

FIGURE E PROBLEMI DELLA FILOSOFIA DELLA SCIENZA NEL NOVECENTO

A. I caratteri delle scienze formali, naturali e sociali

Il metodo ipotetico-deduttivo

Normalmente si ritiene che il metodo di analisi scientifica sia un processo “ipotetico-deduttivo”.
Di cosa si tratta?

Forse la più chiara esposizione del metodo galileiano si trova in un’operetta giovanile, il *Trattato della sfera* (1597) in cui vengono chiaramente distinti i quattro momenti dell’indagine naturale:

- 1) *l’osservazione* dei fenomeni, da cui prendere le mosse;
- 2) la formulazione di un’*ipotesi*, cioè di una supposizione generale sulla struttura dei fenomeni;
- 3) la *dimostrazione geometrica*, cioè la trasformazione dell’ipotesi in un modello matematico in grado di descrivere il processo indagato;
- 4) infine la *deduzione* di ulteriori proprietà osservabili dal modello costruito sull’ipotesi.

Quanto al metodo, costuma il cosmografo procedere nelle sue speculazioni con *quattro mezzi*: il primo de' quali contiene l'apparenze, dette altrimenti fenomeni; e questo altro non sono che l'osservazioni sensate, le quali tutto 'l giorno vediamo, come, per esempio, nascere e tramontare le stelle, oscurarsi ora il sole or la luna, e questa medesima dimostrarsi ora con corna, ora mezza, or tonda ed or del tutto stare ascosa, moversi i pianeti di moti fra loro diversi, e molte altre apparenze. Sono nel *secondo loco* l'ipotesi: e queste altro non sono che alcune supposizioni appartenenti alla struttura de gli orbi celesti, e tali che rispondino all'apparenze; come sarà quando, scorti da quello che ci apparisce, supporremo il cielo essere sferico, muoversi circolarmente, partecipare di moti diversi; la terra essere stabile, situata nel centro. Seguono poi, nel *terzo luogo*, le dimostrazioni geometriche; con le quali per le proprietà de' cerchi e delle linee rette, si dimostrano i particolari accidenti, che all'ipotesi conseguiscono. E finalmente, quello che per le linee s'è dimostrato, con operazioni aritmetiche *calcolando*, si *riduce e distribuisce in tavole*, dalle quali senza fatica possiamo poi ad ogni nostro beneplacito ritrovare la disposizione de' corpi celesti ad ogni momento di tempo. (corsivo nostro)

G. Galilei, *Trattato sulla sfera*, 1597, in *Le opere di Galileo Galilei*, v. II, Barbera, Firenze 1968, pp. 211-212.

- Ma è questo il metodo della scienza?
- non è piuttosto un'utile semplificazione?
- E' questo il metodo con cui si struttura l'indagine naturale, così come quella formale, o quella semantica o storica?

L'EPISTEMOLOGIA DELLE SCIENZE FORMALI

Le scienze formali

Una scienza formale come la matematica, la geometria, la logica, procede utilizzando ragionamenti dimostrativi.

Ad esempio è sempre vero che sommando uguali ad uguali si ottengono uguali.

Con questa struttura formale $((A=B) \rightarrow (A+C) = (B+C))$ e otteniamo un'inferenza **necessaria** e un risultato **certo**.

Pensiamo a una dimostrazione (o deduzione formale) che parte da certe premesse e arriva a una conclusione. **Ebbene, se la deduzione è corretta e se le premesse sono vere, la conclusione è vera: questa è una necessità logica.**

Il senso della nozione di necessità in logica è proprio quello che ha riscontro in proposizioni del genere: **“Gli enunciati veri della logica e della matematica sono necessari”**.

La struttura deduttiva basata sull'evidenza

Cartesio si occupa di questo problema in due testi, le *Regole per la guida dell'intelligenza*, non pubblicato da Cartesio e redatto intorno al 1628, e il *Discorso sul metodo*, del 1637.

La prima era di non accettare mai per vera nessuna cosa che non riconoscessi tale con evidenza, cioè di evitare diligentemente la precipitazione e la prevenzione e di non comprendere nei miei giudizi nulla più di quanto si presentasse così chiaramente e distintamente al mio spirito, da non lasciarvi alcuna occasione di dubbio.

La seconda era di suddividere ogni difficoltà che esaminavo nel maggior numero di parti possibili e necessarie per meglio risolverla.

La terza di condurre per ordine i miei pensieri, cominciando dagli oggetti più semplici e più facili da conoscere, per salire a poco a poco, come per gradi, fino alla conoscenza dei più complessi, presupponendo un ordine anche tra gli oggetti che non si precedono naturalmente l'un l'altro.

E l'ultima era di fare ovunque enumerazioni così complete e revisioni così generali da essere sicuro di non omettere nulla

Cartesio, *Discorso sul metodo*, 1637, trad. it. in *Opere filosofiche*, UTET, Torino 1981, pp. 144-145.

Un esempio di evidenza: i *Principi di Euclide*

I libri di testo di geometria dell'attuale biennio delle scuole medie superiori sono basati più o meno direttamente su un'opera di Euclide, *Gli Elementi*. Di quest'opera non ci sono pervenute copie dirette e autografe, né abbiamo notizie certe sul suo autore. La data di composizione si fa risalire al 300 a.C.

La versione attuale è stata ricostruita a partire da commenti, osservazioni e riassunti di diversi autori. L'opera di riferimento principale è quella di Teone di Alessandria, vissuto nella seconda metà del secolo IV d.C., 700 anni dopo Euclide. Questi ne semplificò il linguaggio, aggiunse qualche passo alle dimostrazioni e inserì alcuni teoremi secondari.

Il primo dei libri di Euclide è di particolare interesse storico e filosofico perché in esso sono contenuti i principi primi da cui prende le mosse l'organizzazione euclidea della geometria. Questi principi sono organizzati in definizioni, postulati e nozioni comuni.

Euclide definisce invece tutti gli enti che entrano in gioco nella trattazione.

Non si tratta di costruire gli enti geometrici a partire dai mattoni di base, bensì di descriverli semplicemente affinché possano essere facilmente riconosciuti e individuati dai loro nomi: gli enti geometrici esistono già, indipendentemente dall'uomo. Essi sono forme pure che si materializzano, in modo imperfetto, negli oggetti reali.

Definizioni

1. Un punto è ciò che non ha parti.
 2. Una linea è una lunghezza senza larghezza.
 3. Gli estremi di una linea sono punti.
 4. Una retta è una linea che giace ugualmente rispetto ai punti su di essa.
 5. Una superficie è ciò che ha soltanto lunghezza e larghezza.
 6. Gli estremi di una superficie sono linee.
 7. Una superficie piana è quella che giace ugualmente rispetto alle rette su di essa.
 8. Un angolo piano è l'inclinazione reciproca di due linee in un piano le quali, si incontrino e non giacciano in linea retta.
-

Nozioni comuni

1. Cose uguali a un'altra medesima sono tra loro uguali.
2. Se a cose uguali si aggiungono cose uguali, allora si ottengono cose uguali.
3. Se da cose uguali si tolgono cose uguali, allora si ottengono cose uguali.
4. Cose che possono essere portate a sovrapporsi l'una con l'altra sono uguali tra loro.
5. Il tutto è maggiore della parte.

Postulati

Risulti postulato che:

1. E' possibile condurre una linea retta da un qualsiasi punto ad ogni altro punto.

2. E' possibile prolungare illimitatamente una retta finita in linea retta.
3. E' possibile descrivere un cerchio con qualsiasi centro e distanza (raggio) qualsiasi.
4. Tutti gli angoli retti sono uguali fra loro
5. Se (in un piano) una retta, intersecando due altre rette, forma con esse, da una medesima parte, angoli interni la cui somma è minore di due angoli retti, allora queste due rette indefinitamente prolungate finiscono con l'incontrarsi dalla parte detta.

A differenza degli assiomi, che sono evidenti per qualunque scienza, i postulati risultano ammessi come veri nella geometria.

L'isolamento ontologico della deduzione

Una distinzione rilevante utilizzata da Hume è relativa alle due forme fondamentali di conoscenza umana, quella astratta e quella empirica, a loro volta distinguibili per le relazioni che intrattengono, **relazioni tra idee** la prima, **materie di fatto** la seconda.

«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 circoli o triangoli, le verità dimostrate da Euclide avrebbero sempre la loro certezza e evidenza» (Hume, *Enquiry concerning Human Understanding*, 1758 IV, I, trad. it. in *Opere filosofiche*, vol II, 1992).

La conoscenza astratta, tipica delle scienze pure, prescinde dal legame tra idee e realtà sensibile, anche se, va ricordato, tali idee per Hume non hanno genesi diversa da quelle di ogni altra idea. Le materie di fatto, invece, nascono e si definiscono in rapporto diretto con la percezione sensibile.

«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 del pari conforme a realtà. Che il sole non sorgerà domani è una proposizione non meno intelligibile e non implica più contraddizione dell'affermazione che esso sorgerà. Invano tenteremo, dunque, di dimostrare la sua falsità; se essa fosse falsa dimostrativamente, implicherebbe contraddizione e non potrebbe mai esser distintamente concepita dalla mente» (Ivi, IV, I).

Come si vede la vera distinzione tra relazioni tra idee e materie di fatto non sta tanto nell'origine, che rimane sempre in ultima istanza la sensibilità, ma nella struttura della relazione, **necessaria** per le prime, solo **probabile** per le seconde, seguendo la distinzione che Leibniz aveva introdotto tra verità di ragione e verità di fatto.

L'origine comunque sensibile tanto della matematica quanto della fisica permette a Hume di non compromettere l'unitarietà del suo impianto empirista, ma lo costringe a motivare diversamente

lo statuto conoscitivo di quanto viene prodotto dalle scienze astratte rispetto a quanto viene prodotto dalle scienze naturali. **E' l'indipendenza dall'origine, cioè la vera e propria "astrazione" a garantire agli oggetti e ai legami matematici una necessità empiricamente impossibile.**

Ma tale astrazione condanna la stessa matematica a una **lontananza dal mondo fisico**, a una inapplicabilità al mondo delle materie di fatto, dove la necessità del sapere matematico non ha luogo, lasciando il campo alla sola probabilità o meglio alla credenza.

Dall'evidenza alla formalizzazione Che cos'è un sistema formale?

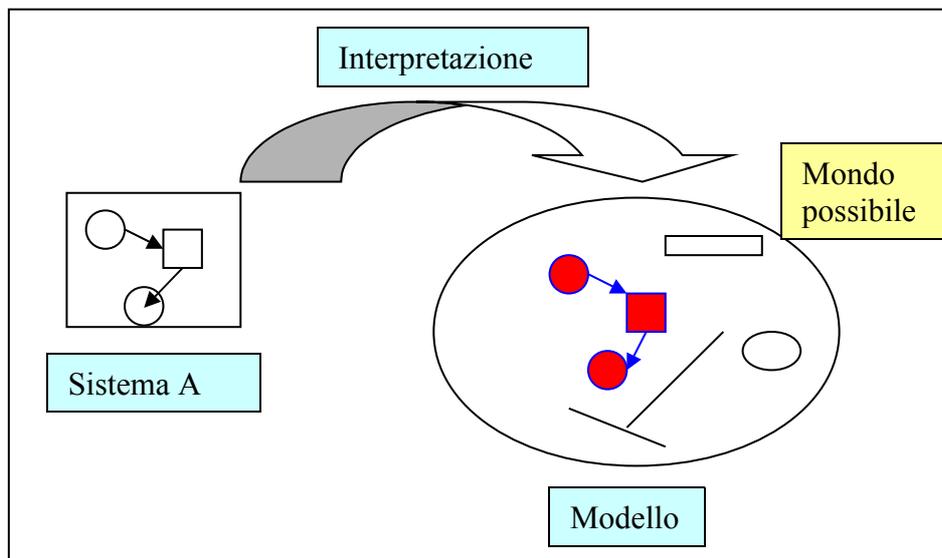
Per avere un sistema logico formale occorrono:

1. un insieme infinito numerabile di lettere enunciative: p, q, r, s, t, ecc. e dei segni ausiliari: ();
2. dei connettivi a scelta fra: a. \neg, \wedge ; b. \neg, \vee ; c. \neg, \rightarrow ;
3. un insieme finito di leggi logiche assunte come assiomi;
4. un insieme finito di regole valide assunte come regole primitive;
5. Una sequenza di enunciati (teoremi) che derivano dagli assiomi, dall'applicazione delle regole e dei connettivi, da altri teoremi dimostrati e che, ovviamente, sono espressi nel linguaggio del sistema formale.

Un sistema formale diventa una griglia logica di rapporti necessari tra enunciati, il cui valore di verità è definito e il cui significato è solo formale.

Tale sistema può essere interpretato, cioè avere un modello che riferisce ad un mondo possibile i significati definiti di tale sistema formale.

Un modello di una classe di formule A è una qualunque interpretazione di A nella quale tutte le formule sono vere



E' attraverso questo percorso che la validazione dei principi da cui dipende un sistema formale diventa una questione **interna**, non guadagnabile attraverso alcune "evidenza", ma controllabile attraverso **la coerenza, la completezza e la decidibilità**, del sistema stesso.

Un sistema formale è

1. **coerente** (consistente, non contraddittorio) se da esso non è possibile dedurre sia un enunciato, sia la sua negazione;

2. **completo** se per ogni formula A , A o la sua negazione è dimostrabile;
3. **decidibile** se, dato un enunciato, vi è una procedura effettiva (ad esempio, il metodo delle tavole di verità) grazie alla quale si può decidere se tale enunciato sia una legge logica (ad es. modus ponens, doppia negazione ...)

Il prezzo di questa elegante soluzione è spostare sulla semantica le questioni di verità/falsità, precludendosi la possibilità di controllare tale verità, posta la natura solo formale dell'accettabilità o meno degli assiomi.

Per questa via la deduzione guadagna il suo statuto moderno, ma perde la possibilità di svolgere un ruolo significativo nelle scienze naturali.

Il suo distacco dalla realtà, dalle “materie di fatto”, che coincide con il prezzo pagato per guadagnare in necessità e coerenza, porta uno come Popper ad affermazioni come quella da cui siamo partiti.

“Allora mi rilessi da capo a fondo Einstein per vedere dove fosse possibile trovare, nella sua opera, questa conseguenza della sua rivoluzione. Ciò che trovai fu la sua conferenza *Geometrie und Erfahrung*, in cui scrive: «In quanto le proposizioni della matematica si riferiscono alla realtà, in tanto non sono certe; e in quanto sono certe in tanto non si riferiscono alla realtà». Prima di tutto generalizzai questa asserzione dalla matematica alla scienza in generale: «In quanto le proposizioni della scienza si riferiscono alla realtà, in tanto non sono certe; e in quanto sono certe in tanto non si riferiscono alla realtà».[...] Più tardi a quest'idea, secondo cui tutte le teorie umane sono incerte, o fallibili, ho dato il nome di «fallibilismo».”

K. Popper, *I due problemi fondamentali della teoria della conoscenza*, Introduzione 1978, 1, p. XXI

Qual è il valore di una deduzione in una scienza formale?

Ma una scienza formale raggiunge risultati certi e necessari (è contraddittorio negarli) finché non interpretiamo i sistemi formali in essa prodotti.

- $2+2 = 4$ vale solo finché non parliamo di conigli
- $(A=B) \rightarrow (A+C)=(B+C)$ vale se non interpretiamo $(A=B)$ come una relazione di amicizia e $(A+C)$ come una relazione affettiva
- In nessun esperimento che possiamo compiere nel laboratorio di fisica sarà vero che $PV = kT$, dove P è la pressione del gas, V il suo volume, T la sua temperatura assoluta, k una costante dipendente dalla massa e dalla natura del gas.

Ma ciò comporta che

- i **significati** dei simboli utilizzati devono essere definiti sintatticamente, cioè in relazione alla struttura stessa del sistema formale utilizzato,
- gli **assiomi** di partenza vanno assunti come veri,
- le **regole di inferenza** vanno codificate e accettate come corrette:

In una scienza formale i simboli come univocamente significanti, i principi vanno assunti come veri, le regole come corrette.

A partire da questo è possibile compiere inferenze necessarie e ottenere da premesse vere delle conclusioni vere.

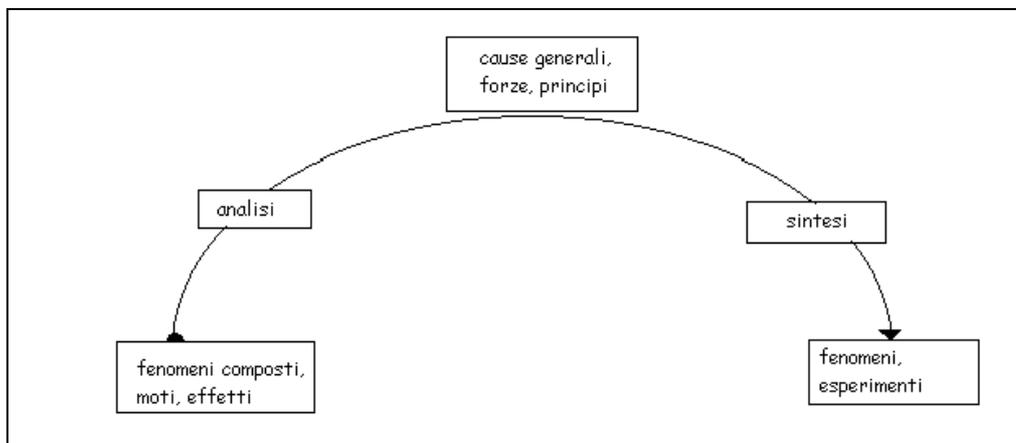
Diventa cioè possibile **dimostrare scientificamente**.

Ma è possibile farlo anche in scienze diverse da quelle formali?

L'EPISTEMOLOGIA DELLE SCIENZE NATURALI

Che cos'è la scienza naturale?

Ecco la struttura che esso assume nel senso che gli attribuisce Isaac Newton:



“ Come in matematica, così nella filosofia naturale lo studio delle cose difficili mediante il metodo analitico, dovrebbe sempre precedere il metodo sintetico. Questa analisi consiste nel fare esperimenti e osservazioni e trarre da questi, mediante l'induzione, conclusioni generali, non ammettendo contro di esse obiezioni, salvo che siano derivate da esperimenti o da altre verità certe. Perché nella filosofia sperimentale non bisogna tener conto delle ipotesi. E sebbene il trarre per induzione principi generali dagli esperimenti e dalle osservazioni non equivalga a dimostrarli, tuttavia questo è il miglior modo di ragionare che la natura consenta, e può considerarsi tanto più saldo quanto più l'induzione è generale. E se nessuna eccezione sorge dai fenomeni, si può enunciare una conclusione universale. Ma se, in seguito, dagli esperimenti sorgerà qualche eccezione, allora si dovrà affermare una conclusione in accordo con queste eccezioni. Mediante questo metodo analitico possiamo procedere dalle cose composte alle cose semplici, dai movimenti alle forze che li producono e in generale dagli effetti alle loro cause, e dalle cause particolari al quelle più generali, fino a giungere alle cause generalissime. Questo è il metodo analitico; quello sintetico consiste nell'assumere come principi le cause scoperte e provate e, mediante queste, spiegare i fenomeni che ne derivano e provare tali spiegazioni.

Nei primi due libri di questa *Ottica* ho usato il metodo analitico per provare a ricercare le originarie differenze dei raggi di luce riguardo la rifrangibilità, la riflessibilità e il colore [...] E queste scoperte, una volta provate, possono essere assunte dal metodo di composizione (cioè la sintesi) per spiegare i fenomeni che da esse derivano.”

I. Newton, *Opticks*, [1704], 95, 31st Query, trad. it. in *Scritti di ottica*, UTET, Torino 1978, p. 603.

Quando rispondiamo genericamente a questa domanda abbiamo in mente una concezione più comune simile a questa.

La scienza:

- è indagine sulla natura
- usa la formalizzazione matematica
- va alla ricerca di regolarità e quindi di previsione
- è basata sull'osservazione e sulla misura
- ricorre all'esperimento per controllare le proprie teorie: è un sapere critico e falsificabile
- è un'impresa collettiva, cumulativa e progressiva
- utilizza dei concetti definiti operativamente
- La scienza è un sapere critico, controllabile e oggettivo, che determina un progresso nel sapere e che evita le inutili dispute in cui si dibattono altre discipline (letteratura, arte, filosofia ...)

Eppure questa immagine non è adeguata

- *Indagine sulla natura* → distinzione tra [scienze formali](#) e scienze naturali mostra che non ogni scienza indaga la natura.
- *Usa la formalizzazione matematica* → non tutte le scienze utilizzano il [formalismo matematico](#)
- *Alla ricerca di regolarità e quindi di previsione* → la regolarità delle leggi naturali è basata sull'[induzione](#), che fornisce esiti solo probabili.
- *Basata sull'osservazione e sulla misura* → La teoreticità dell'osservazione e la nozione di misura come relazione
- *E' un'impresa collettiva, cumulativa e progressiva* → la teoria dei paradigmi
- *Ricorre all'esperimento per controllare le proprie teorie* → l'olismo
- *La scienza è un sapere critico, controllabile e oggettivo, che determina un progresso nel sapere e che evita le inutili dispute in cui si dibattono altre discipline (letteratura, arte, filosofia ...)* → la storia della scienza mostra certo un progresso, ma non l'assenza di dispute...

L'induzione

L'induzione

Una lunga tradizione, che parte da Aristotele e arriva almeno fino all'Ottocento, sostiene che un ragionamento induttivo inferisce dal particolare al generale, a differenza della deduzione che procede dal generale al particolare.

Si tratta di una definizione impropria, se non del tutto errata. Vi sono infatti

- *induzioni con premesse generali* (“Tutte le mucche sono mammiferi e hanno i polmoni, tutte le balene sono mammiferi e hanno i polmoni, tutti gli uomini sono mammiferi e hanno i polmoni, quindi probabilmente tutti i mammiferi hanno i polmoni”)
- *induzioni con conclusioni particolari* (“Hitler era un dittatore ed era spietato, Stalin era un dittatore ed era spietato, Castro è un dittatore, quindi Castro probabilmente è spietato”)
- *deduzioni con premesse particolari* (Ad esempio: “ Se Socrate è un uomo, allora Socrate è mortale. Socrate è un uomo, quindi Socrate è mortale”)
- *deduzioni con conclusioni generali* (Ad esempio: “Tutti gli animali sono mortali, tutti gli uomini sono animali, quindi tutti gli uomini sono mortali”).

Meglio allora poggiare la specificità dell’induzione non sulla quantificazione degli enunciati ma sul tipo di nesso inferenziale. Per questa via possiamo dire che

«un argomento deduttivo è quello secondo cui la conclusione segue dalle premesse con necessità assoluta, questa necessità non essendo questione di grado, né dipendendo in alcun modo da qualunque altra cosa possa verificarsi; in netto contrasto, un argomento induttivo è quello secondo cui la conclusione segue dalle premesse solo con un certo grado di probabilità, questa probabilità essendo questione di grado e dipendendo da quant’altro possa verificarsi».
(Copi e Cohen, *Introduzione alla logica* 1961-1994, p. 75).

Se oltre alla **probabilità** si tiene conto dell’**ampliatività** del contenuto della conclusione rispetto a quanto è contenuto nelle premesse, possiamo dire che nell’induzione, diversamente dalla deduzione, **il contenuto informativo della conclusione non è interamente incluso nelle premesse**. Ad esempio se le premesse affermano che in n casi gli x osservati hanno mostrato di possedere la proprietà A , allora si inferisce che il prossimo x che verrà osservato nel caso $n+1$ probabilmente avrà la proprietà A , oppure che tutti gli x che verranno osservati mostreranno probabilmente la proprietà A . L’avverbio ‘probabilmente’ è cruciale: mentre è impossibile che la conclusione di un ragionamento deduttivo sia falsa se le sue premesse sono vere, in un argomento induttivo questa certezza si riduce a un grado di probabilità maggiore di 0 e inferiore a 1. Si potrebbe dire che questo è il prezzo che si deve pagare per il vantaggio che gli argomenti induttivi offrono rispetto a quelli deduttivi, cioè la possibilità di scoprire e prevedere fatti nuovi in base a quelli vecchi

In conclusione possiamo dire che

Un argomento induttivo è quello secondo cui la conclusione deriva dalle premesse solo con un certo grado di probabilità, ampliandone il contenuto.

Se l’induzione è uno (non l’unico) dei procedimenti dominanti nella ricerca scientifica in ambito di scienze naturali, il carattere non necessario e solo probabile delle sue conclusioni mostra l’impossibilità di affermare che esiste una “**dimostrazione scientifica**” in queste discipline.

L'EPISTEMOLOGIA DELLE SCIENZE UMANE

Il problema del metodo delle scienze sociali nel ventesimo secolo costituisce un capitolo del più ampio dibattito che, fra Ottocento e Novecento, investe il problema dello statuto e del metodo delle scienze che hanno, come proprio oggetto, l'uomo.

Oggi possiamo sintetizzarlo in tre punti:

- 1. Il "dato" nelle scienze umane è sempre linguistico, cioè appartiene a una elaborazione, ad una rappresentazione inserita in una teoria.**
- 2. Tale dato è quindi costantemente anticipato dalla struttura teorica in cui è comprensibile: ciò significa che è inserito in una struttura ermeneutica.**
- 3. Infine ogni teoria nell'ambito delle scienze umane interagisce con la realtà che essa descrive e, paradossalmente, tanto meglio la descrive tanto più la trasforma: è in un sistema.**

Accenniamo brevemente a questi tre punti:

Il "dato" nelle scienze umane è sempre linguistico

Si tratta di un capitolo della più generale svolta linguistica che ha caratterizzato il Novecento. Per capirne l'importanza, da punto di vista metodologico, è bene ricordare quella che passa come tesi Sapir-Whorf del relativismo linguistico.

Edward Sapir (1884-1939), antropologo e linguista, si riferisce spesso, nei suoi scritti, ad una categorizzazione linguistica che diventa autonoma dall'esperienza, al punto da imporsi su di essa. La realtà, egli sostiene, è in gran parte inconsciamente costruita sulle abitudini linguistiche del gruppo. Ciò comporta che un cambiamento di lingua implichi un cambiamento di visione del mondo. Con strumenti diversi e differente consapevolezza, riemerge qui la tesi di Karl Wilhelm von Humboldt (1767-1835), secondo il quale la lingua costituisce una *Weltanschauung*, una visione del mondo, da cui è possibile uscire solo per entrare nel cerchio di un'altra lingua.

L'allievo di Sapir, Benjamin Lee Whorf (1897-1941), studioso di lingue antiche americane, accentua questa tesi giungendo a teorizzare la tesi del **relativismo linguistico**. Proprio lo sviluppo dell'analisi linguistica, secondo Whorf, ha messo in luce che "ciascuna lingua non è soltanto uno strumento di riproduzione per esprimere idee, ma [...] dà forma alle idee, è il programma e la guida dell'attività mentale dell'individuo, dell'analisi delle sue impressioni, della sintesi degli oggetti mentali di cui si occupa" (*Linguaggio, pensiero e realtà* (1956), Boringhieri, Torino 1970, p. 169).

Si inverte qui il rapporto di causa-effetto tra esperienza e linguaggio: "Le categorie e i tipi che isoliamo dal mondo dei fenomeni non vengono scoperti perché colpiscono ogni osservatore; ma, al contrario, il mondo si presenta come un flusso caleidoscopico di impressioni che deve essere organizzato dalle nostre menti, il che vuol dire che deve essere organizzato in larga misura dal sistema linguistico delle nostre menti" (*ibidem*).

Se **la lingua struttura l'esperienza e il pensiero**, allora una sensibile variazione linguistica, per esempio la lingua degli indiani Hopi rispetto all'inglese, porta con sé una consistente diversità concettuale. E' questo il "principio di relatività, secondo cui differenti osservatori non sono condotti

dagli stessi fatti fisici alla stessa immagine dell'universo, a meno che i loro retroterra linguistici non siano simili, o non possano essere in qualche modo tarati” (*ibidem*, p. 170).

Whorf produce analisi molto ricche delle differenze categoriali presenti nelle lingue, per esempio quella degli indiani Hopi confrontata con l'inglese o con le lingue di origine indoeuropea.

Strutture centrali, come quelle di tempo e o di azione, sono trattate con considerevoli diversità in una lingua o in un'altra.

La struttura di questa relazione tra dato e teoria è ermeneutica

Seguendo Heidegger possiamo dire che la nostra esperienza di comprensione è sempre una interpretazione

Le cose hanno un senso, per noi, in quanto fanno parte di progetto in base a cui qualcosa diviene comprensibile. Ogni comprensione, quindi, interpreta sulla scorta di un progetto, sulla base di un **pre-**. Tale pre- è l'apertura con cui anticipiamo ciò che ha senso. **Ogni comprensione, quindi, è prestrutturata**, e per l'esattezza, secondo Heidegger, essa è strutturata secondo la **pre-disponibilità** (*Vorhabe*), la **pre-visione** (*Vorsicht*) e la **pre-cognizione** (*Vorgriff*). Senza entrare nel merito di queste distinzioni, ciò che conta è evidenziare che per Heidegger **non esiste un comprendere che non sia anticipato da una precomprensione**.

Tutto ciò porta Heidegger ad affrontare il problema classico dell'ermeneutica, quello del **circolo tra parte e tutto**.

Riflettendo sulla comprensione del testo biblico, Agostino (354-430), Flacio Illirico (1520-1575), Ast (1776-1841), Schleiermacher (1768-1834) e molti altri avevano colto la natura di questa circolarità: **si può comprendere o interpretare qualcosa solo se lo si è già pre-compreso**.

La comprensione del tutto, cioè, precede e condiziona la comprensione della parte, esattamente come la comprensione dalle singole parti condiziona e rende possibile la comprensione del tutto.

Tale circolo, per Heidegger, non va visto come un circolo vizioso, altrimenti “si fraintende la comprensione da capo a fondo” (*ibidem* p. 240). Il circolo della comprensione, infatti, è “l'espressione della pre-struttura propria dell'Esserci stesso”. Ciò ne fa un carattere essenziale dell'Esserci, quanto un limite non superabile: “L'importante non sta nell'uscir fuori del circolo, ma nello starvi dentro nella maniera giusta”(*ibidem*): ciò vuol dire, secondo Heidegger, assumere il circolo ermeneutico come la struttura fondamentale della nostra comprensione, a qualunque livello. Esso non è un inconveniente ineliminabile, ma una possibilità positiva del conoscere più originario, proprio perché il compito dell'interpretazione “è quello di non lasciarsi mai imporre pre-disponibilità, pre-veggenza e pre-cognizione dal caso o dalle opinioni comuni, ma di farle emergere dalle cose stesse” (*ibidem*).

Heidegger ha cambiato di segno il circolo ermeneutico. Esso non è più un aspetto del conoscere limitato all'analisi dei testi, ma è la struttura propria della comprensione umana.

Noi potremmo dire, dal punto di vista epistemologico, che la struttura ermeneutica è la struttura teorica delle scienze umane, il che ha a che fare con la nozione di sistema.

La “logica della scoperta”

L'abduzione

Tanto il neopositivismo quanto il falsificazionismo popperiano lasciano in ombra una componente essenziale del metodo scientifico. Come si producono le ipotesi? Come si giunge a immaginare una teoria come soluzione ad un problema? Tutta la tradizione neopositivista e gran parte della filosofia della scienza del Novecento ritengono impossibile delineare un metodo per la scoperta, consegnandola così alla genialità, al caso, all'intelligenza operosa o alla fortuna: poco conta come si scopre, perché la scienza si misura nella giustificazione delle ipotesi, non nella loro produzione. Questa tesi, ancor oggi molto diffusa, va però almeno in parte corretta. Esiste, infatti, un approccio che cerca di dare ragione dell'innovazione teorica indicando, se non un metodo per la scoperta, almeno una sua descrizione. E' l'**abduzione**.

Partiamo da un esempio. Nel 1845 U.J.-J. Le Verrier, un astronomo francese, studiando la irregolarità dell'orbita di Urano, avanza un'ipotesi per molti aspetti sconvolgente: se si ipotizzasse l'esistenza di un altro pianeta del sistema solare, posto ad una precisa distanza e con una massa definita, si spiegherebbe perché l'orbita di Urano subisce quelle alterazioni inspiegabili. Usando i dati ipotizzati dall'astronomo francese, l'Osservatorio di Berlino puntò il suo telescopio e il 24 settembre del 1846 individuò il pianeta Nettuno. Ebbene, si può concepire che nell'avanzare la sua ipotesi le Verrier abbia usato un metodo abduttivo.

Dobbiamo a Charles Sanders Peirce (1839-1914) la prima e tuttora più completa analisi dell'abduzione. Logico, scienziato, semiologo, filosofo, Peirce si muove al di fuori dei canali tradizionali della riflessione epistemologica. Anche per questo le sue tesi, come la proposta del metodo abduttivo, sono spesso originali e a lungo misconosciute. “L'abduzione – egli scrive - è il processo di formazione di ipotesi esplicative. E' l'unica operazione logica che introduce una nuova idea, in quanto la induzione non fa che determinare un valore e la deduzione sviluppa semplicemente le conseguenze necessarie di una pura ipotesi. La deduzione trova che qualcosa *deve* essere; l'induzione mostra che qualcosa è *realmente* operativa; l'abduzione meramente suggerisce che qualcosa *può essere*» (Peirce, *Collected Papers* (1935-1966), § 5.171).

L'abduzione è uno strumento per generare ipotesi, evidentemente quando ne siamo sprovvisti o quando quelle consuete sembrano non funzionare. Di fronte ad alcuni fatti che non rientrano nel consueto schema esplicativo utilizzato per quel tipo di fenomeni, occorre inventare delle ipotesi che ne diano ragione. In che modo? “La forma dell'inferenza (abduttiva) è la seguente: si osserva un fatto sorprendente *C*; ma se *A* fosse vero, *C* sarebbe spiegato come fatto naturale; dunque c'è ragione di sospettare che *A* sia vero” (*ibid*, § 5.189).

Applicando questo schema alla scoperta di Nettuno, l'anomalia dell'orbita di Urano (*C*) è ricondotta a normalità introducendo un'ipotesi (*A*): se tale ipotesi fosse vera, *C* sarebbe spiegato normalmente ricorrendo alla gravitazione universale.

Dal punto di vista logico l'abduzione sembra la fallacia dell'affermazione del conseguente ($[(A \rightarrow C) \wedge C] \rightarrow A$) ma non è così. L'effettiva formulazione dell'abduzione è in realtà la seguente:

- a) si dà il fatto sorprendente *C* in rapporto a una teoria *A'* già esistente,
- b) si ipotizza una nuova teoria *A*, diversa da *A'* e tale per cui *A* implica *C*,
- c) se vale *A*, allora *C* non sarebbe più sorprendente,
- d) tutto ciò rafforza l'ipotesi *A*.

L'abduzione ha quindi un carattere ibrido, intermedio tra una deduzione, che poste delle premesse deriva necessariamente le conseguenze, e l'induzione, che poste delle osservazioni inferisce conseguenze probabili da esse. L'abduzione non è deduzione, dato il suo carattere ipotetico, e non è induzione, perché la teoria non nasce da una regolarità nella serie delle osservazioni, ma viene tentata (*to guess* è il termine usato da Peirce) per spiegare i fatti che non rientrano, appunto, nelle attese del nostro sapere di sfondo. Anche per questo l'abduzione è intrinsecamente fallibile, poiché

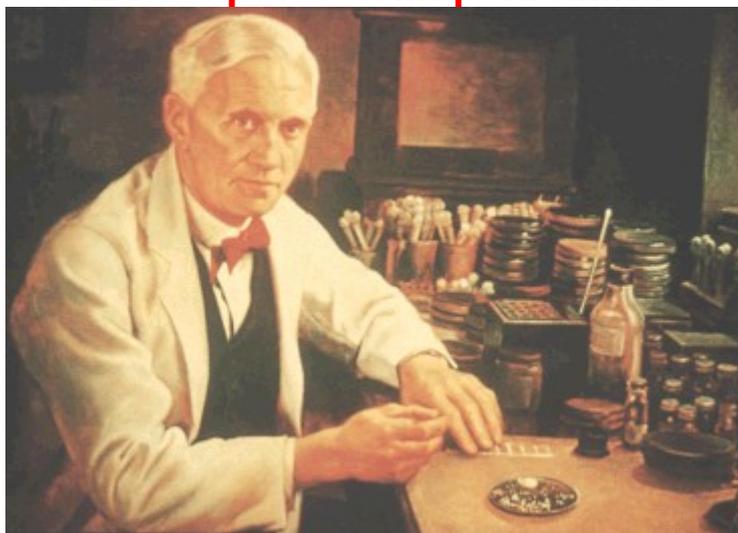
produce solo possibilità esplicative, tutte da sottoporre a controllo sperimentale. E' l'inizio, non certo la fine del processo di ricerca scientifico.

La serendipità

Nella lingua inglese vi è un termine, *serendipity*, che denota spirito di osservazione, gusto del particolare, disponibilità a ricercare, curiosità, capacità di sorprendersi. Molte scoperte scientifiche sono frutto della serendipità, come la scoperta del primo anestetico fatta da H. Wells, del vaccino antivaaiolo da parte di E. Jenner, della penicillina da parte di A. Fleming, della luna di Plutone da parte di J. Christy, per citarne solo alcune. La storia della scienza abbonda di esempi in cui la cultura e l'intelligenza del ricercatore hanno saputo trasformare indizi trascurabili in occasioni di ricerca e di scoperta. "La fortuna aiuta le menti preparate", diceva L. Pasteur: a suo giudizio la sorte, che pure conta, viene inserita in un ambito più ampio, che esula dalla pura influenza della dea bendata e confida soprattutto sulla preparazione e sull'intelligenza del ricercatore.

Entro il quadro offerto abduttivo della serendipità si collocano quindi tanto il ricercare dello scienziato quanto l'indagare del detective, come l'Auguste Dupin di E.Allan Poe, lo Sherlock Holmes di Arthur Conan Doyle o il Guglielmo da Baskerville di Umberto Eco. Questi sono casi letterari, inventati da abili scrittori, grazie ai quali lo spirito di osservazione, il gusto del particolare, la disponibilità a ricercare, la capacità di sorprendersi e l'abilità nel trovare risposte che facciano quadrare i conti portano, inevitabilmente, all'individuazione del colpevole. Certo, nella pratica scientifica, le risposte tentative, le congetture che si fanno per rendere conto di fatti nuovi e sorprendenti non sono guidate dalla mano di un qualche scrittore, ma la sostanza concettuale è la stessa. Anche nella scienza servono spirito di osservazione, gusto del particolare, disponibilità a ricercare, capacità di sorprendersi e abilità nel trovare buone risposte congetturali.

La scoperta della penicillina



Il percorso che portò Fleming alla scoperta della penicillina inizia nel 1922, con un episodio solo apparentemente irrilevante, che tuttavia svolse un ruolo particolare per ciò che in seguito lo rese famoso.

Fleming lavorava come ricercatore presso il laboratorio del microbiologo A. Wright. Un giorno, mentre stava studiando le coltivazioni di batteri, una lacrima gli cadde inavvertitamente sulla piastra di coltura. Il giorno seguente, osservandola, si accorse che, in corrispondenza della lacrima caduta, si era formata un'area circolare in cui non erano cresciuti batteri. Pensò che nella lacrima potesse

nascondersi un antibiotico, ed effettivamente scoprì l'esistenza di un enzima capace di distruggere per lisi i batteri, da cui il nome di "lisozima" con cui lo battezzò (la lisi, in questo caso, è il processo chimico che rompe i legami che uniscono le due componenti della capsula batterica, cioè glucidi e lipidi, producendone la dissoluzione.) Purtroppo l'azione antibiotica del lisozima si sviluppa solo contro germi poco dannosi, che raramente conducono a delle malattie, per cui la ricerca di un antibiotico in questa direzione si fermò.

Nel 1928 Fleming, con la collaborazione di D.M. Pryce, stava svolgendo delle ricerche sugli stafilococchi, e in particolare sul loro cambiamento di colore come indice di virulenza. Si trattava di osservare, a distanza di giorni, l'eventuale cambiamento di colore di colture di batteri, mantenute per giorni a temperatura ambiente dopo un breve periodo di incubazione. Delle piastre erano rimaste accatastate in laboratorio quando Fleming partì per le vacanze estive, e al suo ritorno Pryce, che era andato a far visita al collega, lo trovò intento a ripulire le piastre rimaste sul tavolo dalla sua partenza, immergendole in un antisettico, il lisolo. Lamentandosi del lavoro che lo aspettava, Fleming prese a caso la prima piastra della pila già immersa nell'antisettico, ma non ancora intaccata dal lisolo, e la osservò per un istante. «Questo è buffo», esclamò, osservando la piastra e notando un alone chiaro inusuale, in corrispondenza di una muffa che aveva contaminato la coltura, alone che appariva del tutto simile a quello che aveva notato sei anni prima. La muffa aveva lisato la coltura. «Se non fosse stata per la mia precedente esperienza - scrisse Fleming - avrei subito buttato via la piastra perché contaminata, come molti batteriologi devono aver fatto prima di me».

Le ricerche che seguirono portarono Fleming a individuare il tipo di muffa contaminante, il *Penicillium*, muffa singolarmente rara e, come si ipotizzò in seguito, forse proveniente dal laboratorio di C. J. La Touche, il cui laboratorio era al piano sottostante quello di Fleming, e che raccoglieva diversi tipi di muffa per studiare la correlazione tra queste e l'asma. E' anche interessante notare che il *Penicillium* si riproduce solo a temperature piuttosto basse, certo più basse di quella normalmente presente in luglio nel laboratorio di Fleming. Ma nei giorni precedenti il suo ritorno dalle vacanze, si erano registrati nove giorni con temperature inusualmente fredde per il mese di luglio, e grazie a questo la muffa aveva potuto svilupparsi.

Le ricerche successive di Fleming mostrarono l'efficacia della penicillina su streptococchi, stafilococchi, pneumococchi, gonococchi, meningococchi virulenti e bacilli della difterite, a tal punto che Fleming pensò di aver trovato quell'antisettico perfetto che si stava ricercando da tempo.

Ma non fu così. Si mostrò difficile conservare la penicillina, nonché isolarla e purificarla. Furono i suoi due futuri compagni di Nobel, Howard Florey, un patologo dell'università di Oxford, e Ernst Boris Chain, un biochimico, che riuscirono a migliorare l'isolamento e la concentrazione della penicillina. E furono infine le esigenze belliche a spingere verso la soluzione, quando si decise di riutilizzare i resti di lavorazione dei cereali per arricchire i terreni dove venivano fatta crescere le muffe *Penicillium*, e quando, con una raccolta ad ampio raggio che coinvolse la popolazione americana, si scoprì il tipo di muffa capace di aumentare di dieci volte la possibilità di estrarne penicillina. Era la Muffa Mary, che prese il nome da Mary Hunt, una donna di Peoria, nell'Illinois, che aveva notato su un melone una muffa «bella e di colore dorato» e l'aveva inviata al centro di raccolta. Solo così fu possibile trasformare la scoperta di Fleming in un farmaco utilizzabile su larga scala.

Che struttura inferenziale è stata impiegata nella scoperta della penicillina?

Non si può negare la **natura abduittiva**, addirittura serendipica, della scoperta di Fleming. Forse il suo non era un trovare senza cercare, posto che il suo impegno mirava comunque a risolvere il

problema dell'antisepsi. Ma ricordiamo che Fleming stava lavorando alla mutazione cromatica delle colture, non alla loro lisi.

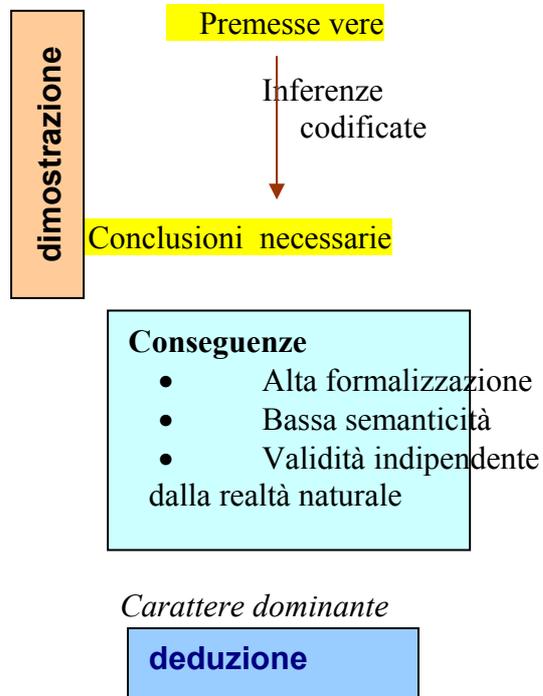
Da un lato, il caso, e, dall'altro, una mente preparata hanno prodotto come risultato la scoperta della penicillina. In senso abduttivo, il fatto sorprendente di una chiazza circolare in cui qualcosa aveva liso la coltura, viene ricondotto alla normalità, attraverso l'ipotesi di un agente patogeno capace di uccidere i batteri. Quella che appariva una piastra contaminata, viene abduttivamente riportata a caso normale di azione antisettica, se la muffa che l'ha prodotto possiede questa qualità. Tuttavia, anche qui occorre introdurre alcuni distinguo.

La possibilità di ritrovare, nella coltura di stafilococchi, la stessa forma prodotta dal lisozima della lacrima di sei anni prima è un esempio di applicazione del **metodo della concordanza nella ricerca induttiva delle cause**: due casi uguali vengono ipoteticamente fatti risalire a cause comuni.

Anche la raccolta massiva di muffe di *Penicillium* rappresenta un procedimento di natura induttiva, **il metodo della differenza**, cercando tra muffe dello stesso tipo quella che differiva per la maggior capacità riproduttiva. Per questo possiamo dire che, se non la vera e propria scoperta, almeno il suo perfezionamento farmacologico non dipende da un'abduzione, ma da un'induzione.

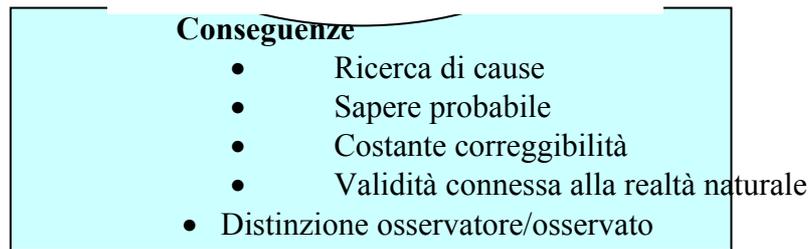
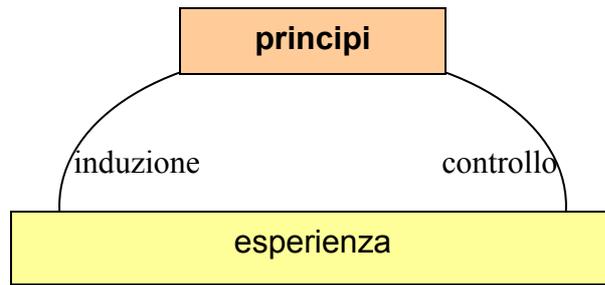
Scienze formali

Matematica, geometria, logica



Scienze naturali

Fisica, chimica, biologia, medicina

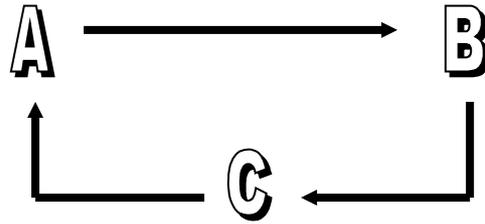


Carattere dominante

probabilità

Scienze umane

Storia, psicologia, sociologia, antropologia



Conseguenze

- Integrazione di presupposti - teorie - osservazione
- Interazione osservatore - osservato
- Dipendenza dalla teoria
- Dipendenza dal contesto
- Complessità

Carattere dominante

INTERAZIONE

B. L'idea di scienza contemporanea

La scienza: emergenze nella ricerca scientifica novecentesca

- la riflessione epistemologica sul concetto di scienza e sulle sue condizioni
- l'analisi dell'impatto del linguaggio nella costruzione del sapere scientifico
- la pluralità di approcci nella descrizione e nella spiegazione dei fenomeni osservati
- L'interazione tra teoria e osservazione, tra scienza e natura
- Scienza modello: dalla fisica alla biologia
- Sistemi complessi (ecosistema) come terreno di integrazione di competenze diverse

Einstein e il valore costruttivo dei concetti scientifici

“La fisica ebbe realmente principio con le invenzioni di massa, di forza e di sistema inerziale. Tali concetti sono tutte libere invenzioni. Essi condussero alla formulazione del punto di vista meccanicistico. Per il fisico dell'inizio del diciannovesimo secolo, la realtà del nostro mondo esteriore consisteva in particelle ed in forze semplici, agenti sulle stesse e dipendenti soltanto dalla distanza. Egli cercò di conservare, quanto più a lungo possibile, la persuasione che riuscirebbe a spiegare tutti gli eventi della natura mediante questi fondamentali concetti della realtà. Ma prima le difficoltà inerenti alla deviazione dell'ago magnetico, poi quelle connesse alla struttura dell'etere ed altre ancora, condussero alla creazione di una realtà più sottile, con l'importante invenzione del campo elettromagnetico. Occorreva una coraggiosa immaginazione scientifica per riconoscere appieno che l'essenziale per l'ordinamento e la comprensione degli eventi può essere non già il comportamento dei corpi, bensì il comportamento di qualcosa interposto fra di essi, vale a dire il campo.

Sviluppi posteriori demolirono i vecchi concetti, creandone dei nuovi. Il tempo assoluto ed il sistema di coordinate inerziali vennero soppiantati dalla teoria della relatività. Lo sfondo di tutti gli eventi non fu più costituito da due continui, quello unidimensionale del tempo e quello tridimensionale dello spazio, bensì dal continuo spazio-temporale a quattro dimensioni (altra libera invenzione) con nuove proprietà di trasformazione. Il sistema di coordinate inerziale divenne superfluo. Si riconobbe che qualsiasi sistema di coordinate è egualmente appropriato per la descrizione degli eventi naturali. [...]

La realtà creata dalla fisica moderna è invero assai lontana dalla realtà dei primi giorni. Ma gli scopi di ogni teoria fisica rimangono sempre gli stessi.

Con l'aiuto delle teorie fisiche cerchiamo di aprirci un varco attraverso il groviglio dei fatti osservati, di ordinare e d'intendere il mondo delle nostre impressioni sensibili. Aneliamo a che i fatti osservati discendano logicamente dalla nostra concezione della realtà. Senza la convinzione che con le nostre costruzioni teoriche è possibile raggiungere la realtà, senza convinzione nell'intima armonia del nostro mondo, non potrebbe esserci scienza. Questa convinzione è, e sempre sarà, il motivo essenziale della ricerca scientifica. In tutti i nostri sforzi, in ogni drammatico contrasto fra vecchie e nuove interpretazioni riconosciamo l'eterno anelito d'intendere, nonché l'irremovibile convinzione nell'armonia del nostro mondo, convinzione ognora più rafforzata dai crescenti ostacoli che si oppongono alla comprensione.

A. Einstein, *L'evoluzione della fisica*, 4. *Quanti, fisica e realtà*, pp. 301-3.

Un quadro autorevole, anche se certo non completo, dell'assetto dell'epistemologia post-empirista viene dalla parole di Mary Hesse:

- a) nelle scienze naturali **i dati non sono separabili dalle teorie**, ciò che viene considerato dato è determinato come tale alla luce di interpretazioni teoriche e i fatti stessi devono essere ricostruiti alla luce di un'interpretazione;
- b) nelle scienze naturali **le teorie** non sono modelli confrontati dall'esterno con la natura in uno schema ipotetico deduttivo: **sono i modi in cui i fatti sono visti**;
- c) nelle scienze naturali **le relazioni legisimili attribuite all'esperienza sono interne**, perché ciò che consideriamo come fatti è costituito da ciò che la teoria afferma intorno alle loro interrelazioni;
- d) **il linguaggio delle scienze naturali è irriducibilmente metaforico e inesatto** ed è formalizzabile solo a costo di una distorsione della dinamica storica dello sviluppo scientifico e delle costruzioni immaginative nei cui termini la natura viene interpretata dalle scienze;
- e) nelle scienze naturali **i significati sono determinati dalle teorie**, sono intesi sulla base della loro coerenza teorica piuttosto che sulla base della loro corrispondenza con i fatti (M. Hesse, *Modelli e analogie nella scienza* 1980, pp.172-173).

1. L'irruzione del tempo

Con Darwin cade l'illusione che il sistematico debba compilare il registro della creazione.

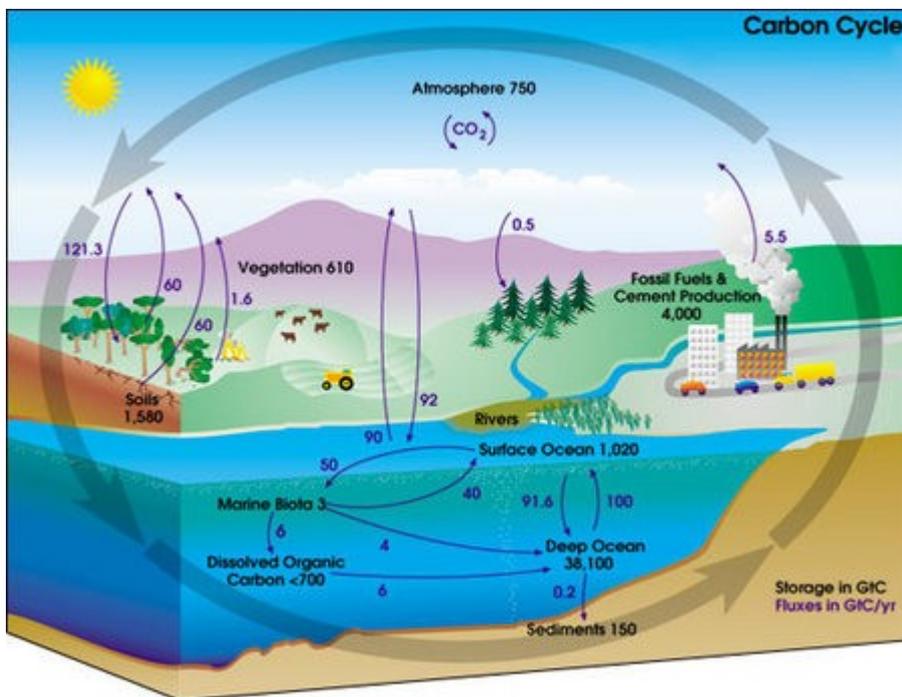
Le specie sono mutevoli: irrompe il tempo nella biologia, non solo degli individui ma anche delle specie e delle popolazioni.

Ma la variabile temporale appare non solo nelle scienze del vivente.

Il passaggio del tempo non è trascurabile nei processi ecosistemici.

Vi sono punti di non ritorno, curve, punti di rottura collassi che vanno considerati. Esiste una storia dell'ecosistema, che va compresa e considerata nella sua irreversibilità.

2. Sistema



Un sistema è una **relazione tra elementi**.

In un sistema lo stato di un elemento determina ed è determinato dallo stato di tutti gli altri elementi: non serve a molto conoscere il componente senza conoscere

- a) le sue relazioni

- b) il livello di integrazione delle relazioni
- c) la storia delle sue relazioni passate e possibili.

Il tutto, in un sistema, non si riduce mai alla somma delle parti.

L'approccio sistemico inizia ad assumere contorni definiti quando - subito dopo la seconda guerra mondiale - appaiono più evidenti i limiti di una scienza orientata quasi esclusivamente alla ricerca di sequenze causali lineari da isolare mediante procedimenti analitici.

- a) Classica definizione di von Bertalanffy del sistema come "**complesso costituito di elementi in interazione**" (von Bertalanffy 1969, p.67)
- b) "un sistema è un insieme di oggetti insieme con le relazioni tra gli oggetti e tra i loro attributi" (Hall e Fagen 1956, p.18)
- c) "porzione del mondo che conserva una qualche sorta di organizzazione di fronte ad influenze che lo disturbano" (Rapoport 1976, p. 234)

Volendo tentare una classificazione, potremmo dire che gli snodi cruciali attraverso i quali si sono svolte simili trasformazioni sono sostanzialmente due:

- a - il passaggio da una concezione di "elemento" o "componente" del sistema, centrata sulle qualità materiali e discrete che contraddistinguono entità fisicamente determinate, ad una concezione continuistica, più legata all'idea di processo e a quella di relazione/interazione;
- b - lo spostamento dell'osservatore e dell'azione di osservazione dall'esterno all'interno del sistema osservato e da un ruolo passivo (= l'oggetto osservato è dato) a uno di partecipazione attiva nella determinazione di ciò che viene osservato (= l'oggetto osservato viene costruito).

A cavallo fra gli anni '60 e '70 iniziano a comparire i primi tentativi di pensare alla teoria dei sistemi in una prospettiva diversa da quella moderna. Così per esempio un biologo, J.A.Miller, propone una definizione di sistema che, pur non discostandosi completamente dalle precedenti - egli infatti si limita a distinguere tra "sistemi astratti concettuali" e "sistemi concreti empirici" - porta tuttavia con sé l'idea innovativa in base alla quale l'identificazione del sistema e delle sue proprietà ha luogo nella relazione osservatore-osservato:

"l'osservatore seleziona da un numero infinito di unità e relazioni un particolare insieme rispetto agli scopi che si propone e alle caratteristiche che gli sono proprie" (Miller 1971, p.51).

Il concetto di "sistema" viene dunque a collocarsi nel terreno d'incontro delle diverse riflessioni legate alla relazione osservatore-osservato.

La ricomparsa dell'osservatore attraversa infatti la fisica, con il principio di indeterminazione di Heisenberg e con la teoria della relatività di Einstein, gli sviluppi più recenti della cibernetica di secondo ordine, della biologia e della neurofisiologia, ma anche della filosofia della scienza, in particolare di derivazione kuhniana, e della più recente sociologia della scienza, senza contare l'attenzione dedicata a questo problema dal pensiero sociologico a partire da Weber.

Per il momento, è soprattutto la riflessione epistemologica, legata alle acquisizioni della svolta linguistica, a mettere prepotentemente in campo il ruolo dell'osservatore, inteso come portatore di una struttura logica, di una batteria di pre-giudizi, di un'ineliminabile sovradeterminazione teorica in ogni atto osservativo, di una vera e propria "costruzione della realtà".

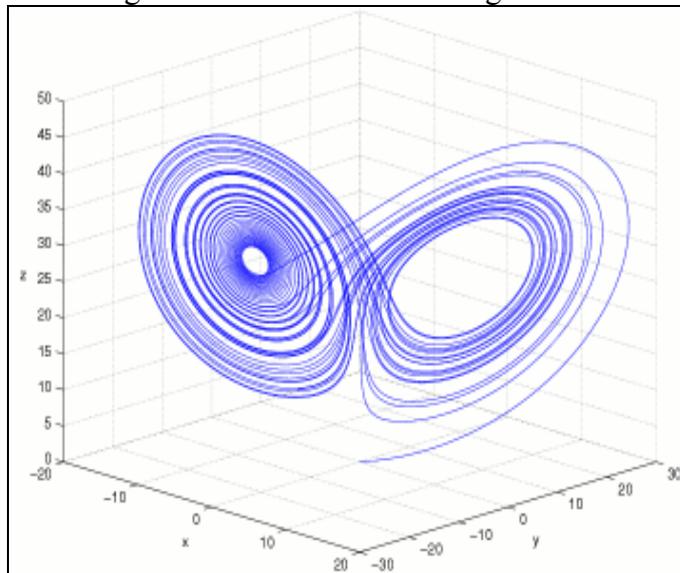
3. Complessità

Molti sistemi fisici dipendono dalle condizioni iniziali, quali che siano queste condizioni e un piccolo cambiamento nei dati iniziali modifica considerevolmente l'evoluzione successiva del sistema



Lorenz

Nel 1963, nel suo laboratorio di analisi e simulazione meteorologica, Edward Lorenz, riscopre la complessità. Si accorge infatti che il computer, su cui aveva impostato il sistema di equazioni che dovevano simulare l'evoluzione meteorologica, generava soluzioni enormemente diverse in dipendenza di piccolissime differenze nei dati iniziali. E' quello che passerà alla storia con il nome di “**effetto farfalla**”: il semplice battito d'ali di una farfalla nel mar dei Caraibi, a certe condizioni, può produrre come effetto un uragano sulla costa atlantica degli Stati Uniti.



0.506 invece di 0.506127 -> cambiamento drastico delle traiettorie ottenute.

Lorenz, articolo del 1972, usò l'immagine della farfalla per il titolo: “*Does the flap of a butterfly's wing in Brazil set off a tornado in Texas?*”



“La teoria della complessità studia i sistemi adattativi complessi. Per esempio: come si sviluppa una colonia di batteri in un ambiente? Perché uno stormo di uccelli vola in un certo ordine? Come si scopre qual è la tecnologia vincente tra un insieme di tecnologie concorrenti che si propongono di risolvere lo stesso problema? Come si spiega il funzionamento della borsa? Tutti questi problemi sono accomunati da alcuni elementi: ci sono individui che interagiscono (molecole, batteri, uccelli, macchine); ci sono regole che gli individui

seguono; ci sono obiettivi e vincoli contrastanti; ci sono interazioni tra un sistema e l'altro; ci sono percorsi di adattamento ai cambiamenti esterni. In pratica, non si può comprendere il volo di uno

stormo di uccelli studiando il comportamento individuale di un uccello: ogni uccello segue regole, interagisce con gli altri uccelli, produce un sistema che si muove in modo ordinato e in questo modo si adatta ai mutamenti esterni. Visto dall'esterno un sistema può avere un comportamento apparentemente casuale, ma comprendendone le regole di fondo e definendole in termini matematici quel comportamento diventa relativamente prevedibile. E quindi migliorabile". *Stuart Kauffman*.

Si tratta di una riscoperta, infatti, perché già Henry **Poincaré**, nel **1889**, aveva dimostrato che anche le solide leggi della dinamica di Newton, applicate ad un sistema di tre corpi celesti che interagiscono tra loro, rendono **impossibile fare previsioni esatte sul loro comportamento**. Si stava incrinando una credenza fondamentale della scienza moderna: la possibilità di raggiungere una sempre più precisa conoscenza degli effetti, data una sempre più precisa conoscenza delle cause. Ebbene, è proprio questa credenza a venir messa in discussione dalla scoperta della complessità.

Oggi giorno l'analisi dei sistemi complessi riveste ambiti diversissimi. **Dalla biologia all'ecologia, dall'analisi economica alla previsione dei flussi finanziari, dallo studio dei sistemi sociali all'analisi dei processi di adattamento delle specie viventi**, la complessità è qualcosa di più e di diverso dalla semplice constatazione che le variabili analizzate sono molte. In questi casi i processi studiati presentano un'enorme quantità di variabili interagenti, e la modifica anche di una sola di esse può produrre effetti molto diversi. Ma allora, si potrebbe obiettare, la complessità non è niente di diverso dalla misura della nostra ignoranza quando si analizzano realtà complicate.

Le cose, in realtà, non stanno così. Non si tratta solo di abbandonare l'approccio cartesiano, cioè la tendenza ad isolare il problema, segmentarlo in parti più piccole e ridurlo così alle sue componenti semplici. Né si tratta di abituarsi a previsioni probabili anziché determinate. In gioco c'è dell'altro: un diverso modo di pensare, che prevede almeno tre passaggi determinanti.

Le caratteristiche di un sistema complesso

1. Anzitutto occorre tener presente che **si è di fronte a sistemi, cioè a relazioni tra elementi**. In un sistema lo stato di un elemento determina ed è determinato dallo stato di tutti gli altri elementi: non serve a molto conoscere il componente senza conoscere **la storia delle sue relazioni** passate e possibili. Il tutto, in un sistema, non si riduce mai alla somma delle parti.

2. La seconda condizione di un sistema quando è complesso è il **non equilibrio**: lo stato ordinario del sistema può cambiare anche in seguito ad una piccola perturbazione. La complessità è caratteristica dei sistemi dinamici, che variano continuamente anche se appaiono integri, come avviene al nostro organismo o allo stato dei nostri investimenti in Borsa.

3. Vi è la **non linearità**, che richiede il ricorso a *matematiche diverse da quelle tradizionali, come ad esempio la teoria delle catastrofi, che studia l'evoluzione dei sistemi in presenza di momenti critici*.

4. Va considerato il concetto di retroazione e di equilibrio. Ogni sistema viene perturbato o modifica se stesso, tuttavia tende per successive variazioni a raggiungere uno stadio di equilibrio a basso potenziale energetico. Spesso tale stato è raggiunto attraverso una retroazione oppure con interventi consapevoli del sistema stesso. La distinzione non è rilevante: tale stato di equilibrio è raggiunto per vie diverse e costituisce l'identità del sistema, fino a quando esso resta tale. E' la sua **omeostasi**.

5. **Ogni elemento del sistema può essere considerato a sua volta un sistema, di livello inferiore, e ogni sistema può essere considerato elemento di un sistema di livello superiore.** Una buona indicizzazione potrebbe bastare a governare tali ricorsioni, senza però eliminare almeno un problema: la dimensione epistemica della scelta del livello di osservazione scelto. Un sistema è sempre frutto di una scelta operata dall'osservatore, che ritaglia in un ambiente processi specifici, cioè un sistema con la sua organizzazione e le sue possibili dinamiche, e nel far ciò riduce a rumore di sfondo ogni altra relazione che pure interviene nella interazione tra sistemi. Potremmo dire che ogni disciplina scientifica si è dotata di strumenti, concettuali e tecnici, per fissare il livello di osservazione con cui stabilisce la significatività dei sistemi che osserva, ma ciò non esclude la necessità di riconsiderare tali livelli ogni volta che si è in presenza di difficoltà esplicative.

6. Il problema della **ricorsione appare anche internamente al sistema**, in particolare nello sviluppo di meccanismi retroattivi che caratterizzano gran parte delle relazioni sistemiche. Le relazioni sistemiche sono spesso interattive, il che, data la natura interconnessa del complesso sistemico, comporta una sua alta variabilità: modificare una relazione anche in misura ridotta può comportare un'alterazione significativa, o addirittura fatale, per il sistema nel suo complesso, così come una variazione rilevante può essere assorbita dal sistema attraverso una sua riorganizzazione funzionale. Da qui l'impossibilità di un'analisi statica del sistema, ma il necessario ricorso a una revisione costante delle relazioni indicate, posto che averle individuate e descritte una volta non garantisce sulla possibilità di conoscerne lo stato presente. Potremmo dire che la spiegazione funzionale richiede un'esplicazione molto più accurata, continua e specifica di quanto non sia normalmente richiesto per spiegazioni di altro tipo.

7. **Dalla individuazione delle cause alle condizioni di equilibrio.** È importante, quando è possibile, conoscere le condizioni e quindi le cause interne in forza delle quali il sistema mantiene attivo un determinato processo, ma ciò che conta di più, e che spesso è la sola conoscenza ottenibile, è individuare le condizioni di equilibrio entro cui può variare il sistema mantenendo attivo quel processo.

Prendiamo un **caso di ricorsione** semplice da capire.

A determina B e ne cambia lo stato e B determina A e ne cambia lo stato. Un esempio classico è il sistema di riscaldamento di una stanza. In essa vi è un termosifone collegato a una caldaia remota, controllata da un termostato presente nella stanza. Lo stato del termostato (A) determina l'accensione o lo spegnimento della caldaia (B), che, attraverso il termosifone, modifica la temperatura media della stanza. Lo stato della caldaia (B), tuttavia, determina lo stato del termostato (A), poiché è il calore della stanza, effetto diretto dell'azione del bruciatore, a determinare lo stato del termostato. A determina B e B determina A: il problema è che il sistema così descritto riesca a svolgere la sua funzione, che è quella di autoregolare la temperatura della stanza, fissata a n gradi. È l'equilibrio di questa temperatura il vero risultato dell'azione del sistema.

Entrambi gli elementi, A e B, sono reciprocamente causa ed effetto, ciò che conta non è l'individuazione della causa, quanto l'equilibrio della relazione.

Finché i due elementi retroagiscono mantenendo la relazione in equilibrio, questo sistema si mantiene dinamicamente stabile. In questa prospettiva il problema della causazione diventa secondario, e con esso perde importanza la questione della precedenza temporale.

Poiché è sistemico l'approccio alla spiegazione funzionale (teleologica), ci sembra possibile sostenere che l'insieme di problemi nati dal rapporto tra causalità e spiegazione funzionale, lungi dal rappresentare una difficoltà per questo tipo di spiegazione, ne illumina piuttosto una caratteristica, la natura sistemica, appunto. Ciò vuol dire mettere mano a una concezione diversa di

causalità, dove non sempre è possibile individuare le antecedenze, anche se deve sempre essere possibile individuare le condizioni di equilibrio.

4. Emergentismo

Un comportamento emergente o proprietà emergente può comparire quando un numero di entità semplici (agenti) operano in un ambiente, dando origine a comportamenti più complessi in quanto collettività.

La proprietà stessa non è predicibile e non ha precedenti, e rappresenta un nuovo livello di evoluzione del sistema. I comportamenti complessi non sono proprietà delle singole entità e non possono essere facilmente riconosciuti o dedotti dal comportamento di entità del livello più basso.

Il punto di partenza nella letteratura sull'emergentismo è Charlie Dunbar Broad, *The Mind and Its Place in Nature* del 1925.

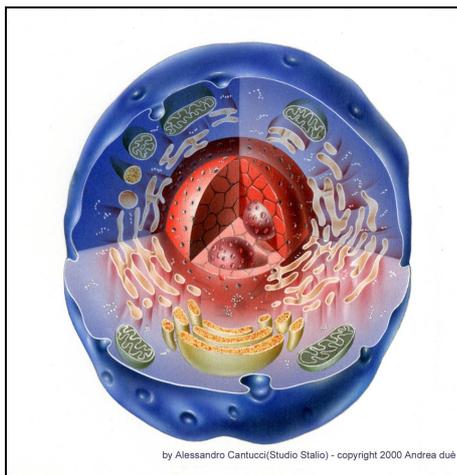
Esempi di emergenza

Colore. Le particelle elementari come protoni o elettroni non hanno colore. Solo quando sono disposti in atomi assorbono o emettono specifiche lunghezze d'onda così da poter definire il colore della materia. (I quark hanno una caratteristica denominata carica di colore, termine solo figurativo che non ha a che vedere con il concetto abituale di colore).

Attrito. Le particelle elementari non hanno attrito, o meglio le forze che agiscono tra loro sono conservative. L'attrito emerge quando si considerano strutture più complesse di materia, le cui superfici possono assorbire energia se sfregate tra loro. Considerazioni simili si possono applicare ad altri concetti come la viscosità, l'elasticità, la resistenza alla trazione.

Una delle ragioni per cui si verifica un comportamento emergente è che il numero di interazioni tra le componenti di un sistema aumenta combinatoriamente con il numero delle componenti, consentendo il potenziale emergere di nuovi e più impercettibili tipi di comportamento.

Un esempio biologico è una **colonia di formiche**. La regina non dà ordini, né dice alle formiche cosa fare. Ogni singola formica reagisce a stimoli, in forma di odori chimici provenienti dalle larve, dalle altre formiche, da intrusi, cibo e immondizia, e si lascia dietro una traccia chimica che, a sua volta, servirà da stimolo alle altre. Ogni formica è un'unità autonoma che reagisce solamente in relazione all'ambiente e alle regole genetiche della sua specie. Nonostante la mancanza di un ordine centralizzato, le colonie di formiche esibiscono un comportamento complesso ed hanno dimostrato la capacità di affrontare problemi geometrici. Ad esempio, localizzano un punto alla distanza massima da tutte le entrate della colonia per deporvi i corpi morti.



La vita è senza dubbio un pozzo inesauribile di esempi da cui l'emergentismo attinge. Il caso più semplice di emergenza è rappresentato dalla relazione tra un organismo vivente e le molecole di cui è composto a un dato momento. Se prendessimo tutte queste molecole, che sono tutto ciò che costituisce quell'organismo, e ne cambiassimo drasticamente l'organizzazione esse non costituirebbero più un organismo. Dunque, l'essere vivente emerge dalle molecole.

La mente costituisce un'altra fonte di esempi di emergenza. La nostra vita mentale si compone di un flusso coerente di credenze, desideri, ricordi, paure, speranze ecc., i quali presumibilmente emergono in qualche modo dal coacervo di attività elettriche e biochimiche in cui sono coinvolti i nostri neuroni e il nostro sistema nervoso.

L'emergenza sembra caratterizzare anche il comportamento collettivo delle persone. L'origine e la diffusione di una **moda giovanile**, come l'improvvisa popolarità di un taglio di capelli, può essere rappresentata in un modo molto simile a quello in cui si rappresentano le transizioni di stato fisico, già menzionate come bona fide emergenti. Transizioni che pure ritroviamo negli ingorghi di traffico, i quali emergono dal moto di singole automobili quando la densità degli autoveicoli sulla strada oltrepassa una certa soglia.

Esiste anche una visione secondo cui l'inizio e lo sviluppo dell'**evoluzione** stessa possono essere considerati una proprietà emergente delle leggi fisiche del nostro universo.

Tutti questi esempi indicano come l'emergenza abbia a che fare con fenomeni che sorgono, e dunque dipendono, da fenomeni di ordine più basilare, da cui però sembrano in parte smarcarsi mostrando una certa autonomia.

D'altro canto, non è di per sé sufficiente un gran numero di interazioni per determinare un comportamento emergente, perché molte interazioni potrebbero essere irrilevanti, oppure annullarsi a vicenda.

Si nota quindi che non è solo il **numero** di connessioni tra le componenti a incoraggiare l'emergenza, ma anche l'**organizzazione** di queste connessioni.

Il sistema deve raggiungere una certa soglia di combinazione di diversità, organizzazione e connettività prima che si presenti il comportamento emergente.

5. Sintesi del paradigma biologico

	PARADIGMA SCIENTIFICO MODERNO	PARADIGMA BIOLOGICO EMERGENTE
scienza	matematica, fisica	biologia, ecologia
ontologia	elemento semplice	sistema
epistemologia	distinzione soggetto-oggetto	descrizione sensibile al contesto
	distinzione teoria-osservatore	integrazione nel sistema di osservatore - osservato
principio	il tutto equivale alla somma delle parti	il tutto è più della somma delle parti
procedura	scomposizione riduzionismo	integrazione emergentismo
organizzazione	l'ordine deriva da leggi	ordine deriva da margini del caos
	gerarchia, pianificazione, eterodeterminazione	auto-organizzazione, auto-poiesi
	riduzione agli elementi materiali soggiacenti, riduzionismo	olismo, sistemica

	riduzione alle componenti matematizzabili	individuazione dell'organizzazione funzionale
tempo	reversibilità, invarianza temporale dei processi	irreversibilità dei processi
spazio	sequenza, algoritmo	rete
proiezione	prevedibilità	indeterminazione
	pianificazione	ordine dal caos
	piccole variazioni -> piccoli spostamenti	sensibilità alle condizioni iniziali: piccole variazioni -> grandi spostamenti
argomentazioni dominanti	priorità della causa sull'effetto argomento di causa	proprietà emergente argomento <i>ad consequentiam</i>

C. Le immagini di scienza, dal positivismo ad oggi

Presento qui un percorso tra alcune concezioni di scienza (**positivismo, neopositivismo, falsificazionismo, teoria dei paradigmi**) rispondendo ad alcune domande...

- come distinguere scienza da non scienza?
- c'è un metodo della scienza?
- cosa sono le teorie?
- cosa sono le leggi?
- cosa sono gli esperimenti?
- che ruolo hanno i controlli empirici?

1. 1. II POSITIVISMO

2. 1.1. IL CONTESTO POSITIVISTA

L'Ottocento è un'epoca contraddittoria, fatta di certezze ma anche di profondi cambiamenti. Anche fuori dall'Inghilterra si sviluppa **la rivoluzione industriale**, con le trasformazioni economiche e sociali che ciò comporta.

Si afferma **il ruolo egemone della borghesia**, tanto negli affari quanto nella politica, ma l'industrializzazione porta con sé anche lo sviluppo del movimento operaio, con i primi segni visibili di conflitto sociale tra classi. Il mercato europeo si impone come il centro mondiale degli scambi commerciali, ma interi continenti, come l'Africa e l'Asia, finiscono per diventare una parte del sistema coloniale europeo.

La scienza diventa sempre più importante, ciò avviene anche per gli innegabili successi che la caratterizzano. Lo studio dell'elettricità, del magnetismo, del calore giungono a sintesi nuove e decisive, come l'**elettromagnetismo** e la **termodinamica**; a queste si aggiungono lo **sviluppo della chimica** e le profonde innovazioni nella biologia e nella zoologia, con la **teoria dell'evoluzione**; non mancano anche momenti di crisi e revisione, come la nascita delle **geometrie non euclidee**.

Il ruolo della scienza diventa decisivo, tanto nei processi economici, quanto in quelli sociali

3. 1.2 GLI OBIETTIVI DEL POSITIVISMO

Chiamiamo **positivismo** il generale movimento culturale che si diffonde in Europa intorno al 1840. Caratterizzato dalla **fiducia nella scienza e nel progresso tecnologico**, tale movimento raccoglie le istanze di trasformazione che derivano dalla rivoluzione industriale e, in senso politico, dall'affermarsi dei ceti borghesi alla guida dei principali Paesi europei.

Esso si innesta nelle diverse tradizioni nazionali, come l'**illuminismo francese** o l'**empirismo inglese**, acquisendo così differenti curvature, mantenendo però dei tratti comuni:

l'ottimismo nel progresso,

la scienza come guida dello sviluppo umano,

la sua capacità di affrontare e governare anche le grandi distorsioni sociali prodotte dalla modernizzazione.

Le testi portanti del positivismo, al di là delle varie espressioni che esso ha assunto in tempi e luoghi diversi, possono essere così sintetizzate.

- **Regola del fenomenismo**: non esiste differenza tra apparenza ed essenza: conta solo il fenomeno, perché solo di ciò che appare ai nostri sensi e ai nostri strumenti si può avere scienza.

- **Regola dell'empirismo:** oltre che ai fenomeni, la conoscenza scientifica ricorre anche a teorie e formalizzazioni astratte, che tuttavia, in ultima istanza, sono solo descrizioni abbreviate di dati empirici.
- **Regola dell'unità metodologica:** le scienze, per quanto molteplici e diverse, sono accomunate da una metodologia comune, che è possibile individuare e descrivere.
- **Regola dell'a-valutatività:** la scienza non produce giudizi di valore, cioè non esprime proposizioni etiche, ma offre una solida base di conoscenze a chi è chiamato a scegliere, moralmente o politicamente.

4. 1.3 LE STRUTTURE CONCETTUALI DEL POSITIVISMO



1.3.1. Comte e la legge dei tre stadi

Auguste Comte (1798-1857) è considerato il padre del positivismo ottocentesco. Formatosi all'École Polytechnique, studioso di matematica, grande conoscitore delle scienze naturali, fondatore della moderna sociologia, egli crede nel valore assoluto del sapere scientifico. Per questo considera la scienza come il modello intorno al quale far nascere una società nuova, ordinata e progressiva, guidata da intellettuali educati all'innovazione scientifico-tecnologica e capace così di condurre l'umanità alla sua piena realizzazione.

Comte affida l'esposizione delle sue tesi al monumentale *Corso di filosofia positiva* (1830-1842), in cui mira a coordinare le scienze positive in una scala enciclopedica, ricercando la genesi, gli sviluppi e i rapporti reciproci tra le diverse scienze.

Tutto l'impianto del *Corso* ruota attorno a quella che Comte definisce come “una grande legge fondamentale” di sviluppo delle scienze: la legge dei tre stadi.

Secondo questa legge ogni scienza, nel suo sviluppo, attraversa tre stadi.

Inizialmente essa si presenta nello **stadio teologico**, in cui indagando le cause prime, ci si rappresenta i fenomeni come prodotti dall'azione di agenti soprannaturali. Così un'eclisse di luna viene interpretata come il segno della collera divina.

Nello **stadio metafisico** gli agenti soprannaturali sono sostituiti da forze astratte, pensate come capaci di produrre i fenomeni osservati. Così, nella fisica aristotelica, il moto circolare dei cieli viene fatto dipendere dalla sostanza che li costituisce, cioè l'etere.

Infine, nello **stadio positivo**, si rinuncia ad indagare sulle cause ultime e si mira a conoscere le leggi che regolano i fenomeni. Il moto celeste è quindi ricondotto alla legge di gravitazione universale, scoperta da Newton e sufficiente a spiegare la varietà delle orbite e dei moti dei pianeti.

Ogni scienza attraversa questi stadi, quale prima, quale poi, ma in ogni caso il suo movimento va dallo stadio teologico a quello metafisico e quindi a quello positivo: ecco il senso della legge che, secondo Comte, presiede lo sviluppo della conoscenza umana.

1.3.2. La classificazione delle scienze

MATEMATICA		<ul style="list-style-type: none"> • calcolo • geometria • meccanica razionale
SCIENZA DEI CORPI BRUTI	Astronomia	<ul style="list-style-type: none"> • astronomia geometrica • astronomia meccanica • cosmogonia positiva
	Fisica	<ul style="list-style-type: none"> • barologia • tecnologia • acustica • ottica • elettrologia
	Chimica	<ul style="list-style-type: none"> • chimica inorganica • chimica organica
SCIENZA DEI CORPI ORGANIZZATI	Fisiologia	<ul style="list-style-type: none"> • struttura e composizione dei corpi viventi • classificazione dei corpi viventi • fisiologia vegetale • fisiologia animale • fisiologia intellettuale e affettiva
	Fisica sociale (sociologia)	<ul style="list-style-type: none"> • metodo • scienza • struttura generale delle società umane (statica) • legge fondamentale dello sviluppo delle società umane (dinamica) • studio storico del cammino dell'umanità: <p>epoca teologica epoca metafisica epoca positiva</p>

Da questa legge Comte deriva non solo il **critério storico** di sviluppo delle scienze, ma anche il **critério sistematico** della loro classificazione.

Infatti, per Comte le scienze si organizzano in un quadro di riferimento che va dal generale al particolare e dal semplice al complesso.

Al vertice di questo schema sta la matematica, scienza essenziale per lo sviluppo di tutte le altre discipline, dotata di un alto livello di astrazione e generalità.

Subito al di sotto vi sono le scienze che studiano i corpi bruti, cioè l'astronomia, la fisica e la chimica.

Quindi, ad un livello di complessità maggiore, quelle che studiano i corpi organizzati, cioè i viventi: la fisiologia e la fisica sociale o sociologia.

L'ordine di disposizione delle scienze rispecchia l'ordine con cui esse hanno guadagnato, storicamente, lo stadio positivo.

La classificazione comtiana, quindi, rispecchia un ordine **metodologico** (dal meno complesso al più complesso), **storico** (dal prima al poi nel giungere allo stadio positivo) e **pedagogico** (dal più generale al più specifico).

1.3.3. Leggi, fatti e teorie

“Il carattere fondamentale della filosofia positiva è di considerare i fenomeni assoggettati a *leggi* naturali invariabili, la scoperta e la riduzione al minor numero possibile delle quali sono il fine di tutti i nostri sforzi” (*Corso di filosofia positiva*, lez. I, pp. 11-12).

Certo il fatto è importante nella prospettiva di Comte, ma lo scopo dell'osservazione e della sperimentazione mira all'individuazione di regolarità naturali, di leggi appunto. L'esempio spesso citato da Comte è la gravitazione universale, che indica una relazione tra fatti che si ritrova a livello tanto astronomico quanto molecolare. Spiegare, infatti, consiste propriamente in questo: **ricondere fatti diversi ed eterogenei a leggi generali**, il cui numero tende via via a diminuire con il progredire della scienza.

Nonostante l'enfasi positivista sul fatto, Comte è quindi attento a non risolvere la scienza in pura osservazione: senza una **teoria** che mira a trasformarsi in **legge**, senza una ipotesi di regolarità che colleghi il comportamento dei fenomeni, la realtà apparirebbe caotica, senza un ordine e del tutto incomprensibile. Qui si avverte il debito di Comte nei confronti di Kant. Come per il filosofo tedesco sensibilità ed intelletto devono integrarsi per produrre autentica conoscenza, per Comte osservazione e ragionamento non possono agire isolatamente, pena la dispersione in una miriade di dati senza ordine, o di teorie senza fondamento reale.

“Se da un lato ogni teoria positiva deve necessariamente essere fondata su osservazioni, è ugualmente evidente che, per osservare, il nostro spirito ha bisogno di una teoria, quale che sia. Se, contemplando i fenomeni, non li connessimo immediatamente a taluni principi, non solamente sarebbe impossibile combinare queste osservazioni isolate, e di conseguenza ricavarne un qualche frutto, ma saremmo anche del tutto incapaci di conservarle e, il più delle volte, i fatti resterebbero inosservati sotto i nostri occhi” (ivi, p. 7)

Qual è il metodo della scienza?

- 1) osservazione,
- 2a) ipotesi sulla regolarità dei fenomeni, 2b) teoria
- 3) riconduzione della teoria a principi più generali
- 4) controllo empirico (esperimento)

Alcune osservazioni su leggi e teorie

“Una teoria fisica ... è un sistema di proposizioni matematiche, dedotte da un ristretto numero di principi, che hanno lo scopo di rappresentare nel modo più semplice, più completo e più esatto, un insieme di leggi sperimentali” (P. Duhem, *La teoria fisica*, 1904-5, pp. 23-4).

Una legge indica la relazione numerica tra valori, indipendentemente dalla loro interpretazione, che spetta alla spiegazione.

Ad esempio, prendiamo la legge di Boyle

$$PV = kT$$

dove P è la pressione del gas, V il suo volume, T la sua temperatura assoluta, k una costante dipendente dalla massa e dalla natura del gas.

Noi possiamo descrivere con accuratezza il rapporto esistente tra pressione, temperatura e volume di un gas in un contenitore: possiamo registrare a parità di volume l'aumento della pressione in rapporto all'aumento della temperatura, ma questo non significa spiegare perché si verifica tale aumento.

Per farlo ci serve una teoria, ad esempio la **teoria cinetica dei gas** che spiega **perché** aumenta la temperatura, mentre la legge di Boyle si limita a descrivere le condizioni di tale aumento.

Cos'è una teoria scientifica?

Una teoria è l'interpretazione di un fenomeno o di una legge, espressa in coerenza con il sistema di assunzioni ritenute valide da una comunità scientifica, che tenta di offrire una spiegazione di quanto è oggetto della teoria.

2. IL NEOPOSITIVISMO: LE PREMESSE TEORICHE



2.1 Lo sfondo teorico

Il neopositivismo nasce sullo sfondo - anche critico - del pensiero filosofico e scientifico di fine Ottocento e inizio Novecento.

In esso vanno rintracciate posizioni diverse:

Criticamente esso si oppone all'idealismo e allo spiritualismo, che anche in opposizione al positivismo diffuso avevano ridotto il ruolo conoscitivo della scienza e cercato vie diverse alla verità, come l'intuizione, l'interiorità della coscienza, l'irrazionalità dell'agire o del volere.

In positivo vanno ricordati:

L'empirismo moderno, rappresentato dalla tradizione anglosassone, in particolare riferita a Hume, che riferisce all'esperienza la fonte primaria della nostra conoscenza.

Il positivismo ottocentesco, con il suo richiamo alla scienza come unica fonte di certezza, caratterizzata da un costante e progressivo ricorso all'esperienza e dotata di un metodo unitario.

L'indirizzo neokantiano (Scuola di Marburgo, Cohen, Natorp, Cassirer) che interrogandosi sulla fondazione del sapere da un lato critica la metafisica intesa come sapere, dall'altro cerca le forme **a priori** che permettono, sul piano logico, la fondazione della scienza e di un sapere rigoroso.

La prospettiva aperta dalle riflessioni di E. Mach (1838-1916), improntate alla critica al meccanicismo, accusato di aver trasformato la meccanica in una ontologia privilegiata, dimenticando che la scienza si basa sull'esperienza dei dati sensoriali immediati, rielaborati alla luce delle nostre esigenze di vita e di ordine.

La **logica matematica** messa a punto Frege, Russell e poi Wittgenstein, che sviluppa un linguaggio e un calcolo logico in grado di affrontare con strumenti nuovi problemi antichi, come il significato di un enunciato o il suo valore di verità.

Tre problemi epistemologici alle spalle del Circolo di Vienna

Le geometrie non euclidee:

problema: l'evidenza non può bastare a fondare assiomi e postulati.

esito: il rapporto tra realtà e matematica diventa problematico

Fisica quantistica e la conseguente difficoltà sulla natura dell'elettrone:

il principio di complementarità e di indeterminazione

problema: viene meno il determinismo classico;

esiti: cede il principio di invarianza dell'osservazione a parità di condizioni,
si indebolisce il presupposto dell'oggettività,
si introduce un limite costitutivo alle pretese conoscitive della fisica nucleare.

Fisica relativistica:

problema: muta la nozione di simultaneità, di tempo, di spazio, di massa,

esiti: si introduce un nuovo limite e si pongono nuove relazioni ($E=mc^2$)

Ciò avviene per via di analisi teorica e non sulla base di esperimenti, almeno fino al 1919, con l'esperimento di Eddington.

Ciò impone una ridefinizione precisa del metodo e delle pretese di validità della scienza.

E' questo il compito a cui si accingono i neopositivisti

2.2. La formazione del Circolo di Vienna

La storia del Circolo di Vienna comincia nel 1921, quando all'Università di Vienna venne chiamato M. Schlick a occupare la prestigiosissima cattedra - *Philosophie, insbesondere Geschichte und Theorie der Induktiven Wissenschaften* - che era stata creata per E. Mach.

Attorno a Schlick cominciarono a raggrupparsi studiosi di formazione sia scientifica sia umanistica interessati a discutere dei fondamenti filosofici del sapere scientifico. Questo gruppo di studiosi, formato via via da H. Feigl, F. Waismann, H. Hahn, K. Reidmeister, O. Neurath, F. Kaufmann, V. Kraft, P. Frank, R. Carnap, G. Bergmann e K. Menger, dapprima (1928) chiamato *Verein Ernst Mach* e poi *Wiener Kreis*, vide il suo pubblico atto di nascita in un testo dato alle stampe nel 1929 da O. Neurath, H. Hahn e R. Carnap e intitolato *Wissenschaftliche Weltfassung. Der Wiener Kreis. (La concezione scientifica dal mondo. Il circolo di Vienna)*

Poco lontano da Vienna, a Berlino, J. Petzold riunì in quegli anni, e pressoché con i medesimi intenti, un gruppo di studiosi in quella che chiamò la *Gesellschaft für positivistische Philosophie*, che poi (1928) divenne la *Gesellschaft für empirische Philosophie*. Fra i berlinesi vanno ricordati F. Kraus, A. Herzberg, H. Reichenbach, che ne diventerà l'esponente più rappresentativo, K. Grelling, W. Dubislav, K. Lewin, W. Köhler, R. von Mises e C. G. Hempel.

L'interesse per gli stessi problemi e più o meno lo stesso approccio fece sì che i due gruppi sentirono la necessità di realizzare un foro comune di discussione. Questo fu rinvenuto negli "*Annalen der Philosophie*", che, dal 1929 e sotto la guida del viennese Carnap e del berlinese

Reichenbach, vennero chiamati “*Erkenntnis*”, ancora oggi una delle più importanti riviste di filosofia della scienza.

In pratica era nato quello che oggi è noto come “neopositivismo” o “neoempirismo”.

Le domande attorno a cui ruotava il dibattito erano del tipo:

- Esiste un fondamento unitario delle diverse scienze?
- Esiste un criterio per distinguere le proposizioni dotate di senso da quelle che ne sono sprovviste?
- Che significato hanno i termini teorici?
- C'è distinzione tra verità logiche e verità di fatto?
- Cos'è una legge scientifica?

2.3. Le tesi del neopositivismo

Alla base del progetto neopositivista vi è la condivisione di alcuni assunti fondamentali dell'empirismo logico e cioè:

- 1) accettazione della divisione fra enunciati analitici, la cui verità è indipendente dall'esperienza ma solo funzione del significato dei termini, e enunciati sintetici la cui verità dipende dall'esperienza ([distinzione analitico e sintetico](#))
- 2) possibilità e ricerca di un criterio di significanza conoscitiva, in base al quale gli enunciati non analitici e non riducibili a enunciati la cui verità dipende dall'esperienza dovevano essere considerati pseudo-enunciati e quindi espunti dall'ambito del conoscitivamente significante ([criterio di significanza empirica](#))
- 3) La scienza è intesa come una costruzione linguistica controllata logicamente, in cui grande importanza assume la distinzione tra un [linguaggio teorico e un linguaggio osservativo](#).
- 4) possibilità e ricerca di un metodo che permettesse di capire se un enunciato fosse analitico, sintetico o senza significato conoscitivo ([verificazione e conferma empirica](#))
- 5) da qui una serrata critica agli enunciati metafisici che pretendono di esprimere una conoscenza ([critica antimetafisica](#)) e una ridefinizione del ruolo della filosofia come chiarificazione logica ([filosofia e scienza](#))
- 6) concezione unitaria del metodo scientifico ([unità della scienza](#))

2.4. La critica alla metafisica

Dai circolisti emerge una generale insoddisfazione per il sapere filosofico.

Ora essi hanno anche gli strumenti logici e teorici per portare a fondo la critica al **significato** e quindi alla **rilevanza conoscitiva degli enunciati metafisici**

«Se qualcuno afferma “esiste un dio”, “il fondamento assoluto del mondo è l'inconscio”, “nell'essere vivente vi è un'entelechia come principio motore”, noi non gli rispondiamo “quanto dici è falso”, bensì a nostra volta gli poniamo un quesito: “che cosa intendi dire con i tuoi asserti?”. Risulta chiaro, allora, che esiste un confine preciso fra due tipi di asserzioni. All'uno appartengono gli asserti formulati nella scienza empirica: il loro senso si può stabilire mediante l'analisi logica; più esattamente, col ridurli ad asserzioni elementari sui dati sensibili. Gli altri asserti, cui appartengono quelli citati sopra, si rivelano affatto privi di significato, assumendoli

come li intende il metafisico. Spesso è possibile reinterpretarli quali asserti empirici; allora, però, essi perdono il proprio contenuto emotivo, che in genere è basilare per lo stesso metafisico. Il metafisico e il teologo credono, a torto, di asserire qualcosa, di rappresentare stati di fatto, mediante le loro proposizioni. Viceversa, l'analisi mostra che simili proposizioni non dicono nulla, esprimendo solo atteggiamenti emotivi. Espressioni del genere possono, certo, avere un ruolo pregnante nella vita; ma, al riguardo, lo strumento espressivo adeguato è l'arte, per esempio la lirica o la musica. Si sceglie, invece, la veste linguistica propria di una teoria, ingenerando un pericolo: quello di simulare un contenuto teorico inesistente. Se un metafisico o un teologo vogliono mantenere nel linguaggio la forma usuale, debbono consapevolmente e chiaramente ammettere non fornire rappresentazioni, bensì espressioni; di non suggerire teorie, informazioni, bensì poesie o miti. Quando un mistico afferma di avere esperienze oltrepassanti tutti i concetti, non è possibile contestare la sua pretesa. Ma egli non è in grado di parlarne, poiché parlare significa ricorrere a concetti, ricondurre a stati di fatto delimitabili scientificamente. La concezione scientifica del mondo respinge la metafisica» (Hahn, Neurath e Carnap, p. 76)

Appare chiaro il ruolo svolto dall'analisi linguistica e logica nella ridefinizione

a) del significato di un termine

b) del suo rilievo conoscitivo

Poiché il significato è ricondotto alle procedure di controllo empirico, il problema della metafisica si salda con quello della verifica.

La filosofia non è più, quindi, portatrice di un sapere specifico, ma è un sistema di controllo logico e linguistico dei nostri enunciati.

In questa concezione gioca un ruolo rilevante la posizione di Wittgenstein, che nel *Tractatus* assegna alla filosofia un ruolo ben preciso:

4.024 Comprendere una proposizione vuol dire sapere che accada se essa è vera. [...]

(La si può dunque comprendere senza sapere se è vera).

4.1 La proposizione rappresenta il sussistere e non sussistere degli stati di cose.

4.11 La totalità delle proposizioni vere è la scienza naturale tutta (o la totalità delle scienze naturali). La filosofia non è una delle scienze naturali. (La parola «filosofia» deve significare qualcosa che sta sopra o sotto, non già presso le scienze naturali)

4.112 Scopo della filosofia è la chiarificazione logica dei pensieri. La filosofia non è una dottrina, ma un'attività. [...] Risultato della filosofia non sono «proposizioni filosofiche», ma il chiarirsi di proposizioni

4.113 La filosofia limita il campo disputabile della scienza naturale.

4.116 Tutto ciò che può essere pensato può essere pensato chiaramente. Tutto ciò che può formularsi può formularsi chiaramente.

4.003 Il più delle proposizioni e questioni che sono state scritte su cose filosofiche è non falso, ma **insensato**. Perciò, a questioni di questa specie non possiamo affatto rispondere, ma possiamo solo stabilire la loro insensatezza. Il più delle questioni e proposizioni dei filosofi si fonda sul fatto che noi non comprendiamo la nostra logica del linguaggio. [...]

La filosofia assume il ruolo di come terapia per i crampi del linguaggio

Per Schlick, vicino alle posizioni di Wittgenstein, gli accenti sono pressoché uguali:

Noi riconosciamo nella filosofia anziché un sistema di conoscenze un sistema di *atti*. La filosofia è insomma l'attività mediante la quale si chiarisce e si determina il *senso* degli enunciati. (Schlick, *Tra realismo e neopositivismo*, p. 31)

2.5 L'unità della scienza

Paolo Vidali – Filosofia della scienza – Corso cultura al “Quadri” - 2011 p. 35

L'univocità della struttura logica che fa da impalcatura alla scienza e l'intersoggettività dei dati osservativi che fungono da base empirica degli enunciati scientifici formano le premesse per una **concezione unitaria della scienza**, distinta per discipline e ambiti di applicazione ma comune nel metodo e nei criteri di costruzione e di verifica.

Da qui il progetto di una *Enciclopedia internazionale delle scienze unificate*, che inizia le sue pubblicazioni nel 1938 sotto la direzione di Neurath, Carnap, Morris e altri, e che assumeva come presupposto che "tutte le leggi devono essere concepite come parti di un solo sistema, la scienza unificata".

2.6 Il neopositivismo: le critiche e le obiezioni

Le obiezioni al progetto neopositivista nacquero spesso al suo stesso interno, segno di una vitalità e di una apertura alla discussione che certo è meritoria.

Tutte le tesi fondamentali del neopositivismo entrarono in crisi nell'arco del Novecento, ma su alcune di esse merita soffermarsi maggiormente.

- Analitico e sintetico e riduzionismo: due concetti ambigui
- Il problema delle leggi generali e la questione dell'induzione
- La teoreticità dell'osservazione
- La sottodeterminazione delle teorie a causa dei dati

3. Il falsificazionismo di Popper

3.1 Lo sfondo storico e teoretico

Lo sfondo teorico della riflessione di Popper è lo stesso del neopositivismo:

- problema della demarcazione tra scienza e non scienza
- problema del rapporto tra teoria e realtà empirica
- problema del metodo utilizzato dalla scienza per rendere validi i propri risultati

Anche il clima culturale è simile: siamo nella Vienna degli anni '20-'30, dopo una terribile guerra persa, con spinte rivoluzionarie di tipo **marxista**, con il diffondersi di quella rivoluzione interiore che è la scoperta dell'**inconscio**, con le grandi novità portate dalla teoria della **relatività** e dalla nuova fisica teorica.

In questo contesto sentiamo la testimonianza dello stesso Popper.

"Esiste un criterio per determinare il carattere o lo stato scientifico di una teoria? "

[...] Desideravo stabilire una **distinzione tra scienza e pseudoscienza**, pur sapendo bene che la scienza spesso sbaglia e che la pseudoscienza può talora, per caso, trovare la verità.

Naturalmente conoscevo la risposta che si dava il più delle volte al mio problema: la scienza si differenzia dalla pseudoscienza - o dalla "metafisica" - per il suo metodo empirico, che è essenzialmente **induttivo**, procedendo dall'osservazione o dall'esperimento.

[...] Dopo il crollo dell'impero austriaco, in Austria c'era stata una rivoluzione: circolavano ovunque *slogans* e idee rivoluzionarie, come pure teorie nuove e spesso avventate. Fra quelle che suscitarono il mio interesse, la teoria della relatività di Einstein fu indubbiamente, di gran lunga, la più importante. Le altre tre furono: la teoria marxista della storia, la psicanalisi di Freud e la cosiddetta «psicologia individuale» di Alfred Adler.

Intorno a queste teorie si diffusero una quantità di opinioni prive di senso, e soprattutto a proposito della relatività, come capita ancor oggi, ma io fui fortunato per le persone che mi introdussero allo studio di questa teoria.

Tutti noi - nel piccolo circolo di studenti cui appartenevo - ci esaltammo per il risultato delle osservazioni compiute da Eddington nel corso dell'eclisse del 1919, osservazioni che offrirono la prima importante conferma alla teoria einsteiniana della gravitazione. Fu per noi una grande esperienza, tale da esercitare una durevole influenza sul mio sviluppo intellettuale.

Anche le altre tre teorie che ho ricordato, furono allora oggetto di ampie discussioni fra gli studenti. Io stesso ebbi l'occasione di venire in contatto personalmente con **Alfred Adler**, e anche di collaborare con lui nella sua attività sociale fra i bambini e i giovani dei quartieri operai di Vienna, dove egli aveva istituito dei centri per l'orientamento sociale.

Fu durante l'estate del 1919 che cominciai a sentirmi sempre più insoddisfatto di queste tre teorie: **la teoria marxista della storia, la psicanalisi e la psicologia individuale; e cominciai a dubitare delle loro pretese di scientificità.** Il mio problema dapprima assunse, forse, la semplice forma: **«che cosa non va nel marxismo, nella psicanalisi e nella psicologia individuale? Perché queste dottrine sono così diverse dalle teorie fisiche, dalla teoria newtoniana, e soprattutto dalla teoria della relatività?»**

[...] Riscontrai che i miei amici, ammiratori di Marx, Freud e Adler, erano colpiti da alcuni elementi comuni a queste teorie e soprattutto dal loro apparente **potere esplicativo**. Esse sembravano in grado di spiegare praticamente tutto ciò che accadeva nei campi cui si riferivano. Lo studio di una qualunque di esse sembrava avere l'effetto di una conversione o rivelazione intellettuale, che consentiva di levare gli occhi su una nuova verità, preclusa ai non iniziati. Una volta dischiusi in questo modo gli occhi, si scorgevano ovunque delle conferme: il mondo pullulava di **verifiche** della teoria. Qualunque cosa accadesse, la confermava sempre. [...]

L'elemento più caratteristico di questa situazione mi parve il flusso incessante delle conferme, delle osservazioni, che «verificavano» le teorie in questione; e proprio questo punto veniva costantemente sottolineato dai loro seguaci. Un marxista non poteva aprire un giornale senza trovarvi in ogni pagina una testimonianza in grado di confermare la sua interpretazione della storia; non soltanto per le notizie, ma anche per la loro presentazione - rilevante i pregiudizi classisti del giornale - e soprattutto, naturalmente, per quello che *non* diceva.

Gli analisti freudiani sottolineavano che le loro teorie erano costantemente verificate dalle loro «osservazioni cliniche».

Quanto ad Adler, restai molto colpito da un'esperienza personale. Una volta, nel 1919, gli riferii di un caso che non mi sembrava particolarmente adleriano, ma che egli non trovò difficoltà ad analizzare nei termini della sua teoria dei sentimenti di inferiorità, pur non avendo nemmeno visto il bambino. Un po' sconcertato, gli chiesi come poteva essere così sicuro. «A causa della mia esperienza di mille casi simili» egli rispose; al che non potei trattenermi dal commentare: «E con questo ultimo, suppongo, la sua esperienza vanta milleuno casi».

Mi riferivo al fatto che le sue precedenti osservazioni potevano essere state non molto più valide di quest'ultima; che ciascuna era stata a sua volta interpretata alla luce della «esperienza precedente», essendo contemporaneamente considerata come ulteriore conferma. **Conferma di che cosa**, mi domandavo? Non certo più che del fatto che **un caso poteva essere interpretato alla luce della teoria.** [...]

Nel caso della teoria di Einstein, la situazione era notevolmente differente. Si prenda un esempio tipico - la previsione einsteiniana, confermata proprio allora dai risultati della spedizione di Eddington. La teoria einsteiniana della gravitazione aveva portato alla conclusione che la luce doveva essere attratta dai corpi pesanti come il sole, nello stesso modo in cui erano attratti i corpi materiali. Di conseguenza, si poteva calcolare che la luce proveniente da una lontana stella fissa, la cui posizione apparente fosse prossima al sole, avrebbe raggiunto la terra da una direzione tale da fare apparire la stella leggermente allontanata dal sole; o, in altre parole, si poteva calcolare che le stelle vicine al sole sarebbero apparse come se si fossero scostate un poco dal sole ed anche

fra di loro. [...] Ora la cosa che impressiona in un caso di questo genere è il **rischio** implicito in una previsione di questo genere.
Popper, *Congetture e confutazioni*, 1963, pp. 61-66

I problemi emersi:

- **Pretese di scientificità anche da teorie non scientifiche**
- **Demarcazione non sulla base della conferma**
- **L'esperienza non conferma, semmai smentisce**

3.2 La falsificazione

Il criterio di demarcazione tra scienza e pseudo-scienza è la falsificazione.

“Queste considerazioni mi condussero, nell’inverno 1919-20, alle conclusioni che posso ora riformulare nel modo seguente.

È facile ottenere delle conferme, o verifiche, per quasi ogni teoria – se quel che cerchiamo sono appunto delle conferme.

- 1) Le conferme dovrebbero valere solo se sono il risultato di **previsioni rischiose**; vale a dire, nel caso che, non essendo illuminati dalla teoria in questione, ci saremmo dovuti aspettare un evento incompatibile con essa – un evento che avrebbe confutato la teoria.
- 2) Ogni teoria scientifica «valida» è una **proibizione**: essa preclude l'accadimento di certe cose. Quante più cose preclude, tanto migliore essa risulta.
- 3) Una teoria che non può essere confutata da alcun evento concepibile, non è scientifica. **L'inconfutabilità di una teoria non è (come spesso si crede) un pregio, bensì un difetto.**
- 4) Ogni controllo genuino di una teoria è un tentativo di falsificarla, o di confutarla. La **controllabilità coincide con la falsificabilità**; vi sono tuttavia dei gradi di controllabilità: alcune teorie sono controllabili, o esposte alla confutazione, più di altre; esse, per così dire, corrono rischi maggiori.
- 5) I dati di conferma non dovrebbero contare se non quando siano il risultato di un **controllo genuino della teoria**; e ciò significa che quest'ultimo può essere presentato come **un tentativo serio, benché fallito, di falsificare la teoria**. In simili casi parlo ora di «dati corroboranti».
- 6) Alcune teorie genuinamente controllabili, dopo che si sono rivelate false, continuano ad essere sostenute dai loro fautori – per esempio con l'introduzione, *ad hoc*, di qualche assunzione ausiliare, o con la reinterpretazione *ad hoc* della teoria, in modo da sottrarla alla confutazione. Una procedura del genere è sempre possibile, ma essa può salvare la teoria dalla confutazione solo al prezzo di distruggere, o almeno pregiudicare, il suo stato scientifico. Ho descritto in seguito una tale operazione di salvataggio come una «mossa» o «**stratagemma convenzionalistico**».

Si può riassumere tutto questo dicendo che **il criterio dello stato scientifico di una teoria è la sua falsificabilità** [...]

Congetture e confutazioni, parte I, 1, I, vol. I, pp. 66-67

**Una teoria è scientifica se è falsificabile,
non se è verificabile e nemmeno se è verificata**

Questo non è un criterio di significanza, ma solo di demarcazione. Gli enunciati non scientifici sono dotati di significato e, come vedremo, addirittura essenziali per la scienza.

La falsificazione è quindi solo un criterio di demarcazione, non di significato.

3.3. Conclusioni

Il falsificazionismo popperiano ha subito negli anni una triplice serie di critiche:

- Crisi storica, circa il modo di intendere la scienza effettivamente condotta
- Crisi metodologica, circa la possibilità di individuare una strategia scientifica unitaria
- Crisi logica, circa la possibilità di usare il *modus tollens* come strumento logico di rapporto tra teoria ed esperienza.

In positivo la filosofia della scienza di Popper ha aperto nuovi orizzonti:

- integra filosofia e scienza in modo nuovo
- integra il linguaggio nella realtà
- propone una visione progressiva e collettiva del lavoro scientifico
- apre ad una mentalità critica

In generale la sua si propone come una complessiva filosofia, non solo della scienza, chiamata razionalismo critico, rilevante sul piano sociale e politico.

E' una forma di razionalismo temperato, costantemente sottoposto a critica, ma attraversata da una "irragionevole fede nella ragione".

4. La teoria dei paradigmi



4.1. La "nuova filosofia della scienza"

Dagli anni Sessanta si fanno strada, nella filosofia della scienza, percorsi di ricerca originali.

Dalla logica alla storia

Dall'attenzione logica (neo-positivismo) e metodologica (Popper) si passa ad un'attenzione prevalentemente storica. Si sviluppano gli studi storici sulla scienza, volti a mostrare la grande complessità di certe svolte teoriche, contro ogni facile semplificazione metodologica.

La teoreticità dell'osservazione

Si comincia a riconoscere il ruolo costruttivo e organizzativo che la teoria svolge in rapporto all'osservazione: cade la convinzione empirista che la conoscenza sensibile nasca distinta, particolare, segmentata, discreta e si apre invece la strada all'indagine sulla conoscenza di sfondo, sulle strutture psicologiche della nostra percezione, sulla cosiddetta teoreticità dell'osservazione che caratterizza ogni nostro ricorso all'esperienza, anche a quella scientifica.

Scienza e sociologia della conoscenza

Vengono messi in luce i caratteri sociali ed anche politici dell'impresa scientifica, non più sottratta alla complessità della società in cui vive, ma coinvolta anch'essa nella dinamica con cui ogni comunità si organizza e si trasforma.

Tutti questi elementi convergono in quella che è stata chiamata “nuova filosofia della scienza”, riferita a Stephen Toulmin (1922), Norwood Russell Hanson (1924-1967), Thomas S. Kuhn (1922-1996), Imre Lakatos (1922-1974) e Paul K. Feyerabend (1924-1994), solo per citare i più noti

4.2. La teoria di Kuhn

Il fisico e storico della scienza americano Thomas Kuhn, , con il suo *The Structure of Scientific Revolution* (Kuhn 1962¹ -1970²) egli inaugura un largo dibattito e apre una nuova stagione nella filosofia della scienza, iscrivendo nell’agenda della discussione epistemologica problemi nuovi, descritti con termini nuovi.

1. Tra i primi vi è la **messa in questione della dimensione cumulativa della scienza**, l’idea di un avanzamento per rotture e rivoluzioni e il più generale ricorso alla dimensione storica come sfondo di controllo delle teorie epistemologiche;
2. tra i nuovi termini spicca il concetto di “**paradigma**”, laboriosa e problematica nozione che descrive il quadro di riferimento storico in cui opera lo scienziato.

4.3. Il paradigma scientifico

Per Kuhn, la scienza è il terreno di scontro tra grandi sistemi di riferimento concettuale chiamati “paradigmi”, che forniscono nozioni, procedure, problemi, tecniche, valori accettati da una comunità di scienziati e riprodotti al proprio interno.

Il paradigma è costituito dalle **nozioni di base con cui si articola una scienza** e, al di là di un’oscillazione semantica, in fondo giustificata proprio dalla necessità di definire una nuova categoria interpretativa.

Esso consiste in una **visione del mondo**, storicamente determinata e condivisa da una comunità di scienziati, in grado di:

- fissare la lista dei problemi verso cui indirizzare la ricerca
- fornire le tecniche e le strategie di base per la soluzione di tali problemi (o rompicapi, come li chiama Kuhn),
- determinare le procedure di verifica sperimentale,
- impostare la formazione dei futuri scienziati.

4.4. Scienza normale e cambiamento paradigmatico

La **scienza “normale”** è la fase dell’attività scientifica che mira a risolvere anomalie, cioè difficoltà emerse nell’esercizio della ricerca scientifica interna al paradigma vigente utilizzando gli strumenti messi a disposizione dal paradigma.

Se tentativi di questo tipo falliscono, anzi si amplificano le difficoltà a risolvere il problema con gli strumenti messi a disposizione dal paradigma, può accadere che si passi a una fase “**straordinaria**” della ricerca, in cui si arriva a ipotizzare delle modifiche al paradigma. Data la natura integrata e sistematica delle nozioni, delle tecniche, delle assunzioni teoriche fondamentali inscritte nel paradigma, la modificazione di una sua parte spesso porta alla sua complessiva ridefinizione.

E’ in questa fase che nascono discussioni e rotture tra sostenitori di diverse teorie, alcune interne al paradigma, altre esterne, e da questo travaglio può emergere un *corpus* teorico che si candida a sostituirsi al paradigma precedente, determinando un **nuovo paradigma**.

E' accaduto così nel passaggio dalla fisica aristotelica a quella galileiana, dal sistema tolemaico a quello copernicano, dalla teoria del flogisto alla chimica di Lavoisier, dalla fisica classica a quella moderna.

4.5. La nozione di paradigma

Il modo in cui Kuhn impiega il termine “paradigma” è ampio e diversificato: ben ventuno, per alcuni critici, sono le accezioni presenti ne *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*. A causa di queste fluttuazioni di significato, Kuhn stesso ha ritenuto di ripensarla e, nel *Poscritto* alla II edizione del 1969, ha fornito delle utili precisazioni.

Il paradigma va inteso come un sistema di strutture e credenze, meglio denominato come “**matrice disciplinare**”, disciplinare perché si riferisce ad una comunità scientifica e a un sapere determinati, matrice perché organizzata in elementi di vario genere. Questi elementi sono:

- a) un sistema condiviso di simboli di riferimento, cioè un **linguaggio formale**;
- b) un **sistema di credenze** in particolari modelli esplicativi (per esempio, “il calore è l’energia cinetica delle parti costitutive dei corpi”);
- c) un sistema di credenze in particolari **valori** (per esempio, le “previsioni quantitative sono preferibili a previsioni qualitative”)
- d) un sistema di “**esemplari**”, ossia di casi emblematici di soluzioni universalmente accettate dalla comunità scientifica: l’esemplare diventa quindi un modello, applicato analogicamente per risolvere problemi o impostare ricerche simili.

La critica a Popper

Una simile impostazione non poteva non entrare in conflitto con il razionalismo critico di Popper. In forza della ricostruzione da lui operata, Kuhn rimprovera a Popper “di aver caratterizzato l’intera attività scientifica in termini che si riferiscono solo alle sue occasionali componenti rivoluzionarie” (*Logica della scoperta o psicologia della ricerca*, 1970, in I. Lakatos e A. Musgrave, (a cura di) *Critica e crescita della conoscenza*, Feltrinelli, Milano 1984, p. 74). Produrre teorie e sottoporle a falsificazione empirica vale solo là dove esista una competizione tra teorie rivali, quindi nella fase straordinaria, pre- o post-paradigmatica. In condizioni ordinarie, la scienza normale agisce cercando conferme che ci si aspetta a problemi che si pensa risolvibili: Popper ha quindi commesso una **fallacia di accidente converso**, generalizzando ciò che vale solo in circostanze particolari.

Popper risponde rivendicando, per lo scienziato, il ruolo della critica e non dell’acquiescenza dogmatica ad una matrice disciplinare. Più in generale la stessa storia della scienza, per il filosofo viennese, non appare così chiaramente segnata da un’appartenenza paradigmatica, quanto piuttosto da una discussione costante e fruttuosa (*ibid.* p. 125). Infine solleva il dubbio su una conseguenza centrale della proposta di Kuhn: se ogni teoria scientifica si colloca in un paradigma, o si produce una totale incommensurabilità tra teorie, per cui non si riesce nemmeno a discutere tra teorie rivali che appartengono a sistemi concettuali diversi, oppure Kuhn “esagera una difficoltà facendola diventare un’impossibilità” (*ibid.* 127) E’ possibile, secondo Popper, confrontare la teoria di Newton con quella di Einstein e tra le due non esiste uno scarto paradigmatico: nella scienza è sempre possibile un confronto critico.

Il relativismo di Feyerabend

Sul fronte opposto si colloca, invece, un altro esponente della nuova filosofia della scienza, Paul Feyerabend, che porta alle estreme conseguenze l’impostazione kuhniana giungendo a negare la possibilità di un metodo nella scienza e ad affermare l’**incommensurabilità** tra paradigmi.

Se usiamo l'evidenza storica come criterio, scrive Feyerabend, diventa impossibile stabilire regole per il procedimento scientifico: "Troviamo infatti che non c'è una singola norma, per quanto plausibile e per quanto saldamente radicata nell'epistemologia, che non sia stata violata in qualche circostanza. Diviene evidente anche che tali violazioni non sono eventi accidentali, che non sono il risultato di un sapere insufficiente o di disattenzioni che avrebbero potuto essere evitate. Al contrario, vediamo che tali violazioni sono necessarie per il progresso scientifico" (*Contro il metodo*, (1975), Feltrinelli, Milano 1990, p. 21).

Questo ricorso alla storia della scienza mostra, come si vede, la sua strutturale ambiguità: lo stesso materiale storico viene utilizzato a fini opposti, per sostenere la presenza di un metodo o la sua assenza, a seconda che si generalizzi e si trasformi in **esempio** questo o quel caso particolare.

Feyerabend affronta anche un altro tema direttamente derivato dall'impostazione di Kuhn, e cioè l'incommensurabilità tra teorie che appartengono a paradigmi diversi. È possibile una traduzione e un confronto tra tali teorie? La sua risposta è no. In Feyerabend il problema dell'incommensurabilità assume così una decisa connotazione irrazionalistica. Poiché ogni teoria, se fondamentale, costruisce la propria esperienza, il tentativo di stabilire un piano empirico di confronto tra teorie diverse non ha luogo. Al più, si può criticare una teoria attraverso la **confutazione interna**, cioè l'individuazione di una contraddizione con quanto essa stessa afferma circa ciò che intende per esperienza. Ma questo è tutto ciò che, razionalmente, possiamo fare: "Nessuno dei metodi proposti da Carnap, Hempel, Nagel, Popper o anche Lakatos per razionalizzare i mutamenti scientifici può essere usato, e l'unico che *possa* essere applicato, la confutazione, ha una forza molto ridotta. Quel che rimane sono giudizi estetici, giudizi di gusto, pregiudizi metafisici, desideri religiosi, in breve: *quel che rimane sono i nostri desideri soggettivi*" (*ibidem*, p. 237).

Conclusioni

Rispetto a questi esiti, per molti aspetti sconcertanti, anche la posizione di Kuhn si fa più sfumata, rispetto alle prime formulazioni. Quando si transita da una matrice all'altra ciò che cambia è, secondo Kuhn, la struttura del lessico, cioè la classificazione della realtà attraverso il linguaggio. Ma tale cambiamento non è mai completo. L'incommensurabilità è solo locale, cioè va intesa come intraducibilità di una classe limitata di termini. Rimane sempre attivo un piano di accordo che consente la comunicazione e il confronto tra scienziati della stessa disciplina.

Il punto è, semmai, un altro. Tale piano di accordo, su cui dirimere le contese scientifiche, è ancora l'osservazione empirica? Per Kuhn e per tutta la riflessione metodologica degli ultimi anni, la risposta è negativa.

L'esito del cammino nella riflessione sul metodo scientifico non è, infatti, indolore. L'approccio storico, il ricorso alle matrici disciplinari, la teoreticità dell'osservazione, la critica all'induzione, la linguisticità dell'esperienza, anche scientifica, rendono vana l'illusione di un controllo empirico in grado di sciogliere dubbi o alternative. La realtà empirica è solo un aspetto della costruzione del sapere scientifico, non l'arbitro o il giudice definitivi. L'appartenenza disciplinare, il lessico utilizzato, la scelta dei problemi, la formazione avuta sono tutti elementi decisivi, meno netti di un esperimento cruciale, almeno apparentemente, ma non per questo meno decisivi e determinanti nello sviluppo della pratica scientifica.

Quadro riassuntivo

Positivismo

la conoscenza scientifica è conoscenza della realtà
la scienza rispecchia la realtà

Neopositivismo

la scienza rispecchia il sistema di conoscenze sulla realtà

Falsificazionismo

la conoscenza scientifica è esercizio maturo della razionalità
la scienza rispecchia la razionalità critica dell'uomo

Nuova filosofia della scienza

la conoscenza scientifica è accordo
la scienza rispecchia la comunità linguistica degli scienziati e l'immagine di natura che essa riproduce