

RIVOLUZIONE SCIENTIFICA

In generale, è il termine con il quale vengono chiamati quei particolari periodi della storia della scienza nei quali la comunità scientifica abbandona un metodo di ricerca per adottarne uno nuovo.

La rivoluzione scientifica prende avvio con la Rivoluzione astronomica, uno degli avvenimenti culturali più importanti della storia e tra quelli che più hanno contribuito al passaggio dall'età medioevale all'età moderna.

Dalla rivoluzione scientifica e dal metodo galileiano derivano:

- l'analisi quantitativa della natura che è regolata da leggi;
- la concezione della scienza come sapere sperimentale e matematico

Il mondo è *mathesis* cioè ordine e armonia e la matematica ne rappresenta il linguaggio. La natura diventa misurabile perchè il ricercatore limita l'indagine agli aspetti quantitativi dei corpi, cioè alle grandezze materiali.

Si promuove un sapere empirico, cioè fondato sull'esperienza, descrittivo ed esplicativo, di osservazioni che possono essere sia ripetute che generalizzate. L'oggetto di studio della scienza è la realtà sensibile, vale a dire il mondo che ci circonda nei suoi diversi aspetti.

"L'aspetto fondamentale delle rivoluzioni scientifiche consiste nella trasformazione della struttura concettuale attraverso la quale gli scienziati guardano al mondo. poichè la natura è troppo complessa e varia per poter essere esplorata a caso, l'osservazione e la sperimentazione sono essenziali per il continuo sviluppo della scienza." (Thomas S. Kuhn)

Galilei asserisce che scienza e fede non sono in contraddizione, poiché gli oggetti di cui si occupano sono differenti: gli scienziati studiano la natura mentre i teologi hanno il compito di trovare un accordo tra le verità scientifiche e quelle affermazioni delle Sacre Scritture che sembrano in conflitto con tali verità: una visione moderna della scienza quale metodologia di conoscenza *sistematica e trasmissibile*.

Nella sua opera "La struttura delle rivoluzioni scientifiche" Thomas Khun sottolinea che: 'i fenomeni di tipo nuovo non farebbero che rivelare un ordine nei settori della natura che non erano ancora stati esplorati. nello sviluppo della scienza, una nuova conoscenza verrebbe a sostituire l'ignoranza piuttosto che una conoscenza già presente, ma di tipo diverso e incompatibile'.

Usando strumenti tradizionali gli astronomi della fine del XVI secolo scoprirono ripetutamente che le comete vagavano liberamente attraverso lo spazio che precedentemente era stato riservato per le stelle e i pianeti ritenuti immutabili.

La ricerca normale, che è cumulativa, deve il proprio successo all'abilità degli scienziati nello scegliere regolarmente problemi che possono venire risolti con tecniche concettuali e strumentali strettamente connesse con quelle che già esistono.

Attraverso un'analisi della storia della scienza, Kuhn giunge alla conclusione che i sistemi scientifici che si sono affermati come paradigmi sono caratterizzati da due elementi fondamentali: presentare risultati sufficientemente nuovi per attrarre un gruppo stabile di *seguaci* (distogliendoli da forme di attività scientifica contrastanti) e nello stesso tempo essere sufficientemente aperti da lasciare al gruppo di scienziati costituitosi su queste basi la possibilità di risolvere problemi di ogni genere. Kuhn riformula anche questo concetto dicendo che un paradigma rappresenta una "promessa di successo" nello studio di un problema, e la scienza normale da esso derivata è la realizzazione in più parti di tale promessa. Infine, il paradigma viene a configurare una scienza "matura" quando diventa abbastanza esoterico, ovvero quando definisce un'*élite* limitata di studiosi che possono vantare una conoscenza profonda.

La visione di Kuhn ribalta l'immagine tradizionale della scienza come "esplorazione dell'ignoto": gli scienziati svolgono essenzialmente un lavoro di consolidamento e ripulitura dei principi del paradigma, focalizzandosi spesso su esperienze e casi "canonici" e adatti allo scopo.

LINGUAGGIO SCIENTIFICO

Il linguaggio scientifico è la lingua speciale di cui sono tipicamente costituiti i testi prodotti nell'ambito della ricerca scientifica e della sua disseminazione nella società. oggetto del testo è esclusivamente la realtà extrasoggettiva ed è bandita ogni intrusione soggettiva dell'autore; al centro del rapporto fra testo e realtà extratestuale c'è il principio della verificabilità o falsificabilità delle asserzioni prodotte; il testo deve essere decodificato in base a codici standardizzati e ha robusti vincoli all'interpretazione. Da queste caratteristiche discende il modo di costruire linguisticamente i testi scientifici: la necessità che il testo si basi su codici standardizzati e che ammettano una sola interpretazione spiega l'esistenza di terminologie, ma anche di schemi uniformi e ora

sempre più codificati di strutturazione dei testi (sicché le lingue tecniche e scientifiche sono incommensurabilmente più regolate di quanto sia, o possa essere, la lingua comune ed esistono enti di regolazione); l'esclusione della soggettività dell'autore, fa sì che le asserzioni scientifiche siano focalizzate sul processo e non sull'autore o sull'agente degli eventi rappresentati.

IL METODO SCIENTIFICO

Il metodo scientifico è lo studio sistematico, controllato, empirico e critico di ipotesi formulate sulle relazioni supposte tra vari fenomeni, (Frédéric Kerlinger) ed è usato in particolare dalle scienze sperimentali. Secondo molti scienziati e pensatori, esso è alla base della moderna definizione di scienza.

Il nocciolo del metodo scientifico risiede nella ricerca della conoscenza della verità sui fenomeni percepiti.

Nei papiri egizi sparsi in vari musei del mondo troviamo il primo esempio di metodo scientifico nella descrizione dei casi di chirurgia, vi è descritta una anamnesi, una diagnosi e la terapia chirurgica applicata descritta nei minimi particolari, dalla preparazione del paziente, alla strumentazione usata, alla tecnica operatoria, alla prognosi e al decorso post-operatorio.

Malgrado gli antichi egizi applicassero il metodo scientifico al campo della chirurgia e fossero abituati a fare previsioni del raccolto di grano, in base al livello delle acque del Nilo, essi non applicavano gli stessi principi nel campo della medicina generale ed i papiri di terapia medica egizia sono un cumulo di superstizioni, rimedi inventati senza alcun collegamento fra cause della malattia ed effetti del farmaco.

Dunque anche se gli antichi egizi, in qualche campo usavano il metodo scientifico, non si può dire che lo conoscessero.

I primi pensatori greci escono da un'esistenza guidata dal mito e cercano un sapere che sia innegabile, un sapere immutabile nel tempo, un sapere assoluto, definitivo, incontrovertibile, necessario e indubitabile e lo chiamano sapere (sophia), ragione (logos), verità (alétheia) e scienza (epistème).

Talete di Mileto, (624-548 a.C.) fu il primo, a nostra conoscenza, che nacque animista e morì scienziato. Negli scritti che ci sono rimasti si legge che Talete, osservando la natura, prevede con molto anticipo un grande raccolto di olive e monopolizzò a proprio vantaggio i frantoi, diventando ricco. Malgrado la sua capacità di fare previsioni, morì d'insolazione, per essere stato obbligato a rimanere senza

cappello sotto il sole, durante i giochi olimpici.

Aristotele (384-322 a.C.) apporta un enorme contributo, sistematizzando la scienza fino ad allora conosciuta e identificando nel sillogismo il principio per determinare la verità. Aristotele dice:

«Ebbene, sillogismo è un discorso nel quale, poste alcune cose, qualcosa di diverso da ciò che è stabilito segue di necessità in forza di ciò che è stabilito. Vi è dunque una dimostrazione quando il sillogismo proceda da asserzioni vere e prime, oppure da asserzioni tali che hanno assunto il principio della conoscenza ad esse relativa in forza di certe asserzioni vere e prime; dialettico è invece il sillogismo che argomenta da opinioni notevoli». (Aristotele, *Topici*, in M. Zanatta, *Organon di Aristotele*, Torino, 1996, vol. II, pp. 115–117). Il sillogismo è una costruzione logica formata da una o più proposizioni precedenti (se...) dalle quale nasce una proposizione conseguente (allora...). Oggi (2005) il sillogismo è l'impostazione base dei programmi di intelligenza artificiale.

Malgrado i pensatori della filosofia greca classica abbiano fondato le basi del pensiero scientifico moderno, non si può dire che fossero coscienti di che cosa sia il metodo scientifico.

Nel 1250 Roger Bacon e nel 1480 Leonardo, applicarono nei loro studi il pensiero ipotetico-deduttivo della filosofia aristotelica, contribuendo anch'essi a porre le basi del metodo scientifico come verrà sistematizzato da Galileo Galilei.

Per parte sua Leonardo, applicò il metodo scientifico, così come venne più tardi concepito da Galileo Galilei nel 1600: a titolo di esempio ci sono i suoi progetti ingegneristici, le macchine di Leonardo, i suoi disegni del corpo umano, i suoi studi sulla prospettiva.

Con Galileo, il primo a introdurre formalmente il metodo scientifico, si ha una serie di criteri ancora oggi validi: secondo lo scienziato pisano il libro della natura è scritto secondo leggi matematiche e per poterle capire è necessario eseguire esperimenti con gli oggetti che essa ci mette a disposizione.

Come già in Galilei, anche la scienza moderna fa distinzione tra l'aspetto sperimentale e quello teorico: né uno né l'altro sono preponderanti, poiché fa parte del metodo scientifico che un modello teorico spieghi un'osservazione sperimentale ed anticipi future osservazioni. Uno dei punti basilari è la riproducibilità degli esperimenti, ovvero la possibilità che un dato fenomeno possa essere riproposto e studiato in tutti i laboratori del mondo.

Non è sempre possibile riprodurre sperimentalmente delle osservazioni naturali, ad esempio, in alcune scienze come l'astronomia o la meteorologia, non è possibile riprodurre molti dei fenomeni osservati e allora si ricorre ad osservazioni e simulazioni digitali. Un altro esempio è la verifica sperimentale della teoria sul Big Bang, pur non essendo più riproducibile, viene confermata da osservazioni sperimentali basate sull'effetto Doppler o l'evoluzionismo di Charles Darwin, che per essere verificata richiede tempi d'osservazione talmente lunghi, milioni d'anni, che per il momento, non è ancora stato ricercato un metodo da applicare.

Nel 1866, con la pubblicazione dell'Introduction à l'étude de la médecine expérimentale, Claude Bernard tenta di adottare questo metodo, detto sperimentale, nel settore della medicina. L'emergere delle scienze umane e sociali a partire dalla fine del secolo 1800 fino al secolo 1900 ha rimesso in discussione questo modello unico del metodo scientifico.

Nel tentativo di definire un metodo scientifico valido anche nel campo delle scienze umane, i filosofi hanno cercato nuovi ragionamenti ed un importante contributo è venuto da Karl Popper e nella sua pubblicazione Logica della scoperta scientifica.

- Regole per applicare il metodo scientifico all'osservazione dei fenomeni naturali

La preoccupazione metodologica scientifica è quella di rispettare una serie di regole imposte dal pensiero logico al fine di salvaguardare la realtà e l'obiettività dei fenomeni studiati.

Le scienze naturali dette anche scienze empiriche per il loro carattere sperimentale, sono una forma di conoscenza basata su due elementi fondamentali, l'oggetto di studio ed il metodo impiegato.

Questa conoscenza è un sapere empirico, cioè fondato sull'esperienza, descrittivo ed esplicativo, di osservazioni singole e limitate che possono essere sia ripetute che generalizzate.

L'oggetto di studio della scienza è la realtà sensibile, vale a dire il mondo che ci circonda nei suoi diversi aspetti e ciò che rende ammissibile l'introduzione di un ente nel discorso scientifico, è la sua osservabilità di principio, cioè di registrare mediante strumenti di varia natura l'esistenza di un dato oggetto o di un fenomeno e di descriverli.

Il metodo sperimentale, detto anche galileiano o ipotetico-deduttivo, originatosi dall'empirismo, è una procedura conoscitiva articolata in diverse proposizioni,

chiamate ragionamento sperimentale.

Per eseguire osservazioni scientifiche che abbiano carattere di verità universale, è necessario applicare le seguenti regole:

osservare e descrivere un dato fenomeno

formulare un'ipotesi che lo possa spiegare

prevedere una o più conseguenze dipendenti da quest'ipotesi

verificare in modo sperimentale le conseguenze

concludere (valutare): confermare o confutare l'ipotesi iniziale

Quando le conseguenze confermano le ipotesi, si parla di oggettività delle osservazioni e si costruisce una legge; da un insieme di leggi, si costruisce una teoria.

Dunque le basi della scienza sono quelle osservazioni di fenomeni naturali che chiunque può ripetere, da qui la preoccupazione di una descrizione dei fenomeni e delle conclusioni in termini selezionati, rigorosi e univoci, in modo che ognuno sappia esattamente comunicare ciò che pensa.

Esempi di metodologia scientifica sono:

le sperimentazioni fatte dai fisici in varie epoche, per dimostrare la natura elettromagnetica e corpuscolare della luce

le procedure di Pasteur per dimostrare la teoria dei germi nell'eziologia di alcune malattie infettive

- Rettifiche del metodo scientifico

Col procedere della scienza moderna nella ricerca fisica della struttura della materia, le basi metodologiche del procedere scientifico sono state modificate da parte dei fisici stessi.

Si prenda ad esempio il caso dello studio delle particelle che manifestano la dualità onda-corpuscolo: non è possibile misurarne in modo preciso contemporaneamente la posizione e la velocità.

Ad un elettrone, viene così associata una funzione d'onda che ne definisce le

proprietà.

I fisici non rinunciano alla buona fede scientifica nel momento in cui la posizione e la velocità di un elettrone non sono più misurabili contemporaneamente.

Pochi di essi, in ogni caso, si azzarderebbero a mettere in discussione la funzione di probabilità di esistenza dell'elettrone, malgrado nessuno sappia indicare con esattezza la sua posizione in un determinato momento.

In biologia e medicina la massima parte delle leggi è di tipo probabilistico e non può essere espressa con una formula matematica. Quindi per riconoscere la scientificità di un discorso medico, si ricorre ad un controllo empirico basato sulla ripetibilità, statisticamente significativa, delle osservazioni da parte di altri ricercatori.

Quando poi l'ente oggetto di ricerca è il pensiero stesso, le ipotesi metodologiche sono definite dalla psicologia, cercando di rispettare i canoni accettati dalla scienza moderna per farla rientrare nel campo di studio delle scienze naturali. Bisogna notare qui, oltre allo sforzo di un rigore scientifico, la ricerca di una metodologia di studio che rispetti sia il metodo sperimentale che l'oggettività delle osservazioni e delle asserzioni teoriche, che il rigore semantico e la ripetibilità statisticamente significativa, delle osservazioni.

<http://www.psichesoma.altervista.org/articoli/metodo%20scientifico.htm>

ARISTOTELE E GALILEO

Aristotele affermava che l'esperienza sta alla base del sapere, ma di che esperienza si tratta? Che differenza c'è tra l'esperienza galileiana e quella aristotelica? Innanzitutto bisogna eliminare ciò che i commentatori hanno aggiunto ad Aristotele, non perché fosse il risultato di nuove esperienze, ma perché glossavano semplicemente un testo assunto come autorità. In secondo luogo l'esperienza deve essere fatta direttamente, come Galileo insiste a dire nel Saggiatore. Inoltre l'esperienza deve essere non solo diretta, ma precisa e ripetuta in circostanze diverse, poiché non basta cogliere un fatto una volta sola, rapidamente senza guardarlo da tutti i lati. Infine l'esperienza galileiana si vale della tecnica e, proprio per questo è più precisa e più ampia di quella di Aristotele che non poteva conoscere certi fenomeni, per mancanza di strumenti.

Ma se l'esperienza deve essere alla base della conoscenza della natura, non è tuttavia sufficiente a darci la scienza: altrettanto necessario è il ragionamento, il discorso, come diceva Galileo, può qualche volta decidere da solo una questione.

GALILEI

ANTIARISTOTELISMO

Con le sue osservazioni attraverso il cannocchiale Galileo mette in crisi il sistema tolemaico-aristotelico. Solo esperienze e dimostrazioni, dice Galileo, fanno crescere la nostra conoscenza del mondo sensibile; affidarsi ciecamente all'autorità equivale a inventarsi un mondo finto. Galilei contrappone quindi al falso Aristotele degli aristotelici, quello che ritiene il vero Aristotele, osservatore attento del mondo sensibile e ricercatore non dogmatico.

AUTONOMIA DELLA SCIENZA DALLA FEDE

Galilei sostiene che Dio abbia depositato l'unica verità tanto nelle Sacre Scritture quanto nella natura ma con forme finalità e linguaggi diversi: mentre nella Bibbia vi è l'insegnamento che Egli impartisce agli uomini, nella natura si riconosce la legge che ha impresso al mondo. Le conseguenze immediate di questa visione sono che l'autorità delle Sacre Scritture non vale nella scienza e che il discorso scientifico ha un ruolo di primo piano.

INDAGINE NATURALE

Galilei sostiene che la matematica è la chiave d'accesso alla natura. Il libro della natura può essere inteso solo se si conoscono i caratteri matematici nei quali è scritto: "triangoli, cerchi ed altre figure geometriche senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola". Galileo arriva così ad affermare il principio di inerzia e la caduta dei gravi.

INTENSIVE-EXTENSIVE

L'intelletto divino e quello umano si differenziano solo estensivamente cioè per il numero delle conoscenze cui possono attingere ma non intensivamente, riferendosi alla natura perfetta di tali conoscenze.

METODO IPOTETICO-DEDUTTIVO

Tale metodo consiste in due parti fondamentali: la prima parte è la scomposizione del fenomeno nei suoi elementi più semplici (metodo ipotetico); la seconda è la

riproduzione del fenomeno in laboratorio e la sua elaborazione matematica (metodo deduttivo).

ARISTOTELE

TEORIA DELLA SCIENZA

Alla base di ogni dimostrazione scientifica ci sono principi e assiomi indimostrabili, che fondano la verità delle premesse. Dal momento che i principi della dimostrazione non possono essere a loro volta dimostrati, ne deriva che devono essere colti con un altro procedimento: è l'intelletto che al termine di un'induzione, li astrae intuitivamente. Negli *Analitici secondi* è esposta la teoria aristotelica della scienza, il cui strumento è il sillogismo scientifico costituito da premesse vere e indubitabili.

SILLOGISMO ARISTOTELICO

Il sillogismo aristotelico, oggetto principale della logica è il ragionamento deduttivo che si compone di due premesse, da cui deriva necessariamente una conclusione per il tramite di un termine medio. Nel caso in cui una delle premesse sia falsa, il sillogismo pur essendo formalmente corretto risulterà falso.

FILOSOFIA NATURALE

La filosofia naturale è oggetto della scienza fisica, che è la prima a dover essere studiata, poichè ha a che fare con ciò che incontriamo per primo nella nostra esperienza. La fisica è una scienza teoretica, che persegue la conoscenza per amore del sapere, non per guidare le azioni.

BACONE

OSSERVAZIONE E SPERIMENTAZIONE

Con l'opera di Bacone viene esplicitamente teorizzato il metodo sperimentale come metodo privilegiato dell'indagine scientifica. Per quanto innovative le tesi di Bacone rimangono tuttavia in gran parte programmatiche e basate fundamentalmente su un approccio qualitativo allo studio della natura.

IDOLA

Sono pregiudizi che impediscono di comprendere correttamente la natura. Si dividono in: idola tribus ovvero quelli comuni a tutti gli uomini; idola specus che sono specifici e variano da uomo a uomo; idola fori, che provengono dall'esterno tramite il linguaggio; idola theatri che derivano dalle dottrine filosofiche passate e da dimostrazioni errate.

METODO INDUTTIVO

Il metodo baconiano è formato da una parte distruttiva, che consiste nell'eliminare antiche conoscenze errate, e da una parte costruttiva, che consiste in un procedimento induttivo, fondato sulla scelta e sull'eliminazione dei casi particolari. Vengono utilizzate tavole di presenza, assenza e dei gradi, con cui si possono formulare ipotesi che saranno verificate da esperimenti chiamati istanze prerogative.

BRUNO

INFINITA' DELL'UNIVERSO

Secondo Bruno, l'universo è costituito da un'infinità di mondi, i quali possono essere abitati come la Terra. Mentre i singoli mondi sono in perpetuo divenire, l'universo nel suo complesso è invece immobile ed eterno, non avendo nulla al di fuori di sé e racchiudendo esso stesso tutto l'essere.

COINCIDENZA DEGLI OPPOSTI

Nell'unità universale della causa prima divina è contratto tutto l'essere, ed in questa unità si realizza la coincidenza degli opposti, non essendo i singoli enti del mondo che la sua "esplicazione". Nei singoli enti, la coincidenza degli opposti va perduta, poiché in questi le potenzialità si disgregano, non essendo mai ciò che potrebbero essere e quindi risultando incompiuti, mutevoli ed effimeri.