo*.

Esaminiamo ora alcune più concrete allusioni scientifiche dantesche. E cominciamo dalla matematica. Per ben comprendere la posizione di Dante rispetto a questa Scienza, occorre qualche lieve richiamo storico.

Gli epigoni della geometria greca furono Archimede e Apollonio. Col siracusano Archimede, nel III sec. a. C., la matematica greco-italica-alessandrina, che si può riassumere nei nomi di Talete, Pitagora, Archita, Euclide, Archimede, toccò l'apogeo.

Archimede fu indubbiamente il più geniale scienziato dell'antichità classica, superiore come apporti scientifici allo stesso Pitagora (V secolo a. C., quasi contemporaneo quest'ultimo a Numa Pompilio).

L'opera di Pitagora ha però l'immenso merito di aver additato la prima razionalizzazione della scienza e mirabili vedute filosofiche unitarie sull'universo. Con Pitagora, nella città calabrese di Crotona, i sapienti si cominciarono a chiamare filosofi (Dante stesso lo ricorda nel *Convivio*); e a Crotona nacquero insieme, profetico auspicio dell'avvenire, i nomi d'Italia e di Matematica.

La matematica archimedeica giunse tanto innanzi che proprio nel nostro secolo, attraverso un palinsesto scoperto a Costantinopoli, si è constatato che ad Archimede risalgono le idee fondamentali del calcolo infinitesimale, riscoperto, con ben altra estensione, nei secoli XVI e XVII. Da Archimede derivano poi principi tuttora vivi di statica e di idrostatica, oltre a macchine ed invenzioni che meravigliarono l'antichità.

Plutarco nelle *Vite* scrisse di lui che le sue opere gli avevano fatto attribuire « più che una scienza umana, un'intelligenza divina ». A lui sono dovuti l'introduzione di π e i calcoli delle misure di grandezze inerenti a cerchi, sfere, coni e cilindri. Nella sua pietra tombale volle perciò incisi una sfera ed un cilindro circoscritto; e questa figura rese possibile a Cicerone, allora questore in Sicilia, di ritrovare la sepoltura del Grande fra i molti tumuli sparsi nelle campagne siracusane, come allora si usava (analogamente a quanto si fa tuttora in Cina).

In uno scritto di Archimede, l'*Arenario*, egli descrive uno strumento di sua invenzione per determinare il diametro apparente del sole e indirizza a Re Jerone, che Plutarco asserisce suo parente, una lettera nella quale dice: « Tu penserai che il mondo sia una sfera avente per centro il centro della Terra.... ma Aristarco di Samo ha fatto l'ipotesi che il Sole sia immobile e che la Terra descriva una circonferenza attorno ad esso.... ».

Archimede aderisce a quest'opinione, precorrendo dunque insieme ad Aristarco, attorno al 260 a. C., Copernico e Galileo venuti diciotto secoli più tardi.³

A dire il vero molti storici opinano che l'ipotesi medesima risalga addirittura a Pitagora, il quale l'avrebbe appresa dalla scienza dei Magi, durante una lunga prigionia in Babilonia.

« Sole che splendi », quante cose hai veduto nascere, morire e rina-

scere fra gli uomini. Perfino l'accusa di empietà verso gli dei, che si sarebbe fatta a Pitagora, per questa sua opinione.

Orbene, un tanto uomo fu completamente ignoto all'Alighieri, ché altrimenti egli lo avrebbe nominato nelle sue opere, come nominò Talete, Pitagora, Euclide e tanti altri sapienti dell'Evo classico. Ignoto Archimede ed ignoto Apollonio di Perga, di 25 anni più giovane del siracusano, ma non della stessa gigantesca statura. Tuttavia Apollonio creò una sistematica teoria delle sezioni coniche (ellissi, iperboli, parabole) che Keplero e Newton dovevano ritrovare nell'Evo moderno quali orbite dei corpi celesti.

Tutto ciò fu dimenticato per secoli. E non c'è da sorprendersi.

Quando la scienza si volge a fini utilitari, ne è fatale la decadenza. I romani, insuperabili nel giure, non amarono le astrazioni della scienza, ma soltanto le pratiche applicazioni.

Ai tempi di Dante non restavano perciò nella cultura dei dotti e nelle scuole che poche elementari tradizioni euclidee; nessuna traccia di altre linee (che pure erano state considerate in gran numero dall'antichità, linee sia algebriche che trascendenti), le quali non fossero la retta ed il cerchio: nessuna traccia di altri strumenti, che non fossero la riga e il compasso o il quadrante che ne deriva.

Ma tutto ciò che allora di Euclide si conosceva, l'Alighieri sapeva, sia della geometria come dell'ottica.

Di circonferenze, cerchi e sfere e delle loro proprietà egli parla invero più volte nel *Convivio*, nella *Vita Nuova*, in *Monarchia* e talvolta nel Poema divino, specie nel *Paradiso*.

Per esempio nel *Convivio* dice del cerchio: « Pel suo arco è impossibile trovar la perfetta quadratura e per ciò è impossibile misurarlo appunto ». Il che è mirabile, perché sembra alludere ad una equivalenza sostanziale, che Archimede ben conosceva, ma che non tutti i coevi di Dante avrebbero intuito, tra la rettificazione della circonferenza e la quadratura del cerchio (problemi risolti dalla matematica moderna nel 1882, nel solo modo in cui bisognava porli e scioglierli).

Nella *Monarchia*: « Il geometra ignora la quadratura del circolo, però non ne fa questione ». E anche questo è mirabile, perché l'Alighieri mostra così di sapere ben distinguere fra una questione di esi-

stenza (l'esistenza cioè di un quadrato avente la stessa superficie di un cerchio) ed un problema costruttivo. Al geometra per ragionare e dedurre basta la sola esistenza. Non gli occorre saper costruire. Questo riguarda le applicazioni. Così, a mio avviso, deve interpretarsi la frase dantesca « non ne fa questione ».

Nel Canto XIII del *Paradiso* mette in bocca a S. Tommaso i versi:

O se del mezzo cerchio far si puote
Triangol si, ch'un retto non avesse,

volendo asserire l'impossibilità di cosa contraddicente una proprietà dimostrata dalla geometria, come quella che un triangolo iscritto in un semicerchio è rettangolo.

Per esprimere poi che la salita verso il secondo cerchio dell'Antipurgatorio era molto erta, nel Canto IV del *Purgatorio* il Poeta riferisce alla posizione della lista mobile del quadrante, quando è inclinata a 45 gradi (cioè trovasi a mezzo quadrante):

Lo sommo er'alto che vincea la vista,
E la costa superba più assai,
Che da mezzo quadrante a centro lista.

E di nuovo S. Tommaso nel Canto XIII del *Paradiso*, parlando a Dante, ricorre ad un'immagine geometrica:

Ora apri gli occhi a quel ch'io ti rispondo;
E vedra' il tuo credere e 'l mio dire
Nel vero farsi come centro in tondo;

ossia vedrai incontrarsi quanto tu credi e quello che io ti dico tanto perfettamente come fanno nel centro i raggi del tondo, cioè del cerchio.

Nel Canto XVII del *Paradiso* Dante ansioso di conoscere dal trisavolo Cacciaguida il proprio futuro, lo esorta colle parole:

O cara pianta mia che sì t'insusi
Che, come veggion le terrene menti
Non capere in triangolo due ottusi,

Così vedi le cose contingenti
Anzi che sieno in sé, mirando il punto
A cui tutti li tempi son presenti;

cioè, caro ceppo della mia famiglia, che verso l'alto ti volgi mirando Dio, che è il punto a cui tutti i tempi sono presenti e per ciò vedi le contingenze che il tempo seco adduce, con la stessa evidenza con cui le menti umane vedono che in un triangolo non possono esservi due angoli ottusi. E questo è un richiamo ad una proprietà deducibile nella geometria euclidea dal cosiddetto teorema dell'angolo esterno o dal postulato delle parallele.

Gli attributi divini, di *Colui, che mai non vide cosa nuova* (*Purgatorio*, X, 94) ed a cui tutti li tempi son presenti vennero circa tre secoli dopo definiti da Galileo, quasi con le stesse parole: « L'intelletto divino, a guisa di luce trascorre in un istante, che è lo stesso che dire, gli ha sempre presenti ».

Nel Canto XIX del *Paradiso* l'aquila, nella quale si erano fusi gli splendori dei giusti riuniti nel Pianeta Giove, parla al Poeta come una persona sola:

Poi cominciò: colui che volse il sesto
Allo stremo del mondo e dentro ad esso
Distinse tanto occulto e manifesto,

cioè il divino architetto che volse il compasso a delimitare i confini dell'universo, circoscrivendo tante cose in parte a noi occulte e in parte manifeste. Platone aveva da secoli già affermato che quando Dio prese a ordinare l'universo lo adornò « di forme e di numeri » e che « Dio geometrizza », quale sommo conoscitore per atto istantaneo d'intuizione di tutta la matematica (linguaggio col quale, secondo Galileo, è scritto il gran libro della Natura).

Dalla *Catottrica* di Euclide deriva poi il concetto espresso nei versi (*Purgatorio*, XV, 16-21):

Come quando dall'acqua o dallo specchio
Salta lo raggio all'opposita parte
Salendo su per lo modo parecchio

A quel che scende, e tanto si diparte
Dal cader della pietra in igual tratta
Sì come mostra esperienza ed arte;

nei quali versi si esprime con mirabile concisione poetica, e con parole rigorosamente giuste dal punto di vista fisico matematico, sia l'uguaglianza dell'angolo d'incidenza all'angolo di riflessione, con riferimento alla verticale, dal Poeta chiamata, come già fece Alberto Magno, il cader della pietra, sia la proprietà del triangolo isoscele di aver la base bisecata dalla perpendicolare condotta dal vertice opposto. L'immagine ritorna nel Canto I del *Paradiso*.

L'Alighieri intuisce per giunta a meraviglia che nella matematica il tecnicismo, che pure è strumento necessario, non costituisce l'essenza, la quale invece risiede tutta nel pensiero; concetto ripetuto nella quart'ultima terzina della *Commedia*:

Qual'è il geometra che tutto s'affige
Per misurar lo cerchio, e non ritrova,
Pensando, quel principio ond'egli indige.

Il principio è dunque quello che conta, non la tecnica della misura! Un commentatore aggiunge che Dante più che l'apprendimento e il riapprendimento dei teoremi di Euclide trovava appassionante la ricerca e la dimostrazione di nuove verità.

Per Pietro di Dante, Lucia, la Vergine che per la luce del vero perse la luce degli occhi, la quale guida il Poeta dall'ultimo cerchio dell'Antipurgatorio fino alla soglia dell'espiazione, non è che il simbolo della matematica, sia pure intesa nel più largo senso greco letterale (scienza appresa).

Il sapere umano razionale, simbolizzato in Virgilio, aveva condotto il Poeta attraverso l'Inferno e l'Antipurgatorio; il saper umano, illuminato dal raggio divino della matematica, ossia da S. Lucia *donna del Ciel*, lo conduce alla Porta del Purgatorio, dinanzi al celeste guardiano, all'Angel di Dio. Pietro di Dante ricorda a tal proposito le parole di Malachia Profeta: « le labbra del sacerdote (cioè dell'angelo), custodiranno la scienza, perciocchè egli è l'angelo del Signore ».

Beatrice poi, simboleggiante il sapere divino, che nessun mortale potrà mai abbracciare con l'intelletto, colla fiamma sempre crescente degli occhi, a misura che il Poeta si eleva verso l'Empireo, gli farà

comprendere almeno ciò che a lui mortale (se veramente egli era lassù col corpo, il che Dante non sa) è possibile e lo renderà degno di ascendere fin presso Dio e di contemplare direttamente l'ineffabile luce divina della carità e dell'amore che muove il sole e l'altre stelle.

Nella fisica e nella filosofia Dante, come ho sopra accennato, deviò spesso notevolmente da Aristotele e dalla Scolastica. Già alcuni recenti studi danteschi (di Bruno Nardi per es.) hanno tentato di dimostrare, e sembra vi siano riusciti, che l'ortodossia tomistica di Dante non risponde esattamente al vero.

Il Poeta più che a S. Tommaso direttamente, attinse alla dottrina aristotelica passata attraverso il vaglio di S. Agostino e di Alberto Magno, del quale anche Ruggero Bacone, all'altro antipodo del pensiero, riconobbe la grandezza.

Alberto Magno, nato nel 1193, conobbe tutta la scienza dell'epoca sua (beati tempi erano quelli in cui un alto intelletto poteva abbracciare tutto lo scibile: oggi è impossibile!), e proclamò il valore dell'induzione e della deduzione. S. Tommaso fu suo scolaro a Colonia e forse lo ritrovò a Parigi, dove, com'è noto, l'Angelico insegnò sembra per due volte:

Questi che m'è a destra più vicino,
Frate e Maestro fummi, ed esso Alberto
È di Colonia, ed io Tomas d'Aquino.

(*Paradiso*, X, 97-100)

L'influsso di Alberto Magno vena qua e là la Scolastica di Dante di neoplatonismo, pur restandone immutato lo schema generale tomistico-cristiano.

La spregiudicatezza del pensiero dantesco, nell'ambito della fede, è attestata per es. (come osserva il Nardi) sia dalle spiegazioni sulle macchie lunari; sia dalla concezione del divenire naturale che aggiungesi all'atto creativo perfino nelle formazioni spirituali; sia dalle vedute circa il linguaggio, oggetto per lui di una mutabilità naturale, che contrasta colla veduta scolastica dell'immutabilità del linguaggio primitivo fino alla Biblica Torre di Babele.

L'argomento delle macchie lunari è degno di speciale considerazione, perché chiarisce l'orientamento sperimentale del pensiero dell'Alighieri, mentre la Scolastica mira soprattutto al dato primitivo della osservazione sensitiva, la quale non è ancora esperienza.

Dante invero chiede a Beatrice nel II Canto del *Paradiso*, a proposito della luna:

Ma ditemi, che son li segni bui
Di questo corpo, che laggiuso in terra
Fan di Cain favoleggiar altrui?

E Beatrice risponde scartando certe opinioni dei mortali quando giudican di cose dove i sensi non arrivano (*dove chiave di senso non disserra*).

Le macchie, dice Beatrice, non posson derivare da buchi o da rarefazioni nella luna, perché

Se il primo fosse (cioè se la luna fosse bucata)
fora manifesto
* Nell'eclisse del sol, per trasparere
Lo lume, come in altro raro ingesto,

cioè come fa il lume messo dietro a qualunque diaframma traforato.

Un sottile ragionamento poi, suffragato da un'esperienza ideale con tre specchi, minutamente descritta (esperienza ideale, proprio come se ne praticano oggi nella fisica atomica!) esclude altresì che le macchie possano derivare da rarefazioni della materia lunare.

La spiegazione dell'esperienza è preceduta dall'opinione decisamente favorevole manifestata da Dante, sempre per bocca di Beatrice, sul valore degli esperimenti, che timidamente si cominciavano allora ad usare nelle scuole delle arti (oggi si direbbe nelle Facoltà di Scienze delle Università);

Di questa istanza può liberarti
Esperienza, se giammai la pruovi
Ch'esser suol fonte a' rivi di vostr'arti.

Galileo era però ancora lontano, nonostante il « provando e riprovando » del II Canto del *Paradiso*.

Ma se la sete del sapere è nella natura umana, come il Poeta dice nel *Convivio*, e nel Canto XXI del *Purgatorio*, e non v'è mezzo o di ragione o d'esperienza che si debba lasciare intentato alla ricerca del vero, non c'è da illudersi che questa sete possa mai essere appagata, perché per saziarla occorrerebbe l'acqua *onde la femminetta samaritana domandò la grazia* cioè la sapienza divina.

Il possesso del sapere non deve perciò inorgogliarci, in quanto esistono verità superiori al nostro intelletto (Dante ritorna più volte nelle cantiche del *Purgatorio* e del *Paradiso* su questo concetto); ma una parte di verità è sempre umanamente conseguibile (*giugner puollo: Paradiso, IV, 128-132*) e soggiunge:

Nasce per quello, a guisa di rampollo,
Appiè del vero il dubbio; ed è natura
Ch'al sommo pinga noi di collo in collo.

È questa oggi la posizione mentale di quasi tutti gli scienziati, i quali pensano che nessuna delle verità che possiamo conseguire ha carattere immutabile ed eterno. Il valore del vero scientifico è relativo in ogni tempo al complesso delle conoscenze astratte o sperimentali acquisite; ed un problema risolto ne pone subito un altro, a guisa di rampollo.

Giammai dunque saremo appagati, perché ciò che sappiamo ne sospinge sempre più in alto da un colle all'altro e ognuno dei colli sovrasta il precedente. La scienza si dilata e si eleva, nuovi lembi di verità si disvelano, teorie si creano e cadono, ma il nostro lavoro resta soltanto un approssimarsi senza soste al vero assoluto ed eterno, che non potremo mai conseguire cogli occhi dell'intelletto.

Parecchie altre sono le idee scientifiche del Poema divino o di altre opere dell'Alighieri, talora soltanto adombrate, tal'altra illuminate da potenti sintesi.

Così, la formazione della pioggia, dopo la battaglia di Campaldino, descritta da Buonconte da Montefeltro:

Ben sai come nell'aer si raccoglie
Quel'umido vapor che in acqua riede;

(*Purgatorio, V, 109-110*)

o il replicato richiamo all'attrazione e alla coesione terrestre:

E mentre ch'andavamo vèr lo mezzo

(ossia verso il centro della Terra)

Al quale ogni gravezza si rauna

(*Inferno*, XXXII, 73-74)

cioè ogni oggetto terrestre gravita verso il centro del nostro pianeta, il quale è tenuto stretto da una forza di coesione; o la definizione del bianco quale risultante dei colori dell'iride:

« I colori tutti si misurano dal bianco, che è un
colore pieno di luce corporale più che nullo altro ».

(*Convivio*)

e credo d'intender bene pensando che il Poeta alluda alla luce proiettata dai corpi coi loro diversi colori e alla luce bianca quale sintesi, si direbbe oggi, d'infinito luci monocromatiche, com'è data grossolanamente dal cosiddetto disco di Newton; o infine l'affermazione mirabilmente moderna, nella sua aderenza alla teologia e al pensiero di S. Agostino, che *né prima né poscia* (*Paradiso*, XXIX, 20), cioè il tempo, esistevano prima della creazione della luce e della materia.

Ma poiché occorre avviarsi alla conclusione, conviene piuttosto che mi fermi lievemente sulla cosmogonia e sull'astronomia del divino Poema, dalle quali scaturiscono impensati contatti con le idee relativistiche d'oggi.

Sul terreno astronomico, come ho ricordato, l'Alighieri fu legato alla concezione aristotelico-tolemaica: nove sono i suoi cieli, sfere col centro nel centro della Terra: gli otto aristotelici, ossia i cieli della Luna, di Mercurio, di Venere, del Sole, di Marte, di Giove, di Saturno e delle stelle fisse, cui si aggiunge, per Tolomeo e per Dante, il nono cielo cristallino, avvolgente tutti i precedenti, il cosiddetto Primo Mobile, dove il tempo, secondo l'espressione dantesca *ha le sue radici* (*Paradiso*, XXVII, 119); e più grande ancora di esso, contenente tutto l'universo, l'Empireo dell'Alighieri.

La distribuzione delle anime beate nelle sfere dei pianeti, come Beatrice spiega a Dante nel IV Canto del *Paradiso*, è puramente simbolica.

In realtà esse adornano tutte insieme l'Empireo, ma la loro presenza simbolica più o meno lontana da esso, attesta soltanto il grado della loro celeste beatitudine promanante da Dio, il quale ha la sua sede nell'Empireo, fatto di luce e di amore:

Luce intellettual piena d'amore
 Amor di vero ben pien di letizia
 Letizia che trascende ogni dolzore.

L'Empireo è immutabile, perché quivi non è né luogo né tempo. Dante spiega nel *Convivio* che « di fuori — del Primo Mobile — nulla è »; nulla per mancanza di luogo, ché luogo non può esservi senza che vi sieno corpi materiali; e la mancanza di luogo importa la mancanza di moto, in quanto moto è appunto cambiamento di luogo nel tempo.

S. Benedetto nel XXII Canto del *Paradiso* dice in proposito a Dante:

Ivi (nell'Empireo) è perfetta, matura ed intera
 Ciascuna disianza: in quella sola
 È ogni parte là dove sempr'era

Perché non è in luogo e non s' impola....

Le altre sfere, contenute nell'Empireo, ruotano velocissime attorno al centro e prime fra esse il cielo cristallino « per lo fervidissimo appetito di congiungersi all'Empireo » (*Convivio*).

Il moto del cristallino non è misurato né misurabile in sé, perché esso è soltanto tempo e non materia e produce i moti dei cieli sottostanti ove invece è distribuita la materia:

Non è suo moto per altro distinto
 Ma gli altri son misurati da questo
 Sì come diece da mezzo e da quinto

(*Paradiso*, XXVII, 115-117)

Cioè come il dieci, divisibile per due e per cinque, è misurabile con ciascuno di questi numeri.

Ora, a prescindere dalla dissonanza fra l'Almagesto di Tolomeo, poggiato sulle immediate apparenze dell'osservazione, e la dottrina co-

pernicana-galileiana, che cominciò ad affermarsi col grande Monaco di Thorn e poi col sommo pisano più di due secoli dopo, integrata dalle osservazioni telescopiche, è sorprendente che, sul terreno filosofico, non vi sia, come a prima vista potrebbe credersi, stridente contrasto fra il pensiero dantesco, e le moderne vedute sullo spazio e sul tempo.

Già S. Agostino nel Capitolo XI delle *Confessioni* aveva scritto sul tempo pagine del tutto moderne; ora qui si afferma che non v'è spazio senza materia, concetto perfettamente condiviso dai fisico-matematici di oggi, a cominciare da Einstein. Ed è forse superfluo che dichiarare come, così dicendo, io intenda alludere allo spazio fisico, giacché lo spazio geometrico è una costruzione, nata, è vero, per astrazione dai dati sensibili, ma nella matematica assiomatica contemporanea non è più necessario di farla derivare da quei dati, così ch'essa esiste all'in fuori della realtà fisica nel mondo platonico delle idee.

E profonda è l'osservazione che il flusso del tempo non è in sé misurabile. Per misurarlo bisogna invero sempre confrontarlo con un moto e ciò richiede la presenza di materia, ossia per Dante dei cieli sottostanti. In linguaggio moderno ebbi altra volta occasione di sottolineare che il tempo è forse la sola entità fisica, la quale non possa misurarsi senza ricorrere ad una grandezza non definibile in termini puramente temporali.

Questo dipende dal fatto che spazio e tempo, distinti dalla meccanica classica, sono invece uniti nelle sensazioni e nelle osservazioni umane, ciascuna delle quali è caratterizzata dal *dove* (luogo) e dal *quando* (tempo). Tale unione in quello che Gioberti chiamava il cronotopo a quattro dimensioni, fa senz'altro sboccare nella relatività einsteiniana.

Il cronotopo, che mente umana può astrattamente concepire, non è l'empireo, la cui conoscenza Dante riserva al puro spirito scevro di materia (sì che egli medesimo dubita perfino che gli sia lecito figurarsi d'avervi acceduto col corpo); ma è in sostanza, se pure in forma geometrica del tutto diversa, l'insieme dei cieli materiali e del cristallino. Essi sono fusi in unità, perché senza il loro insieme, della materia cioè e del tempo, non potrebbe esistere moto né sensazione.

Nel cronotopo non c'è spazio né tempo; questo però solamente nel senso che essi vi sono insieme fusi. L'empireo invece, cioè Dio, è fuori

dello spazio e del tempo; infinito ed eterno. Ma in Dio *s'appunta ogni ubi e ogni quando*; così Beatrice nel Canto XXIX del *Paradiso*.

La concezione medievale d'un universo sensibile finito, sferico, potrebbe considerarsi l'embrione dell'idea presente dei relativisti (da De Sitter in poi), secondo cui lo spazio-tempo quadridimensionale è uno spazio finito, curvo (con curvatura riemanniana intrinseca, cioè non avente bisogno per concepirla di esser guardata dal di fuori). Però lo spazio relativistico è illimitato, a differenza di quello racchiuso da una sfera, come sarebbe l'Universo tolemaico, che non soltanto è finito, ma anche limitato, nel senso che ha un contorno, la superficie sferica, che lo racchiude.

Questo concetto di contorno può lumeggiarsi con l'esempio della superficie sferica, che è appunto finita, ma illimitata. Su essa, invero, un animaletto superficiale può muoversi, senza mai incontrare ostacoli di linee cioè di contorni al di là dei quali non può andare (tale sarebbe la linea segnata sulla superficie sferica dal limite di un dischetto da essa asportato). E alla stessa guisa è senza contorno la varietà quadridimensionale di uno spazio a cinque dimensioni racchiudente una ipersfera. Si avverta che questo è soltanto un esempio: non certo l'immagine dello spazio relativistico.

Così, in questo spazio, all'arciere immaginato dall'antico filosofo non si presenterebbe mai l'obiezione: Se il mondo ha un confine, giunto che vi sia, non potrò lanciare la freccia al di là? Domanda quasi angosciata la quale attesta il bisogno del nostro spirito di non concepire un confine alla successione degli atti del pensiero o della immaginazione. Pei tolemaici l'Universo fisico era immerso nell'Empireo, che trascende ogni possibilità d'intuizione o d'esperienza, ma quietava il bisogno dello spirito umano d'immaginare sempre qualcosa al di là del già pensato. Secondo la concezione relativistica se si dovesse pensare a un Empireo in cui è immerso lo spazio fisico, esso dovrebbe essere ad almeno cinque dimensioni.

Ma questa sarebbe un'estrapolazione estranea alla scienza, la quale purtroppo non può darci che dei « come se » e non verità assolute.

Il concetto che Dante dà della contingenza nei Canti XIII e XVII del *Paradiso*, di quanto può cioè essere od anche non essere, in oppo-

sizione con quanto è di necessità secondo la Scolastica, insomma a dirla breve il relativo di fronte all'assoluto, è quasi moderno. Un commentatore (il Todeschini) così espone con parole proprie il pensiero dantesco: « La serie degli avvenimenti contingenti... è manifesta in Dio; però dalla scienza divina non piglia carattere di necessità, come non lo piglia il moto di una nave che discende un fiume, pel fatto che c'è un occhio che la sta osservando ».

Lo stesso libero arbitrio e la predestinazione sono visti da Dante sotto un aspetto che non discorda dalla rappresentazione relativistica:

La contingenza che fuori del quaderno
Della vostra materia (*) non si stende
Tutta è dipinta nel cospetto eterno.

Così Cacciaguida a Dante nel XVII del *Paradiso*.

Dio ha di tutto il nostro avvenire la prescienza; la nostra traiettoria vitale nello spazio-tempo, per dirla nel linguaggio di oggi, è tutta per Lui conosciuta, giacché il futuro gli è dinanzi come il passato; ma questo non diminuisce per nulla il nostro libero volere.

Discutendo altra volta su tale soggetto feci osservare che ciò avviene allo stesso modo che la conoscenza nostra di un avvenimento passato non costituì alcun impedimento a che il fatto si svolgesse nel suo tempo come di fatto si svolse.

La scienza moderna, più si approfondisce col desiderio di riescire a figgere gli occhi dell'anima al di là del mistero, non creandoci volontariamente bende di scetticismo al cospetto di ciò che non è logicamente inquadrabile o sperimentabile, non fa che confermare il pensiero dei genii, che nei secoli illuminarono la via dell'umanità.

Il mio insigne Collega, astronomo dell'Università di Roma, Giuseppe Armellini, in recenti scritti ha raffrontato la cosmogonia mosaica con le conoscenze cosmologiche di oggi e vi ha trovato impressionanti accordi, a prescindere ben inteso dal linguaggio, che per Mosè aveva carattere non scientifico, ma popolare, diretto all'educazione di un po-

(*) Cioè del mondo materiale.

polo incolto. Le giornate mosaiche non sono perciò giorni nel senso letterale, ma periodi di storia nella immensità dei tempi.

Lo stesso concetto moderno dell'Universo sidereo (non euclideo, finito, ma illimitato) non ripugna, come si è già detto, al concetto di finitezza spaziale della materia secondo la cosmogonia antica.

Se l'Universo è statico, e non in espansione, gli astronomi calcolano il suo raggio in 30 miliardi di anni luce (distanza enorme, ché la luce percorre 300.000 km. al secondo). E l'uomo di oggi, col più potente telescopio del mondo, quello di recente inaugurato sul Monte Palomar, in California, non può esplorarne che una piccola parte: la millesima circa, se è vero che il potere di penetrazione di quel telescopio va da 600 milioni a 1 miliardo di anni luce.

Tuttavia i mezzi di osservazione astronomica e le deduzioni che ne possiamo trarre, al lume delle moderne teorie, ci permettono di assegnare in 200 miliardi l'ordine di grandezza del numero delle stelle che popolano la Galassia, l'ammasso nebulare più vicino a noi; e in 250 milioni di anni luce il tempo impiegato dal Sole per percorrere la Galassia. Quando il Sole da oggi avrà compiuto questo ciclo, l'umanità sarà da gran tempo scomparsa dalla superficie terrestre e il Sole, come sorgente di calore e di vita, sarà estinto con la compiuta trasformazione di idrogeno in elio, quella stessa trasformazione che gli uomini, pazzi ragionanti, vogliono realizzare con la bomba a idrogeno.

Questi problemi giganteschi e questa immensità di spazi e di tempi dovrebbero renderci umili; umili e riconoscenti che l'intelletto dei piccoli atomi umani, povera transeunte polvere nell'universo, sia capace di concepire e racchiudere in sé tanta grandezza. Umili e fraterni; non nemici accaniti tra di loro e pronti alle reciproche distruzioni.

È lecito ancora esprimere la speranza che l'umanità rinsavisca? La scienza sarà veramente degna della divinità della ragione che la ispira, quando lavorerà soltanto pel miglioramento della vita spirituale e materiale degli uomini.

Misticismi, poesie? Ricorderò ancora una volta che un matematico tedesco, Kronecker, scrivendo ad un Collega inglese, Sylvester, ebbe ad

esclamare: « Amico, i poeti siamo noi ». Questa però non è umiltà, anzi è un'irriverenza al cospetto della poetica grandezza di Dante. Mi sia perdonata, insieme al più grosso peccato letterario della mia vita, che ho finito così di compiere.

NOTE

¹ Voltaire avrebbe scritto molto più tardi: « L'astrologie est la fille de l'astronomie; mais c'est la fille très folle d'une mère très sage ».

² Del resto, la relatività di tale opinione pare fosse « sensatamente » intuita da Galileo nell'atto stesso in cui patrocinava il sistema copernicano: del che acutamente discorre l'astronomo prof. Vittorio Nobile della Università di Napoli in scritti che vedono ora la luce presso l'Accademia dei Lincei (nota aggiunta nel febbraio 1951).