

Federico Laudisa
Università di Milano-Bicocca

LA SCIENZA, LA TECNOLOGIA E LE LORO IMMAGINI

*

L'immagine di scienza e la Rivoluzione scientifica

Immagini della scienza e filosofia della scienza

Immagini della scienza e della tecnologia

*

Un'analisi filosofica dell'immagine di scienza è importante non soltanto come problema teorico, ma anche come contributo alla valorizzazione del significato culturale generale dell'impresa scientifica e tecnologica - attualmente messo a rischio da atteggiamenti irrazionalistici e antiscientifici - e il ruolo che la didattica della scienza può svolgere in questo senso è centrale.

L'IMMAGINE MODERNA DI SCIENZA

E LA RIVOLUZIONE SCIENTIFICA

*

L'immagine moderna di scienza come indagine sistematica dei fenomeni naturali e ad alto contenuto matematico-formale emerge con la Rivoluzione scientifica (secoli XVI e XVII), a partire dalla quale diventa sempre più netta la distinzione tra scienze e altre forme di cultura.

Tra il 1542 e il 1687 vengono pubblicate, tra le altre, le opere fondamentali di Vesalio, Copernico, Keplero, Galilei, Cartesio, Harvey, Gilbert, Huygens, Newton, Leibniz, Pascal, Boyle, Hooke.

Il carattere effettivamente *rivoluzionario* si deve all'introduzione di un modo radicalmente nuovo di analizzare i fenomeni naturali, che non deriva dall'accumulazione di fatti ed esperienze precedenti ma che si configura piuttosto come un autentico rovesciamento di prospettiva.

Gli scienziati e i filosofi del XVII secolo sono consapevoli della *novità* delle loro indagini e dei loro risultati: l'aggettivo "nuovo" ricorre in centinaia di testi filosofici e scientifici di quel secolo: il *Nuovo organo* di Bacone, la *Nuova astronomia* di Keplero, i *Discorsi e Dimostrazioni intorno a due nuove scienze* di Galileo e molti altri.

Il sapere scientifico ha acquisito alcune caratteristiche a partire dalla Rivoluzione scientifica che sono rilevanti anche da un punto di vista epistemologico:

- Integrazione della componente EMPIRICA e della componente LOGICO-MATEMATICA della scienza, che nel passato erano state tenute largamente distinte. Un'applicazione sempre più estesa della matematica ai fenomeni naturali viene resa possibile dalla nuova disposizione - sia pure embrionale - alla MODELLIZZAZIONE e all'ASTRAZIONE.
- Centralità del concetto di ESPERIMENTO, inteso come COSTRUZIONE ARTIFICIALE - sia essa puramente mentale o concretamente realizzabile - e mirato a indagini specifiche (stretta connessione con la capacità di modellizzazione e di astrazione di cui sopra).
- Carattere PUBBLICO dell'impresa scientifica e rifiuto di una concezione ermetica e "sacerdotale" del sapere (ruolo contrapposto di Università da una parte e Accademie e libere istituzioni scientifiche dall'altra).
- Nuova valutazione del significato e dell'importanza della TECNICA per la scienza: dall'insieme di pratiche e osservazioni accumulato nelle varie tecniche è possibile trarre elementi di conoscenza del mondo naturale che non è possibile in alcun modo ricavare dalla sola lettura dei libri.

Galileo Galilei (1564-1642) →

Dalla ricerca *esclusiva* delle CAUSE alla ricerca delle LEGGI

“Non mi par tempo opportuno d'entrare al presente nell'investigazione della causa dell'accelerazione del moto naturale, intorno alla quale da vari filosofi varie sentenze sono state prodotte [...] le quali fantasie, con altre appresso, converrebbe andare esaminando e con poco guadagno risolvendo. Per ora

basta al nostro Autore che noi intendiamo che egli ci vuole investigare e dimostrare alcune passioni di un moto accelerato (*qualunque si sia la causa della sua accelerazione*)

Discorsi e dimostrazioni intorno a due nuove scienze (1638)

Sostituzione dell'immagine di *cosmo* ordinato qualitativamente con l'immagine di uno spazio astratto e indifferenziato, al quale può essere applicata la matematica → MATEMATIZZAZIONE DEL MONDO NATURALE

“La scomparsa - o distruzione - del *cosmos* indica che il mondo della scienza, il mondo reale, non è più visto o concepito come un tutto finito e ordinato gerarchicamente, cioè qualitativamente e ontologicamente differenziato, bensì come un universo aperto, indefinito e anche infinito, tenuto insieme non dalla sua struttura immanente, ma soltanto dall'identità dei suoi contenuti e leggi fondamentali. [...] Un universo nel quale la fisica celeste e la fisica terrestre vengono identificate e unificate, nel quale astronomia e fisica diventano interdipendenti e strettamente connesse a motivo della loro comune subordinazione alla geometria.”

A. Koyré, *Il significato della sintesi newtoniana*, in *Studi newtoniani*, Einaudi 1972, p. 7.

Nella cultura del tempo, la Rivoluzione scientifico determinò anche un senso di smarrimento e di perdita delle certezze. Scriveva nel 1611 il poeta inglese John Donne:

La nuova filosofia richiama tutto in dubbio
l'elemento Fuoco è per intero spento,
il Sole è perduto e la Terra; e in nessun uomo
la mente gli insegna più dove cercarla.
Spontaneamente gli uomini confessano
che è consumato questo mondo,
quando nei pianeti e nel firmamento

cercano in tanti il nuovo. E vedono che il mondo è sbriciolato ancora nei suoi atomi.

Tutto va in pezzi, ogni coerenza è scomparsa, ogni giusta provvidenza, ogni relazione: principe, suddito, padre, figlio son cose dimenticate, perché ogni uomo pensa di essere riuscito, da solo, a essere una Fenice.

“Vi è tuttavia qualcosa di cui Newton - e non solo Newton, ma la scienza moderna in generale - può ancora essere ritenuto responsabile: l’aver spaccato il mondo in due. La scienza moderna abbatté le barriere che separavano cielo e terra unificando l’universo. Ma essa realizzò tale unificazione sostituendo al nostro mondo delle qualità e delle percezioni sensibili, il mondo che è il teatro della nostra vita, delle nostre passioni e della nostra morte, un altro mondo, il mondo della quantità, della geometria reificata, nel quale, sebbene vi sia posto per ogni cosa, non vi è posto per l’uomo. Così il mondo della scienza - il mondo reale - divenne estraneo e si differenziò profondamente da quello della vita che la scienza non era stata capace di spiegare, neppure definendolo «soggettivo».”

A. Koyré, *Il significato della sintesi newtoniana*, in *Studi newtoniani*, Einaudi 1972, p. 26.

IMMAGINI DELLA SCIENZA E FILOSOFIA DELLA SCIENZA

Problema dell’esistenza di un’immagine della scienza che viene presupposta, spesso tacitamente, nella didattica scientifica: occorre dunque essere consapevoli della portata EPISTEMOLOGICA di tali presupposti

La filosofia della scienza può essere concepita come analisi dei metodi, dei contenuti concettuali e delle implicazioni filosofiche delle scienze. Essa ha due componenti fondamentali, che non sempre possono essere nettamente distinte.

Una componente *EPISTEMICA*, che si sviluppa mediante l'analisi delle possibili *giustificazioni* della conoscenza scientifica. Assumendo che la scienza sia una forma di conoscenza (secondo alcuni la più alta), come è possibile *giustificare* la fondatezza delle sue affermazioni? In questo tipo di analisi, applicabile in linea di principio a qualsiasi scienza particolare, diventano rilevanti anche la logica e la filosofia del linguaggio.

Una componente *METAFISICA*, che si sviluppa mediante l'analisi di specifiche RAPPRESENTAZIONI DEL MONDO elaborate dalle singole scienze. Tali rappresentazioni influiscono poi a loro volta su nozioni e questioni filosofiche tradizionali (spazio, tempo, identità, causalità, rapporto mente/corpo, ecc.).

In relazione al problema dell'immagine di scienza che si trasmette nella didattica, una nozione che è utile considerare nel suo sviluppo epistemologico novecentesco è la nozione generale di TEORIA SCIENTIFICA.

EMPIRISMO LOGICO (o NEOPOSITIVISMO): movimento filosofico europeo nato negli anni Venti del XX secolo intorno al *Circolo di Vienna* (Moritz Schlick, Rudolf Carnap, Otto Neurath, Hans Hahn) e al *Circolo di Berlino* (Hans Reichenbach, Carl Gustav Hempel).

L'empirismo logico è alla base della nascita della filosofia della scienza come disciplina autonoma:

“Sviluppare una filosofia della natura deve perciò rimanere prerogativa di un gruppo particolare di studiosi come quello recentemente emerso, un gruppo di studiosi che da un lato padroneggia le tecniche della scienza matematica e dall’altro non ne viene schiacciato al punto da perdere la sua prospettiva filosofica a favore dei dettagli. Come infatti la contemplazione filosofica può inibire il coraggio dimostrato dallo scienziato nelle sue indagini, così la ricerca specialistica può limitare le capacità di interpretazione filosofica. Il rimprovero mosso dai filosofi, secondo il quale agli scienziati manca una comprensione dei problemi filosofici non è meno giustificato di quello mosso dall’altro versante, che addebita ai filosofi la mancanza di una comprensione dei problemi scientifici.”

H. Reichenbach, *Filosofia dello spazio e del tempo* (1927)

“Alcuni filosofi hanno messo in guardia contro la tentazione di tracciare una linea di demarcazione troppo netta fra il lavoro dello scienziato in un dato campo e quello del filosofo della scienza che si interessa allo stesso campo e, in un certo senso, questo ammonimento è esatto. Anche se l’attività dello scienziato empirico e quella del filosofo della scienza devono sempre essere mantenute distinte, in pratica i due campi di attività si sovrappongono e si mescolano. Un fisico viene portato costantemente dalla sua stessa ricerca a porsi questioni metodologiche. Che tipi di concetti devo usare? Quali regole governano questi concetti? E con quali metodi logici essi vanno definiti? Come posso collegare i concetti in enunciati e questi ultimi in un sistema logicamente connesso, ossia in una teoria? A domande come questo tipo egli deve rispondere come filosofo della scienza: evidentemente non possono ricevere risposta sulla base di procedure empiriche. D’altra parte è impossibile fare un buon lavoro in filosofia della scienza senza avere una notevole dimestichezza con i risultati empirici della scienza. [...] Se uno studioso di filosofia della scienza non dispone di una conoscenza dettagliata di una scienza, egli non potrà neppure sollevare questioni significative intorno ai metodi e ai concetti di quella scienza.”

R. Carnap, *I fondamenti filosofici della fisica* (1966)

LE TEORIE SCIENTIFICHE SECONDO L'EMPIRISMO LOGICO:

ELEMENTI FONDAMENTALI

- Netta distinzione tra il piano dell'OSSERVAZIONE e piano della TEORIA e primato del primo sul secondo.

→ Posizione EMPIRISTA nella teoria della conoscenza presupposta: l'origine di ogni conoscenza risiede nell'ESPERIENZA. Esiste un livello fondamentale e non ulteriormente analizzabile, quello dei DATI OSSERVATIVI, a partire dal quale una teoria scientifica può essere costruita e successivamente sviluppata.

- Forte attenzione alla struttura logico-assiomatica e deduttiva delle teorie.

→ Distinzione tra CONTESTO DELLA SCOPERTA e CONTESTO DELLA GIUSTIFICAZIONE: la filosofia della scienza deve occuparsi principalmente del secondo.

In una formula:

EMPIRISMO LOGICO =

DAVID HUME (1711-1776) + LOGICA MATEMATICA

“Tutti gli oggetti della ragione e della ricerca umane si possono naturalmente dividere in due specie, cioè *relazioni tra idee e materia di fatto*. Alla prima specie appartengono le scienze della geometria, dell’algebra e dell’aritmetica; e, in breve, qualsiasi affermazione che sia certa, sia intuitivamente che dimostrativamente. Che il quadrato dell’ipotenusa sia uguale al quadrato dei due cateti è una proposizione che esprime una relazione tra queste figure [...] Proposizioni di questa specie si possono scoprire con una semplice operazione del pensiero, senza dipendenza alcuna da qualche cosa che esista in qualche parte dell’universo. Anche se non esistessero in natura cerchi o triangoli, le verità dimostrate da Euclide avrebbero sempre la loro certezza ed evidenza.

Le materie di fatto, che sono la seconda specie di oggetti dell’umana ragione, non si possono accertare nella stessa maniera, né l’evidenza della loro verità, per quanto grande, è della stessa natura della precedente. Il contrario di ogni materia di fatto è sempre possibile, perché non può mai implicare contraddizione e viene concepito dalla mente con la stessa facilità e distinzione che se fosse conforme a realtà. *Il sole non sorgerà domani* è una proposizione non meno intelligibile e non implica più contraddizione dell’affermazione che *il sole sorgerà*.

D. Hume, *Ricerca sull’intelletto umano* (1758)

SVOLTA TEORICA DEGLI ANNI '50: CRITICA ALL'APPROCCIO *INDUTTIVO* ALLE
TEORIE SCIENTIFICHE, TIPICO DELL'EMPIRISMO LOGICO

L'OSSERVAZIONE NON HA IL PRIMATO SULLA TEORIA,
MA È ESSA STESSA IL 'PRODOTTO' DI UNA TEORIA:
I DATI NON SONO PRIMITIVI, MA SONO 'CARICHI DI TEORIA'.

- NORWOOD R. HANSON, *I modelli della scoperta* (1958)

“Una teoria non si forma accostando i dati frammentari di fenomeni osservati: essa è piuttosto ciò che rende possibile osservare i fenomeni come appartenenti a una certa categoria e come connessi con altri fenomeni. Le teorie organizzano i fenomeni in sistemi.” (p. 109)

Analoga con la PSICOLOGIA DELLA FORMA (*GestaltPsychologie*), scuola psicologica nata in Germania nel 1912 e fortemente antiempirista: l'esperienza percettiva è costituita da processi dinamici organizzati secondo principi strutturali autonomi.

L'atto percettivo non è costituito da una somma di dati sensoriali, ma risulta una totalità strutturata. (Es.: le figure “ambigue”)

“Consideriamo Keplero: immaginiamo che egli si trovi su una collina e che osservi il sorgere del Sole in compagnia di Tycho Brahe. Keplero considerava il Sole fisso: era la terra a muoversi. Tycho seguiva invece Tolomeo e Aristotele, almeno riguardo all’opinione che la Terra fosse fissa al centro e che tutti gli altri corpi celesti orbitassero attorno ad essa. *Keplero e Tycho Brahe vedono la medesima cosa quando osservano il sorgere del Sole?* [...]

Keplero e Tycho sono rispetto al Sole nella medesima situazione nella quale noi ci troviamo nei confronti della figura ambigua. Gli elementi delle loro esperienze sono identici, ma la loro organizzazione concettuale è enormemente diversa. C’è dunque un senso in cui il semplice fatto di vedere è in realtà un’impresa «carica di teoria». L’osservazione di x è condizionata dall’anteriore conoscenza di x . Le osservazioni sono influenzate anche dal linguaggio o dalla notazione usati per esprimere ciò che sappiamo, senza i quali noi potremmo riconoscere ben poco come conoscenza.”

HANSON, *I modelli della scoperta* (1958)

THOMAS S. KUHN, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche* (1962)

Le teorie scientifiche sono costruzioni concettuali che non vengono sviluppate per via induttiva a partire dai dati e successivamente perfezionate per via deduttiva.

Esse crescono all'interno di *paradigmi*, cioè sistemi di riferimento concettuali che forniscono ai membri delle comunità scientifiche una serie di nozioni, tecniche e valori condivisi con i quali lavorare.

“Coloro la cui ricerca si basa sui paradigmi condivisi dalla comunità scientifica si impegnano ad osservare le stesse regole e gli stessi modelli nella loro attività scientifica. Questo impegno e l'evidente consenso che esso produce sono requisiti indispensabili per una *scienza normale*, ossia per la genesi e il mantenimento di una particolare tradizione di ricerca.”

Le teorie scientifiche si sviluppano ed evolvono attraverso una successione di periodi 'normali' e di periodi 'straordinari' o 'di crisi', nei quali la comunità scientifica non riesce a venire a capo di un'anomali emersa nell'applicazione del paradigma.

Una crisi profonda può condurre alla modifica radicale o addirittura all'abbandono di un paradigma fino ad allora condiviso: siamo allora in presenza di una *rivoluzione* scientifica, in seguito alla quale il posto del paradigma prima consolidato viene preso da un paradigma nuovo, normalmente incompatibile con il precedente.

“Ogni rivoluzione scientifica ha reso necessario l'abbandono da parte della comunità di una teoria scientifica un tempo onorata, in favore di un'altra incompatibile con essa; ha prodotto di conseguenza un cambiamento dei

problemi da proporre all'indagine scientifica e dei criteri secondo i quali la professione stabiliva che cosa si sarebbe dovuto considerare come un problema ammissibile o come una soluzione legittima ad essa. Ogni rivoluzione scientifica ha trasformato l'immaginazione scientifica in un modo che dovremmo descrivere in ultima istanza *come una trasformazione del mondo entro il quale veniva fatto il lavoro scientifico.*”

Questa posizione comporta almeno tre conseguenze:

- Maggiore attenzione alla dimensione storica delle teorie scientifiche.
- Concezione dell'evoluzione scientifica come processo generalmente *non cumulativo*: ogni mutamento scientifico rivoluzionario comporta una radicale riorganizzazione della conoscenza già disponibile e dunque non sempre, nel corso del progresso scientifico, le nuove teorie generalizzano le vecchie riducendole a casi particolari.
- Limiti alle possibilità di confrontare teorie successive e problema dell'*incommensurabilità*.

“In periodi di rivoluzione, quando la tradizione della scienza normale muta, la percezione che lo scienziato ha del suo ambiente deve essere rieducata: in alcune situazioni che gli erano familiari deve imparare a vedere una nuova *Gestalt*. Dopo di che, il mondo della sua ricerca gli sembrerà, in varie parti, incommensurabile con quello in cui era vissuto prima. È questa un'altra ragione per cui tra scuole guidate da paradigmi differenti sorgono sempre delle incomprensioni.”

Incommensurabilità →

Problema della *verità*, del *realismo* e dello scopo della scienza

REALISMO

Lo scopo della scienza è quello di darci una storia vera in senso letterale su come è il mondo.

ANTIREALISMO (o STRUMENTALISMO)

Lo scopo della scienza è soltanto quello di produrre spiegazioni empiricamente adeguate, che ci permettano cioè di spiegare e predire i fenomeni.

→ Enfasi sulla nozione di MODELLO: l'interpretazione della scienza come costruzione di modelli mette in evidenza più la sua componente epistemica che non quella ontologica.