

Capitolo 1

Il metodo scientifico

1.1 La rivoluzione scientifica

Tra la fine del Cinquecento e l'inizio del Settecento ha origine in Europa una profonda revisione metodologica che prende nome di “rivoluzione scientifica” e che ha nelle figure di Galileo e di Newton i principali artefici del suo sviluppo.

I nuovi presupposti culturali vedono nell'affermazione del cosiddetto *metodo scientifico* lo strumento principe di questa innovazione. Con il “metodo” saranno gettate le basi della scienza moderna e verrà esso in opera un allontanamento sempre più definitivo dai concetti della fisica aristotelica.

Analizziamone i caratteri fondamentali utilizzando alcuni passi tratti dalle stesse opere di Galileo¹.

Il rifiuto del concetto di autorità (spesso sintetizzato dal detto: “Ipse dixit”): nelle scienze naturali la conoscenza (“l'apprendersi al vero”) ha un oggettivo riscontro con la realtà, basta applicare il corretto metodo: allora le conclusioni di “un mediocre ingegno” che segua questo metodo valgono più dell'opinione anche di un grande filosofo.

... Ma nelle scienze naturali, le conclusioni delle quali son vere e necessarie ne' vi ha che far nulla l'arbitrio umano, bisogna guardarsi di non si porre alla

¹si veda: Bergamaschini, Marazzini e Mazzoni, *L'indagine del mondo fisico*, Carlo Signorelli editore

difesa del falso, perché mille Demosteni e mille Aristoteli resterebbero a piede contro ad ogni mediocre ingegno che abbia avuto ventura di apprendersi al vero.

Galilei, *Dialogo sui Massimi sistemi*

La distinzione tra conoscenza filosofica e scientifica, ciascuna delle quali si pone domande diverse sulla realtà a cui tenta di rispondere con diverso metodo di indagine; mentre la filosofia si occupa dei sistemi ultimi (le “essenze”) della realtà, la conoscenza scientifica si limita ad isolare alcune caratteristiche dei fenomeni (le “affezioni”) che si possono cogliere senza ambiguità. Si pongono qui le premesse affinché, nell’analisi dei fenomeni naturali, si attui quel passaggio dalla ricerca dell’**essere** e del **perché** delle cose (“tentar le essenze” ... è impresa vana) allo studio relativo al **come** i fenomeni avvengono.

Perché, o noi vogliamo speculando tentar di penetrar l’essenza vera ed intrinseca delle sostanze naturali; o noi vogliamo contentarci di venir in notizia d’alcune loro affezioni. Il tentar l’essenza, l’ho per impresa non meno impossibile e per fatica non meno vana delle prossime sostanze elementari che nelle remotissime cose celesti (...). Ma se vorremo fermarci all’apprensione di alcune affezioni, non mi par che sia da disperare di poter conseguirle anco nei corpi lontanissimi da noi, non meno che nei prossimi.

Galilei, *Lettera delle macchie del Sole*

La scelta di descrivere i fenomeni riferendosi a caratteristiche misurabili (come le dimensioni di un oggetto o le coordinate che ne precisano la collocazione nello spazio e nel tempo), le uniche che si accompagnano “necessariamente” alla “materia o sostanza corporea”. In pratica, una tale opzione si concretizza nel considerare grandezze fisiche solo le caratteristiche misurabili di un corpo.

Per tanto io dico che ben sento tirarmi dalla necessità, subito che concepisco una materia o sostanza corporea, a concepire insieme ch’ella è terminata e figurata di questa o di quella figura, ch’ella in relazione ad altre è grande o piccola, ch’ella è in questo o in quel luogo, in questo o in quel tempo, ch’ella si muove o sta ferma, ch’ella tocca o non tocca un altro corpo, ch’ella è una o poche o molte, né per veruna immaginazione posso separarla da queste condizioni; ma ch’ella debba essere bianca o rossa, amara o dolce, sonora o muta, di grato o ingrato odore, non sento farmi forza alla mente doverla apprendere da cotali condizioni necessariamente accompagnata.

Galilei, *Il Saggiatore*

La scelta del “linguaggio matematico” come mezzo per esprimere in modo inequivocabile i contenuti della “nuova filosofia della natura”.

La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi agli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intendere la lingua e conoscere i caratteri, nei quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, e altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro labirinto.

Galilei, *Il Saggiatore*

La decisione di non affidarsi ai sensi, ovvero al cosiddetto “senso comune” della realtà, ma di sottoporre ogni ipotesi al vaglio di un “esperimento” svolto in condizioni controllate (le “sensate esperienze”).

SIMPLICIO - (...) io resto assai ben capace che il negozio deva succeder così, posta e ricevuta la definizione del moto uniformemente accelerato. Ma se tale sia poi l'accelerazione della quale si serve la natura nel moto dei suoi gravi discendenti, io per ancora ne resto dubbioso: e però, per intelligenza mia e di altri simili a me, parmi che sarebbe stato opportuno in questo luogo arrear qualche esperienza di quelle che si è detto esservene molte, che in diversi casi s'accordano con le conclusioni dimostrate. SALVIATI - Voi, da vero scienziato, fate una ben ragionevole domanda; e così si costuma e conviene nelle scienze le quali alle conclusioni naturali applicano le dimostrazioni matematiche, come si vede ne i prospettivi, negli astronomi, ne i meccanici, ne i musici ed altri, li quali con sensate esperienze confermano i principi loro, che sono i fondamenti di tutta la seguente struttura.

Galilei, *Discorsi e dimostrazioni matematiche
intorno a due nuove scienze*

1.2 Il metodo scientifico galileano

Anche se Galileo non tratta mai esplicitamente nelle sue opere il problema del metodo, tuttavia è possibile estrarre dai suoi testi le seguenti tematiche:

.) la necessità di un rapporto dialettico tra “sensate esperienze” e “matematiche dimostrazioni” e, di conseguenza, l'importanza di uno stretto legame tra il momento induttivo e quello deduttivo nell'elaborazione di una teoria scientifica

..) il concetto di “esperimento”, che per lo scienziato pisano è il solo mezzo per sintetizzare entrambe le prospettive.

Per via sintetica, il metodo galileano può essere descritto in quattro passaggi fondamentali:

1. **l'osservazione della realtà**, concretizzata in un *processo di misura* delle caratteristiche quantitative del fenomeno osservato attraverso l'uso del linguaggio matematico applicato all'esperimento studiato
2. **l'elaborazione di una teoria generale**, a cui si arriva per via *induttiva*, cioè attraverso l'analisi di molte esperienze ripetute, delle quali si cercano di mettere in evidenza le caratteristiche di fondo, gli elementi teorici essenziali, utilizzati per fondare una visione sintetica e complessiva dell'intero fenomeno
3. **l'applicazione della teoria a nuovi fenomeni** attraverso un processo *deduttivo*, per cui i risultati conseguiti vengono utilizzati per risolvere problematiche nuove, diverse da quelle di partenza, ma comunque connesse in una visione generale unificatrice e dalla potente forza esplicativa
4. **l'osservazione della realtà**, che chiude e fa ripartire il ciclo metodologico, con la quale, attraverso una nuova serie di esperimenti, si pone la teoria *sotto giudizio* valutandone criticamente la correttezza esplicativa, con la consapevolezza dell'inevitabile fallimento dell'impianto teorico qualora questo dovesse dimostrarsi inadeguato o fallace nell'interpretazione di anche una sola situazione sperimentale.

A differenza del modello scientifico aristotelico, in cui la teoria non rischia la prova dell'esperienza nel senso che non fornisce alla natura un linguaggio (matematico) che le consenta di esprimersi in un modo comprensibile all'Uomo, l'esperimento galileiano pone concretamente in rapporto tra loro "le sensate esperienze" e le "matematiche dimostrazioni", affidando all'esperimento l'ultima parola sulla bontà di ogni teoria scientifica.

I capisaldi logici del metodo sono da rintracciarsi nel procedimento di *induzione* e in quello di *deduzione*.

L'induzione consiste nell'osservare una serie di fenomeni particolari e nel ricavare da tali misure le leggi generali che reggono tutti i fenomeni dello stesso tipo: si ha cioè il passaggio "dal particolare all'universale". La deduzione consiste invece nel supporre come punto di partenza una legge generale e nell'estenderne la validità a tutta una serie di fenomeni diversi, ma tra loro intimamente collegati: in questo modo si attua un passaggio logico "dall'universale al particolare".

Ad esempio, quando osserviamo che, nel vuoto, un sasso e una piuma cadono con la stessa velocità, concludiamo per induzione che, in assenza di attriti, "tutti i corpi cadono secondo la stessa legge indipendentemente dalla loro massa". Ma quando, in base a tale legge, prevediamo che gli stessi corpi si devono comportare allo stesso modo, eventualmente con accelerazione diversa, se trasportati sulla superficie di un qualunque pianeta dell'Universo, operiamo per deduzione.

E ancora: se osserviamo un particolare metallo dilatarsi in funzione della temperatura, operando per induzione ricaviamo la legge della dilatazione termica,

ma quando, usando la stessa legge, prevediamo che è opportuno interrompere per qualche centimetro i binari ferroviari ogni 50 metri di lunghezza per evitare che il riscaldamento solare li deformi, operiamo per deduzione.

1.3 Il metodo scientifico in Newton

Newton porta a compimento la riflessione galileana sul metodo scientifico sintetizzando il suo personale contributo nelle quattro regole esposte nella sua opera più importante, i *Principi matematici della filosofia naturale*.

REGOLA I. *Delle cose naturali non devono essere ammesse cause più numerose di quelle che sono vere e bastano a spiegare i fenomeni. Come dicono i filosofi: “La natura non fa nulla invano, e inutilmente viene fatto con molte cose ciò che può essere fatto con poche”. La natura, infatti, è semplice e non sovrabbonda in cause superflue delle cose.*

REGOLA II. *Perciò, finché può essere fatto, le medesime cause vanno attribuite ad effetti naturali dello stesso genere.*

REGOLA III. *Le qualità dei corpi che non possono essere aumentate e diminuite, e quelle che appartengono a tutti i corpi sui quali è possibile impiantare esperimenti, devono essere ritenute qualità di tutti i corpi. Infatti, le qualità dei corpi non si conoscono altrimenti che per mezzo di esperimenti, e perciò devono essere giudicate generali tutte quelle che, in generale, concordano con gli esperimenti. . . Certamente, contro il progresso continuo degli esperimenti non devono essere inventati sconsideratamente dei sogni, né ci si deve allontanare dall’analogia della natura, dato che essa suole essere semplice e sempre conforme a sé . . .*

REGOLA IV. *Nella filosofia sperimentale, le proposizioni ricavate per induzione dai fenomeni, devono, nonostante le ipotesi contrarie, essere considerate vere, o rigorosamente o quanto più possibile, finché non intervengano altri fenomeni, mediante i quali o sono rese più esatte o vengono assoggettate ad eccezioni. Questo deve essere fatto affinché l’argomento dell’induzione non sia eliminato mediante ipotesi.*

I. Newton, *Principi matematici della filosofia naturale*.

A queste quattro regole Newton fa precedere un criterio metodologico generale che viene esplicitamente espresso quando, indagando sull’origine della forza di gravità e non sapendo dare una risposta soddisfacente in ambito scientifico, lo scienziato inglese conclude con la nota affermazione: “Hypotheses non fingo” (“Non formulo ipotesi”). Newton vuole affermare, con ciò, che quando non si hanno a disposizione sufficienti dati sperimentali per la comprensione di un dato

fenomeno é bene non costruire attorno ad esso una teoria scientifica perché quest'ultima risulterebbe una speculazione non fondata, un modello a priori posto fuori dal metodo stesso.

A ben vedere, però, nelle regole newtoniane non mancano le contraddizioni, e il proposito di astenersi dal formulare ipotesi in mancanza di dati sperimentali é violato più di una volta.

Una lucida critica, a tale proposito, è espressa dal Lacchini.² Vediamola insieme:

“La prima regola sembra la riproposizione in ambito scientifico del “rasoio di Ockam”, ma mentre l’indicazione del filosofo medioevale è una semplice indicazione di metodo, il principio newtoniano si fonda su una determinata concezione della natura, ed assume quindi il significato di un’affermazione metafisica. Secondo Newton, infatti, questa “economia mentale” è conforme al modo di operare della natura che gli sembra progettata per ottenere *il massimo risultato con il minimo sforzo* (il che, di per sé, non costituisce né un’affermazione evidente né suffragabile sperimentalmente !!). Ci troviamo, dunque, al cospetto di uno dei *principi metafisici impliciti* (cioè proprio una di quelle “ipotesi” che egli diceva di rifiutare) che stanno alla base del paradigma newtoniano. (...)

Anche il secondo principio, che si presenta sotto la bonaria forma di un invito non avente valore assoluto, nasconde un’altra ipotesi circa il comportamento della natura. Se, di norma, i medesimi effetti debbono essere ricondotti alla medesima causa, ciò significa credere che la natura abbia per lo più un *comportamento coerente*, che rispetti con costanza un certo ordine di rapporti casuali.

Il terzo principio ha invece un carattere più marcatamente gnoseologico: potremmo chiamarlo “principio di induzione”. In forza di esso Newton ritiene possibile *estendere a tutti i casi una determinata legge scientifica verificata solo per alcuni di essi* (...). Se, come afferma implicitamente il secondo principio, la natura possiede una sua coerenza operativa, allora è davvero possibile estendere una legge verificata in pochi casi ben studiati, a tutti i casi analoghi possibili. La possibilità dell’induzione scientifica (principio gnoseologico esplicito) si fonda sulla presunta uniformità della natura (che costituisce un principio metafisico implicito).

La quarta regola, infine lascia comprendere a quale scienza stia pensando Newton. Si tratta di una scienza che *sa di avere dei limiti*, che è disposta ad ammettere che le leggi scoperte possano anche avere un valore esplicativo provvisorio. Essa fonda la sua validità eminentemente sul momento osservativo-sperimentale; una legge scientifica solo probabile, desunta da esperimenti, è sempre “meglio” di una qualunque altra ipotesi esplicativa teoretica.”

Lacchini, Rivoltella; *Intersezione filosofiche*, Ed. Cedam.

²Lacchini e Rivoltella, *Intersezioni filosofiche*, Edizioni Cedam.

1.4 Cartesio e la matematica universale

Con Cartesio il metodo galileiano, che vede nell'uso della matematica lo strumento più idoneo per indagare la realtà sensibile, viene portato alle sue estreme conseguenze. Partendo da una visione in cui tutto il mondo è perfettamente descrivibile in termini **meccanicistici**, quindi esprimibile con i concetti quantitativi di estensione e movimento, Cartesio intende applicare la matematica ad ogni settore della conoscenza. Se il mondo è fatto di quantità, allora la matematica e il metodo scientifico sono gli strumenti migliori per indagarlo.

Da questa premessa consegue la convinzione cartesiana che il mondo fisico è potenzialmente evidente proprio perché la matematica non può sbagliare ($2 + 2 = 4$ è una affermazione vera sempre !!). La **regola dell'evidenza** è quindi il concetto attorno al quale Cartesio costruisce la sua personale visione del metodo scientifico. E gli oggetti realmente evidenti sono solo quelli propri dell'aritmetica e della geometria.

Cartesio non nega l'esistenza di un mondo spirituale, nel quale non rientra il concetto di quantità e dove, quindi, l'uso della matematica sembra essere improprio (non appare sensato misurare e pesare "le anime"). Ma anche in questo caso, pur dovendo rinunciare alla matematica, Cartesio vede nel *metodo scientifico l'unico strumento di indagine* e di conoscenza certa, perfettamente consono, quindi, anche agli ambiti della spiritualità e della metafisica.

1.5 Il meccanicismo

L'epoca in cui vive Cartesio, il Seicento, è la cosiddetta età del *razionalismo*, ossia l'epoca in cui si crede ciecamente nell'indiscussa onnipotenza della ragione umana.

Cartesio viene spesso considerato il fondatore del *meccanicismo moderno*. Secondo questa visione il mondo è rappresentato come se fosse una grande **macchina**, i cui elementi costitutivi, perfettamente interpretabili solo attraverso il concetto di quantità misurabili, si comportano in virtù di leggi matematiche (e fisiche) supposte completamente conoscibili da parte dell'Uomo. Lo studio della natura è quindi ricondotto all'applicazione di leggi fondamentali semplici ed eterne, a cui tutto l'Universo si sottopone.

Una notevole conseguenza di questo approccio filosofico è che il meccanicismo tende progressivamente ad eliminare dall'orizzonte della conoscenza e dell'indagine umana **tutto ciò che non risulta riconducibile ad aspetti meramente quantitativi**: tutto è ridotto ad estensione (la parte occupata dalla materia) e a movimento (gli spostamenti nello spazio dell'estensione). Dio stesso è visto come un meccanico o un *orologiaio* che, caricato il meccanismo del funzionamento dell'Universo una volta per tutte al momento della Creazione, non ha più bisogno di

intervenire: *il mondo procede in modo perfetto anche senza l'aiuto divino proprio in virtù delle regole matematiche con cui è stato plasmato.*

Con il meccanicismo va sempre più riducendosi lo spazio per una visione spirituale o metafisica, così come per una interpretazione “finalistica” della natura e per una ricerca di senso che coinvolga la vita umana.

Le innumerevoli scoperte tecnologiche che vanno succedendosi tra il Seicento e l'Ottocento sembrano confermare la correttezza di questo atteggiamento. In campo teorico la scoperta del pianeta Nettuno, avvenuta nel 1846 “sulla carta”, cioè solo tramite con strumenti matematici e utilizzando le leggi di Newton per studiare le anomalie del moto di Urano, sembra ribadire l'impostazione vincente di una fiducia incondizionata nelle enormi possibilità della matematica e nella fisica.

Possiamo così affermare che, da Galileo in poi, lo sviluppo della rivoluzione scientifica è inequivocabilmente contraddistinto da un chiaro ottimismo gnoseologico: la mente umana, la ragione, è reputata perfettamente in grado di comprendere pienamente la realtà attraverso il linguaggio matematico con cui quest'ultima è scritta.

Non mancano, d'altra parte, coloro che sono in profondo disaccordo con questa illimitata fiducia nelle capacità onnipotenti della ragione e della scienza. La critica, che prenderà l'avvio già con Pascal nel 1600, interesserà uno a uno tutti i fondamenti della visione meccanicistica: verranno evidenziati i limiti del processo di induzione, di quello di deduzione e della matematizzazione universale della realtà iniziata da Galileo. Si sottolineerà come una impostazione esclusivamente razionale non risulti in grado di soddisfare la **domanda di senso** che sta dietro l'esistenza stessa e che rappresenta un interrogativo a cui l'Uomo non può rinunciare.

La questione diventerà dirompente all'inizio del '900 quando proprio gli sviluppi della fisica, con il *Principio di Indeterminazione di Heisenberg*, arriveranno a delineare i nuovi limiti conoscitivi della scienza in merito ad una supposta conoscenza oggettiva e completa della realtà. E sarà proprio la fisica a sostituire al concetto di “certezza” quello di “probabilità statistica”.

La nuova visione che ne consegue porterà a considerare il sapere scientifico non più come “verità assoluta”, ma come un insieme di affermazioni “oggettivabili”, cioè controllabili da tutti coloro che attuino determinate e convenute procedure, così da renderlo un sapere non assoluto e definitivo ma sempre aperto alla possibilità di essere contraddetto o arricchito da nuove acquisizioni.

Capitolo 2

Le critiche al metodo scientifico

Negli ultimi decenni del '900 alcuni scienziati e filosofi, a partire dalla constatazione che troppe volte la complessità della natura non sembra essere riconducibile alla schematizzazione dei modelli fisico-matematici, hanno messo in discussione il *metodo* stesso. Alcune critiche muovono da assunti ed orizzonti nuovi; altre riprendono ed approfondiscono perplessità già sorte più volte nel corso degli ultimi quattro secoli.

2.1 Il metodo galileiano, “giudice e carnefice” della natura

... Galileo, se ascoltava la natura, non l'ascoltava come l'allievo ascolta il maestro; l'ascoltava come giudice e carnefice. Secondo l'espressione di Kant, Galileo ha messo la natura sotto inchiesta. L'ha idealizzata, cioè mutilata, fino a farle parlare il linguaggio che egli voleva ascoltare, un linguaggio matematico; fino a farle confessare di avere sempre ubbidito a principi semplici. Di questi si deve dire che la semplicità, lungi dal rinviare ad una legge fondamentale, la cui ricerca sarebbe il solo fine della scienza, era l'effetto dell'isolamento prodotto e voluto dalla sperimentazione ...

I. Prigogine, *La Nuova alleanza*

2.2 Discipline scientifiche “fuori dal metodo”

“Osserviamo, innanzitutto, che il metodo sperimentale non è caratteristico della scienza modernamente intesa; è piuttosto caratteristica la grande importanza che viene data a questo metodo. Anche Aristotele infatti diceva che ogni teoria scientifica deve innanzitutto “salvare i fenomeni”, cioè concordare con le osservazioni. Va inoltre osservato che esistono varie scienze nelle quali l’esperimento così come lo si intende ordinariamente non è eseguibile e siamo costretti a limitarci alla osservazione: sia perché ogni ripetizione del fenomeno che ci interessa è materialmente impossibile (come, per esempio, nell’astronomia), oppure molto scomodo (come, per esempio, per la geografia), sia perché l’oggetto della scienza per la sua stessa natura non si presta all’esperimento: come avviene, per esempio, nelle scienze umane, o tipicamente nella storia, oppure nella paleontologia.

Sta di fatto che le scienze che hanno avuto i progressi più vistosi e rapidi sono state quelle nelle quali si è potuto adottare il metodo sperimentale, che consiste nella ripetizione del fenomeno che si vuole studiare in varie circostanze e in varie situazioni . . .”

C.F. Manara, *Metodi della scienza dal Rinascimento ad oggi*

2.3 La matematica, forza e debolezza del metodo

Ritorniamo ora al discorso con il quale abbiamo incominciato la nostra trattazione, cioè quello che riguarda la “certezza” della conoscenza scientifica. Vale la pena di dire subito che questa certezza è stata concepita diversamente nel corso della storia della scienza. Non è neppure necessario ripetere che nella concezione comune e nel linguaggio comune la conoscenza scientifica viene considerata come il paradigma della conoscenza certa: basti ricordare la distinzione classica tra “doxa” ed “episteme”, opinione e scienza, per convincersi della verità di questo atteggiamento.

In particolare la matematica ha fatto le spese di questa situazione di dispensatrice esemplare di certezze. Di conseguenza la critica della matematica e dei suoi procedimenti ha spesso suscitato una specie di disagio, di inquietudine, come se venissero scosse le fondamenta di tutto il sapere, come se una critica cosiffatta mettesse in dubbio ogni possibilità di conoscere con certezza e pertanto ogni tranquillità di spirito. Vale dunque la pena di fare qualche riflessione a proposito della certezza delle cognizioni scientifiche e, pertanto, correlativamente anche a proposito della “verità” delle teorie scientifiche

Abbiamo detto che la forza della novità introdotta sostanzialmente dalla crisi rinascimentale consiste soprattutto nell’aver dato all’osservazione dei fenomeni

il carattere di misure. **In questo sta buona parte della forza, ma anche della debolezza ineliminabile della nostra scienza**; e si noti che quando parliamo di debolezza non vogliamo con questo dire che lo schema della scienza di oggi andrebbe totalmente cambiato se si volesse fare di meglio. Abbiamo infatti parlato di debolezza ineliminabile; siamo inoltre convinti del fatto che, anche senza adottare lo schema che ci porta a tener conto dei condizionamenti necessari e delle situazioni storiche come determinanti nello sviluppo del pensiero, sia oggi difficilmente concepibile una scienza che abbia la stessa potenzialità e la stessa massa di conoscenze della nostre che faccia a meno della matematica, dei suoi simboli e dei suoi procedimenti.

In questo caso mi sentirei di sostenere che la matematica fornisce il paradigma della conoscenza scientifica, la struttura per così dire ideale di ogni modo di conoscere.

C.F. Manara, *Metodi della scienza dal Rinascimento ad oggi*

2.4 Galileo, un genio che “scopre e insieme occulta”

Uno dei caratteri fondamentali del nuovo punto di vista affermatosi con la scienza galileiana è costituito dal passaggio da una visione qualitativa e finalistica dell’universo a una quantitativa e meccanica. Uno dei maggiori filosofi del Novecento, il tedesco Edmund Husserl (1859-1938) ha posto in evidenza il fatto che, sovrapponendo al mondo dell’esperienza comune un mondo di “oggetti matematici”, trasformando la natura in una astratta “molteplicità matematica”, quella scienza ha fatto perdere di vista il “mondo della vita” da cui pure essa proviene, cioè il mondo della conoscenza, delle esigenze e dei significati umani che muovono l’esistenza degli uomini.

E’ in questo senso che, scrive Husserl, Galileo scopre e insieme occulta la realtà: scopre, cioè, la fecondità del metodo matematico-geometrico e la rete delle sequenze causali, necessarie, che regolano i processi naturali. Progressivamente, però, occulta il significato umano del vivere e del ricercare, favorisce il prodursi di una “tecnicizzazione” e “naturalizzazione” dei rapporti umani, generando una crisi che non è solo della scienza, ma di un’intera civiltà.

“...nella matematizzazione galileiana della natura, la realtà viene idealizzata sotto la guida della nuova matematica; in termini moderni, essa diventa a sua volta una molteplicità matematica (...) L’abito ideale che si chiama “matematica e scienza naturale matematica”, oppure l’abito simbolico delle teorie simbolico-matematiche (...) fa sì che noi prendiamo per il “vero essere” quello che invece è soltanto un metodo, un metodo che deve servire a migliorare mediante “previsioni scientifiche” in un “progressum in infinitum”, le previsioni grezze, le uniche possibili nell’ambito di ciò che è realmente esperito ed esperibile nel

mondo-della-vita; l'abito ideale potè far sì che il senso proprio del metodo, delle formule, delle teorie, rimanesse incomprensibile (...)

Galileo (...) è un genio che scopre ed insieme occulta. Egli scopre la natura matematica, l'idea metodica, egli apre la strada ad una infinità di scopritori e di scoperte scientifiche. Egli scopre, di fronte alla causalità universale del metodo intuitivo, ciò che da allora in poi si chiamerà senz'altro legge causale, la "forma a priori del vero mondo" (idealizzato e matematico), la legge della legalità esatta, secondo la quale qualsiasi accadimento della natura - della natura idealizzata - deve sottostare a "leggi esatte". Tutto ciò è una scoperta e insieme un occultamento, anche se fino ad oggi l'abbiamo considerato una pura e semplice verità (...)

Dall'interpretazione matematizzante della natura da parte di Galileo derivarono anche erronee conseguenze riguardanti un ambito che andava al di là di quello della natura (...). Se il mondo della nostra vita è meramente soggettivo, tutte le verità della vita pre- ed extra-scientifica e che concernano il suo essere effettivo, perdono valore. Conservano qualche importanza solo nella misura in cui, benché false, annunciano vagamente un in-sé che sta al di là di questo mondo dell'esperienza possibile, un in-sé che lo trascende (...)

E. Husserl, *La crisi delle scienze europee e la fenomenologia trascendentale*

2.5 Hempel e Popper, ovvero l'impossibilità dell'induzione

Con Carl Gustav Hempel la fiducia, sia pure pragmatica, nell'induzione sembra incrinarsi. Egli contesta che la sistematizzazione scientifica possa avvenire per via induttiva: in sostanza, afferma Hempel, **non è possibile passare dai fatti alle teorie tramite processi induttivi**. La ragione di ciò consiste nel fatto che i "dati" disponibili ai sensi sarebbero infiniti e noi siamo costretti a limitare l'induzione su quelli ritenuti rilevanti in base ad una teoria che funge da ipotesi provvisoria e che si colloca *a priori* rispetto all'atto induttivo propriamente detto. (...)

Le critiche più radicali e definitive al principio di induzione sono però quelle formulate da K. Popper e costituiscono senza dubbio il fondamento teorico di gran parte delle sue ulteriori teorie epistemologiche. (...) La tesi di Popper in proposito è molto chiara: **l'induzione, come procedimento scientifico, non è logicamente possibile**, e ciò si può dire per entrambe le forme di induzione, quella *per enumerazione* e quella *per eliminazione*.

L'induzione per enumerazione consiste nel tentativo di fondare una tesi generale riguardante un insieme caratterizzato da infiniti elementi attraverso l'osservazione ripetuta di casi singoli che la confermino. Sin dal tempo di Hume ci

si era resi conto che una simile operazione induttiva non è logicamente possibile in quanto dall'osservazione di N uomini biondi non si può certo concludere che “tutti” gli uomini sono biondi. (...) E' chiaro, invece, che ciò è possibile nei casi in cui si stia verificando la presenza di una proprietà in un numero finito di elementi (...)

La cosiddetta *induzione per eliminazione* consiste nel ritenere che, quando un dato fenomeno è spiegato da più modelli, sarà sufficiente eliminare tutte le teorie false per ottenere quella vera. Questo approccio, secondo Popper, è sbagliato perché si fonda sulla convinzione che, per un certo evento, sia possibile solamente un numero *finito* di spiegazioni possibili: la realtà, invece, è un'altra. Ogni evento può essere spiegato con un numero *infinito* di modelli logicamente plausibili, ed il fatto che gli scienziati ne conoscano solamente alcuni costituisce semplicemente una situazione storica concreta, non un limite logico. Ciò significa che anche quando tutte le teorie rivali di una certa teoria T siano state trovate false, non per questo T può essere considerata vera. (...)

2.6 Popper, le teorie precedono e indirizzano l'osservazione

Popper denomina *osservativismo* la convinzione secondo cui la mente dello scienziato debba essere considerata come la fatidica “tabula rasa” su cui tutti i fatti possono “oggettivamente” rispecchiarsi. Popper è invece del parere che su di noi abbiano lasciato segni indelebili la storia, le tradizioni, la cultura ecc...; per questo motivo non è possibile che l'essere umano *osservi* alcunché senza che una predisposizione teorica gli dica *cosa* deve osservare.

Non osserviamo a caso, né osserviamo tutto; quale sarà dunque il criterio di selezione dei fatti che riteniamo opportuno osservare rispetto a quelli che trascuriamo? Popper ritiene che la nostra osservazione riguardi gli eventi legati alle teorie relative a quei problemi che ci sembrano più importanti.

Viene così capovolto il tradizionale rapporto fatti-teorie come l'aveva concepito la scienza nel corso della sua storia. Come già acutamente aveva osservato Darwin: “ogni osservazione non può non essere pro o contro qualche teoria”. In sostanza, **le teorie vengono prima dei fatti e ne condizionano l'osservazione.**

Lacchini, Rivoltella; *Intersezioni filosofiche*, ed. Cedam.

2.7 Popper e il criterio di falsificabilità

(...) proprio sulla base della critica al procedimento induttivo che abbiamo sopra esposto, Popper afferma che *una teoria non può mai essere verificata* (cioè

riconosciuta come definitivamente vera), *ma solo falsificata* (cioè riconosciuta come definitivamente falsa).

Lo strano fenomeno si verifica a causa del fatto che i procedimenti di verifica e di falsificazione sono logicamente asimmetrici, cioè non si corrispondono in maniera diretta come forse si potrebbe pensare. *Infatti, per verificare una teoria sarebbero necessarie infinite prove confermanti, mentre per falsificarla ne basta solo una che la smentisca.* (...)

Lo schema di ragionamento popperiano, come appare chiaro, valorizza al massimo il ruolo dell'errore nella ricerca scientifica; si deve andare in laboratorio con l'intento di mettere in crisi le teorie, di trovarle false, perché solo in questo modo si può avere "un progresso".

Il nucleo del discorso di Popper consiste nell'affermare che una teoria T deve esplicitamente prevedere alcuni eventi come possibili, ed altri come impossibili. **Se la teoria è strutturata in modo tale che non sia possibile concepire alcun evento che la smentisca, tale teoria non è scientifica.**

Questo è, in sostanza, il novo criterio che viene a sostituire quello di verifica proposto dal neopositivismo. Una teoria verrà dunque considerata scientifica se e solo se essa individua una serie di fatti incompatibili, la cui eventuale esistenza comporterebbe la negazione della teoria stessa.

E importante sottolineare che il criterio di falsificabilità costituisce secondo Popper solamente un mezzo di demarcazione; esso discrimina le teorie scientifiche da quelle che non lo sono, ma non intende affermare (come invece facevano i neopositivisti) che i modelli non scientifici siano costituiti da affermazioni insensate: non si tratta dunque di un criterio di significanza come invece pretendeva di essere il principio di verifica (...)

Lacchini, Rivoltella; *Intersezioni filosofiche*, ed. Cedam.

2.8 Agazzi, il ("parziale") realismo della scienza

A conclusione di questa lunga riflessione sul metodo scientifico non si può evitare di porsi le seguenti domande: "qual è il nesso tra teorie scientifiche e realtà?". E poi: "quale certezza proviene dalla conoscenza scientifica?", o ancora: "i modelli della fisica svelano qualcosa dell'essenza della realtà o ne sono solo una rappresentazione soggettiva ??".

E' pur vero che la scienza, sebbene "ridimensionata" nel corso della sua evoluzione storica nella pretesa originaria e galileiana di costruire una rappresentazione completa e definitiva del mondo, conserva ora più che mai un indubbio potere di predizione e spiegazione dei fenomeni naturali.

“...Ma allora il conoscere scientifico è certezza (epistème) come diceva Aristotele o solo opinione (doxa) come dice Karl Popper ?

La risposta più sensata è che è certezza, ma parziale, da un “certo punto di vista”, come afferma il filosofo della scienza E. Agazzi. Infatti la scelta di un punto di vista equivale a scegliere una particolare misura da fare con un apparato, e questo ci dà sempre misure affidabili. Ciò non toglie che la realtà possa essere molto più ricca del singolo punto di vista: vuoi perché l’oggetto è a molte facce, vuoi perché l’oggetto può essere celato in un contesto variabile.

E qui ritorna il dubbio ricorrente in tutta la storia del pensiero, e che ha segnato la demarcazione tra realismo ed idealismo. Se ogni oggetto è così ricco di punti di vista, per caso esso non è solo una nostra rappresentazione, una nostra costruzione che varia a seconda della misura scelta (cioè della teoria a cui lo assoggettiamo)?? (...)

La miglior risposta mi sembra quella del biologo che disse: - la scimmia che non ha percezione obiettiva di dov’è il ramo dell’albero non lascia eredità genetica, perché sbaglia la presa e si spiaccica al suolo. -

Allo stesso modo, un essere umano che ritenesse il mondo una propria costruzione, non lascia eredi perché nell’attraversare la strada non valuta aspetti obiettivi come la velocità e la posizione delle auto ...”

F.T.Arecchi, *La descrizione scientifica: modello o metafora del reale?*
Nuova secondaria, 15 febbraio 1992.

2.9 La scienza, tra verità e certezza

“Le teorie scientifiche non sono né vere, né definitive, e nemmeno certe. Esse sono ipotesi provvisorie che l’uomo ha formulato nella sua ricerca sulla realtà, nel suo desiderio di conoscenza. Certo, le ipotesi della fisica sono tra le parti più accuratamente vagliate della conoscenza umana sul mondo, e in molti casi sono state verificate con una precisione migliore di una parte su un miliardo. Ma queste otto, nove cifre significative sono il meglio che il fisico può opporre ai suoi critici come giustificazione per le sue affermazioni. Ed anche la più piccola deviazione, una piccola differenza nella quarta o quinta cifra significativa può provocare uno sconvolgimento completo dell’immagine del mondo precedentemente accettata. La storia dei moti planetari, da Tolomeo a Keplero ad Einstein, ne fornisce una testimonianza eloquente.

Verità e certezza, un antico sogno dell’umanità che deve rimanere non realizzato.”

R.Sexl, *Ciò che tiene insieme il mondo*, Ed Zanichelli

Indice

1	Il metodo scientifico	1
1.1	La rivoluzione scientifica	1
1.2	Il metodo scientifico galileano	3
1.3	Il metodo scientifico in Newton	5
1.4	Cartesio e la matematica universale	7
1.5	Il meccanicismo	7
2	Le critiche al metodo scientifico	9
2.1	Il metodo galileano, “giudice e carnefice” della natura	9
2.2	Discipline scientifiche “fuori dal metodo”	10
2.3	La matematica, forza e debolezza del metodo	10
2.4	Galileo, un genio che “scopre e insieme occulta”	11
2.5	Hempel e Popper, ovvero l’impossibilità dell’induzione	12
2.6	Popper, le teorie precedono e indirizzano l’osservazione	13
2.7	Popper e il criterio di falsificabilità	13
2.8	Agazzi, il (“parziale”) realismo della scienza	14
2.9	La scienza, tra verità e certezza	15