

CULTURA DELL' ANIMA



GIOVANNI VAILATI

GLI STRUMENTI DELLA CONOSCENZA

CON PREFAZIONE
DI
MARIO CALDERONI

R. CARABBA, EDITORE
LANCIANO

Volumi pubblicati

1. ARISTOTELE. Il primo libro della metafisica.
2. GALILEO GALILEI. Pensieri.
3. ARTURO SCHOPENHAUER. La filosofia delle Università.
4. EMILIO BOUTROUX. La Natura e lo Spirito.
5. PAOLO SARPI. Scritti filosofici inediti.
6. JOHNATHAN SWIFT. Libelli.
7. FRANCESCO GUICCIARDINI. Ricordi politici e civili.
8. ENRICO BERGSON. La filosofia dell'intuizione.
9. SÖREN KIERKEGAARD. In vino veritas.
10. UGO FOSCOLO. Il tomo dell'io.
11. P. B. SHELLEY. La difesa della poesia.
12. NICCOLÒ MACHIAVELLI. Pensieri sugli uomini.
13. PIETRO VERRI. Discorso sull'indole del Piacere e del Dolore.
14. WILLIAM JAMES. Saggi pragmatisti.
15. FRANCESCO ACRÌ. Le cose migliori.
16. FRIEDRICH HÖDERLIN. Iperione.
17. FEDERICO SCHELLING. Ricerche filosofiche su la essenza della libertà umana.
18. NICCOLÒ MALEBRANCHE. Pensieri metafisici.
19. GIORGIO SOREL. La religione d'oggi.
20. AFRICANO SPIR. Religione.
21. CARLO PUINI. Mahaparinirvana-sutra.
22. EDWARD CARPENTER. Verso la democrazia.
23. I. G. FICHTE. Sulla missione del dotto.
24. FRIEDRICH HEBBEL. Diario.
25. NOVALIS. Inni alla notte e canti spirituali.
26. Testi di morale buddistica. 1. Dhammapada, 2. Suttanipāta, 3. Itivuttaka.
27. Due Upanisad. La dottrina arcana del bianco e del nero Yajurveda.
28. ERNESTO HELLO. L'uomo.
29. S. ANSELMO. Monologio.
30. GIOVANNI CALVINO. La religione individuale.
31. MIGUEL DE UNAMUNO. Commento al «Don Chisciotte». Vol. I.
32. MIGUEL DE UNAMUNO. Commento al «Don Chisciotte». Vol. II.
33. G. B. VICO. Opere minori.
34. P. S. PITAGORA. I versi aurei, I simboli, le lettere.
35. FRANZ BRENTANO. La classificazione delle attività psichiche.
36. EDOARDO LE ROY. Scienza e filosofia.
37. DAVID LAZZARETTI. Visioni e profezie.
38. SPINOZA. Dio.
39. ANTONIO ROSMINI. Breve schizzo dei Sistemi di filosofia moderna e del proprio sistema e Dialogo su la vera natura del conoscere.
40. IMMANUEL KANT. Prolegomeni ad ogni futura metafisica che si presenterà come scienza.
41. NOVALIS. Frammenti.
42. FEDERICO NIETZSCHE. Lettere scelte e frammenti epistolari.
43. MARSILO FICINO. Sopra lo amore.
44. GIACOMO LEOPARDI. Pensieri di varia filosofia.
45. ARTURO SCHOPENHAUER. La quadruplice radice del principio di ragion sufficiente.
46. LICHTENBERG. Osservazioni e massime.
47. ETTORE REGALIA. Dolore e azione.
48. GIUSEPPE FERRARI. Il genio di Vico.
49. GIOVANNI VAILATI. Gli strumenti della conoscenza.
50. Il libro di Job.
51. FEUERBACH. La morte e l'immortalità.

GLI STRUMENTI DELLA CONOSCENZA

Patrocinio della



Ristampa anastatica
dell'edizione originale

© Copyright by
Casa Editrice
Rocco Carabba srl
Lanciano
2009

ISBN: 978-88-6344-048-5 - € 15,00

GIOVANNI VAILATI

GLI STRUMENTI DELLA CONOSCENZA

CON PREFAZIONE

DI

MARIO CALDERONI



LANCIANO
R. CARABBA, EDITORE

—
1916

PROPRIETÀ LETTERARIA
DELL' EDITORE R. CARABBA

Lanciano, tip. dello Stabilimento R. Carabba

GIOVANNI VAILATI

Matematico, logico, psicologo, filologo, economista, pedagogista insigne, il Vailati teneva il filo delle correnti più svariate del pensiero passato e contemporaneo, le radunava in fascio, sapeva sprigionare dal loro contatto scintille luminose. A ciascuno di noi di questa sua vasta e complessa cultura è dato conoscere e comprendere solo una parte; onde il suo pensiero non può, per ogni riassunto od esposizione che si tenti di farne, non soffrire d'ingiuste e crudeli mutilazioni.

Nacque il Vailati a Crema, di nobile famiglia, il 23 aprile 1863. Nel 1870 entrò per compiere i suoi primi studi nel Collegio dei Padri Barnabiti di Monza, d'onde nel 1873 passò nel Collegio di S. Francesco in Lodi, tenuto pure dai Padri Barnabiti. Quivi fece i suoi corsi Ginnasiali e Liceali. Sin d'allora egli dette prova di grande ingegno e di non comune alacrità, e dai 12 anni in poi fu sempre il primo del suo corso. Nell'ultimo anno egli riportò in quel Collegio la massima onorificenza, quella cioè del ritratto o effigie a olio; ritratto che ancora si conserva presso i Padri Barnabiti di Lodi e che permetterà a noi amici ed ammiratori di lui, che solo più tardi lo incontrammo, di conoscere quelle che furono le fattezze più giovanili di lui.

Per i Padri Barnabiti egli conservò durante la sua vita il più vivo affetto e la più sincera gratitudine; del loro insegnamento riportò la profonda cultura classica; della loro educazione, la modestia, la mansuetudine, la semplicità, e qualcosa di ecclesiastico nel portamento e nei gesti, che mai lo abbandonò.

Ottenuta la licenza liceale a 16 anni, egli fece i suoi corsi universitari a Torino dove prese la laurea in ingegneria nel 1884 e in matematiche pure nel 1886. Mentre era studente a Torino i suoi amici lo chiamavano il « Filosofo » sapendo che nelle biblioteche, ove gli piaceva rinchiudersi, egli risaliva il corso del pensiero e si interessava della storia delle scienze matematiche e fisiche, leggeva filosofi greci e moderni, conversava con Platone, Aristotele ed Archimede, Galileo e Torricelli, Locke, Descartes e Leibniz.¹

A Torino egli tornò spesso anche dopo la laurea. Fu nominato in quell'epoca a Torino professore di calcolo infinitesimale Giuseppe Peano, il fondatore di quella logica matematica che è una gloria indiscussa del pensiero italiano nei tempi più recenti. Il contatto di Peano e gli studi di logica matematica dovevano segnare un'orma duratura in tutto il pensiero e l'opera di Giovanni Vailati. Divenuto ben presto del Peano amico carissimo e scolaro, egli fece importanti contribuzioni alla teoria della logica matematica; in modo speciale la sua cultura filologica e storica lo posero in grado di portare un aiuto prezioso nel compilare le note storiche relative alla logica matematica e al suo nesso con la logica Aristotelica tradizionale. Egli era allora in relazione epistolare con l'illustre Schröder, autore della ponderosa opera *L'Algebra della logica* dalla quale il Vailati contribuì a sceverare la parte nuova e vitale.

Nel 1896, egli divenne assistente di geometria e fu uno dei primi ad occuparsi, in pregevoli lavori, dell'analisi dei postulati che si possono porre

¹ V. U. RICCI: *Neurologia di G. V.* in « *Giornale degli Economisti* », vol. XXXVIII, serie 2, 1909.

a base della geometria. Nell'anno stesso il Volterra, insegnante già illustre di meccanica razionale, ammirando le profonde conoscenze che il Vailati, grecista, matematico e filosofo ad un tempo, si era saputo acquistare nella storia della meccanica, lo volle suo assistente onorario. Il Vailati tenne nei tre anni successivi tre corsi di conferenze sulla storia della meccanica. E le prolusioni a questi corsi, — la prima sulla Importanza delle ricerche relative alla storia delle scienze, la seconda sul Metodo deduttivo come strumento di ricerca, la terza sulle Questioni di parola nella storia della scienza e della cultura, — rivelarono subito in Vailati uno dei più dotti ed acuti pensatori della sua generazione.

Nello stesso tempo egli veniva presentando all'Accademia delle Scienze di Torino quelle sue memorie sul Concetto di gravità nella statica di Archimede, sul Principio dei lavori virtuali da Aristotele ad Erone d'Alessandria, sulle Speculazioni di Giovanni Benedetti sul moto dei gravi, che sono considerate dai competenti come lavori classici e contribuirono, insieme alle prolusioni, a dare al loro autore una fama europea.

In questi scritti egli mostrava, per usare le sue stesse parole, « come la storia delle teorie scientifiche su un dato soggetto non vada concepita come una serie di tentativi successivi, falliti tutti, eccetto l'ultimo; — essa non è da paragonare, come fu fatto con assai più spirito che profondità, alla serie di operazioni che fa chi voglia aprire una porta avendo a disposizione un mazzo di chiavi tra le quali egli non sa discernere quella che è atta al suo scopo. La storia ci presenta invece una serie di successi, dei quali ciascuno supera ed eclissa il precedente come il precedente aveva alla sua volta superati ed eclissati quelli che lo avevano preceduto ».

« L'ordine secondo cui tali successi si susseguono storicamente non è un ordine casuale od arbitrario, o connesso a cause che non abbiano alcun rapporto colla costituzione e le propensioni della mente umana, o che diano luogo a

diversi schemi di sviluppo secondochè si tratti di un ramo di scienza o di un altro. Noi ci troviamo sempre, o quasi sempre, davanti ad un processo d'approssimazioni successive, paragonabili ad una serie di esplorazioni in un paese sconosciuto, ciascuna delle quali corregge, o precisa meglio i risultati delle esplorazioni precedenti, e rende sempre più facile, a quelle che susseguono, il raggiungimento dello scopo che tutte hanno avuto in vista ».¹

Applicando tale metodo, il Vailati dimostrava che Aristotele, nel suo primo sforzo per costruire la scienza della meccanica, aveva avuta la visione di alcuni dei principi fondamentali della scienza moderna, e che la maggior parte degli errori a lui attribuiti dai moderni erano dovuti, non a lui, ma ad una cattiva interpretazione dei suoi traduttori e divulgatori.

Tutto questo lavoro non gli impediva, frattanto, di occuparsi anche di etica, di sociologia, di psicologia, di economia. Non appena fu fondato a Torino, da Cognetti de Martiis, il laboratorio d'economia politica, il Vailati divenne uno dei suoi più assidui frequentatori. Scrisse allora varie belle ed importanti recensioni nelle quali, come sempre dipoi, egli esponeva, accanto alle idee dell'autore del libro recensito, le proprie idee, acute ed originali; notevole fra le altre una recensione, bellissima, del libro, allora oggetto di tutte le discussioni, l'opera di Beniamino Kidd sulla Evoluzione sociale, la quale segnò una prima battaglia contro la teoria, allora dominante quasi senza contrasti, del materialismo storico. Il Vailati vi esprimeva la sua simpatia e la sua approvazione per la tesi del Kidd, ritenendo con lui altissima l'importanza del fattore morale nel progresso delle Società, e stimando « che il primum mobile del progresso sta, non già nel solo giuoco degli interessi individuali e materiali e nel conflitto dell'egoismo di quelli che hanno contro l'egoismo di quelli che vogliono avere, ma nel graduale sviluppo, in tutte le classi

della società (e specialmente, come è naturale, nelle classi meglio educate) di un sentimento sempre più elevato dei doveri di tutti verso ciascuno e di ciascuno verso tutti, nella sempre crescente esigenza di equità nei rapporti fra gli uomini, e nella ripugnanza sempre maggiore per tutto ciò che è fonte di sofferenza umana ».¹

Fu in quell'epoca (1896) che ebbi la ventura di conoscerlo, al terzo Congresso di Psicologia che si tenne a Monaco di Baviera. Quivi egli ebbe l'occasione di farsi conoscere come psicologo presso i psicologi stranieri, e di contrarre amicizie che, come quella dell'illustre filosofo Franz Brentano e del prof. Marty di Praga, egli conservò fino all'ultimo. A Monaco, come sempre, dipoi nei congressi e dovunque, io lo vidi universalmente festeggiato e desiderato dagli scienziati intervenuti: per le vie, nelle birrerie, nei ritrovi e nelle adunanze egli era sempre il centro di un crocchio che egli affascinava colla sua conversazione gioviale e semplice, ma sempre interessante ed istruttiva. Dovunque e sempre infatti, oltre e sopra ogni cosa, il Vailati seppe essere un insegnante ed un maestro.

Agevol cosa gli sarebbe stata, con la coltura che possedeva e data la stima di cui già a quell'epoca godeva, conquistare una cattedra universitaria. Ma per la sua modestia, e pel suo desiderio di sincerità e di libertà intellettuale, egli ebbe sempre un'invincibile ripugnanza per quella che in gergo universitario si chiama la fabbricazione dei « titoli »; egli non seppe e non volle infarcire i suoi scritti di citazioni oziose, e alla forma del volume preferì sempre la forma dell'opuscolo, della nota, dell'articolo di rivista, della recensione. Inoltre la sua tendenza a lavorare nei campi più svariati metteva nell'imbarazzo coloro (e non mancavano certo) che ben volentieri gli avrebbero dato una cattedra, ma non sapevano quale dargli fra le cattedre contemplate dal nostro ordinamento universitario. Perciò il Vailati entrò, e rimase fino

¹ Sull'importanza delle ricerche relative alla storia delle scienze, p. 6, 7.

¹ V. « Riforma sociale ». Anno III. Fasc. I vol. V (1896).

all'ultimo, nell'insegnamento secondario: insegnamento che del resto gli permise di dedicare maggior tempo di quanto altrimenti non avrebbe potuto ai suoi studi svariati e multiformi.

Lo troviamo professore di matematiche prima in un Istituto di Pinerolo, poi nel Liceo di Siracusa. Nel 1900 passò all'Istituto tecnico di Bari; poi fu per tre anni professore all'Istituto tecnico di Como, finchè nel 1904 il Ministro Orlando lo destinò all'Istituto tecnico di Firenze in seguito ad un voto esplicito dell'Accademia dei Lincei che giudicava il Vailati il più adatto a curare l'edizione nazionale degli scritti del Torricelli; edizione a cui però il Vailati, data la deficienza di mezzi di studio che trovò a Firenze, non potè attendere.

Durante questo periodo che va dal 1900 al 1904 l'attività del Vailati fu molteplice ed indefessa. Nel 1900 a Parigi si tennero il primo Congresso Internazionale di Filosofia ed il terzo Congresso Internazionale di Psicologia; e ad entrambi il Vailati partecipò. Nel Congresso di Filosofia fu uno dei membri più attivi della sezione di logica e storia delle scienze, e vi presentò una mirabile memoria sulle Difficoltà che si oppongono ad una classificazione razionale delle scienze; nel Congresso di Psicologia trattò della Classificazione degli stati di coscienza proposta dal prof. Brentano e le sue applicazioni all'analisi psicologica dei giudizi.

Nel Congresso di Scienze storiche, tenutosi a Roma nel 1903, egli lesse una sua comunicazione sulla Applicabilità dei concetti di causa ed effetto nelle scienze storiche, succoso lavoro di sei pagine, nel quale sottopone ad una fine analisi e critica il contrasto ordinariamente posto tra « leggi fisiche » e « leggi sociali od economiche », mostrando come nessun carattere di maggiore « necessità » o « fatalità » distingua le prime dalle seconde, e come d'altra parte il più rigido determinismo sia compatibile con la fiducia più ampia nell'efficacia della volontà umana a modificare ed a dirigere gli eventi.

Risalgono pure a quest'epoca alcuni dei suoi bel-

lissimi studi critici di filosofia Aristotelica e Platonica. Di Platone ed Aristotele il Vailati fu lettore appassionato, nella loro lingua che egli conosceva come una lingua moderna; egli visse sempre per così dire nella loro intimità, e l'influenza loro si rintraccia nella maggior parte dei suoi scritti. Il Vailati non ebbe mai quella smania così comune al dì d'oggi per i libri nuovi o recenti, e stimava che spesso molto più nuovi sono i libri antichi, nei quali tante verità rimaste ignorate e fraintese per lunghe generazioni sono da scovarsi e da mettersi in luce.

La sua mente chiaroveggente e il suo rigoroso metodo critico gli permettevano di superare le difficoltà linguistiche e terminologiche, di scorgere, attraverso le differenze verbali, l'identità e la comunità del pensiero degli antichi col nostro pensiero. I suoi saggi sulla « Teoria Aristotelica della definizione » sulla « Teoria del definire e classificare in Platone » (apparso poi in una Rivista inglese col titolo: « Studi di terminologia Platonica »), e la sua mirabile traduzione, pubblicata appena sei mesi fa, del primo libro della Metafisica di Aristotele ci mostrano come la filosofia antica, attraverso ad una mente come quella di Giovanni Vailati, possa — senza alcun travisamento — divenire accessibile e piana anche ai più semplici e profani tra noi.

Nel 1904, quando il Vailati si trasportò a Firenze, un animoso gruppo di giovani, raccolti intorno al Direttore della battagliera rivista « Leonardo », aveva iniziato un aspro combattimento contro la filosofia universitaria, contro la morta erudizione, contro il gelido intellettualismo che essi ravvisavano, o credevano ravvisare, nelle autorità filosofiche riconosciute nelle scuole. Il Vailati, nonostante le loro intemperanze, nonostante che egli fosse così diverso da loro per età, per temperamento, per coltura e per convinzioni, seppe, per il primo forse, discernere quanto vero ingegno e quanta sincerità giovanile si nascondesse sotto alla non infrequente ingiustizia e brutalità dei loro attacchi. Egli fu loro largo di simpatia, di con-

siglio, di collaborazione. A lui sono dovuti alcuni dei più belli e profondi articoli comparsi nel « Leonardo », e molti altri articoli che non recano la sua firma, portano la traccia della sua direzione e correzione. Intervvenuto nella discussione allora impegnata dal « Leonardo » su quella nuova corrente di idee, d'origine inglese ed americana, che ha il nome di Pragmatismo, egli vi portò — spesso senza comparire personalmente — l'acume della sua critica e la serenità del suo giudizio.

Ed a lui principalmente si deve se da questa discussione a poco a poco si è venuto sviluppando un pragmatismo nuovo, mondato delle insufficienze, delle illogicità e delle doppiezze che ne avevano contrassegnata la diffusione così rapida attraverso l'Europa; a lui dobbiamo se oggi l'Italia può vantare un pragmatismo suo proprio ed, in un certo senso, originale.

A Firenze egli si trattenne, fra i giovani che lo amavano e che egli amava, fino al principio del 1906, quando dal Ministro Bianchi fu chiamato a far parte della Commissione Reale per la riforma della Scuola Media. Ai lavori di questa Commissione partecipò con instancabile attività, con interesse senza pari; visitò, a spese sue, molte scuole estere — in Grecia, in Germania, in Francia —; scrisse varie relazioni sull'insegnamento delle matematiche e su quello dell'economia politica, relazioni che furono vivamente discusse e in seno della Commissione e in seno di varie Associazioni e Congressi scientifici. A lui è dovuto, fra altre cose, se l'economia politica, questa scienza così ingiustamente esclusa dai programmi d'insegnamento nelle Scuole Medie di alta cultura, è stata riconosciuta come una materia di cultura generale e formativa dell'intelligenza.¹

A Roma egli rimase, dividendo il suo tempo fra i lavori della Commissione, i suoi studi di filosofia, i lieti ed intellettuali convegni con gli amici, giovani e vecchi, che sempre crescevano di numero intorno a lui, finchè nell'autunno dell'anno scorso,

¹ Ricci: Op. cit.

vedendo che i lavori della Commissione tiravano troppo per le lunghe, e preso dalla nostalgia dell'insegnamento, chiese di potere, pur senza abbandonare la Commissione, tornare all'Istituto di Firenze. Nel dicembre lo colse, sotto parvenze ingannatrici di lieve indisposizione, la crudele malattia che doveva così inaspettatamente condurlo alla tomba.

Nell'opera del Vailati, sebbene essa tocchi delle materie e delle scienze più disparate, si riscontra una intima e sostanziale unità. Se egli signoreggiava i campi più diversi dell'umano sapere, e in ogni materia con poche pagine o con poche parole, sapeva dire ciò che i cultori delle materie stesse spesso riescono a non dire in molti volumi, ciò non è dovuto soltanto al suo ingegno scintillante e proteiforme e alla sua indefessa attività e curiosità, che gli permetteva, quasi in ogni ramo dello scibile, di acquistare in breve la competenza dello specialista.

Ciò è anche dovuto ad una direttiva costante di pensiero e di metodo, la quale rispondeva ad una sua convinzione profonda nonchè ad alcune particolarità del suo carattere morale e del suo temperamento.

L'opera che meglio rispecchia tale direttiva e tale convinzione sono le sue « Osservazioni sulle questioni di parola ». Come psicologo, come storico e metodologo delle scienze, atto più di qualunque altro a scorgere le identità e le divergenze reali del pensiero al di là e al di sotto delle diversità od identità puramente apparenti e verbali, il Vailati si era convinto che uno degli ostacoli maggiori al progresso del pensiero sta nella insidia che continuamente ci tende il linguaggio, in quanto il significato delle parole e delle frasi che adoperiamo sfugge in parte alla nostra conoscenza e in gran parte al nostro controllo, e in quanto spesso ripetiamo tali parole o frasi per semplice effetto di tradizione e di imitazione, indipendentemente da una nozione qualsiasi delle circostanze e dei fatti che hanno dato loro origine.

Ogni progresso delle nostre cognizioni, col conseguente mutamento o rimaneggiamento dei nostri concetti e delle nostre classificazioni, tende a provocare una serie di malintesi e di equivoci, per cui chi enuncia una frase, una proposizione, una teoria, crede spesso di dire qualche cosa di più o di diverso di quanto in realtà non dica, o crede addirittura di dir qualcosa quando in realtà non dice niente.

Tali equivoci e malintesi, inducendoci a formulare delle questioni di cui non possiamo neppure concepire la possibilità di una soluzione, hanno troppo spesso dato alimento a teorie soverchiamamente pessimistiche e scoraggianti sui limiti che la ricerca deve imporre a sè stessa, facendo credere all'esistenza di contrasti, di dissidii, di antinomie, laddove una analisi dei termini e delle frasi impiegate nella controversia avrebbe rivelato che tali dissidii erano puramente apparenti o erano ben diversi da ciò che apparivano.

Applicando tale analisi alla trattazione di molti problemi che affaticarono ed affaticano ancora inutilmente gli uomini, il Vailati mostrava come la loro presunta insolubilità sia da attribuirsi, non già ad alcuna insufficienza o debolezza congenita al pensiero umano, ma al fatto che tali problemi, nel modo in cui sono stati e sono ancora posti, non costituiscono affatto dei problemi nel senso proprio di questo termine, ma si dileguano interamente, o si convertono in problemi diversi, suscettibili di soluzione o che almeno niente ci vieta di sperare lo diventino un giorno.

Tale metodo della « *Questione di parola* », che il Vailati seppe applicare non solo negli ardui campi della metafisica, ma alle altre scienze fino alla psicologia, alla sociologia, alla storia, è in sostanza quello stesso che fu da lui e dai suoi amici più tardi formulato, restituendo alla parola il suo significato originario, sotto il nome di Pragmatismo.

Il Pragmatismo, nel quale i più non avevano scorto che una forma di utilitarismo applicato alla valutazione delle credenze e delle teorie, fu dal Vailati ricondotto alla sua forma originaria e più seria:

al tentativo cioè appunto di evitare il sorgere del malinteso e del nonsenso, mediante il consiglio e l'invito, rivolto a chiunque enuncia una frase o pone un problema, di indicare le esperienze particolari e concrete alla cui possibilità od impossibilità egli intenda con ciò riferirsi, e indipendentemente dalle quali è impossibile sapere se la sua frase abbia un senso e quale senso abbia.

Il Vailati sotto questo aspetto ci appare come uno sperimentalista ed un positivista; ma il riferimento all'esperienza è da lui considerato non soltanto come mezzo di prova delle asserzioni e delle teorie, ma anche e soprattutto come criterio del loro significato; — ossia come criterio di scelta o d'eliminazione delle questioni dalle asserzioni stesse provocate. Questo metodo, ed il modo sagace e costante con cui egli seppe adoperarlo, costituiscono una grande originalità e un grande titolo di benemeranza intellettuale per Giovanni Vailati, e spiegano l'influenza chiarificatrice ed animatrice del suo pensiero.

Mi rimane a dire qualche parola intorno all'opera del Vailati nelle scienze morali, sociali, economiche. Anche qui noi possiamo scorgere l'applicazione del suo metodo favorito, la critica cioè delle distinzioni e dei contrasti dovuti ad una cattiva ed equivoca terminologia, la percezione delle analogie e delle somiglianze fra i campi ordinariamente concepiti come più lontani e diversi.

Cultore appassionato di economia, e familiare con tutti i grandi economisti, il Vailati concepiva tale scienza in un modo assai più vasto e comprensivo di quanto gli economisti non facciano di solito. Egli riteneva non giustificata da alcuna convenienza scientifica la distinzione, come è di solito formulata, fra l'« *Homo oeconomicus* », calcolatore ed egoista, e l'uomo quale si trova nella realtà, mosso, oltrechè da sentimenti egoistici, da sentimenti familiari patriottici morali. L'edonismo economico gli appariva fondato sulla equivocità della frase, « l'uomo negli scambi sceglie sempre le cose che gli arrecano maggior piacere »; la quale frase è

atta ad essere accettata senza discussione per il fatto di essere una semplice tautologia, visto che non abbiamo altro criterio della eguaglianza e della differenza dei piaceri per un individuo all'infuori delle scelte che egli compie, mentre la frase stessa è atta ad essere interpretata, come lo fu dagli economisti, come se significasse che solo una data categoria di moventi — i moventi egoistici — sono da prendersi in considerazione nelle teorie economiche.

Abbandonato così, o diversamente interpretato, il presunto postulato supremo della economia, questa veniva a comprendere, secondo il Vailati, tutte le scelte umane, di qualunque genere siano, egoistiche o no, purchè presentino una sufficiente costanza e regolarità, tale da permetterci di generalizzare e di prevedere. Così anche il campo della morale veniva ad essere incluso nell'economia. E alla luce di questa geniale estensione molte delle leggi scoperte dagli economisti, e credute applicabili soltanto nella stretta sfera delle azioni egoistiche, apparivano applicabili anche alle azioni morali, prima fra tutte la legge detta del valore od utilità marginale. Come il prezzo di una merce tende a crescere o a diminuire a seconda della qualità minore o maggiore di essa merce che si trova sul mercato, così il pregio di certe azioni, e il loro stesso carattere di virtù, tende a variare a seconda della misura maggiore o minore in cui tali azioni vengono, in una data società, spontaneamente compiute.

« Ciò che caratterizza, scrive il Vailati, la maggior parte dei sentimenti che qualifichiamo come « immorali », non sta nel fatto che le azioni alle quali essi ci spingono siano per sè stesse dannose o incompatibili col benessere e la prosperità generale, ma solo nel fatto che la parte che essi prendono, nel caso ordinario, alla determinazione della nostra condotta è alquanto più grande di quanto non sarebbe conveniente che fosse nell'interesse di tutti, il che è appunto ciò che rende necessario il controbilanciarne l'influenza con mezzi che, secondo i casi, vanno dalla semplice disappro-

vazione o rimprovero fino alle sanzioni più severe del codice penale. Mentre dal canto opposto le azioni qualificate come « morali », tendendo ad essere prodotte, per così dire, in quantità inferiori alla domanda, richiedono ulteriori stimoli in aggiunta a quelli che portano spontaneamente ad effettuarle. Un'alterazione nel carattere e nel livello medio della educazione morale in una data società, che avesse per effetto di rendere tali freni o stimoli meno necessari o meno urgenti, tenderebbe a produrre nei corrispondenti apprezzamenti morali delle variazioni altrettanto notevoli, per quanto meno rapide, di quelle che vediamo verificarsi nei prezzi dei prodotti industriali per effetto della scarsità od esuberanza delle materie prime, o in seguito ad un miglioramento tecnico nei processi di fabbricazione ».¹

Nelle questioni di politica economica, delle quali pure vivamente si interessava, il Vailati non fu nè conservatore nè rivoluzionario, nè individualista nè socialista. Egli stimava tali distinzioni troppo recise e grossolane, e riteneva che fra i campi opposti vi fosse un possibile campo di conciliazione, di collaborazione per il bene comune. Liberista ed individualista egli fu, nel senso più ampio ed illuminato. Le critiche a cui sottopose, a varie riprese, gli schemi dei socialisti e il loro ideale di proprietà collettiva ne sono una prova. « L'idea, egli scrive, in una delle sue bellissime recensioni, che convenga concedere all'individuo il possesso degli oggetti di consumo e non quello degli strumenti di produzione, cioè in altre parole permettergli di disporre dei frutti del lavoro proprio od altrui solo in quanto egli intenda consumarli o distruggerli a vantaggio proprio immediato e non in quanto egli intenda invece conservarli od impiegarli ad incremento della produzione generale, non è altro che una larvata propaggine di quel vecchio pregiudizio, secondo il quale, non quelli che risparmiano, ma quelli che consumano dovrebbero

¹ V. « Rivista di Sociologia », luglio-agosto 1903.

essere riguardati come i veri promotori della prosperità generale ».

« Sostituire, al risparmio spontaneo ed interessato dei singoli, il risparmio collettivo, quale sarebbe richiesto in qualsiasi forma di « socializzazione » degli strumenti di produzione, sarebbe da considerarsi come un provvedimento poco meno assurdo di quello che sarebbe se, in un paese ricco di cadute naturali di acque, atte ad essere utilizzate per scopi industriali, si ritenesse conveniente rinunciare a trarne profitto, procedendo invece a trasportare l'acqua caduta, per mezzo di pompe, in posizione elevata, per servirsi poi della caduta di questa ».¹

Ma ciò non gli impediva di scorgere le deficienze del liberismo e dell'individualismo nella loro forma più assoluta ed intransigente, e di essere vivamente sensibile ai mali ed alle miserie che la libertà economica di per sé sola non basta a rimediare, che essa anzi accentua e mette maggiormente in vista.

Sin dai primi anni che lo conobbi, egli simpatizzava con le idee di Enrico George e dei Fabiani inglesi, di quei socialisti cioè che abbandonando la teoria catastrofica di Marx, aspiravano a realizzare una parte del programma socialista pur « temporeggiando » e tenendo conto dei pericoli innegabili indicati dalle scuole liberali.

Perciò accolse con entusiasmo la comparsa in Italia del libro di Eugenio Rignano « Di un socialismo in accordo con le dottrine economiche liberali »; libro a cui egli dedicò parecchie recensioni.

E più tardi, quando fu pubblicata la traduzione francese nel volume di Otto Effertz sugli Antagonismi economici, egli pur conoscendo le manchevolezze di quest'opera si diede ad una viva propaganda, per le Riviste e nelle conversazioni private, in suo favore. Ciò che gli piaceva in quest'opera, oltrechè il riconoscimento, da parte di un socialista, di alcune tra le più gravi inesattezze e

¹ V. « Riforma sociale », Fasc. IV, Anno IX, Vol. 12, Serie II, 1902.

deficienze della dottrina ancora espressamente o tacitamente accettata dai socialisti, era il vigore col quale Effertz insiste su certe disarmonie ed antagonismi troppo trascurati dagli apostoli della scuola liberale, e sulle conclusioni d'indole morale che dalla percezione di tali antagonismi si possono trarre.

Anche in ciò pareva al Vailati che l'economia potesse contribuire potentemente a modificare i nostri concetti e i nostri apprezzamenti morali, col mostrarci nuovi doveri e nuove responsabilità: quella per esempio che spetta a noi tutti in quanto siamo consumatori e con la nostra domanda dirigiamo gli sforzi e l'opera dei nostri simili e provochiamo l'impiego di risorse, in modo talora incompatibile con la felicità e perfino con l'esistenza di altri nostri simili; e la responsabilità che compete ai produttori, quando per accrescere i loro profitti essi si rendono colpevoli, in svariati modi, di una distruzione o dispersione di ricchezza.

Questi cenni dell'opera di Giovanni Vailati come pensatore e scienziato non danno che una pallida idea del valore dell'uomo. Come disse uno dei suoi più diletti amici dinanzi al suo feretro ¹ « quando si fosse fatto un lungo discorso per elogiarla la sua mente, un altro se ne dovrebbe fare, non meno lungo, per celebrare la bontà del suo cuore. Carattere eccezionale di adolescente ingenuo, egli si innamorava di tutte le cose veramente belle ed originali. In un esercito di conoscenti non ebbe che amici, poichè il suo cuore non conobbe gelosie, non conobbe ambizioni, non conobbe malignità. Mai un sentimento che non fosse nobile e generoso offuscò l'anima serena di Giovanni Vailati, mai una parola amara, pungente o intollerante partì dal suo labbro. Egli amava ed ammaestrava gli uomini come un savio della Grecia antica, attirava a sé i giovani ed i vecchi, regalava libri, consigli, avvertimenti, era felice quando po-

¹ Ricci: *Luogo cit.*

teva presentare l'uno all'altro due studiosi che non si conoscessero».

Ed invero la figura storica con la quale Giovanni Vailati presenta più numerosi punti d'affinità e somiglianza, fu quella di Socrate. Di Socrate egli ebbe la modestia, l'ironia bonaria, la socievolezza; di Socrate egli ebbe il metodo d'insegnamento e di conversazione. Egli amava ascoltare gli altri, pur così spesso inferiori a lui per coltura ed ingegno, e spingerli, mediante accorte interrogazioni, a sviscerare il loro pensiero. Alle domande altrui spesso non rispondeva, fingendosi ignorante; ma la sua ignoranza era il più delle volte, come quella di Socrate, una ignoranza motivata: motivata nella sua ripugnanza ad asserire ciò di cui non fosse del tutto sicuro e ad accettare gli schemi e le formule del pensiero altrui, quando gli paressero mal costruiti.

Finissimo umorista, di quell'umorismo che consiste nello scorgere delle analogie fra le cose più disparate, fra l'allegro e il severo, fra il lieto e il tragico, egli fu inesauribile creatore di motti di spirito, di metafore argute, di similitudini eleganti e geniali; sotto il velo dello spirito e dell'arguzia egli spesso nascondeva l'osservazione sapiente e la critica acuta.

La vita di Giovanni Vailati è un grande esempio per tutti noi. A tre sue grandi passioni, i viaggi istruttivi, i libri, la buona musica, egli soddisfece largamente e da gran signore. Ma, semplice d'abitudini e di gusti; egli provò col fatto che il segreto della felicità sta, non nella ricerca affannosa e continua di sempre nuove soddisfazioni, ma nella moderazione delle esigenze e dei bisogni, e nella rassegnazione al fato indifferente ed inerte. La sua bella serenità non lo abbandonò mai, neppure fra le crudeli sofferenze della sua malattia.

Un giorno soltanto, circa una settimana prima della fine, a me che prendevo commiato da lui egli disse: Che peccato, non è vero? avremmo potuto ancora tanto lavorare! Vi erano tante, altre belle cose da dire! E questa fu la sua sola protesta.

La sua morte fu stoica. Negli ultimi giorni, il

libro che egli tenne presso il capezzale e gli dette il supremo conforto spirituale fu la Bibbia degli stoici, le Meditazioni di Marco Aurelio, che egli leggeva nel testo greco. L'esemplare da lui annotato in quegli ultimi giorni rimarrà a perenne testimonianza dei pensieri, degli affetti di lui di fronte al grande mistero della morte.

Ad un amico che una volta lo interrogava sull'immortalità dell'anima egli, eludendo la questione, rispondeva: Vive di più chi più vive nelle sue opere. Ed in questo senso almeno certamente Vailati non è morto, Vailati non morrà; perchè la sua opera è duratura ed egli sopravvive nel ricordo e negli affetti di tutti noi come sopravviverà nel pensiero delle future generazioni.

MARIO CALDERONI.

(1909).

BIBLIOGRAFIA

Tutta l'opera, anche le più piccole recensioni, di GIOVANNI VAILATI è raccolta nel volume degli

Scritti. Firenze, Seeber, 1911 (pp. XXXIII; XXIX; 947) (eccettuato uno scritto sulla Teoria delle Proporzioni che fu pubblicato postumo dal Prof. Enriques).

Hanno parlato di G. VAILATI:

AMENDOLA G. G. V. (in *Russky Mysl*, 1911).

Id. *Gli scritti di G.V.* (in *Nuova Antologia*, 1. marzo 1911).

Id. G. V. (*Giornale d'Italia*, maggio 1909).

BODRERO E. *La genialità latina e il pensiero di G. V.* (in *Rivista Italiana di Sociologia*, a. XV, fasc. 11, marzo-aprile 1911).

BORGESE G. A. *Un divulgatore* (nella *Stampa*, 21 maggio 1909. Ristampato nella *Vita e il Libro*. Torino, Bocca, 1910, 1ª serie, pp. 468-474).

CAPPELLAZZI A. *Gli scritti di G. V.* (in *Rivista di Filosofia Neoscolastica*, a. III, n. 2, 20 aprile 1911, pp. 272-75).

CALDERONI M. G. V. (in *Rivista di Psicologia*, a. V, n. 5, settembre - ottobre 1909).

D'ORS E. G. V. (*La Veu de Catalunya*, juny, 1909).

- FOGARASI B. G. V. (in *Huszadik Szádradi*, aprile 1911).
- INDEX, G. V. (in *Corriere della Sera*, 19 febbraio 1911).
- LORIA G. *Gli scritti di G. V.* (in *Rivista Ligure*, 1911).
- NEAL TH. G. V. (in *La Cultura contemporanea*, a. III, fasc. III-IV, aprile-maggio 1911, pp. 271-288).
- PAPINI G. G. V. (in *La Voce*, a. III, n. 13, 30 marzo 1911).
- Id. *La Vita di G. V.* (in *Anima*, maggio 1911).
- Id. *La Filosofia secondo V.* (in *Anima*, maggio 1911).
- Id. G. V. (in *Ventiquattro Cervelli*, Ancona, Puccini, 1912).
- RABIZZANI G. *L'opera di G. V.* (in *Marzocco*, 22 gennaio 1911).
- RICCI U. *Necrologia di G. V.* (in *Giornale degli Economisti*, vol. XXXVIII, 1909).
- TROILO E. *In memoria di G. V.* (in *Cronache Letterarie*, 22 gennaio 1911).
- VITELLI G. G. V. (in *Marzocco*, 23 maggio 1909).
- Si veda pure il numero unico della rivista *L'Anima* (Firenze, maggio 1911) interamente dedicato a G. Vailati che contiene anche estratti delle sue lettere.

I

Sull'importanza delle ricerche relative alla Storia delle Scienze. (Prolusione a un corso sulla Storia della Meccanica, letta il 4 dic. 1896 nell'Università di Torino). Torino, Roux Frassati, 1897.

Alle ricerche storiche sui progressi del sapere umano si è portati ora ad attribuire una importanza assai maggiore di quanto non avvenisse in passato. La disposizione a considerare la storia delle scienze come una semplice raccolta di aneddoti singolari e divertenti, non aventi altro scopo che quello di soddisfare la naturale curiosità che desta tutto ciò che si riferisce alle vicende della vita o alle qualità personali dei grandi scienziati del passato, non è certamente ancora del tutto scomparsa, e capita qualche volta ancora adesso di sentire addurre, a difesa di questo modo di vedere, dei ragionamenti che non differiscono che per la forma dalla famosa *boutade* del buono ed illustre filosofo cartesiano Malebranche, il quale, per provare come un vero scienziato non dovesse dare alcuna importanza all'acquisto di cognizioni storiche, citava il fatto che, secondo le Sacre Scritture, Adamo, prima di assaggiare il frutto proibito, si trovava perfettamente in possesso di tutte le cognizioni scientifiche, che in seguito i suoi discendenti dovettero riconquistare gradatamente; eppure egli non conosceva affatto la storia per il motivo che il soggetto di essa non esisteva ancora.¹

¹ Tra le scuole filosofiche della Grecia antica, quella che assunse in modo più caratteristico questa stessa attitudine verso gli studi storici fu la

Ma questa specie di disdegno per le ricerche storiche sullo sviluppo delle conoscenze umane viene a trovarsi sempre meno in armonia coi nostri modi di concepire le relazioni fra la scienza del passato e quella del presente. Credo che non sarebbe troppo lontano dall'indicare la vera causa di tale disdegno e del suo ostinato persistere chi riconoscesse in esso il prodotto di abitudini mentali tramandate per tradizione, e che risalgono al tempo in cui i grandi iniziatori dei metodi scientifici moderni avevano diritto di ricorrere, quasi per legittima difesa, anche a questo mezzo supremo, nelle loro lotte corpo a corpo contro l'abuso della autorità in materia di scienza e di esperienza.

Citerò a questo proposito un passo caratteristico del *Dialogo dei Massimi Sistemi*. A Simplicio, che domanda quale sarà la scorta da seguire, quando si abbandonano Aristotele, Galileo fa così rispondere da Salviati:¹

« Ci è bisogno di scorta nei paesi incogniti e selvaggi, ma nei luoghi aperti e piani i ciechi solamente hanno bisogno di guida e chi è tale è bene che si resti a casa. Ma chi ha gli occhi nella fronte, e nella mente, di quelli si ha da servire per iscorta; nè perciò dico io che non si deva ascoltare Aristotele, anzi laudo il vederlo e diligentemente studiarlo, e solo biasimo il dargli in preda in maniera, che alla cieca si sottoscriva ad ogni suo detto e senza cercare altra ragione si debba avere per decreto inviolabile. Il che è un abuso che si tira dietro un altro disordine estremo, ed è che altri non si applica più a cercar di intendere la forza delle sue dimostrazioni. E qual cosa è più vergognosa che il sentire nelle pubbliche dispute, mentre si tratta di conclusioni dimostrabili, uscire un di traverso con un testo, e ben spesso scritto in ogni altro proposito, e con esso serrar la bocca all'avversario? Ma quanto pure voi vogliate continuare in questo modo di studiare,

scuola epicurea. Racconta DIOGENE LAERZIO che nei 300 volumi (*σύνδροτοι*) delle opere d'EPICURO non si trovava neppure una citazione, o un accenno a opinioni che non fossero quelle dell'autore (*γέγραπται δὲ μαρτύριον ἔχειν ἐν αὐτοῖς οὐδέν, ἀλλ' αἰτῶν τοῖς, Ἐπικούρου φωναί. De vitis philosophorum*, lib. X, cap. I, § XVII).

¹ In principio della *Giornata seconda*. Ivi SALVIATI dice pure: Sono i suoi seguaci che hanno data l'autorità ad Aristotele, non esso che se la sia usurpata o presa.

« deponete il nome di filosofi e chiamatevi o storici, o dottori di memoria, chè non conviene che quelli che non filosofano mai si usurpino l'onorato titolo di filosofo. Però, signor Simplicio, venite pure con le ragioni e con le dimostrazioni vostre, o di Aristotele, e non con testi e nuda autorità, perchè i discorsi nostri hanno a essere intorno al mondo sensibile e non sopra un mondo di carta ».

Ma da un altro punto di vista questo *mondo di carta* di cui Galileo parla con tanto disprezzo, il mondo delle idee e delle immaginazioni umane, non è nè meno reale, nè meno sensibile, nè meno meritevole di studio e di diligente osservazione, di quell'altro mondo all'investigazione del quale egli ha rivolto con tanto successo l'attività della sua mente. Le opinioni, siano esse vere o false, sono pur sempre dei fatti, e come tali meritano ed esigono di essere prese ad oggetto d'indagine, di accertamento, di confronto, d'interpretazione, di spiegazione precisamente come qualunque altro ordine di fatti, e allo stesso scopo; allo scopo cioè di determinare per quanto ci è possibile, in mezzo alle loro varietà, alla loro complicazione, alle loro trasformazioni, gli elementi costanti, le uniformità, le leggi insomma da cui il loro succedersi è regolato. Un'asserzione erronea, un ragionamento inconcludente d'uno scienziato dei tempi trascorsi possono essere tanto degni di considerazione quanto una scoperta o un'intuizione geniale, se essi servono ugualmente a gettar luce sulle cause che hanno accelerato o ritardato il progresso delle conoscenze umane o a mettere a nudo il modo d'agire delle nostre facoltà intellettuali. Ogni errore ci indica uno scoglio da evitare mentre non ogni scoperta ci indica una via da seguire.

Nessuno può contestare la giustezza dell'osservazione di Galileo quando egli nota che « fannosi liti e dispute sopra l'interpretazione del testamento d'un tale perchè il testatore è morto, che, se fosse vivo, sarebbe errore il ricorrere ad altri che a lui medesimo per la determinazione del senso di quanto egli aveva scritto. Ed in simil guisa, è semplicità l'andar cercando i sensi delle cose della natura nelle carte di questo o di quel filosofo più che nell'opere della natura la quale vive sempre ed operante ci sta sempre

« innanzi agli occhi veridica ed immutabile in tutte le cose sue ».

Ma non è meno vero d'altra parte che il ricusarsi d'esaminare e studiare le opinioni degli scienziati dei tempi trascorsi per la ragione che vi fu un tempo in cui esse erano superstiziosamente venerate come aventi valore superiore a ogni esperienza e dimostrazione, è tanto irragionevole come se un astronomo ricusasse di osservare il corso degli astri o un naturalista rifiutasse di occuparsi delle abitudini degli uccelli, semplicemente perchè i sacerdoti babilonesi o gli auguri etruschi pretendevano desumere, dalla posizione degli astri o dall'umore delle galline, presagi infallibili sull'andamento degli eventi umani.

Se io dovessi in breve esprimere ciò che a mio parere caratterizza lo spirito al quale si vanno sempre più informando le indagini storiche sullo sviluppo delle conoscenze, direi che la storia della scienza tende sempre più a diventare una scienza essa stessa. Avviene di essa ciò che al principio del nostro secolo è avvenuto per la storia dei linguaggi, quando essa, da pura materia di dilettevole erudizione e di non sempre serie elucubrazioni etimologiche, è assorta rapidamente alla dignità di disciplina scientifica autonoma dando luogo alla moderna filologia comparata. E in vero si va oggi lentamente formando una vera storia comparata delle varie scienze, avente per oggetto d'analizzare e considerare da un punto di vista generale i vari metodi d'indagine scientifica e la parte che ciascuno di essi ha effettivamente avuta nell'incremento dei vari rami del sapere. Solo per tale via sarà possibile giungere, da una parte a spiegare le analogie o le corrispondenze che presentano le successive fasi di sviluppo delle varie scienze,¹ e dall'altra ad aver

¹ Il merito d'aver per la prima volta richiamata l'attenzione su queste analogie e corrispondenze e d'aver basato sulla loro considerazione una classificazione naturale delle scienze, spetta al COMTE (*Cours de philosophie positive*, 1835). La sua celebre legge dei tre stadii (*teologico, metafisico, positivo*) rappresenta un tentativo, per quanto imperfetto e rudimentale, di enunciare sotto forma definita le uniformità di andamento che presenta lo sviluppo dei vari rami del sapere umano. Tanto al COMTE come allo SPENCER, che su questo soggetto ha seguito le sue orme, ha nociuto assai la mancanza di cognizioni precise ed estese relative alle leggi di sviluppo dei linguaggi.

La filologia comparata e l'antropologia vanno ora continuamente accumulando preziosi materiali che non richiedono che di essere ordinati e utilizzati.

luce sulle cause per cui metodi o procedimenti che si dimostrano fecondi e utili qualora siano applicati a un dato campo di ricerca, si manifestano affatto sterili e inefficaci quando siano applicati ad un altro.

La storia delle teorie scientifiche su un dato soggetto non va concepita come la storia di una serie di tentativi successivi falliti tutti eccetto l'ultimo; essa non è da paragonare, come fu fatto con assai più spirito che profondità, alla serie di operazioni che fa chi voglia aprire una porta avendo a disposizione un mazzo di chiavi tra le quali egli non sa discernere quella che è atta allo scopo.

La storia ci rappresenta invece una serie di successi dei quali ciascuno supera ed eclissa il precedente come il precedente aveva alla sua volta superati ed eclissati quelli che lo avevano preceduto.¹ L'ordine secondo cui tali successi si susseguono storicamente non è un ordine casuale o arbitrario, o connesso a cause che non abbiano alcun rapporto colla costituzione e le propensioni dell'intelligenza umana o che diano luogo a diversi schemi di sviluppo secondochè si tratti d'un ramo di scienza o d'un altro.

Noi ci troviamo sempre, o quasi sempre, davanti a un processo di approssimazioni successive paragonabili a una serie di esplorazioni in un paese sconosciuto, ciascuna delle quali corregge o precisa meglio i risultati delle esplorazioni precedenti e rende sempre più facile, a quelle che susseguono, il raggiungimento dello scopo che tutte hanno avuto in vista.

Lo studioso, che non si curi d'altro che di rendersi conto dello stato attuale della scienza che egli coltiva, si trova, per ciò che riguarda la sua competenza a giudicare dell'importanza che possono acquistare o perdere i vari processi di ricerca e di prova o i vari indirizzi che si contendono il campo a un momento dato, in una posizione analoga a quella d'un geometra che volesse determinare l'andamento di una curva non conoscendone che un solo punto o un elemento lineare. Egli è incapace di fornire alcuna giustifica-

¹ Alcune acute osservazioni su questo soggetto ho letto in questi giorni nel secondo volume, recentemente pubblicato, del *Cours d'Economie politique* del prof. VILFREDO PARETO (Lausanne, Rouge, 1896), a pag. 280.

zione concreta alle sue congetture sulla natura e sul carattere degli ulteriori svolgimenti che la sua scienza stessa sta per subire ed è sprovvisto di qualsiasi base solida su cui fondare attendibili previsioni a tale riguardo.¹

Ma strettamente connesso a questo vi è pure un altro ordine di considerazioni che è venuto recentemente a modificare ancor più, nella stessa direzione, il nostro giudizio sull'importanza delle ricerche storiche di cui parliamo. Le moderne teorie evoluzionistiche, alla cui profonda influenza non si sottraggono omai neppure i rami d'attività scientifica più discosti da quelli nei quali esse hanno preso origine, stanno per dare un significato nuovo, e direi quasi più concreto, al noto aforismo di Leibniz: *il presente è figlio del passato e padre dell'avvenire*. Noi siamo più che mai vicini ad ammettere come letteralmente vera la sublime metafora di Pascal,² secondo la quale il succedersi delle generazioni umane nel corso dei secoli deve esser considerato come la vita d'un uomo solo *qui subsiste toujours et apprend continuellement*. O per esprimere la stessa idea sotto la forma ancora più precisa sotto la quale essa era già prima stata enunciata da Francesco Bacone:

« Antiquitas mundi iuventus saeculi: nostra profecto antiqua sunt saecula non ea quae computantur ordine inverso initium sumendo a saeculo nostro ».

Noi non ci accontentiamo di dedurre da ciò come Pascal che quelli che noi chiamiamo gli antichi sono propriamente i *nuovi* in tutte le cose e formano quella che davvero si può considerare l'infanzia degli uomini, mentre è in noi stessi che si riscontra effettivamente quell'antichità che noi ci illudiamo di venerare in essi.

¹ Non è fuor di luogo richiamare qui le eloquenti parole colle quali qualche giorno fa il prof. LAVISSE dell'Università di Parigi, nel discorso ivi pronunciato in occasione dell'inaugurazione dell'anno accademico, incitava i giovani non trascurare di studiare la storia delle scienze.

« Si vous ignorez cette histoire vous n'acquerez pas l'idée du mouvement de la science ni le sentiment du progrès qui est le ressort de la vie intellectuelle et l'embellit par l'espérance illimitée. Bien situer une science dans l'espace c'est se mettre dans l'état philosophique nécessaire pour l'étudier et s'élever au dessus de la condition redoutable de la docilité passive ».

² *Fragment d'un traité du vide*. [BLAISE PASCAL. *Oeuvres*, publiées par L. BRUNSCHWIGG et P. BOUTROUX, Paris, Hachette, 1908, Tome II, p. 139].

Noi non ci accontentiamo di concludere con Galileo che *siccome d'un uomo particolare le ultime determinazioni par che sieno le più prudenti e che cogli anni cresca il giudizio, così dell'universalità degli uomini pare ragionevole che le ultime determinazioni siano le più vere*.

In ciò che queste osservazioni presentano come una semplice plausibile analogia, noi siamo ora in grado, appoggiandoci agli importanti risultati recentemente ottenuti nel campo delle scienze biologiche, di vedere qualche cosa di più: noi vi riconosciamo l'azione d'una legge fondamentale che costituisce una delle più gloriose conquiste della scienza contemporanea, di quella legge che Darwin ha formulato dicendo che, nello sviluppo organico individuale, figurano rappresentate in più piccola scala e quasi in riepilogo, le varie fasi corrispondenti allo sviluppo della specie alla quale l'individuo appartiene.

I recenti studi della psicologia infantile, tra i quali mi basterà citare, come gli ultimi pubblicati, quelli del prof. Preyer¹ di Wiesbaden (*Die Seele des Kindes*); quelli del Sully (*Studies in Childhood*), del Baldwin, del Perez, quelli di Frédéric Queyrat sullo sviluppo dell'immaginazione e della facoltà d'astrarre nei fanciulli, e i progressi che vanno continuamente facendo le ricerche comparate sulle attitudini mentali dei popoli selvaggi e primitivi, in seguito all'impulso comunicato a questo ramo di indagine delle opere fondamentali di Spencer, Lubbock e di Tylor, apportano ogni giorno più numerosi e sostanziali contributi a conferma delle geniali intuizioni del sommo scienziato inglese.

Non è solo pel fatto di poter approfittare delle esperienze accumulate nel corso delle generazioni passate, trasmesse e riassimilate rapidamente per mezzo dell'imitazione, dell'educazione, della tradizione, dei libri,

¹ Dall'interessante comunicazione presentata su questo progetto dal professor PREYER al Congresso internazionale di psicologia che ebbe luogo lo scorso agosto a Monaco di Baviera, tolgo la seguente frase: *Dass die individuelle Entwicklung eine abgekürzte Wiederholung der Stammesentwicklung ist, wird für die Gestaltung der Organismen nicht mehr bezweifelt. Für die Psyche ist es, nach meinen Beobachtungen an Kindern und jungen Thieren, nicht minder gewiss. — Die geistige Entwicklung des ganzen Menschengeschlechts findet sich abgekürzt wieder im Kinde*.

che le generazioni successive si trovano fino a un certo punto in grado di cominciare ove hanno finito quelle che le precedettero.

La mente di un uomo moderno non differisce da quella d'un uomo d'altri tempi, dotato di corrispondenti facoltà intellettuali, solo per la maggior quantità o la miglior qualità della suppellettile di cognizioni di cui la prima è fornita e per così dire ammobigliata.

Ben più importanti e caratteristiche sono le differenze che corrispondono all'acquisto e alla fissazione di nuovi abiti mentali, al diverso vigore rispettivo delle varie facoltà intellettuali, al diverso orientamento della curiosità, dell'ammirazione e del dubbio, alla diversa capacità a rimanere soddisfatti dalle spiegazioni d'un dato tipo piuttosto che da quelle di un altro, o alla maggiore o minore facilità a prestare assenso alle varie specie di prove o di ragionamenti e a fare un diverso apprezzamento della loro rispettiva validità; le differenze infine che si riferiscono a un diverso senso dell'evidenza, a una maggiore o minor preponderanza di quelle che i fisiologi chiamerebbero le *funzioni inibitorie* sugli spontanei impulsi della mente, e a una diversa fiducia nei vari criteri di accertamento e nei vari processi d'investigazione. È soprattutto in questo genere di differenze e di contrasti che si manifesta la corrispondenza tra le varie fasi attraverso alle quali passa successivamente l'intelligenza d'un singolo individuo nel corso del suo svolgimento, e i caratteri che presentano i successivi stadi di sviluppo di quella che si potrebbe chiamare l'intelligenza collettiva, rappresentata dallo stato delle varie scienze e dal livello generale della cultura in ogni data epoca del progresso umano.

Chi attende ad analizzare la diversa indole delle domande che fanno o che si fanno, e delle risposte di cui si appagano rispettivamente un bambino e un adulto, appartenenti ad una stessa società, e chi si occupa invece di ricercare, per esempio, perchè mai i geometri greci avessero tanta predilezione per le dimostrazioni dall'assurdo, mentre i geometri moderni tentano di evitarle colla massima cura, non si propongono, in fondo, delle questioni che appartengono a un diverso ordine di ricerca o per la cui soluzione

si richieda un diverso metodo o una diversa accumulazione di dati.

Le considerazioni che ho fin qui svolte mi sembrano sufficienti per fornire, non solo una spiegazione, ma anche una giustificazione della tendenza, che si va accentuando nel mondo scientifico moderno e specialmente presso le nazioni che si trovano alla testa della civiltà, ad attribuire sempre maggior importanza agli studi che si riferiscono alla storia delle scienze.

Tra i molteplici sintomi e le numerose manifestazioni caratteristiche di questa tendenza, mi basti accennare al grande e sempre crescente numero dei corsi dedicati a questo soggetto che si riscontrano nei programmi delle Università tedesche, le quali, per la loro autonomia e la relativa flessibilità dei loro ordinamenti, si prestano assai bene a fornire indicazioni genuine e tipiche per la determinazione delle correnti del pensiero contemporaneo.

Dal prospetto ufficiale dei corsi annunciati per l'anno accademico ora incominciato, nelle Università di Germania e Austria, rilevo le seguenti informazioni:

L'Università di Berlino ha un corso di Storia della Chimica e un altro di Storia della Medicina, quella di Breslavia ha pure un corso di Storia della Medicina, un altro di Storia della Matematica e un terzo di Storia della Botanica. L'Università di Königsberg ha un corso di storia dell'Astronomia, e quella di Graz un corso sulla Storia della Letteratura scientifica dell'antica Grecia. Alla Storia della Chimica è pure dedicato un corso speciale all'Università di Wittemberg e a quella della Medicina altri corsi a Tübingen, a Bonn e a Vienna.¹ In questa ultima Università la storia d'un ramo della fisica, e precisamente la storia della teoria meccanica del calore, forma oggetto d'un corso di lezioni tenute dal prof. Ernesto Mach, che avremo spesso occasione di nominare come autore di una pregevole opera sulla Storia della Meccanica (*Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dar gestellt*).²

¹ Nell'Università di Torino il prof. Piero GIACOSA tiene già da qualche anno un corso sulla Storia della Medicina.

² Il prof. MACH ha pubblicato in questi giorni un altro importante lavoro d'indole storica (*Die Prinzipien der Wärmelehre*) che mi spiace di non aver potuto consultare prima di scrivere queste pagine.

Ma non è solo in questa tendenza della storia delle scienze a costituirsi in certo modo come un oggetto speciale di studio, tendenza che potrebbe sembrare non esser altro che una delle tante manifestazioni del processo normale di divisione del lavoro intellettuale al quale si informa lo sviluppo della scienza moderna, che si esplicano gli effetti delle nuove idee alle quali ho testè accennato. È soprattutto all'influenza diretta che esse esercitano sull'indirizzo generale dell'insegnamento e sui metodi con cui questo viene impartito, che mi preme richiamare ora l'attenzione.

Non si è certamente cominciato solo in questi ultimi tempi a riconoscere come, scopo e ufficio principale dell'insegnamento non deva esser quello di fare inghiottire ai discepoli la maggior dose possibile di informazioni e di ragionamenti e infarcire la loro memoria del massimo numero di notizie e di cognizioni.¹

Herbert Spencer non è stato il primo, come non sono stati i primi Pestalozzi e Rousseau, e neppure Locke e Montaigne, a proclamare che il compito principale che deve prefiggersi chi insegna è quello di favorire lo sviluppo armonico delle facoltà intellettuali, di stimolare e provocare, pure regolandoli e in certo modo incanalandoli, gli impulsi spontanei delle menti che stanno formandosi e utilizzare al massimo grado le inclinazioni istintive, facendo loro la minima violenza. Ora non v'è bisogno dopo quanto ho già detto, di spendere molte parole per far rilevare come le nuove idee alle quali ho alluso portino sempre più a fare annoverare non solo tra i mezzi, ma anche tra le condizioni indispensabili per la realizzazione d'un sistema d'insegnamento che si avvicini quanto è possibile a questo ideale, il possesso, da parte di quelli che hanno ufficio d'insegnare una data scienza, d'una conoscenza almeno sommaria delle fasi più importanti e caratteristiche del suo sviluppo.

Per ciò che riguarda anzi in modo speciale gli studi matematici, io non sarei del tutto alieno dal dar ragione a quelli che credono che il metodo migliore,

¹ *Que nous sert-il d'avoir la panse pleine de viande, si elle ne se digère, si elle ne se transforme en nous, si elle ne nous augmente et fortifie?* (MONTAIGNE, *Essays*, livre I, ch. 24. « Du pédantisme »).

dal lato didattico, per l'esposizione delle varie parti d'un determinato soggetto, sia quello che risulta dal presentare la materia, di cui esso si compone, sotto una forma che si discosti il meno possibile da quella che corrisponde al suo sviluppo storico. Quello che si chiama ora il metodo *euristico*, quel metodo cioè d'esposizione e d'insegnamento nel quale l'allievo o il lettore arriva ad impossessarsi delle cognizioni che costituiscono un dato ramo di scienza passando attraverso alle considerazioni che hanno guidato quelli che sono giunti ad esse per la prima volta, presenta da questo lato indiscutibili vantaggi sull'ordinario metodo d'esposizione, il quale, astraendo affatto da qualunque considerazione d'indole psicologica sulla differenza di tirocinio mentale e di abitudini coordinatrici tra chi impara e chi insegna, mira ad esporre fin dal principio il soggetto sotto la forma che all'insegnante può sembrare la più logicamente connessa, la più *up to date*, come direbbero gli inglesi, sotto la forma più soddisfacente insomma, per chi, come lui, abbia già conoscenza del ramo di ricerca di cui si tratta, e per chi, come lui, non senta altro bisogno che quello di sistematizzare e coordinare un complesso di cognizioni che possiede già. Come scienziato, come pensatore, come scrittore, l'insegnante può bene aspirare ad appartenere alla nobile schiera dei maestri di *color che sanno*, ma, come insegnante, egli ha soprattutto il compito di essere il maestro di *color che non sanno*.

A nessuno che abbia avuto occasione di trattare in iscuola, davanti a dei giovani, qualunque soggetto che si riferisca alle parti astratte e teoriche della matematica, può essere sfuggito il rapido cambiamento di tono che subisce l'attenzione e l'interessamento degli studenti ogni qualvolta l'esposizione, discostandosi per una circostanza qualsiasi dall'ordinario andamento dottrinale e deduttivo, lascia luogo a delle considerazioni d'indole storica, a considerazioni, per esempio, che si riferiscano alla natura dei problemi e delle difficoltà che hanno dato origine allo svolgimento d'una teoria o all'introduzione d'un metodo, alle ragioni per le quali determinati concetti o determinate convenzioni sono state adottate, o ai diversi punti di vista dai quali un dato soggetto fu considerato da

quelli che maggiormente contribuirono ad avanzarne la trattazione scientifica. Di questo appetito sano e caratteristico delle menti giovani per quella parte degli alimenti intellettuali loro presentati che istintivamente riconoscono come facilmente assimilabile e più confacente al morale sviluppo delle loro facoltà, è certamente desiderabile trarre il maggior partito possibile. Utilizzarlo intelligentemente vuol dire rendere l'insegnamento più proficuo e nello stesso tempo più gradevole, più efficace e insieme più attraente.¹

Ma è ora tempo ch'io passi ad esporre in modo più dettagliato le ragioni per cui gli studi che si riferiscono alla storia della matematica e di quelle tra le altre scienze che sono più strettamente collegate con essa come l'astronomia, la meccanica, la fisica, mi sembrano presentare maggiore interesse e richiamare maggiore attenzione di quelli che riguardano la storia degli altri rami del sapere umano.

Per nessuno di questi, come per le scienze matematiche, la solidarietà del presente col passato, e direi anzi la collaborazione dell'uno coll'altro sono così intime e così indispensabili a conoscersi da chiunque miri a penetrare lo spirito della scienza.

La storia delle scienze matematiche ci presenta un esempio unico ed ammirabile d'un processo continuo di elaborazione e di svolgimento nel quale ogni avanzamento ha sempre presupposto come condizione indispensabile gli avanzamenti anteriori e in cui ogni nuovo acquisto si appoggia e si sovrappone agli acquisti antecedenti e tende ad accrescerne piuttosto che a sminuirne e ad attenuarne l'importanza. Se Archimede o Apollonio potessero rivivere oggi ed esser

¹ Quella classica lezione di geometria elementare alla quale è dedicata la seconda parte del *Menone* di PLATONE, costituisce un modello, ancora troppo poco imitato, di un'esposizione che soddisfa alle esigenze sopra accennate. In essa Socrate si pone, per adoperare la sua immagine favorita, nella posizione di una levatrice, aiutando, col solo mezzo di opportune interrogazioni, il suo discepolo ad arrivare colle sue proprie forze alla scoperta e all'accertamento di quel semplice teorema di geometria che gli vuole insegnare. Menone finisce per credere che egli lo conosceva già prima e che Socrate ha solo contribuito a rammentarglielo. Le considerazioni che fa poi PLATONE per spiegarsi questo fatto, ricorrendo all'ipotesi che lo scoprire e l'imparare non siano spesso che il ricordarsi di cose già sapute in vite anteriori (in ciò consiste la sua celebre teoria della *reminiscenza*), differiscono certamente più per la forma che non per la sostanza dalle idee dello SPENCER sull'ereditarietà dei caratteri mentali *acquisiti*.

messi a parte di tutto ciò che è stato trovato o dimostrato dai loro tempi fino a noi sui soggetti da loro investigati, non si potrebbe mostrar loro una sola proposizione che contraddica alle conclusioni alle quali essi erano arrivati, ed essi non potrebbero esser costretti a confessare d'aver avuto torto in una sola delle loro affermazioni. Se Euclide assistesse a una lezione di geometria in uno dei nostri Licei o Istituti tecnici, non durerebbe certo fatica a riconoscere che le proposizioni, le definizioni, i teoremi, le dimostrazioni che costituiscono la materia del programma svolto, sono in fondo ancora le sue proposizioni le sue dimostrazioni, solo qualche volta leggermente ritoccate e non sempre migliorate. Se egli poi volesse divertirsi a sfogliare un volume qualunque dei nostri periodici di matematica non tarderebbe ad afferrare, attraverso alle differenze puramente formali e secondarie, la profonda identità tra lo spirito che animava le sue ricerche e quello che continua a guidare e dominare le ricerche dei matematici d'oggi; egli constatarebbe come il suo rigore è ancora il nostro rigore, come il suo punto di partenza è ancora il nostro punto di partenza, e come non ci è possibile studiare neppure quella geometria che abbiamo voluto chiamare *non euclidea* senza far uso dei procedimenti di cui egli per il primo ci ha insegnato a valerci.

Non è solo però sotto questa forma diretta e tangibile che la cooperazione tra i cultori attuali delle scienze matematiche e i loro predecessori si manifesta e dà impulso ai progressi della scienza. Vi è un'altra specie di collaborazione che si potrebbe chiamare automatica o inconscia e che non è meno importante a considerare. È nota l'osservazione di Eulero, colla quale egli accenna all'impressione cui non poteva sottrarsi, ogni qual volta dalla natura dei suoi lavori era portato a servirsi di lunghi sviluppi o trasformazioni di formole per giungere ai risultati che aveva in vista. Gli pareva allora, egli dice, che i suoi simboli e le sue formole s'incaricassero di pensare e ragionare per lui e che la sua matita vincessesse di perspicacia il suo cervello. Ed egli spingeva la sua fiducia nella sua matita fino al punto di pronunciare, in presenza di un risultato assurdo a cui essa lo portava,

la celebre frase: *Sebbene ciò sembri contrario alla verità, pure è più da fidarsi del calcolo che del nostro stesso giudizio.* (*Mechanica*, vol. I, § 272). Tale impressione e tale fiducia, per quanto sembrano a prima vista strane ed ingiustificabili, diventano perfettamente spiegabili e naturali quando si pensi quante idee e quante meditazioni, alcune delle quali rimontano a secoli anteriori, si trovano, per così dire, concentrate e immagazzinate in quei segni e in quelle formole che l'abitudine ci pone in grado di maneggiare con tanta facilità e rapidità. In esse cooperano effettivamente ancora con noi, a così grande distanza di tempo, altre menti, senza il cui aiuto noi dovremmo ripetere, ritornando da capo, tutto il lavoro che esse hanno fatto una volta per tutte.¹

Il caso di Eulero coincide in sostanza con quello d'un calcolatore che, avendo eseguito una lunga moltiplicazione, prima direttamente e poi coll'aiuto dei logaritmi, si trovasse ad aver ottenuto due risultati diversi. È evidente che sarebbe allora ragionevole per lui aver più fiducia nell'esattezza delle tavole logaritmiche che nella sua abilità personale a eseguire un lungo calcolo senza incorrere eventualmente in errori.

È stato spesso volte osservato come le fasi più importanti e decisive nello sviluppo delle matematiche, specialmente nei tempi moderni pei quali, com'è naturale, i dati al riguardo sono più copiosi e accessibili, si siano esplicate sotto l'aspetto, non tanto di aggiunte repentine o accrescimenti subitanei al patrimonio di cognizioni già acquistato e posseduto dai più eminenti cultori della scienza a ogni data epoca, quanto piuttosto sotto forma di innovazioni o di ri-

¹ Sugli inconvenienti a cui dà spesso luogo questa specie di cooperazione intellettuale, si trovano interessanti considerazioni in un recente volume di L. Dugas (*Le Psittacisme*, Paris, Alcan, 1895). Lo stesso argomento è pure trattato incidentalmente nel bel lavoro di Guglielmo Ferrero sui *Simboli*. Le considerazioni del geniale sociologo italiano su ciò che egli chiama, con parola alquanto barbara, l'*arresto ideo-emotivo*, sebbene si riferiscano in special modo alle relazioni psicologiche tra il legislatore e l'interprete della legge, sono tuttavia in parte applicabili anche al caso di cui parliamo. La soverchia fiducia nelle *formole* e il rispetto esagerato delle *formalità* hanno forse una radice comune nella propensione che ha l'uomo a ritenere, a lungo andare, come un fine in se stesso, ciò che da principio non era per lui che un mezzo: così l'avaro arriva a poco a poco a desiderare il possesso della ricchezza (dei *mezzi*) indipendentemente affatto da qualunque uso o scopo a cui egli desideri applicarla.

forme nei processi d'indagine o dimostrazione, di cambiamenti nel punto di vista da cui considerare o coordinare le conoscenze che erano già in possesso delle persone più competenti, qualche volta anzi infine sotto le modeste sembianze d'una semplice introduzione di nuovi strumenti o artifici atti a raggiungere con maggior semplicità o rapidità dei risultati ai quali, sebbene con maggior fatica e maggior impiego di sforzi intellettuali, si sarebbe potuto giungere o si era già giunti anche prima.

L'esame diligente dei documenti storici ci dice anzi qualche cosa di più e cioè che, tra le difficoltà contro le quali le scienze matematiche nel corso del loro svolgimento hanno dovuto lottare e tra gli ostacoli che esse hanno dovuto superare nel loro cammino, figurano per non piccola parte quelli provenienti appunto dall'influenza che questo carattere speciale, che presentano le fasi del suo sviluppo, ha esercitato sulla mente dei suoi cultori.

Per chiarir meglio ciò che intendo di dire, non sarà superfluo ch'io citi in esempio qualche fatto speciale.

Tra i documenti che spargono maggior luce sui particolari storici che si riferiscono a quell'importantissimo stadio nello svolgimento delle scienze matematiche, che è segnato dal sorgere del calcolo infinitesimale, va certamente annoverato il carteggio tra Wallis e Leibniz che si trova pubblicato nelle opere del primo.

Da esso appare chiaramente quale fosse l'indole delle obiezioni che alle nuove vedute di Leibniz e di Newton erano mosse da quelli, tra i loro contemporanei, che oggi noi a buon diritto classifichiamo insieme a loro tra i sommi matematici di quel tempo. Esse si possono riassumere nell'opinione di Huyghens che Leibniz esprime colle seguenti parole:

« Hugenius certe, qui haec studia profundissime in-
« spexerat multisque modis auxerat, parvi faciebat cal-
« culum meum, nondum perspecta utilitate. Putabat
« enim, dudum nota, sic tantum nove exprimi, pror-
« sus quemadmodum Robervalius et alii, initio, Car-
« tessii curvarum calculum parvi faciebant ».

Su questa analogia tra la posizione sua e quella in cui poco meno d'un secolo prima si era già trovato

il creatore della geometria analitica, Leibniz ritorna con insistenza nel corso dell'epistolario. Ma ciò che rende soprattutto degne di attenzione le sue osservazioni in proposito, sono gli argomenti a cui ricorre per difendere sè e Cartesio contro le obiezioni sollevate rispettivamente da Roberval e da Huyghens.

Val la pena di citare anche qui testualmente le sue parole dirette a Wallis:

« Et licet fatear quemadmodum rem ipsam, in æquationibus curvarum localibus facilioribus calculo Cartesi expressam, jam tenebant veteres, ita rem ipsam meis æquationibus differentialibus expressam non potuisse tibi aliisque egregiis viris esse ignotam, non ideo tamen minus puto Cartesium et me aliquid utile præstitisse. Nam antequam talia ad constantes quosdam characteres calculi algebrici reducuntur tantumque omnia vi mentis et imaginationis sunt peragenda, non licet in magis composita abditaque penetrare, quæ tamen, calculo semel constituto, lusus quidem jocusque videantur ».¹

Ora anche il frequente ripetersi di fatti di questo genere² nella storia delle matematiche e il costituire essi quasi una caratteristica speciale di questa di fronte alla storia delle altre scienze, cessa di essere strano e appare anzi come perfettamente naturale e spiegabile quando si ponga mente a quanto ho sopra accennato sulla forma speciale che per esse assume il vincolo che unisce tra loro i cultori della scienza a un dato momento e i loro predecessori.

Si verifica per le scienze matematiche qualche cosa di simile a ciò che ha luogo nello sviluppo industriale di quei rami di produzione nei quali quello che gli economisti chiamano il capitale fisso predomina sul capitale circolante, nei quali cioè il valore rappresentato dagli strumenti propriamente detti è assai grande di fronte a quello che corrisponde alle spese per ac-

¹ WALLIS risponde: *Quando autem ego alicubi insinaveram, Cavalieri geometriam indivisibilium non aliam esse quam veterem methodum exhaustionum compendiosius traditam, non putet aliquis id a me dictum in ejus derogationem sed in ejusdem confirmationem.*

² *Man hat mir den Einwurf gemacht dass die ganze Ausdehnungslehre nur eine abgekürzte Schreibart sei.* (GRASSMANN, Prefazione alla 2.^a edizione dell'*Ausdehnungslehre*).

quisto delle materie prime e al lavoro direttamente applicato.

Questa analogia non sussiste solo per la circostanza che, in tali rami d'industria, una gran parte dell'apparente prodotto del lavoro d'ogni singolo individuo va considerato come il prodotto effettivo degli sforzi di tutti quegli altri che hanno contribuito a produrre gli strumenti o le macchine colle quali egli lavora. Essa si spinge assai più in là e così, per esempio, il fatto che nelle industrie a impianti costosi il buon effetto d'un miglioramento nel materiale stabile è, per un certo spazio di tempo, contrabilanciato dall'aumento di spesa inerente alla sostituzione del materiale nuovo al vecchio, trova il suo riscontro negli inconvenienti che la storia delle scienze matematiche ci mostra essersi sempre verificati ogniquale volta i loro progressi, conducendo all'introduzione di nuovi procedimenti o di nuovi metodi, hanno reso necessaria l'azione di nuovi concetti o la sostituzione di nuovi mezzi di rappresentazione al posto di quelli ai quali il lungo uso aveva conferito il vantaggio di sembrarci i più semplici e i più naturali.

Tra le considerazioni che ho fin qui svolte sui caratteri speciali che presenta lo sviluppo delle scienze matematiche, quest'ultima può ritenersi come particolarmente applicabile al caso della meccanica.

Il Boltzmann ha osservato assai giustamente come le idee dominanti sulla natura e sullo scopo delle teorie meccaniche, specialmente in quanto riguarda le loro applicazioni alla fisica, siano andate recentemente modificandosi in una direzione opposta a quella che hanno seguito invece le recenti modificazioni delle idee prevalenti sull'ufficio e sul compito delle scienze naturali. In queste ultime, infatti, che solo una cinquantina d'anni fa erano ancora considerate come scienze puramente descrittive e classificatrici, tendono sempre più ad assumere importanza le questioni che si riferiscono alla ricerca delle cause e alla spiegazione dei fatti. Quel cumulo di informazioni e di classificazioni che, fino a un tempo non molto lontano dal nostro, esauriva il contenuto di ciò che si chiamava la « Storia Naturale », è ora considerato come del semplice materiale da utilizzare per la determinazione dei processi di sviluppo

del mondo organico e della parte da assegnare in esso ai vari fattori che vi contribuiscono e alle varie influenze che su esso esplicano la loro azione. Se noi invece prendiamo ad osservare le modificazioni che, nello stesso intervallo di tempo, ha subito il nostro concetto di ciò che è e di ciò che deve essere la meccanica, non possiamo a meno di riconoscere in esse il manifestarsi d'una tendenza diametralmente opposta. Essa ha trovato forse la sua più autorevole espressione nella definizione tanto spesso citata dal Kirchhoff nella quale è indicato come unico scopo della meccanica la descrizione, nei termini più semplici possibili e col minimo impiego di ipotesi, dei movimenti dei corpi quali avvengono effettivamente in natura.

Considerati da questo punto di vista, i concetti di cui la meccanica si serve e le supposizioni sulle quali si basa, vengono ad assumere nettamente il carattere di strumenti il cui valore dipende unicamente dal servizio che ci rendono pel raggiungimento dello scopo così indicato, il che d'altra parte trova ulteriore conferma nel fatto, frequentemente notato, che in meccanica non sono i principii o le teorie che provano i fatti che da esse si deducono, ma è piuttosto la conformità delle conclusioni, a cui si arriva, coi dati dell'esperienza, che giustifica i principii e limita il campo delle ipotesi da cui è conveniente partire¹.

L'osservazione precedente ci fornisce la spiegazione anche di un altro fatto che avremo spesso occasione di constatare, che cioè in nessuna scienza come nella meccanica le considerazioni relative a ciò che lo Herz² chiama la *Zweckmässigkeit* (parola di cui non mi riesce trovare l'equivalente italiana poichè la parola *opportunità* non suggerisce esattamente lo stesso concetto) hanno avuto tanto peso nel determinare i più grandi progressi delle teorie e dei concetti fondamentali. È su questo campo che le battaglie più importanti e decisive che la storia della meccanica ricordi sono state combattute. Per citare qualche fatto in appoggio a questa asserzione, mi basti ricordare qual è la prima delle ragioni che Galileo enuncia, per bocca di Sagredo, nel

¹ Cfr. PAVOT, *De la croyance* (Paris, Alcan, 1896) a pag. 88 e seguenti.

² Nella prefazione alla sua opera postuma: *Die Prinzipien der Mechanik*.

Dialogo dei Massimi Sistemi, per preferire l'opinione di Copernico a quella di Tolomeo:

« Se per tutta l'università degli effetti che possono aver in natura dipendenza da movimenti tali, seguissero indifferentemente tutte le medesime conseguenze « a capello tanto dall'una posizione come dall'altra, « io, quanto alla mia prima e generale apprensione, « stimerei che colui che reputasse più ragionevole il « far muovere tutto l'universo per tener ferma la terra, « fosse più irragionevole di quello che, sendo salito « in cima della vostra cupola *non per altro che per dare « una vista alla città e al suo contado nativo*, domandasse che se gli facesse girar intorno tutto il paese, « acciò non avesse egli la fatica di volgere la testa. E « ben vorrebbero essere molte e grandi le comodità « che si traessero da quella posizione e non da questa, « che pareggiassero nel mio concetto e superassero « questo assurdo, sì che mi rendessero più credibile « questa che quella. »

E per accennare a un secondo esempio, apparentemente di genere affatto diverso, quando Lagrange poneva a base della sua trattazione analitica della meccanica il principio dei lavori virtuali, non era forse mosso soprattutto da considerazioni della stessa specie, da considerazioni, cioè, che si riferivano non tanto alla compatibilità o incompatibilità dei dati dell'esperienza colle conclusioni a cui sarebbe arrivato partendo da quel principio invece che da uno qualunque degli altri ai quali egli accenna come ugualmente legittimi, quanto piuttosto alla maggior facilità e comodità colla quale in tal modo tutte le leggi conosciute dalla meccanica venivano ad esser dedotte da una sola supposizione fondamentale e coordinate e dominate sotto un unico punto di vista?

Noi avremo occasione di vedere come non solo in questi ma anche in tutti gli altri tentativi di sistemazione e perfezionamento delle teorie meccaniche da Aristotele e Archimede a Varignon e D'Alembert e da questi a Poinsot e Grassmann, si possono riconoscere chiaramente le tracce di influenze di genere analogo, e vedremo, per esempio, come nelle lunghe lotte tra i varii principii che nelle successive fasi di sviluppo della statica si sono contesi il primato e hanno aspirato a

esser considerati ciascuno alla sua volta come il più generale e il più degno di servire di punto di partenza per dedurre i rimanenti, il criterio dell'evidenza immediata o della confrontabilità diretta coi dati dell'esperienza ha dovuto sempre più cedere il passo alle considerazioni riguardanti la diversa semplicità e agevolezza colla quale i varii principii si prestavano a raggruppare intorno a sè, come conseguenze ottenibili per deduzione, i fatti e le leggi che l'osservazione era andata man mano constatando. La storia della meccanica ci pone sott'occhio una successione di combattimenti intellettuali, tra i quali i più interessanti non sono quelli che hanno avuto luogo tra scienziati e scienziati, ma piuttosto quelli che si sono impegnati tra le varie idee che entravano in contrasto ed erano poste a confronto dentro alla mente di ciascuno degli investigatori che hanno contribuito al progresso della scienza;¹ combattimenti nei quali ebbe sempre tendenza a prevalere quello, tra i punti di vista contendenti, che per il momento era più atto a soddisfare alle esigenze delle quali ho parlato. È all'accumularsi degli effetti di questa specie di selezione² e alle graduali modificazioni e ai successivi adattamenti che la struttura delle teorie ha dovuto subire sotto la sua influenza, che noi dobbiamo il risultato che ci sta davanti agli occhi nell'imponente edificio della meccanica moderna.

A questo proposito aggiungerò un'ultima osservazione che mi viene suggerita dalla lettura d'un curioso passo, nel quale mi sono imbattuto nel consultare quel prezioso documento della storia delle scienze matematiche nella Grecia antica, che sono le *Collectiones mathematicae* di Pappo Alessandrino. Nell'introduzione al V libro, che tratta dei problemi isoperimetrici, Pappo si arresta con ingenua compiacenza a considerare l'abilità geometrica delle api, le quali nella costruzione dei loro favi sono riuscite a risolvere perfettamente un

¹ Cfr. MACH, *Die Mechanik* (2ª ediz., pag. 420).

² Sarebbe andar troppo oltre in questa direzione, l'asserire, come fa quello spiritoso esageratore di idee giuste che è Anatole FRANCE, che « les théories ne sont créées et mises au monde que pour souffrir des faits qu'on y met, être distoquées dans leurs membres et finalement crever comme des ballons ».

problema di pura geometria.¹ Dopo aver fatto vedere come la forma esagonale, che esse danno alle loro celle, sia precisamente quella che, per un dato spessore delle pareti, corrisponde al minimo impiego di cera, compatibilmente colla condizione di non lasciare interstizi tra celle adiacenti, Pappo dà eloquente espressione alla sua meraviglia per la facoltà d'intuizione geometrica di questi ingegnosi animaletti, che permette loro d'arrivare quasi istintivamente a delle conclusioni alle quali la ragione dell'uomo non giunge che attraverso a delle laboriose deduzioni.

Ora non è privo d'interesse confrontare queste considerazioni di Pappo con quelle che allo stesso argomento dedica Darwin in quel capitolo dell'*Origine delle specie* che tratta dello sviluppo degli istinti. Da osservazioni minute e da diligenti comparazioni tra i diversi processi di costruzione dei favi che si riscontrano presso le varietà o le specie affini a quella della nostra ape comune, egli è portato a concludere come tutti i caratteri di perfezione e di simmetria, che presentano i favi di queste ultime, vadano considerati come il risultato d'un lento e continuo processo di sviluppo dovuto al successivo prevalere di quelle tra le specie o varietà, il cui tipo di favi presentava particolari di costruzioni tali da costituire qualche vantaggio, per quanto minimo, dal lato dell'economia del prezioso materiale di cui il favo è composto.²

È ora appunto a influenze sostanzialmente analoghe a queste che la storia della meccanica c'insegna dover essere attribuite la coerenza, la simmetria, la mirabile coordinazione delle teorie meccaniche moderne e perfino quel loro carattere estetico dal quale più d'un grande matematico si è sentito impressionare e che induceva Hamilton a definire la meccanica analitica di Lagrange *a kind of scientific poem*.

La storia ci mostra appunto come, a provocare i successivi progressi di questa scienza e a spingerla ad assumere la sua forma attuale, abbia avuto assai maggior parte di quanto sembri a prima vista il bi-

¹ Considerazioni analoghe sullo stesso soggetto si trovano anche nelle opere di matematici moderni (per es. MACLAURIN). Cfr. MACH, *Die Mechanik*, pag. 426.

² DARWIN, *Origin of species*. Ch. VIII.

sogno di preparare pei fatti man mano distillati dalle osservazioni e raccolti e classificati per mezzo di leggi empiriche, dei ricettacoli, che non solo soddisfacessero sempre più alla condizione di accoglierli e ordinarli coerentemente e nel modo più opportuno per la loro utilizzazione, ma ottenessero inoltre questo scopo con sempre minor impiego di concetti e di appelli diretti all'esperienza o all'intuizione, con sempre minor necessità di distinzioni e di considerazioni speciali che variassero da caso a caso, in altre parole colla massima possibile economia di quel preziosissimo tra i materiali del mondo che è il pensiero dell'uomo.

II

Il Metodo Deduttivo come Strumento di Ricerca. (Lettura d'introduzione al corso di Lezioni sulla Storia della Meccanica tenuto all'Università di Torino, l'anno 1897-98). Torino, Roux Frassati, 1898.*

*Kakoi mōsterges anthrōpōisōn dēthaimoi
kai ōta flagēlōgous psychēs elōntōn.*

Tra le questioni sulle quali gli studi sulla storia delle scienze sono atti a gettar maggior luce, e alla cui soluzione è lecito aspettarsi che essi debbano massimamente contribuire, vanno senza dubbio poste in primo luogo quelle relative ai vari metodi di ricerca e di prova, alle cause della loro diversa potenza o fecondità e ai limiti della loro proficua applicazione nei vari campi di attività scientifica. Di ciò è facile comprendere la ragione. Finchè, nel trattare questioni di questo genere, noi ci limitiamo a desumere i nostri dati dall'osservazione dei risultati a cui portano, nelle singole scienze, i metodi e i procedimenti per esse attualmente adottati come convenienti, ci riesce impos-

* I passi di questo lavoro messi fra parentesi quadre sono quelli che furono di poi soppressi dal Vailati nella traduzione di esso, apparsa nella *Revue de Métaphysique et de Morale* nel novembre 1898. — La divisione in capitoli (I, II, III) non c'è nella edizione italiana e francese, ma si trova indicata colla matita dal Vailati stesso nell'estratto della edizione francese ch'egli aveva conservato e postillato. [C.]

sibile avere a disposizione un materiale di fatti sufficiente per poter stabilire, tra i diversi modi di funzionare d'uno stesso metodo in diversi campi e di diversi metodi in uno stesso campo, quei confronti che sono maggiormente richiesti per guidarci alla determinazione delle circostanze dalle quali dipende la loro diversa applicabilità ed efficacia in ogni singolo caso. L'esame e l'analisi di tutti i casi nei quali un dato metodo è stato effettivamente messo alla prova, compresi quelli nei quali esso dovette essere abbandonato come fallace o infecondo, ci è reso sempre più difficile dal progredire stesso delle scienze, che porta gradatamente all'adozione di metodi sempre più perfetti e sempre più adatti ai rispettivi rami d'indagine, mediante un continuo processo di selezione e di eliminazione dei metodi che, in ciascuno di essi, vengono ad essere riconosciuti meno adatti e meno potenti.

È ora appunto su una questione di questo genere che intendo svolgere qui qualche considerazione, suggeritami da alcuni fatti nei quali mi sono imbattuto nelle mie ricerche sulla Storia della Meccanica. Essa si riferisce a una delle più fondamentali distinzioni, che si possono stabilire tra i procedimenti di ricerca scientifica, la distinzione, cioè, comunemente espressa dal contrapporre il *ragionamento* all'*esperienza*, l'*argomentazione* alla *generalizzazione*, il *metodo deduttivo* al *metodo induttivo*. Io mi studierò di definire e precisare la natura e l'importanza di questa distinzione, accennando alle varie forme sotto le quali essa è stata concepita e formulata e cercando di porre in chiaro i caratteri fondamentali sui quali essa si basa. Prendendo poi specialmente a considerare il metodo deduttivo, dedicherò qualche osservazione, da una parte a ciò che si potrebbe chiamare il suo stato di servizio nella storia della scienza, e dall'altra alle varie opinioni che sono state avanzate sul suo valore e sul suo compito, sia come strumento di ricerca e di spiegazione che come mezzo di dimostrazione e di accertamento. Cercherò di analizzare le cause a cui si può attribuire il singolare contrasto tra i suoi trionfi e le sue conquiste in alcuni campi d'investigazione, come per esempio nelle Matematiche e in alcuni dei più importanti rami della Fisica, e la sua impotenza e i suoi

umilianti insuccessi in altre sfere di ricerca, esaminando se e quanto tali insuccessi siano da imputare a qualche sua inerente incapacità, e quanto invece alla sua immatura o maldestra applicazione, e all'insufficiente elaborazione, o troppo affrettata scelta, degli assiomi e delle ipotesi che costituiscono il suo inevitabile punto di partenza. Esporrò finalmente le ragioni che vi possono essere per ritenere che il metodo deduttivo tenda sempre più ad allargare la sua sfera d'azione e ad aumentare di efficacia e fecondità con l'aumentare del patrimonio delle umane cognizioni e col crescere di queste in precisione e molteplicità, e accennerò ai motivi per i quali tale estensione del suo dominio non solo sembra dover essere ritenuta come utile e desiderabile, ma ha altresì ragione di essere annoverata tra gli scopi ideali più importanti della ricerca scientifica.

I.

Negli scritti dei filosofi greci ai quali forse sono dovuti i primi tentativi di analizzare e classificare sistematicamente i processi e gli artifici che la mente umana mette in opera nel procedere dal noto all'ignoto, la distinzione tra i processi di *induzione* o di *generalizzazione* e quelli di *deduzione* o di *dimostrazione* si trova già chiaramente riconosciuta. La serie di scritti aristotelici, designata ordinariamente col titolo collettivo di *Organum* o *strumento*, ci presenta, secondo l'esplicita asserzione di Aristotele medesimo, il primo saggio, che sia mai stato tentato, di un assoggettamento del secolo dei suddetti processi a norme generali e fisse, e d'una riduzione delle sue varie specie a schemi o formole (analoghe a quelle dell'algebra moderna) aventi lo scopo di evitare gli equivoci e le illusioni provenienti dalle imperfezioni del linguaggio ordinario e di facilitare il controllo necessario per garantire la correttezza delle operazioni nei casi più complicati. Nelle varie parti dell'*Organum*, la distinzione tra le due specie di processi è ripetutamente indicata come fondamentale¹ e caratterizzata in termini non

¹ Cfr. *Anal. Pr.*, II, 25: "Ἀπαντα γὰρ πιστεύομεν ἢ διὰ συλλογισμοῦ ἢ ἐξ ἐπαγωγῆς."

molto differenti da quelli che si adoprerebbero ancora oggi. Così l'induzione (*ἐπαγωγή*) è definita da Aristotele come quella forma di ragionamento mediante la quale dall'esame e dal confronto di una serie di casi particolari si risale a una proposizione generale che contempla non solo i casi osservati, ma anche un numero indeterminato di altri casi, che stanno coi primi in una certa relazione di somiglianza o di comunanza. Egli chiama invece deduzione (*ἀπόδειξις*) qualunque forma di ragionamento che sia riduttibile a quel tipo che egli ha designato col nome di sillogismo (*συλλογισμός*), il quale, come è noto, consiste in ciò che, partendo da due proposizioni in una delle quali si afferma una data proprietà di tutta una classe di oggetti, e nell'altra si asserisce che uno o più oggetti appartengono a tale classe, si passa ad una terza proposizione, nella quale anche a questi ultimi la proprietà suddetta viene attribuita.

La differenza caratteristica, per la quale le conclusioni a cui si arriva per deduzione si distinguono da quelle a cui conduce l'induzione, è da Aristotele fatta consistere in ciò, che sulla verità delle prime non è possibile sollevare dubbio, sotto pena di contraddizione, a meno di essere disposti a porre in questione la verità delle proposizioni che si son prese per punto di partenza, mentre, nel caso dell'induzione, a nessuna contraddizione o incoerenza verrebbe a urtare chi, pur ammettendo la verità dei fatti da cui si parte, ricusasse poi di ammettere per vera la generalizzazione che si pretende basare sopra di essi. Questo carattere speciale del ragionamento deduttivo è da Aristotele indicato con dire che esso conduce a conclusioni *necessarie* (*ἐξ ἀνάγκης*) o forzose (*βιαία*), colle quali denominazioni egli è lungi dal voler significare, come gli fecero più tardi dire i suoi seguaci, che le conclusioni ottenute per deduzione meritino, per ciò solo, maggior fiducia di quelle cui si arriva per mezzo dell'induzione.¹ L'unica *necessità*, che egli ha in vista, è quella, in cui si troverebbe un disputante, di ammettere per vera una proposizione, una volta che abbia

¹ Cfr. *Anal. Pr.*, I, 33.

concesso all'avversario che sono vere delle altre proposizioni dalle quali la prima può essere dedotta.¹

[A togliere ogni dubbio sulle opinioni di Aristotele a questo riguardo, mi basterà accennare a quel notevole passo della sua *Fisica* (Libro II in fine), nel quale egli, per chiarire col mezzo di un'analogia il significato che egli dà alla parola *necessità* nel caso sopra considerato e per giustificarne l'impiego, lo raffronta cogli altri sensi che tale parola ha nel linguaggio comune, e osserva come, « allo stesso modo che, quando « si dice che per fabbricare una sega è *necessario* avere « del ferro, non s'intende negare che essa possa essere anche costrutta con altra materia, ma si intende « solamente di dire che in questo caso essa non servirebbe allo scopo per cui è stata costrutta, così « anche quando i matematici dicono che la somma « degli angoli di un triangolo è *necessariamente* uguale « a due retti, essi non intendono dire che di questa « proposizione non sia lecito dubitare, ma semplicemente che essi sono costretti ad ammetterla se vogliono continuare a considerare come vere le proposizioni sulle quali si sono proposti di basare le « loro dimostrazioni ». (Lib. II, 9)]. Non meno numerosi ed espliciti sono, nelle opere di Aristotele, i passi in cui egli insiste sulla irragionevolezza o anzi assurdità inerente al credere che la deduzione sia l'unica fonte di certezza, e nei quali egli asserisce che i principii fondamentali, ai quali o presto o tardi bisogna appoggiarsi se non si vuole prolungare indefinitamente la serie delle deduzioni e dei sillogismi, non possono avere altra garanzia di verità che quella proveniente dall'induzione o dalla testimonianza diretta dei sensi.² [Su questo soggetto, sul quale in seguito le sue opinioni furono così stranamente falsate e travisate, specialmente da quelli che si professavano suoi seguaci e difensori, non sarà superfluo citare testualmente le sue parole.

¹ « Geometrae se profitentur non persuadere sed cogere » (CICERO, *Acad.*, II, 116). « Rationes quae non persuadent sed cogunt a geometris offeruntur » (SENECA, *Nat. Quaest.*, I, 4).

² Cfr. *Anal. Post.* Lib. I, 18: Ἀδύνατον τὰ καθόλου θεωρήσαι εἰ μὴ δι' ἐπαγωγῆς — ἐπαγγίγναι δὲ μὴ ἔκοντας αἰσθῆναι ἀδύνατον. E ivi pure al Lib. II, 15: Ἀλλ' οὐκ ἔστιν ἡμῖν τὰ πρότερα ἐπαγωγῇ γνωρίζειν ἀναγκαῖον.

« Il compito » egli dice « di fornire i principii sui « quali le deduzioni si basano spetta, per ciascuna « scienza, all'osservazione dei fatti speciali che costituiscono il suo campo d'investigazione. Così per « l'astronomia tale ufficio spetta alle osservazioni astronomiche, poichè è solo quando i fenomeni celesti « siano stati sufficientemente analizzati e compresi, che « si potranno stabilire delle deduzioni relativamente ad « essi. E lo stesso si dica di tutte le altre scienze od « arti, nelle quali pure le dimostrazioni si potranno « presto trovare quando siano stati sufficientemente « studiati i fatti ai quali essi si riferiscono. Se le nostre osservazioni saranno state tanto diligenti che « nessun fatto degno di nota sia sfuggito ad esse, noi « potremo trovare dimostrazioni in tutti i casi in cui « ciò è possibile, e ci saremo anche resi ragione del « come ciò non sia possibile negli altri casi nei quali « la natura stessa della questione non permette di ridurre la trattazione a forma deduttiva ». (*Anal. Pr.*, Lib. I, 30).

È da notare inoltre che quando Aristotele afferma l'origine induttiva dei principii o assiomi su cui si basano le scienze a tipo deduttivo, non intende escludere da questa sua affermazione neppure gli assiomi della Geometria. Egli combatte risolutamente l'opinione (sostenuta a quel che pare da alcuni matematici suoi contemporanei) che una scienza possa esser fondata su delle semplici definizioni. « Un geometra » egli dice « indicherà per mezzo di una definizione che cosa « significa la parola triangolo, ma che un triangolo « esista o che sia possibile costruirlo, e sia quindi lecito « trarre conseguenze dal fatto di averlo costruito, è una « verità che non viene nè ammessa nè provata per « mezzo della definizione, e che dev'essere supposta « o dimostrata a parte ».

E neppure egli si stanca mai di additare come la principale tra le cause di errore, atte a viziare le conclusioni ottenute per deduzione, l'uso di parole ambigue o prive di significato determinato, e di inculcare l'opportunità e la necessità di prendere precauzioni in questa direzione. Va! la pena di citare a tal proposito il seguente brano dei *Sofistici Elenchi*, nel quale, dopo avere asserito appunto che la più copiosa sorgente

di deduzioni illusorie è l'abuso delle parole, soggiunge la seguente osservazione:

« Poichè ci è impossibile portar dietro a noi e tenere a disposizione tutti i fatti sui quali ragioniamo, e dobbiamo servirci delle parole come di tessere (σύμβολα) che ce li rappresentano, noi ci troviamo nella stessa condizione di quelli che fanno conteggi sul danaro per mezzo di gettoni. Anzi ci troviamo in una condizione ancora più sfavorevole, poichè, i fatti particolari essendo infiniti in numero, mentre le parole e i segni sono relativamente assai poco numerosi, è inevitabile che talvolta, a cose grandemente tra loro differenti, lo stesso nome venga applicato, dal che noi siamo indotti a scambiare per relazioni e proprietà delle cose quelle che non sono che relazioni e conformità tra altre cose che le rappresentano. È questa una delle circostanze delle quali maggiormente dovranno trar profitto quelli che si propongono per scopo, non di essere saggi, ma di parer tali senza esserlo veramente ». (Capitolo I, 5, 6)].

[Ma non è qui il caso di insistere più a lungo su quella parte delle vedute di Aristotele, in riguardo alla natura e al compito del metodo deduttivo, che risulta perfettamente conforme a quanto da tutti oggi si ammette, o almeno si dovrebbe ammettere. A me preme di più, per il presente proposito, richiamare l'attenzione sulle differenze che si presentano tra il concetto che Aristotele si faceva dei servizi che l'applicazione della deduzione è atta a rendere per la costituzione e l'avanzamento delle scienze, e le opinioni professate e adottate su questo soggetto dagli scienziati moderni da Galileo in poi].

Le convinzioni di Aristotele su questo argomento sembrano esser state soprattutto determinate dall'osservazione del modo di funzionare della deduzione nei due soli campi nei quali gli scienziati suoi predecessori e contemporanei erano riesciti a servirsene con vantaggio, cioè da una parte la *Geometria*, e dall'altra la *Retorica*, intendendo questa nel senso antico, cioè come l'arte di modificare le opinioni altrui per mezzo della parola. Sono questi due generi di applicazione che egli, nelle sue considerazioni sull'ufficio e sull'utilità della

deduzione, ha continuamente in vista, anche quando sembra fare da esse affatto astrazione; ed è in conseguenza di ciò che egli è portato a considerare come scopo, non solo principale ma pressochè esclusivo, dell'argomentazione deduttiva l'accrescimento della certezza, la riduzione di ciò che è discutibile a ciò che è indiscutibile, di ciò che è dubbio a ciò che è evidente. La deduzione è, per lui, anzitutto uno strumento che serve a garantire la verità di proposizioni solo probabili e plausibili, ricollegandole ad altre più sicure e meno contestabili¹ e rendendole in certo modo partecipi della loro saldezza ed evidenza, come si fa appunto nelle dimostrazioni geometriche o nelle discussioni forensi, nelle quali ognuno cerca di corroborare le proprie asserzioni appoggiandole a degli assiomi o a delle disposizioni di legge sulle quali non si discute.

Sebbene non manchi di considerare il caso di deduzioni fatte partendo da proposizioni non solo malsicure ma anche espressamente riconosciute false, egli non attribuisce in tal caso, ai ragionamenti, altro scopo che quello che hanno, in matematica, le dimostrazioni per assurdo, oppure tutt'al più, nel caso di una disputa, quello di trar partito dalle opinioni anche false dell'avversario, per spingerlo ad ammettere qualche altro fatto vero o falso del quale lo si vuol persuadere (argomenti *ad hominem*).

Io non saprei meglio mettere in luce il contrasto che esiste a questo riguardo tra il modo di vedere di Aristotele e quello a cui si informa la scienza moderna, che ponendo di fronte la sua esplicita asserzione, dell'inutilità di dedurre una proposizione da un'altra quando questa altra non sia più certa ed evidente della prima, col seguente passo di Cartesio (*Discours de la Méthode*), nel quale questi si difende per avere, nella sua *Diottrica*, preso per punto di partenza dei suoi ragionamenti delle proposizioni più bisognevoli di prova che non le altre che egli deduceva da esse:

¹ Anche nelle operette filosofiche di GALENO, che ci rappresentano l'ultimo stadio di sviluppo a cui giunsero le idee della scuola peripatetica sui metodi scientifici, la stessa opinione è espressa: ἀποδείχεται ἀπὸ τῶν ἐναργεστάτων ἀληθῆ πάντας ἀποδείξεις (π. ψυχ. ἀμαστ. VI.) La verifica è da lui considerata come utile per gli ignoranti (ἢ βάσανος ἐναγωγῆς καὶ τοιοῦτο ἰδιώταις) o tutt'al più per quelli che non hanno ancora acquistata l'attitudine a ben dedurre (ἢ ἀναλυτικῇ μέθοδος).

« Que si quelqu' une de celles [propositions], dont
 « j' ai parlé au commencement de la Dioptrique et des
 « Météores, choquent d'abord à cause que je les
 « nomme des suppositions et que je ne semble pas
 « avoir envie de les prouver, qu' on ait la patience de
 « lire le tout avec attention et j'espère qu' on s' en
 « trouvera satisfait; car il me semble que les raisons
 « s' y entresuivent en telle sorte que, comme les der-
 « nières sont démontrées par les premières, qui sont
 « leurs causes, les premières le sont réciproquement par
 « les dernières, qui sont leurs effets. Et on ne doit
 « imaginer que je commette en ceci la faute que les
 « logiciens nomment un cercle; car l'expérience rendant
 « la plus part des effets très certains, les causes dont
 « je les déduis ne servent pas tant à les prouver qu' à
 « les expliquer, mais tout au contraire ce sont elles qui
 « sont prouvées par eux ».

Un' analoga osservazione è pure fatta da Gassendi in risposta a coloro che adducevano, contro alcune considerazioni di Galileo sul moto dei gravi, l' obbiezione che esse erano basate su dei principii meno evidenti delle conclusioni a cui portavano:

« Galilaeus assumens gradus velocitatis ejusdem mo-
 « bilis, super diversas planorum inclinationes, tum esse
 « aequales cum eorundem planorum elevationes po-
 « nuntur aequales, id extulit non ut demonstratum
 « (tametsi Torricellius postea demonstrationem attulerit)
 « sed ut eatenus probabile quatenus deductae ex eo con-
 « clusiones cum experientia consentirent ». (*Exercitationes paradoxicae*, Lib. IV) ¹.

È precisamente nella pochissima importanza data alla deduzione come mezzo di spiegazione e di anticipazione sull' esperienza, in confronto alla grande fiducia posta in essa come mezzo di prova e di accertamento, che giace la differenza caratteristica tra le idee di Ari-

¹ Un altro tratto caratteristico di questa stessa attitudine mentale ci è fornito dalla risposta che si dice essere stata data da D'ALEMBERT a un suo allievo, che si lamentava di non trovare abbastanza chiare ed evidenti le proposizioni fondamentali del calcolo infinitesimale: *Allez en avant; la foi vous viendra*. Se ARCHIMEDE fosse stato di questo parere il calcolo infinitesimale sarebbe nato dieciotto secoli prima di NEWTON e di LEIBNIZ. Dice bene lo ZEUTHEN (*Kgl. danske videnskabernes Selskabs Forhandlinger* 1897, n. 6): « Kepler est le premier qui ait eu le courage de soumettre directement, et sans avoir recours à une démonstration d' exhaustion, les quantités infiniment petites aux calculs ».

stotele e quelle dei fondatori della scienza moderna sulla funzione della deduzione nella ricerca scientifica. I suoi ragionamenti sui fenomeni naturali, anche in quei casi nei quali essi, invece di esser diretti a dimostrare le conclusioni a cui portano, sono adoperati per mettere alla prova le premesse su cui si fondano, mirano a raggiungere questo scopo più col mettere in mostra le contraddizioni e le incoerenze tra le varie affermazioni, o far vedere che esse non possono essere ammesse simultaneamente, che non collo spingere a conclusioni non prima sospettate, e la cui verifica sia atta a provocare nuove osservazioni, che contribuiscano a un maggiore schiarimento della questione di cui si tratta.

[I documenti che ci rimangono sulle teorie fisiche dei Greci, ci mostrano d'altronde che questo carattere, lungi dal costituire un distintivo speciale della scuola peripatetica, era comune a tutti i vari indirizzi speculativi che si contesero a lungo il campo delle ricerche fisiche, non escluso certamente neppure quello rappresentato da Democrito e in seguito dagli Epicurei, sebbene quest' ultimo presenti per altri rispetti qualche maggiore affinità, del resto più di forma che di sostanza, coi concetti e colle teorie della scienza moderna. Per dare un' idea dell' indole delle questioni e delle difficoltà, nella cui soluzione i Greci facevano consistere lo scopo delle ricerche fisiche, citerò uno dei celebri ragionamenti coi quali Zenone deduceva l' impossibilità del moto dall' ipotesi che il tempo consisti di una serie di istanti o di attimi (*ἀτομοί*) indivisibili. « Il moto, essendo un cambiamento di posizione « da istante a istante, esige, onde possa aver luogo, per « lo meno due istanti che corrispondano a due posizioni diverse. Onde se consideriamo il corpo in un « determinato istante, non potremo dire che in quello si « muova: e potendo ripetere la stessa cosa anche di « tutti gli istanti successivi, il corpo non si muoverà in « nessuno di essi, e quindi neppure nell' intervallo di « tempo che essi presi insieme costituiscono. Onde il « moto non è che un inganno dei sensi ».

Lasciando da parte ogni considerazione sulla portata o sulla legittimità di questa argomentazione, ciò che salta subito all' occhio di chi la esamina, in riguardo

alla sua attitudine ad insegnarci qualche cosa sulla natura e sulle leggi del moto, è la assoluta incapacità a suggerirci una qualsiasi verifica sperimentale o far rivolgere la nostra attenzione a qualche fatto al quale non avessimo potuto pensare anche prima di architettarla. Con essa la mente di chi indaga, per servirsi di un paragone che Schopenhauer, un po' sul serio un po' per burla, applicava a certi ragionamenti dei geometri, si viene a mettere nella stessa posizione in cui si trova un gatto che continui a inseguire la propria coda credendola un corpo estraneo che gli sfugge, senza accorgersi che, per quanto giri, egli si troverà sempre rispetto a quella nella stessa condizione].

[Ritornando a quanto prima dicevo,] la storia delle scienze ci mostra chiaramente che, tra le cause che hanno condotto gradualmente alla sostituzione dei moderni metodi sperimentali al posto degli antichi metodi di semplice *osservazione passiva*, va annoverata, come una delle più importanti, l'applicazione della deduzione¹ anche a quei casi nei quali le proposizioni prese come punto di partenza erano considerate come più bisognevoli di prova che non quelle a cui si arrivava, e nei quali quindi erano queste ultime che dovevano comunicare, alle congetture fatte, la certezza che attingevano direttamente dal confronto coi fatti e dalle verifiche sperimentali. L'impossibilità di trovare, nei fatti spontaneamente presentantisi all'osservazione, il materiale adeguato per la verifica delle conclusioni a cui spingevano deduzioni che, per quanto corrette e rigorose, non erano basate su premesse riconosciute per sé stesse meritevoli di fiducia incondizionata, come quelle dei matematici, fece nascere il desiderio e il bisogno di allargare con artifici la sfera dei fatti da utilizzare per controllo delle teorie, e contribuì, più di qualunque altra circostanza, a portare all'impiego sistematico di quell'osservazione di fatti artificialmente provocati allo scopo di osservarli, che costituisce l'esperimento propriamente detto. In altre parole, i fisici antichi non si sentivano spinti a sperimentare sopra-

¹ PASTEUR ha giustamente definito l'*esperimento* come un'osservazione guidata da preconcetti, cioè, in altre parole, un'osservazione preceduta e accompagnata da processi deduttivi.

tutto perchè, essendo più intenti a garentirsi della certezza delle proposizioni da cui prendevano le mosse che non della verità di quelle che da esse deducevano, non potevano aver ragione di domandarsi che cosa avvenisse in casi diversi da quelli che, presentandosi spontaneamente alla loro osservazione, suggerivano ad essi immediatamente le generalizzazioni su cui basavano i loro ragionamenti.⁴ Onde è lecito affermare, che fu in certo senso l'applicazione sempre più vasta e sistematica della deduzione allo studio dei fenomeni della natura, che fornì il primo impulso allo sviluppo dei metodi sperimentali moderni, e che non è da attribuire al caso se i più eminenti iniziatori di questi furono anche nello stesso tempo i più grandi instauratori e fautori dell'applicazione alle scienze fisiche di quel potente strumento di deduzione che è la matematica.

Quella qualità mentale che a ragione fu designata come la più preziosa e necessaria per bene osservare, l'attitudine cioè a meravigliarsi a proposito, esige, come condizione indispensabile al suo sviluppo, la disposizione a confrontare coi fatti tutte le conseguenze, anche remote e artificiose, dei nostri preconcetti. Senza questa disposizione noi non riusciamo a distinguere, nell'immenso caos di fatti accessibili alle nostre esplorazioni, quali sono quelle il cui esame o la cui constatazione può determinare delle modificazioni importanti alle nostre credenze (gli *experimenta crucis* di Bacone), od allargare realmente la sfera delle nostre cognizioni.

Non è forse stato abbastanza notato, da quelli che si occuparono di storia della Meccanica, che le prime e più decisive esperienze che determinarono l'avanzamento di questa scienza al di là del punto in cui essa era stata portata dai Greci furono considerate, da quelli che prima le intrapresero, non tanto come delle *interrogazioni* rivolte alla natura quanto piuttosto delle provocazioni, dei *cimenti*, per usare la parola divenuta poi classica, a cui essi l'assoggettavano per sfidarla a

⁴ Tali generalizzazioni sembravano a loro sufficientemente garantite dai fatti allorquando potevano dire, per usare la frase tecnica di LUCREZIO, *De rerum natura*, II, 865:

... neque id manifesta refutant
Nec contra pugnant in promptu cognita quae sunt.

rispondere diversamente da quella che essa avrebbe dovuto¹. In una gran parte anzi dei casi importanti, le esperienze non si presentarono che come delle semplici verifiche di conclusioni alle quali gli sperimentatori erano già arrivati indipendentemente da esse. Grande sarebbe stato il loro stupore se le risposte della natura non fossero state conformi alle loro anticipazioni, e tale assenza di conformità, allorquando si verificò effettivamente, li indusse piuttosto a domandarsi perchè gli esperimenti non erano riusciti, che non a dubitare immediatamente della legittimità delle loro presunzioni. Essi sembrano perfino talvolta essersi indotti all'esperimento più per convincere gli altri che per convincere sè stessi, e perchè l'appello ai fatti era per loro, in certo modo, la linea di minor resistenza per penetrare nella dura cervice dei loro avversari, ai cui preconcetti essi non potevano contrapporre senz'altro i propri, senza appoggiare questi a qualche base meno soggettiva di quanto non fosse la loro propria convinzione individuale.

Non sarà superfluo citare qui qualche fatto concreto in appoggio a queste considerazioni. Tra i molti che a tale scopo mi offrirebbe la storia della Meccanica, scelgo il seguente che ha per di più il vantaggio di presentare in chiara luce il contrasto tra l'induzione e la deduzione, com'era concepito ed espresso da Galileo. Nelle postille al libro intitolato *Esercitazioni filosofiche di Antonio Rocco, filosofo peripatetico*, Galileo combattendo l'opinione degli Aristotelici, che le velocità di due gravi cadenti stiano nella stessa proporzione dei loro pesi, alla quale oppone la sua, che cioè tali velocità non dipendano affatto dai pesi, scrive come segue:

« Resta che io produca le ragioni che, oltre alla esperienza, confermano la mia proposizione, sebbene per assicurarsi l'intelletto, dove arriva l'esperienza, non è necessaria la ragione, la quale io produrrò sì per vostro beneficio, sì ancora perchè prima fui persuaso dalla ragione che assicurato dal senso. Io mi formai un assioma, da non esser revocato in dubbio da

¹ Come esempio tipico di esperienze di questo genere basti citare quella con la quale PASCAL constatò la dipendenza del livello del mercurio nel barometro dall'altezza a cui era portato lo strumento.

« nessuno, e supposi, qualsivoglia corpo grave discendente aver nel suo moto grado di velocità, dalla natura limitato ed in maniera prefisso, che il volerli alterare col crescere la velocità o diminuirli, non si potesse fare senza usargli violenza per ritardargli o concitargli il detto suo limitato corso naturale. Fermato questo discorso, mi figurai colla mente due corpi eguali in mole e in peso, quali fossero due mattoni, li quali da una medesima altezza in un medesimo istante si partisero; questi non si può dubitare che scenderanno con pari velocità, cioè coll'assegnata loro dalla natura, la quale se da qualche altro mobile dee loro essere accresciuta, è necessario che questo con velocità maggiore si muova. Ma, se si figureranno i mattoni nello scendere unirsi ed attaccarsi insieme, quale sarà di loro quello che, aggiungendo impeto all'altro, gli raddoppi la velocità, stantechè ella non può essere accresciuta da un sopravveniente mobile, se con maggiore velocità non si muove? Conviene quindi concedere che il composto di due mattoni non alteri la loro prima velocità». Dal che Galileo trae la conclusione, puramente deduttiva, che se due corpi di egual materia e di diverso peso cadono con diversa velocità, ciò non può dipendere dalle loro differenze di peso, ma tutt'al più dalla loro differenza di forma, la quale fa sì che il mezzo nel quale discendono opponga diversa resistenza alla loro caduta¹.

La scoperta della legge d'inerzia ci dà un altro esempio, non meno istruttivo, d'una conquista della scienza ottenuta col predominante intervento della deduzione. L'impossibilità di giungere ad essa per mezzo di semplici induzioni basate sull'osservazione diretta è riconosciuta chiaramente dallo stesso Galileo, il quale si esprime in proposito colle seguenti parole:

« Io dico che nessuna cosa si muove di moto retto. Cominciamo a ricercar discorrendo. I moti di tutti

¹ È importante, dal lato storico, notare che alla stessa conclusione giunge, con un ragionamento sostanzialmente identico a questo, anche il BENEDETTI nel suo *Diversarum speculationum mathematicarum et physicarum liber*, pubblicato a Torino, nell'anno 1585. Rientrano pure in questa categoria la maggior parte di quei processi mentali che il MACH designa col nome di *Gedankenexperimente* (*Zeitschrift f. phys. u. chem. Unterricht*, januar 1897) e in particolare quello seguito da MAYER per giungere alla scoperta dell'equivalente meccanico del calore.

« i corpi celesti sono circolari; le navi, i carri, i cavalli, « gli uccelli tutti si muovono di moto circolare intorno « al globo terrestre. I moti delle parti degli animali « sono tutti circolari, e insomma noi ci riduciamo a « non trovar altro che *gravia deorsum et gravia sursum* « che sembrano muoversi rettamete. Ma nè di questi « siamo sicuri se prima non si dimostri che il globo « terrestre sia immobile ». (*Dialogo dei massimi sistemi, Giornata seconda*).

È noto come a render plausibile la sua ipotesi della costanza della componente orizzontale della velocità in un grave lanciato orizzontalmente, Galileo ricorra spesso alla considerazione del piano orizzontale come caso limite di due serie di piani inclinati in senso opposto, e sui quali quindi una palla lanciata in una data direzione tenderebbe evidentemente a muoversi con velocità rispettivamente crescenti o decrescenti a seconda del verso dell'inclinazione dei piani stessi. Dal che egli conclude che la detta palla, qualora fosse lanciata sul piano orizzontale, si muoverebbe con velocità nè crescente, nè decrescente. Ma egli è lungi dal farsi illusione sul valore probatorio di questa esperienza ideale in quanto essa si adducesse per provare quella che ora si chiama la *legge d'inerzia*. Egli ammette anzi senz'altro che, poichè il detto piano orizzontale non si può fisicamente distinguere da una porzione di superficie terrestre, la quale pure gli Aristotelici ammettevano che fosse sferica, il moto uniforme della palla su di esso è, nei limiti delle possibili osservazioni, perfettamente conforme tanto alla ipotesi formulata poi da Newton come la prima legge del moto, quanto al principio aristotelico della persistenza del moto circolare e uniforme, e della dipendenza delle velocità dei gravi dal loro allontanamento od avvicinamento al punto al quale essi tendono¹. La legge d'inerzia, non meno di quella dell'attrazione universale, sarebbe probabilmente ancora ignota agli uomini, almeno in tutta la sua generalità, se, per analizzare e spiegare i fenomeni nei quali essa si manifesta, essi non avessero

¹ Per ulteriori particolari a questo proposito si consulti l'eccellente studio del WOHLWILL sulla scoperta della legge d'inerzia (*Die Entdeckung des Beharrungs-Gesetzes*), pubblicato, già fin dal 1884, nella *Zeitschrift für Völkerpsychologie und Sprachwissenschaft* di LAZARUS e STEINTHAL.

avuto a disposizione altro metodo che quello dell'osservazione e della misura diretta o delle semplici constatazioni sperimentali, per quanto molteplici ed accurate. La conquista di verità così importanti non poteva essere effettuata senza l'esercizio di attività mentali assai più elevate e complicate di quanto non siano i processi di paragone diretto e di generalizzazione basata sul riconoscimento di analogie, al cui rintracciamento il sussidio della deduzione non è necessario.

Della potenza della deduzione a questo riguardo, e dello straordinario incremento che, dal suo opportuno impiego, deriva alla nostra facoltà di percepire le uniformità di andamento e le analogie intime tra fenomeni apparentemente diversi e non atti a essere ridotti e sottomessi alle stesse leggi, di questa potenza della deduzione della quale ci fornisce esempi classici l'applicazione della matematica alla descrizione e alla spiegazione dei fenomeni naturali, i pensatori greci non sembrano avere avuto che qualche vago presentimento. Il metodo da essi applicato alla ricerca delle analogie sulle quali basavano le loro spiegazioni dei fenomeni meccanici e fisici era sostanzialmente simile a quello che è seguito ora nelle scienze puramente descrittive e comparate (come per esempio l'anatomia, la linguistica, o la botanica), se si fa astrazione, s'intende, dalla minor diligenza nei raffronti e nelle distinzioni, e soprattutto dalla deficienza di critica nell'interpretazione delle testimonianze e delle notizie, caratteri questi ultimi che non toccano la sostanza del metodo, ma hanno la loro radice nell'imperfetta coordinazione e divisione del lavoro scientifico e nelle difficoltà che allora si opponevano alla trasmissione e all'accumulazione dei risultati ottenuti da diversi osservatori isolati.

Ciò che gli scienziati greci intendevano per spiegazione di un dato fenomeno non era tanto la sua analisi e scomposizione nelle sue parti elementari, o la determinazione delle leggi della sua produzione, quanto piuttosto il suo ravvicinamento o identificazione con altri fenomeni più comuni e famigliari, i quali, appunto per tale ragione, non eccitavano in loro quel genere speciale di stupore o di meraviglia che li conduceva a domandarsi perchè avvenissero. Davanti

a un fatto strano e inesplicato, la loro preoccupazione principale era quella di riconoscere in esso qualche carattere che permettesse di riferirlo a qualche classe di fenomeni meno atti a sorprendere a causa della loro maggiore frequenza, e questo riferimento era da essi effettuato col paragonare direttamente il fatto in questione con qualche altro più familiare ad esso somigliante, e collo spogliare ambedue dei caratteri accessori mascheranti la loro sostanziale identità. Possono servire come esempi di spiegazioni di questo tipo quelle che dà Aristotele dei meccanismi più semplici, nelle sue *Questioni Meccaniche*, riducendoli o tentando ridurli al caso della leva. Come stimolo e incentivo a questa operazione mentale, essi indicavano espressamente il desiderio di liberarsi dall'inquietudine, e qualche volta anche (come per esempio nel caso dei fenomeni meteorologici, che occupavano tanta parte nelle speculazioni fisiche dei Greci) il desiderio di emanciparsi dai timori che loro incuteva il prodursi dei fenomeni troppo differenti da quelli soggetti al loro proprio controllo. Una spiegazione che soddisfacesse a queste condizioni era, per essi, perciò solo, una spiegazione sufficiente.

Nè è questa l'ultima delle cause di quell'assenza di precisione che caratterizza le loro speculazioni sulle cause dei fenomeni naturali. Essi erano ben lontani dal pretendere dalle loro speculazioni quell'attitudine a prevedere fatti non ancora conosciuti e a precorrere in certo modo all'esperienza, che per noi rappresenta una condizione tanto essenziale della fiducia che riponiamo nelle spiegazioni scientifiche. Nel più dei casi i loro ragionamenti sono atti a produrre, in uno spirito educato ai metodi rigorosi della scienza moderna, l'impressione irresistibile che, se anche il fatto da spiegare fosse stato completamente diverso da quello che era, essi non si sarebbero per nulla trovati imbarazzati ad adattare ad essi la stessa o un'analogha spiegazione colla massima disinvoltura. Le teorie fisiche della scuola epicurea, come si trovano esposte nei frammenti conservatici da Diogene Laerzio, nelle sue *Vite dei filosofi*, e nel poema di Lucrezio, ci forniscono notevoli esempi di questa singolare differenza tra i Greci e noi nel modo di apprezzare l'accetta-

bilità e la sufficienza di date spiegazioni. Basta dire, per esempio, che Epicuro, parlando delle cause delle eclissi, ne dà una serie di spiegazioni distinte e contraddittorie, tra le quali naturalmente si trova anche la vera, presentandole tutte come ugualmente meritevoli di attenzione e ugualmente giustificate, perchè ugualmente incompatibili colle superstiziose credenze popolari,¹ secondo le quali tali fenomeni erano da paventarsi come presagi di disastri o come segnali della collera divina. Mentre ognuno di noi ha avuto occasione di sentire citato più volte quel verso di Virgilio nelle *Georgiche*:

Felix qui potuit rerum cognoscere causas,

non così spesso ci accade di veder menzionati i due versi seguenti, nei quali di questa felicità da attribuirsi alla conoscenza delle cause il poeta dà una ragione assai poco conforme a quella che si addurrebbe oggi in appoggio alla stessa tesi, e nei quali l'unico vantaggio, che egli attribuisca alla conoscenza delle cause, è quello di metterci in grado di disprezzare le opinioni volgari sulla sorte delle anime dei defunti e sul loro tristo soggiorno presso la riviera d'Acheronte:

Atque metus omnes et inexorabile fatum
Subjicit pedibus strepitumque Acherontis avari...²

I processi mentali che costituiscono la parte più essenziale dei metodi moderni di spiegazione e di ricerca scientifica, lo spingere cioè, per mezzo della deduzione, le teorie alle loro ultime conseguenze, allo scopo di porle a fronte con qualunque fatto conosciuto o conoscibile eventualmente incompatibile con esse, l'usufruire al massimo grado di ogni legge nota per vedere fino a che punto essa basti a render conto di tutti i particolari che si riscontrano nei fatti nei quali la sua azione si manifesta e per constatare quale re-

¹ Μόνον δ' μύθος ἡτέριστο. Ἀπίστεται δὲ ἔάν τις καλῶς τοῖς φαινόμενοις ἀκολουθῶν περὶ τῶν ἀφανῶν σημειώται.

E parlando in generale dei vari modi di dar ragione dei fenomeni celesti: Καὶ κατ' ἄλλους πλείονας τρόπους τοῦτο δυνατόν συντελεῖσθαι ἔάν τις δύνῃται τὸ σύμφωνον τοῖς φαινόμενοις συλλογίζεσθαι. (Lettera di EPICURO a PITOCLE, sulle meteore. DIOGENE LAERZIO, Lib. x, cap. 1).

² E parimenti SENECA, parlando dei terremoti « Quærenda sunt trepidis solatia et demendus ingens timor » (Nat. Quæst., Lib. vi).

siduo inesplicato essa lasci ancora aperto alle nostre ulteriori investigazioni, il combinare più leggi per giovare nell'analisi di un singolo fenomeno complicato, tutte queste operazioni, nessuna delle quali è possibile senza il concorso della deduzione, sembrano essere state completamente estranee allo spirito di quei primi investigatori. La ripugnanza per la deduzione in tutti i casi in cui essa non serva a *provare* qualche cosa di cui prima si dubitasse, l'inabilità a servirsi di essa come d'un mezzo per garantirsi contro le generalizzazioni troppo affrettate,¹ aumentando in certo modo i punti di contatto tra ciascuna teoria e i fatti dai quali essa può attendere una conferma o una contraddizione, la mancanza della pazienza, e direi quasi dell'abnegazione, necessaria per rintracciare accuratamente le conseguenze di ipotesi o principii meno intuitivi e meno saldi di quelli della Geometria, esponendosi al rischio di ottenere come unico risultato delle proprie fatiche la convinzione di esser partiti da supposizioni mal fondate e di dover rifare lo stesso lavoro prendendo un diverso punto di partenza, il non accontentarsi di vaghe analogie, ma pretendere che la conformità, tra i fenomeni paragonati, si verifichi fino nei più minuti particolari accessibili ai nostri sensi o al controllo degli strumenti e delle misure, ecco altrettanti caratteri che si riconnettono alla stessa differenza sopraindicata, tra i vecchi metodi e quelli ai quali sono dovuti i rapidi progressi delle scienze fisiche negli ultimi tre secoli.

L'opinione comunemente accettata, che fa consistere questa differenza nella semplice sostituzione d'un nuovo metodo, basato sull'esperimento e sull'osservazione, al posto di un preteso antico metodo procedente per affermazioni *a priori* e per pura deduzione, lungi dal comprendere ed esaurire i caratteri veramente essenziali pei quali i nuovi processi di ricerca si distin-

¹ Anche nelle ricerche a base di pura induzione (statistica), l'intervento della deduzione diventa indispensabile in quella parte del processo di ricerca che consiste nel separare le coincidenze fortuite da quelle che possono condurre alla determinazione delle leggi che regolano i fenomeni studiati. I Greci sembrano aver ignorato i concetti più elementari del calcolo delle probabilità; essi si riscontrano forse per la prima volta in GALILEO.

guono dagli antichi, mi sembra lasciar fuori di considerazione precisamente quelli che si possono ritenere come i più fondamentali e dei quali i rimanenti non sono che mere conseguenze. L'indagar le cause che hanno contribuito a creare questa opinione così contraria ai dati positivi che ci offre la storia delle scienze, sarebbe uscir troppo dall'argomento che mi sono prefisso di trattare. Non si può certamente negare che i meravigliosi risultati ottenuti dai Greci, per mezzo della deduzione, nel campo della Geometria e il conseguente costituirsi di questa come la scienza per eccellenza (come lo indica il nome), sul cui modello anche le altre dovevano tendere a organizzarsi,² abbiano potentemente contribuito a creare dannosi pregiudizi o esagerati apprezzamenti sull'efficacia del ragionamento deduttivo, tanto come mezzo di prova che come strumento di ricerca, e a spingere alla sua immatura e improvvida applicazione anche ad altre scienze, la cui natura o il cui stadio di sviluppo non ne consentiva ancora il proficuo impiego. La traccia di una tale influenza è evidente negli scritti di Aristotele e più ancora in quelli di Platone, del quale basti ricordare qui le eloquenti ed entusiastiche parole colle quali, nel libro sesto della *Repubblica*, proclama la superiorità della Geometria su tutte le scienze, e nega a chiunque la ignori il diritto di occuparsi di ricerche teoriche su qualsiasi soggetto. È di lui che si racconta che a un giovane ignaro di matematica, che chiedeva di essere da lui istruito, rispondesse: « lo non ti posso tingere, se prima non vai a farti sgrassare ». E a un altro che, trovandosi nella stessa condizione, gli chiedeva di essere ammesso alla sua scuola, ne rifiutasse l'accesso dicendo: « Come devo prenderti, se sei come un' anfora senza manichi? »².

Ma l'accusare, come si fa spesso, questi grandi pensatori di avere abusato della deduzione, imputando loro le aberrazioni a cui giunsero, nei secoli posteriori,

¹ L'osservazione è di LOCKE (*Essay*, B. iv, ch. 12, § 2): « One thing which might probably give an occasion to this way of proceeding [by deduction from axiomatic principles] in other sciences was, as I suppose, the good success it seemed to have in mathematics, wherein men being observed to attain a great certainty of knowledge, these sciences came by preeminence to be called *μαθηματικά* or *μάθησις*, that is learning ».

² Ambedue questi aneddoti sono riportati da STOBEO (*Eclogae*).

quelli che delle loro affermazioni si servirono di base per costruirvi sopra, appunto per mezzo della deduzione, delle teorie mistiche o fantastiche, come i Neoplatonici, o per foggiarne, come gli Scolastici, argomentazioni dialettiche in difesa dei propri preconcezioni, è andar tanto lontano dal vero come se si dicesse che nella Bibbia o nel Codice penale si fa abuso della deduzione, pel fatto che i teologi e gli avvocati attingono ivi le premesse dei loro sillogismi e si valgono di quegli scritti per garantire alle loro conclusioni, appunto per mezzo della deduzione, quella certezza e indiscutibilità di cui hanno bisogno per chiuder la bocca ai loro avversari o convincere chi deve pronunciare la sentenza.

Per ciò che riguarda il carattere predominantemente deduttivo della filosofia scolastica, è facile capire come e perchè, in epoca di cultura la cui caratteristica intellettuale era la tendenza ad accettare o a far accettare senza discussione, e come superiori ad ogni prova, dottrine fornite dalla tradizione e dall'autorità, il metodo di ragionare favorito fosse quello che permetteva di trarre il maggior partito possibile dai principii dogmatici che ognuno accettava, o almeno era costretto a non contestare. È naturale che in tali circostanze i processi mentali più adoperati e riputati fossero quelli che rendevano possibile estendere al massimo grado la competenza e la portata della *provvista* limitata di affermazioni e di norme le quali dovevano bastare per la sistemazione delle credenze e della condotta, quelli infine per mezzo dei quali tale estensione di competenza e di portata avveniva quasi automaticamente e senza ingerenza di apprezzamenti o criterii individuali, con nessun disperdimento o attenuamento di certezza o di attendibilità; poichè, come abbiám visto indietro, una delle proprietà caratteristiche della deduzione è appunto quella di essere, per così dire, *buona conduttrice* dell'evidenza e della certezza, e di trasmettere intatte alle conclusioni per suo mezzo ottenute tutta la credibilità e l'autorità di cui godono le premesse corrispondenti.

Non è quindi da stupire se l'aver il metodo deduttivo fatto così, in certo modo, causa comune colla tendenza al soverchio rispetto della tradizione, e colla ripugnanza a far risalire il dubbio e l'esame al diso-

pra di certi limiti prefissi, abbia avuto per conseguenza che i primi tentativi di riforma e di miglioramenti nei metodi di investigazione si presentassero sotto l'aspetto di proteste contro l'abuso della deduzione e di rivendicazioni in favore dell'induzione, il solo appello alla quale costituiva già, per sè stesso, una manifestazione di insufficiente fiducia nei principii che non era lecito discutere. Le declamazioni di Bacone sulla sterilità della dialettica e contro la sillogistica di Aristotele sarebbero state assai meno violente e accanite, se egli non fosse stato costretto, come dice il proverbio, a parlare alla nuora perchè la suocera intendesse, se egli cioè avesse potuto scindere completamente le sue obiezioni contro l'abuso del sillogismo dalle sue critiche contro l'insieme di pregiudizi e di errori che, per mezzo della deduzione, erano resi atti a organizzarsi in formidabile falange contro qualunque tentativo di progresso e di avanzamento delle scienze al di là delle colonne di Ercole segnate da autorità incompetenti. A questo riguardo, la posizione nella quale egli e gli altri novatori suoi o contemporanei o predecessori si trovarono di fronte ai rappresentanti delle vecchie idee, e la necessità, nella quale essi si videro posti, di considerare come loro avversari i loro stessi maestri, mi richiama alla mente il caso degli eroici difensori di quel comune medioevale, i quali, nell'assedio che sostennero contro Federico Barbarossa, furono obbligati a difendersi rivolgendo i loro colpi contro i loro stessi concittadini, coi corpi dei quali l'imperatore aveva fatto tappezzare le pareti delle macchine e dei ripari, dietro i quali i suoi soldati si avanzavano sotto le mura della città.

[Non è però a credere che i falsi apprezzamenti, generati in tal modo per reazione, sulla rispettiva importanza della deduzione e dell'esperimento nella ricerca scientifica, abbiano esercitato alcun pernicioso influsso sullo sviluppo delle scienze. Essi hanno certamente viziato assai più le teorie filosofiche, o le opinioni speculative, professate dagli scienziati sulle questioni generali di metodo, che non l'effettivo modo di procedere da essi seguito nelle loro investigazioni. La pratica è stata, per questo riguardo, assai in anticipo di fase sulla teoria, e grave sarebbe stato il danno, per i pro-

gressi del sapere, se così non fosse avvenuto. La grande influenza, che opere come il *Novum organum* di Bacon, il *Discours de la Méthode* di Cartesio o l'*Essay on Human Understanding* di Locke esercitarono indubbiamente sull'avanzamento delle scienze, è da attribuirsi assai più al lavoro di demolizione e di critica, mediante il quale esse sgombrarono il terreno preparandolo alle nuove costruzioni, che non al loro contenere corrette od esaurienti analisi, o qualche cosa di più che delle vaghe divinazioni, dei processi di ricerca da cui è sorta la scienza moderna.

È stato giustamente osservato dal Jevons che quel capitolo della grande opera di Newton, che è da lui dedicato all'enunciazione delle norme fondamentali delle ricerche scientifiche (*regulae philosophandi*, come egli le chiama) è un'assai povera cosa se lo si consideri come un tentativo di formulare e codificare le norme alle quali egli, pur senza enunciarle, si attiene nel resto dell'opera. Sebbene osservazioni analoghe non si possano ripetere per tutti i grandi scienziati (basti citare il caso di Galileo), tuttavia è lecito affermare che, allo stesso modo come l'applicazione sistematica del metodo deduttivo alla Geometria, iniziata probabilmente dai Pitagorici, precedette di qualche secolo la costruzione della teoria del sillogismo per opera di Aristotele, così anche le speculazioni teoriche sui metodi moderni di ricerca non riuscirono a trovare un'esposizione indipendente ed adeguata, che molto tempo dopo le prime e più decisive conquiste alle quali essi portarono. Ciò non deve naturalmente dar luogo ad alcuna presunzione sfavorevole sul valore teorico o pratico delle ricerche generali sui metodi scientifici. Tali presunzioni sarebbero tanto ingiustificate quanto quelle di chi ponesse in dubbio l'importanza e l'utilità delle speculazioni d'Archimede sulla leva, per il fatto che l'uso di questa come strumento e l'acquisto delle conoscenze necessarie per servirsene hanno preceduto di chi sa quanti secoli le ricerche di Archimede sull'equilibrio dei piani, e non costituiscono neppure una proprietà esclusiva della specie umana. [Se alcuno avesse domandato a Galileo o a Newton di redigere in uno schema generale e coerente le norme che essi avevano, consciamente o istintivamente, seguite nel

procedere alle loro indagini, essi avrebbero probabilmente data una risposta simile a quella che raccontano abbia dato Fraunhofer a chi gli domandava spiegazioni sul modo di agire d'un nuovo obbiettivo da lui costruito per un suo cannocchiale: « lo l'ho costruito « non perchè lo si guardi, ma perchè si guardino « attraverso ad esso delle altre cose ».

Sebbene quindi osservazioni generali sui processi di ricerca e consigli relativi al metodo non siano rari nelle opere dei grandi scienziati dai quali tali nuovi processi e metodi furono iniziati, tuttavia non è in esse che ci imbattiamo in una trattazione connessa ed esplicita delle questioni relative alla classificazione e all'analisi delle attività mentali che in quelli entrano in giuoco. Così, per esempio, per ciò che riguarda concetti tanto fondamentali, quanto sono quelli di *causa*, di *agente*, di *spiegazione*, di *affinitudine*, ecc., si può dire che fu solo negli scritti di David Hume, che essi furono assoggettati per la prima volta a una analisi psicologica abbastanza profonda da rendere possibile basare su essi un'esposizione sistematica e coordinata dei metodi di ricerca di cui si fa uso nelle scienze fisiche, quale è quella che fu in seguito intrapresa da John Herschel nel suo celebre *Discorso sullo studio della filosofia naturale*. E parimenti per ciò che riguarda la funzione delle ipotesi come mezzo di indagine, si può dire che è solo nella suddetta opera di Herschel e in quelle, quasi contemporaneamente pubblicate, del Comte, che tale questione fu per la prima volta trattata da un punto di vista generale e con l'accuratezza corrispondente all'importanza e alle difficoltà dell'argomento].

II.

Anche sul soggetto di cui mi rimane a parlare, quello cioè delle *condizioni da cui dipende la diversa applicabilità e fecondità del metodo deduttivo nei vari campi di ricerca*, non si è riusciti che assai tardi, e forse non ancora completamente, a portare la teoria al livello della pratica, e render quella capace, non solo di giustificare questa, ma anche di servirle di guida, organizzando i procedimenti istintivi e abituali in un

sistema di norme facenti capo a pochi principii generali nei quali esse si riassumessero e coordinassero. Tra le opere nelle quali questo lavoro di coordinamento e di organizzazione è stato portato più innanzi ed è diventato più cosciente, il *System of Logic* dello Stuart Mill mi sembra essere la più atta per basarvi sopra l'esposizione che farò qui dello stato presente di tale questione. Il miglior modo di presentare quella parte delle vedute di Stuart Mill, che ha rapporto ad essa, mi sembra esser quello di accennare alla sua discussione di una delle più comuni obiezioni sollevate contro l'uso del sillogismo come mezzo di prova, obiezione la cui paternità si attribuisce ordinariamente a Bacone. Essa risale a dir vero assai più indietro, e non sarà anzi fuor di proposito che io la esprima qui colle parole stesse colle quali l'ho trovata enunciata già in quel curioso zibaldone di maldicenze contro la ragione umana e contro la scienza, che sono le *Πυρόδοται Ὑποτυπώσεις* di Sesto Empirico, opera nella quale si sono conservati, in mezzo ad una colluvie di detriti rettorici, dei preziosissimi resti delle teorie scientifiche dei filosofi greci giudicate dal punto di vista della scuola cosiddetta scettica (cioè osservatrice), fondata da Pirrone e continuata poi dai nuovi accademici Arcesilao, Carneade e Clitomaco, vissuti tutti nel terzo secolo avanti l'era volgare. Notisi che Sesto Empirico è pure autore d'uno scritto che porta il titolo: *Contro i matematici* (*Πρὸς τοὺς μαθηματικούς*), nel quale, tra le altre cose, rimprovera ai geometri di esser troppo ingenui nel credere di evitare tutte le difficoltà, che si possono sollevare contro i loro assiomi e i loro concetti fondamentali, ricorrendo al mezzo eroico di qualificarli come semplici supposizioni o convenzioni arbitrarie.

Ecco le parole di Sesto Empirico, nel suo capitolo contro la logica di Aristotele:

« Quelli che dicono: *Ogni uomo è mortale-Socrate è un uomo-Dunque Socrate è mortale*, allo scopo di provare quest'ultima proposizione per mezzo della prima, mentre pure ammettono che qualunque certezza la prima possa avere non può derivare che da una induzione da casi particolari del genere di quello che si afferma nella conclusione, ragionano in un circolo

« vizioso (*εἰς τὸν δι' ἀλλήλων ἐμπιπτουσιν*). Infatti, « se prima di enunciare la proposizione generale: *Ogni uomo è mortale*, non si fosse già convinti della verità di tutte le proposizioni particolari che questa comprende in sè, non si avrebbe neppure avuto ragione di ammetterla per vera ». Dal che egli conchiude che nessun sillogismo o serie di sillogismi potrà mai esser atto a farci conoscere qualche cosa, oltre ciò che noi conoscevamo già prima, e che la deduzione, lungi dall'essere la forma tipica e più corretta di ragionamento, non è che un artificio sofistico per mascherare agli occhi nostri od altrui la nostra propria ignoranza, e per far passare come prove delle nostre opinioni le nostre opinioni stesse espresse sotto altra forma.

La posizione assunta dallo Stuart Mill di fronte a questa obiezione si può brevemente caratterizzare come segue. Egli l'ammette anzitutto come completamente fondata e irrepugnabile nei sillogismi del tipo di quello sopra citato, per quelli, cioè, nei quali una delle premesse è costituita dall'enunciazione d'una legge o proposizione generale, mentre l'altra premessa afferma che, in un caso assegnato, si verificano le condizioni che rendono tale legge applicabile. Così, prendendo l'esempio di prima, è innegabile che la proposizione: *Socrate è mortale*, deve già essere ritenuta vera prima che si possa enunciare la proposizione generale in cui si afferma la mortalità di tutti gli uomini, e noi non possiamo dirci sicuri della verità di questa ultima, se non ci siamo prima assicurati della sua applicabilità a tutti i casi che essa contempla. Onde qualunque dubbio ci rimanga sulla mortalità di un dato uomo è per ciò solo un dubbio che ci rimane sulla verità della proposizione in cui si afferma la mortalità di tutti.

Non si può quindi disconoscere che, se intendiamo per ragionamento una operazione mentale che ci fa procedere dal noto all'ignoto e allarga il campo delle nostre cognizioni, i sillogismi del tipo sopra considerato non hanno neppur diritto ad essere chiamati ragionamenti. Con essi noi non facciamo tutt'al più che interpretare e applicare, a una data circostanza che ci si presenti, il risultato di ragionamenti già fatti anteriormente da noi o da altri per noi, risultati che la memoria o la tradizione ci conserva sotto forma di proposizioni

generali, conservandoci d'altronde, o no, memoria delle prove di fatto o dei motivi che ci hanno condotti ad accettarle e ritenerle per vere. Tali proposizioni generali, per usare una frase di Schopenhauer, non rappresentano per noi un terreno donde germogliano e crescano le nostre cognizioni, ma bensì un granaio dove esse giacciono ammucciate e sono messe in serbo contro le intemperie e tenute in pronto per i nostri bisogni. Il compito che spetta ai sillogismi del suddetto tipo è, insomma, solamente quello di metterci in grado di fruire della esperienza passata nostra ed altrui, senza più esser costretti e far appello direttamente a tutti i singoli fatti o all'intera serie di osservazioni particolari di cui essa effettivamente si compone, e permettendoci fino ad un certo punto di dimenticare affatto queste senza rinunciare al vantaggio di essere da esse guidati nel regolare i nostri giudizi e le nostre aspettative relativamente a fatti non ancora avvenuti o non ancora conosciuti. Il vero ragionamento, il passaggio, cioè, da asserzioni su fatti noti ad asserzioni su fatti ancora ignoti, non è rappresentato qui dal sillogismo, ma bensì da quelle antecedenti induzioni dalle quali fummo condotti ad ammettere per vera la proposizione generale che, per mezzo del sillogismo, mettiamo a profitto; ed il sillogismo non corrisponde a una fase nel processo di ricerca e di accertamento della verità, ma costituisce solo un meccanismo atto a facilitare il godimento e la trasmissione della verità già conosciuta.

Ma se ciò è completamente vero pei sillogismi di cui abbiamo parlato finora, sarebbe commettere un gravissimo errore il ritenere che le stesse considerazioni siano applicabili ai sillogismi di qualunque specie. Se la tendenza naturale alle generalizzazioni troppo affrettate ci inducesse anche solo per un momento ad abbracciare tale opinione, basterebbe riflettere ai continui trionfi che, dai Greci fino a noi, il sillogismo è andato e va riportando sempre nel campo delle Scienze Matematiche, nelle quali esso costituisce l'unico tipo ammesso di ragionamento e di prova, basterebbe la più superficiale occhiata al glorioso catalogo delle scoperte che la storia della Meccanica ci presenta come risultati di ragionamenti deduttivi, per farci accorti dell'inganno in cui

saremmo caduti. Vi sono deduzioni e sillogismi nei quali si fa qualche cosa di più e di diverso dall'applicare una regola generale a un caso speciale, nel quale si riconosca *direttamente* la presenza dei caratteri che la rendono applicabile. Vi sono sillogismi nei quali ambedue le premesse sono proposizioni generali, e nei quali la conclusione è una nuova proposizione generale non suscettibile di esser provata per induzione senza ricorrere ad *osservazioni o esperienze che sarebbero completamente diverse da quelle dalle quali le corrispondenti premesse sono state o avrebbero potuto essere provate*.

A ben caratterizzare questa classe di sillogismi, più che esporre considerazioni generali in proposito, gioverà dare un esempio, pel quale ricorrerò alla storia della Meccanica. Il ragionamento che ha condotto Huyghens alla scoperta delle proprietà fondamentali dei *centri d'oscillazione*, e ad enunciare per la prima volta, sotto forma generale, il *principio delle forze vive*, si riduce sostanzialmente a un sillogismo di cui ecco le due premesse:

1). « Se un pendolo composto di più pesi, partendo « dalla quiete, descrive una parte qualsiasi della sua « oscillazione completa, la velocità angolare da esso « così acquistata deve essere tale che, se i pesi di cui « è composto fossero svincolati gli uni dagli altri e « obbligati a risalire in virtù della velocità da ognuno « di essi posseduta, essi si porterebbero ad altezze tali « da far tornare il loro comune centro di gravità allo « stesso livello a cui si trovava in principio dell'oscil- « lazione. (*Si pendulum, a pluribus ponderibus compo- « situm, atque e quiete dimissum, partem quamcumque « oscillationis integrae confecerit, atque inde porro intel- « ligantur pondera ejus singula, relicto communi vinculo, « celeritates acquisitas sursum convertere ac quousque « possunt ascendere, hoc facto centrum gravitatis ex o- « mnibus compositae ad eandem altitudinem reversum erit « quam ante inceptam oscillationem obtinebat*). »

II). La velocità angolare ω , dalla quale il pendolo deve essere animato, quando il suo centro di gravità si trova in una data posizione, perchè i pesi di cui esso è composto, risalendo indipendentemente gli uni dagli altri, riescano a sollevare il loro comune centro

di gravità ad una data altezza h sul livello primitivo, è legata con questa altezza dalla relazione:

$$h \sum m = \sum m \frac{(r \omega)^2}{2g}, \text{ cioè } 2gh = \omega^2 \frac{\sum m r^2}{\sum m}$$

ove gli m rappresentano le masse corrispondenti ai pesi di cui il pendolo è composto, e gli r le rispettive distanze medie di questi dall'asse di rotazione. Questa seconda premessa non è che l'enunciazione, sotto una forma conveniente per l'argomentazione in vista, della legge scoperta da Galileo, che collega la velocità, posseduta da un grave a un dato istante, con l'altezza alla quale essa sarebbe atta a farlo risalire.

Da queste due premesse, Huyghens conchiude che la relazione che nella seconda di esse è affermata esistere tra la velocità angolare che ha il pendolo, quando nella sua caduta passa per una data posizione, e l'altezza a cui risalirebbe, in virtù di essa, il centro di gravità dei pesi che lo costituiscono, quando questi risalissero indipendentemente gli uni dagli altri, deve pur sussistere tra tale velocità angolare e l'altezza alla quale si trovava il centro di gravità del pendolo prima che questo si mettesse in moto. La quale conclusione dà immediatamente la regola per determinare la lunghezza del pendolo semplice, le cui oscillazioni siano isocrone a quelle del dato pendolo composto.

È chiaro che, in questo sillogismo e negli altri del medesimo tipo, la conclusione a cui si giunge, lungi dal poter dirsi già conosciuta e ammessa, quando siano conosciute le premesse, non è neppure suscettibile, dato anche che fosse già nota anteriormente per diretta esperienza, di poter esser citata in appoggio o servir di verifica dell'una o dell'altra delle premesse medesime, prima che l'operazione mentale, rappresentata dal sillogismo che le collega, sia stata eseguita sotto una forma o sotto un'altra.

E in generale, ogni qualvolta noi giungiamo ad accertarci che un dato fenomeno A è costantemente connesso con un altro B , non giovandoci di una generalizzazione basata direttamente sull'esame dei fatti nei quali constatiamo la connessione tra i detti due fenomeni, ma giovandoci invece della nostra anteriore cono-

scenza d'una connessione tra A e un terzo fenomeno C , e inoltre di una connessione tra C e B , il sillogismo che rappresenta questa operazione della mente dà luogo in realtà a un avanzamento delle nostre cognizioni. È infatti solo *dopo* che la connessione tra A e B è stata così rintracciata, per mezzo della connessione di ciascuno di essi con C , che noi riusciamo a vedere, nei fatti nei quali essa si verifica, dei semplici casi speciali da classificare insieme a quelli nei quali si verificano le connessioni affermate nelle due premesse. Ed è in tal modo che, per effetto della deduzione, noi diventiamo atti a scoprire, tra fatti apparentemente diversi, delle intime analogie, che l'osservazione immediata sarebbe stata incapace a rivelarci.

[Nè il caso citato, sebbene le premesse abbiano ivi una certa apparenza di complessità, è da mettere tra i più complicati esempi dei ragionamenti che si riscontrano nella trattazione di una scienza deduttiva]. Il caso che si offre più frequentemente è quello in cui la conclusione, alla quale si vuol giungere, si presenta, non come l'asserzione d'una connessione tra una data circostanza o fenomeno A e un'altra circostanza o fenomeno B , ma bensì tra un gruppo di circostanze o condizioni e un altro gruppo di circostanze o effetti; nel quale caso occorre spesso combinare insieme non solo due, ma un numero assai maggiore di leggi o di connessioni, già conosciute e dimostrate sussistere tra singole circostanze del primo gruppo e singole circostanze del secondo, costituendo così non solo una *catena*, ma una vera *rete* o *tessuto* di argomentazioni, moltiplicemente connesse le une alle altre. Non occorre poi dire che ciascuna delle proposizioni, in tale processo adoperate, può anche alla sua volta essere stata ottenuta, non per mezzo dell'osservazione diretta, ma come conclusione di altri processi analoghi, basati su altre proposizioni generali, le quali altresì possono trovarsi nello stesso caso, e così via.

Vi sono scienze nelle quali tale lavoro di scelta e di concatenamento di proposizioni già note, o ammesse come vere, costituisce un mezzo assai più sicuro ed efficace di ricerca, che non l'esperienza o l'osservazione diretta, per quanto diligente e assistita dall'uso di strumenti, e nelle quali anzi questo è il solo mezzo

adoperato non solo per l'accertamento, ma anche per la scoperta di nuove leggi e di nuove relazioni tra i fenomeni da esse studiati¹. È superfluo notare come questi rami di scienza, lungi dal presentarsi come stazionari e non progressivi, sono invece precisamente quelli nei quali l'avanzamento delle conoscenze è più rapido e i risultati sono più meravigliosi. Il dire che, nei sillogismi di cui si compone la trattazione di tali scienze, per esempio la Geometria, ciò che si asserisce nelle conclusioni è già *implicitamente contenuto* nelle premesse, non è che enunciare, per mezzo di una infelice e poco appropriata metafora, il semplice fatto, che nessuno del resto contesta, della perfetta sufficienza delle proposizioni scelte come fondamentali, a *provare* tutte le conclusioni su esse basate senza ulteriore bisogno di sussidi provenienti dall'esperienza. Intesa in questo senso, la frase suddetta designa, non un inconveniente, ma un vantaggio del processo di deduzione di fronte a quello di induzione, e non ha maggior valore, come obiezione contro l'uso del sillogismo, di quanto ne avrebbe, come obiezione contro il pregio dell'arte dello scultore, il dire, con Michelangelo,² che una bella statua è già contenuta nel masso dal quale l'artista la vuol ricavare, e che l'opera di questo consiste solo nel levare dal blocco di marmo le parti superflue che impediscono a chi guarda di vederla dentro.

Dopo quanto ho detto sin qui, non occorrerà spendere molte parole per indicare quali possono essere le circostanze dalle quali dipende la maggiore o minore applicabilità del metodo deduttivo nei vari campi di ricerca.

Se le proposizioni alle quali si arriva direttamente per induzione da fatti osservati fossero per una data

¹ In queste scienze l'uso del metodo d'insegnamento socratico, o per dialogo e successive interrogazioni, sgravando il discente da tale lavoro di scelta e di concatenamento delle proposizioni attraverso alle quali giunge a conclusioni nuove, gli dà l'illusione che esse siano assai più facilmente raggiungibili di quanto non siano in realtà. Di qui la sua efficacia stimolatrice.

Non ha l'ottimo artista alcun concetto
Che un marmo solo in sé non circoscriva
Col suo soverchio, e solo a quello arriva
La man che obbedisce all'intelletto.

BUONARROTI, *Rime*, Sonetto I.

scienza del seguente tipo: la proprietà *A* è sempre congiunta colla proprietà *B*, la proprietà *C* colla proprietà *D*, la *E* colla *F*, ecc., senza che si verificasse mai il caso che una stessa proprietà figurasse contemporaneamente in due proposizioni distinte, nelle quali si affermasse rispettivamente la sua connessione con due diverse proprietà, è evidente che il processo di deduzione riuscirebbe assolutamente inapplicabile. In queste circostanze non ci sarebbe affatto concesso determinare o scoprire una legge o connessione tra due proprietà, appoggiandoci solo a dati sperimentali che garentissero la connessione di ciascuna delle dette proprietà con una terza, il che è appunto ciò che costituisce il ragionamento per deduzione. L'unico tipo di spiegazione applicabile a fenomeni appartenenti a un tale campo sarebbe allora quello che abbiamo riconosciuto come caratteristico degli stadi inferiori di sviluppo scientifico, quello cioè che consiste nel paragonare immediatamente il fatto in questione a quelli tra i fatti conosciuti coi quali sembra presentare maggiore somiglianza e affinità, facendolo rientrare, se è possibile, sotto il dominio di qualche generalizzazione già effettuata o, se ciò non è possibile, registrandolo a parte, in attesa di altri fatti che gli somiglino e che permettano, in seguito, di arrivare per mezzo di un' induzione alla scoperta di qualche legge non ancora conosciuta. L'insieme di verità indipendenti e sconnesse, alle quali si può arrivare in tal modo, sono quelle che si designano col nome di *leggi empiriche*. Una scienza che fosse costituita interamente di esse presenterebbe l'aspetto di un catalogo di proposizioni generali, ognuna provata da distinti gruppi di osservazioni e di esperimenti, e nessuna delle quali sarebbe atta a servire per controllo delle altre, o per comunicare alle rimanenti la maggior certezza o attendibilità di cui eventualmente godesse.

Sebbene la maggior parte delle scienze, e specialmente delle scienze fisiche, si discosti notevolmente da questo caso estremo, è evidente tuttavia che esse se ne discostano in assai diverso grado e tanto maggiormente quanto più frequenti sono in esse le proposizioni atte ad essere accoppiate in modo da costituire sillogismi nel modo che abbiamo visto. Le scienze nelle quali

questa condizione è verificata al punto che nessuna proposizione figuri in esse come isolata e abbandonata a sè stessa, non atta cioè a essere ricollegata alle altre nel modo sopra indicato, sono, per questo sol fatto, spinte a organizzarsi, direi quasi a cristallizzarsi, sotto la forma di un sistema di conseguenze, deducibili da gruppi convenientemente scelti di proposizioni fondamentali.

Che la deduzione abbia in tal modo già da secoli asserito il suo esclusivo ed assoluto dominio sulla Geometria e in generale sulle Scienze Matematiche, le quali veramente sono le sole nelle quali essa sia riuscita a sopprimere completamente, e a quanto pare definitivamente, ogni ingerenza diretta dell' induzione, non deve recar meraviglia se si osserva come, per gli assiomi e le relazioni fondamentali di cui in Matematica si fa continuamente uso, si verificano nel modo più completo le condizioni che abbiām riconosciute come necessarie e sufficienti per l' applicazione della deduzione. E invero le relazioni tra quantità o tra figure che designamo colle parole « uguale a », « maggiore o minore di », « coincidente con », « funzione di », ecc., il « tendere allo stesso limite », l' « equivalenza », la « progettività », ecc., sono tutte relazioni tali che, dal loro sussistere tra una quantità o figura e un' altra quantità o figura, e inoltre tra questa seconda e una terza, si può concludere, *indipendentemente da ogni constatazione diretta*, il loro sussistere tra la prima e la terza.¹

[Su questo importante soggetto sarebbe qui fuori di luogo entrare in maggiori particolari; alcune considerazioni interessanti che vi si riferiscono si trovano sparse nei lavori del De Morgan, del Mach e del Grassmann. Anche lo Helmholtz vi dedica quale osservazione in una sua memoria (*Zahlen und Messen*) alla quale rimandiamo chi si interessa di questo argomento].

¹ Il tipo di raziocinio noto ai matematici sotto il nome di induzione completa, come è stato bene messo in luce dal POINCARÉ, consiste in fondo nel dimostrare la possibilità, in un dato caso, di eseguire una serie indefinita di deduzioni, aventi tutte una premessa comune, e in ciascuna delle quali figura, come altra delle premesse, la conclusione ottenuta dalla deduzione che precede. Perchè esso possa servire a dimostrare che una data proprietà è posseduta da una classe di oggetti, occorre che questi si possano ordinare in modo che ciascuno di essi si ottenga dal precedente allo stesso modo col quale da esso si ottiene il seguente. Cfr. l' articolo del POINCARÉ: *Sur la nature du raisonnement mathématique*, nella « Revue de Métaphysique et de Morale », 1894, p. 371-384.

Da quanto ho detto sin qui si vede anche come possa avvenire che la scoperta di nuove leggi, relative a una data classe di fenomeni, renda lo studio di questi più accessibile all' impiego del metodo deduttivo di quanto prima non fosse. Così, per citare un esempio, nella Chimica la scoperta della legge delle proporzioni definite, rendendo possibile prevedere le proporzioni in cui possono combinarsi due date sostanze quando si conoscano le proporzioni in cui ciascuna di esse può entrare in combinazione con una terza, ha per ciò solo aperto un adito al ragionamento per deduzione, modificando in parte la struttura della scienza, senza del resto farle perdere il carattere predominante induttivo che essa conserva tuttora.

Tra le scoperte che hanno contribuito e contribuiscono più efficacemente ad allargare la sfera d' applicazione della deduzione, vanno poste quelle che consistono nel riconoscere come, nella produzione di fenomeni di una data classe, all' azione di più cause agenti insieme si possa, senz' alterare l' effetto, sostituire l' azione d' una sola causa o d' un numero minore di cause, purchè queste siano collegate colle prime da una determinata relazione fissa; come avviene, per esempio, di più forze agenti su un punto, il cui effetto complessivo, in conformità alle leggi scoperte da Galileo, non cambia se ad esse ne viene sostituita una sola, ottenibile da quelle con una semplice costruzione geometrica, che è sempre la stessa e si eseguisce sui segmenti che le rappresentano in direzione e intensità. [La Statica ci presenta più di un esempio caratteristico dell' influenza di scoperte di questo genere sulla costituzione di nuove teorie a tipo deduttivo. Così, per ciò che riguarda il caso più semplice di equilibrio che si possa considerare, quello cioè di una leva dalla quale pendano più pesi situati a distanze diverse dall' asse di rotazione, il metodo seguito da Euclide e da Archimede onde arrivare, per mezzo di ragionamenti deduttivi, a determinare le condizioni da cui tale equilibrio dipende, consiste in sostanza nell' accertare e fare replicatamente uso della proprietà che, se una leva si trova in equilibrio sotto l' azione di dati pesi, l' equilibrio non viene turbato se a uno qualunque di questi se ne sostituiscono due, eguali alla metà del primo, e i

cui punti di sospensione siano equidistanti dal punto di sospensione primitivo (Archimede), oppure due, uguali ciascuno al primo, e i cui punti di sospensione siano situati tra il fulcro e il punto di sospensione primitivo, l'uno a tal distanza da questo come l'altro dal fulcro (Euclide)].¹

Uno dei mezzi più efficaci, sebbene sfortunatamente non sempre applicabile, per giungere a simili risultati, per scoprire cioè le relazioni che devono sussistere tra diversi gruppi di cause, atte a cooperare nella produzione di un dato fenomeno, perchè l'un gruppo possa essere sostituito all'altro senza che l'effetto venga ad essere alterato, è quello di studiare isolatamente il modo di agire di ciascuna delle cause in questione, cercando di determinare ciò che vi ha di invariabile e di comune tra il loro modo di comportarsi quando agiscono separatamente e quando invece ciascuna di esse agisce in concorso colle altre. È appunto seguendo questo procedimento che Galileo, come già accennai, arrivò alla più grande delle sue scoperte, quella che rese possibile la creazione della Dinamica come scienza deduttiva, alla scoperta cioè di quella legge fondamentale del moto che si enuncia dicendo che, se più forze concorrono a determinare un dato movimento, esse, pel fatto di concorrere, non cessano di produrre ciascuna per proprio conto gli stessi effetti che produrrebbero se agissero da sole, contrariamente alla credenza, prima comunemente accettata, secondo la quale per esempio l'azione del peso in un grave lanciato si riteneva venisse per un certo tempo sospesa, o per lo meno radicalmente modificata, pel solo fatto di trovarsi associata a quella di un'altra causa di moto, rappresentata dall'urto o dalla spinta, colla quale il grave veniva lanciato. Prima che questa legge venisse scoperta e chiaramente formulata, il meccanico che si fosse proposto di determinare deduttivamente il moto prodotto dall'azione simultanea di più forze, di ciascuna delle quali gli fosse anche stato perfettamente

¹ Maggiori schiarimenti, per ciò che concerne il metodo seguito da EUCLIDE, il lettore potrà trovare nel mio articolo: *Su una dimostrazione del principio della leva, attribuita ad Euclide in un manoscritto arabo della Biblioteca Nazionale di Parigi*. (*Bollettino di Storia e Bibliografia Matematica*, novembre-dicembre 1897). [Scritto XXV di questo volume]. [N. d. E.]

noto il modo di agire, si trovava di fronte alle stesse difficoltà a cui spesso urterebbe oggi un chimico, che si proponesse di determinare *a priori* le proprietà di un composto, giovandosi solo della sua conoscenza delle proprietà dei componenti.

III.

Ciò che ho detto sin qui, sulle condizioni da cui dipende la diversa applicabilità e fecondità del metodo deduttivo nei vari campi d'indagine, ci permette anche di farci facilmente un'idea della natura dei *vantaggi che il suo impiego apporta*, in tutti i casi nei quali esso si presenta come possibile, e di intendere quali siano le ragioni dell'opinione, comunemente e quasi istintivamente accettata, secondo la quale l'estendersi del campo d'azione del ragionamento deduttivo è da considerarsi come desiderabile e corrispondente a un effettivo progresso delle scienze in cui ha luogo.

Tra questi vantaggi ve n'è uno sul quale ho avuto già abbastanza occasione di insistere, quando accennai alle opinioni di Aristotele sulla funzione della deduzione come strumento di prova, e sul quale quindi non mi fermerò che quanto è necessario per distinguere dai rimanenti. Tale vantaggio consiste nel reciproco controllo che le proposizioni legate per mezzo della deduzione sono poste in grado di esercitare le une sulle altre, e nel vicendevole appoggio che esse vengono così a prestarsi, mettendo in certo modo in comune la forza complessiva di tutti i fatti e di tutte le verifiche di cui ciascuna di esse dispone in particolare. Allo stesso modo come in uno stato bene ordinato, un torto o un'ingiustizia, patita dall'ultimo dei cittadini, è risentita con non minore intensità e rimediata con non minore energia, che se di essa fosse stata vittima la persona più influente o facoltosa, così in una scienza ordinata deduttivamente, non c'è proposizione, per quanto complicata e laboriosamente ottenuta, che sia meno protetta contro il dubbio e le contestazioni di quanto lo siano le proposizioni più evidenti e primitive che figurano nella trattazione, purchè, s'intende, si faccia astrazione dagli eventuali errori materiali di cal-

colo di cui la probabilità può essere facilmente resa inferiore a qualunque grado praticamente assegnabile. In tali scienze nessun fatto o notizia può essere ritenuto sufficiente a infirmare la verità d'una proposizione dimostrata, se quel fatto o quella notizia non hanno tal peso, non solo da poter scuotere la fiducia che si ripone nella proposizione a cui essi sembrano contraddire direttamente, ma anche da costringerci a modificare o abbandonare come insostenibile una almeno delle proposizioni fondamentali di cui ci possiamo servire per dimostrarla.

Ma per quanto sia grande questo vantaggio prodotto dall'impiego della deduzione, e sebbene, come abbiamo già visto, esso fosse dai filosofi e scienziati greci ritenuto come il solo degno di considerazione,¹ esso è tuttavia lungi da poter essere indicato come il principale tra quelli che cooperano a rendere desiderabile l'estendersi della trattazione deduttiva a tutti i casi nei quali essa è applicabile. Ve ne sono altri ben maggiori, e la cui importanza non solo tende a esser sempre meglio riconosciuta col progredire delle analisi relative ai metodi di ricerca, ma cresce anche effettivamente collo svilupparsi delle scienze e coll'accrescersi del patrimonio delle cognizioni umane. Tali vantaggi sono quelli che si riferiscono alla capacità che ha la deduzione di semplificare e facilitare la descrizione e la caratterizzazione dell'andamento dei fenomeni al cui studio si applica, permettendoci di rappresentare nella nostra mente le leggi, che li regolano, mediante un minimo numero di proposizioni generali, abbraccianti ciascuna un insieme il più possibilmente esteso di fatti particolari e di casi speciali, apparentemente eterogenei.

Per far comprendere come la deduzione serva a questo scopo, basterà far toccar con mano come questo avvenga pel tipo più semplice ed elementare di ragionamento deduttivo, quello che consiste nel far dipen-

¹ Il che non toglie che, in certi rami d'indagine, e in special modo nell'Astronomia, essi si servissero della deduzione assai più come mezzo di rappresentazione e coordinamento dei fatti che non come semplice mezzo di prova e di accertamento. È notevole a questo proposito un frammento di PAPP, riportato dall'HULTSCH da un codice greco vaticano. (HULTSCH, PAPPI Collect., III, praef.).

dere la connessione che, in date circostanze, si verifica tra due fenomeni *A* e *B*, dal fatto, prima indipendentemente constatato, che, date certe circostanze, il fenomeno *A* si riscontra costantemente accompagnato da un terzo fenomeno *C*, il quale alla sua volta si presenta costantemente accompagnato da *B*. È evidente che in questo caso ciascuna delle condizioni o circostanze, dalla cui presenza dipende il sussistere della connessione espressa in una delle premesse, va pure annoverata tra le circostanze da cui dipende la connessione asserita dalla conclusione, mentre tra le circostanze, da cui dipende il verificarsi di quest'ultima, ve ne potranno essere alcune, la cui presenza non sia richiesta pel sussistere della connessione asserita in una delle premesse. Infatti, perchè la conclusione sia valida, occorre siano soddisfatte non solo le condizioni da cui dipende il verificarsi di una delle premesse, ma inoltre anche quelle da cui dipende il verificarsi dell'altra; e tali due gruppi di condizioni possono anche essere completamente distinti e indipendenti l'uno dall'altro. Per spiegarmi con un esempio, siamo nel caso di una catena, la cui rottura può essere determinata da qualsiasi causa che produca la rottura di uno dei suoi anelli, mentre non è vera la proposizione inversa, che cioè ogni causa che si sa esser atta a determinare la rottura della catena debba per ciò solo esser ritenuta capace di produrre la rottura di un suo determinato anello. Dal che segue, per la catena, che le circostanze che debbono essere verificate perchè essa non si rompa sono assai più numerose di quelle, che debbono essere verificate perchè non si rompa un suo anello assegnato. E analogamente nel caso del sillogismo sopradetto, le condizioni e restrizioni che debbono essere soddisfatte perchè una delle premesse sia vera, saranno in generale assai meno numerose e quindi atte a presentarsi più frequentemente insieme e a trovarsi riunite in una più grande varietà di casi, che non l'intero gruppo di quelle il cui concorrere è necessario perchè si verifichi la proposizione da esse ottenuta per deduzione: il che equivale a dire, in altre parole, che le premesse sono più generali, e comprendono e dominano un maggior numero di fatti particolari di quanti non ne comprenda e domini la proposizione che è

stata da esse dedotta.¹ Le stesse o analoghe considerazioni si applicano evidentemente anche agli altri tipi più complessi di ragionamento deduttivo, ed è chiaro anzi che esse acquistano tanto maggior importanza quanto più lunga è la serie di proposizioni attraverso le quali si arriva a una data conclusione.

È questa riduzione d'un fatto, o d'una legge, ad altre leggi o fatti più generali, che costituisce ciò che si chiama *spiegazione scientifica*, ed è importante notare come i vantaggi inerenti a questo processo non dipendono affatto dalla circostanza che i fatti o le leggi, sulle quali una data spiegazione è fondata, si presentino alla nostra mente come più famigliari o più evidenti per sé stessi che non quelli che spieghiamo per loro mezzo. La deduzione applicata in tal modo, come mezzo di spiegazione, ci permette di abbracciare, con un solo sguardo e con un solo atto della mente, una varietà e molteplicità di fatti, la cui considerazione

¹ Questa efficacia della deduzione, come mezzo di generalizzazione, sussiste sempre, anche quando nessun caso reale abbia luogo, o si conosca, per quale si presentino le condizioni richieste per verificarsi dell'una o dell'altra delle premesse, senza che, nello stesso tempo, si verifichino anche tutte quelle che sono ulteriormente richieste per il verificarsi di ambedue, e quindi anche della conclusione da esse dedotta. Per spiegarci con un esempio, se anche le leggi di KEPLERO avessero corrisposto ai movimenti effettivi degli astri non meno esattamente di quanto vi corrispondano i risultati che si ottengono per deduzione delle leggi di NEWTON, la sostituzione di queste ultime alle prime non avrebbe perciò mancato di rappresentare un passo verso una maggior generalizzazione, in quanto che mentre le leggi di KEPLERO non si riferiscono che ai moti che i pianeti hanno effettivamente, quelle di NEWTON (anche facendo astrazione dal fatto che esse abbracciano anche il caso dei moti dei gravi alla superficie della terra) ci dicono qualche cosa anche sui moti che essi avrebbero, o avrebbero avuto se la distribuzione iniziale delle masse e delle velocità fosse stata diversa.

Nelle scienze che hanno rapporto colla pratica, che si riferiscono cioè a fatti in parte soggetti al controllo della volontà umana, le congetture relative a ciò che *avverrebbe*, se si verificassero condizioni che mai si verificarono in passato, hanno tanta e, spesse volte, maggiore importanza che non le cognizioni relative a ciò che avviene, o è sempre avvenuto, in assenza di tali nuove condizioni.

È perciò che alla deduzione va attribuita una funzione assai più importante come mezzo di *invenzione* che non come mezzo di *scoperta*. La parte che le compete nelle invenzioni meccaniche è messa assai bene in luce dal REULAUX (*Cinematica*. Traduzione italiana del professore COLOMBO, pag. 22). Sono pure da consultare a questo proposito le opere del KAPP (*Philosophie der Technik*) e dell'ESPINAS (*Technologie des Grecs*). Analoghe considerazioni possono forse dar ragione del fatto spesse volte notato che, anche per quanto riguarda lo studio dei fenomeni sociali, i più arditi inventori e costruttori di schemi di riforme, e i critici più spietati delle teorie giustificatrici delle istituzioni e degli ordinamenti sociali effettivamente esistenti, sono precisamente quelli tra gli investigatori che si distinguono per una maggiore tendenza verso l'uso, o anche l'abuso, della deduzione (per esempio ROUSSEAU e MARK).

altrimenti esigerebbe una assai maggior copia di operazioni e di sforzi intellettuali distinti. Col suo aiuto noi riusciamo a collocarci a un punto di vista dal quale le analogie, i rapporti, le connessioni, tra i fenomeni che investighiamo, si esplicano al nostro intelletto come le particolarità topografiche d'una regione si offrono allo sguardo di chi le contempi da un'altura. La deduzione moltiplica così le nostre attitudini a percepire l'ordine, le uniformità, le leggi costanti in mezzo al succedersi tumultuario dei fatti e degli eventi, o, per esprimere la stessa cosa con una frase di Platone (libro 7° della Repubblica), essa ci pone in grado di *discernere l'uno in mezzo al molteplice* (*τὸ ἐν ἐν πολλοῖς ὁρᾶν*) e di scorgere cogli occhi della mente i poli immutabili attorno ai quali turbinano il caos e la perpetua vicenda dei fenomeni e delle sensazioni.

Se si concepisce insomma come scopo della ricerca scientifica la costruzione di un insieme di teorie e di immagini mentali, la cui corrispondenza coi fatti che rappresentano sia sempre più perfetta, e tale da permetterci previsioni più sicure, più precise e di più lunga portata sul loro andamento e un controllo sempre più efficace dei mezzi che sono a nostra disposizione per far servire le cose alla soddisfazione dei nostri bisogni o alla realizzazione delle nostre aspirazioni, si dovrà riconoscere, come compito principale della deduzione, quello di metterci in grado di raggiungere tali scopi coi mezzi più semplici e riducendo al minimo le operazioni mentali e il materiale di fatti e di esperienze a tal uopo richiesti.

Può aver l'aspetto d'un paradosso il dire che la potenza della deduzione a questo riguardo è tale che noi arriviamo, per mezzo suo, non solo a scoprire le proprietà più generali ed elementari dei fenomeni che studiamo, ma inoltre perfino a costringerli a presentarsi e riprodursi nella nostra mente come se le leggi che li regolano e le proprietà di cui godono fossero assai più semplici e generali di quanto esse non siano in realtà. Eppure ciò è letteralmente vero. Così, per esempio, il fatto che non esistono corpi perfettamente rigidi, o fluidi assolutamente incompressibili, non impedisce al fisico di indagare e determinare quali siano

le proprietà che essi *dovrebbero avere* se esistessero, e di arrivare per mezzo della deduzione ad analizzarle, a collegarle, a riconoscerle come dipendenti le une dalle altre, precisamente come se si trattasse di proprietà di corpi realmente esistenti; ottenendo in tal modo, conclusioni che non cessano di essere applicabili anche a quei corpi che non sono nè perfettamente rigidi, nè assolutamente incompressibili, purchè, s'intende, la loro deficienza di rigidità o di incompressibilità non sia tale da rendere la divergenza, tra il loro effettivo modo di comportarsi e quello dei loro modelli ideali fittizii, così grande da dar luogo ad errori od inconvenienti non compensabili coi vantaggi che presenta la semplificazione così raggiunta. Perfettamente analogo a questo è il procedimento che dovettero seguire i primi che si proposero lo studio delle forme e delle figure dei corpi, emancipandolo da qualunque considerazione relativa alle altre proprietà dei corpi stessi o della materia di cui le figure fossero composte.

Questo semplice processo di astrazione che rese, nello stesso tempo, possibile e necessaria l'applicazione della deduzione alla ricerca delle proprietà dello spazio, sembra a noi così semplice e naturale che non riusciamo quasi a capacitarci che esso possa aver costato fatica o sforzo intellettuale. Noi andiamo anzi fino al punto di qualificare come *mistico e metafisico*, nel senso cattivo della parola, il modo di esprimersi di Platone, quando descrive questo processo mentale, dicendo che esso consiste nel sostituire, al vano inseguimento delle immagini caduche e fugaci che i sensi ci presentano, la considerazione dei loro prototipi o modelli inalterabili o perpetui, e la contemplazione delle forme (*εἶδη*) o idee eterne delle cose, idee o modelli rispetto ai quali gli oggetti reali, che loro corrispondono, stanno nella stessa relazione come le ombre rispetto ai corpi che le producono. Il fatto che ora ci sentiamo indotti a invertire questa metafora e a vedere piuttosto nelle nostre teorie e nelle nostre astrazioni le *ombre* delle cose, che non nelle cose o negli oggetti reali le ombre dei nostri concetti e delle nostre astrazioni, non ci deve impedire di riconoscere la parte di verità che è contenuta in quel celebre e poetico mito platonico, nel quale gli uomini, impigliati nelle

sensazioni, e incapaci di astrarre, sono paragonati a persone sedenti in una grotta semi oscura colle spalle rivolte all'apertura donde entra la scarsa luce, e che sono obbligate a osservare, invece degli oggetti che passano davanti a quella, le ombre indistinte e deformate che essi proiettano sulle pareti irregolari e cavernose della grotta.

Platone si sarebbe probabilmente espresso diversamente, se egli, oltre a quelli forniti dalla Geometria e dall'Astronomia, avesse avuto davanti agli occhi gli altri esempi di questo procedimento di idealizzazione semplificatrice che costituisce un preliminare indispensabile di qualunque applicazione della deduzione allo studio dei fenomeni naturali. Così per esempio gli sarebbe certamente ripugnato di vedere un modello ideale dell'uomo reale in quel tipo astratto di *homo œconomicus*, come è stato chiamato, che a tale identico scopo è stato foggato da Adamo Smith nel procedere alle sue investigazioni sulle leggi di produzione e di distribuzione della ricchezza. Nello stesso senso del resto in cui i fisici designano col nome di *fluidi perfetti* o di *gaz ideali* quelli che essi si figurano dotati di proprietà opportunamente scelte per poter studiare, deduttivamente e coll'aiuto del calcolo, il loro modo di comportarsi, potrebbero bene anche gli economisti qualificare col nome di *uomo perfetto* o *ideale* (indipendentemente, s'intende, da ogni apprezzamento morale) quel tipo di uomo egoista e indifferente a ogni desiderio che non sia quello di guadagnare quanto più può e lavorare il meno possibile, che essi hanno foggato per porlo a base dei loro ragionamenti, e che ad essi ha servito così bene per rintracciare, col sussidio della deduzione, alcune delle più importanti leggi dell'economia sociale sconosciute agli antichi, tra le quali basti citare ad esempio la teoria della rendita di Ricardo, le sue scoperte sull'incidenza dei tributi, e la sua analisi delle cause determinatrici degli scambi internazionali.

È da notare, e risulta del resto chiaramente dagli esempi che del processo di semplificazione di cui parliamo ho già dato indietro, che la sua applicazione può esser resa possibile e conveniente solo dal fatto che esistano realmente fenomeni il cui modo di com-

portarsi non presenti grande difformità da quello che sarebbe se per essi si verificassero esattamente le supposizioni mediante le quali si determinarono le proprietà dei modelli ideali che loro corrispondono. Ciò si verifica solo quando, tra le cause dalle quali effettivamente il modo di comportarsi dei fenomeni in questione è determinato, se ne possano assegnare alcune come preponderantemente influenti e tali che, rispetto ad esse, le altre possano in certo modo considerarsi come semplici circostanze perturbatrici. Lo insufficiente realizzarsi di questa condizione costituisce forse il più formidabile ostacolo che si opponga a quel genere di scoperte che abbiamo già indicate come le più efficaci e anzi decisive per determinare l'applicabilità del metodo deduttivo a nuovi campi di ricerche. Si pensi per esempio alle insuperabili difficoltà che avrebbe presentato la scoperta della legge dell'attrazione universale, se le posizioni e le masse dei pianeti non fossero state tali da permettere di trascurare, in una prima approssimazione, le loro azioni reciproche, di fronte all'azione preponderante del sole su ciascuno di essi, o della terra sulla luna. Gli astronomi, come osserva in proposito lo Schiaparelli, si sarebbero allora trovati in una posizione analoga a quella in cui si trovano ancora i meteorologisti. Sarebbe stato ad essi impossibile di adottare la tattica romana del *divide et impera*, che consiste nell'affrontare un nemico alla volta, tattica poeticamente simboleggiata nel racconto degli Orazi e Curiazi. E parimenti, per prendere un altro esempio dalla Meccanica, è alla maggiore inseparabilità dell'azione dell'attrito da quella delle altre cause determinatrici dell'equilibrio e del movimento, che va probabilmente attribuito il fatto che il problema relativo all'equilibrio d'un grave posato su un piano inclinato, sebbene non meno semplice ed elementare di quello relativo all'equilibrio della leva, non trovò la sua soluzione che assai più tardi. Le difficoltà che si opponevano alla soluzione di questa e di altre analoghe questioni (per esempio quella relativa al modo di agire del cuneo o della vite) si possono paragonare alle difficoltà che avrebbe incontrato Archimede, nelle sue ricerche di idrostatica, se egli non avesse avuto possibilità di osservare che galleggianti di dimensioni

tanto piccole che gli effetti del loro peso fossero completamente mascherati dall'azione della capillarità.¹

Queste osservazioni indicano quanta influenza possa esercitare, nello spingere un dato ramo di scienza a organizzarsi deduttivamente, il presentarsi o la provocazione artificiale di nuove esperienze, nelle quali alcune delle cause che di ordinario cooperano alla produzione dei fenomeni studiati, assumano maggiore importanza di fronte alle altre, e nelle quali queste altre passino in seconda linea e, anche senza essere sopresse, vengano in certo modo ad atrofizzarsi. Così per esempio l'invenzione delle armi da fuoco, mettendo a portata degli osservatori nuovi fatti nei quali le due principali circostanze determinatrici della traiettoria d'un grave lanciato si sottraevano più energicamente alle influenze perturbatrici delle rimanenti, ha contribuito assai più di quanto non si creda alla scoperta delle leggi fondamentali del movimento, di quelle leggi che hanno reso possibile la costituzione della Dinamica come scienza deduttiva per opera di Galileo, di Huyghens e di Newton. Gli assedi e le guerre, che funestarono il nostro paese durante il secolo che separa la nascita di Leonardo da quella di Galileo, funzionarono a questo riguardo da veri laboratori di meccanica sperimentale. Basta del resto leggere anche solo il primo capitolo dell'opera di Newton sul sistema del mondo (*Liber de Systemate Mundi*), nella quale egli riassume le considerazioni attraverso le quali giunse alla scoperta della legge dell'attrazione universale, per persuadersi come, al posto del pomo leggendario a cui la tradizione assegna l'onore immeritato di averlo guidato a sospettare la vera causa del moto della luna, sarebbe assai più conforme alla verità storica far figurare una palla da cannone.

Un'ultima osservazione voglio aggiungere che si riconnette a quanto ho detto indietro sull'utilità delle idealizzazioni semplificatrici nello studio dei fenomeni

¹ Di questo stesso esempio si giova il CROOKES (*Presidential Address to the Society for Psychological Research*, 1895) per far vedere fino a qual punto la nostra conoscenza o ignoranza delle leggi della natura può dipendere da circostanze affatto soggettive e per nulla connesse alla maggiore o minore complessità effettiva dei fenomeni a cui si riferiscono. [V. p. 113 di questo volume]. [N. d. E.]

complicati e alla cui produzione concorrano cause numerose ed eterogenee.

La facilità colla quale tali semplificazioni si prestano a portare a nuove conclusioni, per mezzo di pure operazioni mentali e indipendentemente da qualunque esame diretto dei fatti concreti ai quali esse si riferiscono, e l'assoluta inutilità di qualunque appello a questi per garantire la correttezza delle deduzioni stesse, ci induce talvolta a perdere di vista la necessità di far precedere l'applicazione dei risultati ottenuti a casi reali dalle ricerche che si richiedono per constatare se, per questi, sono veramente presenti le condizioni che la teoria suppone, se per essi, cioè, è poi effettivamente trascurabile l'influenza di tutte le cause delle quali la teoria non ha tenuto conto.

Una conseguenza diretta di ciò è che l'attenzione dell'investigatore è portata a dirigersi troppo esclusivamente verso lo sviluppo e l'ulteriore elaborazione delle più remote conseguenze di supposizioni adottate per la sola ragione che si presentarono per le prime, dando invece troppa poca importanza alle considerazioni e alle analisi che possono servir di guida per determinare le supposizioni stesse nel modo più conveniente per rendere le teorie, basate su esse, atte a raggiungere gli scopi a cui devono servire.

Lo studioso, come osserva Cartesio, corre allora il pericolo di trovarsi nella stessa situazione di quel domestico tanto premuroso di eseguire gli ordini del suo padrone che, per non perder tempo, si metteva in cammino ancora prima che questi avesse finito di dargli i suoi ordini e indicato dove dovesse andare.

È come una protesta contro questo modo di procedere che va interpretato il celebre motto di Newton: *hypotheses non fingo*; ed è a mettere in guardia contro questo pericolo che mira il consiglio, tanto spesso e sotto tante forme ripetuto negli scritti dei filosofi greci, che le teorie hanno dei doveri verso i fatti, mentre i fatti non hanno che dei diritti verso le teorie: *Οὐ γὰρ ἔνεκα τῶν λόγων τὰ πράγματα συντελεσθαι ἀλλ' ἔνεκα τῶν πραγμάτων τοὺς λόγους*¹.

¹ Cfr. DIOGENE LAERZIO, I, 9, (*Μίσωον*). È curioso come questo stesso appunto (di esser cioè più disposti a deformare i fatti per adattarli alle teo-

III

Alcune osservazioni sulle Questioni di Parole nella Storia della Scienza e della Cultura. (Prolusione al corso libero di Storia della Meccanica, letta il 12 dicembre 1898 all'Università di Torino). Torino, Bocca, 1899.

§ 1.

La distinzione tra le questioni che si riferiscono alla verità o credibilità d'una data opinione e quelle che si riferiscono invece alla convenienza di esprimerla sotto una forma piuttosto che sotto un'altra, viene ad assumere piuttosto che a perdere rilievo ed importanza di mano in mano che noi acquistiamo più intima conoscenza delle varie trasformazioni attraverso alle quali le teorie scientifiche si sono andate svolgendo, e dei vari significati che una stessa formola verbale ha successivamente assunti prima che ad essa venisse attribuito il significato che essa ha attualmente. Ciò rende tanto più singolare e bisognevole di spiegazione il frequente ricorrere, nella storia delle scienze, di fatti che contraddicono, o almeno sembrano contraddire, all'opinione comunemente accettata, secondo la quale le « questioni di parole » sarebbero da considerarsi come oziose e futili di fronte alle « questioni di fatto », e il tempo e gli sforzi ad esse applicati come pressochè sprecati, per ciò almeno che concerne l'effettivo avanzamento delle conoscenze.

Anzitutto non è raro il caso di importanti e decisivi progressi scientifici che ci appaiono come

rie che non a modificare le loro teorie per adattarle ai fatti) è rivolto da ARISTOTELE (*De coelo*, II, 13) contro i Pitagorici, le cui teorie astronomiche erano, come è noto, assai più conformi che non le sue alle idee moderne. Egli li caratterizza come *οὐ πρὸς τὰ φαινόμενα τοὺς λόγους καὶ τὰς αἰτίας ζητοῦντες ἀλλὰ πρὸς τινὰς δόξας καὶ λόγους αὐτῶν τὰ φαινόμενα προσέλκοντες καὶ πειρώμενοι ἀνγκασμῶν*.

Come trovare una migliore conferma delle idee che ho esposte sopra, su ciò che costituisce in realtà la differenza caratteristica tra i metodi di ricerca seguiti da ARISTOTELE e quelli ai quali ricorsero COPERNICO e GALILEO?

determinati o, a ogni modo, provocati, dall'esplinarsi di controversie che a noi sembrano riferirsi soltanto al significato che si doveva o no dare a una determinata frase o parola, di controversie cioè che non avrebbero potuto aver luogo, o sarebbero state immediatamente risolte, se quelli che vi presero parte si fossero dati fin dal principio la pena di ben definire i termini di cui si servivano, in modo da rendere impossibile ogni equivoco sulla portata reale delle loro rispettive asserzioni. Di più noi vediamo esser stati frequentissimi gli errori, e i ritardi all'acquisto di nuove cognizioni, dovuti, se non esclusivamente almeno principalmente, a ciò, che, in date circostanze, certe utili e indispensabili « questioni di parole » non furono sollevate, o non poterono esser discusse, e certe nozioni confuse ed ambigue non furono sottoposte all'analisi e alla critica per soverchio rispetto all'involucro verbale che le proteggeva.

Io mi propongo di far rilevare, ricorrendo in particolar modo ad illustrazioni tolte dalla storia della Meccanica, di quanto aiuto possa essere l'esame dei fatti di questo genere, non solo per darci lume sul meccanismo intimo del linguaggio e sul suo modo di funzionare, sia come mezzo di rappresentazione che di trasmissione delle idee e delle conoscenze, ma anche per guidarci a istituire una corretta diagnosi e caratterizzazione delle illusioni e dei sofismi a cui le imperfezioni sue possono dar luogo, e per suggerirci i mezzi più atti a por rimedio a tali imperfezioni, o almeno ad attenuarne gli effetti e a premunirci contro la loro influenza.¹

Noi siamo forse troppo proclivi a credere che le cause d'errore e d'oscurità, che non hanno mai mancato di esser fertili, in minore o maggior grado, in qualsiasi stadio di sviluppo scientifico anteriore al nostro, abbiano ora, per non so qual ragione o complesso di ragioni, cessato affatto di eserci-

¹ Οὐ μόνον δὲ τῶν ἀληθῶς εἰπεῖν ἀλλὰ καὶ τὸ αἰτιῶν τοῦ ψεύθους. τοῦτο γὰρ συμβάλλεται πρὸς τὴν πίστιν· ὅταν γὰρ εὐλογον φανῇ τὸ διὰ τί φαίνεται ἀληθές, οὐκ ὄν ἀληθές, πιστεύειν ποιεῖ τῷ ἀληθεῖ μᾶλλον. ARISTOTELIS *Eth. Nicom.*, L. vii, c. 14.

tare la loro dannosa azione. Che tali cause non ci facciano ora più cadere negli *stessi* errori nei quali indussero i nostri predecessori è troppo naturale, ma non è certamente una ragione sufficiente per concludere che esse non ci possano indurre in altri errori dello stesso genere, dei quali è pur naturale che noi non ci accorgiamo... altrimenti non li commetteremmo.

Non bisogna inoltre dimenticare che, se noi ci possiamo considerare come immuni da molte delle illusioni che talvolta hanno ritardato, e tal altra volta accelerato, il cammino della scienza antica, ciò dipende, non tanto dall'aver noi riconosciuto le cause che le hanno prodotte, quanto piuttosto dal fatto che noi abbiamo rinunciato ad occuparci, scientificamente almeno, di una gran parte delle questioni la cui trattazione è atta ad esporre maggiormente ai pericoli che da quelle provengono.

Questa tattica prudente, alla quale nel nostro secolo non è mancato neppur l'onore di essere elevata alla dignità di sistema filosofico sotto il nome di *positivismo*, per quanto pienamente giustificata dal punto di vista pratico, è soggetta a gravi obiezioni, specialmente in quanto essa pretenda basarsi sopra una distinzione netta, e stabilita una volta per tutte, tra le questioni che possono formare oggetto di ricerca scientifica e le altre alle quali tale privilegio non compete.

Si obietta a ragione che il determinare a quale di queste due categorie una data questione appartenga, costituisce alla sua volta una questione non facilmente risolubile, e meno ancora poi tale che si possa riguardare come definitivamente risolta col solo appello all'infruttuosità dei tentativi già fatti per ottenere la soluzione della questione considerata, a meno di voler ammettere che tutte le questioni finora non risolte debbano per ciò solo essere ritenute come irresolubili.

A queste obiezioni, e ad altre della stessa indole, non sembra possibile trovare adeguata risposta senza basarsi su ricerche, o per lo meno su congetture, relative alle cause dalle quali in generale può dipendere la solubilità o insolubilità

d'una data questione, o, in altre parole, senza fare qualche tentativo per determinare quali siano le circostanze, o i caratteri comuni, che contraddistinguono le questioni che devono riputarsi come accessibili all'investigazione scientifica, da quelle sulle quali è vano illudersi di poter mai giungere a conclusioni attendibili.

Ora non è sfuggito all'attenzione delle persone più competenti che si occuparono di questo argomento, come tra le cognizioni che ci possono essere di più gran sussidio per tale determinazione vadano appunto collocate in primo luogo quelle che si riferiscono alla struttura e allo sviluppo del linguaggio e alla natura delle funzioni che esso adempie. È solo da esse infatti che possiamo esser messi in grado di giudicare quali e quante delle questioni che noi crediamo di poter qualificare come insolubili devono tale loro carattere a qualche vizio fondamentale del nostro modo di formularle, o al fatto di essere puramente delle questioni fittizie, tali cioè che all'insieme delle parole colle quali le enunciamo non corrisponda alcun senso determinato assegnabile.

È da notare che in tali casi, e specialmente in quest'ultimo, nel quale la nostra incapacità a trovare una soluzione trova la sua completa spiegazione nel fatto che non v'è alcuna questione da risolvere, la nostra tendenza istintiva a collocare il problema in questione nel novero di quelli ai quali l'indagine scientifica non è applicabile viene a trovarsi definitivamente giustificata, indipendentemente affatto da qualunque opinione o preconcetto che si possa avere sulla maggiore o minore convenienza di allargare il campo delle investigazioni scientifiche in una direzione piuttosto che in un'altra, o sulla maggiore o minor potenza dei mezzi d'indagine che sono a nostra disposizione.

Premessi questi cenni, diretti a far rilevare, da un lato l'interesse, per dir così, pratico che presenta l'argomento di cui intendo parlare, e dall'altro la stretta connessione che passa tra esso e gli studi sulla storia delle scienze, passerò ora a riassumere brevemente alcune considerazioni fon-

damentali sul meccanismo del linguaggio, le quali gioverà tener presenti per ben comprendere la trattazione successiva.

§ 2.

Uno dei caratteri più ovvii, che distinguono il linguaggio tecnico scientifico dal linguaggio ordinario, e in generale i linguaggi evoluti dai linguaggi primitivi, mi sembra consistere nella maggior difficoltà colla quale in questi ultimi si può procedere alla determinazione esatta del significato delle parole per mezzo di definizioni, cioè per mezzo di altre parole che servono in certo modo a decomporre tale significato nei singoli elementi che lo costituiscono.

Tale carattere si riconnette a una differenza fondamentale della quale possiamo farci un'idea ben chiara e distinta anche solo esaminando il contrasto tra l'uso che fanno rispettivamente d'uno stesso linguaggio un bambino e un uomo adulto, un uomo ignorante d'una data materia e un uomo in essa competente.

Così, per prendere i due casi estremi, mentre il bambino che applica a un dato oggetto una denominazione già a lui familiare non vuol esprimere, nella maggior parte dei casi, altro che la sua impressione, talvolta assai vaga, d'una rassomiglianza tra tale oggetto e gli altri ai quali è già abituato ad applicare la stessa designazione, allo scienziato invece non capita che in casi eccezionali di classificare insieme degli oggetti, designandoli con uno stesso nome, senza aver prima determinato quali sono le condizioni che egli esige siano soddisfatte perchè a un dato oggetto la data designazione sia applicabile. In altre parole, ogni qualvolta lo scienziato indica parecchi oggetti con uno stesso nome, egli asserisce, non solo che essi si rassomigliano, ma che essi si rassomigliano in qualche cosa, che essi hanno cioè dei determinati caratteri comuni, suscettibili di essere enumerati e designati a parte, e

il cui insieme costituisce ciò che comunemente si chiama il « significato » del nome considerato.

Giova notare subito come, mentre i caratteri costituenti il significato d'un dato nome devono essere comuni a tutti gli oggetti a cui il nome è applicabile, essi sono tuttavia d'ordinario assai lontani dall'esaurire tutti i caratteri (conosciuti o no) che tali oggetti possiedono in comune. Essi rappresentano solo un gruppo di questi, scelto per ragioni di convenienza, o di tradizione, tra i molti altri gruppi di caratteri che avrebbero potuto egualmente servire a delimitare la stessa classe di oggetti. Onde può benissimo avvenire che due nomi, pur avendo un significato affatto diverso, si applichino ciascuno a tutti gli oggetti a cui si applica l'altro e solo ad essi, abbiano, cioè, come usa dire, la stessa sfera d'applicazione.

È evidente tuttavia che, quanto più numerosi sono i caratteri il cui possesso è richiesto perché a un dato oggetto sia applicabile un dato nome, tanto più viene a restringersi la sfera d'applicazione di questo, mentre, al contrario, quanto più numerosi sono gli oggetti ai quali un dato nome è applicabile, tanto meno sarà *significante* il nome stesso, tanto minori informazioni cioè noi verremo a dare su un dato oggetto applicando ad esso un tale nome.¹

Le proposizioni, nelle quali si asserisce che gli oggetti designati con un dato nome hanno altri determinati caratteri comuni oltre quelli che entrano a costituire il significato del nome ad essi applicato, sono quelle che si chiamano ordinariamente proposizioni generali. Con esse noi affermiamo in sostanza che, ogni qualvolta un oggetto presenta certi caratteri, esso ne presenta anche certi altri o, ciò che è lo stesso, che certi determinati fatti o fenomeni si presentano o tendono a pre-

¹ « Denn der speciellste Begriff ist schon beinahe das Individuum, also « beinahe real; und der allgemeinste Begriff, z. B. das Sein (d. i. der Infixitiv der Copula), beinahe nichts als ein Wort. Daher auch sind philosophische Systeme die sich innerhalb solcher sehr allgemeinen Begriffe halten, ohne auf das Reale herabzukommen, beinahe blosser Wortkram ». SCHOPENHAUER, *Die Welt als Wille und Vorstellung*, B. II, K. 6.

sentarsi costantemente insieme e a coesistere o a succedersi invariabilmente gli uni agli altri.

Sui processi mediante i quali si giunge alla cognizione e all'accertamento di queste proposizioni non è qui il caso di trattenerci. È invece opportuno pel presente proposito richiamare l'attenzione sul contrasto radicale che sussiste tra queste proposizioni e quelle invece colle quali noi esprimiamo la nostra intenzione d'includere o no un dato carattere tra quelli che fanno parte del significato d'un dato nome.

Con queste noi non enunciamo alcun apprezzamento suscettibile di essere vero o falso, cioè conforme o no ai fatti ai quali esso si riferisce, ma esprimiamo solo il nostro deliberato proposito di usare una data parola in un dato senso e il nostro desiderio di portare tale nostra intenzione a cognizione altrui; con esse cioè enunciamo semplicemente delle norme alle quali dichiariamo di volerci attenere nell'esprimere le nostre opinioni per mezzo del linguaggio, norme che non possono essere riputate nè vere nè false, ma solo opportune o non opportune, adatte o non adatte al particolare scopo che ci prefiggiamo.

Un fatto, importantissimo a notare dal nostro punto di vista, è questo, che nel linguaggio ordinario manca affatto (a meno di ricorrere a circonlocuzioni) alcun segno esteriore verbale per distinguere, indipendentemente dal contesto del discorso, se una data proposizione appartenga all'una o all'altra delle due sopradette categorie.¹ Se infatti indichiamo con A e B due nomi generali qualunque, la stessa frase: *gli A sono B*, può essere adoperata tanto per esprimere la nostra credenza che, ogni qualvolta sono verificate le condizioni che rendono il nome A applicabile a un dato oggetto, si

¹ Le diverse coppie di termini tecnici, successivamente adoperati per designare rispettivamente queste due specie di proposizioni, rispecchiano in modo caratteristico le variazioni di opinione sulla loro relativa importanza. La stessa distinzione, che gli scolastici stabilivano tra le proposizioni « essenziali » e le proposizioni « accidentali », ricompare in LOCKE come una distinzione tra le proposizioni « futili » (*trifling*) e le proposizioni « reali »; e in KANT come una distinzione tra le proposizioni « analitiche » e le proposizioni « sintetiche ».

verificano anche le altre condizioni che rendono applicabile anche il nome B, quanto per indicare che tra le condizioni, che noi esigiamo siano soddisfatte perchè il nome A sia applicabile, si trovano anche quelle che noi esigiamo siano soddisfatte perchè sia applicabile il nome B.

La ragione di tale imperfezione del linguaggio sta, da una parte in ciò, che le asserzioni, nelle quali il significato d'una parola viene decomposto nei suoi elementi, non cominciarono a esser formulate e riconosciute come differenti dalle altre, se non in uno stadio assai avanzato di sviluppo intellettuale, quando l'ossatura fondamentale del linguaggio era già formata; e dall'altra parte, nella nessuna importanza pratica che presenta la distinzione tra esse e le proposizioni generali propriamente dette, dal momento che, ogni qualvolta una di queste ultime sia riconosciuta come vera, diventa, per ciò solo, opportuno, o almeno non dannoso, adottare la norma o convenzione che noi esprimiamo colla medesima frase. Quando infatti tutti gli oggetti che godono d'una data proprietà godono anche d'un'altra proprietà, quali inconvenienti possono nascere dall'indicare, collo stesso segno, non solo il possesso della prima, ma anche quello della seconda proprietà?

§ 3.

Le prime ricerche scientifiche, nelle quali si presentò la necessità di ben distinguere le proposizioni, aventi il solo scopo di determinare il significato dei termini adoperati, da quelle contenenti asserzioni o supposizioni relative agli oggetti reali considerati, furono, secondo ogni probabilità, le ricerche di Geometria.

Nel campo pratico le questioni relative al significato delle parole si presentarono fin dal principio come troppo intimamente connesse alle questioni di *interpretazione* della volontà altrui (per esempio del legislatore, del testatore, del contraente, ecc.) perchè il loro contrasto colle que-

stioni di fatto propriamente dette potesse avere il risalto occorrente per dar luogo a un chiaro concetto delle speciali funzioni delle une e delle altre, e soprattutto per far riguardare l'imposizione d'un dato significato a un dato nome come qualche cosa d'indipendente dal costume e dalla tradizione e come una questione di convenienza soggetta in parte all'arbitrio individuale.

Ciò che dà ai dialoghi di Platone l'importanza d'un documento unico nella storia del pensiero umano è il fatto che in essi abbiamo il primo esempio d'una serie di tentativi metodici diretti ad analizzare e precisare il significato dei termini generali di uso corrente, come quelli che si riferiscono alle azioni umane e ai rapporti sociali e politici e che servono di base all'enunciazione di apprezzamenti morali o di principii relativi alla condotta.

È a Socrate che viene attribuito, da Aristotele,¹ il merito di avere riconosciuta e proclamata l'importanza pratica d'indagini di questo genere, e di avere trovato un metodo atto a spogliare quelli, che disputavano con lui, dalle false persuasioni prodotte in essi dall'uso ingenuo di parole senza significato determinato.

Tale metodo consisteva nel condurre gradatamente l'interlocutore, per mezzo di successive interrogazioni, ad ammettere che, per qualunque definizione che egli era in grado di proporre per il termine in questione, si potevano sempre citare dei casi speciali nei quali tale termine era da lui applicato senza che fossero presenti tutti i caratteri che, in virtù della definizione scelta, dovevano esser presenti, o nei quali il detto termine non era da lui applicato benchè tali caratteri fossero tutti presenti. Con questa specie di riduzione all'assurdo di tutte le successive definizioni che l'interlocutore era man mano costretto a proporre pel termine in parola, Socrate spingeva questi a confessare in

¹ *Metaphysica*, L. XII, c. 4: δύο γὰρ εἶναι ἃ τις ἂν ἀποδοίη Σωκράτει δικαίως, τοὺς ἑ' ἐπακτικοὺς λόγους καὶ τὸ ὁρίζεσθαι κατόλου. Cfr. inoltre *ibid.*, L. I, c. 6: Σωκράτους, τὸ κατόλου ζητούντος καὶ περ' ὁρισμῶν ἐπιστήσαντος πρῶτον τὴν διάνοιαν.

fine di non sapere precisamente quali caratteri doveva possedere un oggetto o una persona perchè il termine in questione fosse ad essa applicabile, il che equivaleva in altre parole a confessare che le frasi colle quali egli l'applicava a casi particolari, per quanto comunemente ripetute e da tutti accettate per vere e incontrovertibili, erano in fondo prive di qualunque senso determinato o determinabile, e, non essendo atte a dare alcuna reale informazione sulle cose o sulle persone alle quali si riferivano, non potevano essere considerate nè come vere nè come false, ma solo come delle vuote formole verbali indicanti tutt'al più il fatto che l'applicazione d'uno stesso nome a cose non aventi tra loro alcun carattere comune aveva la sanzione dell'uso volgare.

A questa, che costituiva, per così dire, la parte distruttiva del metodo socratico, e nella quale l'interlocutore era forzato a riconoscere la propria ignoranza, o almeno a rinunciare alla troppo alta opinione che aveva della propria sapienza, teneva dietro la parte costruttiva, nella quale Socrate si associava a lui onde giungere insieme a determinare, nel miglior modo possibile, le delimitazioni a cui era necessario assoggettare il campo d'applicazione del nome onde riescisse possibile adoperarlo con un significato unico e determinato, corrispondente cioè effettivamente a dei caratteri comuni a tutti gli oggetti a cui esso si applicasse, e solo ad essi. Tali caratteri comuni erano messi a nudo mediante l'esame successivo d'un certo numero di casi particolari, dai quali mediante un processo di generalizzazione o di induzione si desumeva finalmente la definizione cercata.

È questo, nei suoi tratti generali, il processo rappresentato, e ornato della più splendida forma artistica, nei dialoghi di Platone, nella maggior parte dei quali il filo conduttore è costituito appunto dal proposito di determinare il significato di date parole.

Così, per esempio, nel Fedro e nel Gorgia si tratta di definire che cos'è la retorica, nel Menone che cos'è la virtù, nella Repubblica che cos'è la

giustizia, nel Lisi che cos'è l'amicizia, nel Lachete che cos'è il coraggio, nel Carmide che cos'è il dominio di sè, nel Convito che cos'è l'amore, negli Erasti che cos'è la filosofia, nel Politico che cos'è un uomo di Stato.

Non è fuor di luogo notare come a tali dialoghi, alcuni dei quali si annoverano ben a ragione tra i capolavori più sublimi della letteratura d'ogni tempo e d'ogni paese, sia per eccellenza applicabile l'osservazione del Sidgwick: che il vantaggio delle ricerche di questo genere, sul senso delle parole, non consiste tanto nelle definizioni che si trovano quanto nelle operazioni che bisogna fare per trovarle, e che il frutto di tali discussioni non sta nelle conclusioni alle quali esse portano, ma nelle ragioni che occorre scoprire e addurre per giustificarle.¹

§ 4.

Tornando ora alla distinzione, su cui ho già sopra insistito, tra le proposizioni in cui si afferma che tutti gli oggetti d'una data classe godono d'una data proprietà e le altre invece nelle quali noi indichiamo il nostro proposito di designare, con un dato nome, gli oggetti che godano d'una proprietà assegnata, cercherò ora di mostrare come il fatto, già pure notato indietro, che tali due sorta di proposizioni non sono ordinariamente distinte le une dalle altre da alcun segno esteriore verbale, costituisce una fecondissima sorgente di ambiguità e di argomentazioni illusorie.

Basta talvolta la più piccola incertezza sul significato d'una parola per rendere assolutamente impossibile decidere se una data proposizione, nella quale essa entri, ci dia qualche informazione, vera o falsa, sui fatti ai quali si riferisce, o non sia

¹ Cfr. WELBY, *Sense, meaning, and interpretation*, nel *Mind* (aprile 1896), pag. 194. Nella prima parte del medesimo articolo, Lady WELBY osserva assai opportunamente: « that it is through the very instinct which prompts even the most futile 'verbal' dispute, that language has gained that degree of efficiency which it already possesses ».

invece destinata che a indicarci quale relazione passi tra il significato che vogliamo dare alla parola stessa e quello che, da noi o da altri, si dà ad altre parole.

Mi servirò, per schiarire questa distinzione, di un esempio desunto dalla Meccanica:

La parola « momento » di due forze, o di due pesi, fu introdotta per la prima volta da Galileo per esprimere il variare dell'efficacia colla quale una stessa forza, o uno stesso peso, tendono a far muovere un dato meccanismo, col variare del punto di questo a cui sono applicati, o della direzione secondo cui agiscono, o, in generale, col variare di qualsiasi condizione a cui la loro azione possa essere assoggettata, sia in virtù dei vincoli del sistema, sia in virtù delle proprietà del mezzo in cui il movimento avviene. Così un dato peso ha maggiore o minor « momento » a seconda dell'inclinazione del piano lungo il quale discenda, o a seconda della minore o maggior densità di un liquido in cui si trovi immerso.

Galileo diceva quindi che due forze o pesi diversi erano di egual momento rispetto ad un dato ordigno, a dati punti del quale erano applicate, quando, non ostante la loro differente intensità o direzione, esercitavano un'identica azione per smuoverlo, o, in altre parole, quando erano applicate in modo che l'una sarebbe stata capace di far equilibrio all'altra, quando questa si rivolgesse in senso contrario.

Ora, se prendiamo, per esempio, la proposizione: « Due forze, applicate a un corpo rigido girevole intorno ad un asse, si fanno equilibrio, quando i loro momenti, rispetto a quest'asse, sono eguali e di segno opposto », è evidente che la sua semplice ispezione non ci permette di comprendere se chi la enuncia intenda con essa asserire qualche cosa sulle condizioni d'equilibrio d'un corpo rigido in date circostanze, o se egli invece non intenda far altro che indicare la sua intenzione di adoperare la parola « momento » nel senso che abbiamo visto sopra, invece che nel senso che si darebbe ad essa attualmente.

Se tale fosse l'intenzione di chi parla, la frase « sono di egual momento » potrebbe esser sostituita dall'altra meno ambigua « si chiamano di egual momento », con che si vedrebbe chiaramente che egli non ci dà assolutamente alcuna informazione sulle leggi dell'equilibrio.

Parimenti, per prendere un altro esempio dalla Meccanica, la proposizione: « Un punto materiale sollecitato da una forza costante subisce in eguali intervalli di tempo eguali accrescimenti di velocità », colla quale, se si dà alla parola « forza » il significato che essa ha negli scritti di Galileo, si viene ad enunciare una legge fondamentale della Dinamica da lui scoperta, diventa invece, per chi chiami « forza » il prodotto di una massa per un'accelerazione, un semplice frammento di definizione, un'asserzione cioè che non ci dice nulla affatto sulle circostanze che danno luogo alla costanza dell'accelerazione, ma ci informa solo che, in virtù di convenzioni fatte sul significato della parola « forza », il dire « il tal punto è sollecitato da una forza costante » è lo stesso come dire che esso, in eguali intervalli di tempo, subisce uguali incrementi di velocità.

Gli esempi però tolti dalla storia delle scienze fisiche, se hanno il vantaggio di dare un'idea esatta della distinzione a cui alludo, sono, appunto per ciò, poco atti a farci conoscere i pericoli, a cui può esporre la mancanza di mezzi adeguati per decidere in quale delle due categorie viste sopra si deve far rientrare una data asserzione, e gli inconvenienti che nascono dallo scambiare tra loro le asserzioni che talvolta possono celarsi sotto un'identica forma verbale. In tali scienze il significato dei termini tecnici, sebbene sia soggetto a grandemente variare di tempo in tempo, è tuttavia in ciascuna data epoca sufficientemente preciso e determinato perchè sia tolto ogni dubbio se una data proposizione deva essere considerata come « vera per definizione », oppure come l'enunciazione d'un principio da ammettere, di un teorema da dimostrare, d'una legge da spiegare. È quindi assai raro che in esse si verifichi il caso, tanto

frequente invece nelle scienze psicologiche o sociali (e più ancora nelle discussioni teoriche di qualsiasi genere tra persone che facciano uso d'un linguaggio tecnico relativo a un soggetto sul quale non sono competenti), che si facciano cioè delle questioni di parole senza accorgersene, e si scambino per ragionamenti importanti, o per spiegazioni soddisfacenti, delle considerazioni degne di esser classificate con quelle che hanno reso immortale il nome del signor de la Palisse.¹

§ 5.

Ciò non toglie tuttavia che l'ambiguità sopra considerata si manifesti sotto altre forme, anche nelle scienze fisiche e matematiche. Così, per esempio, sebbene non sia questa la sola causa che ha originariamente contribuito a far nascere l'idea, assai diffusa anche al presente, che i principii dell'Aritmetica e della Geometria debbano considerarsi come verità superiori e indipendenti da ogni esperienza e godenti d'una certezza, non semplicemente di grado maggiore, ma in certo modo d'una natura e provenienza differente da quella della quale godono tutte le altre verità a noi conosciute, è evidente tuttavia che essa è da annoverarsi tra le cause che maggiormente hanno agito ed agiscono ad alimentare tale pregiudizio e a impedire che si riconosca l'illegittimità delle prove a cui s'appoggia.

Si vede facilmente come essa eserciti la sua azione a questo riguardo. Il fatto, che in Geometria, come in qualunque altra scienza a tipo de-

¹ Maresciallo di Francia che combatté sotto Francesco I a Pavia. Di lui si canta, nella nota canzone, tra l'altro:

Il mourut le vendredi
Le dernier jour de son âge.
S'il fût mort le samedi,
Il eût vécu d'avantage.

Non è forse esagerare il dire che l'80 % delle proposizioni che figurano in un trattato ordinario di Filosofia o di Scienza del Diritto rientra in questa classe di verità inconfutabili, la cui importanza pratica e didattica non è, del resto, sempre trascurabile.

duittivo, noi siamo costretti a prendere per punto di partenza delle supposizioni che non possono trovare la loro perfetta realizzazione in alcun caso concreto, ma rappresentano in certo modo delle semplificazioni ideali delle forme e dei processi che l'esperienza ci presenta, fa sì che le proposizioni fondamentali della scienza assumano l'aspetto non tanto di asserzioni relative alle proprietà che possiedono, o sono supposte possedere, le cose di cui parliamo, quanto piuttosto di convenzioni mediante le quali noi precisiamo dei concetti e limitiamo la sfera entro la quale noi intendiamo dar corso alle nostre considerazioni. Ne risulta che alle dette supposizioni fondamentali si può dare senza inconvenienti la forma di definizioni, purchè si aggiungano ad esse i « postulati » che sono richiesti per poter dimostrare, in ogni singolo caso, che degli enti, corrispondenti alle singole definizioni che enunciamo, sono « possibili » o « costruibili ». Quando le basi della scienza sono presentate sotto questa forma, qualunque obiezione che si possa sollevare contro una proposizione fondamentale viene ad apparire non solo come eventualmente infondata, ma addirittura come assurda. Se da alcuno per esempio venisse espresso il dubbio che la « retta » non goda di tutte le proprietà fondamentali che ad essa vengono attribuite nella trattazione ordinaria della Geometria, gli si può rispondere che ciò non può essere, perchè in tal caso essa non sarebbe più « retta », col che non si vuol dir altro in fondo che ciò: che essa in tal caso dovrebbe esser chiamata con un altro nome, il che in fondo non è che una questione di dizionario.

I geometri greci che adottarono pei primi questa forma di esposizione erano del resto perfettamente consci che, per poter dedurre da semplici definizioni delle conclusioni che non fossero puramente verbali o illusorie, è necessario o supporre tacitamente, o postulare, o dimostrare per mezzo di assiomi antecedentemente assunti, l'esistenza o la costruibilità di enti soddisfacenti alle condizioni enunciate nelle definizioni stesse.

Aristotele, i cui scritti logici rappresentano, in

certo modo, una codificazione dei processi seguiti dai fondatori della Geometria come scienza deduttiva, non ha mancato di rilevare nei termini più espliciti e generali la distinzione sopra accennata. Nel capitolo VII del secondo libro degli *Analytica posteriora* egli mette in guardia contro le confusioni e i sofismi, che possono nascere dal perderla di vista, colla seguente frase: *Di nessuna cosa si può affermare che essa esista per definizione* (τὸ δ' εἶναι οὐκ οὐδα μὲν οὐδενί), e la storia della filosofia scolastica è là per mostrarci quanto fosse lontano dall'esser superfluo questo suo savio avvertimento.

Il modo classico di giustificare i paralogismi, a cui spesso dà luogo questa specie di ambiguità, i paralogismi cioè, nei quali a date asserzioni viene attribuito uno speciale carattere di evidenza e di certezza, col farli comparire come conseguenze di pure definizioni, consiste nel dire che un tale oggetto gode di una tale proprietà perchè essa è una sua proprietà « essenziale » o inerente alla sua « natura », senza la quale esso cesserebbe di essere quello che è (cioè quello che *dovrebbe essere* se a lui veramente è applicabile il nome con cui abbiamo cominciato a designarlo).

Un esempio caratteristico di questo metodo di argomentare ci è fornito dalla celebre dimostrazione dell'esistenza di Dio, escogitata da Anselmo di Cantorbery e adottata con qualche leggera modificazione perfino da Cartesio, dimostrazione che è nota agli studiosi di Storia della Filosofia sotto il nome di « prova ontologica ».

Non è del resto necessario andare tanto lontano nè dai nostri tempi nè dal campo speciale dei nostri studi per trovare altri esempi caratteristici di ragionamenti dello stesso genere. Basta prendere, per esempio, in esame le considerazioni relative ai principi della Meccanica che ci sono offerte negli scritti di alcuni dei più eminenti rappresentanti del « positivismo » contemporaneo, come lo Spencer, il Taine, il Wundt.

È difficile infatti riferire ad alcun'altra origine l'idea, sostenuta dal primo nei suoi *First Principles*, che la legge d'inerzia e la legge della conserva-

zione dell'energia, alla cui cognizione gli uomini non pervennero che attraverso una lunga serie di sforzi intellettuali, siano verità tanto evidenti per se stesse, quanto gli assiomi dell'Aritmetica, che noi non possiamo neppure immaginare come non veri. Egli sembra esser giunto a questa così strana conclusione basandosi sull'opinione (che pochi contesteranno) che, se gli antichi si fossero fatti della « forza » un concetto analogo a quello che tale parola esprime nella Meccanica moderna, essi non avrebbero potuto fare a meno di credere alla verità della legge d'inerzia. Ma che cosa prova ciò se non che per arrivare a farsi della « forza » un tale concetto è necessario essere già prima in possesso delle cognizioni che portarono ad ammettere la legge d'inerzia? Fu il possesso di queste cognizioni che condusse a dare al nome « forza » il significato che esso ha attualmente, e non questo nuovo significato che condusse all'acquisto di quelle cognizioni.

Ed è solo per chi possieda queste ultime, che la definizione che attualmente si dà della « forza » nei trattati di Meccanica rappresenta qualche cosa di più che un cambiamento arbitrario del senso che tale parola ha nel linguaggio comune, cambiamento che potrebbe altrimenti sembrare più atto a produrre equivoci che a dare informazioni sulle cause o sulle leggi del moto.

§ 6.

Un'altra forma, sotto la quale si presentano frequentemente le illusioni verbali dovute alla causa di cui stiamo parlando, consiste nello scambiare i tentativi di analizzare e decomporre nei suoi elementi il significato d'un dato nome, per dei ragionamenti diretti a mostrare la non esistenza di oggetti a cui tal nome sia applicabile. La stessa tendenza, cioè, che ci spinge a vedere, nell'enunciato d'una definizione, un'asserzione sull'esistenza dell'oggetto definito, ci induce anche a scambiare il rifiuto d'accettare una data definizione per un

rifiuto di ammettere l'esistenza di oggetti cui si possa applicare il nome pel quale si vuol proporre una definizione nuova, più esatta o più opportuna.

È in tal modo, per prendere un esempio che fa epoca nella storia del pensiero moderno, che le classiche ricerche del Berkeley sul concetto di « sostanza » e di « realtà »¹ furono qualificate come miranti a negare l'esistenza della materia e la realtà del mondo esteriore, pel solo fatto che esse tendevano a dimostrare che, quando noi diciamo: « il tale oggetto esiste realmente », noi non possiamo voler dir altro che questo: che crediamo che, se noi, o altri esseri simili a noi, si trovassero in certe determinate condizioni, proverebbero certe determinate sensazioni.

Si obbiettava e si obietta ancora da molti contro questa opinione che essa è incompatibile colla credenza comune all'esistenza di qualche cosa « fuori di noi » e che, adottandola, si verrebbe a togliere ogni distinzione tra apparenza e realtà, tra sensazione e allucinazione; mentre al contrario essa rappresenta appunto un tentativo, perfettamente legittimo, di precisare in che cosa consista effettivamente tale distinzione, e di determinare quali sono i caratteri sui quali essa si fonda e che ne costituiscono l'importanza teorica e pratica.

Lungi dal togliere significato alle frasi con cui si asserisce l'esistenza o la realtà degli oggetti materiali, l'opinione del Berkeley ci fa acquistare più chiara coscienza di ciò che vogliamo dire quando le pronunciamo e ci rende meno soggetti a cadere nei numerosi equivoci che provengono dalla molteplicità di sensi diversi che le parole « esistenza », « realtà », ecc., assunsero nel linguaggio comune.²

¹ Un importante contributo a questo ordine di indagini è stato recentemente portato dal prof. GYULA PIKLER dell'Università di Budapest nel suo scritto: *The Psychology of the Belief in objective Existence*. (Londra, Williams and Norgate, 1890.) Dello stesso soggetto tratta il JAURES (il noto deputato socialista) nel suo opuscolo: *La réalité du monde sensible*. Vedi un curioso pensiero di PASCAL su questo argomento: *Pensées*, art. xx, 13. [Garnier, Paris, p. 248.] [c.]

² Come osserva giustamente il BOLZMANN (*Ueber die Methoden der theoretischen Physik*, in DICK, *Catalog math. und math.-phys. Modellen*, Appa-

Osservazioni affatto analoghe alle precedenti si possono ripetere a proposito delle obiezioni che furono sollevate contro la profonda analisi a cui David Hume assoggettò il concetto di « causa », e contro la sua affermazione che per causa d'un fenomeno non si può intendere altro che l'insieme delle circostanze la cui presenza è necessaria e sufficiente perchè il fenomeno abbia luogo. Non ci deve sembrar strano che questa affermazione sia stata riguardata come equivalente a negare l'esistenza, o almeno la conoscibilità, delle « vere cause », quando si pensi come, ancora al presente, scienziati eminenti esprimono il loro giudizio sul compito della ricerca scientifica dicendo che essa non ha di mira la determinazione delle « cause », ma si deve limitare a indagare le leggi che regolano il succedersi dei fenomeni, come se l'una cosa fosse diversa dall'altra, e come se « scoprire le cause d'un fenomeno » potesse voler dire qualche cosa di più o di diverso dal determinare quali sono le circostanze dalle quali esso si trova costantemente preceduto, e la cui presenza è sufficiente affinché esso si verifichi.¹

Un esempio concreto di questo genere di equivoco ce lo fornisce la frase divenuta ora quasi banale: che l'oggetto della Meccanica non è quello di *spiegare*, ma bensì quello di *descrivere* nel più semplice modo possibile i fenomeni del movimento. Con questa frase infatti noi veniamo a stabilire un contrasto tra descrizione e spiegazione, senza por mente che lo *spiegare* non è in fondo che uno speciale modo di descrivere, caratterizzato solo da ciò che in esso noi facciamo più largamente uso, da una parte, di processi di comparazione e, dall'altra, di argomentazioni deduttive mediante le

raten und Instrumenten, München, 1892, pp. 87-98): « Hängt ja sogar von der Definition der Existenz ab, was existiert ». È pure da consultare in proposito la memoria recentemente presentata dal medesimo autore all'Accademia delle Scienze di Vienna col titolo: *Ueber die Frage nach der objectiven Existenz der Vorgänge in der unbelebten Natur* (1898).

¹ Una succinta e chiara trattazione di questo argomento si trova nell'opera del professore ANGELO BROFFERIO, *Le specie dell'Esperienza* (cap. V), opera che, sebbene onorata d'un premio dell'Accademia dei Lincei (1884), non mi sembra esser stata abbastanza apprezzata dal pubblico italiano. Contribuì a ciò forse l'imatura morte del suo autore.

quali riusciamo a far rientrare in una stessa categoria, e a poter considerare come casi particolari d'una stessa legge, fenomeni che, a chi li esaminiamo superficialmente, appaiono come affatto diversi e non aventi tra loro alcun legame. Ora non v'è sì può dire altra scienza, nella quale questo modo di descrivere, che designiamo col nome di spiegazione, sia spinto così innanzi e applicato in modo così sistematico come nella Meccanica. Il negare quindi, che i ragionamenti che occorrono in questa scienza costituiscano delle spiegazioni dei fenomeni da essa studiati, non solo è un voler usare la parola spiegazione in un senso tale da renderla inapplicabile a qualunque processo o ragionamento che si riscontri in qualsiasi altra scienza, ma (ciò che è ancora peggio) è un'usarla in modo da rendere impossibile attribuire ad essa alcun significato assegnabile, non potendosi altrimenti determinare quali caratteri debbano presentare i ragionamenti che si riscontrano in una data scienza perchè sia lecito dire che con essi noi diamo delle « spiegazioni » dei fatti ai quali essi si riferiscono.

§ 7.

Gli equivoci del genere di cui ora parliamo, inducendoci a formulare delle questioni di cui non possiamo neppure concepire la possibilità di trovar delle soluzioni, sono atti a fornire alimento a teorie soverchiamente pessimiste e scoraggianti sui limiti che la ricerca scientifica deve imporre a sè stessa.¹

Ogni allargamento delle nostre cognizioni, si dice, non fa che allargare e rendere più estesa, per dir così, la nostra superficie di contatto coll'ignoto

¹ Di una tendenza a reagire contro questa pusillanimità intellettuale si manifestano ora traccie in più d'una direzione. Nel campo filosofico mi è grato citare, come un esempio caratteristico, il recente volume del GUASTELLA, *Saggi sulla Teoria della Conoscenza* (Palermo, Sandron 1898), opera per molti riguardi notevole e degna di essere segnalata all'attenzione dei cultori di studi filosofici. Di essa ho avuto occasione di occuparmi, nel *Nuovo Risorgimento* (fascicolo di settembre-ottobre 1898). [Sritto XXXVI del presente volume].

[N. d. E.]

e coll'inesplicabile, e le nostre spiegazioni non fanno che sostituire un « mistero » ad un altro. Quanto più vero, e anche più utile, sarebbe invece l'osservare che la distinzione tra cose « spiegate » e cose « non spiegate » non si riferisce ad alcuna intrinseca differenza nella loro certezza o « conoscibilità », ma solo alla nostra capacità di dedurre le nostre cognizioni le une dalle altre, di ordinarle cioè in modo che parte di esse compaiano come conseguenze delle rimanenti.

Se, tra due classi di fenomeni che a tutta prima sembravano non avere alcuna connessione tra loro, si viene, in seguito a una scoperta o a un'intuizione geniale, a riconoscere un'analogia tanto intima da permetterci di dedurre il loro modo di comportarsi da uno stesso gruppo di leggi generali, che per l'innanzi si ritenevano applicabili solo ai fenomeni di una delle dette classi, noi diciamo di aver trovato una « spiegazione » dei fenomeni dell'altra classe per mezzo di quelli della prima.

Noi avremmo altrettanta ragione di dire che un tale risultato costituisce una « spiegazione » dei fatti della prima classe per mezzo di quelli della seconda: il dire una cosa o l'altra dipende dal punto di vista a cui ci collochiamo, o, per parlare più propriamente, dipende dalla circostanza che i fatti dell'una classe sono per noi più famigliari di quelli dell'altra, e che fu l'osservazione di essi che ci condusse per la prima volta alla cognizione di quelle leggi che in seguito, per ulteriori indagini, siamo venuti a riconoscere come applicabili anche a quelli dell'altra classe.

Ora è evidente che tale circostanza, per quanto la sua considerazione possa avere importanza dal lato storico o psicologico, non può certamente dar luogo ad alcuna distinzione fondamentale tra l'una e l'altra classe di fenomeni; nè essa ci deve impedire di riconoscere che, nei processi di « spiegazione », entrano, per così dire in modo simmetrico, i fenomeni dei quali si dà spiegazione e quelli per mezzo dei quali la spiegazione è data, precisamente come nei processi di comparazione non v'è alcuna differenza sostanziale tra l'atto di paragonare una

cosa con un'altra e quello di paragonare l'altra colla prima.

Non occorre dir altro per mostrare la superficialità e anzi l'inermità di quelle frasi, cui abbiamo già alluso, nelle quali i processi di spiegazione scientifica vengono rappresentati come mettendo capo inevitabilmente all'ammissione di leggi o fatti primordiali, alla lor volta più misteriosi e inesplicabili di quelli alla cui spiegazione sono applicati.

Se con tali frasi si volesse significare semplicemente che, risalendo nella serie di deduzioni colle quali noi colleghiamo tra loro le nostre cognizioni, noi dobbiamo finire (se non vogliamo cadere in ciò che i logici chiamano « circolo vizioso ») per trovarci di fronte a principii o ipotesi che ammettiamo senza poterle dedurre da altre, meno ancora tali frasi sarebbero da considerarsi come esprimenti una deficienza o una limitazione dell'intelletto umano, in quanto che ciò che con esse si rimprovererebbe a questo di non saper fare (cioè il dedurre qualche « cosa » senza partire da qualche altra « cosa »), lungi dal poter essere riguardato come un ideale, raggiungibile o no, non è neppure un'esigenza alla quale si possa attribuire un senso qualunque.

Si riattacca forse a questo medesimo erroneo concetto dell'ufficio della deduzione nella ricerca scientifica l'opinione, che si ode spesso esprimere sotto forme diverse anche da scienziati contemporanei,¹ secondo la quale le discussioni sulle prove, o la legittimità dei principii e delle ipotesi più generali di ciascuna scienza particolare, e la decisione finale delle relative controversie, esorbiterebbe dalla competenza degli scienziati specialisti per cadere sotto quella dei cultori di ciò che si chiama « la filosofia », alla quale verrebbe così a toccare il pericoloso incarico di fungere da Suprema Corte di Cassazione nel campo intellettuale. Meno male se le si attribuisse l'ufficio di *clearing house*, di fronte alle scienze propriamente dette.

¹ Per es. dal POINCARÉ nella prefazione al suo trattato d'ottica e d'elettricità.

§ 8.

Un'illusione dello stesso genere di quelle di cui ho finora parlato è quella che si manifesta nell'opinione che tutte le parole delle quali non si possono dare delle definizioni debbano per ciò solo essere considerate come aventi un senso meno definito, o, in certo modo, più misterioso di quelle che si possono definire; come se per definire queste ultime non fosse appunto necessario, in ultima analisi, servirsi delle prime, e come se qualunque indefinità o misteriosità che si potesse attribuire alle parole non definite, non dovesse, a maggior ragione, attribuirsi pure a tutte le altre parole che noi definiamo appunto per mezzo di esse.

Non si riflette che la nostra incapacità a rispondere alla domanda: « Che cos'è la tal cosa? » non può provenire sempre e solamente dal fatto che noi non conosciamo abbastanza la cosa di cui si tratta, ma al contrario dipende in molti casi da ciò che noi la conosciamo troppo, cioè tanto da non poter assegnare alcun'altra cosa che ci sia più nota e della quale quindi ci sia possibile servirsi per definirla.

È questa la ragione che dà Newton, nell'introduzione del suo libro: *Philosophiæ naturalis principia mathematica*, per non definire le parole « tempo », « spazio », « moto »: « *Tempus, spatium, motus, quæ notissima sunt, non definio* ».

La quale osservazione naturalmente non toglie che possa esser conveniente, e per certi scopi anche necessario, analizzare ulteriormente le nozioni di « tempo », di « spazio » e di « moto », sia per ridurre se è possibile ad altre nozioni ancora più elementari e più immediatamente conosciute, sia per investigarne l'origine psicologica e le condizioni di sviluppo nell'individuo o nella razza.

Che il non saper dire *che cos'è* la tale o la tal altra *cosa*, equivalga a una confessione d'ignoranza, è un'opinione che si riconnette probabilmente all'abitudine, che contraggiamo da bam-

bini, a concepire ogni nuova informazione come una risposta a domande del tipo: « Che cosa è ciò? », domande che al bambino vengono spesso suggerite dal fatto che egli si trova frequentemente nella posizione di chi si deve assicurare se un dato oggetto, che a lui si presenta come nuovo o strano, è già stato osservato e notato, e per così dire messo a protocollo, da quelle persone alle quali egli è solito ricorrere per procurarsi le indicazioni di cui sente bisogno o desiderio. Per lui, il sapere *come una cosa si chiama* è avere in mano una chiave per acquistare tutte le cognizioni che a lui possono occorrere in riguardo ad essa. In tal guisa non solo nasce in lui l'idea che tale conoscenza equivalga a conoscere ciò che più importa sapere sulla cosa in questione, ma egli è condotto quasi a immaginarsi che tutte le cose abbiano in certo modo un loro nome « naturale », alla stessa guisa come i corpi hanno un sapore, un colore, un peso loro proprio, indipendentemente da ogni convenzione o arbitrio dell'uomo.

§ 9.

Strettamente connessa pure alle precedenti, e non meno di essa suscettibile di dare origine a dei problemi illusori o a delle difficoltà immaginarie, è la tendenza a credere che, per ogni nome di cui ci serviamo, sia possibile assegnare una *casa* di cui esso sia il nome, come se non vi potessero o dovessero essere dei nomi che esprimono solamente delle « relazioni » tra più oggetti, o, in altre parole, delle proprietà di tali oggetti che si riferiscono al loro eventuale modo di comportarsi gli uni rispetto agli altri in determinate circostanze.

Così, per prendere un esempio ovvio dal linguaggio tecnico della Fisica, la frase: « il corpo A ha la stessa temperatura del corpo B », ha un senso perfettamente definito anche se si ignori affatto in che cosa consista quella particolare condizione delle parti di un dato corpo, che costituisce il suo stato di temperatura. Essa, per il

fisico, esprime semplicemente il fatto che il corpo A messo a contatto col corpo B (in determinate circostanze) non varia mai di volume, ed essa non cesserebbe di significare ciò, anche se i corpi che chiamiamo di egual temperatura non avessero alcun'altra proprietà comune se non questa di mantenersi di volume inalterato quando posti a contatto gli uni cogli altri.

Allo stesso modo la domanda « Che cosa è il valore? » è una domanda alla quale un economista può anche permettersi di non rispondere, purchè egli indichi chiaramente che senso ha per lui la frase: « La tal quantità della tal merce ha lo stesso valore che la tal altra quantità della tal altra merce ». Se egli arriva a determinare quali sono, in un dato stadio di organizzazione sociale, le cause o le condizioni da cui dipende il fatto che due date quantità di merci diverse sono suscettibili di essere ottenute in cambio l'una dell'altra, poco gli nuocerà il non saper dare una definizione della parola « valore » presa per sè stessa.

Più che citare altri esempi di questa specie, gioverà indicare lo schema generale sotto cui rientrano.

Ogni qual volta una condizione, che può essere o no soddisfatta da date coppie di oggetti d'una determinata classe, è tale da godere delle seguenti due proprietà:

1) Che i due oggetti entrino simmetricamente nel suo enunciato, in modo cioè che essi possano essere posti l'uno in luogo dell'altro (senza che la relazione cessi di sussistere se prima esisteva);

2) Che se sussista per una coppia A e B, e inoltre per un'altra B e C, che abbia colla prima un elemento comune, sussista pure tra A e C;

nasce senz'altro la convenienza¹ di foggare una parola, che indicherò per brevità con *x*, il cui senso, pur non essendo direttamente assegnabile per mezzo d'una definizione, risulta determinato

¹ Vedasi in proposito il *Manuale di Logica Matematica* del prof. BURALLI FORTI (Milano, Hoepli, 1893) nel capitolo dedicato alle varie specie di definizioni.

dal significato che si attribuisce alla frase « il tale oggetto ha lo stesso x del tal altro oggetto ». Diventa conveniente cioè indicare con questa frase, o con altra locuzione analoga, il fatto che due dati oggetti soddisfano alla condizione in questione.

Così, per esempio, invece di dire che due rette sono parallele, giova dire che le due rette hanno la stessa *direzione*; invece di dire che i quattro numeri a, b, c, d , sono tali che gli equimultipli di a e c si accordano nel rimanere inferiori o superiori o eguali agli equimultipli di b e d , si dirà che il primo ha col secondo lo stesso *rapporto* come il terzo col quarto (Euclide), e queste convenzioni sarebbero perfettamente legittime anche se noi non fossimo affatto in grado di rispondere alle domande: « Che cos'è la direzione d'una retta? » « Che cos'è il rapporto tra due numeri? ».

La convenienza di adottarle consiste in ciò che in tal modo noi possiamo utilizzare senz'altro, per esprimere proposizioni o ragionamenti riferentisi alla relazione considerata, tutte le locuzioni e le regole di deduzione che abbiamo già a disposizione per esprimere le corrispondenti proposizioni relative alle eguaglianze propriamente dette. Noi possiamo trattare tali relazioni come se fossero effettivamente delle eguaglianze, perchè esse godono delle stesse proprietà fondamentali.

Allo stesso modo, quando tra due oggetti d'una data classe si può definire una relazione che goda delle stesse proprietà di quelle indicate dalle frasi « maggiore di » « minore di », come sarebbe per esempio, per riattaccarci a un caso già considerato, quello che consiste nella proprietà, che hanno i corpi di diversa temperatura, di accrescersi o diminuirsi di volume pel solo fatto di esser posti a contatto, può riescire conveniente esprimere il sussistere di tale relazione, dando un senso alle frasi, come le seguenti: « il corpo A ha maggior temperatura del corpo B », « la temperatura del corpo B è minore di quella del corpo A », ecc., indipendentemente affatto da qualunque senso che potesse avere la parola temperatura presa a sè.

Così pure, per togliere un esempio dalla Meccanica,

della frase: « la massa del corpo A è uguale, o maggiore, o multipla secondo un dato numero, della massa di un altro corpo B » si può dare una definizione rigorosa ed esauriente senza aver alcun bisogno di rispondere alla domanda: Che cos'è la massa d'un corpo? e tale definizione non mancherebbe di aver senso anche se si ammettesse che la « diversità di massa » tra un corpo e un altro non sia connessa ad alcun'altra proprietà fisica all'infuori di quella che consiste nella costanza dei rapporti tra le accelerazioni che essi si comunicano quando agiscono l'uno sull'altro.

§ 10.

Gli esempi citati sono sufficienti anche per far vedere in qual senso, e per qual ragione, le illusioni prodotte dalla tendenza a credere che ogni nome, che fa parte d'una frase che ha significato, debba per ciò solo essere il nome di « qualche cosa », siano state talvolta vantaggiose alla ricerca scientifica.

Il desiderio di determinare comechessia il significato del nome in questione ha condotto spesso a domandarsi se fosse possibile definire la relazione corrispondente in modo che tale nome acquistasse senso se prima non l'aveva, e a costruire quindi delle ipotesi sulle condizioni da cui il verificarsi della relazione stessa dipende, ipotesi suscettibili di provocare esperienze e di condurre a nuove scoperte.

Così la presunzione che due oggetti, che stanno in una data relazione avente proprietà analoghe alla relazione di uguaglianza o di rassomiglianza, devono effettivamente rassomigliarsi in qualche cosa, può guidare ed ha guidato infatti in molti casi a scoprire nuove proprietà degli oggetti in questione, e a porre in chiaro se ve ne fossero tra queste alcune il cui comune possesso accompagni o determini il sussistere della relazione che si considera.

Anche quando tale scopo non poteva essere com-

pletamente raggiunto, il parlare e il ragionare come se esso fosse in fatto raggiunto ha suggerito spesso importanti generalizzazioni le quali, non ostante il loro carattere puramente verbale e formale, hanno fornita occasione e incentivo a sostanziali progressi scientifici. Si consideri per esempio l'influenza che ha avuto sullo svolgersi della Geometria moderna la introduzione del concetto di « punto all'infinito », oppure, per prendere un esempio più antico da un altro ramo della Matematica, si osservi di quanta importanza è stata per i progressi dell'Aritmetica l'introduzione del concetto di « numero irrazionale », cioè, in altre parole, la convenzione di denotare e trattare, come se fossero relazioni od operazioni sui numeri propriamente detti (interi e frazionari), le relazioni ed operazioni riguardanti i varii modi e processi che portano a dividere la serie dei numeri razionali in classi contigue non separate da alcun numero razionale.

Di analoghe introduzioni di enti fittizi, e delle varie specie di vantaggi e di inconvenienti a cui tale introduzione può dar luogo, ci fornisce esempi classici la storia della Fisica. Così per esempio, l'idea che lo stato di temperatura dei corpi fosse determinato dal loro grado di riempimento per parte di un fluido imponderabile, dalla cui iniziale ripartizione dipendesse il loro modo di comportarsi e di comunicarsi calore quando posti a contatto fra loro, e la credenza che corpi di egual temperatura fossero in certo modo da paragonarsi a vasi in cui un liquido è stato versato in tal proporzione da giungere in ambedue allo stesso livello (Dalton), ebbero gran parte nello spingere alle prime esperienze e misure sulla capacità termica delle diverse sostanze,¹ e nel far presagire che la somma dei prodotti di tali capacità per le rispettive temperature si dovesse mantenere costante quando più

¹ Ne è prova il fatto che si partì dal supporre che la capacità termica fosse proporzionale al volume. Un errore tecnico fu commesso inizialmente anche per la *massa*, la quale pure fu (dal BENEDETTI, e anche da GALILEO nei suoi scritti giovanili) ritenuta esser uguale per corpi di egual volume, anche quando fossero di diverso peso specifico.

corpi di diversa temperatura son posti a contatto.

È pure dall'opinione che questa somma misurasse realmente la quantità di un fluido suscettibile di trasmigrare da un corpo ad un altro, ma non di subire aumenti o diminuzioni, che il Black fu condotto a sospettare che le variazioni, che subisce essa, ogni qualvolta tra i corpi che si comunicano calore ve ne sono alcuni che cambiano di stato fisico, fossero determinate in modo che ad ogni aumento o sottrazione di calore, a cui dà luogo un dato cambiamento di stato, dovessero corrispondere equivalenti aumenti o sottrazioni, verificantisi quando il corpo subisca il cambiamento di stato inverso, tornando nella sua condizione primitiva.

La denominazione di « calor latente », che servì per molto tempo a designare tale quantità di calore scomparso e capace di ricomparire, ci rimane come testimonianza dell'ordine di idee che guidò i primi indagatori dei fatti ai quali essa si riferisce, e ci fa riguardare come perfettamente naturale e anzi, a priori, affatto legittima l'ipotesi colla quale i fisici credettero a tutta prima di potersi dare ragione di essi, l'ipotesi cioè che i cambiamenti di stato fisico dessero luogo a variazioni nella capacità termica dei corpi che li subiscono, dimodochè le variazioni di temperatura corrispondenti a tali cambiamenti di stato fossero analoghe alle variazioni di livello d'un liquido in un tubo di cui venga a variare la sezione quando la pressione del liquido sulle pareti raggiunga un dato grado.

È noto di quanto aiuto e in pari tempo di quale impedimento riuscì a Carnot questa medesima analogia tra la trasmissione di calore da un corpo a un altro di temperatura inferiore e il fluire d'un liquido da un recipiente in un altro in cui si trova a livello più basso. Mentre infatti questa analogia gli permise di rappresentarsi il lavoro, a cui tale trasmissione di calore dà luogo, come determinato soltanto dalla quantità di calore trasmessa e dalla differenza delle due temperature, precisamente come il lavoro d'un mulino dipende dalla quan-

tità d'acqua e dal dislivello disponibile, questa stessa idea gli impedì per lungo tempo di accorgersi che a ogni produzione di lavoro in tal modo ottenuta corrispondeva, non solo una trasmissione di calore, ma anche una scomparsa di parte di esso, che si rende in certo modo latente appunto come nei casi considerati da Black.¹

Fu del resto, come è noto, per mezzo di tentativi diretti a rendersi ragione della differenza tra la capacità termica di un gas che lavori espandendosi a pressione costante e quella d'un gas che si mantenga di volume costante, che il Mayer giunse per la prima volta a calcolare il valore del rapporto costante tra il calore che scompare e il lavoro a cui esso dà luogo.

Il Mach osserva a proposito che, a presumere la costanza di questo rapporto, il Mayer fu spinto, assai più che dall'idea che il calore fosse una forma di movimento, dalla persuasione che la « quantità di calore » fosse qualche cosa di analogo a una sostanza materiale non suscettibile di essere annichilita o creata dagli uomini, ma solo di trasformarsi o scomparire temporaneamente, salvo a ricomparire inalterata quando si ripeta il processo in senso inverso.

§ 11.

Anche nella storia della Meccanica propriamente detta troviamo numerosi esempi di processi d'indole analoga.

Così, alle ricerche sulle leggi dell'urto e della comunicazione di movimento da un corpo ad un altro diede grande impulso la presunzione che, se due corpi in moto, urtando rispettivamente un terzo corpo, producono in lui, a parità di altre condizioni, uguali effetti, cioè uguali variazioni di velocità, tali due corpi dovessero possedere un'e-

¹ Un esempio analogo della cattiva influenza della metafora materialistica, provocata da un equivoco verbale, ci è offerto dalla cosiddetta teoria del valore di MARX (Cfr. KAUTSKY, *Il Socialismo*, cap. I, Torino, Bocca, 1898).

gual quantità di *qualche cosa* che si denominò forza viva per distinguerla dalla « forza morta » rappresentata invece dalla tensione o pressione che un corpo in riposo esercita in virtù del proprio peso.

A questo *qualche cosa* furono attribuite da Cartesio proprietà analoghe a quelle di una sostanza materiale, e in primo luogo quella di non essere soggetta ad accrescimenti o diminuzioni, ma solo a trasformazioni e trasmissioni da un corpo ad un altro. Ciò ebbe per effetto che il problema di valutare lo ammontare di questo qualche cosa, contenuto in un corpo di dato peso e di data velocità, divenne equivalente alla seguente questione:

Determinare una tal funzione del peso e della velocità, che abbia la proprietà che la somma dei suoi valori in corrispondenza a due o più corpi urtanti mantenga lo stesso valore prima e dopo l'urto.

L'idea, abbracciata prima da Cartesio, che la funzione godente di tale proprietà fosse il prodotto della massa per la velocità (che egli chiamò quantità di moto, per la stessa ragione come, nel caso già visto indietro, il prodotto della capacità termica per la temperatura fu chiamato quantità di calore), lo condusse a conclusioni non conformi all'esperienza, pel fatto appunto che egli, considerando tale prodotto come rappresentante una sostanza, non ne poteva contemplare che il valore assoluto, e doveva rifiutarsi ad ammettere che la scomparsa d'una quantità di moto potesse venir compensata dalla scomparsa di un'equivalente quantità di diverso segno. Ai suoi infruttuosi tentativi di superare questa difficoltà si riattaccano le ricerche di Huyghens, il quale giunse finalmente a provare come esista veramente un modo di valutare la forza viva per il quale si verifica completamente la proprietà intuita da Cartesio, e che tal modo consiste nel prendere in considerazione non i prodotti delle velocità per le masse rispettive, ma bensì i prodotti di queste per i quadrati delle velocità.

Il fatto che ogni variazione del valore della

somma di tali prodotti, per i corpi di un sistema, è costantemente accompagnata da una proporzionale variazione di un'altra funzione il cui valore dipende solo dalla posizione occupata dai corpi stessi e dall'intensità e direzione delle forze a cui essi sono assoggettati, si enuncia ancora adesso con una frase atta a suggerire il conservarsi di « qualche cosa ». Non c'è invero nessuna ragione per chiamare con uno stesso nome (energia) due cose tanto differenti quanto sono quelle indicate rispettivamente dal valore delle due funzioni a cui sopra ho alluso (cioè la forza viva e il potenziale), se non questa di poter esprimere il fatto, che la somma loro rimane costante, con una locuzione analoga a quella che si impiegherebbe se si trattasse d'una sostanza che, pur assumendo diverse forme, rimanesse di quantità invariabile.

È evidente che qualunque altra relazione tra fenomeni naturali, che sia suscettibile di essere formulata come il mantenersi costante della somma di due o più funzioni contenenti ciascuna uno speciale gruppo di parametri, può, collo stesso artificio verbale, venir presentata come una legge di conservazione di « qualche cosa ». La sola cosa importante, in ogni caso, è il sussistere d'una relazione fissa tra i parametri suddetti, qualunque sia d'altronde il modo con cui si crede opportuno esprimere la permanenza della relazione stessa.

§ 12.

Le considerazioni fin qui svolte e i fatti addotti per illustrarle ed appoggiarle, sebbene non bastino a dare un'idea dei molteplici modi nei quali il linguaggio può, anche a nostra insaputa, contribuire a suggerirci analogie e provocarci quindi a immaginare ipotesi e costruire esperienze, mi sembrano tuttavia sufficienti per far riconoscere come in ciò appunto consista la causa principale dell'influenza che ha sempre esercitato ed esercita, sui progressi d'una teoria scientifica, il solo fatto che

essa sia espressa sotto una forma piuttosto che sotto un'altra.

È il diverso grado di suggestività che può competere ai vari modi di rappresentare e di formulare una stessa teoria, e la diversa direzione verso la quale da ciascuno di essi possiamo essere spinti a generalizzare, a dedurre, a paragonare, a sperimentare, che fa sì che l'invenzione di nuovi modi di formulare e d'esprimere ciò che già si conosce sia da riguardare talvolta come un contributo non meno importante, all'avanzamento delle scienze, di quanto non sia l'acquisto di nuove cognizioni di fatto o la scoperta di nuove leggi.

Ed è per la stessa ragione che spesse volte gravissimi ostacoli al progresso delle conoscenze sono stati opposti dal fatto, che le cognizioni già acquistate su un dato soggetto furono prematuramente schematizzate e rappresentate in modo da pregiudicare i risultati di ulteriori indagini, o da creare prevenzioni atte a spingere queste su false tracce e a impedire che una dose sufficiente di attenzione fosse rivolta nella direzione opportuna.

Queste azioni dovute al linguaggio sono tanto più meritevoli di esser tenute in vista inquantochè la maggior parte di esse si esercita in certo modo automaticamente¹ e senza il minimo intervento della nostra coscienza e volontà. Così avviene spesso che ragionamenti o conclusioni, di cui noi avvertiremmo subito la precarietà o provvisorietà se fossimo chiaramente consci delle analogie vaghe e superficiali su cui si appoggiano, acquistano invece aspetto di verità evidenti e indiscutibili pel sol fatto che l'intervento del linguaggio ci nasconde il loro reale fondamento.

Il linguaggio tecnico scientifico non meno dal linguaggio volgare è pieno di frasi ed espressioni metaforiche che, pure avendo cessato, pel lungo uso, di richiamare l'immagine che suggerivano ori-

¹ « Not even those, who know the ambiguity of a term, are always proof against the confusion which it tends to generate ». G. C. Lewis, *Use and abuse of political terms*. Cfr. Welby, *Grains of sense* (London, Dent, 1897), pag. 9.

ginariamente, non hanno perduta la capacità di indurci ad attribuire ai fatti che esse descrivono tutte le proprietà dell'immagine a cui esse si riferiscono.

Lo stesso carattere poetico ed immaginoso che ci impressiona nei linguaggi molto differenti dal nostro (per esempio nei linguaggi orientali), noi lo riconosceremmo nel nostro pure, e in quelli ad esso affini, se una lunga abitudine non ci avesse (in conformità a una legge psicologica ben nota ai cultori della filologia comparata) messi in grado di giovarci delle immagini a cui il nostro linguaggio ricorre e delle metafore che esso contiene, senza riconoscerle come tali.

Al contrario di quel personaggio di Molière che si stupiva di aver sempre parlato in prosa senza saperlo, noi ci dovremmo stupire di parlare continuamente in poesia senza accorgercene.

Nè questo ci nuoce, come non nuoce all'analista, che indaga le proprietà delle funzioni, l'adoperar frasi che alludono o sono desunte dalla loro rappresentazione geometrica, e come non nuoce al geometra parlare di spazi a n dimensioni, o di punti comuni a curve che non s'incontrano.

Leibniz ha notato a ragione come perfino la terminologia degli scolastici, che passa per essere tipicamente arida e il più possibile sfrondata da ogni lenocinio retorico, e dalla quale come è noto abbiamo ereditato la maggior parte dei termini tecnici astratti riferentisi alle operazioni intellettuali e ai concetti fondamentali della scienza, è interamente improntata alle più grossolane analogie tra i fenomeni mentali e quelli del mondo fisico.

Si rifletta, per esempio, all'importanza che assumono in essa vocaboli come i seguenti: « impressio », « dependere », « emanare », « influere », « inherere », « fundamentum », « infundere », « transmutare », ecc., ai quali tutti l'aver assunto un nuovo senso astratto non impedisce affatto di suggerire all'occasione idee che si riferiscono solo al loro senso concreto e materiale, e di provocare o dar forza persuasiva a ragionamenti che, indipendentemente da questa loro primitiva

interpretazione, non avrebbero forza o plausibilità alcuna.¹

E tanta è la potenza delle parole e del fascino che esse esercitano sulla mente degli uomini, non esclusi i filosofi e gli scienziati, che, in virtù di esse, più d'una teoria morta e sepolta da secoli può continuare ad essere adoperata inconsciamente in appoggio di alcuna delle sue più remote conseguenze, e trovarsi nel caso di quel cavaliere di cui cantò il poeta:

Il poverin, che non se n'era accorto,
Andava combattendo ed era morto.²

§ 13.

Ciò che ho detto sin qui è certamente ben lungi dal costituire un'enumerazione completa delle varie forme sotto le quali si manifesta l'inconscia schiavitù del pensiero alla parola nei vari campi d'attività intellettuale. Mi lusingo però che possa bastare per far comprendere quanto sia lontana dal vero la credenza che, per sottrarsi a tale servaggio, basti la semplice volontà di emanciparsene.

Non v'è forse alcun'altra caratteristica mentale che dia luogo a tante differenze e gradazioni tra uomini, d'intelletto sano, quanto la maggiore o minore suscettibilità a cadere vittima delle insidie che il linguaggio ci tende. Il che tuttavia non impedisce che tale attitudine e suscettibilità siano estremamente soggette a subire alterazioni e modificazioni a seconda della disciplina intellettuale

¹ Si aggiunga il caratteristico abuso delle preposizioni implicanti relazioni spaziali (*sub*, *super*, *inter*, *extra*, *trans*). È notevole in proposito un'osservazione di J. Stuart Mill (*Examination of Sir William Hamilton's Philosophy*, chap. xx): « If there is a recommendation I would inculcate on every one who commences the study of philosophy, it is to be always sure what he means by his particles. A large portion of all that perplexes and confuses metaphysical thought came from a vague use of those small words ».

² L'influenza delle imperfezioni del linguaggio sulla formazione dei miti e delle leggende ha cominciato solo da poco ad attirare l'attenzione dei filologi e dei folkloristi. In una gran parte di quelle credenze dei popoli primitivi, che si attribuivano a una pretesa tendenza alla « personificazione » dei fenomeni naturali, si propende ora a non vedere che degli effetti di successive interpretazioni letterali di espressioni metaforiche o simboliche, originariamente dovute alla povertà del linguaggio.

a cui ciascun individuo venga ad essere sottoposto.

Che lo studio delle scienze fisiche e matematiche costituisca uno dei migliori mezzi per educare e fortificare la mente a tale riguardo, è opinione assai antica, tanto antica forse quanto l'istituzione di scuole in cui i rudimenti dei più antichi rami di tali scienze (come la Geometria e l'Astronomia) venivano insegnati ai giovani destinati a professioni liberali. Sull'efficacia invece che, per questo stesso scopo, è da attribuirsi a un'esposizione dottrinale direttamente rivolta a descrivere, classificare ed analizzare le diverse specie di illusioni verbali che tendono a infettare ciascuna singola forma di ragionamento o d'argomentazione, le opinioni sono di gran lunga più discordi.

V'è anzi su questo soggetto un contrasto notevole tra le idee che dominavano nelle scuole filosofiche dell'antica Grecia e quelle che prevalgono fra gli scienziati ed educatori moderni. Mentre cioè questi propendono a negare quasi del tutto ogni efficacia e praticità a qualsiasi trattazione teorica rivolta all'esame e all'analisi dei vari processi di ragionamento e alla caratterizzazione delle corrispondenti cause d'errore, i Greci davano invece, nel loro piano d'educazione intellettuale, un'estrema importanza a questo ramo d'insegnamento. Essi erano fermamente persuasi che tanto l'arte d'ingannare colle parole, come quella di non lasciarsi ingannare da esse, erano suscettibili di essere apprese come si apprende l'Aritmetica o la Geometria o qualunque altra scienza, e che una trattazione teorica atta a servire loro di base era un elemento indispensabile dell'educazione intellettuale di qualunque persona colta.

Dello spirito e della forma con cui tale insegnamento era impartito ci danno un'idea i preziosi scritti d'Aristotele, *Topica* e *Sophistici elenchi*, i soli superstiti d'una numerosa schiera di « manuali » dedicati allo stesso scopo, e di cui pur troppo solo i titoli sono giunti fino a noi.¹

¹ È sommamente da deplorare la perdita di uno scritto d'EUCLIDE, portante il titolo di *πεντάγων*, nel quale erano raccolti e classificati i principali

Il tempo e l'indole della presente lettura non mi concede di trattenermi come vorrei a mettere in luce alcuni tratti caratteristici dello sviluppo della cultura contemporanea, che mi sembrano giustificare un nuovo esame della controversia sopraindicata, e tendere a far abbracciare su essa vedute assai più conformi a quelle dei filosofi greci che non a quelle che la scienza moderna ha ricevuto in retaggio dai pensatori del secolo passato.

Mi accontenterò di enumerare i principali tra tali tratti, e tra questi anzitutto il sorgere e l'imponente sviluppo che ha preso nel nostro secolo la nuova scienza del linguaggio, la filologia comparata, e la tendenza che si viene ora manifestando in essa ad assorgere, dalle questioni puramente fonetiche e relative alle trasformazioni dei suoni, a quelle che riguardavano invece la struttura intima del linguaggio e i fenomeni che presenta il suo successivo adattamento alle molteplici sue funzioni.¹

Lo studio delle leggi che regolano la variazione di significato delle parole e delle flessioni, per designare il quale il Bréal ha coniato recentemente un nuovo nome: la *Sémantique*, attrae sempre più imperiosamente l'attenzione dei glottologi.

Ne abbiamo una testimonianza qui nella nostra Università e in una recente pubblicazione del nostro professor Domenico Pezzi, inserita nelle Memorie dell'Accademia delle Scienze di Torino, col titolo: *Saggio di un indice sistematico per lo studio della espressione metaforica di concetti psicologici*.

Mi sia permesso notare, per incidente, come il riconoscimento dell'importanza educativa di questo nuovo ramo di indagine scientifica non dovrebbe essere senza influenza nel determinare l'esito finale della discussione che è ora impegnata tra gli avversari dell'insegnamento delle lingue classiche nei licei e quelli che vorrebbero invece che tale

tipi di sofismi e di ragionamenti illegittimi che avevano, o avevano avuto, corso tra i geometri suoi contemporanei o predecessori. Un pregevole libro moderno di questo genere è il *Budget of paradoxes* di A. DE MORGAN.

¹ Non voglio omettere di citare a questo proposito la recente opera del professor JESPERSEN dell'Università di Copenaghen, *Progress in language* (London, 1897).

insegnamento venisse impartito in modo da dare effettivamente i frutti che possono giustificare il suo mantenimento e la sua espansione.¹

Nella stessa direzione agisce pure, a quanto mi sembra, il sempre maggior incremento che vanno prendendo gli studi relativi alla storia delle scienze e della cultura, dai quali risulta sempre più evidente la stretta connessione psicologica e genealogica tra le credenze in cui consistette la scienza dei tempi passati e le credenze in cui consiste la scienza del nostro tempo.

Noi diventiamo sempre maggiormente consci della sopravvivenza in noi delle stesse cause e delle stesse tendenze mentali che hanno condotto in altri tempi all'accettazione di opinioni che noi ora riputiamo puerili o strane, e andiamo sempre più riconoscendo l'azione di queste stesse tendenze nella formazione delle idee nostre e di quelle che dominano intorno a noi.

Il qualificare i sistemi filosofici e le imperfette costruzioni scientifiche dei secoli trascorsi come delle aberrazioni intellettuali, come mostruosità o scherzi di natura, sarebbe ora tanto ridicolo come se un geologo prendesse sul serio l'idea espressa da Voltaire, che le tracce di conchiglie che si riscontrano in alcune rocce alpine siano dovute al passaggio dei pellegrini che tornavano dal viaggio di Terrasanta.

A completare l'enumerazione delle circostanze che cospirano a far ridonare alla cultura storica e filosofica una più larga parte nella educazione intellettuale dei giovani che si dedicano allo studio delle scienze dovrei ancora citare l'impulso che è stato dato, in questi anni, alle ricerche sulle facoltà mentali dall'istituzione dei laboratori di Psicologia Sperimentale, tanto fiorenti nelle università americane, e, *last not least*, il recente sviluppo della Logica Matematica.

Ma è tempo di concludere, e concludo augu-

¹ Certi argomenti di indole utilitaria, che i primi adducono spesso, ricordano l'utilitarismo di quei mandarini che si opponevano all'introduzione delle ferrovie nel Celeste Impero, dicendo che esse sottraevano troppo lunghe liste di terreno all'agricoltura.

randomi che l'azione di queste molteplici influenze valga col tempo a modificare, almeno in parte, l'attitudine di dispregio e di indifferenza che da noi la maggior parte degli uomini di scienza assume verso gli studi filosofici, nei quali essi non vedono che una collezione di infeconde e vane logomachie.

Sia pure permesso a loro di citare la celebre frase di quel gran scienziato e filosofo che fu il Pascal, che « *se moquer de la philosophie c'est vraiment philosopher* », ma sia anche permesso a noi di osservare che, fra tutte le specie di filosofia, quella che è più meritevole « *que l'on s'en moque* » è quella che consiste nel credere che l'accumularsi delle cognizioni di generazione in generazione dia motivo sufficiente a ciascuna di queste di ritenersi intellettualmente superiore a tutte le precedenti, che i grandi intelletti del passato abbiano parlato e scritto solo per i loro contemporanei, e che noi non abbiamo più nulla da imparare dallo studio delle loro opere per ciò solo che, su molte « questioni di fatto », essi opinarono meno rettamente di noi ed ignorarono molte cose che ora non è permesso di ignorare neppure ad un allievo di ginnasio o di scuola tecnica.

IV

Sull'applicabilità dei concetti di Causa e di Effetto nelle Scienze Storiche.¹ (*Rivista Italiana di Sociologia*, anno VII, fasc. 3, maggio-giugno 1903).

Un bel paragone di F. Bacone assimila lo scienziato a un falciatore, costretto a sospendere, a intervalli, il suo lavoro per occuparsi di rispiantare a riaffilare il suo strumento che, dall'uso stesso, è reso periodicamente incapace di servire al suo scopo.

Tali operazioni di rettifica e di riaffilatura dei

¹ Comunicazione letta al Congresso internazionale di Scienze Storiche, sezione II (Metodica della storia), seduta del 3 aprile 1903.

propri ferri del mestiere sono rappresentate, per gli scienziati, appunto dalle discussioni relative alla metodica delle scienze che essi coltivano, e all'analisi critica dei concetti e dei mezzi di rappresentazione di cui in esse si fa uso, o dei processi di prova e di ricerca in esse seguiti.

La più utile forma che tali discussioni possano assumere è, a mio parere, quella che consiste nel determinare le analogie e i contrasti che presentano a tale riguardo i diversi rami di scienza e nell'esaminare se, e fino a che punto, tali analogie o differenze trovino giustificazione nella diversità della materia trattata. È così infatti che si può riescire a mettere, in certo modo, a profitto di ciascuna scienza speciale l'esperienza acquistata dai cultori delle altre nei loro campi rispettivi.

A qualche utile osservazione di questo genere mi sembra offrano opportuna occasione le controversie, senza fine rinascenti, sui caratteri che contraddistinguono le scienze storiche, e in generale le scienze che hanno per oggetto di studio la vita della società e lo sviluppo della cultura, dalle scienze fisiche o naturali propriamente dette.

Io mi limiterò qui a rilevare in proposito alcuni punti sui quali lo scambio d'idee e l'intesa tra i cultori delle prime e quelli delle seconde mi sembra sarebbe particolarmente desiderabile.

Questi appunti si riferiscono soprattutto alle restrizioni e cautele da cui conviene sia accompagnato, nelle scienze storiche e sociali, l'impiego dei concetti di « legge » e di « causa » ed « effetto », quali si adoperano nelle scienze naturali.

Si discute ancora frequentemente se si possa parlare di « leggi storiche » nello stesso senso in cui si parla, per es., di leggi fisiche o chimiche, e se il ricercarle sia ufficio dello storico o non piuttosto egli si deva attenere alla semplice descrizione e documentazione dei fatti e alla critica delle rispettive testimonianze.

Una gran parte dei dispareri in proposito sembra a me dipenda, più che da altro, dalla mancanza di un concetto sufficientemente chiaro di ciò che

s'intende effettivamente per legge nelle scienze fisiche e matematiche e dalla tendenza ad attribuire alle leggi, da queste considerate, dei caratteri che esse sono lontane dal possedere.

Così, per es., è un luogo comune il porre in contrasto le regolarità e le analogie, che ci presenta l'osservazione dei fatti sociali, colle leggi che sussistono nel mondo fisico, dicendo che queste ultime sono invariabilmente vere e non ammettono eccezioni, mentre ciò non si verifica per le prime.

A porre in luce l'insussistenza d'un tale contrasto nulla potrebbe meglio contribuire che l'esaminare un po' da vicino per quali procedimenti, e a che prezzo, le leggi della fisica e della chimica, e più ancora quelle delle altre scienze naturali, acquistino il carattere di ineccepibilità che loro si attribuisce.

Per prendere un esempio, adoperato dal Pareto nella sua opera *Systèmes socialistes*, quando si dice che l'acqua si congela a 0 gradi, si afferma qualche cosa che può essere vera o falsa a seconda della pressione cui l'acqua di cui si parla è soggetta. Se anche si fa entrare questa restrizione nell'enunciazione della legge, e si dice che l'acqua, alla pressione di 760 mm., congela a 0 gradi, si è ancora lontani dal poter dire d'aver formulata una legge che non soffra eccezioni, poiché (anche senza tener conto della circostanza che il punto di solidificazione dell'acqua può variare a seconda delle sostanze che essa contenga in soluzione) è noto come, con certe precauzioni, si riesca a portare dell'acqua, anche chimicamente pura, al disotto di 0 gradi, alla pressione di 760 mm., senza che essa si congeli.

A che cosa si riduce dunque la suddetta legge se non a dire che l'acqua si congela quando siano verificate le tali o le tali altre circostanze, tra le quali, nello stato presente delle nostre cognizioni, ve ne possono essere alcune che non siamo in grado di determinare o enunciare esattamente?

E quando questo è il caso, quando cioè una legge fisica non può essere formulata in modo che in essa figurino la completa enunciazione di

tutte le condizioni che devono essere presenti perchè essa si verifichi, in che cosa differisce essa da una affermazione generale, vera in un gran numero di casi e soggetta invece in altri ad eccezioni provvisoriamente inesplicabili?

In che cosa differisce essa quindi da quelle analogie o regolarità che si riscontrano anche nell'andamento dei fenomeni sociali come in qualsiasi altro ordine di fatti?

Nè più fondata della precedente mi sembra quell'altra specie di contrasto che comunemente si stabilisce, fra tali regolarità e le leggi scientifiche propriamente dette, coll'attribuire a queste ultime uno speciale carattere di « necessità », che le contraddistinguerebbe dalle prime anche nel caso che tanto le une come le altre fossero costantemente vere ed esenti da eccezioni.

Non è tanto facile determinare che cosa intendano di dire quelli che applicano alle leggi naturali l'appellativo di *necessarie* e asseriscono che esse non solo non hanno, ma non possono nemmeno avere delle eccezioni. Tale idea sembra essere loro suggerita dal considerare quelle tra le leggi fisiche che, essendo suscettibili di essere spiegate o dedotte per mezzo di altre più generali, si presentano sotto la forma di conclusioni che non possono a meno che esser vere se le corrispondenti premesse lo sono. Così, p. es., la traiettoria di un pianeta è *necessaria* nel senso che non potrebbe essere diversa da quella che è se non nel caso che non fossero vere le leggi generali della meccanica da cui essa è dedotta.

Ma non è evidente che questo processo di deduzione delle leggi le une dalle altre deve far capo ad alcune di esse, che non possono esser dedotte da altre e le quali quindi non potranno esser chiamate *necessarie* nel senso sopradetto?

E, del resto, ogni ramo delle scienze naturali non offre forse esempio di leggi ottenute per diretta induzione e per le quali non si presenta alcuna possibilità di ottenerle da altre più generali per via deduttiva?

Non è questo anzi il caso più ordinario in tutte

le scienze che studiano i fenomeni naturali, con la sola eccezione delle parti più progredite della fisica matematica?

L'*assenza di necessità* nel senso sopradetto è quindi lungi, non meno che l'*assenza di eccezioni*, dal costituire un carattere che distingua le uniformità e regolarità di andamento, che si riscontrano nei fenomeni sociali, da quelle che nelle scienze fisiche sono designate col nome di leggi.¹

A far tuttavia considerare la « necessità » delle leggi fisiche come una qualità di cui non possono partecipare le analogie e uniformità di andamento che si riscontrano nei fatti studiati dalla Storia, concorre anche un'altra circostanza, affatto diversa da quella or ora accennata. Il fatto dell'influenza che, entro certi limiti, la volontà degli uomini può esercitare sulle vicende e sulla struttura delle società di cui fanno parte è da molti riguardato come incompatibile coll'ammettere che le vicende storiche o le trasformazioni delle istituzioni sociali soggiacciono a norme aventi lo stesso grado di inflessibilità e rigidità che si attribuisce alle leggi del mondo fisico.

Lo strano è che quelli che asseriscono una tale incompatibilità non si accorgono che, se essa sussistesse per le scienze storiche e sociali, dovrebbe altresì sussistere per le scienze fisiche, per le quali pure essi ammettono che non sussiste. E, infatti, vedono essi forse qualche incompatibilità tra le leggi dell'idrostatica e il fatto che il corso di un fiume può essere modificato e regolato da lavori eseguiti dagli uomini a tale scopo?

Non è forse anzi la conoscenza delle leggi dell'idrostatica che permette agli uomini di influire efficacemente a modificare il corso dei fenomeni pei quali esse sussistono?

Anche qui di nuovo, come nel caso precedente, non si tratta dunque che di un malinteso, dipen-

¹ Sono ben lieto di poter citare, in appoggio alla tesi qui sostenuta, l'opinione d'uno storico quale G. SALVERMINI, al cui articolo in proposito, pubblicato lo scorso anno in questa stessa Rivista, mi permetto di rimandare il lettore.

dente dalla mancanza d'un concetto sufficientemente chiaro di ciò che s'intende per legge nelle scienze fisiche.

Come benissimo si esprime A. Naville nel suo recente saggio sulla classificazione delle scienze,¹ qualunque legge scientifica, non esprimendo altro che il costante accompagnarsi di certi fenomeni a certi altri, è sempre suscettibile di essere enunciata sotto la forma seguente: se e dovunque il tale fatto si verifica o si è verificato, si verifica pure, o si sarà verificato, il tale altro fatto o insieme di fatti.

La verità di una legge è quindi compatibile, in ciascun caso speciale, tanto col verificarsi quanto col non verificarsi dei fatti di cui in essa si parla, poichè ciò che essa asserisce non è che il tale o il tal altro fatto *avvenga*, o *non avvenga*, ma solo quali siano i fatti da cui è accompagnato *quando avviene*, o da cui sarebbe accompagnato *nel caso che avvenisse*.

Per adoperare un paragone atto a chiarire questo concetto, forse un po' troppo astratto, si potrebbe dire che il sussistere di un certo numero di leggi naturali per un dato ordine di fenomeni è tanto lontano dall'essere incompatibile con una limitata dipendenza di tali fenomeni dalla volontà dell'uomo, come, p. es., l'esistenza di una rete ferroviaria è lungi dal determinare in modo unico il movimento dei treni che la percorrono. L'esistenza della rete obbliga i treni a percorrere date linee, nel caso che essi si muovano, ma non implica affatto che essi devano muoversi piuttosto sull'una che sull'altra di tali linee, o che essi devano partire a un'ora piuttosto che a un'altra, o camminare con la tale o tal altra velocità, e neppure che essi devano muoversi affatto.

Conviene inoltre notare che la questione se la volontà umana possa o no contribuire a determi-

¹ Paris, Alcan, 1901. [V. scritto XCIX].

[N. d. E.]

nare l'andamento di una data classe di fenomeni (come è stato ben rilevato da M. Calderoni nel suo recente saggio: *Diritto Penale e Scienza Positiva*), è affatto diversa dall'altra: se la volontà sia alla sua volta determinata o dipendente secondo date leggi dalle circostanze che su essa influiscono.

Molti sembrano credere che una risposta affermativa data a quest'ultima domanda equivalga a negare alla volontà umana ogni carattere di causa determinatrice, in quanto le sole vere cause sarebbero quelle da cui la volontà è alla sua volta determinata.

Ma è pur strano che quelli che così ragionano non si accorgano che, se si ragionasse allo stesso modo anche nelle scienze fisiche, non si potrebbe più neppure in esse parlare di cause e di effetti. Se, infatti, per asserire che un dato fatto è causa di un altro occorresse provare che il primo, alla sua volta, non è un effetto di alcun fatto precedente, qual è quel fatto che, anche nelle scienze fisiche, potrebbe esser chiamato causa di un altro, dal momento che in esse si ammette che ogni fatto è alla sua volta prodotto da cause anteriori?

E se tale circostanza non impedisce che nelle scienze fisiche un dato fatto si qualifichi come causa di un altro, non si vede ragione perchè essa debba essere riguardata come un ostacolo a ciò quando si tratta della volontà umana.

Un'altra forma che oggi frequentemente assume il pregiudizio di cui stiamo parlando ci è offerto dal modo volgare di intendere quella che si chiama la *concezione materialistica della storia*. Questa si fa da molti consistere nel riguardare le condizioni economiche come i soli fattori efficaci dello sviluppo e delle trasformazioni sociali, e nel qualificare tutte le altre manifestazioni della vita collettiva, e in particolare le più elevate, come semplici superstrutture o riflessi ideologici di quelle, prive per sè stesse di qualunque efficacia o impulso direttivo.

Anche contro i sostenitori di questa teoria si potrebbe osservare, come nel caso precedente, che

l'ammettere l'influenza preponderante dei rapporti economici, nella formazione e nello sviluppo delle singole specie di attività cui dà luogo la convivenza umana, non implica che queste ultime non possano alla lor volta agire come cause modificatrici della struttura e della vita stessa economica della società in cui si manifestano. Più che di un rapporto di causa ed effetto si tratta qui, come è merito sopra tutto degli economisti della scuola matematica l'aver fatto rilevare, di un rapporto di mutua dipendenza, analogo a quello che sussisterebbe, per esempio, tra le posizioni di due sfere pesanti sostenute da una superficie concava, ciascuna delle quali può essere qualificata come causa della posizione che occupa l'altra, nel senso che ciascuna di esse obbliga l'altra ad assumere una posizione diversa da quella che assumerebbe se fosse sola.

Vi sono tuttavia delle ragioni che possono, entro certi limiti, giustificare la nostra tendenza ad applicare piuttosto all'uno che all'altro di due fatti mutuamente dipendenti la qualifica di *cause*. Tali ragioni sono precisamente le stesse dalle quali, quando ci troviamo di fronte a un complesso di condizioni che insieme concorrono alla produzione di un dato effetto, siamo indotti a scegliere una parte soltanto di esse per applicar loro, ad esclusione delle rimanenti, il nome di « cause ».

Non tutte, infatti, le condizioni dal cui concorso dipende il verificarsi di un dato fatto presentano per noi lo stesso interesse, e anche qui l'esempio delle scienze fisiche è utile a chiarire i motivi e i criteri dai quali tale differenza di interesse è determinata.

La distinzione tra causa ed effetto, e questo è vero ancora più per le scienze sociali e storiche che non per le scienze fisiche, è una distinzione essenzialmente d'indole pratica, e che si rapporta, in un grado più o meno diretto, alla rappresentazione che noi ci facciamo del modo e dell'ordine in cui dovremmo, o vorremmo, procedere per modificare l'andamento dei fatti di cui si tratta, e adattarli ai nostri fini e ai nostri desiderî.

È perciò che, come osserva Hobbes, « *quaeruntur causae non eorum quae sunt, sed eorum quae esse possunt* ». Ed è questa anche la ragione per la quale nelle scienze storiche e sociali la ricerca delle cause è atta spesso a condurre a conseguenze affatto diverse a seconda dei sentimenti o delle preoccupazioni politiche e morali del ricercatore.

Questi si lascia, più o meno consciamente, indurre a limitare la sua attenzione e a qualificare come cause solo quelle, tra le condizioni di un dato fatto, alla cui modificazione egli crede sarebbe necessario o utile provvedere se si volesse provocare o impedire il fatto in questione o altri d'indole analoga, o modificarli nel modo da lui desiderato.

Nè questa specie di parzialità va considerata come illegittima, o confusa con quella che consiste nel permettere alle nostre passioni e ai nostri interessi di influire sulla valutazione delle prove dei fatti e delle teorie. Mentre questa seconda specie di parzialità è radicalmente incompatibile col carattere scientifico di qualsiasi specie di ricerca, l'altra è perfettamente legittima, nelle scienze storiche non meno che nelle scienze naturali. E, da questo punto di vista, il sentir parlare, per esempio, d'un volume di storia socialista, in contrasto a un altro, per esempio, di storia conservatrice, non dovrebbe sembrare più strano che il sentir parlare di un manuale di chimica per i tintori affatto diverso da un trattato di chimica per i farmacisti e per gli agronomi.

La verità è una sola, ma *le verità* sono molte, e molti sono gli scopi al cui raggiungimento le nostre conoscenze possono eventualmente essere applicate. E il preoccuparsi dell'uno piuttosto che dell'altro di tali scopi è, anche nelle scienze storiche come in qualsiasi ramo di indagine, affatto compatibile con la più serena imparzialità nell'apprezzamento delle prove e delle testimonianze.

V

Pragmatismo e Logica Matematica.

(Leonardo, anno IV, febbraio 1906).

Non è certo uno dei minori meriti del *Leonardo* quello di avere stabilite delle linee di comunicazione e provocati degli scambi di idee tra cultori di studi filosofici appartenenti alle regioni e ai climi intellettuali più diversi e lontani, tra logici ed esteti, tra moralisti ed economisti, tra matematici e mistici, tra biologi e poeti.

In attesa che divenga possibile un esame comparativo dei risultati ottenuti, o preparati, dal movimento di idee e dal traffico intellettuale in tutte queste varietà di direzioni, non sarà fuor di proposito riassumere qui in un prospetto schematico quelli tra tali risultati che si riferiscono a uno dei più importanti tronchi che il *Leonardo* ha cooperato a costruire e mantiene in esercizio, il tronco cioè che congiunge le varie regioni del pragmatismo con quelle abitate e coltivate dai « logici matematici ».

Degli stretti rapporti tra l'uno e l'altro di questi due campi di ricerca filosofica era già un sintomo significativo il fatto che l'introduttore stesso della parola e del concetto di « Pragmatismo » (Ch. S. Peirce), è nello stesso tempo anche l'iniziatore e il promotore di un indirizzo originale di studi logico-matematici.

Non è tuttavia dai lavori della scuola del Peirce, ma da quelli invece della scuola italiana facente capo al Peano, che mi pare conveniente prendere qui le mosse per la determinazione di quelli che si potrebbero chiamare i « caratteri pragmatistici » delle nuove teorie logiche.

Un primo punto di contatto tra logica e pragmatismo sta nella loro comune tendenza a riguardare

il valore, e il significato stesso, di ogni asserzione come qualche cosa di intimamente connesso all'impiego che si può o si desidera farne per la deduzione e la costruzione di determinate conseguenze o gruppi di conseguenze.

Tale tendenza si manifesta tra i logici matematici, sopra tutto nel cambiamento dei criteri adoperati per la scelta e la determinazione dei *postulati*, per la scelta cioè di quelle proposizioni che in ogni speciale ramo di scienza deduttiva sono da ammettere senza dimostrazione.

Invece di concepire la differenza tra i postulati e le altre proposizioni, che per mezzo loro si dimostrano, come consistente nel possesso, da parte dei primi, di qualche speciale carattere che li renda « per sè stessi » più accettabili, più evidenti, meno discutibili, etc., i logici matematici vedono, nei postulati, delle proposizioni *come tutte le altre*, la cui scelta può essere diversa a seconda degli scopi ai quali la trattazione mira, e deve dipendere, in ogni modo, dall'esame delle relazioni di dipendenza o di connessione che sussistono, o si possono stabilire, tra esse e le rimanenti proposizioni di una data teoria, e dal confronto della forma che verrebbe ad assumere l'insieme della trattazione in corrispondenza a scelte diverse. Se i rapporti tra i postulati e le proposizioni da essi dipendenti potevano prima essere paragonati a quelli che, in uno stato a regime autocratico o aristocratico, sussistono tra il monarca, o la classe privilegiata, e le rimanenti parti della società, l'opera dei logici matematici è stata in qualche modo simile a quella degli introduttori di un regime costituzionale, o democratico, nel quale la scelta o l'elezione dei capi dipende, almeno idealmente, dalla loro riconosciuta capacità ad esercitare temporaneamente determinate funzioni nell'interesse del pubblico.

I postulati hanno dovuto, cioè, rinunciare a quella specie di « diritto divino » di cui sembrava investire la loro pretesa evidenza, e rassegnarsi a diventare, invece che gli arbitri, i « servi servorum » — i semplici « impiegati » — delle grandi « asso-

« ciazioni » di proposizioni che costituiscono i vari rami della matematica.

A questa stessa tendenza si riattaccano anche le esigenze relative al loro massimo « sfruttamento », alla riduzione loro al minimo numero, alla determinazione esatta delle loro attribuzioni e della loro sfera di validità, etc.

Una seconda conformità, non meno importante, tra pragmatisti e logici matematici sta nella loro comune ripugnanza per ciò che è vago, impreciso, generico, e nella loro preoccupazione di ridurre o decomporre ogni asserzione nei suoi termini più semplici: quelli che si riferiscono direttamente a dei fatti, o a delle *connessioni tra fatti*.

È per questa via che tanto gli uni quanto gli altri sono giunti, ognuno per proprio conto e a proprio modo, a riconoscere l'insussistenza di una gran parte delle distinzioni che, dalla logica scolastica, sono state trasmesse alle moderne « teorie della conoscenza », e ad assoggettarne altre ad analisi critiche dalle quali esse sono uscite in certo modo trasfigurate, restaurate, arricchite di nuovi e più importanti significati.

Così l'introduzione del concetto di « definizione possibile » (Dfp.) ha fatto riconoscere chiaramente il carattere tutt'affatto relativo della distinzione tra le « proprietà essenziali » di una data figura o ente matematico e le altre proprietà da esso possedute. Parimenti la distinzione tra proposizioni affermative e proposizioni negative, e quella tra proposizioni particolari e proposizioni generali, sono state assorbite nella sola e più importante distinzione tra proposizioni affermantanti la *dipendenza* tra due fatti (sparendo così la distinzione tra proposizioni generali categoriche e ipotetiche) e proposizioni affermantanti la « possibilità » o la « non assurdità » del contemporaneo verificarsi di due o più fatti.

Il riconoscimento del carattere ipotetico delle proposizioni generali ha anche cooperato a far rivolgere l'attenzione alle « restrizioni tacite », o alle limi-

tazioni non enunciate, da cui dipende la loro validità. È un buon esempio di ciò l'osservazione del Maxwell (riportata dal Ròiti nei suoi *Elementi di Fisica*, 1894, pag. 65): che anche le più semplici proposizioni sulle aree, ad es. quella che « l'area d'un triangolo è data dalla metà del prodotto della base per l'altezza sua », cesserebbero di essere vere se, invece di prendere per unità di misura delle aree il quadrato avente per lato l'unità di lunghezza, si prendesse il triangolo, avente per base e altezza tale unità.

Le quali considerazioni si connettono strettamente a quelle dalle quali i pragmatisti sono stati condotti a una più precisa determinazione del contrasto espresso dal linguaggio comune coll'opporre le « leggi » ai fatti, ed a porre sotto una forma affatto nuova la classica controversia tra deterministi e contingentisti (V. *Leonardo*, aprile 1905, pag. 57 e POINCARÉ, *Valeur de la science*).

Un terzo punto di contatto fra pragmatismi e logici matematici sta nell'interesse che gli uni e gli altri dimostrano per le ricerche storiche sullo sviluppo delle teorie scientifiche, e nell'importanza che gli uni e gli altri attribuiscono ad esse come mezzo per riconoscere l'equivalenza o coincidenza delle teorie sotto le diverse forme, che esse hanno assunto nei vari tempi o in diversi campi pur sempre esprimendo in sostanza gli stessi fatti e servendo agli stessi scopi.

I logici non meno dei pragmatisti hanno così contribuito e contribuiscono a distruggere una quantità di pregiudizi riferentisi a supposti contrasti tra le teorie oggi correnti e le vedute dei grandi scienziati o pensatori dell'antichità, ponendo in luce come molte, e non le meno importanti, tra le scoperte dei matematici moderni non siano consistite in altro che nell'introduzione di nuovi modi più semplici, più comodi, più perfetti per esprimere rapporti, o denotare procedimenti, già adoperati o considerati sotto altri nomi, o anche senza nomi, dai loro predecessori. Nel *Formulario* del Peano il rilievo dato alle notizie sto-

riche è sempre andato crescendo, sotto l'impulso, specialmente di uno dei principali collaboratori, il Vacca (appassionato cultore, tra l'altro, anche di studi sullo sviluppo delle matematiche dell'Estremo Oriente), e l'importanza attribuita ad esse costituisce già fin d'ora uno dei caratteri distintivi più notevoli della forma di trattazione dei vari rami della matematica che il *Formulario* stesso presenta.

Le teorie vi si trovano esposte, non, come nella trattazione ordinaria, sotto il loro aspetto, per così dire, « statico » o di riposo, ma bensì sotto quello di moto e di sviluppo; non come degli animali impagliati nelle vetrine di un museo, in atteggiamenti convenzionali e con gli occhi di vetro, ma come organismi che vivono, si nutrono, lottano, procreano, o almeno come delle figure in un cinematografo svolgentisi e trasformantisi naturalmente e logicamente le une nelle altre.

A questa tendenza a riconoscere la conformità delle teorie al di là o al di sotto delle differenze di espressioni, di simboli, di linguaggio, di convenzioni rappresentative, etc., è da riferire anche il costante interesse dei logici matematici per le questioni linguistiche, del Grasmann autore, nello stesso tempo, dell'*Ausdehnungslehre* e del *Wörterbuch zum Rig-Veda*, al Nagy ricercatore della tradizione del pensiero greco attraverso ai commenti siriaci e arabi, dal Couturat autore, col Leau, d'una storia dei progetti di « lingua universale », al Peano ideatore e propagatore di uno dei più pratici tra essi: il « *latino non flexo* ».

Tutta un'altra serie di connessioni tra pragmatici e logici matematici presentano gli importanti progressi effettuati da questi ultimi nella teoria della « definizione ».

Anzitutto, lo schema tradizionale che fa consistere la definizione nella ricerca del « *genere* » e delle « *differenze specifiche* », cioè nella ricerca di classi da cui quella da definire risulti mediante un « *prodotto logico* », è stato allargato in modo da comprendere qualunque caso in cui la classe da de-

finire possa ottenersi *in funzione* di classi note, mediante qualsiasi operazione, o serie di operazioni, anteriormente ammesse.

In un'altra direzione gli schemi scolastici della definizione sono stati allargati col prendere in considerazione i casi in cui ciò che si definisce non è una parola isolata ma un gruppo di parole o una frase in cui essa compaia (*definizioni implicite*). Con ciò si è venuto a riconoscere, più chiaramente di quanto non fosse fatto, ad esempio, da Aristotele, che le definizioni di parole isolate non sono che un caso particolare, il più semplice, nel più vasto campo delle « definizioni implicite », in quanto definire, per esempio, un nome *A* non significa altro che indicare il senso che si vorrebbe attribuito alla frase: « la tale o la tal'altra cosa è un *A* ». Inoltre è diventato possibile caratterizzare e giustificare il procedimento, già seguito istintivamente dai matematici, di servirsi successivamente di diverse definizioni di uno stesso segno, o d'una stessa notazione, a seconda dei campi (includentisi o no) in cui nasca l'opportunità di far uso di gruppi di simboli in cui essa figuri (definizioni precedute da ipotesi limitatrici e varianti col variare di queste).

Particolare interesse nei rapporti col pragmatismo presentano quelle che furono chiamate (Peano) « *definizioni per astrazione* », nelle quali dal fatto che una data relazione presenta alcune delle proprietà caratteristiche dell'uguaglianza si trae occasione per « foggare » un nuovo concetto; come, ad esempio, dal fatto che due rette parallele ad una terza sono parallele tra loro si trae il concetto di « *direzione* », o dal fatto che due quantità di merce, scambiandosi con una stessa quantità d'una terza merce, si scambiano anche tra loro, si trae il concetto di « *valore* », etc.

Un carattere comune a questa e all'altra precedentemente accennata, tra le innovazioni introdotte dai logici matematici nella teoria tradizionale delle definizioni, consiste nella loro tendenza a porre in luce i vari ordini di circostanze da cui può dipendere il fatto che di una data parola,

presa a sè, non si possa dare una definizione nel senso ordinario, cioè non si possa enunciare una frase indicante direttamente il carattere o i caratteri, propri agli oggetti ai quali la parola in questione si applica.

Non solo la logica matematica ha condotto a riconoscere che parlare della « definibilità » o « indefinibilità » d'una data parola, o d'un dato concetto, è dir cosa priva di senso fintantochè non si indichi precisamente di quali *altre parole* o concetti si conceda di far uso nella definizione cercata, ma essa ha anche fornito una spiegazione del fatto che molte tra le parole più importanti della scienza e della filosofia si trovano appunto tra quelle di cui è irragionevole domandare o ricercare una definizione, nel senso scolastico, e ha contribuito così nel modo più efficace a combattere, a fianco dei pragmatisti, il pregiudizio « agnostico » che attribuisce l'impossibilità di risolvere tali questioni a una pretesa incapacità della mente umana a penetrare l'« essenza » delle cose.

Le così dette « definizioni per postulati », quelle, cioè, che consistono nel determinare il significato di un segno d'operazione, o di relazione, coll'enumerare un certo numero di norme che, per ipotesi, ne devono regolare l'impiego, hanno invece rapporto col pragmatismo in quanto giovano a far meglio riconoscere nei postulati quel carattere di arbitrarietà che spetta loro, non meno che alle definizioni, in qualità di proposizioni aventi l'ufficio di determinare, in vista di dati scopi o di date applicazioni, i vari campi di ricerca, in qualità cioè di proposizioni la cui sola giustificazione consiste nell'importanza e nell'utilità delle *conseguenze* che da esse sarà possibile dedurre.

Un altro carattere della logica matematica, per il quale essa, ancora più forse che per qualunque dei precedenti, si manifesta affine al pragmatismo, è quello che riguarda l'ufficio che in essa sono venute ad assumere la ricerca e la costruzione di « interpretazioni particolari » o di esempi concreti come criteri per decidere della reciproca indipendenza,

o della compatibilità, di date affermazioni od ipotesi.

Riguardata in principio come un semplice mezzo per assicurarsi della *necessità* (indispensabilità) di date premesse, o dell'impossibilità di farne a meno per ottenere determinate conclusioni, tale ricerca di esempi particolari ha finito per comparire come il *solo* procedimento atto a garantire che qualsiasi dato gruppo di ipotesi non contenga delle « contraddizioni implicite ».

La costruzione, cioè, di interpretazioni concrete, per le quali tutte le premesse o ipotesi poste a base di una data teoria deduttiva si verifichino contemporaneamente, ha assunto l'importanza di una condizione in assenza della quale i ragionamenti anche più rigorosi non possono portare che a conclusioni esposte a essere contraddette da altre, ottenibili con deduzioni non meno rigorose *dalle premesse medesime*.

Di più ancora, nella scelta stessa degli esempi si sono andate formando delle *gerarchie*, a seconda del loro grado diverso di concretezza e determinazione. A quelli tra essi che sono i più concreti e determinati fra tutti — agli esempi cioè che appartengono al campo dell'aritmetica — è stata, da alcuni, attribuita pel suddetto scopo una superiorità sopra tutti gli altri, sopra quelli, in particolare, che implicano considerazioni di continuità, o che appartengono a campi nei quali è meno facile un'esatta e completa caratterizzazione o formulazione dei fatti che si adducono.

In questo bisogno che le teorie più astratte hanno (e tanto più hanno quanto più sono astratte) del sussidio di fatti particolari — non già di fatti che servano a confermare o a rendere induttivamente probabili le singole premesse sulle quali esse si basano, ma di fatti che garantiscano la capacità di queste a *convivere* e a *cooperare* utilmente —, in questo bisogno che ha la logica pura di attingere forza, come Anteo, dal contatto periodico colla terra, non si può a meno che riconoscere uno dei sintomi più significanti di quella corrispondenza segreta, o misteriosa alleanza, tra « gli estremi

dell'attività teorica » (tra l'intuizione *del particolare* e l'impulso ad astrarre e a generalizzare) che non è ultimo merito delle teorie pragmatistiche che l'aver segnalato e preconizzato.¹

Pragmatisti e matematici si trovano pure d'accordo nella ricerca della massima *concisione* e della massima *rapidità* di espressione, nella tendenza ad eliminare ogni superfluità e ridondanza, tanto di parole che di concetti.

Per gli uni e per gli altri il valore delle teorie e delle dottrine non va ricercato soltanto in ciò che esse dicono ma anche in ciò che esse *facciono* e in ciò che esse si rifiutano di esprimere o di prendere in considerazione. Vedi l'articolo di *Giuliano il Sofista* sul « nutrimento del digiuno » (*Leonardo*, aprile 1905).

Uno dei principali risultati della logica matematica è costituito appunto dal riconoscere quante fra quelle che passano per *verità matematiche* non devono la loro esistenza che a delle imperfezioni di notazione che permettono di enunciare lo stesso fatto in modi diversi, per avere poi il piacere di riconoscerlo come identico sotto le sue diverse enunciazioni. Se ne ha un esempio nelle proposizioni di trigonometria rinenuncianti sotto veste diverse dei teoremi di geometria elementare e, per di più, rinenuncianti sotto molteplici forme, di cui le identità trigonometriche non fanno che esprimere l'equivalenza.

Con l'introduzione di altri nuovi simboli le « verità » di questo genere si potrebbero aumentare indefinitamente, rinnovando per la scienza il miracolo della moltiplicazione dei pani e dei pesci, colla sola differenza che i risultati così ottenuti servirebbero assai più a gonfiare che non a nutrire le menti a cui venissero comunicati.

Si potrebbe anzi a questo proposito, come mi osserva l'amico G. Vacca, enunciare una legge di forma analoga a quella della legge di Malthus,

consistente in questo che, quando i concetti o le parole che si introducono in una teoria crescono in proporzione aritmetica, le proposizioni corrispondenti — della cui verità o falsità la « scienza », per essere completa, deve pur decidere — crescono più rapidamente di qualsiasi progressione geometrica (secondo una legge esponenziale, enunciata dal Clifford. Vedi PEANO, *Calcolo geometrico*, 1888).

Contro una tale degenerazione adiposa delle teorie il pragmatismo rappresenta anch'esso un'energica reazione, con l'insistere sul carattere *strumentale* delle teorie, coll'affermare, cioè, che esse non sono *scopo a sè stesse*, ma dei *mezzi* e degli « organismi », la cui efficacia e potenza è strettamente connessa alla loro agilità, all'assenza d'ingombri, d'impacci ai loro movimenti, al loro somigliare piuttosto a dei leoni o delle tigri che non a degli ippopotami o dei mastodonti. Il detto favorito di Platone *καλὸν ἥναι πάντα* non è meno applicabile alle teorie scientifiche di quanto non sia a qualunque ramo di attività umana.

¹ Cfr. G. PAPINI, *Les extrêmes de l'activité théorique* (in *Comptes Rendus du II^e Congrès International de Philosophie*. Genève, Kündig, 1905).

INDICE

Giovanni Vailati	pag. 1
Bibliografia	19
I. Sull'importanza delle ricerche relative alla Storia delle Scienze	21
II. Il Metodo Deduttivo come Strumento di Ricerca .	42
III. Alcune osservazioni sulle Questioni di Parole nella Storia della Scienza e della Cultura	87
IV. Sull'applicabilità dei concetti di Causa e di Effetto nelle Scienze Storiche	125
V. Pragmatismo e Logica Matematica	134

Riproduzione e restauro
a cura di *BiblioItalia*

Stampa *Bibliografica*
Castel Frentano (Ch)

52. CARLO PUINI. Taoismo.
53. GIOVANNI PAPINI. Polemiche religiose.
54. L. A. SENECA. Il libro della morte.
55. B. SPINOZA. Tractatus politicus.
56. ALESSANDRO TASSONI. Paragone degli impegni antichi e moderni. Vol. I.
57. ALESSANDRO TASSONI. Paragone degli impegni antichi e moderni. Vol. II.
58. JULIUSZ SLOWACKI. Anelli.
59. GIOVANNI LOCKE. Saggio sull'intendimento delle epistole di S. Paolo.
60. FEODOR DOSTOIEVSKY. Pensieri.
61. ENRICO KLEIST. Epistolario.
62. G. D. ROMAGNOLI. Opuscoli filosofici.
63. GIORGIO BERKELEY. Saggio di una nuova teoria della visione.
64. ENRICO HEINE. Pensieri e ghiribizzi.
65. ERACLITO D'EFESO. Frammenti e testimonianze.
66. Il protevangelo di Jacopo.
67. F. D. E. SCHLEIERMACHER. Monologhi.
68. ALESSANDRO MANZONI. Pensieri di letteratura e filosofia.
69. GIOVANNI LOCKE. Epistola su la tolleranza.
70. KARL JULIUS WEBER. Lo spirito e l'arguzia.
71. M. CALDERONI-G. VAILATI. Il pragmatismo.
72. GIORDANO BRUNO. Spaccio della Bestia Trionfante. Vol. I.
73. GIORDANO BRUNO. Spaccio della Bestia Trionfante. Vol. II.
74. Antologia di Cattolici Francesi del secolo XIX.
75. ALFREDO TENNYSON. In memoriam.
76. NICCOLÒ TOMMASEO. Studi filosofici.
77. CARLO BAUDELAIRE. Pagine sull'arte e la letteratura.
78. P. G. PROUDHON. La guerra e la pace.
79. BOEZIO. La consolazione della filosofia.
80. Il pensiero di Q. S. F. Tertulliano.
81. E. HEINE. Scritti minori.
82. Le lettere di S. Ignazio martire.
83. G. V. GRAVINA. Della ragion poetica.
84. S. MILL. Autobiografia. Vol. I.
85. S. MILL. Autobiografia. Vol. II.
86. GLI ELEATI. Frammenti e testimonianze.
87. CIUANG ZE. Acque d'autunno.
88. S. GREGORIO MAGNO. Lettere scelte.
89. D. R. RUDOLF STEINER. Problemi spirituali.
90. TOMMASO DI AQUINO. De Regimine Principum.
91. IL SEPTER JETSIRAH. (Libro della formazione).
92. STANISLAO PRZYSBYSEWSKI. La psicologia dell'individuo.
93. BEATO ENRICO SUSO. Dialogo della verità.
94. WILLIAM BLAKE. Il matrimonio del cielo e dell'inferno.
95. S. BONAVENTURA. Itinerario della mente in Dio e Riduzione delle arti alla teologia.
96. Lettere del Beato Giovanni Colombini da Siena. Vol. I.
97. Lettere del Beato Giovanni Colombini da Siena. Vol. II.
98. CARLO LAMB. Saggi di Elia.
99. VINCENZO GIOBERTI. Pagine religiose e nazionali. Vol. I.
100. VINCENZO GIOBERTI. Pagine religiose e nazionali. Vol. II.
101. SAN TOMMASO D'AQUINO. Opuscoli filosofici.
102. JOHN STUART MILL. La servitù delle donne.
103. JEAN LAHOR. La gloria del nulla.
104. PLATONE. Il Lachete.
105. PLATONE. Il Fedro.
106. PLATONE. Il Convito.
107. GIOVANNI LOCKE. Della guida dell'intelligenza nella ricerca della verità.
108. ALESSANDRO MANZONI. Morale filosofica e morale religiosa. Vol. I.