

La *Struttura delle rivoluzioni scientifiche* di Kuhn

1. LA MECCANICA OTTOCENTESCA E LE PRIME RIFLESSIONI EPISTEMOLOGICHE¹

L'epistemologia del XX secolo ha rivoluzionato radicalmente il modo di vedere la scienza. Se nel passato, sulla scia dei successi che le ricerche fisiche, meccaniche e chimiche avevano riscosso da Newton in poi, erano in molti coloro che credevano ancora alle possibilità infinite delle scienze e ad un loro progresso inarrestabile (nel 700 gli illuministi, nell'800 i positivisti), agli inizi del Novecento, invece, tutte le scienze entrano in crisi, persino le matematiche e le geometrie. Si trattava di una crisi "teorica", che interessava il contenuto euristico di ciascuna disciplina. Già sul finire dell'Ottocento, infatti, alcuni esperimenti trovavano a stento un posto adeguato nei precedenti paradigmi scientifici, e nascevano nuove teorie fisiche "fuori dagli schemi": mi riferisco, ad esempio, alla teoria elettromagnetica (equazioni di Maxwell), alla termodinamica (Carnot, Kelvin, Joule), agli studi sulle radiazioni nei tubi a gas rarefatto. La meccanica cessava così di essere la «scienza regina» all'interno della fisica, e si pose seriamente il problema del rapporto che intercorreva tra le formulazioni teoriche dello scienziato e le sue esperienze pratiche.

Tralasciando tutte le posizioni epistemologiche che scaturirono da questo dibattito, possiamo riassumere la questione sintetizzandola nelle due posizioni antitetiche che sono l'empirismo di Mach e il soggettivismo di Poincaré.

Per l'**empirismo** la meccanica è la descrizione di un certo numero di fenomeni dell'esperienza (non di tutta la realtà). Tra la teoria e l'esperienza vi è tuttavia una certa distanza, e secondo **Ernst Mach** il valore della teoria è appunto quello di descrivere mediante delle precise leggi l'esperienza, e quindi ricucire questo strappo tra scienza e realtà. Come nasceva la teoria scientifica secondo Mach? Dapprima veniva formulata una ipotesi, se l'ipotesi era verificata dall'esperimento, si accetta come vera. Quando l'ipotesi viene verificata anche in una serie di casi "limite", cambiando le variabili dell'esperimento principale, allora conviene accettare quell'ipotesi come "legge".

Agli antipodi sta la posizione **soggettivista** di **Henri Poincaré**. Per Poincaré tutte le leggi scientifiche sono in parte arbitrarie, perché ogni legge è ipotetica in quanto frutto di una generalizzazione che porta a verificare un numero elevato di singoli casi concreti, ma non porterà mai a verificare la totalità degli infiniti casi concreti. Il fatto singolo potrà perciò essere generalizzato dagli scienziati in un'infinità di modi, a seconda dei casi. Non esisterà mai, però, una corrispondenza biunivoca tra leggi scientifiche ed esperienza.

Un tentativo di mediazione fra le posizioni dei soggettivisti e degli empiristi è rappresentato da **Pierre Duhem**, che distingue fra *fatto concreto*, impreciso e vago, e *fatto teorico*, ossia la traduzione del fatto concreto in un simbolo, cioè in una interpretazione

¹ Le radici greche di questo vocabolo affondano fin nel platonismo, perché era stato Platone a distinguere per primo tra *doxa* (opinione) ed *episteme* (vera scienza). La parola epistemologia acquistò però un significato specifico nella storia della filosofia —che la separa dalla gnoseologia e dalla teoria della conoscenza— soltanto nel XX secolo, quando divenne una disciplina filosofica che si occupa di quel processo di crescita ed emancipazione della filosofia dalla scienza (e viceversa). Secondo molti interpreti è soltanto con il Wiener Kries che l'epistemologia raggiunge la consapevolezza di essere una disciplina autonoma tendente all'esplicitazione consapevole e sistematica del metodo e delle condizioni di validità delle asserzioni degli scienziati.

dell'esperienza. I numeri 99,99 e 100,01, che sono differenti per un matematico, sono indifferenti per un fisico (es.: l'acqua bolle a una temperatura di ≈ 100 gradi centigradi).

Altra osservazione rilevante di Duhem (conosciuta come *tesi di Duhem-Quine*) è questa: una teoria fisica non si può spezzare in parti separate da mettere alla prova una per una. La teoria fisica è un tutto organico: ad un gran numero di leggi indipendenti l'una dall'altra, che occorrerebbe imparare e ricordare ognuna per proprio conto, la teoria fisica sostituisce un piccolissimo numero di proposizioni, cioè le ipotesi fondamentali.

Fra scienza e realtà, inizia ad aprirsi un divario che dagli anni 20 del Novecento sarà l'oggetto di studio principale del positivismo logico del Circolo di Vienna, che cercherà di strutturare un nuovo *linguaggio scientifico* capace di esprimere in modo rigoroso le proposizioni delle singole scienze.

2. IL WIENER KRIES

L'università di Vienna aveva sin dal 1895 una cattedra di Filosofia delle scienze induttive. Quando venne chiamato alla docenza, nel 1922, **Moritz Schlick** –che succedette a E. Mach, L. Boltzmann e A. Stöhr– si formò attorno a lui un nutrito gruppo di ricerca formato da filosofi della scienza (**Rudolf Carnap**, Victor Kraft, Friedrich Waismann), matematici (Hans Hanh, Kurt Reidemeister), sociologi (**Otto Neurath**) e scienziati, che passò alla storia con il nome di Wiener Kries (circolo di Vienna). La «visione scientifica del mondo²» dei vari membri del circolo era diversa ed eterogenea, ma è tuttavia possibile ricondurla a delle concezioni epistemologiche di base che sono espresse dalla rivista *Erkenntnis*³, fondata da Reichenbach e Carnap nel 1930, che continua ad essere pubblicata ancora oggi (in lingua inglese). *Erkenntnis* divenne l'organo ufficiale del Neopositivismo, che raggiunse fama internazionale. Quando Carnap fu chiamato all'università di Praga, si iniziarono i preparativi per un congresso internazionale di filosofia scientifica che si sarebbe tenuto a Parigi nel 1935.

I congressi internazionali del Wiener Kries si tennero poi a Copenaghen (1936), di nuovo a Parigi (1937) e, dopo la presa del potere da parte di Hitler, a Cambridge (1938) e ad Harvard (1939). Ancora oggi la filosofia analitica nordamericana riflette l'influenza del Wiener Kries.

Il neopositivismo, o positivismo logico, o anche neoempirismo del Circolo di Vienna si presentò alla comunità scientifica con un programma ben preciso. Ecco in sintesi le tesi di fondo che ispirarono il suo stile di ricerca:

a) la *filosofia* deve avere una specifica attenzione per il *linguaggio*

b) l'*analisi linguistica* dovrà per prima cosa eliminare (prima ancora di risolvere) tutti quei problemi filosofici che sono espressi in modo non corretto proprio perché formulati mediante l'impreciso e generico linguaggio di tutti i giorni («tranelli linguistici»).

c) È possibile arrivare ad un linguaggio nuovo che sia preciso, inequivoco e rigoroso, capace di descrivere in modo corretto la realtà empirica, per arrivare finalmente all'eliminazione degli pseudo-problemi che sorgono dalle incomprensioni generate dall'uso di linguaggi troppo generici.

² Con queste parole iniziava il manifesto del neopositivismo: WISSENSCHAFTLICHE WELTAUFASSUNG. La visione scientifica del mondo.

³ *Kennen* in tedesco è «il puro intuire», mentre *erkennen* è «il puro esserci di un contenuto». *Erkenntnis* potrebbe tradursi, generalizzando molto, con «ricerca scientifica».

d) questo linguaggio nuovo sarà un linguaggio scientifico capace di render conto non solo delle proposizioni delle singole scienze empiriche, ma anche dei caratteri chiave del linguaggio della scienza.

e) la maggior parte delle proposizioni della metafisica sono da ritenersi prive di valore perché è impossibile effettuare una verifica empirica di tali proposizioni. Anche buona parte delle proposizioni del linguaggio corrente non hanno valore logico, perché non sono verificabili: «il cielo dell’Inghilterra è tre volte più azzurro di quello dell’Olanda». Un proposizione verificabile a livello empirico, invece, è quella che spetta agli asserti indicativi (dove indicativo significa proprio «puntare il dito indice»): *qui adesso tavolo verde*. Questa è una proposizione personale, immediata, e verificabile⁴.

In sintesi, possiamo concludere dicendo, con Emanuele Severino, che «per il neopositivismo l’unica dimensione in cui può essere attinto il senso del mondo è la razionalità scientifica». Questo però, senza ritenere, come i positivisti del diciannovesimo secolo, che le scienze fisiche, naturali e matematiche fossero portatrici di verità incontrovertibili e definitive.

3. DAL VERIFICAZIONISMO AL FALSIFICAZIONISMO DI KARL POPPER

I neopositivisti del circolo di Vienna non erano gli unici filosofi interessati all’epistemologia negli anni fra le due Guerre Mondiali. Ludwig Wittgenstein, uno dei più grandi filosofi del linguaggio di tutti i tempi, così ammirato dal Circolo viennese per il suo *Tractatus* e più volte invitato all’attività accademica, non ne fece mai parte. Neppure Karl Popper, che pubblicò nel 1934 il suo primo saggio epistemologico, la *Logik der Forschung*, che ebbe un grande successo, si unì al circolo⁵.

Ma è davvero possibile affermare, con Schlick o Carnap, che le proposizioni della metafisica sono prive di significato in quanto non verificabili empiricamente? Il principio di verifica fu sottoposto ad una serrata critica dentro e fuori il circolo di Vienna perché a molti apparve fin da subito come un principio metafisico (o cripto-metafisico).

Otto Neurath cercò di giustificare il verificazionismo dicendo che sono da dichiarare vere le proposizioni che sono state confrontate con altre proposizioni del linguaggio scientifico, e che invece di parlare di corrispondenza tra realtà e linguaggio, sarebbe più esatto dire che c’è identità tra linguaggio e realtà (*fisicalismo*). Le proposizioni del linguaggio scientifico però, non sono tutte asserzioni empiricamente verificabili. Molti degli enunciati generali di una teoria non hanno un riscontro empirico immediato. Il positivismo logico non poteva perciò eliminare la metafisica senza autodistruggersi.

L’attacco decisivo al verificazionismo fu portato avanti dal giovane Popper che affermò che il criterio di demarcazione tra scienza e non scienza, non è dato dalla possibilità di verificare i nostri enunciati, ma dalla possibilità di falsificarli. Sono scientifiche quelle proposizioni che l’esperienza può falsificare, mentre sono prive di senso quelle che non possono essere sottoposte ad una prova che le falsifichi. Un sistema di asserzioni dovrà essere considerato scientifico solo là dove risulti falsificabile (almeno

⁴ Esiste una differenza fondamentale fra le proposizioni assertive di Schlick e le proposizioni analitiche di Kant. La proposizione «tutti gli scapoli non sono sposati», infatti, è vera anche se non ci fosse alcun uomo scapolo sulla faccia della terra, «qui adesso tavolo verde», invece, ha valore solo se nella realtà, a livello osservativo, corrisponde un tavolo verde.

⁵ Popper aveva solo 32 anni nel 1934, quando pubblicò la *Logik der Forschung*; Wittgenstein finì il *Tractatus* sul fronte di guerra del Friuli nel 1919, quando compiva 30 anni.

in linea di principio) dall'esperienza. Se si afferma che tutti i cigni sono bianchi perché nei laghi dell'Inghilterra si vedono numerosi cigni bianchi, così come nei laghi alpini della Svizzera e dell'Italia, non si prova che «tutti i cigni sono bianchi». Basta un solo cigno nero della Nuova Zelanda per dimostrare che l'asserzione: «tutti i cigni sono bianchi» è falsa (ciò non toglie che in Europa tutti i cigni siano bianchi). Passando ad un fenomeno empirico più complesso, come quello del ciclo giorno-notte, non possiamo affermare che «a Milano il sole sorge e tramonta tutti i giorni» e pensare di poterlo verificare empiricamente. Basterebbe una sola eclissi di sole, oppure un solo viaggio al polo Artico per confutare tale enunciato (ciò non toglie che a Milano il sole sorga e tramonti ogni giorno in condizioni normali), perché dietro il fatto che il sole sorga e tramonti ogni giorno si nasconde una ben più complessa teoria sulla gravitazione universale e sulle orbite dei pianeti all'interno del sistema solare.

Il passo avanti dato dal falsificazionismo è perciò fondamentale. Non possiamo mai affermare di muoverci all'interno di una teoria che risponda al vero (ogni teoria potrà essere confutata un giorno), ma sappiamo fino a quando non siamo in errore (cioè entro quali limiti la teoria è capace di prevedere e spiegare una certa serie di fenomeni). Una teoria che non stabilisca con chiarezza quali sono i suoi limiti di indagine, quali fenomeni vuole prevedere e spiegare, una teoria, insomma, troppo generica, che non sia falsificabile, non è perciò da ritenersi accettabile dal punto di vista scientifico.

A questo punto, va aggiunto che Popper riabilitò la metafisica e non accettò come un dogma le affermazioni dei neopositivisti che giudicavano privi di significato gli enunciati metafisici; il criterio di demarcazione del falsificazionismo, infatti, ci dice quali sono le teorie che possono essere discusse seriamente in termini empirici (cioè, per Popper, quelle che sono falsificabili), ma non esclude che possano esistere altre teorie interessanti per la cultura, diverse dalle teorie scientifiche, che dovranno perciò essere esaminate mediante altri metodi di controllo. Non si può escludere a priori dalla filosofia il dibattito sul mito e sulla religione solo perché non risponde ai criteri dell'osservazione empirica.

4. L'EPISTEMOLOGIA DI KUHN: UNA NUOVA IMMAGINE DELLA RICERCA SCIENTIFICA

La lettura del libro di Kuhn *La struttura delle rivoluzioni scientifiche* può risultare molto complessa per uno studente per l'elevato numero di citazioni e riferimenti ad autori del Novecento che non vengono studiati normalmente negli anni del liceo. Ciò non toglie che sia possibile semplificare le informazioni date da Kuhn per poter decifrare, almeno in linee generali, quale fu la portata epocale del suo libro, che rivoluzionò la nostra forma di intendere lo sviluppo scientifico e il nostro modo di guardare alla storia della scienza del passato.

L'immagine della scienza che ancora oggi domina l'opinione comune è costituita essenzialmente da un organico insieme di teorie, di metodi e fatti quali sono esposti dalle tipiche lezioni sintetiche dei manuali che presentano le varie discipline di cui trattano considerandole come acquisizioni in certo senso irreversibili, via via raggiunte dallo sviluppo scientifico. Queste costellazioni di teorie, di metodi e di dati di fatto, sono per lo più viste come *acquisizioni guadagnate mediante un processo di incremento organico e sistematico e mediante una accumulazione progressiva e costante*. «Allo storico che si occupa dello sviluppo scientifico -scrive Kuhn- sembrano quindi presentarsi due compiti principali. Da un lato, egli deve determinare da parte di chi ed in quale momento ciascun fatto, legge o teoria della scienza contemporanea fu scoperto o inventato. Dall'altro lato, deve

descrivere e spiegare la congerie di errori, miti e superstizioni che hanno ostacolato un più rapido accumularsi degli elementi costitutivi dei testi scientifici moderni. Molte ricerche sono state dirette verso questi scopi, ed alcune lo sono tuttora».

Ma la scienza si sviluppa veramente secondo un processo di incrementi, ossia *per successive ed organiche accumulazioni sistematiche delle singole scoperte e invenzioni*? Le dottrine del passato che sono state abbandonate nel corso dell'evoluzione delle scienze, sono veramente solo «errori» e «superstizioni», oppure, se vengono considerate nel loro contesto, non sono *meno scientifiche* di quelle ritenute oggi valide? Le dottrine che sono state abbandonate, sono, appunto perché abbandonate, in linea di principio ormai sprovviste di valore scientifico?

La risposta di Kuhn risulta decisiva e veramente innovatrice: *la scienza non si sviluppa in modo lineare, con sistematici incrementi, bensì attraverso vere e proprie «rivoluzioni scientifiche»*. Che cosa sono, esattamente, le «rivoluzioni scientifiche»? E qual è la loro struttura essenziale? Secondo quali direttive si svolgono? Quali sono le loro finalità? E, inoltre, quali sono gli atteggiamenti delle comunità scientifiche nei confronti delle rivoluzioni?

Nel rispondere a questi problemi, da cui emerge la nuova immagine della scienza, Kuhn impernia il suo discorso su sei concetti fondamentali:

(1) la struttura di base di ogni discorso scientifico viene definita «**paradigma**», il paradigma fornisce agli scienziati i *modelli* per la formulazione dei problemi e per le soluzioni dei medesimi nei vari ambiti di ricerche;

(2) la «**scienza normale**» è la fase tipica delle ricerche, che consiste nei tentativi sistematici di far rientrare e sistematizzare vari fenomeni, afferenti ad una determinata scienza, nel casellario fornito da un determinato «paradigma» in quel momento accolto concordemente dagli scienziati interessati a quelle tematiche;

(3) la scienza normale diventa invece «**scienza straordinaria**» quando vengono riscontrate varie «anomalie» sperimentali che non si possono far rientrare nel quadro del «paradigma» dominante, mettendo in crisi le convinzioni tradizionali;

(4) la «**rivoluzione scientifica**», è il complesso passaggio della comunità scientifica da teorie prima ritenute basilari a teorie nuove *non compatibili con quelle*, ossia il concetto di «rivoluzione scientifica» è da intendersi come l'inizio di un «mutamento di paradigma»;

(5) il concetto secondo cui gli scienziati accolgono nuovi paradigmi per ragioni che sono in un certo senso meta-logiche, ossia per una sorta di «**conversione**», promossa da una «fede», ossia da una fiduciosa aspettativa che il nuovo «paradigma» sarà capace di risolvere problemi che i vecchi «paradigmi» non hanno potuto risolvere;

(6) il concetto secondo cui **il progresso scientifico non si dirige verso un fine predeterminato, bensì si sviluppa secondo le scelte che si accordano con la maniera ritenuta più adatta al fine di praticare la scienza e di farla precedere.**