

Prof. ing. dott. Giuseppe Maria PUGNO

DA DANTE A LEONARDO  
SVILUPPO BICENTARIO DEL PENSIERO SCIENTIFICO

---

CONFERENZA TENUTA NELL'AULA MAGNA DELLE  
SCUOLE DI APPLICAZIONE D'ARMA IL 18 FEBBRAIO 1959

Prof. ing. dott. Giuseppe Maria PUGNO

---

DA DANTE A LEONARDO  
SVILUPPO BICENTARIO DEL PENSIERO SCIENTIFICO

---

CONFERENZA TENUTA NELL'AULA MAGNA DELLE  
SCUOLE DI APPLICAZIONE D'ARMA IL 18 FEBBRAIO 1959

Una recente disposizione del Generale Comandante di queste Scuole di Applicazione d'Arma, tra gli scopi dell'insegnamento, ne indicava particolarmente due: contribuire alla formazione spirituale degli Ufficiali allievi e assicurare le basi della loro preparazione culturale nei vari campi: scientifico, militare, umanistico.

Desiderando di volenterosamente aderire a queste disposizioni, ho manifestato il proposito di offrire il mio povero contributo, già sotto il primo dei tre indicati aspetti - lo scientifico - giornalmente conferito, anche sotto il terzo: quello umanistico. Alla attuazione di questo proposito fui confortato inoltre dalla speranza di riuscire in qualche modo a rendere anche Loro, signori Ufficiali che mi ascoltate, partecipi di quella viva letizia che viene donata a colui che si avvicina ai fenomeni naturali, quali sono quelli oggetto dei nostri studi e delle nostre sollecitudini, con spregiudicatezza rigorosa, ma sincera, pura, onesta, con riconoscenza verso la Natura che, alle volte, quasi in benevola comprensione, quasi in generoso compenso apre i suoi segreti più reconditi con ammirato stupore per le naturali leggi che spesso straripano oltre i limitati confini entro i quali uomini dall'occhio miope, ma ancor più dal cuore freddo, le ritengono costrette. Ossia con spirito - diciamo pure la parola - umanistico. Non già di quell'Umanesimo conchiuso semplicemente e puramente in una riesumazione formale di classiche espressioni e maniere, di un Umanesimo deteriore alla Bracciolini, o alla Valla, o alla Platina, o alla Cortese gente che avrebbe scambiato tutti i tesori della Scienza e della Dogmatica con il ritrovamento di una orazione di Cicerone non prima nota, o, peggio, alla Beccadelli il quale non du-

bitò servirsi degli ornamenti letterari per coonestare pensieri fallaci o sentimenti impuri, ma di un Umanesimo di spirituale sostanza e quindi veramente degno di questo nome quale fu annunciato da un San Tommaso e da un Dante Alighieri, costruito da un Tommaso Parentucelli, da un Enea Silvio Piccolomini, da un Giuliano della Rovere per citare soltanto coloro attorno ai cui trono gli altri si raccolsero, perfezionato da un Leonardo, come strumento convertitore degli ormai informi ruderi del Medioevo nella meravigliosa costruzione rinascimentale.

E poichè l'Umanesimo, che rinnovò, trasformandolo fin nelle sue impostazioni, il pensiero scientifico in quei duecento anni che vanno dal '300 al '500, inizia, si può dire, la sua missione con il fantasioso viaggio di Dante nel regno ultraterreno e trionfa già saldamente affermato e vigorosamente operante negli ultimi anni di vita di Leonardo, Dante può riguardarsi come il punto di partenza e Leonardo come il punto d'arrivo di quel tanto prestigioso processo.

Scipione Dal Ferro, Luca Pacioli, Gerolamo Cardano, Niccolò Tartaglia, Luigi Ferrari che onorarono le matematiche; Realdo Colombo e Andrea Cesalpino, i fondatori della biologia moderna; Giovanni Musa Brasavola e Giovanni Manardo, i creatori della moderna botanica; il Cardinale Bessarione, Gherardo da Cremona e Giovanni Campano i quali riesumarono le antiche conoscenze dando materia e spunto a nuove conquiste e utilizzando i contatti con l'Oriente riallacciati dal Concilio di Ferrara - Firenze - Roma per l'unione tra latini e greci; Cristoforo Colombo e Amerigo Vespucci, i colossi della Cosmografia che le altre Scienze sa alimentare e promuovere, non sono tutti forse figli dell'Umanesimo e, approssimativamente o rigorosamente contemporanei di Leonardo?

Dante, assiomatico, tradizionalista, assoluto, dogmatico, asciutto, ottimate del pensiero, conchiude in sè le conoscenze umane al tramonto del Medioevo; la sua patria, la sua famiglia, la sua posizione sociale, i suoi studi gli dettero tutto quanto a que' tempi potevano dargli, sí che fecero di lui il prezioso e completo scrigno delle conoscenze dell'epoca. Leggeremo il pensiero di Dante aprendo qua e là soprattutto la «Divina Commedia», il «Convivio» e la «Questio de aqua et

terra»; più raramente il «De vulgari eloquentia» e il «De Monarchia».

Leonardo, plebeo, spregiudicato, incredulo, venuto al mondo da una distrazione di Ser Piero da Vinci «notaro al Palagio del Podestà» a Firenze - ma per questa distrazione i Posterì, giudicandone gli effetti, concederanno volentieri al signor «notaro» le circostanze attenuanti e altrettanto volentieri glielo abbia concesse Iddio - nulla sa e nessuno lo ammaestra. Ma ha la fortuna d'essere assunto, poco più che bambino, nella Bottega d'un grand'Uomo - il Verrocchio, scultore e pittore - e quella ancor più preziosa di possedere innumerevoli e rare doti ed in sí eminente grado che una sola d'esse sarebbe bastata a farlo ammirare per sempre. Questa sua capacità lo fa sensibile a tutte le cose che lo circondano e le leggi naturali cui quelle cose ubbidiscono sa penetrare nel loro intimo; presto ne sarà ammirato, e poi rapito dalla loro rigorosa perfezione, dalla loro inderogabilità, dalla loro gerarchia organica (dalla loro gerarchia organica) dalla loro generalità, dalla loro eternità; e, dalla conoscenza delle leggi a quella del loro divino Fattore passando, giungerà faticosamente ma fatalmente e carico di un enorme fardello di notizie e di concezioni nuove e, pur essendo l'aggettivo fin troppo malmenato, oso dire, rivoluzionarie, là dove Dante, pur privo di quel prezioso corredo, già si trova; là dove si conosce Dio.

Faremo parlare Leonardo sfogliando qua e là il copioso e disordinato materiale raccolto nelle sue opere: il Codice «Atlantico», il codice maggiore, consegnato dal Maestro al discepolo Francesco Melzi, messo assieme da Lelio Gavardi maestro di umanità in Casa Melzi, ereditato da Pompeo Leoni, lo scultore delle statue dei sepolcri dell'Escoriale, e da Cleodoro Calchi, lo storico, comprato dal Conte Arconati, illustre bibliofilo, ricevuto in dono dal Cardinale Federigo Borromeo, il fondatore della «Ambrosiana» che appunto in questa biblioteca lo deporrà; i codici detti «Arundelliano» e di «Windsor» fogli staccati dall'Atlantico e forse venduti dal Leoni, durante il suo soggiorno spagnolo, direttamente o indirettamente al più grande incettatore di roba vecchia di tutti i tempi, l'inglese Tommaso Howard, conte di Arundel che li portò in Inghilterra dove sono tuttora; il codice «Trivulziano» preso a prestito dal Conte Arconati dalla biblioteca Ambrosiana e poi non più restituito ma sostitui-

to con altro; il Codicetto sul volo degli Uccelli bravamente asportato dalla biblioteca dell'Istituto a Parigi da Giacomo Libri, acquistato poi dal conte Giacomo Manzoni e dai due bibliofili Teodoro Sabachnikoff ed Enrico Fatio e da essi donato alla Regina Margherita che lo depositò nella Biblioteca reale di Torino dove tuttora di trova; infine codicetti e manoscritti vinciani conservati in vari luoghi e particolarmente a Parigi ove furono portati in seguito alla razzia napoleonica dopo la campagna del '96 e non più restituiti alla « Ambrosiana ».

\*

\* \* \*

Dante osserva la Natura sotto le fattezze di un meraviglioso assioma da accettarsi come opera e dono di Dio. Egli dice:

« Tu troverai  
che l'arte vostra quella (cioè la Natura) quanto puote  
segue come 'l Maestro fa il discente;  
sí che vostr'arte a Dio quasi è nepote »

(Par. XI 102);

ma già ha fatto dire a Beatrice:

« le cose tutte quante  
hann'ordine tra loro; e questo è forma  
che l'Universo a Dio fa simigliante »

(Par. I 103)

Nulla lo indispette di più di coloro che si rifiutano di accettare senz'altro l'ordine, l'armonia; i principi naturali; a questo proposito cita alcune parole del suo caro Aristotile:

« Contra quelli che nega li principi di sputar non conviene »

ma egli non fa come questo suo Maestro che guarda e passa, sprezzante; egli invece si ferma, ma per perdere addirittura le staffe ed aggiunge:

«E di questi cotali sono molti idioti che non saprebbero l'a. d. c.  
e vorrebbero disputare in geometria, in astrologia e in fisica»  
(Conv. 4-XV-16).

Non fa dunque stupire che Dante, sulle orme di Aristotile, consideri dapprincipio l'esperienza come un complemento utile, consigliabile a meglio definire le modalità con le quali i fenomeni naturali si manifestano o per chiarire altri fenomeni o pensieri o concetti che ad altri più semplici si richiamino o a più noti s'informino. Così egli si sofferma, trattenuto dalla irresistibile forza del suo desiderio di osservare, ed animato da quella soave della sua arte, a descrivere

«i fioretti chinati e chiusi dal notturno gelo»  
(Inf. II 127)

che gli servono tanto bene ad esprimere un moto dell'animo, o lo

«stizzo verde ch'arso sia»  
(Inf. XIII 40)

che gli serve altrettanto bene ad esprimere un supposto fenomeno fisico. Ma presto Dante si corregge per riconoscere nel fatto sperimentale che la Natura produce e l'Uomo riproduce, non soltanto il valore quasi statico della definizione, bensì anche quello, quasi dinamico, produttivo, della applicazione; e; giunto al secondo Canto del Paradiso, ammette:

«Da questa istanza può deliberarti  
esperienza, se mai la pruovi,  
ch'esser suol fonte ai rivi di vostr'arti».  
(Par. II 94)

Ma v'è di più; Dante finisce per non escludere il controllo, la critica sperimentali; finisce per accettare il dubbio purchè costruttivo e

fecondo; finisce per riconoscere che qualsiasi legge scientifica può essere sottoposta al tribunale dell'esperienza al fine di venir controllata, selezionata, meglio definita nel suo impostarsi e nel suo attuarsi. Egli dice del dubbio scientifico:

« Nasce a guisa di rampollo, a piè del vero ».

(Par. IV 130)

Per la verità qui, Dante è già ben lontano da Aristotile e s'ispira a S. Tommaso per il quale:

« Il dubbio buono e fecondo, quello che viene da istinto di Natura e che serve all'ascensione dell'anima umana, è il dubbio che nasce ai piedi del vero ed è germe di quello ».

Leonardo par faccia il cammino inverso; egli parte proprio dall'esperienza cui dapprincipio riconosce un valore applicativo, direi utilitaristico e chiaramente lo dimostrano le sue numerose invenzioni in tutti i vari campi del sapere; dal cannone a retrocarica al girarrosto mosso dalla forza ascensionale dell'aria riscaldata dallo stesso fuoco che cuoce lo arrosto e infinite altre delle quali facciam grazia a chi tanto benevolmente ci ascolta perchè non intendiamo ridire ciò che altri ripetutamente ridisse. Ma Leonardo non tarda a riconoscere all'esperienza il valore speculativo nella ricerca affannosa, assillante delle leggi generali delli « principia » dai quali Dante partì; è noto a tutti che egli si proclama:

« Discepolo dell'esperienza »

(Cod. Atl. 119 v.a)

la quale è:

« Comune madre di tutte le scienze ed arti »

(Cod. Atl. 221 v.d).

Ma tanto è radicata in lui l'idea che l'esperienza serva essen-

zialmente alla ricerca della ragione dei fatti, che essa perde, per lui, molto del suo interesse quando tal ragione sia per avventura già nota e non dubita d'affermare:

«Nessun effetto in Natura è senza ragione: intendi la ragione e non ti bisogna l'esperienza».

(Cod. Atl. 147 v.a)

Ma, affinché l'esperienza raggiunga davvero lo scopo di scoprirla legge, è necessario ch'essa sia, come diciamo noi oggi, probativa, ossia rispecchi davvero il fenomeno che vuol riprodurre, che non sia influenzata da altri fenomeni concomitanti che soffochino il principale, che sia eseguita su materia appropriata e con procedimenti a Natura fedeli.

«Chi si promette dall'esperienza quel che non è in lei, si discosta dalla ragione»

(Cod. Atl. 299 r.b)

Per es. si rimane impressionati dalla precisione, quasi meticolosità con la quale Leonardo descrive la prova - oggi diremmo: impartisce le prescrizioni tecniche per la prova - diretta a misurare la consistenza di una pasta precorrendo l'attuale prova di presa sui cementi detta anche prova di Vicat (Man. A 47 c); oppure la prova di trazione:

«E fa più volte questa pruova; e questa pruova farai di ciascun metallo, legnami, pietre, corde ed ogni cosa che sia atta a sostenere; e fa di ciascuna cosa regola generale».

(Cod. Atl. 82 r.b)

Quella regola generale - la legge - che sta sempre nei desideri di lui. E in tutta la cura che Leonardo pone nel definire le modalità d'impostazione e di esecuzione dell'esperienza facilmente si scorge nascere quella metodologia cui dovrà in eterno legarsi il nome di Galileo Galilei.

Nei modi di procedere della Natura, Dante riconosce giustamente che nessuna parte ha il caso ma che essa agisce secondo un ben preciso magistero ed una rigorosa gerarchia consequenziale: egli osserva:

«Causa prima est magis causa»

(Epist. XIII 56)

«Quanto causa est universalior, tanto magis habet rationem cause»

(De Mon. I - XI - 17)

«Cum Natura semper faciat et velit quod melius est»

(Quest. 28).

Leonardo aggiunge qualche cosa alla precisazione di questo «melius» ed afferma:

«Ogni cosa è generata dalla Natura nel più breve modo che trovar si possa»

(Cod. Atl. 112 v.a)

«Nessuna azione naturale si può abbreviare»

(Cod. Atl. 112 v.b)

«Ogni azione naturale è fatta da essa Natura nel più breve modo e tempo che sia possibile»

(Man. D 4 r).

Le scienze fisiche moderne hanno ulteriormente precisato questo «melius» di Dante e questo «più breve modo» d'agir della Natura di Leonardo, nei quali è già implicitamente ma indubbiamente contenuta una condizione di limite. Per es. quando i solidi subiscono deformazioni per effetto di forze esterne, queste deformazioni avvengono in modo che i solidi assorbono il minor lavoro possibile. Questa proprietà è conosciuta nell'Elasticità con la denominazione di Teorema di Menabrea,

perchè fu proprio questo famoso generale del Genio - l'assediato di Ancona e di Gaeta sul crepuscolo dei Borboni napoletani e diventato poi Marchese di Valdora, ministro, Presidente dei Ministri e Senatore - ad enunciarlo nel 1857 in una sua celebre memoria letta all'Accademia delle Scienze di Torino.

Nelle Matematiche, Dante sa sovrapporre al concetto aristotelico ispirazioni che stanno già più avanti dei suoi tempi. Egli raffigura la Aritmetica - l'Arismetica - com'egli dice - al Sole perchè l'occhio non lo può mirare. Questo concetto è spiegato da Dante stesso; la proprietà di abbagliare, egli dice,

« ancor si vede nel numero ... chè l'occhio de lo 'ntelletto nol può mirare; però che 'l numero, quand'è in sè considerato è infinito e questo non potremo noi intendere ».

(Conv. 2 - XIII - 15)

E si noti il valore della precisazione: « Quand'è in sè considerato » perchè quando è messo al servizio di un fatto naturale per esprimerlo, definirlo, valutarlo, misurarlo, divien partecipe necessariamente della limitatezza propria al fatto naturale stesso. Cosicchè l'uomo, che pur è capace di accettare l'idea dell'infinito in causa della sua divina generazione, non può, in causa della sua umana costituzione, nè maneggiare nè operare sull'infinito o sul numero, quando questo non sia collegato, mi si permetta di dire « incollato », al caso pratico ben definito in quel più o meno piccolo intorno nel quale l'uomo respira, vive, s'agita, s'affanna e s'arrovella e riesce finalmente - presto o tardi, bene o male - a dominare o ad adattarsi.

In fatto di Geometria, convien dirlo, Dante e i suoi Contemporanei fanno una ben meschina figura; colpa loro? E chi oserebbe affermarlo, quando tutta la letteratura specifica si era sprofondata nel mare dell'oblio medioevale dal quale poi il Rinascimento avrebbe dovuto a pezzi ripescarla? Dante, in fatto di Geometria piana non conosce che

il cerchio e la retta che, del resto, è il cerchio di raggio infinitamente grande; in fatto di Geometria solida non conosce che la sfera ed il piano che, del resto, è la sfera di raggio infinitamente grande. Eppure quali ricchezze in fatto di elementi geometrici e, in particolare, di curve algebriche e trascendenti avevan possedute le due Grecie!

Di strumenti geometrici, Dante non conosce che la riga, necessaria a tracciare la retta o meglio un segmento di retta e il compasso, necessario a tracciare il cerchio. Per verità conosce anche il quadrante che risulta dalla « lista », cioè dalla retta, e dal settore quadrato cioè dal cerchio; egli ne fa menzione quando vuol far intendere la ripidità di una salita:

« Lo sommo er' alto che vincea la vista;  
e la costa superba più assai  
che da mezzo quadrante a centro lista ».

(Purg. IV 40)

Per Dante la Geometria è la Scienza che traduce la perfezione; egli dice che è bianchissima in quanto è:

« senza macula d'errore e certissima per sè e per la sua ancella  
che si chiama Prospettiva ».

(Conv. 2- XIII - 25)

Tanto che, per esprimere l'impossibile, ricorre alla negazione di qualche proprietà geometrica; che un angolo inscritto in un semicerchio ad es. non sia retto:

« O se del mezzo cerchio far si puote  
triangol sí che retto non avesse »

(Par. XIII 101)

o che un triangolo possa possedere due angoli ottusi:

« Come veggion le terrene menti  
Non capere in triangolo due ottusi »:

(Par. XVII 14)

E' poi merito specialissimo di Dante l'aver riconosciuto che la impossibilità della quadratura del cerchio

- «lo cerchio per lo suo arco è impossibile a quadrare perfettamente» -

(Conv. 2 - XIII - 27)

e la incommensurabilità del cerchio rispetto al diametro

- «Quel è geometra che tutto s'affige per misurar lo cerchio e non ritrova pensando quel principio ond'egli indige» -

(Par. XXIII 123)

sono l'una cosa conseguenza dell'altra.

I duecento anni che sono passati dal '300 al '500 non hanno tolto nulla allo splendore che Dante riconosceva alle Scienze matematiche, ma l'han fatto più vivo. Leonardo non soltanto vede nel processo matematico il solo ed unico mezzo per raggiungere la soluzione esatta

- «Chi biasima la somma certezza della Matematica si pasce di confusione... la matematica porrà silenzio alle contraddizioni delle sofistiche scienze con le quali si impara un eterno gridore» - ,

(Cod. R 1157)

ma riconosce anche che la matematica offre il potente suo aiuto a qualunque scienza estendendo di questa meravigliosamente possibilità e dominio ed afferma che la

«proporzione non solamente nelli numeri e misure fia ritrovata, ma etiam nelli suoni, pesi, tempi e siti e 'n qualunque potentia si sia».

(Codice K 49 r)

Ma appunto per questo Leonardo non gradisce la matematica sem-

plicemente come puro esercizio di astrazione e addita invece il suo alto valore applicativo al servizio dei problemi naturali di qualsiasi tipo ed in tutti i campi del sapere. Parlando della Meccanica dice che essa rappresenta il

«Paradiso delle scienze matematiche perchè in quella si viene al frutto»

(Cod. Atl.

quel frutto che è l'autentica e concreta metà dell'Uomo affannato nel vivere. Insomma, in Leonardo è già vivo il concetto moderno secondo il quale i procedimenti matematici, più o meno complessi ch'essi siano, non sono che un mezzo - meraviglioso, invero ma mezzo - per economizzare il pensiero, non già per creare il pensiero. La Matematica invero, in sè non ha mai creato nulla, nè crea nulla, nè creerà nulla in eterno; essa è invece una potentissima luce che illumina la via che conduce da una verità ad un'altra sua conseguenza; è insomma una trasformatrice, una sublime trasformatrice che sa trarre da un germe invisibile, quasi da un seme nascosto, risultati spesso inaspettati ed impensabili, alle volte con sorprendente poca fatica. E, come tale, la Matematica non è ancora stata - e forse non lo sarà mai - sbalzata dal suo trono.

Piuttosto che ricordare l'enorme corredo geometrico del quale Leonardo è già venuto in possesso, soffermiamoci un istante su un semplicissimo concetto. Consideriamo, cioè l'esattezza con la quale Leonardo, perfezionando un pensiero già espresso da Dante, colpisce giusto nel cogliere la differenza tra l'interpretazione astratta e quella concreta di un medesimo termine: cioè tra il «punto geometrico» o «matematico» e il «punto materiale». Del primo egli dice:

«E' quel che non ha mezzo e i cui termini sono il nulla»

(Cod. Atl. 91 v.a)

«E' solo in sua generazione e non ha altezza, lunghezza, larghezza»

(Cod. Atl. 132 r.b)

«E' il luogo senza occupazion di luogo»;

(Cod. Atl. 176 v.c)

«E' il contatto di un corpo sferico con un piano»;

(Cod. Atl. 176 v.d)

«Non ha mezzo ma lui è esso mezzo e i suoi termini ricadono in lui»;

(Cod. Atl. 289 r.a)

Aggiunge ancora - e qui con Dante - che il punto matematico non è divisibile. Del punto materiale egli dice invece che è divisibile in infiniti punti.

Che strano ma suggestivo modo d'affrontare un problema di qualità, riguardandolo come un problema di quantità ma esacerbato al limite! Il punto matematico è un punto non divisibile affatto; quello materiale è divisibile infinitamente; per esser due cose, nel rispetto quantitativo, infinitamente distanti, sono nel rispetto qualitativo, di natura diversa. Così un cubo potrà essere tagliato in numerosissime fettine il cui insieme non diverrà mai una superficie, in quanto il loro spessore sarà piccolissimo, ma non nullo; mentre un'area, per es. una delle faccette del cubo avendo spessore nullo, non potrà dar presa ad una pur sottilissima lama ideale che tenti ulteriormente sfogliarla. Così il cubo ammette in grado infinito una proprietà che l'area ammette in grado nullo; per ciò il cubo e la sua faccetta sono qualitativamente diversi, di natura diversa, sono inconfondibili, sono insommabili, difatti l'uno è un volume e l'altra una superficie.

Relativamente al moto dei gravi, Dante mantiene ancora idee tradizionaliste, stranamente mescolate, però, a concetti del tutto moderni; invero, dopo d'aver accettata la definizione classica di corpo pesante - che è quello che naturalmente tende a sollevarsi - (e qui ripete forse le parole del suo Aristotile,

«Grave et leve sunt passiones corporum simplicium, que mouentur»

tur motu recto; et levia moventur sursum, gravia vero deorsum»,)  
(Quest. 25)

non soltanto riconosce la rettilinearità della traiettoria dei corpi cadenti semplicemente per il proprio peso, ma avverte - e questo è particolarmente degno di nota, - che i concetti di pesantezza e leggerezza sono del tutto relativi, in quanto un pezzo di sughero, ad es. nella aria cade e quindi, secondo la definizione, sarebbe un corpo pesante; mentre nell'acqua sale e quindi sarebbe un corpo leggero. Per questo motivo, si sente in dovere di aggiungere, nel medesimo luogo:

«Diversa ratio gravitatis erit in aqua et in terra - ossia nell'acqua e sulla terra, cioè nell'aria - et cum diversitas rationis cum identitate nominis equivocationem faciat ... sequitur quod gravitas equivoce predicetur».

(Quest. 25)

Per evitare dunque l'equivoco che deriva dalla diversità di comportamento non avvertita dalla uniformità del modo di dire, occorre riferire i corpi che si considerano all'ambiente nel quale essi si trovano.

La Scienza del moto si trasmette da Dante a Leonardo senza sostanziali progressi; ma quando Leonardo se ne appropria, non soltanto assume le fattezze di una Scienza organizzata e definita, ma rivela già atteggiamenti tanto avanti con i tempi da venir spesso attribuiti a posteri di Leonardo.

Ecco già la prima legge della Dinamica:

«Ogni moto attende al suo mantenimento, ovvero: ogni corpo mosso sempre si move in mentre che la impressione de la potenza del suo motore, in lui si riserva»;

(Cod. R. 859)

veramente qui fa già capolino il principio della conservazione dell'energia. Ed ancora:

«Ogni moto naturale è continuo (e) desidera conservare suo corso per la linea del suo principio».

(Codice F. 74 v.)

Ma Leonardo si presenta davvero come un antesignano proprio laddove, avendo Aristotile falsamente insegnato, Dante s'arresta dubbioso e tace: nella definizione dinamica della forza, ossia davanti alla seconda legge della Dinamica. La forza d'inerzia non dipende, come si credeva dapprima, dalla velocità del corpo, bensì dalla variazione di tale velocità, ossia da ciò che oggi noi denominiamo accelerazione. Egli dice della forza:

«Sempre si contrappone ai desideri naturali, costringe ogni corpo a mutazioni di forma, vive per violenza e muore per libertà»;

(Cod. Atl. 302 v.b.)

Ma poichè Leonardo non è uomo da lasciar le cose a mezzo, esaspera, pur di spiegarsi bene, le cose e si intrattiene a considerare il fenomeno che, ai suoi fini, è, tra tutti, il più espressivo: il colpo, l'urto. Qui invero la velocità del corpo urtante che si porta in un tempo brevissimo, nel tempo cioè per il quale dura l'urto, dal valore ch'essa aveva prima dell'urto al valore nullo, passando così dalla massima libertà alla massima costrizione soggiacendo quindi a violenza, subisce una accelerazione (in questo caso una accelerazione negativa cioè una decelerazione) teoricamente infinita, praticamente vistosa. Ne consegue che vistoso ne sarà pure l'effetto, cioè la forza d'inerzia.

«Nessuna cosa fia più breve nè di maggior potentia».

(Cod. Atl. 270 v.)

La terza ed ultima legge della Dinamica - quella detta della azione e della reazione - è già chiaramente espressa da Leonardo:

«La forza della cosa - egli dice riferendosi ad un corpo, ad una cosa moventesi nell'aria - contro l'aria è tanta quanto l'aria con-

tro la cosa».

(Cod. Atl. 381 v.a)

Ecco ancora l'anticipazione che egli, novello Aristarco di Samo, il quale fin dal 250 a.C. si dichiarava per la teoria eliocentrica fa di quella che sarà la gloria attribuita a Copernico:

«Centro del mondo è immobile per sè, ma il sito dove si trova è sempre in moto»;

Dunque rotazione ma anche cammino lungo un'orbita.

(Cod. Atl. 102 r.b.)

«Come la terra non è nel mezzo del cerchio del sole nè nel mezzo del mondo ... questa nostra Terra parrebbe e farebbe offizio, tal quale fa la luna a noi».

(Cod. F. 25 v.)

Dunque già per Leonardo la terra è un satellite.

Nel codicetto sul volo degli uccelli conservato presso la biblioteca reale di Torino, a pag. 13, sul recto, si leggono le seguenti parole con le quali Leonardo dice di immaginare di forare la terra secondo un diametro, scavando cioè un pozzo che la traversi tutta da un antipodo all'altro, e di gettare in quel pozzo un corpo come una pietra:

«E se possibile fussi dare un diametro d'aria a questa sfera della terra, a similitudine d'un pozzo, e per esso pozzo si lasciassi cadere un corpo grave; ancora che esso corpo si volessi al centro fermare, l'impeto sarebbe quello che per molti anni glielo vieterrebbe».

(Cod. Volo degli Ucc. 13 r.)

Quante cose si affacciano alla mente del meccanico moderno! Forza d'inerzia, moto armonico, oscillazione e oscillazione smorzata; sí, perchè se non esistesse lo smorzamento derivante per es. dalla resistenza dell'aria - un diametro d'aria, Leonardo scrisse - egli non a-

rebbe precisato: per molti anni; bensì: per sempre!

E non soltanto nella Dinamica generale, ma anche nel campo stesso nel quale Galileo raccolse i maggiori allori, Leonardo precorre il grande Fisico pisano. Spesso mostra di accorgersi che le clessidre o gli orologi ad acqua - i soli allora usati - non gli permettono quella misura esatta del tempo che le sue ricerche esigono; donde la necessità di studiare nuovi congegni per la misurazione del tempo. A questo scopo escogita il bilanciare e, a quanto appare da alcuni schizzi disegnati nel Codice Atlantico come da alcune osservazioni sulla relazione tra le oscillazioni pendolari ed il tempo pure in quel codice contenute, sembra ormai fuori dubbio ch'egli abbia, almeno, pensato ad utilizzare il pendolo come scappamento regolabile.

In fatto di volo, Dante e Leonardo sono più figli di Icaro che Pardi dei Fratelli Giuseppe Michele e Stefano Montgolfier fabbricanti di carta in Annonay. Invero ambedue hanno pensato a realizzare il movimento nell'aria - la navigazione aerea, diciamo noi - mediante la sustentazione ottenuta con la reazione dell'aria sull'ala e non hanno affatto pensato, come credo se non sbaglio, a realizzarla mediante la sustentazione col mezzo più leggero, aria calda o gas adatto.

L'aquila dalle penne d'oro che nel sogno dantesco prende la figura reale di Lucia:

- «con l'ali aperte ed a calare intesa» -

(Purg. IX 20)

e le colombe che

- «dal disio chiamate,  
con l'ali alzate e ferme, al dolce nido  
vengon per l'aer dal voler portate» -

(Inf. V 82)

possono riguardarsi come le poetiche annunciatrici del volo e, si noti, del volo a vela; con l'ali alzate e ferme; chè se l'ali sbattessero, avrebbero anche funzione di propulsione.

Io credo che Dante volesse scherzare un poco quando si pose a descrivere la sua discesa dal settimo all'ottavo cerchio in groppa a Gerione, il quale invece sbatte bravamente le ali

«e con le branche l'aria a sè raccolse» - ;

(Inf. XVII 105)

vi si legge difatti la preoccupazione non soltanto di Dante, che al pensiero di dover fare un viaggetto come quello divien pallido come colui che ha la febbre quartana - è lui che lo dice - ; ma anche quella di Gerione preoccupatissimo ed impacciatissimo bestione che, dovendo questa volta portare un peso che è davvero un peso - le anime dannate non pesano - non sa bene come la andrà a finire.

La descrizione dantesca mi ricorda quando, bimbo di pochi anni, venni portato a vedere uno dei primi tentativi di volo nella piazza d'armi - il Campo di Marte - della mia nativa Firenze; c'erano i Fratelli Wright i quali, con un apparecchio o meglio con un trabiccolo tutto ali, alette, fili, tenditori e con un bel seggiolino sporgente in avanti sul quale stava appollaiato l'eroico trasvolatore dei cieli, facevano al cospetto di 250.000 fiorentini attoniti e trasecolati, dei voletti di qualche metro riuscendo perfino a passare sopra ad un asinello che, fermo nel prato, non degnava d'uno sguardo il nuovo Gerione che lo sorvolava come il carducciano suo confratello, quello del cardo rosso e turchino.

Che a fondamento della Scienza del volo stia la Dinamica dei fluidi, è indicato chiaramente in un passo di Manuscr. E:

«Per dare vera scienza del moto degli uccelli infra l'aria è necessario dare prima la scienza dei venti, la quale proverem mediante moti d'acqua in se medesima.

E questa tale scienza sensibile farà di sè scala alla cognizione de' volatili infra l'aria».

(Man. E 54 v.)

L'Aerodinamica è dunque la propedeutica dell'Aeronautica; verità fuori d'alcun dubbio che dà ordine e disciplina alle moderne teorie del volo. E perchè Leonardo vuol prima studiare il moto nell'acqua? Manifestamente per due motivi. Prima di tutto perchè il fenomeno dell'equilibrio dinamico di un corpo che si muove nell'acqua vi può essere seguito anche per velocità basse in causa della maggior densità dell'acqua. Allo stesso artificio ricorrerà più tardi Galileo che, con lo studiare il moto dei gravi correnti lungo un piano inclinato, anzichè liberamente cadenti, rallenterà il fenomeno del loro moto, cioè lo diluirà nel tempo permettendo non a tutta l'accelerazione di gravità ma ad una sua componente soltanto di agire. Il secondo motivo per il quale Leonardo suggerisce di analizzare prima il moto nell'acqua, consiste nel fatto per il quale l'acqua non è compressibile ed il fenomeno risulta più semplice. Invero la sustentazione dovuta alla reazione dell'aria e la penetrazione in essa possono essere studiate sia non tenendo conto, sia tenendo conto - e ciò costituisce un avvicinamento alla realtà tanto più necessario quanto la velocità del volante raggiunga alti valori - della compressibilità dell'aria. Quanto su questo argomento il nostro Leonardo dice è meravigliosamente profondo.

«L'aria con più velocità di mobile è percossa, con maggior somma di se medesima si condensa ... E per questo, essendo l'aria corpo atto a condensarsi in se medesima, quando essa è percossa da moto di maggior velocità che non è quella della sua fuga, essa si prieme in se medesima».

(Cod. Atl. 77 r.b)

Ciò avviene davanti al mobile; dietro, ove l'aria non fa a tempo a riempire lo spazio lasciato libero dal mobile che fugge, si rarefa.

Importante è poi l'osservazione che la sustentazione non deriva dalla velocità assoluta del volante bensì dalla velocità relativa di quello in seno all'aria e poichè tal velocità sarebbe la medesima qualora si tenesse fermo il volante e si facesse muovere soltanto l'aria in senso contrario, Leonardo si presenta come il primo uomo che abbia avuto il concetto di quella che oggi vien denominata la «galleria del vento» o

«galleria aerodinamica» nella quale precisamente si immerge il modello dell'apparecchio fermo in seno alla corrente d'aria mobile.

«Ma quando l'uccello si trova infra 'l vento, esso po' sostenersi sopra di quello senza battere l'alie, perchè quello officio che fa l'alia contro l'aria, stando l'aria senza moto, tal farà l'aria mossa contro l'alie, essendo quelle senza moto.»

(Cod. Atl. 77 r.b)

La convergenza di Dante e di Leonardo alla stessa mèta - la perfezion della dottrina in cui i confini tra l'arte e la scienza svaniscono quasi a ricordare la unicità della divina fonte dalla quale l'arte e la scienza direttamente derivano - l'uno per la via dei principi rivelati, l'altro per quella della ragione controllata, si fa assai più chiara e suggestiva quando si considerino questi due grandi uomini di fronte alla luce ed ai suoi problemi.

Di fronte alla luce il Poeta assume anche atteggiamenti scientifici; lo scienziato, penetrando sempre più nella sua scienza, vi scorge inaspettate bellezze, ne sente l'armonia e la poesia.

Ora, se Dante parla o canta, non è semplicemente per quel bisogno, per quella spirituale ed infrenabile esigenza interna che tutti i poeti autentici fa parlare o cantare, come altrove anche Dante; sibbene per qualche cosa che è più d'un bisogno; quasi per un preciso obbligo, per un dovere che lo sospinge. Per assolverlo bene e rigorosamente, Dante pensa che tutti debbano chiaramente capirlo, facilmente, subito, senza sforzo o dubbi. Egli allora schematizza il suo pensiero, controlla il suo periodo ed il suo verso, che si fanno semplici, nitidi, tersi, perfettamente dosati e precisi. Qui Dante si sente anche Uomo di Scienza, si sente un Definitore.

«Dico che l'usanza... è di chiamare «luce» lo lume, in quanto esso è nel suo fontale principio; di chiamare «raggio» in quanto esso è per lo mezzo, dal principio al primo corpo dove si termina; di chiamare «splendore» in quanto esso è in altra parte alluminata

ripercosso».

(Conv. 3 - XV - 5)

E' questo lo stralcio del verbale di un qualche Comitato magari internazionale di illuminazione? No; è un brano del Convivio di Dante.

«Et in coloribus, omnes albo mensurantur».

(De Vulg. Eloq. 1 - XVI - 2)

E' forse questa una riga estratta da un trattato d'ottica - latino, scritto magari per un seminario - dove il color bianco venga presentato come sintesi di tutti gli altri, come il colore per eccellenza? No; è un brano del «De Vulgari Eloquentia».

«Come quando da l'acqua o da lo specchio  
salta lo raggio a l'apposita parte  
salendo su per lo modo parecchio  
a quel che scende, e tanto si diparte  
dal cader della pietra in ugal tratta,  
sí come mostra esperienza ed arte; ...»

(Purg. XV 16)

Qual più fedele descrizione del fenomeno della riflessione della luce e qual più precisa esposizione della sua fondamentale legge sulla uguaglianza degli angoli di incidenza e di riflessione desiderar si potrebbe?

Ma anche altri fenomeni relativi alla luce ed alla sua propagazione sono avvertiti e descritti da Dante. La trasparenza:

«Com'acqua recépe  
raggio di luce permanendo unita».

(Par. II 35)

La velocità meravigliosa della luce:

«E se pensassi come al vostro guizzo

guizza dentro allo specchio vostra image».

(Purg. XV 25)

L'arco baleno:

«E come l'aere quand'è piomo,  
per l'altrui raggio che in sè si riflette,  
di diversi color diventa adorno»

(Purg. XXV 91)

L'ombra:

«lo sol che retro fiammeggiava roggio,  
rotto m'era dinnanzi alla figura  
che aveva in me de' suoi raggi l'appoggio».

(Purg. III 16)

Ma se la luce ha compiuto il miracolo di trasformare il Poeta in Scienziato, sa pure operare quello di convertire lo Scienziato, in Poeta; chè dall' «omo senza lettere» come Leonardo denomina se stesso, da lui pure dalla luce affascinato, ammaliato, sedotto, quasi a divinazione delle scoperte dei secoli futuri, sa trarre accenti commossi ed appassionati.

Nella Fisica ottica, Leonardo sa quanto Dante sapeva e molto più ancora, tanto che egli riesce a scrivere un qualche cosa che ha la pretesa di sembrare già un trattato di ottica organizzato (gran cosa per lui, disordinato per eccellenza!) intitolato «Delle ombre e dei lumi». Ma questi argomenti sono visti da Leonardo in un modo, anzi con un peritoso e trepidante rispetto tutt'affatto speciali; dice esser la luce fatta soltanto per «li contemplanti» e la riguarda come passo in una scala ideale e superba i cui gradini sono: Matematica, Fisica, Gloria, Luce, Dio. La luce tra la gloria e Dio, al di sopra e al di fuori della Fisica; qual Fisico accetterebbe ciò s'egli non fosse anche poeta?

Per Leonardo invero lo studio della luce non è più Fisica, ma qualcosa già di ben oltre in piena Metafisica; da quell'osservatorio al-

nessimo, nel quale egli sa porsi, può abbracciare con lo sguardo, nella immensa piana della Fisica che si stende ai suoi piedi, quanto i Fisici stessi, che in quella piana stanno, vedere non possono o non sanno. Relazioni tra manifestazioni della Natura in apparenza assai lontane; definizioni particolari che ben vengono ad adattarsi a fenomeni di più esteso tipo; concezioni nuove relativamente alla natura ed alla costituzione della materia e dell'energia. La luce, il calore, il suono, l'odore, il magnetismo e perfino il pensiero sono da Leonardo messi insieme quali derivati dal medesimo principio: la vibrazione; e quali partecipi del medesimo modo di diffondersi: la propagazione per onde.

La meravigliosa audacia di simil generale concezione, da sola, sarebbe sufficiente a far di Leonardo un Sovrano, ma non soltanto nella Fisica, bensì nella Filosofia nel suo più ampio significato di « Amore del sapere » in ogni campo da Dio aperto all'Uomo.

E l'uomo moderno in ciò che Leonardo dice o fa non soltanto rivede il proprio passato, riconosce il proprio presente, ma si sente addirittura nel proprio futuro stesso sospinto.

« Moti più veloci che siano, cioè quelli dell'occhio, del raggio solare e della mente »,

(Cod. Atl. 204 v.a)

egli osa affermare. Ecco, il batter d'occhio, la velocità della luce, la rapidità del pensiero, messi assieme a costituire una privilegiata gamma di velocità eccezionali. Ecco che i baluardi posti tra materia ed energia, tra energia e spirito crollano e si sfanno dinnanzi a quest'uomo, scienziato, artista, poeta mosso alla conquista degli arcani tesori del mondo!

E allo sguardo che spazia da un così alto punto di vista non si cela la minuzia del particolare. Forse Leonardo fu il primo a sottolineare i rapporti correnti tra la luce e la fiamma che, in certe condizioni, possono impunemente scambiarsi l'ufficio di causa e di effetto, l'una dell'altra. Egli mostra che, come la luce può in certi casi divenir causa di fiamma - e già Archimede lo sapeva e lo insegnò ai marinai

romani dei quali bruciò le navi, ma non a Dante dal quale fu ignorato - la fiamma non è senz'altro e sempre causa della luce. E, per dimostrare ciò, suggerisce la famosa esperienza dell'intercettare i raggi del sole pioventi sopra uno schermo con una candela accesa; sullo schermo apparirà non soltanto l'ombra della candela, ma anche quella della fiamma che diverrà così addirittura causa di ombra ossia negazione della luce.

Luce, Dio!

An cora un passo, affinché l'ultimo gradino della fantasiosa scala sia varcato. E l'Uomo che dapprima non sprezza, ma forse non si cura di leggere le «lettere incoronate» - le Sacre Scritture - nè s'interessa di ciò che sia sentimento, spirito, anima - tutta roba ch'egli stimò fosse da lasciare ai frati «padroni dei popoli, li quali per ispirazione san tutti li segreti», egli scrisse in un lontano dì - s'arresta ad ogni passo nel suo pellegrinaggio. Il ruscello bisbiglia, la fronda stormisce ed egli li ascolta; la terra palpita e geme nell'esprimere i virgulti ed egli vi si inginocchia e l'accarezza; agli animali del bosco, agli uccelli dell'aria chiede il segreto del balzo, del volo; la tempesta che stride, il tremuoto che i monti commuove vigile osserva ed indaga. Sempre attento, sempre proteso alla ricerca affannosa della legge, della legge generale, di quella che è «più causa» perchè «causa prima», irresistibilmente attratto, quale novello Saulo, dalla luce divina in ogni cosa attorno a lui riflessa, lungo la via della sua vita, quasi via di una novella Damasco!

Allora Leonardo domanda:

«Si degnerà il Signore, luce di ogni cosa, illustrare me tratatore della luce?»;

(Cod. Atl 203 r.a)

e dalla luce in fantasmagorico turbinio vien rapito dinnanzi al trono

- della «Prima mente» (Conv. 2 - III - 11)
- della «Somma Sapienza» (Inf. XXIX - 10)
- dell' «Ineffabile e sommo bene» (Purg. XXVIII - 91)
- dell' «Alta luce che da sè è vera» (Par. XXX - 54)
- della «Giustizia sempiterna» (Par. XXIX - 58)
- al «Culmen totius entis»; (De Mon. 3 - XVIII - 1)

È sempre l'amico Dante che, inconsciamente, ha profetizzato e definito per lui. Ora Leonardo comprende d'esser giunto alla sua mèta, alla soddisfazione infinita, alla causa prima e si proclama dal Creatore delle sue conquiste conquistato:

«Io t'ubbidisco, Signore, ... per l'amore che ragionevolmente portare ti debbo».

(Cod. Forst. III 29 r.)

Ora il desiderio di consegnarsi a questo suo Signore si impossessa di lui:

«Saggezza nel vivere, dolcezza nel morire»

(Cod. Triv. 34 r.);

«Quando io credevo imparare a vivere, e ho imparato a morire»

(Cod. Atl. 252 r.a);

«Sì come una giornata bene spesa dà lieto dormire, così una vita bene usata dà lieto morire»

KCod. Triv. 27 r.).

E Leonardo muore e muore dolcemente; nelle braccia di un gran

Re ha tramandato la leggenda; ma mai leggenda fu così vera perchè Leonardo morì davvero nelle braccia d'un gran Re; d'un gran Re il cui Regno è e sarà assai più bello ed ampio del pur bello ed ampio regno di Francia. Muore dolcemente perchè sa di consegnarsi a quella possanza arcaica, a quella causa prima della quale, inconsciamente dapprincipio matematicamente sempre, era andato alla ricerca. Di quella possanza arcaica nella definizione della quale, della sua onnipotenza, onniscienza, onnipresenza e eternità, egli e Dante avevan profferito la medesima breve, meravigliosa ed eterna parola: Amore.

«Amor che move il sole e l'altre stelle»

(Par. XXXIII 145)

son le ultime parole dell'ormai stanco poeta divenuto «contemplante» della disciplina rigorosa, matematica, scientifica dell'ordine naturale;

«Amor qui omnia vincit et nos cedamus amori»

(Cod. Atl. 273 r.a)

è costretto a confessare il «Figliol dell'esperienza» soggiogato e vinto dalla poesia armoniosa ed eterna della Creazione infinita, esperienza di Dio!