

FISICA e METAFISICA

Gianluca Introzzi

Università di Pavia

Liceo scientifico Sacra Famiglia di Voghera

Dipartimento di Fisica – 22 feb. 2018

Parte I

**VEDERE per CREDERE o
CREDERE per VEDERE ?**

Vedere per credere (religione)



- Tommaso: «Ma egli disse loro: se non vedo nelle sue mani il segno dei chiodi e non metto il mio dito nel segno dei chiodi e non metto la mia mano nel suo fianco, io non credo».
- Gesù: «Poi disse a Tommaso: «Metti qui il tuo dito e guarda le mie mani; tendi la tua mano e mettila nel mio fianco; e non essere incredulo, ma credente!». Gli rispose Tommaso: «Mio Signore e mio Dio!»».
- Gesù gli disse:«**Perché mi hai veduto, tu hai creduto**; beati quelli che non mi hanno visto e hanno creduto!».

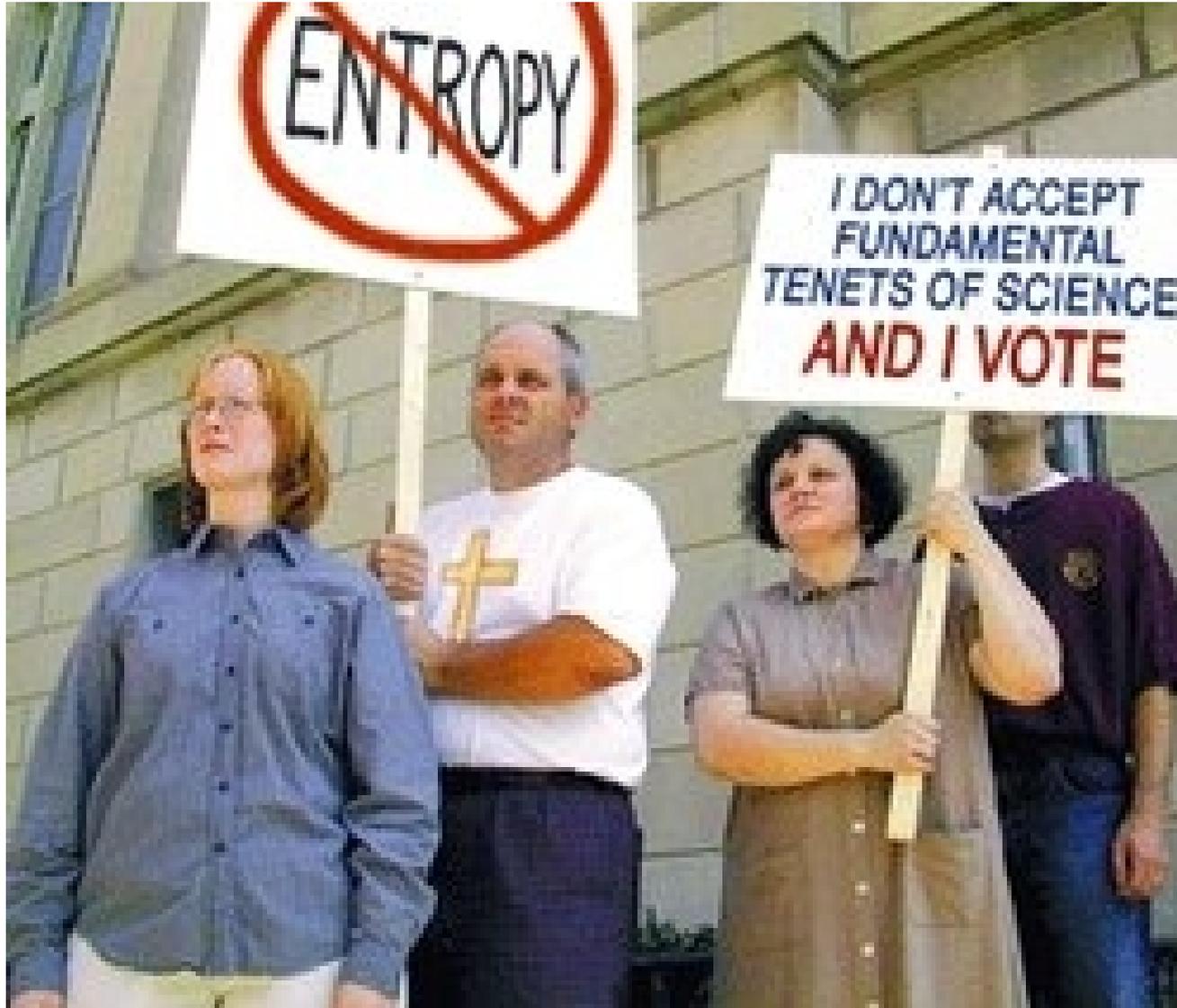
(Giovanni 20, 25-29)

Credere per vedere (religione)



Dalla Religione alla Scienza,
cercando di non far confusione...

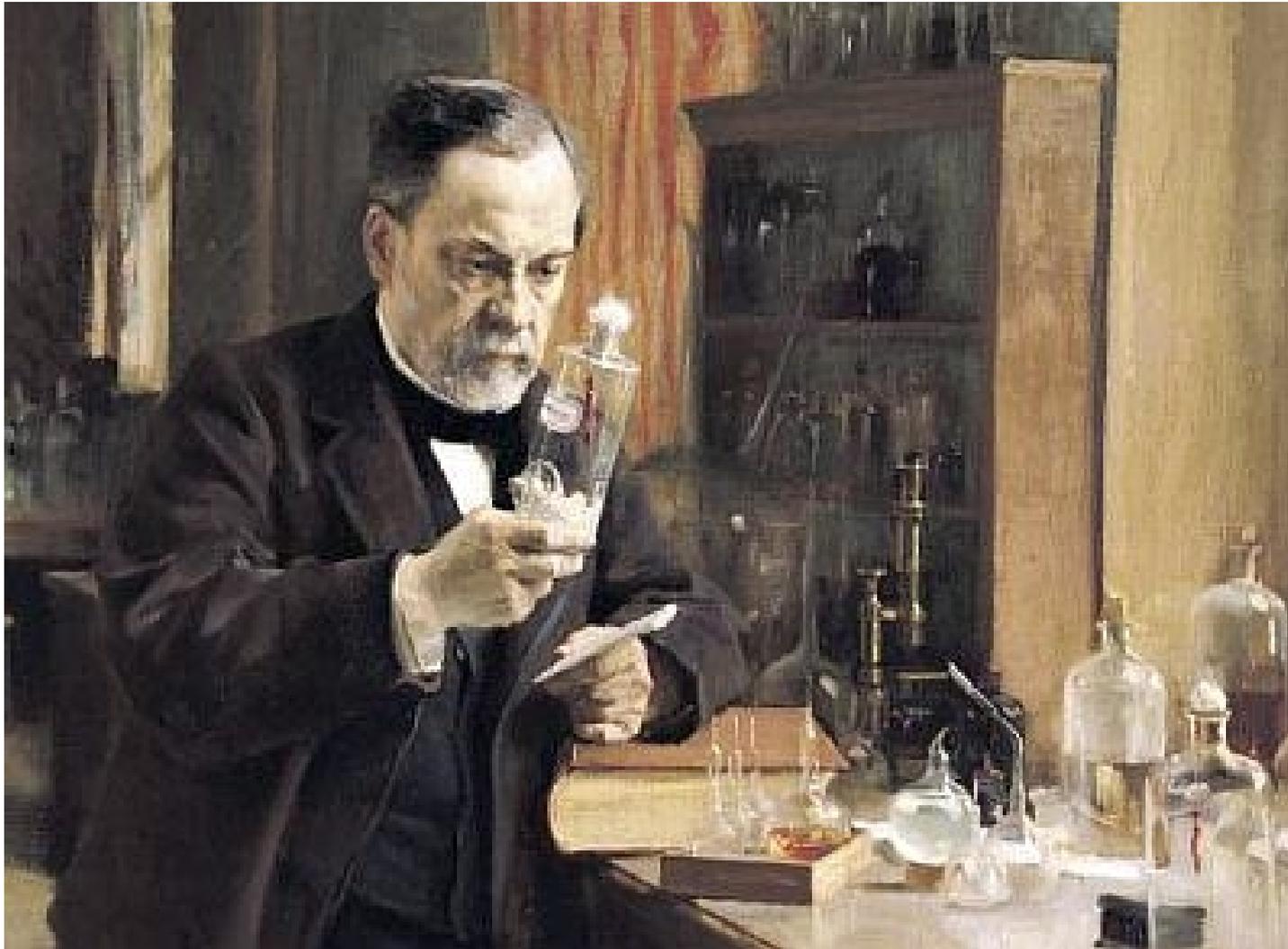
Christian Right Lobbies to Overturn II Law of Thermodynamics



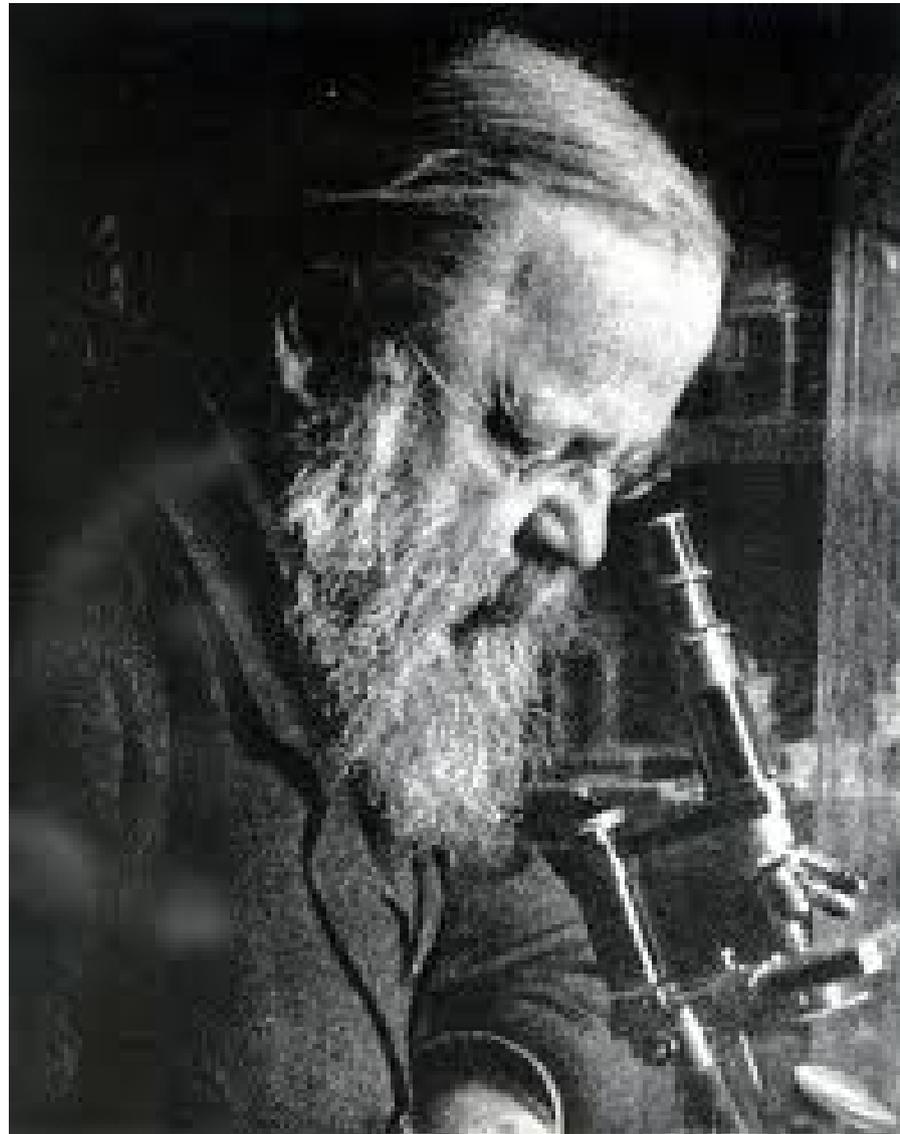
Vedere per credere (scienza)

- Ma cosa ha a che fare tutto questo con gli **scienziati** (**termine** non a caso **nato nell'800**) ?
Apparentemente **nulla**, in effetti **molto** !
- **VEDERE per CREDERE**
è stato il tipico atteggiamento positivista del XIX secolo, che basava la conoscenza scientifica sull'evidenza positiva, sui fatti certi, sull'osservazione diretta e documentata (**importante a riguardo la nascita della fotografia**)

Pasteur in laboratorio



Scienziato al microscopio



Le responsabilità della scienza

”La scienza è la parte della cultura cui tocca scontrarsi con il mondo. Ne estraiamo dei pezzi e ce ne appropriamo, e non secondo l'ordine a noi più salutare, [...] ma secondo un ordine regolato esclusivamente dalla resistenza [conoscitiva] oppostaci dalla materia. Gli atomi e le stelle non hanno motivi di sorta, non possono opporci quando inventiamo modelli a loro somiglianza, non ci impediscono l'accesso a una conoscenza che potrebbe risultarci letale.”

(S. Lem – “*La Voce del Padrone*” – p.235)

Scienza normale

- Le immagini si riferiscono all'attività quotidiana dello scienziato: indagare, confrontare, classificare, catalogare secondo una precisa teoria
- Si tratta di ricerche svolte con prassi ben codificate, secondo regole e norme per agire secondo il metodo scientifico
- Questo lavoro di accrescimento continuo della conoscenza venne chiamato “scienza normale” da Thomas Kuhn nel suo libro “*La struttura delle rivoluzioni scientifiche*” (1962)

“Le biblioteche nascondono interi filoni di potenziali scoperte, inutilizzate solo perché non sono cadute sotto gli occhi di qualcuno competente in materia. [...] In realtà non ha alcuna importanza che l'incognito si trovi in seno alla natura o infrattato tra le cataste di pagine che mai nessuno leggerà: **le idee che non sono entrate nel sistema sanguigno della scienza e che non vi circolano fecondandola, è come se non esistessero.** La scienza d'ogni epoca ha sempre avuto una **scarsa capacità di reinterpretare i fenomeni in modo radicalmente diverso.** Basti citare per esempio la follia e il suicidio di uno dei creatori della termodinamica.”
(**Stanislaw Lem – “La Voce del Padrone” – p.37**)

Rivoluzioni scientifiche

- Alla scienza normale, secondo Kuhn, storicamente si avvicendano periodi di “**rivoluzione scientifica**” (**Galileo, Newton, Darwin, Einstein**)
- Durante una **rivoluzione scientifica**, si ha un **cambiamento di “paradigma”**, ovvero l'insieme di **teorie, leggi e strumenti**, ma anche di **preconcetti, tassonomie e linguaggi** che definiscono una **tradizione di ricerca**
- A seguito di una di queste rivoluzioni **cambia il paradigma** di riferimento. Il criterio per cui un paradigma risulta vincitore su altri consiste nella sua **forza persuasiva**, e nel grado di **consenso all'interno della comunità scientifica**

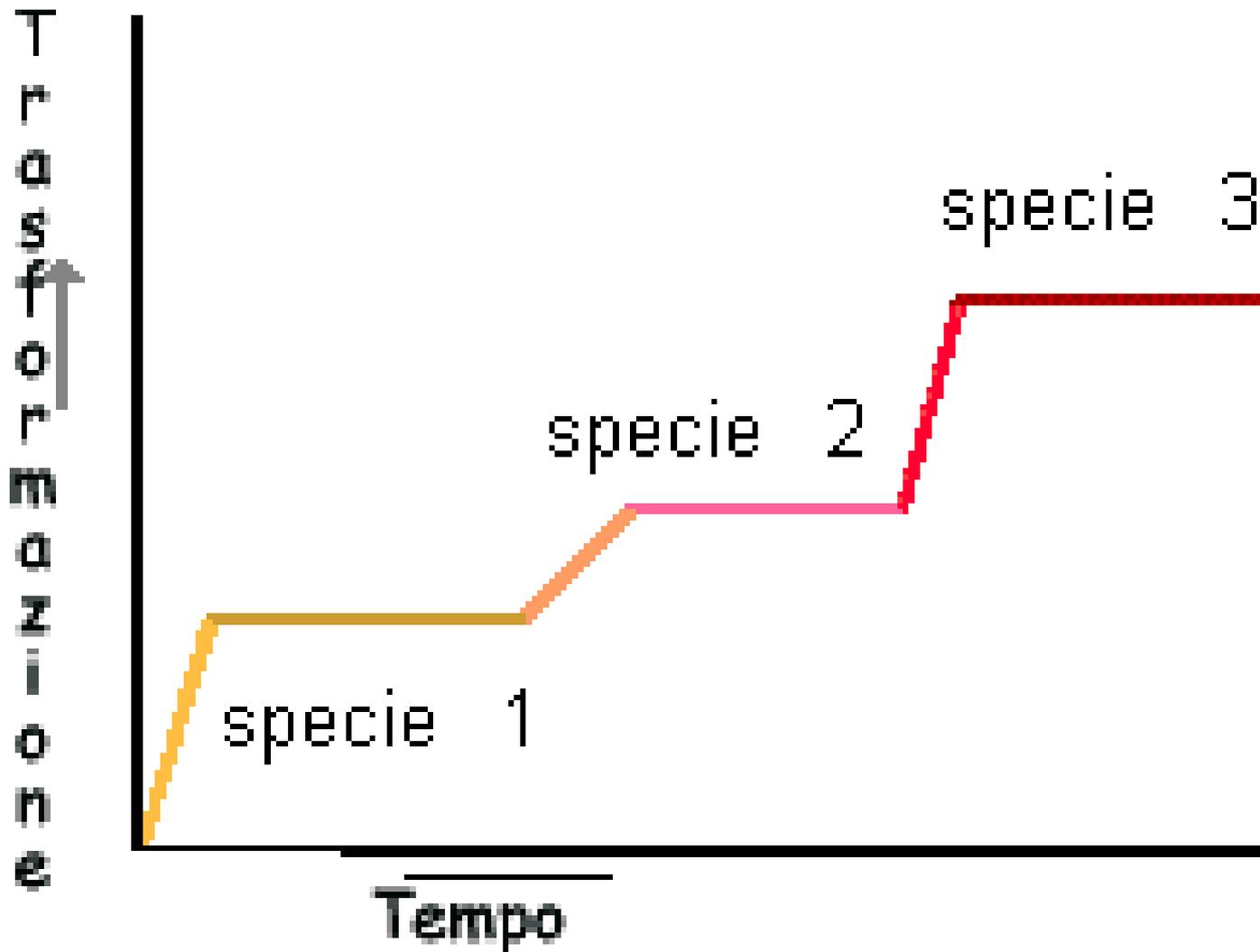
Struttura delle rivoluzioni scientifiche

- 0) Periodo pre-paradigmatico
- 1) Accettazione del (nuovo) paradigma
- 2) Scienza normale all'interno del paradigma
- 3) Nascita delle anomalie
- 4) Persistenza delle anomalie
- 5) Fase degenerativa del paradigma
- 6) Crisi del paradigma
- 7) Nascita di un nuovo paradigma
- 9) Rivoluzione scientifica
- 9) Torna al punto 1)

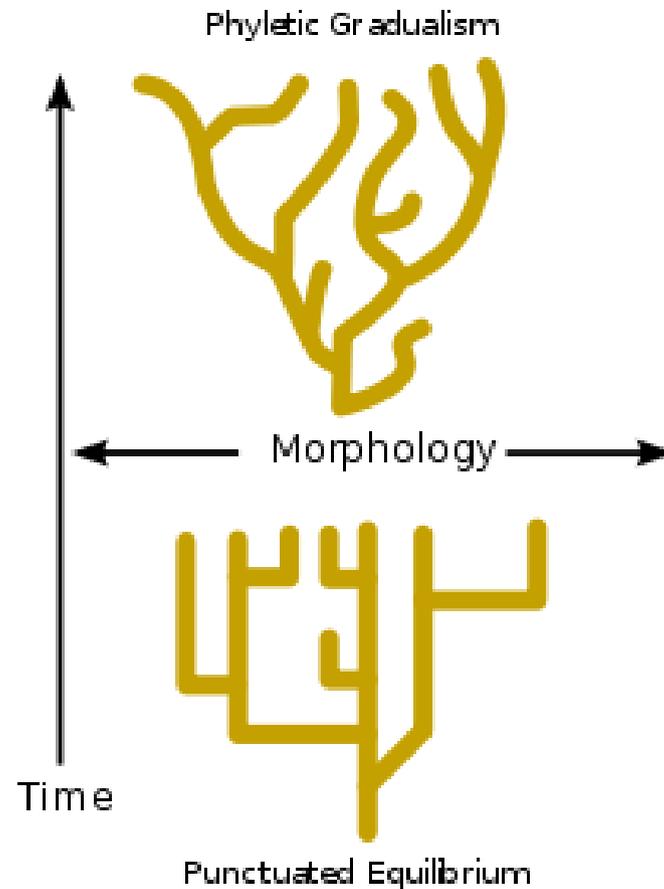
Un nuovo paradigma

- Non basta opporsi o negare un paradigma esistente per produrre nuova conoscenza scientifica. Bisogna essere in grado di proporre uno **almeno** altrettanto convincente (per questo il **creazionismo** non è scienza, l'**evoluzionismo** sì)
- Anche se il nuovo paradigma **nasce dall'intuizione di un genio**, per affermarsi ha bisogno di una **comunità che lo rafforzi e lo diffonda**
- “Science is the organized skepticism in the reliability of expert opinion.” (**Richard Feynman**)

Un'evoluzione per salti (Equilibri puntuati - S.J.Gould)



Evoluzione continua vs Equilibri puntuati



Scienza, tassonomia, linguaggio

- “Per gli aristotelici il movimento era un caso speciale di cambiamento, cosicché la pietra che cade era *come* la quercia che cresce o *come* la persona che si rimette da una malattia.”
- “Quelli che per Aristotele erano esempi paradigmatici di movimento (dalla ghianda alla quercia o dalla malattia alla salute) non erano affatto movimenti per Newton. Nel passaggio da un punto di vista all'altro, una famiglia naturale cessava di essere tale, i suoi membri venivano redistribuiti fra insiemi preesistenti e solo uno di loro continuava a portare il vecchio nome.”

- “Ciò che caratterizza le rivoluzioni è dunque un mutamento in parecchie categorie tassonomiche indispensabili per le descrizioni e generalizzazioni scientifiche. Quel mutamento, inoltre, è un adattamento non solo di criteri pertinenti alla categorizzazione, ma anche del modo in cui certi oggetti e situazioni sono distribuiti fra categorie preesistenti.”
- “Tutti gli esempi hanno comportato un mutamento centrale di modello, di metafora o di analogia, un mutamento nella percezione di ciò che è simile o di ciò che è diverso.”

- [...] “ciò che si acquisisce è insieme la conoscenza del linguaggio e del mondo.”
- “Da un lato, lo studioso impara il significato di quei [nuovi] termini, quali tratti sono pertinenti per connetterli alla natura, che cosa non si può dire di essi pena il cadere in contraddizione, e così via.”
- “Dall'altro, lo studioso impara quali categorie di cose popolano il mondo, quali sono i loro caratteri salienti, e impara qualcosa sul comportamento che è loro consentito o non consentito.”

- “Nell'apprendimento di un linguaggio questi due generi di conoscenza – la conoscenza delle parole e la conoscenza della natura – sono spesso acquisiti insieme, non sono affatto due generi di conoscenza, ma due facce di quella stessa coniazione che un linguaggio fornisce.”

**(T.S. Kuhn – “*Le rivoluzioni scientifiche*”
(1987) – pp. 62-67)**

Cosa succede veramente

“La storia della scienza è stata e dovrebbe essere una storia di programmi di ricerca in competizione tra loro... tanto prima inizia la competizione, tanto meglio per il progresso.” (Imre Lakatos – *Critica e crescita della conoscenza* – 1970)

- In effetti succede che paradigmi rivali coesistano pacificamente per lungo tempo; oppure che la “protezione” di una programma di ricerca maggioritario contro possibili rivali comporti la sua sopravvivenza anche dopo aver raggiunto quella che Lakatos definì una “fase degenerativa”

Il genio e le rivalità scientifiche

- Sul genio
“Il genio arriva nel suo tempo come una cometa nelle orbite dei pianeti” **(A. Schopenhauer)**
- Sulla “protezione” di un paradigma:
“Sono i suoi seguaci che hanno data l'autorità ad Aristotele (Magister dixit), e non esso che se la sia usurpata o presa” **(Galileo Galilei)**
- Come si instaura un nuovo paradigma:
“Una nuova verità scientifica non trionfa perché si sono convinti i suoi oppositori [...] ma perché tali oppositori finiscono per morire” **(M. Planck)**

Lo scienziato come rivoluzionario

- **CREDERE PER VEDERE**

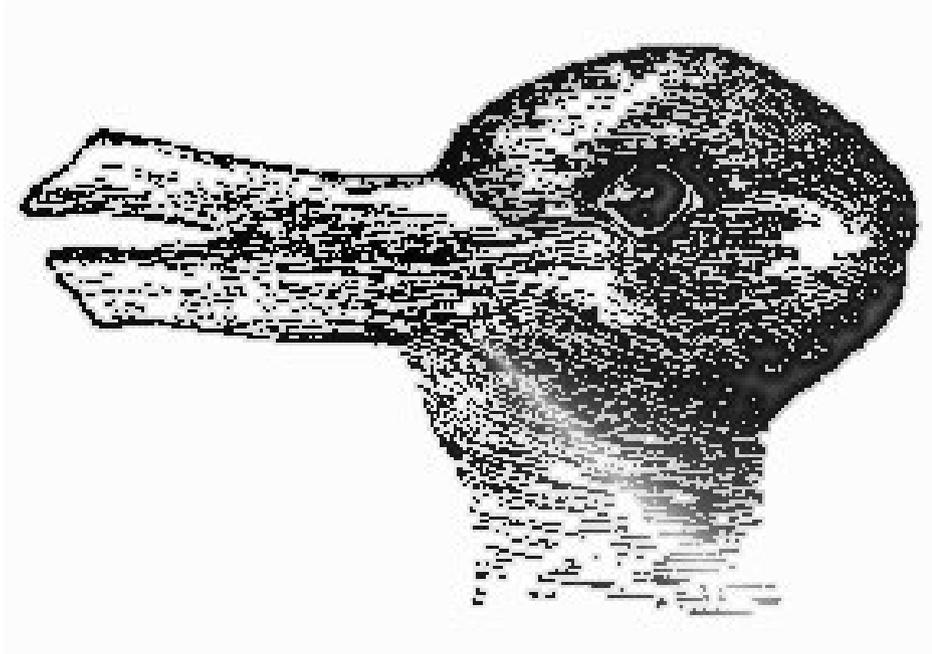
I protagonisti di una rivoluzione scientifica sono dei **visionari** che interpretano **la realtà in modo radicalmente diverso** dai loro colleghi. Sono portatori di una diversa visione del mondo (*Weltanschauung*) e contribuiscono a modificare lo spirito di una data epoca (*Zeitgeist*)

- Per questo la rivalità tra paradigmi scientifici assomiglia spesso più a uno **scontro ideologico o politico** che ad un **confronto tra teorie scientifiche**

Una nuova visione del mondo

- Una **nuova visione scientifica del mondo** non è dimostrabile scientificamente, non deriva da una evidenza empirica, non è riconducibile a una serie ben precisa di fatti
- E' connessa con le **opinioni individuali**, con le **propensioni filosofiche**, con le **credenze religiose**, con l'**ambiente culturale e sociale** in cui si vive
- Si tratta di un **riorientamento gestaltico**: il verbo "*gestalten*" significa "mettere in forma" o "**dare una struttura significativa**". Il suo risultato, la "**Gestalt**", è una (nuova) forma strutturata, completa e dotata di senso, una **Weltanschauung**

Cosa vedete ?



Cosa vedete ?



Credere per vedere (scienza)

- Occorre quindi **credere** che la realtà sia strutturata in un certo modo **per vedere** le cose note sotto una luce diversa, **comprendere** nuove connessioni, **rivalutare** fatti prima trascurati o ritenuti irrilevanti
- «Non basta guardare, occorre guardare con occhi che vogliono vedere, che credono in quello che vedono» (**Galileo Galilei**)
- Fisica e Metafisica forse non sono poi così distanti...

Cos'è la Metafisica

- “**Metafisica**” in Aristotele significa “**dopo i libri di Fisica**”, ma anche “**al di là delle cose fisiche**”, e modernamente è l'insieme delle idee, categorie, concetti, tendenze culturali che formano la visione del mondo (***Weltanschauung***), costituiscono lo spirito di una data epoca (***Zeitgeist***)
- La Metafisica inevitabilmente influenza lo scienziato, e ne condiziona il modo di pensare e di interpretare la realtà:

“Ogni nostro giudizio (***Urteil***) è basato su un pregiudizio (***Vorurteil***).” (**J.W. Goethe**)

[La scienza] “è *interpretazione* della realtà, non fotografia. In quanto interpretazione è legata a certi presupposti che non possono derivare a loro volta dall'empiria.” (H. Bergmann – *La lotta per la legge causale nella fisica recente* – 1929)

“Dobbiamo accettare il fatto che anche in fisica i convincimenti fondamentali sono precedenti il ragionamento, come in tutte le altre attività umane.” (Max Born – *Einstein's statistical theories*)

“Crediamo che i concetti (*formalismo*) e il vocabolario (*interpretazione*) di una teoria scientifica non siano disgiunti da un quadro filosofico che li sottende.” (L. Colletti – *Quadri di un'esposizione*)

La “*tabula rasa*” cartesiana è un limite asintotico al quale chi fa scienza deve sforzarsi di tendere, ben sapendo *a priori* che l'asintoto non è raggiungibile. Anzi, a quel limite non ci si avvicina nemmeno...

- “E' impossibile cominciare una cosa qualsiasi senza adottare delle premesse, e il non renderci conto di farlo non impedisce che questo sia vero.”

(S. Lem – “*La Voce del Padrone*” – p.99)

- “Non esiste scienza priva di filosofia; c'è solamente scienza il cui bagaglio filosofico è preso a bordo senza esaminarlo.”

(D.C. Dennett – *Darwin's Dangerous Idea*)

Scienza e Metafisica

- **POSITIVISTI (XIX sec)**

Il progresso della scienza implica, storicamente, la progressiva **eliminazione della Metafisica** dalla Scienza (**Religione - Metafisica - Scienza**)

- **NEO-POSITIVISTI LOGICI (inizio XX sec)**

“**Circolo di Vienna**”: occorre distinguere **scienza** dalla **pseudoscienza** mediante un'**analisi logica** degli enuncianti linguistici. Obiettivo: **eliminare i residui metafisici dal linguaggio naturale** e costruire una “**visione scientifica del mondo**” (“**Wissenschaftliche Weltauffassung**“)

Il programma neopositista si rivelerà irrealizzabile: vedi il “secondo” Wittgenstein

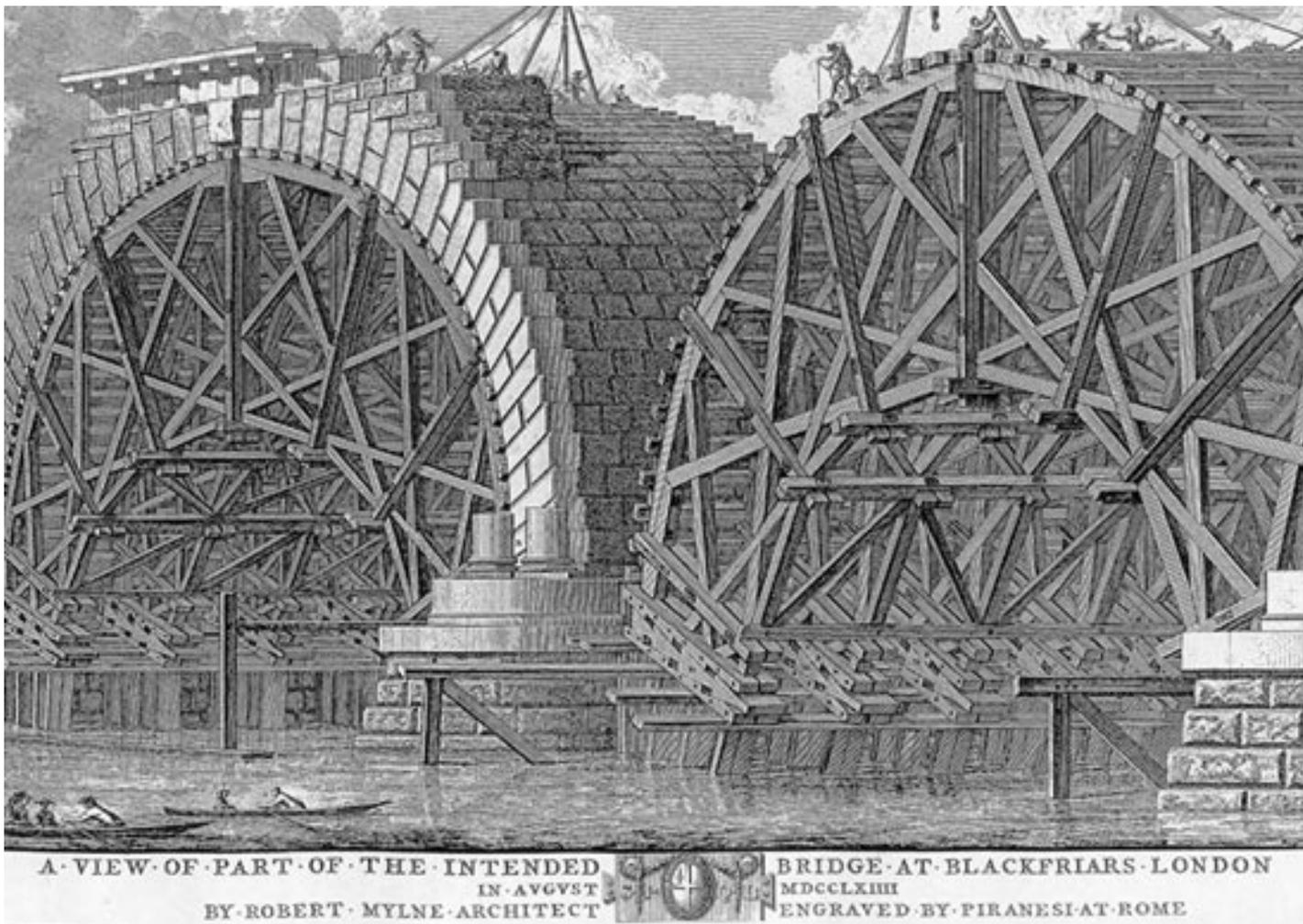
- **KOYRE' e KUHN (metà del XX sec)**
Metafisica non eliminabile dalla Scienza. Il progresso della scienza comporta la sostituzione di una vecchia Metafisica con una nuova Metafisica, diversa ma non per forza migliore
- **CINI (fine del XX secolo)**
«la scienza non è neutrale, cioè essa ha connotazioni ideologiche non solo per le sue implicazioni sociali ma anche nei suoi contenuti e nelle sue costruzioni concettuali più propriamente tecniche.»
(Marcello Cini – *L'ape e l'architetto* - 1976)

“Ammettiamo dunque con Burtt che le considerazioni filosofiche non sono che delle impalcature [*delle teorie scientifiche*]. Ora, come raramente si vedono costruire delle case senza impalcature, il paragone di Burtt potrebbe condurci a una conclusione diametralmente opposta alla sua, cioè a quella della necessità assoluta delle impalcature che sostengono la costruzione e la rendono possibile.

Il pensiero scientifico può, senza alcun dubbio, rifiutarle *post-factum*. Ma forse soltanto per rimpiazzarle con altre. O anche per lasciarle scivolare nell'oblio, nell'inconsapevolezza delle cose alla quali non si pensa più – come alle regole di grammatica che si dimenticano man mano che si apprende una lingua, e che scompaiono dalla coscienza proprio nel momento in cui la dominano maggiormente.”

(Alexandre Koyré – *Sull'influenza delle concezioni filosofiche sull'evoluzione delle teorie scientifiche* – “The Scientific Monthly”, 1955)

Scienza e Metafisica: il ponte e la centina



Parte II

TEORIE SCIENTIFICHE



I fatti *non* sono scienza

«Studia prima la scienza, e poi seguita la pratica, nata da essa scienza. Quelli che s'innamoran di pratica senza scienza son come 'l nocchier ch'entra in navilio senza timone o bussola, che mai ha certezza dove si vada.»

(Leonardo da Vinci)

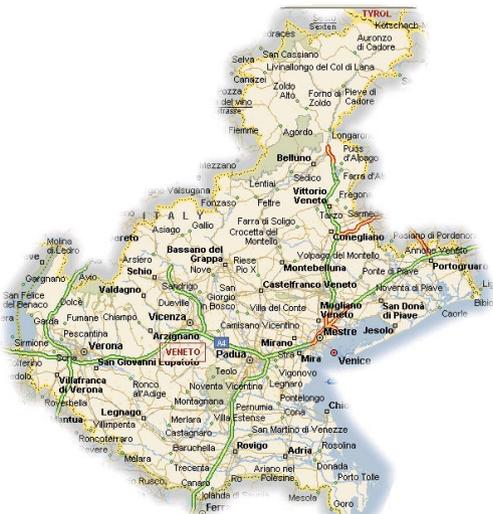
«La scienza si costruisce con i fatti, come una casa con le pietre; ma una raccolta di fatti non è una scienza più di quanto un mucchio di sassi non sia una casa.»

(Henri Poincaré)

Scala delle mappe



Mappe tematiche del Veneto



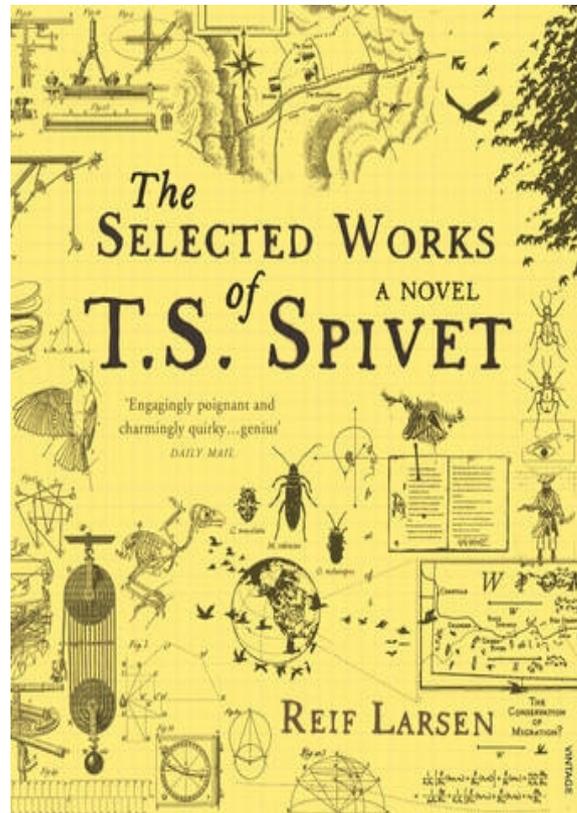
Teorie scientifiche e mappe

- Le mappe servono per orientarci nel mondo.
Diverse scale e pluralità di mappe (*tematiche*) che descrivono lo stesso territorio
- Le teorie servono per orientarci nella realtà.
Pluralità di teorie (*scientifiche*) che descrivono la stessa realtà:
“Non esiste un'immagine unica di tutto il nostro mondo dell'esperienza.”
(**Max Born – *Filosofia naturale della causalità e del caso* – 1949 [tr.it 1962 p.255])**)

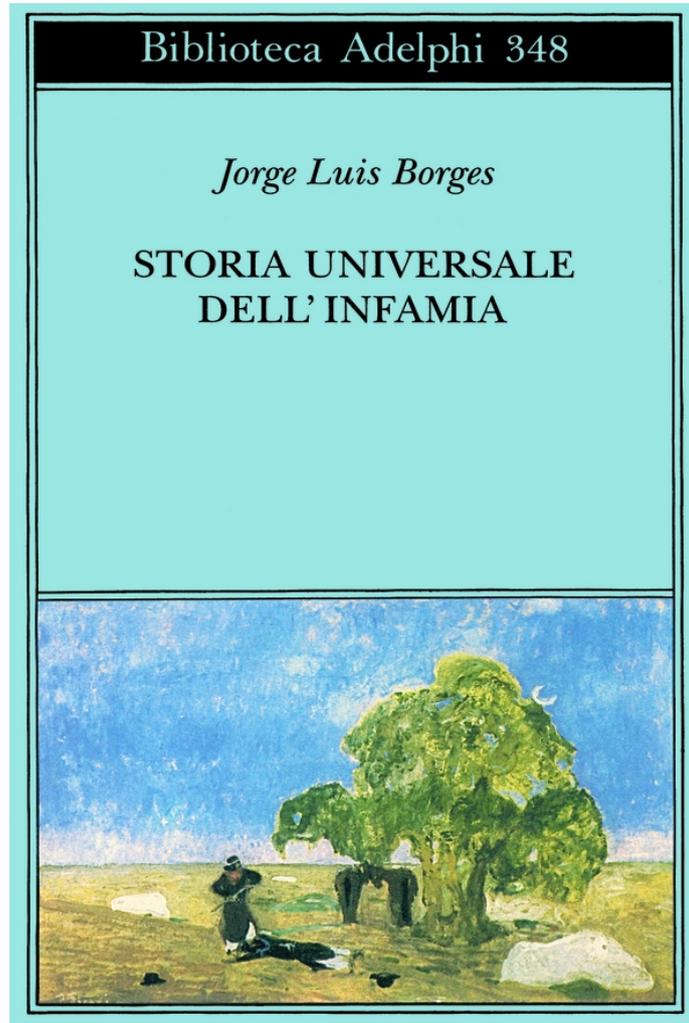
Reif Larsen

“Una mappa non si limita a fotografare l'esistente, ma formula e dischiude proposte di senso.”

(Reif Larsen – *Le mappe dei miei sogni*)



Jorge Luis Borges



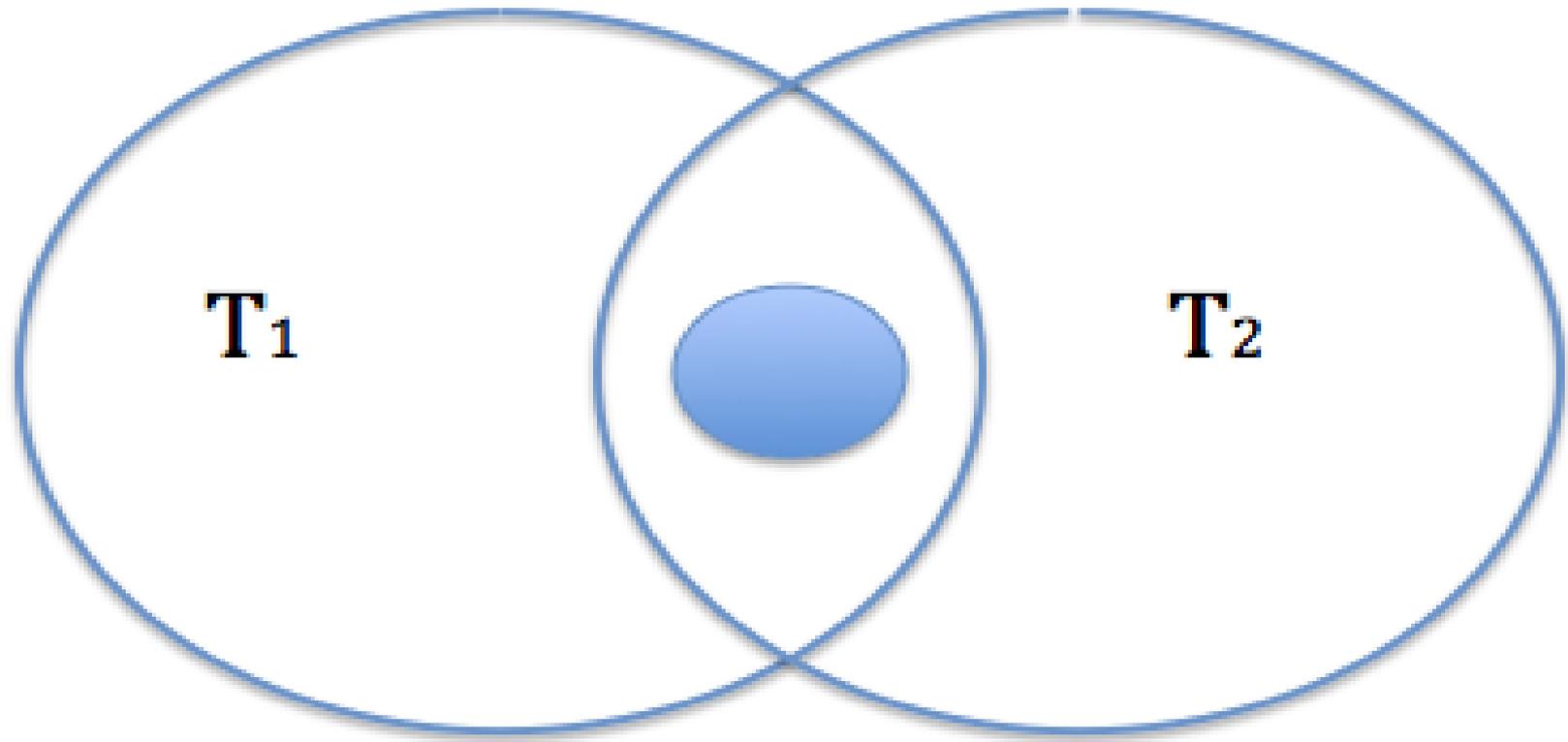
Una mappa **non** può mai coincidere col territorio; sintesi indispensabile:

“In quell'impero, l'arte della cartografia giunse ad una tal perfezione che la mappa di una sola provincia occupava tutta una città, e la mappa dell'impero tutta una provincia. Col tempo, queste mappe smisurate non bastarono più. I collegi dei cartografi fecero una mappa dell'impero che aveva l'immensità dell'impero e coincideva perfettamente con esso. Ma le generazioni seguenti, meno portate allo studio della cartografia, pensarono che questa mappa enorme era inutile e non senza empietà la abbandonarono alle inclemenze del Sole e degli inverni. Nei deserti dell'ovest sopravvivono lacerate rovine della mappa, abitate da animali e mendichi; in tutto il paese non c'è altra reliquia delle discipline geografiche.”

I limiti delle teorie scientifiche

- La teorie scientifiche sono prodotti dell'intelletto umano, soggette nel tempo ad evoluzione, mutamento e obsolescenza, come tutta la cultura. Una teoria non può mai essere dimostrata definitivamente esatta. Su basi sperimentali è possibile solo la sua temporanea corroborazione o definitiva falsificazione (asimmetria di **Popper**).
- Sottodeterminazione delle teorie rispetto ai dati osservativi: i dati sperimentali non determinano in maniera decisiva e univoca la teoria che li spiega/interpreta; c'è (o ci sarà) quasi sempre un'altra teoria compatibile con i medesimi dati osservativi (**Van Frassen, Quine**).

Sottodeterminazione delle teorie rispetto ai dati osservativi disponibili



Criteri di scelta tra teorie rivali

- **CRITERI INTERNI**

Coerenza logica: il primo requisito è la coerenza interna della teoria; ovvero l'assenza di contraddizioni logiche (Es.: derivazioni errate).

Sinteticità o **economicità:** è un pregio riuscire a spiegare in modo sintetico (**compressione algoritmica**); uso del **formalismo matematico**.

- **CRITERI ESTERNI**

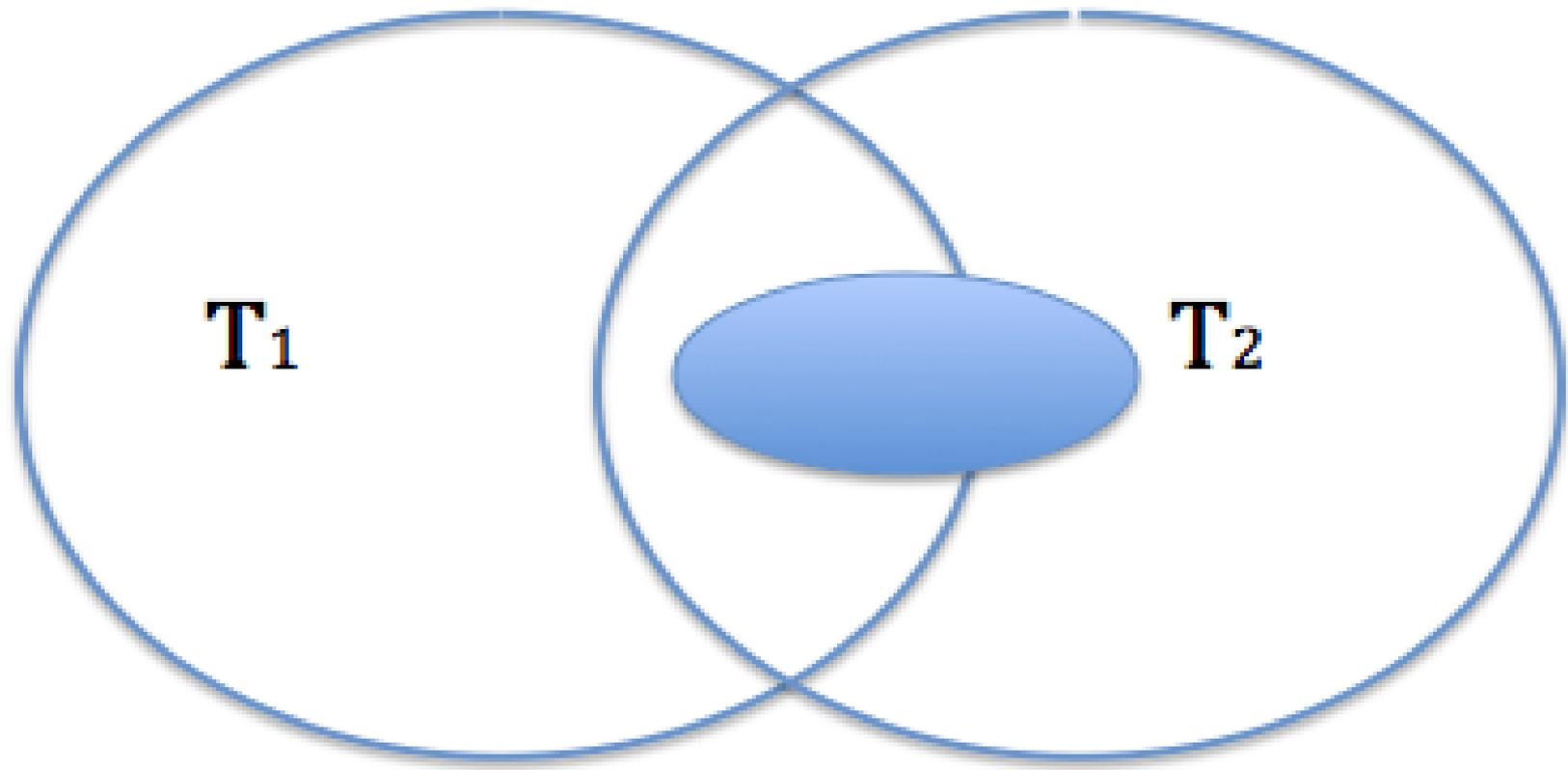
Efficacia esplicativa: una teoria è tanto migliore quanti più fatti noti riesce a spiegare.

Potenza predittiva: una teoria capace di predire fenomeni nuovi è evidentemente da preferire a una semplicemente esplicativa.

Crescita della conoscenza

- Due teorie rivali T_1 e T_2 possono avere la **stessa efficacia esplicativa** rispetto ai fenomeni noti **in un dato momento storico** (sottodeterminazione delle teorie rispetto ai dati osservativi).
- Ma potrebbero **non essere più equivalenti** in **epoca successiva**, a causa dell'acquisizione di nuovi dati spiegati da T_2 ma **non** da T_1 .
- E' quindi ancora più evidente che la **validità** delle teorie scientifiche è **storicamente limitata**: **non verità perenni**, **ma mappe razionali** per la (attuale) comprensione della realtà.

T₁ falsificata - T₂ confermata
definitivamente - temporaneamente

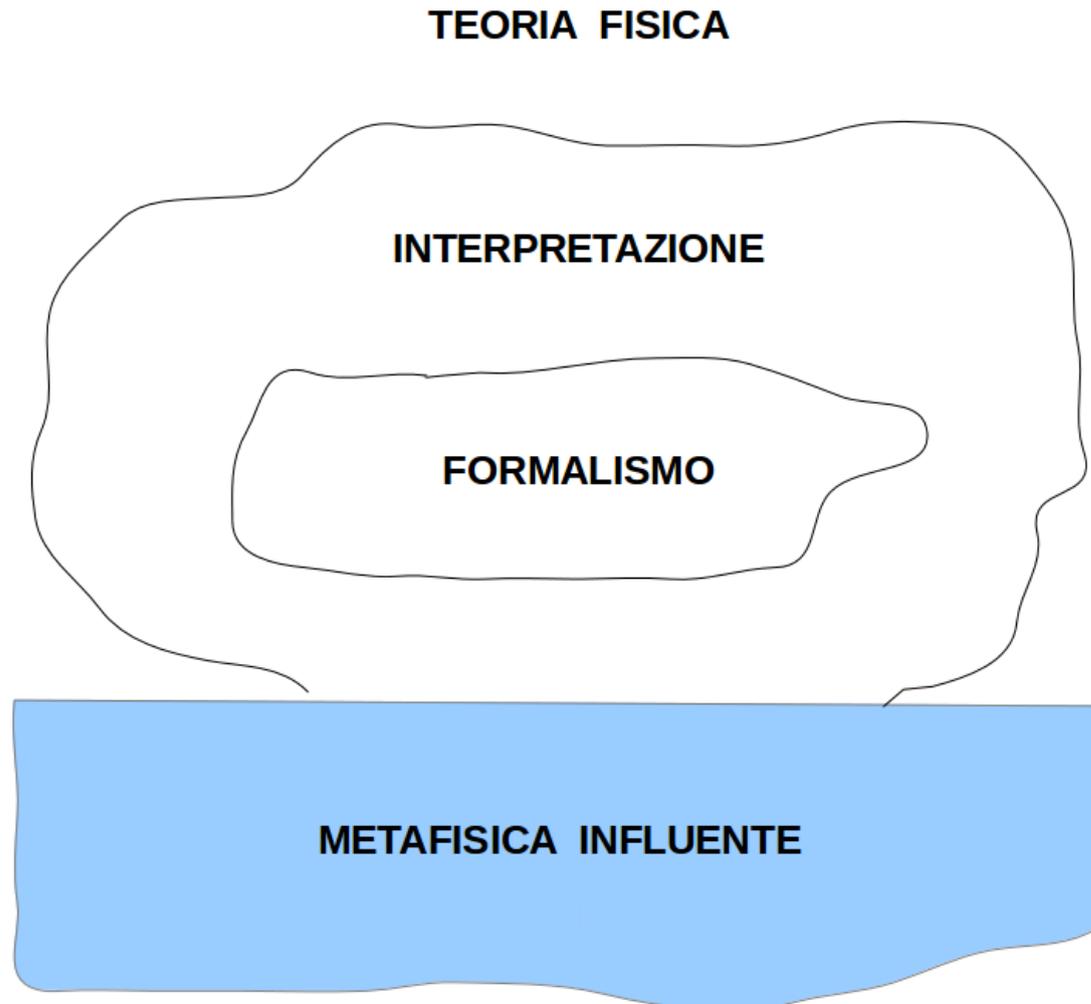


Formalismo e interpretazione

- La matematica (*formalismo*) **non** è un linguaggio autoevidente. I suoi simboli ($F = ma$) vanno dotati di un significato (*interpretati*), perché la teoria **abbia un senso fisico**. L'interpretazione del formalismo è quindi parte essenziale di ogni teoria formalizzata:

“La formulazione e comprensione di una teoria fisica necessita sia del **formalismo** matematico, sia dell'**interpretazione** epistemologica” (Max Jammer – *The philosophy of quantum mechanics*)

Struttura delle teorie fisiche

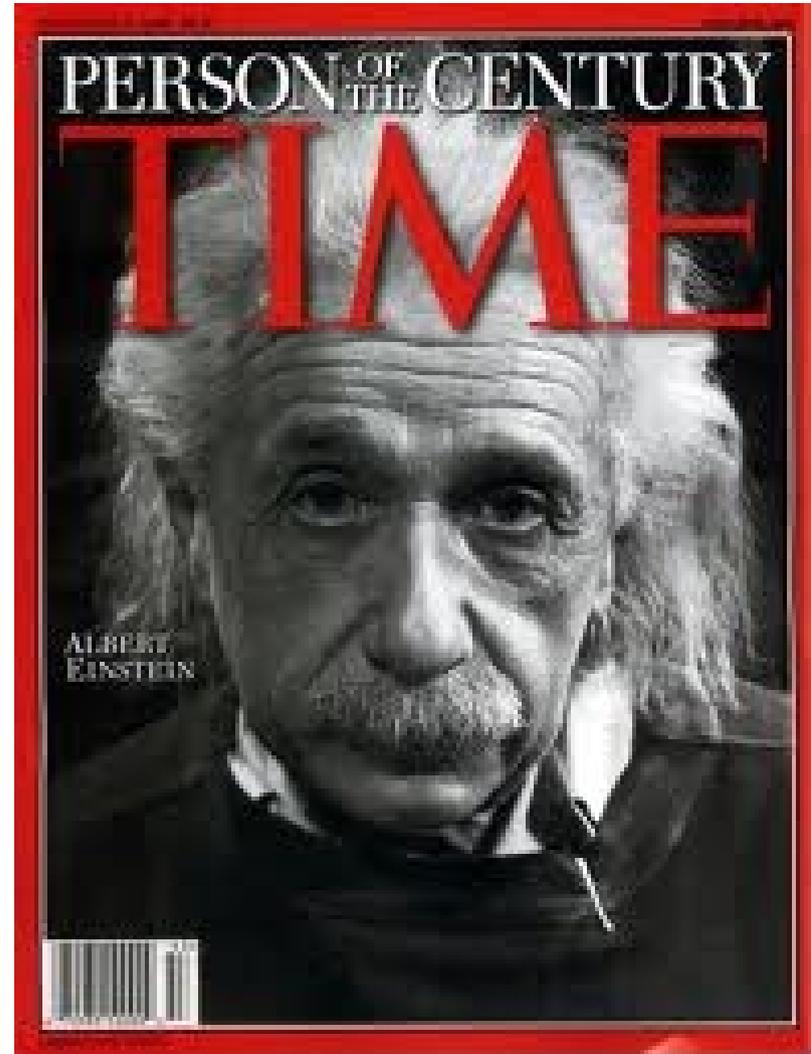
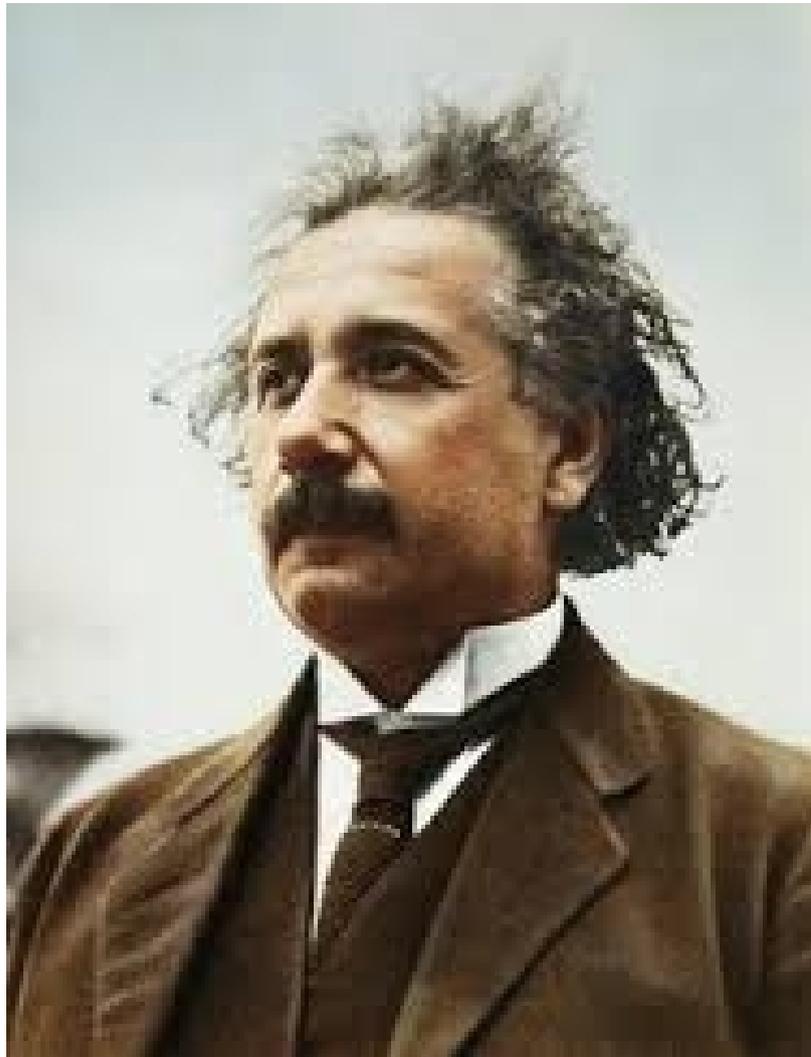


La metafora del vestito

- Il rapporto tra **Formalismo** e **Interpretazione** è un po' quello tra **noi e i nostri abiti**. Siamo a **stretto contatto**, e un il vestito migliore è quello fatto su misura per noi
- Ma noi non siamo il nostro abito (“**l'abito non fa il monaco**”), e cambiamo più spesso il vestito (“**è un altro paio di maniche**”) che non noi stessi
- Nemmeno noi siamo immutabili, ma il ritmo del nostro cambiamento si misura in lustri, la vita dei nostri abiti in stagioni...

Parte III

ALBERT EINSTEIN



La metafisica di Einstein

- **Realismo**

«La fede in un mondo esterno indipendente dall'individuo che lo esplora è alla base di ogni scienza della natura»

- **Armonia, eleganza, intelligibilità dell'universo**

«Il Signore è sottile, ma non perfido»
(«Subtle is the Lord, but malicious He is not»)

- **Semplicità matematica delle leggi fisiche**

«...la natura è la realizzazione di tutto ciò che si può immaginare di matematicamente semplice»

- **Valore assoluto della legge fisica**

«Dio non gioca a dadi con l'universo» (1926)

Il valore della Legge

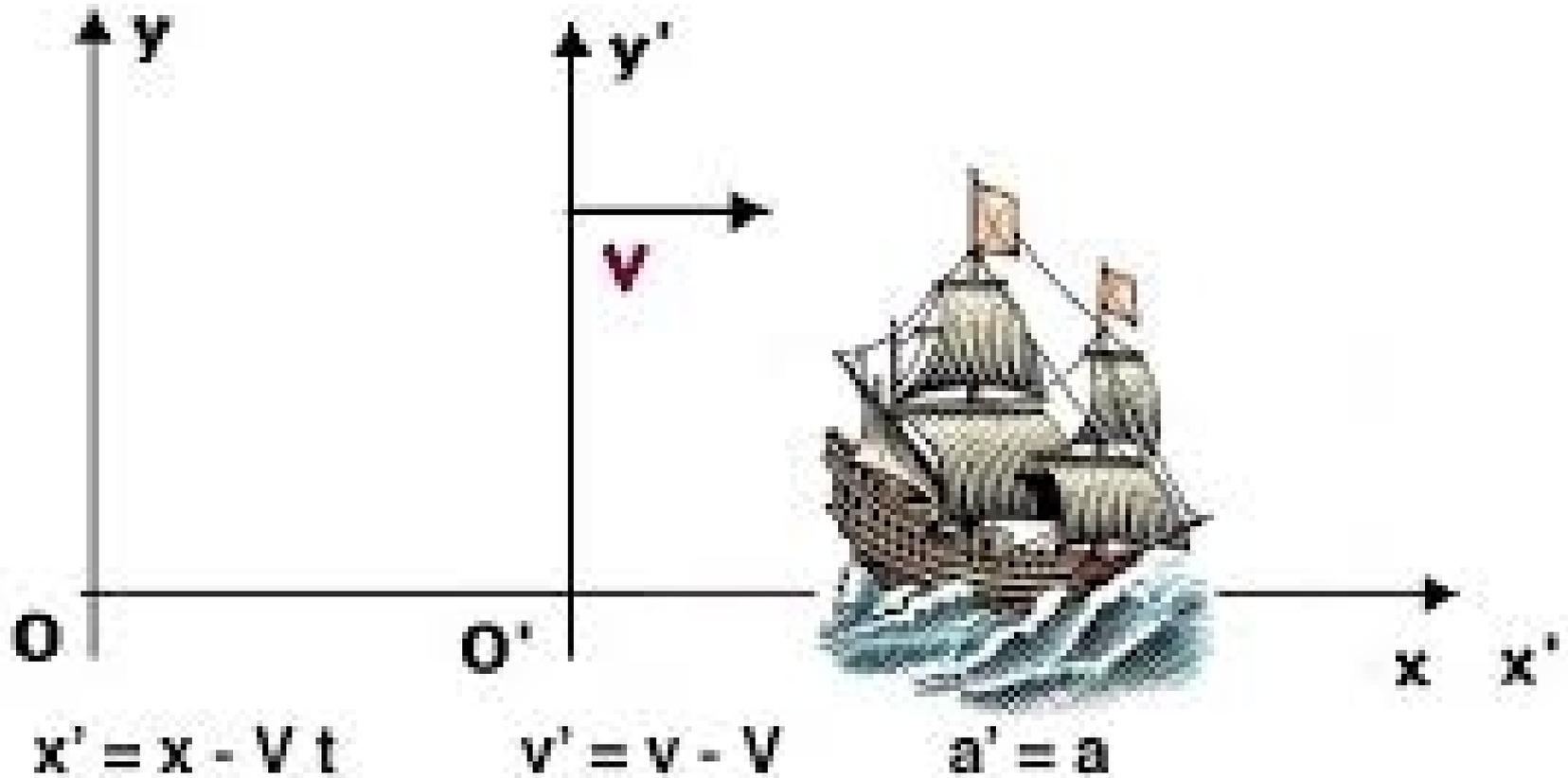
- Secondo alcuni storici della scienza, la centralità del concetto di **legge fisica** (prescrittiva e deterministica) gli deriverebbe dalla **cultura ebraica** (assolutezza della **legge divina**) della famiglia d'origine
- Le leggi della **Meccanica Quantistica** riguardano l'evoluzione **non** di grandezze fisiche, ma di **probabilità** associate ad **eventi fisici** (probabilismo intrinseco della Meccanica Quantistica)
- Proprio la convinzione che le **leggi della fisica** debbano esprimere delle **certezze**, porterà Einstein a criticare (dal **1927** in poi) le basi della Meccanica Quantistica: **«Dio non gioca a dadi»**

Evitare i doppioni

- A seguito della relatività speciale (1905) Einstein indagò il rapporto tra massa ed energia, fino ad allora ritenute due grandezze fisiche molto diverse
- Studiando l'emissione di radiazione da parte di un atomo, concluse che «La massa di qualunque corpo è la misura del suo contenuto d'energia»
- La natura **non** usa due concetti se ne basta uno solo (criteri di **semplicità** ed **eleganza**):

$$E_0 = m c^2$$

Trasformazioni di Galileo

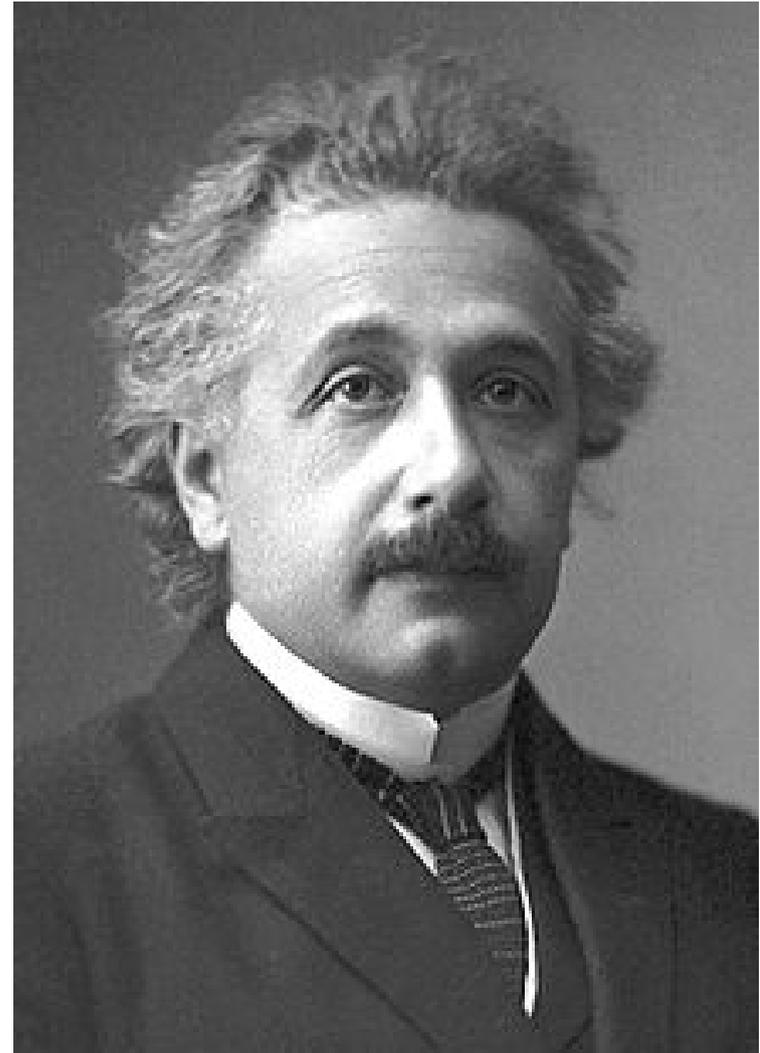
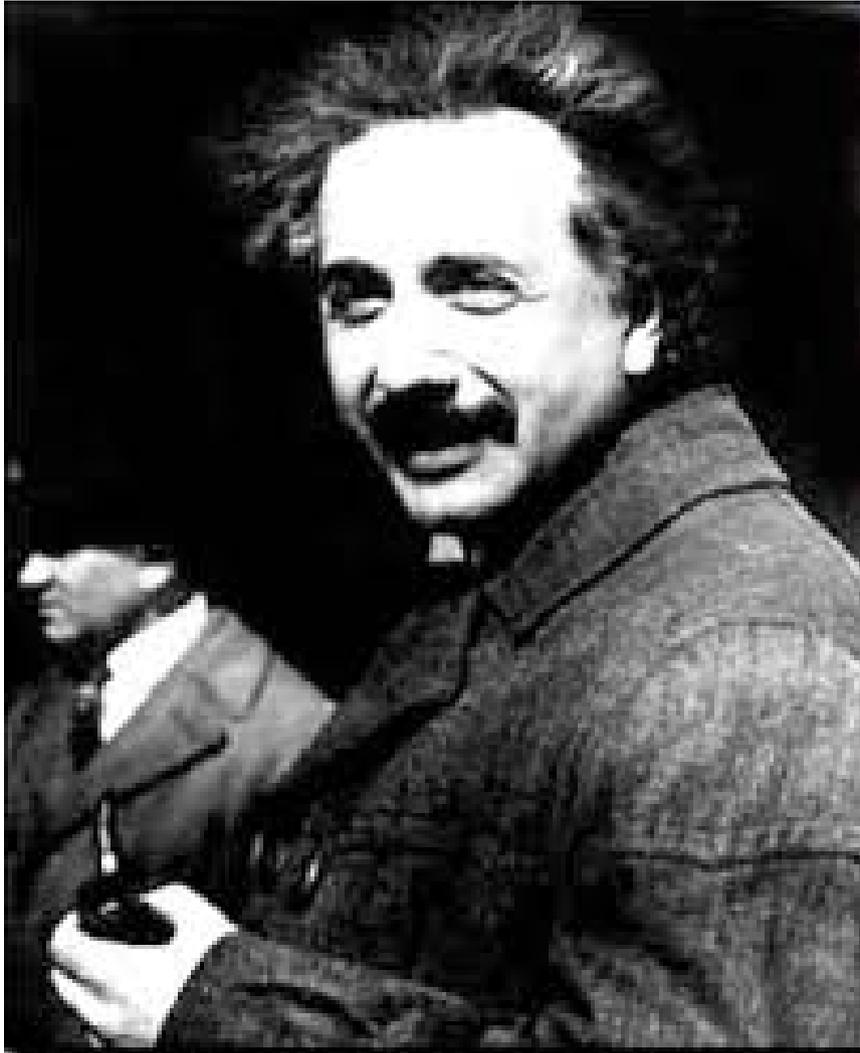


Einstein corregge Galileo

- Per **descrivere il moto** di un oggetto (**nave**) rispetto a due **sistemi di riferimento** (un **faro** e un **gabbiano** in volo con velocità costante), si usano in **Meccanica** delle leggi di trasformazione del moto, note come “**trasformazioni di Galileo**”
- Nel caso delle onde luminose, si devono invece usare nell'**Elettromagnetismo** delle leggi diverse dette “**trasformazioni di Lorentz**”
- **Einstein**: la natura **non** può distinguere un fenomeno meccanico da uno elettromagnetico (criteri di **semplicità ed armonia**)

- Deve valere un'unica legge di trasformazione. Ma quale ? Convinto della superiorità della teoria elettromagnetica, in forza della sua **semplicità** ed **eleganza matematica**, decide che le trasformazioni di Lorentz debbano essere **sempre valide**, in Meccanica ed Elettromagnetismo
- Einstein nel **1905** applica allora le **trasformazioni di Lorentz** anche ai corpi in movimento. E' "L'elettrodinamica dei corpi in movimento", che oggi tutti conosciamo sotto il nome di "**teoria della relatività ristretta**"
- Con un **enorme sforzo intellettuale** durato anni, e dopo numerosi **tentativi ed errori**, Einstein elabora nel **1915** la "**teoria della relatività generale**"₆₂

La fatica di pensare: Einstein 1914 - 1921



Un errore di Einstein

- Per Einstein, l'elettromagnetismo di Maxwell e la relatività generale erano teorie fondamentali. Il suo pregiudizio metafisico derivava dalla loro **bellezza e semplicità matematiche**
- Partendo da questo presupposto, passerà gli ultimi **20 anni della sua vita** nel vano tentativo di **unificare** le due teorie in una **teoria del campo unificato** (gravitazionale ed elettromagnetico)
- Oggi sappiamo invece che la **gravità** non è facilmente unificabile, in quanto **profondamente diversa dalle altre forze** (E.M. e nucleari)

CONCLUSIONI

Conclusioni – I

- Spero d'avervi convinto che la **Filosofia** gioca un **ruolo rilevante** – anche se misconosciuto – nell'evoluzione della **Scienza**
- **Fisica** e **Metafisica** formano un **binomio inseparabile**, ed è sempre opportuno capire quali siano le **premesse metafisiche di ogni teoria fisica**
- Al contrario, **Scienza** e **Religione** andrebbero tenute **accuratamente separate**, per il rispetto dovuto a ciascuna. Si tratta – per definizione – di **domini conoscitivi non comunicanti**

Teoria o esperimento ?

- Senza un modello teorico, un'osservazione o un esperimento non hanno alcun significato. Non esiste una “**scienza positiva**” che si accontenti di descrivere e di classificare gli oggetti in attesa che questa accumulazione di fatti (“**il mucchio di pietre**” di Poincaré) finisca per sfociare automaticamente in una sintesi teorica (“**la casa**”):

«Si può sicuramente esaminare un oggetto per anni senza mai trarne la minima osservazione d'interesse scientifico [...]. Nel procedimento

scientifico è sempre la teoria ad avere la prima parola. I dati sperimentali possono essere acquisiti, assumere significato, soltanto in funzione di questa teoria» (F. Jacob, *Il gioco dei possibili*)

- D'altra parte, senza osservazione, senza sperimentazione, la teoria serve a ben poco. Contrariamente a una convinzione diffusa, la scienza non è deduttiva, se non in rari casi fortunati: «Il fine ultimo della fisica è descrivere la natura e prevedere i fenomeni. Il che è impossibile partendo da teorie a priori. Fatti pochi passi, ci ritroveremmo in un vicolo cieco e ogni errore, aggiungendosi ai precedenti, ci allontanerebbe sempre più dalla strada giusta.» (E. Segré)

L'alternanza feconda

- «Il metodo usato da Faraday nelle sue ricerche consisteva in un costante ricorso all'esperimento come mezzo per verificare la correttezza delle sue idee, e in una costante elaborazione di idee sotto il diretto influsso dell'esperimento.»
(**J.C. Maxwell – *A treatise on electricity and magnetism* – (1881) p.162**)

Conclusioni – II

- Nell'impresa scientifica, contrariamente a quanto avviene in ambito religioso e suggerito dal titolo di questi lucidi (**che ho scelto apposta per avere una conclusione a sorpresa**), occorre

**VEDERE per CREDERE E
CREDERE per VEDERE !**

- Forse, come sosteneva **Richard Feynman (1966)**, «science is the belief in the ignorance of experts»

Un atomo nell'universo

[...]

Fuori dalla culla
sulla terra asciutta
eccolo in piedi:
atomi con la coscienza
materia con la curiosità.

Di fronte al mare
stupito dallo stupore: io
un universo di atomi
un atomo nell'universo.

Richard Feynman (1918 - 1988)

APPROFONDIMENTI

(materiale di studio online)

Karl Popper

Karl Popper - Wikipedia - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

SquirrelMail 1.4.8-21.el5 x Il telescopio per neutrini... x Sign In x ::{ Movie Planet Gro... x w Karl Popper - Wikip... x

https://it.wikipedia.org/wiki/Karl_Popper

Most Visited Scientific Linux CERN Distros Untitled Document Home

Accesso non effettuato discussioni contributi Registrati Entra

Voce **Discussione** Leggi **Modifica** Modifica wikitesto Cronologia Ricerca

WIKIPEDIA
L'enciclopedia libera

Pagina principale
Ultime modifiche
Una voce a caso
Vetrina
Aiuto

Comunità
Portale Comunità
Bar
Il Wikipediano
Fai una donazione
Contatti

Strumenti
Puntano qui
Modifiche correlate
Carica su Commons
Pagine speciali
Link permanente
Informazioni sulla pagina

Karl Popper

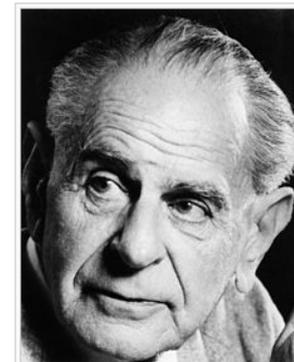
Da Wikipedia, l'enciclopedia libera.

« Ogni qualvolta una teoria ti sembra essere l'unica possibile, prendilo come un segno che non hai capito né la teoria né il problema che si intendeva risolvere. »
(Karl Popper, *Conoscenza oggettiva: un punto di vista evoluzionistico*.)

Sir **Karl Raimund Popper** (Vienna, 28 luglio 1902 – Londra, 17 settembre 1994) è stato un filosofo e epistemologo austriaco naturalizzato britannico. Popper è anche considerato un filosofo politico di statura considerevole, difensore della democrazia e dell'ideale di libertà e avversario di ogni forma di totalitarismo. Egli è noto per il rifiuto e la critica dell'induzione, la proposta della falsificabilità come criterio di demarcazione tra scienza e non scienza, la difesa della "società aperta".

Indice [nascondi]

- 1 Biografia
 - 1.1 Amicizia e collaborazione con von Hayek
 - 1.2 Ultimi anni
- 2 Pensiero
 - 2.1 Scienza: problemi, congetture, confutazioni
 - 2.1.1 Il razionalismo critico e la contraddizione
 - 2.1.2 Osservazione e teoria
 - 2.1.3 Verità e certezza



Karl Raimund Popper

Thomas Kuhn

(versione inglese)

The image shows a screenshot of a web browser displaying the English Wikipedia page for Thomas Kuhn. The browser's address bar shows the URL https://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Kuhn. The page features the Wikipedia logo on the left, a navigation menu with links like 'Main page', 'Contents', and 'Random article', and a search bar at the top right. The main content area includes the title 'Thomas Kuhn', a sub-header 'From Wikipedia, the free encyclopedia', and a paragraph of text. A portrait of Thomas S. Kuhn is shown on the right side of the page.

File Edit View History Bookmarks Tools Help

SquirrelMail 1.4.8-21.el5 x Il telescopio per neutrini... x Sign In x ::{ Movie Planet Gro... x w Thomas Kuhn - Wikip... x

← → https://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Kuhn 🔍 feyerabend wikipedia ☆ 📄 ↓ 🏠 ☰

Most Visited Scientific Linux CERN Distros Untitled Document Home

Not logged in Talk Contributions Create account Log in

Article Talk Read Edit View history Search

Thomas Kuhn

From Wikipedia, the free encyclopedia

For the yo-yo designer, see [Tom Kuhn](#).

Thomas Samuel Kuhn (/ˈkuːn/; July 18, 1922 – June 17, 1996) was an American [physicist](#), [historian](#), and [philosopher of science](#) whose controversial 1962 book *The Structure of Scientific Revolutions* was influential in both academic and popular circles, introducing the term "[paradigm shift](#)", which has since become an English-language idiom.

Kuhn made several notable claims concerning the progress of [scientific knowledge](#): that scientific fields undergo periodic "[paradigm shifts](#)" rather than solely progressing in a linear and continuous way, and that these paradigm shifts open up new approaches to understanding what [scientists](#) would never have considered valid before; and that the notion of scientific truth, at any given moment, cannot be established solely by objective criteria but is defined by a consensus of a [scientific community](#). Competing paradigms are frequently [incommensurable](#); that is, they are competing and irreconcilable accounts of reality. Thus, our comprehension of science can never rely wholly upon "objectivity" alone. Science must account for subjective perspectives as well, since all objective conclusions are ultimately founded upon the subjective conditioning/worldview of its researchers and participants.

Contents [hide]

- Life
- The Structure of Scientific Revolutions*

Thomas S. Kuhn

Born July 18, 1922
Cincinnati, Ohio

Imre Lakatos

The screenshot shows the Wikipedia page for Imre Lakatos in Italian. The browser window title is "Imre Lakatos - Wikipedia - Mozilla Firefox". The address bar shows the URL "https://it.wikipedia.org/wiki/Imre_Lakatos". The page content includes the Wikipedia logo and the text "WIKIPEDIA L'enciclopedia libera". The main heading is "Imre Lakatos". Below the heading, it states "Da Wikipedia, l'enciclopedia libera." and provides a brief biography: "Imre Lakatos - vero nome Imre Lipsitz^[1] - (Debrecen, 9 novembre 1922 - Londra, 2 febbraio 1974) è stato un filosofo della scienza e della matematica di origine ebraica ungherese." A table of contents is visible, listing sections such as "Formazione", "I programmi di ricerca", "Note", "Opere in traduzione italiana", "Bibliografia", and "Altri progetti". A portrait of Imre Lakatos is shown on the right side of the page, with the caption "Imre Lakatos nel 1960". The browser's taskbar at the bottom shows several open windows and the system tray with the date "Sun Dec 27, 11:23" and temperature "1 °C".

Paul Feyerabend

File Edit View History Bookmarks Tools Help

SquirrelMail 1.4.8-21.el5 x Il telescopio per neutrini... x Sign In x ::{ Movie Planet Gro... x W Paul Feyerabend - Wi... x

https://it.wikipedia.org/wiki/Paul_Feyerabend feyerabend wikipedia

Most Visited Scientific Linux CERN Distros Untitled Document Home

Accesso non effettuato discussioni contributi Registrati Entra

Voce [Discussione](#) Leggi [Modifica](#) [Modifica wikitest](#) [Cronologia](#) Ricerca

Paul Feyerabend

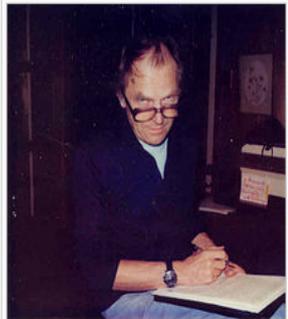
Da Wikipedia, l'enciclopedia libera.

Paul Karl Feyerabend (Vienna, 13 gennaio 1924 - Genolier, 11 febbraio 1994) è stato un filosofo e sociologo austriaco. Filosofo della scienza, nacque in Austria ed in seguito visse in Inghilterra, USA, Nuova Zelanda, Italia ed infine in Svizzera.

Tra le sue opere principali ci sono *Contro il metodo* del 1975, *La scienza in una società libera* (del 1978), *Addio alla ragione* (una collezione di saggi del 1987) e, pubblicato postumo nel 2002, *Conquista dell'abbondanza*. Feyerabend diventò famoso per la sua visione anarchica della scienza e il suo negare l'esistenza di regole metodologiche universali. La sua opera ha avuto una notevole importanza nella storia della filosofia della scienza e della sociologia della conoscenza scientifica.

Indice [nascondi]

- Biografia
- Opere sulla natura del metodo scientifico
 - Critica alla *condizione di coerenza*
 - Critica al *falsificazionismo* popperiano
- Opere riguardanti il ruolo della scienza nella società
- Altre opere
- Critiche
- Note



Paul Karl Feyerabend

[Pagina principale](#)
[Ultime modifiche](#)
[Una voce a caso](#)
[Vetrina](#)
[Aiuto](#)

Comunità
[Portale Comunità](#)
[Bar](#)
[Il Wikipediano](#)
[Fai una donazione](#)
[Contatti](#)

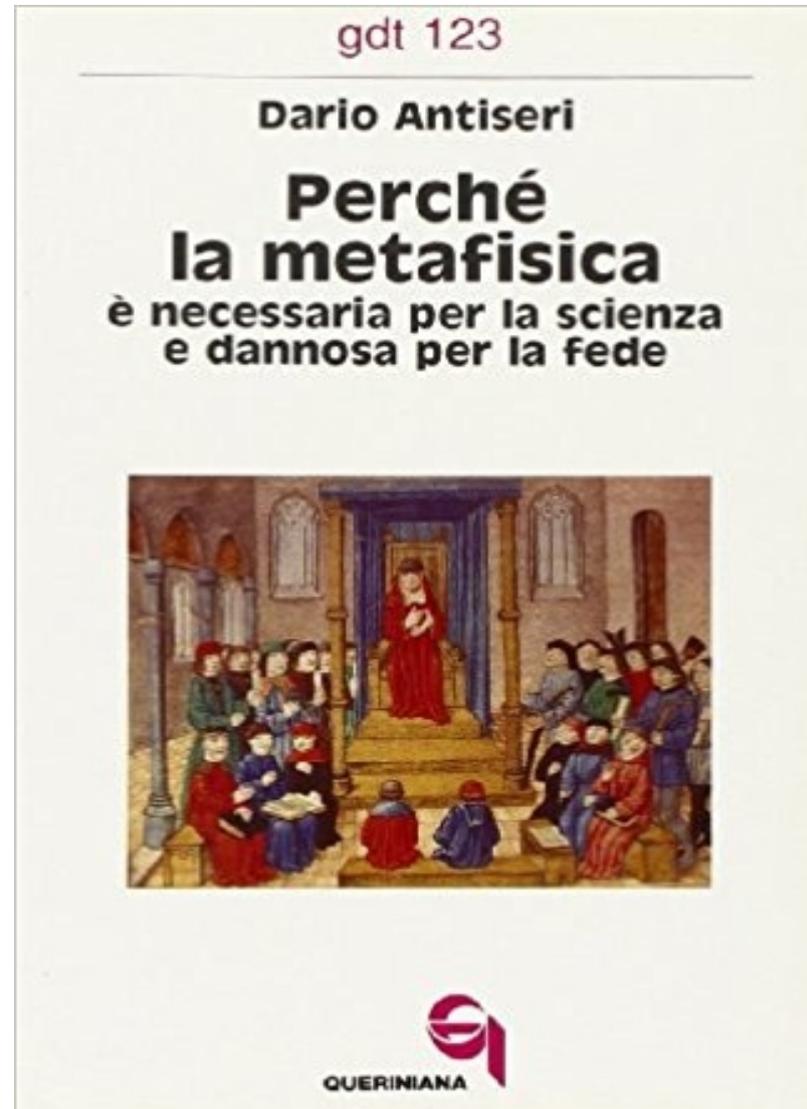
Strumenti
[Puntano qui](#)
[Modifiche correlate](#)
[Carica su Commons](#)
[Pagine speciali](#)
[Link permanente](#)
[Informazioni sulla pagina](#)

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

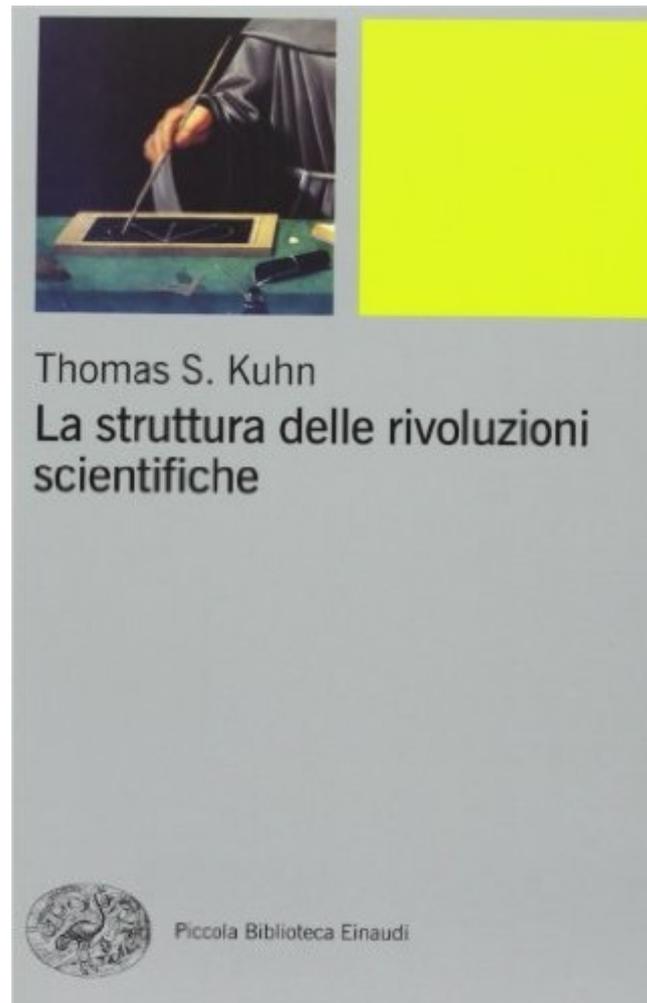
D. Armstrong – Che cos'è la metafisica



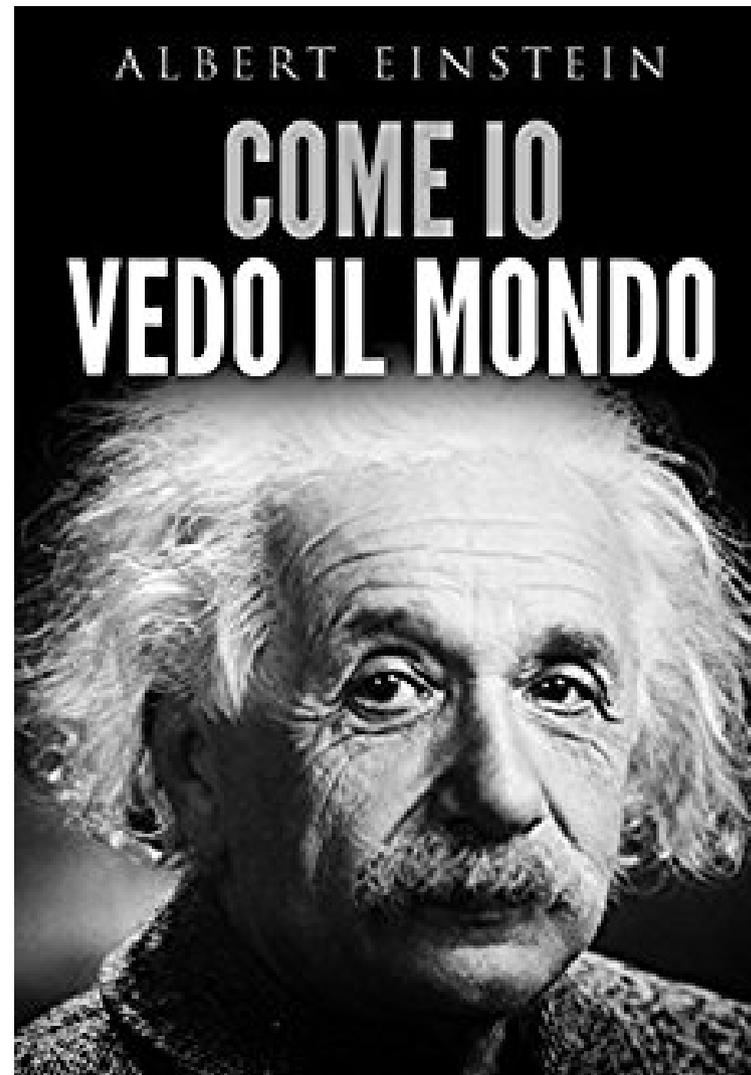
D. Antiseri – Perché la metafisica



T. Kuhn – La struttura delle rivoluzioni scientifiche

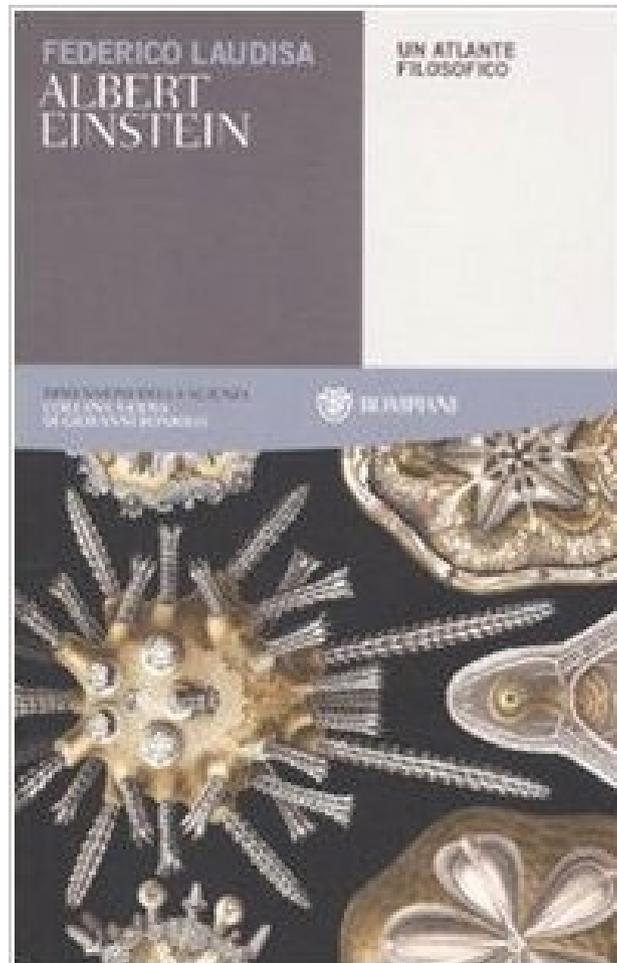


A. Einstein – Come io vedo il mondo

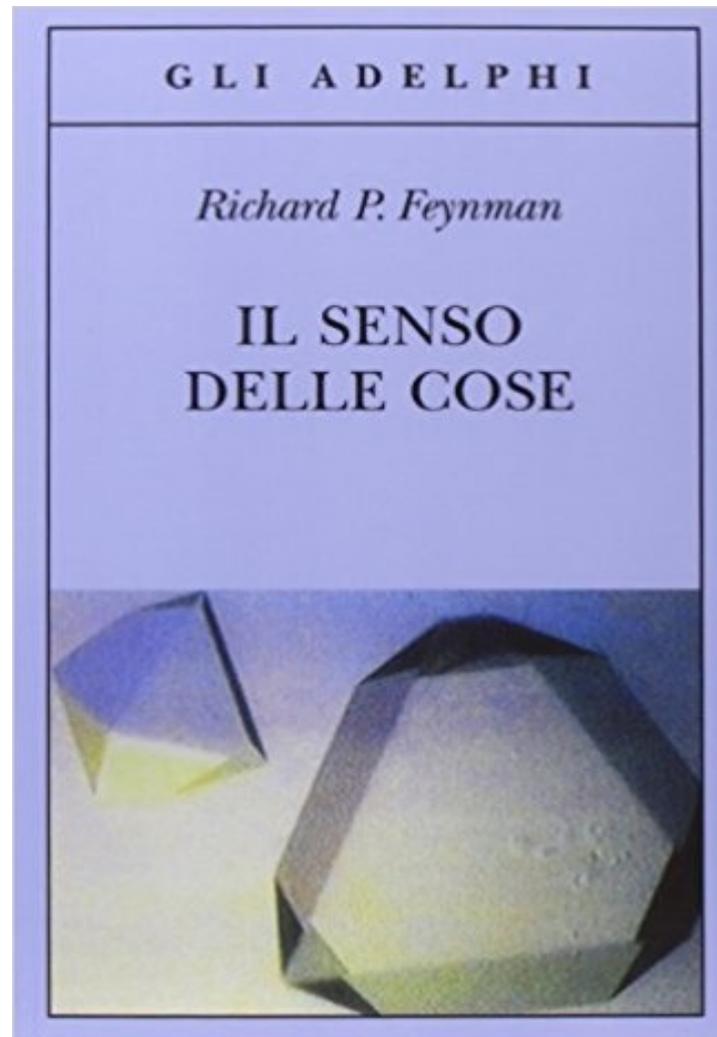


F. Laudisa - Albert Einstein

Un atlante filosofico



R. Feynman – Il senso delle cose



M. Kumar - Quantum

