

Franco Giudice

STORIOGRAFIA E IMMAGINI DELLA SCIENZA

INTRODUZIONE

Scienza, filosofia della scienza e didattica sono uniti da uno stretto legame. Ogni didattica relativa alla scienza ha, come punto d'inizio, una precisa immagine della scienza, un determinato modo di guardare all'oggetto scienza. La descrizione dell'impresa scientifica è sempre connessa ad una "filosofia della scienza", che concepisce la scienza in una prospettiva piuttosto che in un'altra.

Assumendo il punto di vista del *metadiscorso* (cioè: riflessione, discorso, sulla scienza) è possibile dar conto delle principali immagini che si sono date della scienza. In questo modo risulterà anche più esplicita l'esigenza di un ipertesto multimediale.

L'EMPIRISMO LOGICO: DAL PRINCIPIO DI VERIFICAZIONE ALLA CONFERMA

Nella prima metà del XX secolo la filosofia della scienza è stata dominata dall'empirismo logico (o: neopositivismo).

L'empirismo logico prende le mosse dal cosiddetto Circolo di Vienna, il cui programma viene enunciato da Hans Hahn, Otto Neurath e Rudolf Carnap in uno scritto del 1929, *La concezione scientifica del mondo*. Gli empiristi logici vogliono promuovere una visione scientifica del mondo e intendono realizzare una scienza unica, che sia onnicomprensiva delle conoscenze sulla realtà. La scienza, per loro, è una sola: la scienza della realtà empirica.

Ciò che caratterizza, fin dalle origini, il Circolo di Vienna è il rifiuto della "metafisica", termine che compendia gran parte della filosofia tradizionale. Il programma del movimento può essere enucleato, sinteticamente, in tre punti: i) antimetafisicismo; ii) empirismo; iii) logica matematica. Nella ricerca di un criterio di demarcazione tra metafisica e scienza (cioè: tra termini come cosa in sè, idea, essere, ecc. e vere e proprie proposizioni scientifiche), gli empiristi logici hanno utilizzato gli strumenti della logica (Peano, Frege, Russell e soprattutto Wittgenstein) per costruire un linguaggio che fosse in grado di espungere la metafisica dalla scienza.

La dottrina fondamentale dell'empirismo logico è una teoria del linguaggio, anzi, più propriamente, un'analisi del linguaggio nei suoi

rapporti con l'esperienza. Ad iniziare questo tipo di critica del linguaggio fu Ludwig Wittgenstein, per il quale una proposizione è un'immagine di uno "stato di cose" effettuale. La proposizione e il fatto devono avere la stessa forma logica, in quanto fra realtà empirica e proposizione esiste soltanto una coordinazione. Da questo punto di vista, per Wittgenstein, non esiste l'inconoscibile, ma solo l'indicibile. Tutto ciò che non è rappresentazione in un linguaggio di una cosa di fatto non si può dire, non appartiene al suo universo, ma al suo limite: i limiti del linguaggio sono anche i limiti della conoscenza. Una proposizione ha senso quando ogni sua parte ha un significato, cioè si può porre in corrispondenza con un oggetto (ossia: una cosa). Quindi, le proposizioni metafisiche non sono false, ma più semplicemente *non hanno senso*.

E' in questa prospettiva che Schlick elabora la teoria del significato dell'empirismo logico, anche se l'esposizione più esaustiva della teoria si trova nell'opera di Carnap, *La costruzione logica del mondo* (1928). Il significato di una proposizione è dato dalle condizioni della sua *verificazione* (*Principio di verificazione*): una proposizione è significativa se, e solo se, c'è un metodo empirico per decidere se è vera o falsa. Se un tale metodo non si dà, allora si tratta di una pseudo-proposizione insignificante.

Il problema che si presentava agli empiristi logici, a questo punto, era il seguente: le leggi scientifiche, enunciate sotto la forma di proposizioni universali, non possono essere verificate in maniera definitiva da un qualsiasi insieme finito di asserti osservabili. La soluzione di Schlick consisteva nel considerare le "leggi scientifiche" non come proposizioni, in quanto è impossibile verificarle per tutti i casi, ma come un sistema "regolativo" utile allo scienziato per affrontare i problemi futuri. Questa posizione, che di fatto non intaccava la posizione originaria del Circolo di Vienna, suscitò una serie di dubbi, che incentivarono un superamento del principio di verificazione.

Nell'opera *Controllabilità e significato* (1936-1937) Rudolf Carnap riconosce che la verificazione assoluta nella scienza è pressoché impossibile. Bisogna, di conseguenza, cambiare il criterio di significanza; il principio di verificazione va sostituito con il concetto di *conferma*: una proposizione è significativa se, e solo se, è confermabile. Il criterio di verificabilità delle proposizioni consta solo di conferme gradualmente crescenti. Così, l'accettazione o il rifiuto di una proposizione dipende dalla decisione *convenzionale* di considerare un determinato *grado di conferma* della proposizione come sufficiente o non sufficiente.

IL FALSIFICAZIONISMO DI POPPER

Karl Popper con la sua opera *Logica della scoperta scientifica* (1935),

opponendosi al verificazionismo e all'induttivismo dei neopositivisti, propose una visione della scienza caratterizzata da un forte atteggiamento critico. Una teoria della conferma, così come era stata assunta dagli empiristi logici, non ha alcun diritto di cittadinanza nella filosofia della scienza; per Popper, non esiste alcun procedimento induttivo attraverso cui le teorie scientifiche sono confermate.

Il principale problema della filosofia della scienza, secondo Popper, è quello della *demarcazione*, cioè: trovare un criterio che consenta di poter distinguere le teorie scientifiche dalla metafisica e dalla pseudo-scienza.

Partendo dalla premessa che le proposizioni scientifiche non possono essere verificate, Popper cerca di ricostruire la logica della scienza in un modo tale che, per valutare le asserzioni scientifiche, sia sufficiente la sola logica deduttiva. Si ha, così, un nuovo criterio di demarcazione. Mentre non è possibile inferire una proposizione universale da una serie di asserti osservativi, è possibile invece dedurre altre proposizioni da proposizioni universali. In particolare: da proposizioni universali, corredate di opportuni asserti sulle condizioni iniziali e su quelle al contorno, si possono dedurre asserti osservativi. Se si può mostrare, attraverso l'esperienza, che uno degli asserti osservativi dedotti è falso, ne consegue, deduttivamente, tramite il *modus tollens*, che anche la proposizione universale in questione è falsa.

Tra verità e falsità c'è una sorta di asimmetria: nessun asserto scientifico può essere provato come vero, ma alcuni asserti possono essere provati falsi. Su questa base, Popper propone il suo nuovo criterio di demarcazione: una proposizione è scientifica solo se può essere *falsificata* dall'esperienza. La scienza è definita da questa falsificabilità. E' il fatto che gli asserti possono essere provati falsi, ma non lo sono ancora stati, che dà agli asserti accettati il loro valore. Ciò che contraddistingue le teorie scientifiche è la caratteristica logica di essere deduttivamente falsificabili.

Sebbene, per Popper, la scoperta di casi che si accordino con le predizioni di una teoria non confermi la stessa teoria, ciò non comporta come conseguenza che questi casi siano irrilevanti circa la valutazione della teoria; questi casi, in date circostanze, hanno una funzione corroborante. Ogniqualvolta una teoria scientifica supera un controllo viene corroborata; e ciò avviene ogniqualvolta un'osservazione, il cui esito avrebbe potuto confutare la teoria, non riesce a farlo.

Nella prospettiva di Popper la storia della scienza si dispiega come un intreccio il cui ordito e la cui trama sono costituiti da una serie di congetture e confutazioni. Lo scienziato non farebbe altro che proporre delle congetture, ipotesi senza alcun fondamento logico, per cercare di confutarle. Il processo di confutazione consiste nella deduzione di asserti osservativi dalla nostra teoria; deducendo poi la falsità delle nostre congetture, allorché si mostri che i risultati osservativi previsti non si sono verificati. La scienza ha soltanto una logica: la logica deduttiva. Tutto ciò che non può essere compreso e penetrato dall'analisi logica va escluso dalla logica della scienza. Il filosofo della scienza, a parere di Popper, si deve occupare solo di "logica della conoscenza". Gli altri fattori, che possono far parte della ricerca scientifica, sono a-logici e quindi privi di interesse per il filosofo della scienza, essi tuttavia possono essere oggetto di studio di altre discipline come la psicologia o la sociologia.

KUHN E L'EPISTEMOLOGIA DEI PARADIGMI

La possibilità di comprendere razionalmente il mutamento scientifico è stata messa in discussione da vari autori, come, per es., Hanson e Toulmin. Si è evidenziato come il

passaggio da una teoria ad un'altra comporta tanti e tali mutamenti nelle concezioni del mondo, nelle abitudini linguistiche, negli atteggiamenti psicologici, da rendere inevitabilmente fallimentare ogni tentativo di comprendere tutti questi sconvolgimenti entro un modello di razionalità scientifica che si occupi soltanto di nessi logico-matematici e di procedure sperimentali. Questa critica all'impostazione popperiana, ma anche a quella della tradizione neopositivistica, è stata formulata con un certo successo nel 1962 da Kuhn nell'opera *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, confrontando le questioni epistemologiche con le indicazioni fornite dalla storia della scienza.

Nell'ottica di Kuhn una scienza specifica, che abbia cioè una sua configurazione, segue questo itinerario: *scienza normale-crisi-scienza straordinaria-rivoluzione-nuova scienza normale*.

La "scienza normale" è conservatrice, in quanto è un'attività che fa riferimento sempre agli stessi principi. Si tratta di un'attività che si concretizza nella risoluzione di rompicapo (*puzzle*), secondo due linee ben precise: i) estendere le tecniche che hanno successo; e ii) eliminare i problemi sussistenti. In un dato momento, però, insorgono delle *anomalie* che le tecniche in uso non riescono a controllare. L'impossibilità di far fronte a queste anomalie ingenera un periodo di *crisi*, detto di *scienza straordinaria*, che può essere superata solo con un ripensamento *ex novo* dei dati. Questo ripensamento dà luogo ad una *rivoluzione*.

Ciò che contraddistingue una scienza normale è un *paradigma*. Questo termine ha, in Kuhn, due significati essenziali: i) *il paradigma come conquista o risultato scientifico* (questo è il modo accettato per risolvere i problemi, che vengono poi utilizzati come modelli dai futuri ricercatori); ii) *il paradigma come insieme di valori condivisi* (cioè: tutto l'insieme di criteri, metodi e generalizzazioni condivisi da quegli scienziati educati a portare avanti la loro ricerca sul modello del paradigma nella prima accezione). Questi due tipi di paradigmi sono trasmessi dalla *comunità scientifica* che «consiste di coloro che condividono un certo paradigma»: un gruppo di scienziati che in contatto tra di loro, si scambiano gli articoli e che soprattutto discriminano tra i problemi proposti per lo studio.

La rivoluzione, ossia il passaggio da un paradigma ad un altro, ha luogo allorché emergono nuovi risultati, che danno l'opportunità di prendere in considerazione le cose in modo nuovo e diverso. Questi nuovi risultati o dati creeranno poi, a loro volta, nuovi problemi.

Un corpo di conoscenza, con il suo paradigma, non può essere comparato con un altro corpo di conoscenza, che fa capo esso stesso ad un altro paradigma, in quanto i concetti astratti, spesso, vengono spiegati dai ruoli che svolgono nella teorizzazione: «noi potremmo non essere in grado di confrontare i concetti di fasi successive di una scienza». Tra diverse teorie, per Kuhn, c'è *incommensurabilità*. A rigore, quindi, la scienza non è cumulativa e per il semplice motivo che sono i paradigmi, in entrambe le accezioni, a determinare le domande e le risposte appropriate. Con l'emergere di un nuovo paradigma, ad es., domande un tempo considerate importanti possono risultare anche inintelligibili.

Il passaggio da un vecchio paradigma ad uno nuovo, e l'adozione di quest'ultimo, può essere 'brusco', poiché implica un nuovo modo di vedere un qualche aspetto del mondo. Un paradigma e la teoria ad esso connessa danno luogo a modi diversi di "vedere il mondo". Una rivoluzione scientifica, la sostituzione di un paradigma con un altro, è un vero e proprio *riorientamento gestaltico*.

L'ANARCHISMO METODOLOGICO

I modelli di razionalità scientifica proposti dalla filosofia della scienza novecentesca sono stati presi di mira da Paul Karl Feyerabend. La tesi principale di questo filosofo della scienza afferma che non esiste alcuna regola metodologica che abbia una portata universale ed un valore cogente. La pretesa di distinguere fra forme di comportamento razionale e irrazionale, scientifico e non scientifico, sulla base di regole metodologiche, anzi, è priva di qualsiasi fondamento. La scienza, di fatto, procede in modi molteplici, utilizzando le più varie strategie, a volte, perdipiù, in modo stridente con le più accreditate regole metodologiche degli epistemologi. Per Feyerabend, l'unico atteggiamento metodologico che si possa accettare di scienza è quello anarchico: ogni metodologia in determinate circostanze può rivelarsi utile ed efficace.

Da queste premesse (ossia: che le vie del procedere scientifico sono molteplici; che le idee più bizzarre talvolta possono rivelarsi le più utili) ne segue che l'impresa scientifica non è appannaggio soltanto degli specialisti, ma è un'impresa a cui tutti possono concorrere. Secondo Feyerabend, poiché non esiste alcun criterio di scientificità, è impossibile distinguere in maniera netta la scienza dalla magia, né tanto meno fra le scienze accettate in Occidente e le forme di sapere in auge nelle popolazioni più primitive.

I 'PROGRAMMI DI RICERCA' DI LAKATOS

Le tesi di Popper, criticate sia da Kuhn che da Feyerabend, sono state rielaborate da Imre Lakatos, che ha utilizzato la nozione di "programma di ricerca".

Ogni scienziato lavora non su una teoria ma su un programma di ricerca, che è costituito, oltre che da una teoria, da una strategia di sviluppo. Precisamente un programma di ricerca è caratterizzato da un insieme di ipotesi scientifiche di grande importanza che non è possibile abbandonare senza sconvolgere da capo a fondo l'intero programma (il *nucleo*). La permanenza del nucleo rappresenta quel carattere di continuità che caratterizza molte fasi dello sviluppo scientifico, che era difficilmente comprensibile nel modello popperiano e che in quello di Kuhn era stato enfatizzato con la nozione di "scienza normale". Esiste poi un insieme di ipotesi di rango inferiore che possono essere modificate oppure rifiutate senza con questo alterare in profondità il programma; la loro modifica o il loro abbandono serve a proteggere il nucleo dalla confutazione e rappresentano perciò la cintura protettiva del programma. Parte integrante del programma sono poi alcune indicazioni metodologiche che stabiliscono come procedere nello sviluppo del programma, cioè quali problemi affrontare, in quale ordine, come affrontarli (*euristica positiva*), quali mosse siano da evitare (*euristica negativa*).

La validità di questo modello epistemologico va argomentata attraverso un confronto con la storia della scienza. Per Lakatos la storia della scienza è il banco di prova dell'epistemologia: occorre studiare la storia alla luce dei vari modelli di razionalità rivali, determinando quali parti della storia siano ricostruzioni razionali, relegando nelle note in fondo pagina quanto della storia non rientra nel modello di razionalità scientifica che si sta impiegando. Nessun modello sarà in grado di permettere una ricostruzione razionale esaustiva, perché la storia non è mai puramente razionale, ma sarà da preferirsi quel modello di razionalità che consente ricostruzioni razionali di maggior estensione. Per Lakatos la metodologia dei programmi di ricerca è il modello di razionalità scientifica più potente di quelli finora proposti. All'interno della metodologia dei programmi di ricerca ha trovato spazio una nozione che era già presente in Popper, quella di *metafisica influente*. Mentre il neopositivismo logico distingue nettamente la scienza dalla metafisica, nel pensiero di derivazione popperiana viene rivalutato (in particolare da John Watkins e da Joseph Agassi)

il ruolo positivo delle metafisiche, in quanto suggeritrici di congetture scientifiche, nello sviluppo del pensiero scientifico.

UNA METODOLOGIA A QUATTRO COMPONENTI: L'IPERTESTO

Da questi approcci storiografici è scaturito un enorme interesse per la storia della scienza, che ha portato ad una serie di contributi di straordinaria importanza. Si è, però, accentuato, e per alcuni anni in maniera eccessiva, il peso della metafisica rispetto a quello della componente più specificamente scientifica. La metafisica, in questo modo, dall'essere completamente esclusa dai neopositivisti, ha preso per un certo periodo il sopravvento negli studi di storia e filosofia della scienza. Si ha avuto, quindi, da una parte, un grande sviluppo della storia delle idee - sulla linea di Lovejoy e Koyré - e, dall'altra, della sociologia della scienza e delle istituzioni scientifiche. Quest'ultimo orientamento è tutt'oggi vivo presso un gruppo di ricercatori - per es., Barnes, Shapin - dell'Università di Edimburgo, i quali tendono a sostenere che la valutazione di un corpo di conoscenza è del tutto relativa agli interessi di un gruppo sociale e minimizzano la possibilità di una razionalità oggettiva neutra rispetto ai valori. Su questa linea Shapin, opponendosi alla *wiggish historiography*, e sulla base di molteplici referenti culturali (sociologia storica della scienza, le concezioni di Fleck e Kuhn, l'antropologia sociale, il secondo Wittgenstein, Foucault, ecc.), ha additato un nuovo compito allo storico della scienza: la specificazione delle modalità grazie alle quali la conoscenza scientifica deve essere relata a quei diversi fattori ed interessi contestuali che la rendono possibile.

Anche se una rinnovata didattica delle scienze, che si vuole sottrarre alla falsa immagine di una scienza che proceda in maniera lineare e cumulativa, deve tener conto di queste tendenze storiografiche; di fronte all'analisi dei problemi "interni" e "duraturi" della storia della scienza, non si può invocare la semplice disamina delle cangianti influenze esterne. A questo riguardo è opportuno, anzi, prendere in considerazione altre indicazioni.

Lo storico della scienza Gerald Holton, per es., ha introdotto la nozione di «temi» per discutere strategie vaste e persistenti nella ricerca scientifica. Ciò permette di operare una separazione, ovviamente convenzionale, tra gli aspetti dinamici e quelli statici dell'impresa scientifica. Seguendo la schematizzazione di Holton, in un immaginario spazio x, y, z , la scienza "pubblica", quella dei manuali, si trova nel piano x, y , i cui assi rappresentano le componenti analitico-concettuali ed empiriche. L'asse z rappresenta, invece, i «temi» (o: tematiche), le metafisiche o credenze di fondo che guidano e orientano lo scienziato nel suo sforzo creativo quando la sua teoria non ha ancora raggiunto una sufficiente intersoggettività e, quindi, è ancora «privata».

Un'articolazione in senso più epistemologico, e filosoficamente più raffinata, del punto di vista espresso da Holton, si ricava dall'approccio neokantiano di Gerd Buchdahl. Questi prende in considerazione tre componenti interconnesse, e solo convenzionalmente separabili, dell'impresa scientifica: i) una *sistemica*, che concerne le idee regolative e il tipo di spiegazione preferita; ii) una *ontologica*, che fornisce qualche particolare schema concettuale; e, infine, iii) una *fenomenologica*, che riguarda il rilevamento, la selezione e la correlazione di dati osservativi e sperimentali, e la loro trasformazione attraverso vari "metodi".

Facendo riferimento a questo tipo di approccio, che permette di superare la dicotomia kuhnniana scienza normale/scienza straordinaria, nella realizzazione dell'ipertesto multimediale si è rivelato molto più utile una metodologia a quattro componenti: a) i *principi regolativi*, che hanno un valore euristico oltre che giustificativo; b) i *modelli concettuali*; c)

le *strutture matematiche* utilizzate; e d) le *pratiche sperimentali*.

L'analisi delle quattro componenti dell'impresa scientifica e della loro collocazione storica permette una vasta serie di riferimenti ad altre discipline. La transdisciplinarietà della scienza ed il suo carattere solo parzialmente autonomo emergono con chiarezza. I collegamenti tra storia della scienza e storia della filosofia, della tecnica, dell'economia, della religione e dello sviluppo sociale hanno d'altra parte un senso solo se stabiliti sulla base di ipotesi chiare ed esplicite e se danno luogo a risultati specifici tali da poter essere inseriti nel concreto delle teorie scientifiche in esame. La presentazione di memorie storiche originali e la riproposizione di esperimenti storici analizzati nel loro contesto culturale permettono, inoltre, di entrare nel vivo della ricerca dell'epoca, di capire la dinamica non univoca tra teoria ed esperimento, di rilevare le varie componenti che hanno contribuito a configurare una determinata teoria scientifica. Anche se il manuale mantiene il suo ruolo tecnico-professionale, il valore culturale della didattica viene grandemente accresciuto e l'insegnamento scientifico diviene, spontaneamente, transdisciplinare.

In questo modo, inoltre, è possibile mettere in grado gli studenti di realizzare consapevolmente *shifts* gestaltici nell'interpretazione di fenomenologie. Un processo denominato di *riduzione-realizzazione* è stato identificato come l'elemento conoscitivo fondamentale, capace di consentire il *gestalt shift*. L'applicazione pratica ha luogo con la presentazione di una fenomenologia sulla quale esercitare la riduzione, mentre la realizzazione viene conseguita con l'esplicitazione di una mappa concettuale a quattro componenti. Si realizza così, con l'utilizzazione di moderni approcci di *science education* (mappe concettuali), mediati dalla metodologia a quattro componenti, una simulazione didattica di un effettivo processo di ricerca scientifica.

L'ipertesto, così concepito, dà una visione più completa dell'impresa scientifica, in quanto riesce a cogliere i vari processi di *riduzione* e di *realizzazione* in una complessa interrelazione dove i risultati ottenuti non sono disgiunti dalla "creatività", e ciò è sintomatico dell'intrinseco rapporto con quella stessa *natura* che viene concettualizzata ed analizzata.