

*All'amico Prof. Carlo Lurati;*

*con nuovi ringraziamenti.*

*offre l'autore*

Dott. GIOVANNI VAILATI

# 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

*Κακοὶ μάρτυρες ἀνθρώποισιν ὀφθαλμοὶ  
καὶ ὄτα βαρβάρους ψυχὰς ἔχόντων.*

Opusc. PA-I-2249



TORINO  
ROUX FRASSATI e C<sup>o</sup>  
1898

DELLO STESSO AUTORE

Sull'importanza delle ricerche relative alla Storia della  
Scienza. Torino, Roux Frassati e C<sup>o</sup>, L. 0,75.

PROPRIETÀ LETTERARIA

48119/2249

84467



Tra le questioni sulle quali gli studi sulla storia delle scienze sono atti a gettare 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 impossibile 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 infondo, 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 si 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.

\*  
\* \*

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 Aristotile medesimo, il primo saggio, che sia mai stato tentato, di un assoggettamento del secondo 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 fondamentale (1), e caratterizzata in termini non molto differenti da quelli che si adoprerebbero ancora oggi. Così l'induzione (*ἐπαγωγή*) è definita da Aristotile 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 Aristotile fatta consistere in ciò che, sulla verità delle prime non è possibile sollevar 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 ur-

---

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

tare 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 Aristotile indicato con dire che esso conduce a conclusioni *necessarie* (ἐξ ἀνάγκης) o forzose (*Biaia*), 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. 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 concesso all'avversario che sono vere delle altre proposizioni dalle quali la prima può essere dedotta (1). A togliere ogni dubbio sulle opinioni di Aristotile 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 Aristotile, 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 pro-

(1) Geometrae se profitentur non persuadere sed cogere (Cicero, *Acad.* II, 116). Rationes quae non persuadent sed cogunt a geometris afferuntur (Seneca, *Nat.*, *Quaest.* I, 4).

veniente dall'induzione o dalla testimonianza diretta dei sensi (1). 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.

« 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 « esse 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 Aristotile 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

(1) Cfr. Anal. Post. Lib. I, 18: Ἀδύνατον τὰ καθόλου θεωρῆσαι εἰ μὴ δι' ἐπαγωγῆς — ἐπαχθῆναι δὲ μὴ ἔχοντας αἰσθῆναι ἀδύνατον. E ivi pure al Lib. II, 15: Δῆλον ὅτι ἡμῖν τὰ πρῶτα ἐπαγωγῇ γνωρίζεν ἀναγκαῖον.

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. Val la pena di citare a tal proposito il seguente brano dei *Sofistici Elenchi*, nel quale dopo aver 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 rappresentino, 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 rela-  
 « zioni e conformità tra altre cose che le rappresentano. È questa  
 « una delle circostanze delle quali maggiormente dovranno trar pro-  
 « fitto quelli che si propongono per scopo non di essere saggi, ma  
 « di parer tali senza esserlo veramente ». (Cap. I, 4).

\*  
 \* \*

Ma non è qui il caso di insistere più a lungo su quella parte delle vedute di Aristotile, 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 Aristotile si faceva dei servigi 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 Aristotile 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 riusciti 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 contestabili (1), 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 dell'assurdo, oppure tutt'al più, nel caso di una disputa, quello di trar partito delle 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 Aristotile 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 difende per avere, nella sua *Diottrica*, preso per punto di partenza dei suoi ra-

(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 ἀρχῆ πάσης ἀποδείξεως* (π. ψυχ. ἀμαρτ. VI). La verifica è da lui considerata come utile per gli ignoranti (*ἢ βάρανος ἐνκρηγῆς καὶ τοῖς ιδιώταις.*) o tutt'al più per quelli che non hanno ancora acquistata l'attitudine a ben dedurre (*ἢ ἀναλυτικῆ μεθοδος*).

gionamenti, delle proposizioni più bisognevoli di prova che non le altre che egli deduceva da esse:

« 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 dernières sont démontrées par les premières, qui sont leur causes, les premières le sont réciproquement pour 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'analogia osservazione è pure fatta da Gassendi in risposta a coloro che adducevano, contro alcune considerazioni di Galileo sul moto dei gravi, che esse erano basate su dei principii, meno l'obbiezione, evidenti delle conclusioni a cui portavano:

« Galilaeus assumens gradus velocitatis ejusdem mobilis, super diversas planorum inclinationes, tum esse aequales cum eorundem planorum elevationes ponuntur aequales, id extulit non ut demonstratum (tametsi Torricellius postea demonstrationem attulerit) sed ut eatenus probabile quatenus deductae ex eo conclusiones 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 esser 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 Forhandling 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.

stotile 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 a 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 neppur 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 consti di una serie di istanti o attimi (*ἄτομοι*) 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 a 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 servirmi

di un paragone che Schopenhauer, un po' sul serio un po' per burla, applica 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 deduzione (1) 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 a 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 sè 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, soprattutto perchè, essendo più intenti a garantirsi 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 immediata-

(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.

tamente le generalizzazioni su cui basavano i loro ragionamenti (1). 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 rispondere diversamente da quello che essa *avrebbe dovuto* (2). In una gran parte anzi dei casi importanti, le esperienze non si presentarono

(1) 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.

(2) 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.

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, allorchando 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*, con-  
« fermano la mia proposizione, sebbene per assicurar l'intelletto, dove  
« arriva l'*esperienza*, non è necessaria la *ragione*, la quale io pro-  
« durrò 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 nessuno, e *supposi*, qualsivoglia corpo  
« grave discendente aver nel suo moto grado di velocità, dalla natura  
« limitato ed in maniera prefisso, che il volerglielo alterare col cre-  
« scere la velocità o diminuirgliela, non si potesse fare senza usargli  
« violenza per ritardargli o concitargli il detto suo limitato corso na-  
« turale. 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 partissero; questi  
« non si può dubitare che scenderanno con pari velocità, cioè coll'as-  
« segnata loro dalla natura, la quale se da qualche altro mobile dee

« loro essere accresciuta, è necessario che questo con velocità mag-  
« giore si muova. Ma, se si figureranno i mattoni nello scendere  
« unirsi ed attaccarsi insieme, quale sarà di loro quello che aggiun-  
« gendo impeto all'altro gli raddoppi la velocità, stantechè ella non  
« può essere accresciuta da un sopravveniente mobile, se con mag-  
« giore velocità non si muove? Conviene quindi concedere che il com-  
« posto 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 diffe-  
renza di forma, la quale fa sì che il mezzo nel quale discendono  
opponga diversa resistenza alla loro caduta (1).

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 i corpi celesti sono circolari;  
« le navi, i carri, i cavalli, gli uccelli tutti si muovono di moto cir-  
« colare 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 ret-  
« tamente. Ma nè di questi siano 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

(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.

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 conchiude 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 tendono (1). 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 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 sot-

(1) Per ulteriori particolari a questo proposito si consulti l'eccellente studio del Wohlwill sulla scoperta della legge d'inerzia (*Die Entdeckung des Beharungs Gesetzes*), pubblicato, già fin dal 1884, nel *Zeitschrift für Völkerpsychologie und Sprachwissenschaft* di Lazarus e Steinthal.

tomessi 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 conducevano a domandarsi perchè avvenissero. Davanti a un fatto strano e inesplicato, la loro preoccupazione principale era quella di riconoscere in esso alcun 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 famigliare 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 Aristotile 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'analoga 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 notevolissimi esempi di questa singolare differenza, tra i Greci e noi, nel modo di apprezzare l'accettabilità 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 attribuisce alla conoscenza delle cause, è quello di metterci

(1) Μόνον ὁ μῦθος ἀπέσται. Ἀπέσται δὲ ἂν τις καλῶς τοῖς φαινόμενοις ἀκολουθῶν περὶ τῶν ἠφρονῶν σημειῶται.

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

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  
Subjecit pedibus strepitumque Acherontis avari... (1)

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 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 residuo inesplicato essa lasci ancora aperto alle nostre ulteriori investigazioni, il combinare più leggi per giovarsene 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'incapacità a servirsi di essa come d'un mezzo per garantirsi contro le generalizzazioni troppo affrettate (2), 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 ac-

(1) E parimenti Seneca, parlando dei terremoti: Quaerenda sunt trepidis solatia et demendus ingens timor (*Nat. Quaest.*, Lib. vi).

(2) 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.

cessibili ai nostri sensi o a 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'esperienza e sull'osservazione, al posto di un preteso antico metodo precedente 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 distinguono 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 (1), non 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 improvida 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 Aristotile 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

(1) L'osservazione è di Locke (*Essay*, B. IV, ch. 12): 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.

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: « Io 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? » (1).

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, 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 preconcetti, 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 pronunziare 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 abbiamo visto indietro, una delle proprietà caratteristiche della

(1) Ambedue questi aneddoti sono riportati da Stobeo (*Eclogae*).

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'avere 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 disopra 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 Aristotile, 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 d'Ercole segnate da autorità incompetenti. A questo riguardo, la posizione nella quale egli e gli altri novatori suoi 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 progressi del sapere, se così non fosse avvenuto. La grande influenza che opere come il *Novum Organum* di Bacone, 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 al 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 Aristotile, 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: « Io 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 *attitudine*, ecc., si può dire che fu solo degli 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.

\*  
\*\*

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 a 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 obbiezioni, sollevate contro l'uso del sillogismo come mezzo di prova, obbiezione 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 Πυρρόνεϊαι Ὑποτυπώσεις di Sesto Empirico, opera nella quale si sono conservati, in mezzo a 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 Aristotile:

« *Quelli che dicono: Ogni uomo è mortale - Socrate è un uomo*  
« - *Dunque Socrate è mortale*, allo scopo di provare quest'ultima posizione 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 ἐμπίπτουσιν). 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 conosciamo 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 ammucchiate 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 a 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 nei 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:

I). « 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'oscillazione. (*Si pendulum, a pluribus ponderibus compositum, atque e quiete dimissum, partem quamcumque oscillationis integræ confecerit, atque inde porro intelligantur pondera ejus singula, relicto comuni vinculo, celeritates acquisitas sursum convertere ac quousque possunt ascendere, hoc facto centrum gravitatis ex omnibus compositæ ad eandem altitudinem reversum erit quam ante inceptam oscillationem obtinebat*) ».

II). La velocità angolare  $\omega$ , 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 neppur suscettibile, dato anche che fosse già nota anteriormente per diretta esperienza, di poter essere 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 conoscenza 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 circo-

stanze 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, molteplici 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 nei 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 studiati (1). 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

(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.

scultore, il dire con Michelangelo (1), 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 vedervela dentro.

\*  
\*\*

Dopo quanto ho detto sin qui, non occorrerà spender molte parole per indicare quali possano 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 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

(1)

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

BUONARROTI — *Rime*, Sonetto I.

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 se 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 abbiamo riconosciute come necessarie e sufficienti per l'applicazione della deduzione. E invero le relazioni tra quantità o tra figure che designiamo 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) 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 dedu-

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 qualche osservazione in una sua memoria (*Zahlen und Messen*) alla quale rimandiamo chi si interessa di questo argomento.

\* \* \*

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 predominantemente *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 rap-

zioni, 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 », 1895.

presentano 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, se-

(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).

condo 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 una 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 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.

\*  
\*\*

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 Aristotile, sulla funzione della deduzione come strumento di prova, e sul quale quindi non mi fermerò che quanto è necessario per distinguerlo 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 laboriosa-

mente 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 calcolo di cui la probabilità può essere facilmente resa inferiore a qualunque grado praticamente assegnabile. In tali scienze nessun fatto o notizia può esser 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 dipendere la connessione che, in date circostanze, si verifica tra due fenomeni *A* e *B* dal fatto,

(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 Pappo, riportato dall'Hultsch da un codice greco vaticano (Hultsch-Pappi, Collect. III, praef.).

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 applli-

(1) Questa efficacia della deduzione, come mezzo di generalizzazione, sussiste sempre, anche quando nessun caso reale abbia luogo, o si conosca, pel quale si presentino le condizioni richieste pel verificarsi dell'una o dell'altra delle pre-

cano 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,

messe, senza che, nello stesso tempo, si verificano anche tutte quelle che sono ulteriormente richieste per il verificarsi di ambedue, e quindi anche della conclusione da esse dedotta. Per spiegarmi 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 dalle 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 prof. 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 Marx).

la cui considerazione 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 contempra 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 ἓν 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 fittizi, 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 obbligati a osservare, invece degli oggetti che passano davanti a quella, le ombre indistinte e deformate che essi proiettano sulle pareti regolari e cavernose della grotta. Platone si sarebbe probabilmente espresso diver-

samente, 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 economicus*, 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 come 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 porre 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 comportarsi 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. L'insufficiente realizzarsi di questa condizione costituisce forse il più formidabile ostacolo che si opponga a quel genere di scoperte che abbiamo già indicato 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 Schiapparelli, si sarebbero allora trovati in una posizione analoga a quella in cui si trovano ancora i meteorologi. Sarebbe stato ad essi impossibile di adottare la tattica che li ha condotti alle loro grandi conquiste, 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 (1) 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.

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 d'ordinario cooperano alla produzione

(1) Di questo stesso esempio si giova il Crookes (Presidential Adress to the Society for Psychical 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.

dei fenomeni studiati, assumono maggiore importanza di fronte alle altre, e nelle quali queste altre passino in seconda linea e, anche senza essere soppresse, 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 di fenomeni 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'investigazione 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 troppo 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 συντελεῖσθαι ἀλλ' ἔνεκα τῶν πραγμάτων τοὺς λόγους (1).

---

(1) Cfr. DIOGENE LAERZIO, VIII, 9, (Μύτων). È curioso come questo stesso appunto (di esser cioè più disposti a deformare i fatti per adattarli alle loro teorie che non a modificare le loro teorie per adattarle ai fatti) è rivolto da Aristotile (*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 περιόμενοι συγκοσμεῖν.

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?

