



# Storia e filosofia della scienza

Prof. Marcello Pelillo

(a.a. 2008/09)

## La filosofia della scienza nel XX secolo

« È un fatto curioso che, proprio quando l'uomo della strada comincia a credere ciecamente nella scienza, l'uomo del laboratorio comincia a perdere la sua fede. »

Bertrand Russell, *La visione scientifica del mondo* (1931)



## Il sintetico e l'analitico

« In tutti i giudizi, nei quali è pensato il rapporto di un soggetto col predicato [...], cotesto rapporto è possibile in due modi. O il predicato *B* appartiene al soggetto *A* come qualcosa che è contenuto (implicitamente) in questo concetto *A*; o *B* si trova interamente al di fuori del concetto *A*, sebbene stia in connessione col medesimo.

**Nel primo caso chiamo il giudizio analitico, nel secondo sintetico. »**



Immanuel Kant  
*Critica della ragion pura* (1787)



## Il sintetico e l'analitico

« Se dico, per es.: **tutti i corpi sono estesi, questo è un giudizio analitico.** Giacché non mi occorre di uscir fuori dal concetto che io unisco alla parola corpo, per trovar legata con esso l'estensione, ma mi basta scomporre quel concetto, cioè prender coscienza del molteplice ch'io comprendo sempre in esso, per ritrovarvi il predicato; questo è dunque un giudizio analitico. Invece, se dico: **tutti i corpi sono gravi; allora il predicato è qualcosa di affatto diverso da ciò che io penso nel semplice concetto di corpo in generale. L'aggiunta d'un tale predicato ci dà perciò un giudizio sintetico.** I giudizi sperimentali, come tali, sono tutti sintetici. »

Immanuel Kant  
*Critica della ragion pura (1787)*



## Kant e la matematica

« *I giudizi matematici sono tutti quanti sintetici. [...]*

Anzitutto si deve osservare che le proposizioni matematiche vere e proprie sono ognora giudizi a priori e non empirici, perché esse recano con sé necessità, che non può essere tolta dall'esperienza. [...]

[S]i scopre che il concetto della somma di 7 e 5 non contiene null'altro che l'unificazione dei due numeri in uno solo, senza che in alcun modo si pensi quale sia questo unico numero che raccoglie gli altri due. Il concetto del numero 12 non è in alcun modo già pensato con il fatto che io pensi quell'unificazione di 7 e 5, e per quanto a lungo io scomponga il mio concetto di una possibile somma, non vi incontrerò mai il numero 12.

[...]

Tanto meno è analitico un principio fondamentale della pura geometria. Che la linea retta sia la più breve tra due punti, è una proposizione sintetica. Perché il mio concetto della retta non contiene nulla che riguardi la grandezza, ma solo una qualità. Il concetto del più breve viene dunque interamente aggiunto, e non può essere ricavato mediante nessuna analisi dal concetto della linea retta. »

Immanuel Kant, *Critica della ragion pura* (1787)



## Kant e la fisica

*« La scienza della natura (la fisica) contiene in sé giudizi sintetici a priori come princípi. »*

Io addurrò ad esempio soltanto un paio di proposizioni; come quella, che in tutti i mutamenti del mondo corporeo la quantità della materia rimane invariata, o quella, che in ogni trasmissione del movimento, l'azione e la reazione devono essere ognora uguali fra loro.

Per entrambe è in chiaro non solo la necessità, anzi la sua origine a priori, ma altresí che esse sono proposizioni sintetiche. Poiché nel concetto della materia io non penso, per me, la persistenza, ma solo la sua presenza nello spazio mediante il riempimento di questo. Dunque io procedo effettivamente oltre il concetto di materia, per attribuirgli a priori qualche cosa, che in esso non pensavo. La proposizione non è dunque analitica, ma sintetica, e tuttavia pensata a priori: e cosí per le altre proposizioni della parte pura della scienza della natura. »

Immanuel Kant  
*Critica della ragion pura (1787)*

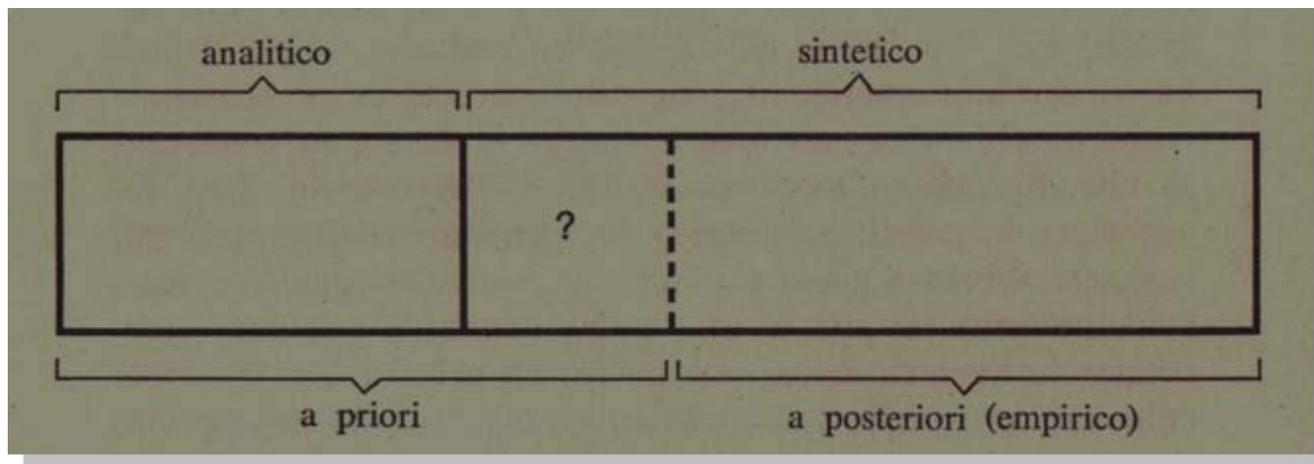


# Il problema fondamentale

« Il problema proprio della ragion pura è allora contenuto nella questione:  
*Come sono possibili giudizi sintetici a priori?* »

Immanuel Kant

*Critica della ragion pura* (1787)





# **Il convenzionalismo: Poincaré e Duhem**



## La geometria euclidea è “provvisoria”

« La maggior parte dei matematici non considera la geometria di Lobačevskij se non come una semplice curiosità logica; alcuni di essi sono andati tuttavia più lontano. **Poiché parecchie geometrie sono possibili, è proprio certo che la nostra è la vera?** L'esperienza c'insegna, senza dubbio, che la somma degli angoli di un triangolo è uguale a due retti; ma perché noi non operiamo che su triangoli troppo piccoli; la differenza, secondo Lobačevskij, è proporzionale alla superficie del triangolo; non potrebbe diventar sensibile se operassimo su triangoli più grandi, o se le nostre misure divenissero più precise? **La geometria euclidea sarebbe in tal caso non altro che una geometria provvisoria.** »



Henri Poincaré, *La scienza e l'ipotesi* (1902)



## Gli assiomi geometrici sono sintetici a priori?

« Per discutere questa opinione dobbiamo prima domandarci qual sia la natura degli assiomi geometrici.

**Sono giudizi sintetici *a priori*, come diceva Kant?**

Ci si imporrebbero allora con tal forza, che non potremmo concepire la proposizione contraria, né costruire su di questa un edificio teorico.

**La geometria non euclidea non sarebbe possibile.**

Per convincersene, si prenda un vero giudizio sintetico *a priori*, per esempio questo...: se un teorema è vero per il numero 1, e se si dimostra che esso è vero per  $n + 1$ , purché lo sia anche per  $n$ , sarà vero per tutti i numeri interi positivi. Si provi poi di farne a meno, e di fondare, negando questa proposizione, una falsa aritmetica, analoga alla geometria non euclidea, – non vi si potrà riuscire; si è anzi tentati, a prima vista, di considerare questi giudizi come analitici.

[...]

Dobbiamo dunque concludere che gli assiomi della geometria sono verità sperimentali? »

Henri Poincaré, *La scienza e l'ipotesi* (1902)



## Sono allora verità sperimentali?

« Ma non si sperimenta su rette o su circonferenze ideali; non si può farlo che su oggetti materiali. A che porterebbero dunque le esperienze fatte al fine di fondare la geometria?

[...]

**Se la geometria fosse una scienza sperimentale, non sarebbe una scienza esatta, e andrebbe soggetta a una continua revisione. Che dico? Essa sarebbe fin d'ora riconosciuta erronea, poiché sappiamo che non esiste solido rigorosamente invariabile. »**

Henri Poincaré, *La scienza e l'ipotesi* (1902)



## Sono convenzioni!

« *Gli assiomi non sono dunque né giudizi sintetici a priori né fatti sperimentali: sono convenzioni. La nostra scelta fra tutte le convenzioni possibili è guidata da fatti sperimentali; ma essa resta libera ed è limitata solo dalla necessità di evitare ogni contraddizione.*

*In altri termini, gli assiomi della geometria (non parlo qui di quelli dell'aritmetica) sono semplici definizioni mascherate.*

*Che si deve quindi pensare della questione circa la verità della geometria? Essa non ha alcun senso. Sarebbe come domandare se il sistema metrico sia vero e false le antiche misure; se siano vere le coordinate cartesiane e false quelle polari. »*

Henri Poincaré, *La scienza e l'ipotesi* (1902)



## Il principio di “comodità”

« Una geometria non può essere piú vera di un'altra; essa può essere soltanto piú *comoda*.

Ora la geometria euclidea è e resterà la piú comoda:

1° Perché è la piú semplice; e lo è, non solo in rapporto alle nostre abitudini intellettuali, o per non so quale intuizione diretta che noi avremmo dello spazio euclideo; ma anche essa è la piú semplice in sé, come un polinomio di primo grado è piú semplice di un polinomio di secondo grado, e come le formule della trigonometria sferica sono piú complicate di quelle della geometria rettilinea, e tali ancora sembrerebbero a un analista che ne ignorasse il significato geometrico.

2° Perché la geometria si accorda assai bene con le proprietà dei solidi naturali di questi corpi che noi tocchiamo e vediamo, e coi quali facciamo i nostri strumenti di misura. »

Henri Poincaré, *La scienza e l'ipotesi* (1902)



## E la fisica?

« Un corpo che non è sottoposto ad alcuna forza può avere solo un movimento rettilineo e uniforme.

È questa una verità che si impone *a priori* nella mente?

E se così fosse, come mai i Greci l'hanno misconosciuta?

Come si sarebbe potuto credere che il movimento si esaurisca non appena cessa la causa che lo aveva provocato?

O ancora, che ogni corpo, se nulla lo contrasta, avrà un movimento circolare, considerato il più nobile di tutti i movimenti? »

Henri Poincaré, *La scienza e l'ipotesi* (1902)



## È un fatto sperimentale?

« Il principio di inerzia, che non è una verità *a priori*, è dunque un fatto sperimentale?

Ma si è mai sperimentato su dei corpi sottratti all'azione di ogni forza, e, se lo si è fatto, come si è saputo che questi corpi non erano sottoposti ad alcuna forza?

Normalmente si cita l'esempio di una biglia che rotola per un tempo molto lungo su una tavola di marmo; ma perché diciamo che non è sottoposta a nessuna forza?

È perché è troppo lontana da tutti gli altri corpi per cui essi non possono esercitare qualche azione sensibile?

Tuttavia, essa non è lontana dalla Terra più di quanto lo sarebbe se fosse lasciata liberamente nell'aria; e ognuno sa che in questo caso subirebbe l'influenza della gravità dovuta all'attrazione della Terra. »

Henri Poincaré, *La scienza e l'ipotesi* (1902)



## Abbandonare il principio di inerzia?

« Una legge sperimentale è sempre sottoposta alla revisione; ci si deve sempre aspettare di vederla sostituita da un'altra legge più precisa. Tuttavia nessuno teme seriamente che quella di cui parliamo [il principio di inerzia] debba mai essere abbandonata o emendata.

Perché?

Precisamente perché non la si potrà mai sottomettere a una prova decisiva. »

Henri Poincaré, *La scienza e l'ipotesi* (1902)



## Ancora (comode) convenzioni!

« Se questi postulati posseggono una generalità e una certezza che fanno difetto alle verità sperimentali da cui derivano, questo è perché **si riducono in ultima analisi a una semplice convenzione** che abbiamo il diritto di fare, in quanto siamo già prima sicuri che nessuna esperienza verrà a contraddirla.

Questa convenzione non è peraltro assolutamente arbitraria; non nasce da un nostro capriccio; l'adottiamo perché alcune esperienze ci hanno mostrato che sarà più comoda. Così si spiega come l'esperienza abbia potuto edificare i principi della meccanica, e perché tuttavia non li potrà rovesciare ».

Henri Poincaré, *La scienza e l'ipotesi* (1902)



## La critica di Duhem

« Il principio di inerzia ci insegna che un punto materiale, sottratto all'azione di ogni altro corpo, si muove lungo una linea retta di moto uniforme. Noi possiamo osservare solo i movimenti relativi, non possiamo dare un significato al principio se non si suppone scelto [...] un determinato solido geometrico preso come riferimento fisso, al quale sia rapportato il movimento del punto materiale.

**Fissare il riferimento fu parte integrante dell'enunciato della legge e se lo si omettesse l'enunciato risulterebbe privo di significato. »**



Pierre Duhem,  
*La teoria fisica, il suo oggetto e la sua struttura* (1906)



## La tesi (olistica) di Duhem

« [I]l fisico non può mai sottoporre al controllo della esperienza un'ipotesi isolata, ma soltanto tutto un insieme di ipotesi.

Quando l'esperienza è in disaccordo con le sue previsioni, essa gli insegna che almeno una delle ipotesi costituenti l'insieme è inaccettabile e deve essere modificata, ma non gli indica quale dovrà essere cambiata. [...]

L'orologiaio al quale si dà un orologio che non cammina, separa tutti gli ingranaggi e li esamina uno a uno finché non trova quello alterato o rotto.

Il medico a cui si presenta un malato non può sezionarlo per fare la sua diagnosi; egli dovrà indovinare il punto e la causa del male dalla sola ispezione dei disordini che affliggono l'intero corpo.

È a questo, non a quello che somiglia il fisico incaricato di rettificare una teoria zoppa. »

Pierre Duhem, *La teoria fisica: il suo oggetto e la sua struttura* (1906)



## E la versione di Quine

« Tutte le nostre cosiddette conoscenze o convinzioni, dalle più fortuite questioni di geografia e di storia alle leggi più profonde della fisica atomica o financo della matematica pura e della logica, tutto è un edificio fatto dall'uomo che tocca l'esperienza solo lungo i suoi margini. O, per mutare immagine, **la scienza nella sua globalità è come un campo di forza i cui punti limite sono l'esperienza.** Un disaccordo con l'esperienza alla periferia provoca un riordinamento all'interno del campo; si devono riassegnare certi valori di verità ad alcune nostre proposizioni. **Una nuova valutazione di certe proposizioni implica una nuova valutazione di altre a causa delle loro reciproche connessioni logiche [...]**

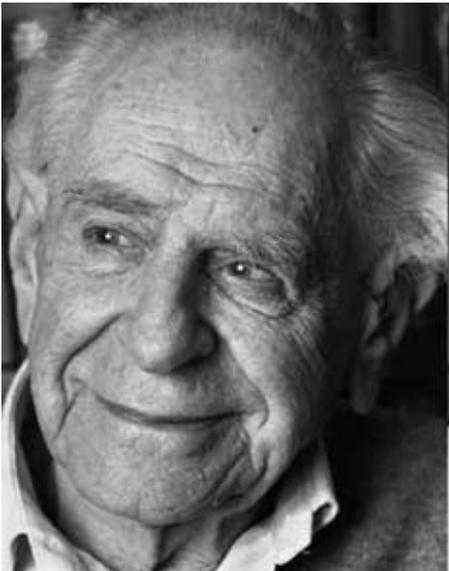
Ma l'intero campo è determinato dai suoi punti limite, cioè l'esperienza, in modo così vago che rimane sempre una notevole libertà di scelta per decidere quali siano le proposizioni di cui si debba dare una nuova valutazione alla luce di una certa particolare esperienza contraria. Una esperienza particolare non è mai vincolata a nessuna proposizione particolare all'interno del campo tranne che indirettamente »

Willard Van Orman Quine, *Due dogmi dell'empirismo* (1951)



## I meriti del convenzionalismo

« La filosofia del convenzionalismo dev'essere considerata altamente meritevole per il modo in cui **ha contribuito a chiarificare le relazioni tra teoria ed esperimento**. Essa ha riconosciuto l'importanza, a cui gli induttivisti avevano prestato così poca attenzione, della parte che le nostre azioni e le nostre operazioni, pianificate secondo convenzioni e ragionamento deduttivo, hanno nell'esecuzione e nell'interpretazione dei nostri esperimenti scientifici. Io ritengo che il convenzionalismo sia un sistema autosufficiente e difendibile. È improbabile che i tentativi di cogliere in esso qualche contraddizione abbiano successo. »



Karl Popper

*La logica della scoperta scientifica (1934)*



# **Il circolo di Vienna e l'empirismo logico**

**(o "positivismo logico", o "neopositivismo")**



## Il *Tractatus* di Wittgenstein

« Il libro tratta i problemi filosofici e mostra - credo - che la formulazione di questi problemi si fonda sul fraintendimento della logica del nostro linguaggio. **Tutto il senso del libro si potrebbe riassumere nelle parole: Quanto può dirsi, si può dir chiaro; e su ciò, di cui non si può parlare, si deve tacere.**

Il libro vuole dunque tracciare al pensiero un limite, o piuttosto - non al pensiero, ma all'espressione dei pensieri: Ché, per tracciare al pensiero un limite, dovremmo poter pensare ambo i lati di questo limite (dovremmo dunque poter pensare quel che pensare non si può).

Il limite potrà dunque esser tracciato solo nel linguaggio, e ciò che è oltre il limite non sarà che nonsenso.

[...]

Solo questo voglio menzionare, che io devo alle grandiose opere di Frege ed ai lavori del mio amico Bertrand Russell gran parte dello stimolo ai miei pensieri. »

Ludwig Wittgenstein, *Tractatus logico-philosophicus* (1921)



## La metafisica è priva di senso

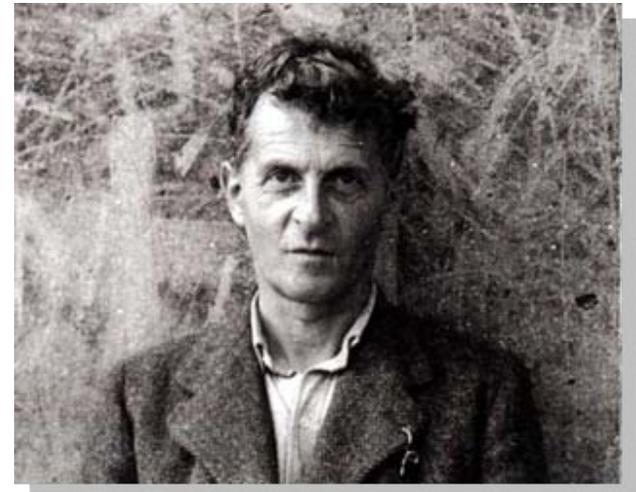
4.003 – Il piú delle proposizioni e questioni che sono state scritte su cose filosofiche è non falso, ma insensato. Perciò a questioni di questa specie non possiamo affatto rispondere, ma possiamo solo stabilire la loro insensatezza. Il piú delle questioni e proposizioni dei filosofi si fonda sul fatto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

(Esse sono della specie della questione, se il bene sia piú o meno identico del bello.)

Né meraviglia che i problemi piú profondi propriamente *non* siano problemi.

Ludwig Wittgenstein

*Tractatus logico-philosophicus* (1921)





## I roghi "humeani"



« Quando scorriamo i libri di una biblioteca,  
di che cosa dobbiamo disfarci?

Se prendiamo in mano qualche volume di  
teologia o di metafisica scolastica, ad  
esempio, chiediamoci: "Contiene forse dei  
ragionamenti astratti intorno alla quantità o  
al numero?". No. "Contiene dei ragionamenti  
basati sull'esperienza e relativi a dati di fatto  
o all'esistenza delle cose?". No.

**Allora diamolo alle fiamme, giacché esso  
non può contenere nient'altro che  
sofisticheria e inganno. »**

David Hume

*Ricerche sull'intelletto umano (1748)*



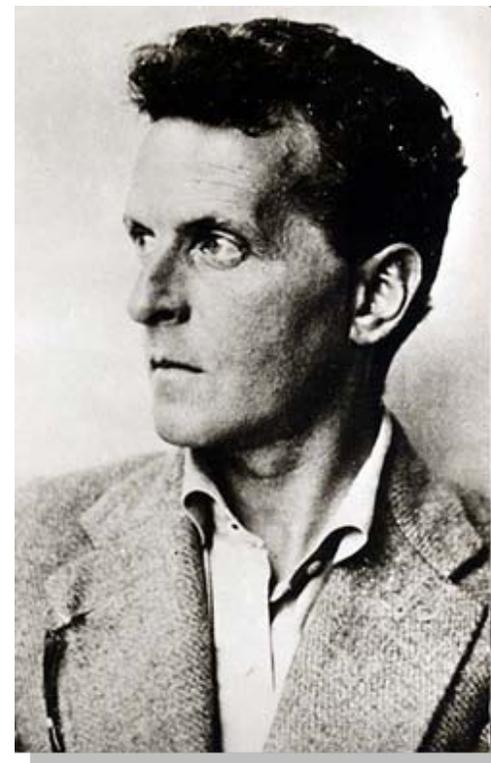
## Il metodo corretto della filosofia

6.53 – Il metodo corretto della filosofia sarebbe propriamente questo: **Nulla dire se non ciò che può dirsi; dunque, proposizioni della scienza naturale** – dunque qualcosa che con la filosofia nulla ha da fare –, e poi ogni volta che altri voglia dire qualcosa di metafisico, mostrargli che, a certi segni nelle sue proposizioni, egli non ha dato significato alcuno.

Questo metodo sarebbe insoddisfacente per l'altro – egli non avrebbe il senso che gli insegniamo filosofia –, eppure *esso* sarebbe l'unico rigorosamente corretto.

Ludwig Wittgenstein

*Tractatus logico-philosophicus* (1921)





# Le proposizioni

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).

4-111 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 è non una dottrina, ma un'attività.

Un'opera filosofica consta essenzialmente d'illustrazioni.

Risultato della filosofia non sono «proposizioni filosofiche», ma il chiarirsi di proposizioni.

La filosofia deve chiarire e delimitare nettamente i pensieri che altrimenti, direi, sarebbero torbidi e indistinti.



# Il senso delle proposizioni

4.2 Il senso della proposizione è la sua concordanza o discordanza con le possibilità del sussistere e non sussistere degli stati di cose

4.21 La proposizione più semplice, la proposizione elementare, asserisce il sussistere di uno stato di cose.

5 La proposizione è una funzione di verità delle proposizioni elementari.



## Tautologie e contraddizioni

4.46 Tra i possibili gruppi di condizioni di verità vi sono due casi estremi. Nel primo caso, la proposizione è vera per tutte le possibilità di verità delle proposizioni elementari. Noi diciamo che le condizioni di verità sono *tautologiche*. Nel secondo caso, la proposizione è falsa per tutte le possibilità di verità. Le condizioni di verità sono *contraddittorie*. **Nel primo caso noi chiamiamo la proposizione una tautologia; nel secondo, una contraddizione.**

4.461 La proposizione mostra ciò che dice; la tautologia e la contraddizione mostrano che esse non dicono nulla. La tautologia non ha condizioni di verità, poiché è incondizionatamente vera; e la contraddizione è sotto nessuna condizione vera. **Tautologia e contraddizione sono prive di senso.** [...] (Ad esempio, io non so nulla sul tempo se so che o piove o non piove.)

4.464 La verità della tautologia è certa; della proposizione, possibile; della contraddizione, impossibile.

(Certo, possibile, impossibile: Ecco l'indizio di quella gradazione che ci serve nella teoria della probabilità.)



## Il circolo di Vienna

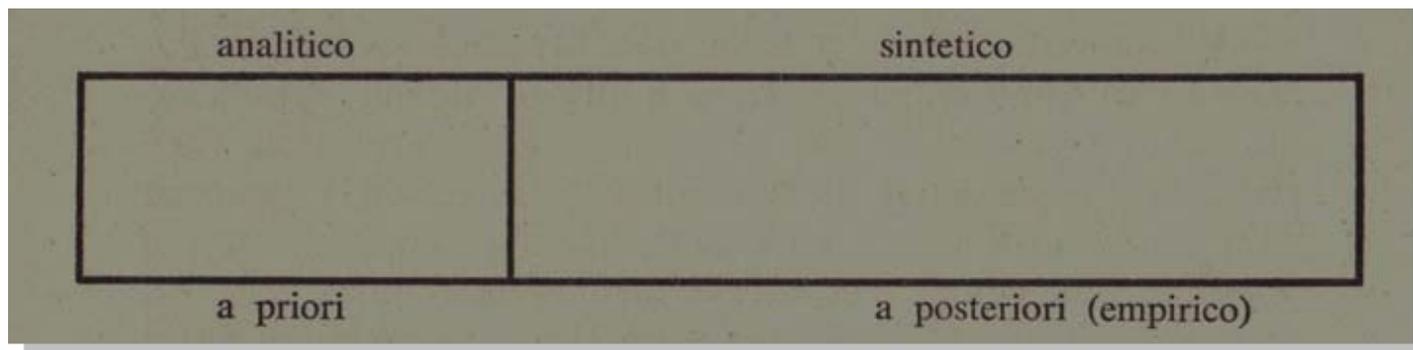
Alfred Ayer *filosofo*  
Gustav Bergmann *matematico*  
Rudolf Carnap *filosofo e logico*  
Herbert Feigl *filosofo*  
Philipp Frank *fisico*  
Kurt Gödel *matematico e logico*  
Hans Hahn *matematico*  
Felix Kaufmann *avvocato*  
Victor Kraft *storico e filosofo*  
Karl Menger *matematico*  
Otto Neurath *sociologo*  
Kurt Reidemeister *matematico*  
Moritz Schlick *fisico teorico e filosofo*  
Friedrich Waismann *filosofo*  
Edgar Zilsel *filosofo*



# L'empirismo

« In effetti, come ebbe una volta a dire Moritz Schlick, **l'empirismo può essere definito come quel punto di vista che sostiene che il sintetico a priori non esiste**: se l'intero empirismo dovesse essere compresso in un detto, questo è un buon modo per farlo. »

Rudolf Carnap, *I fondamenti filosofici della fisica* (1966)





## Il “programma”

« La concezione scientifica del mondo è caratterizzata non soltanto da tesi peculiari quanto, piuttosto, dall’orientamento di fondo, dalla prospettiva, dall’indirizzo di ricerca. **Essa si prefigge come scopo l’unificazione della scienza.** Suo intento è di collegare e coordinare le acquisizioni dei singoli ricercatori nei vari ambiti scientifici. Da questo programma, derivano l’enfasi sul lavoro collettivo, sull’intersoggettività, nonché la ricerca di un sistema globale di concetti. Precisione e chiarezza vengono perseguite, le oscure lontananze e le profondità impenetrabili respinte. **Nella scienza non si dà “profondità” alcuna; ovunque è la superficie:** tutta l’esperienza costituisce un’intricata rete, talvolta imperscrutabile e spesso intelligibile solo in parte. Tutto è accessibile all’uomo e l’uomo è la misura di tutte le cose. In ciò si riscontra un’affinità con i sofisti, non con i platonici; con gli epicurei, non con i pitagorici; con tutti i fautori del mondano o del terreno. **La concezione scientifica del mondo non conosce enigmi insolubili. Il chiarimento delle questioni filosofiche tradizionali conduce, in parte, a smascherarle quali pseudo-problemi; in parte, a convertirle in questioni empiriche, soggette, quindi, al giudizio della scienza sperimentale.** Proprio tale chiarimento di questioni e asseriti costituisce il compito dell’attività filosofica, che, comunque, non tende a stabilire specifici asseriti “filosofici”. **Il metodo di questa chiarificazione è quello dell’analisi logica. »**

H. Hahn, L. Carnap, O. Neurath, *La concezione scientifica del mondo* (1929)



## Il rigetto della metafisica

« Ecco un passo tratto dagli scritti di un famoso filosofo: “la ragione è sostanza, potere illimitato, materiale infinito e base di tutta la vita materiale e spirituale; nonchè forma infinita e principio del movimento. Essa è la fonte da cui ogni cosa deriva il proprio essere”. Posti di fronte a simili creazioni linguistiche, molti lettori finiranno per spazientirsi. Non riuscendo a cavarne fuori alcun significato, mediteranno forse di buttare il libro nel fuoco.

Per superare tale reazione emotiva e assumere un atteggiamento logicamente critico, essi dovrebbero intraprendere l'esame del linguaggio filosofico da un punto di vista neutrale, analogo a quello del naturalista che studia un raro tipo di coleottero. **L'analisi dell'errore ha inizio con l'analisi del linguaggio.** »

Hans Reichenbach, *La nascita della filosofia scientifica* (1951)



## Il criterio di verificabilità

« Vi è solo un modo di dar significato a un enunciato, di renderlo una proposizione: dobbiamo indicare le regole per il suo uso, in altre parole: dobbiamo descrivere i fatti che renderanno “vera” la proposizione, ed essere in grado di distinguerli dai fatti che la renderanno “falsa”.

In parole ancora diverse: **Il significato di una proposizione è il metodo della sua verifica.**

La domanda: “Che significa questo enunciato?” è identica alla domanda (e comporta la medesima risposta): “Come è verificata questa proposizione?”. »



Moritz Schlick, *Forma e contenuto* (1932)



## Dalla verifica alla conferma

« Se per verifica si intende una dimostrazione assoluta di verità, allora un enunciato universale, ad esempio una cosiddetta legge fisica o biologica, non potrà mai essere verificata; [...]

**Non possiamo verificare la legge, ma possiamo controllarla controllandone i singoli casi**, cioè gli enunciati particolari che derivano dalla legge stessa e da altri enunciati precedentemente stabiliti. Se in una serie prolungata di tali esperimenti di controllo non si scopre alcun caso negativo, ma, anzi, il numero dei casi positivi, via via aumenta, allora anche la nostra fiducia nella legge aumenta gradualmente.

**Così, anziché di verifica, qui possiamo parlare di *conferma* gradualmente crescente della legge. »**



Rudolf Carnap, *Controllabilità e significato* (1936)



## Il paradosso dei corvi

Consider the two sentences

$$S_1 : '(x)(\text{Raven}(x) \supset \text{Black}(x))'$$
$$S_2 : '(x)(\sim \text{Black}(x) \supset \sim \text{Raven}(x))'$$

(i.e. “All ravens are black” and “Whatever is not black is not a raven”), and let  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  be four objects such that  $a$  is a raven and black,  $b$  a raven but not black,  $c$  not a raven but black, and  $d$  neither a raven nor black. Then, according to Nicod’s criterion,  $a$  would confirm  $S_1$ , but be neutral with respect to  $S_2$ ;  $b$  would disconfirm both  $S_1$  and  $S_2$ ;  $c$  would be neutral with respect to both  $S_1$  and  $S_2$ , and  $d$  would confirm  $S_2$ , but be neutral with respect to  $S_1$ .

But  $S_1$  and  $S_2$  are logically equivalent; they have the same content, they are different formulations of the same hypothesis. And yet, by Nicod’s criterion, either of the objects  $a$  and  $d$  would be confirming for one of the two sentences, but neutral with respect to the other. This means that Nicod’s criterion makes confirmation depend not only on the content of the hypothesis, but also on its formulation.<sup>2</sup>



## Contesto della scoperta e contesto della giustificazione

« L'atto della scoperta sfugge all'analisi logica; non vi sono regole logiche in termini delle quali si possa costruire una "macchina scopritrice" che assolva la funzione creativa del genio.

D'altra parte, non tocca al logico chiarire la genesi delle scoperte scientifiche; tutto quello che egli può fare è analizzare la connessione tra i dati di fatto e le teorie avanzate per spiegare i medesimi.

In altre parole, **la logica si occupa soltanto del contesto della giustificazione.** »

Hans Reichenbach

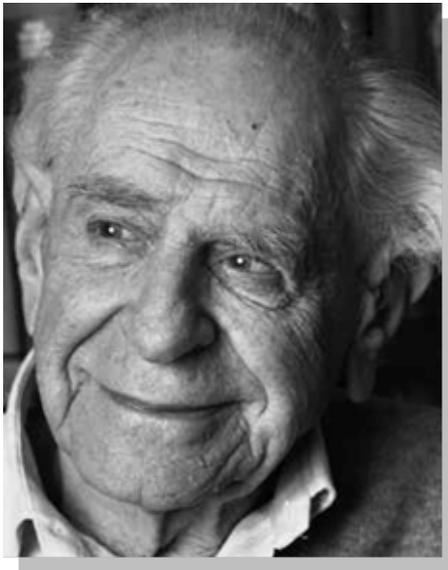
*La nascita della filosofia scientifica (1951)*





## La scoperta scientifica e lo “psicologismo”

« La questione: come accada che a un uomo venga in mente un’idea nuova – un tema musicale, o un conflitto drammatico o una teoria scientifica – può rivestire un grande interesse per la psicologia empirica **ma è irrilevante ai fini dell’analisi logica della conoscenza scientifica.** »



Karl Popper

*La logica della scoperta scientifica (1934)*



# Popper e il falsificazionismo



## Il problema della demarcazione

« 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 seguente 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?" »



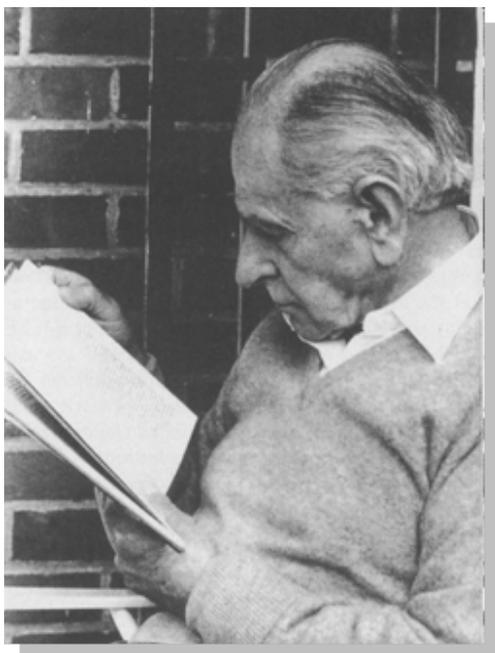
Karl Popper

*Congetture e confutazioni (1969)*



## Contro il criterio di verificabilità

« La mia critica al principio di verificabilità è sempre stata questa: contro le intenzioni dei suoi fautori, esso *non esclude gli asserti metafisici ovvi, e esclude invece i più importanti e interessanti asserti scientifici*, vale a dire le teorie scientifiche, le *leggi universali* della natura. »



Karl Popper, *Congetture e confutazioni* (1963)

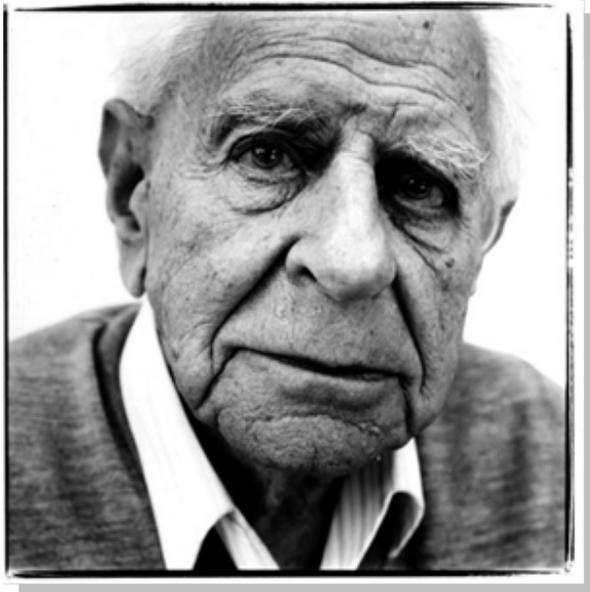


## Il criterio di falsificabilità

« La mia proposta si basa su una *asimmetria* tra verificabilità e falsificabilità, asimmetria che risulta dalla forma logica delle asserzioni universali. Queste, infatti, non possono mai venir derivate da asserzioni singolari, ma possono venir falsificate da asserzioni singolari. »

Karl Popper

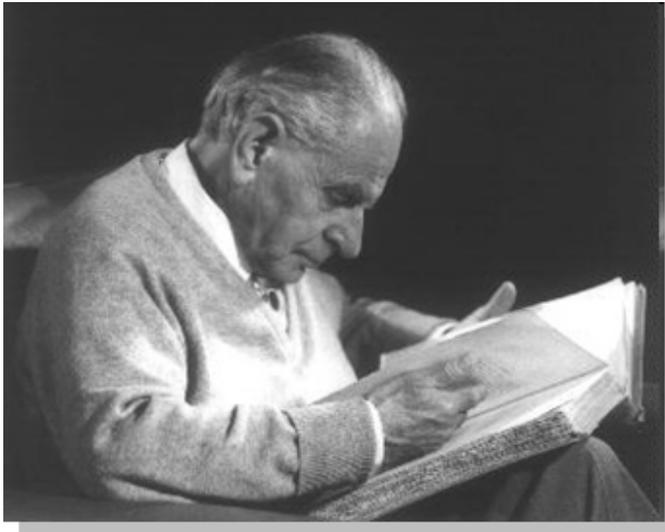
*Logica della scoperta scientifica (1934)*





## Il problema delle teorie esistenziali

« Il mio esempio consiste nella seguente teoria puramente esistenziale:  
“Esiste una sequenza finita di distici elegiaci latini tale che, se pronunciata in  
maniera appropriata, in un certo tempo e luogo, ad essa segue  
immediatamente l’apparizione del Demonio – vale a dire, di una creatura dalle  
parvenze umane, con due piccole corna e il piede caprino.”  
Chiaramente questa teoria incontrollabile è, in linea di principio, verificabile. »



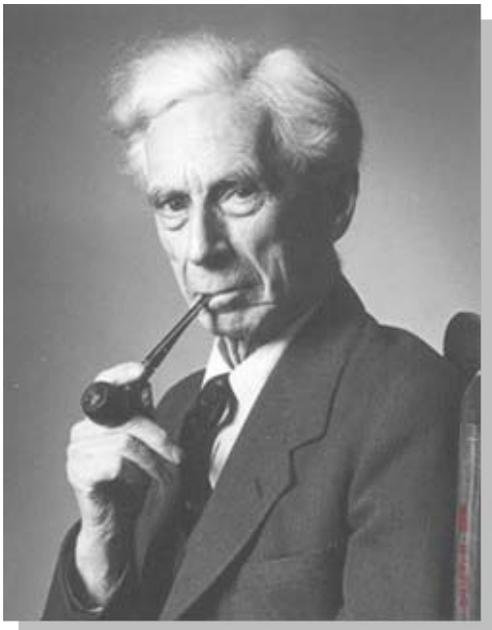
Karl Popper  
*Conggetture e confutazioni (1963)*



## Il “metodo scientifico”

« Il metodo scientifico [...] è in fondo molto semplice.

**Consiste nell’osservare quei fatti che permetteranno all’osservatore di scoprire delle leggi generali che governano fatti della specie in questione.**



I due stadi, il primo dell’osservazione e il secondo della deduzione, sono entrambi essenziali, e ognuno è suscettibile di perfezionamento quasi indefinito; ma in fondo, il primo uomo che disse “il fuoco brucia” impiegava il metodo scientifico »

Bertrand Russell

*La visione scientifica del mondo (1931)*

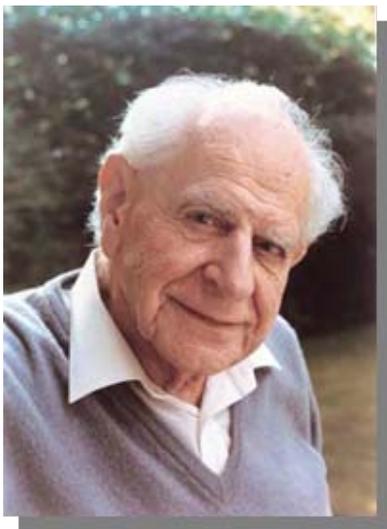


## Il problema dell'induzione

« Secondo un punto di vista largamente accettato [...] le scienze empiriche possono essere caratterizzate dal fatto di usare i cosiddetti “metodi induttivi”. [...]

Già dall'opera di Hume si sarebbe dovuto vedere chiaramente che in relazione al principio d'induzione possono facilmente sorgere contraddizioni [...]

**Per giustificarlo, dovremmo impiegare inferenze induttive; e per giustificare queste ultime dovremmo assumere un principio induttivo di ordine superiore, e così via.** In tal modo il tentativo di basare il principio d'induzione sull'esperienza fallisce, perché conduce necessariamente a un regresso infinito. »



Karl Popper

*Logica della scoperta scientifica (1934)*



## Il “successo” del metodo induttivo

« Non credo che il metodo induttivo avrebbe raggiunto il prestigio che di fatto ha conseguito se Newton non avesse appoggiato questa concezione del metodo della scienza con il peso della sua impressionante autorità.

Penso anche che Bacone oggi sarebbe quasi dimenticato se Newton non si fosse espresso in favore del suo metodo. »

Karl Popper

*Intervista a Rai Educational, 25 luglio 1989*





# Problemi, teorie, critiche

« Tutta la mia concezione del metodo scientifico si può riassumere dicendo che esso consiste di questi tre passi:

- 1) inciampiamo in qualche problema;
- 2) tentiamo di risolverlo, ad esempio proponendo qualche nuova teoria;
- 3) impariamo dai nostri sbagli, specialmente da quelli che ci sono resi presenti dalla discussione critica dei nostri tentativi di soluzione.

**O per dirla in tre parole: *problemi - teorie - critiche.* »**

Karl Popper, *Scienza e filosofia* (1969)



## La scienza su palafitte

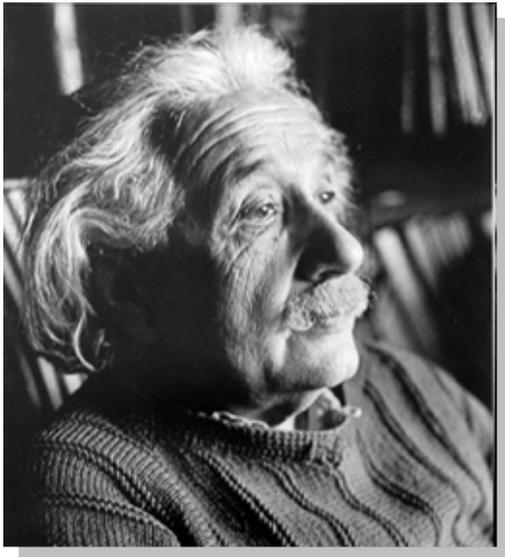
« La scienza non posa su un solido strato di roccia. l'ardita struttura delle sue teorie si eleva, per così dire, sopra una palude. È **come un edificio costruito su palafitte**. Le palafitte vengono conficcate dall'alto, giù nella palude, ma non in una base naturale o "data"; e il fatto che desistiamo dai nostri tentativi di conficcare più a fondo le palafitte non significa che abbiamo trovato un terreno solido. Semplicemente ci fermiamo quando siamo soddisfatti e riteniamo che almeno per il momento i sostegni siano abbastanza stabili da sorreggere la struttura. »

Karl Popper, *La logica della scoperta scientifica* (1934)



## La versione di Einstein

« Lo scienziato teorico non è da invidiare. Perché la Natura, o più esattamente l'esperimento, è un giudice inesorabile e poco benevolo del suo lavoro. Non dice mai "Sì" a una teoria: nei casi più favorevoli risponde: "Forse"; ma nella stragrande maggioranza dei casi, dice semplicemente: "No". Quando un esperimento concorda con una teoria, per la natura significa "Forse"; se non concorda, significa "No". Probabilmente ogni teoria un giorno o l'altro subirà il suo "No"; per quasi tutte ciò avviene subito dopo la formulazione. »



Albert Einstein



## I “programmi di ricerca” di Lakatos

« Pochi fra gli scienziati teorici impegnati in un programma di ricerca prestano eccessiva attenzione alle ‘confutazioni’. Essi seguono una politica di ricerca a lungo termine che anticipa tali confutazioni. a realtà. »

Imre Lakatos, *La metodologia dei programmi di ricerca scientifici* (1974)





# **La nuova filosofia della scienza: Kuhn, Feyerabend, & Co.**

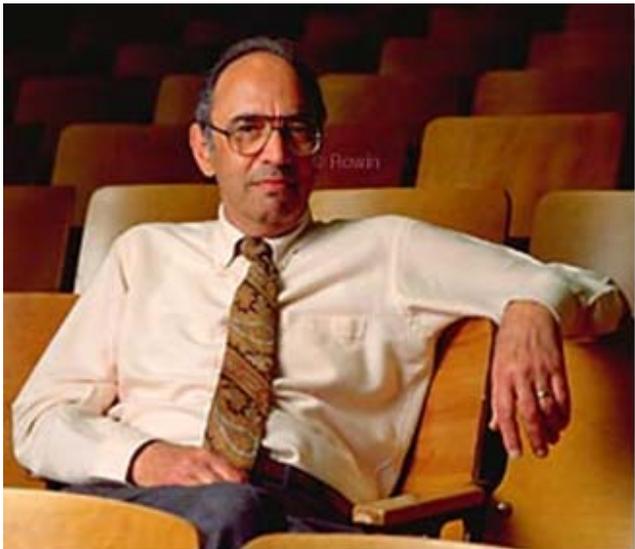


## L'importanza della storia

« La storia, se fosse considerata come qualcosa di più che un deposito di aneddoti o una cronologia, potrebbe produrre una trasformazione decisiva dell'immagine della scienza dalla quale siamo dominati. »

Thomas S. Kuhn

*La struttura delle rivoluzioni scientifiche (1962)*



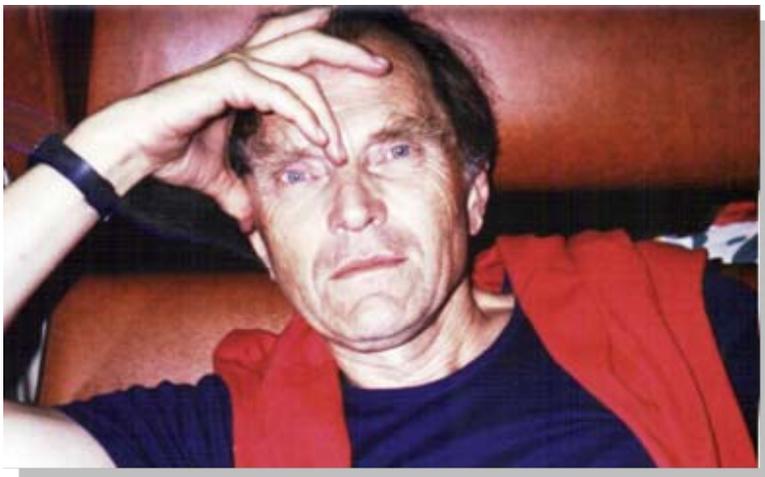


## Scoperta e giustificazione, teoria e esperimento

« I risultati ottenuti finora suggeriscono di abolire la distinzione fra un contesto di scoperta e un contesto di giustificazione, e di trascurare la distinzione tra termini di osservazione e termini teorici.

Nessuna delle due distinzioni ha una parte nella pratica scientifica. »

Paul K. Feyerabend, *Contro il metodo* (1975)





## Un tipico esperimento scientifico...

« Entriamo in un laboratorio e avviciniamoci al tavolo ingombro di una quantità di strumenti: una pila elettrica, fili di rame rivestiti di seta, vaschette piene di mercurio, bobine, una barra di ferro che sostiene uno specchio. L'osservatore infila in piccoli buchi il gambo metallico di una spina con l'estremità in ebanite: il ferro oscilla e attraverso lo specchio rinvia su di un regolo in celluloido una banda luminosa di cui l'osservatore segue i movimenti. **Siamo senza dubbio di fronte ad un esperimento;** il fisico osserva minuziosamente le oscillazioni del pezzo di ferro seguendo l'andirivieni della macchia luminosa. **Se gli domandate che cosa stia facendo, non vi risponderà che sta studiando le oscillazioni della barra di ferro che sostiene lo specchio, ma piuttosto che sta misurando la resistenza elettrica di una bobina.** Se vi stupirete di tale risposta e gli domanderete il senso delle sue parole e che rapporto hanno con i fenomeni da lui e voi contemporaneamente constatati, vi risponderà che la domanda necessiterebbe di spiegazioni troppo lunghe, sollecitandovi al tempo stesso a seguire un corso di elettricità. »

Pierre Duhem, *La teoria fisica: il suo oggetto e la sua struttura* (1906)



## Fatti e interpretazioni

« L'esperienza che avete visto fare, come ogni esperienza di fisica, consiste di due parti: in primo luogo, nell'osservazione di determinati fatti, osservazione che richiede soltanto attenzione e sensibilità, e non necessariamente conoscenza della fisica

[...]

In secondo luogo, l'esperienza consiste nell'*interpretazione* dei fatti osservati; per procedere a tale interpretazione non è sufficiente avere attenzione vigile e un occhio esercitato, occorre conoscere le teorie accettate, saperle applicare, essere un fisico. »

Pierre Duhem, *La teoria fisica: il suo oggetto e la sua struttura* (1906)



## Osservazione e teoria





## Percezione e selezione



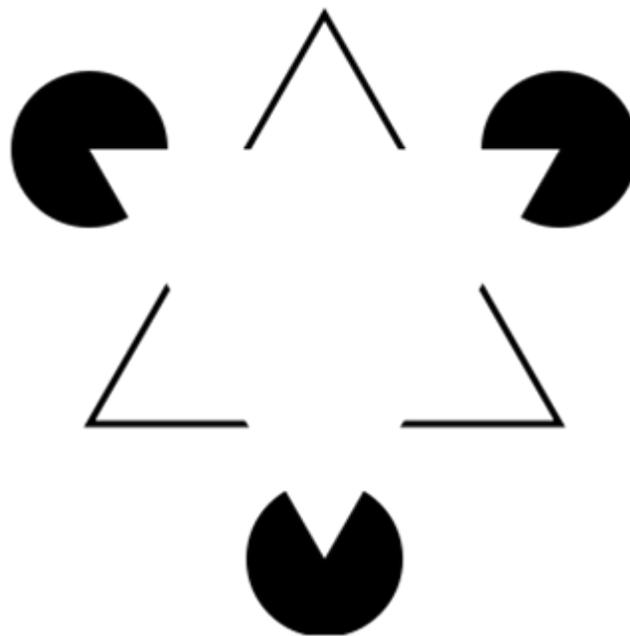
*Figure 2.* A circle in a background of 200 randomly placed and oriented segments. The circle is still perceived immediately although its contour is fragmented.



*Figure 3.* An edge image of a car in a cluttered background. Our attention is drawn immediately to the region of interest. It seems that the car need not be recognized to attract our attention. The car also remains salient when parallel lines and small blobs are removed, and when the less textured region surrounding parts of the car is filled in with more texture.



## Oltre lo stimolo





## La concezione cumulativa della scienza

« [...] lo sviluppo della scienza consisterebbe nell'aggiunta di nuove verità assolute a quelle già in precedenza conseguite, e quindi non potrebbe essere altro che uno sviluppo progressivo.

Si tratta della così detta interpretazione "cumulativa" della crescita della scienza, che ancora oggi trova non pochi sostenitori tra gli studiosi che non sono specializzati in storia della scienza. »

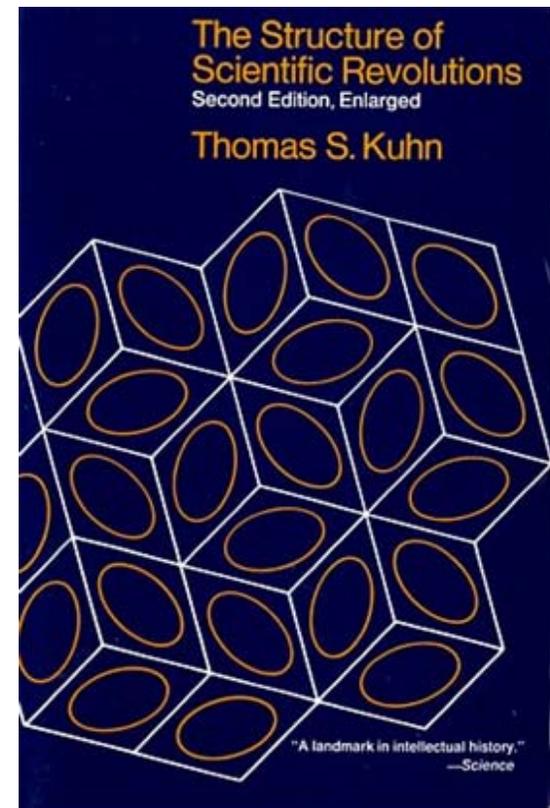
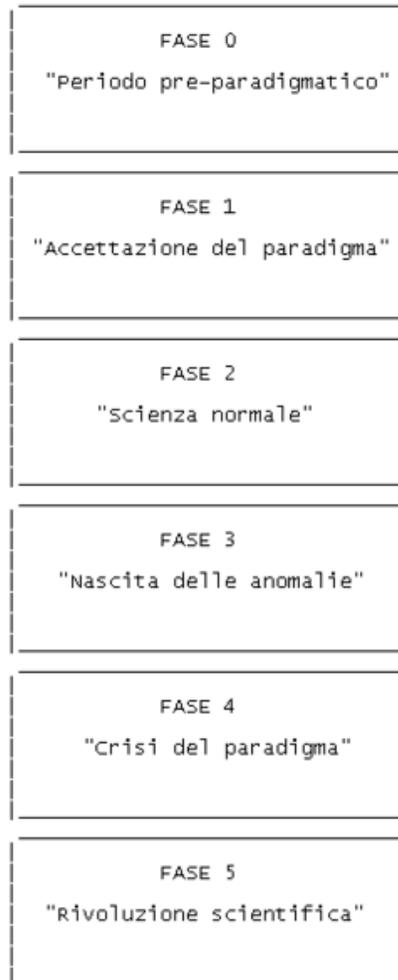


Ludovico Geymonat

*Lineamenti di filosofia della scienza (1985)*



# Scienza normale e rivoluzioni scientifiche





## Il periodo pre-paradigmatico... e l'accettazione del paradigma

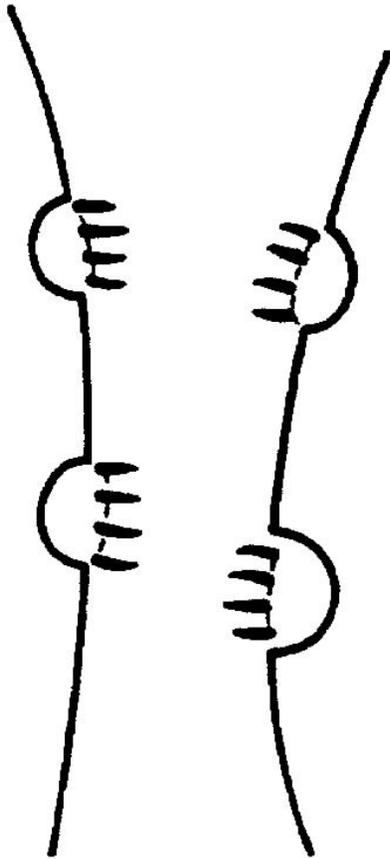


Fig. 3





## L'emergenza delle anomalie: l'esperimento di Bruner e Postman (1949)





## Il predellino di Poincaré

«Le peripezie del viaggio mi fecero dimenticare i miei lavori matematici; giunti che fummo a Coutances, salimmo in omnibus per non so quale gita.

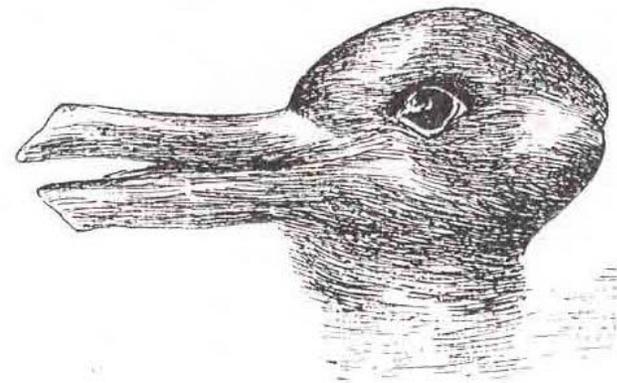
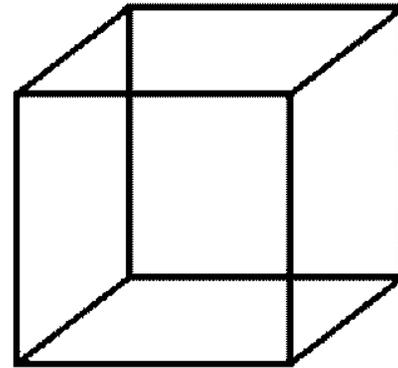
Nel momento stesso in cui misi il piede sul predellino, ecco che mi venne l'idea, senza che nulla nei miei precedenti pensieri, almeno in apparenza, mi ci avesse predisposto: le trasformazioni che avevo usato per definire le funzioni fuchsiane erano identiche a quelle della geometria non euclidea. »



Henri Poincaré  
*Scienza e metodo* (1908)



## Mutamenti della concezione del mondo: l'incommensurabilità





## Feyerabend: Contro il metodo

« L'idea di un metodo che contenga principi fermi, immutabili e assolutamente vincolanti come guida dell'attività scientifica si imbatte in difficoltà considerevoli quando viene messa a confronto con i risultati della ricerca storica. 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.** [...]



In effetti, uno dei caratteri che più colpiscono delle recenti discussioni sulla storia e la filosofia della scienza è la presa di coscienza del fatto che eventi e sviluppi come l'invenzione dell'atomismo nell'Antichità, la rivelazione copernicana, l'avvento della teoria atomica moderna [...] si verificarono solo perché alcuni pensatori o decisero di non lasciarsi vincolare da certe norme metodologiche "ovvie", o perché involontariamente le violarono. »

Paul K. Feyerabend  
*Contro il metodo* (1975)



## Anything goes!

« It is clear, then, that the idea of a fixed method, or of a fixed theory of rationality, rests on too naive a view of man and his social surroundings.

To those who look at the rich material provided by history, and who are not intent on impoverishing it in order to please their lower instincts, their craving for intellectual security in the form of clarity, precision, 'objectivity', 'truth', it will become clear that there is only *one* principle that can be defended under *all* circumstances and in *all* stages of human development.

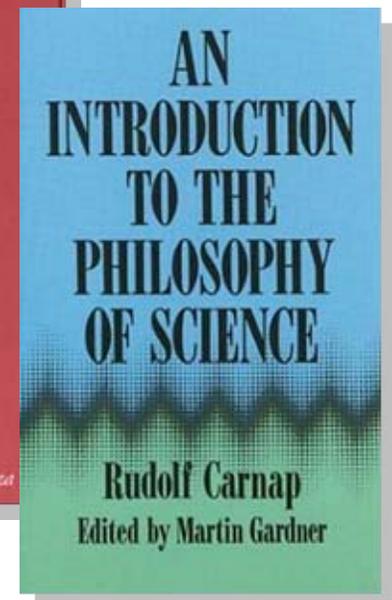
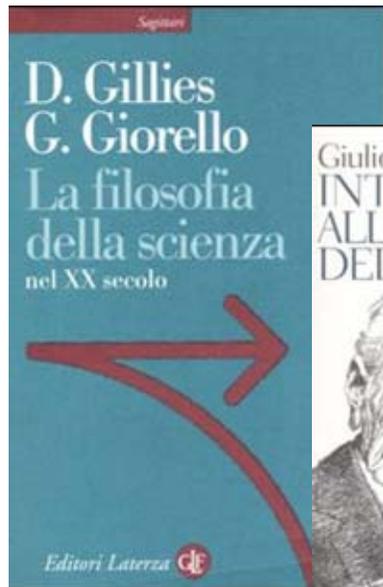
**It is the principle: anything goes. »**

Paul K. Feyerabend, *Against Method* (1975)





## Letture consigliate





# Testi originali

