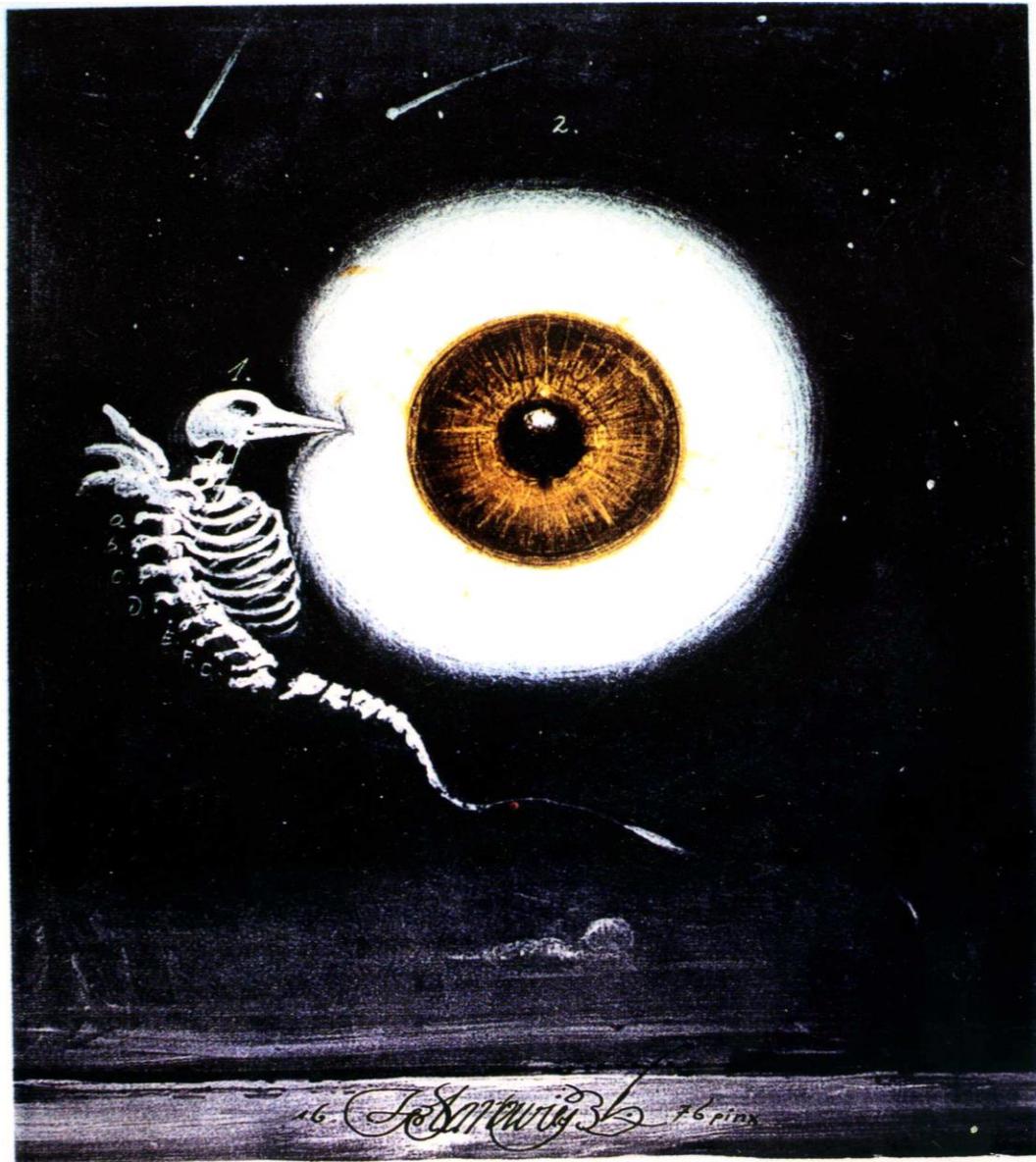


**Metafore nella scienza  
e nella  
comunicazione della scienza**

**Alessandro Pascolini  
dicembre 2024**

aspetti metaforici e non  
esplicitabili del linguaggio  
sono alla base

- della dinamica dei  
cambiamenti concettuali  
nella scienza
- della disseminazione del  
significato delle  
acquisizioni scientifiche



urząd województwa w Lublinie  
wydział Kultury i sztuki  
muzeum okręgowo  
w Lublinie

*Metaphora* 76

ogólnopolska  
wystawa  
malarstwa

Sierpień 1976. oddział historyczny w bramie Krakowskiej

# **argomenti**

## **metafore linguistiche**

**metafore e iconografia**

**metafore e letteratura**

## **metafore scientifiche**

**da metafore a termini tecnici**

**metafore nella storia della scienza**

**dalle metafore alle analogie**

**dalle analogie ai modelli**

**metafore felici e infelici**

**metafore della strategia di comunicazione scientifica**

**metafore nella comunicazione scientifica**

# metafora

**Figura retorica che risulta da un processo psichico e linguistico attraverso cui, dopo aver mentalmente associato due realtà differenti sulla base di un particolare sentito come corrispondente, si sostituisce la denominazione dell'una con quella dell'altra.**

**È un procedimento di trasposizione simbolica di immagini; la metafora è l'unione di simile e dissimile in modo che l'uno non possa mai diventare l'altro**

**I due termini possono avere minimi elementi simili;  
la metafora produce una tensione concettuale che  
rende la proposizione metaforica logicamente assurda  
se interpretata alla lettera**

▷ ***ondeggiare delle spighe:***

**ondeggiare sta a mare come**

**movimento delle spighe sta a campo di grano**

▷ ***il tempo divorora ogni cosa (Ovidio)***

▷ ***la povertà è sorella del mendicante (Aristofane)***

▷ ***tremolar de la marina (Dante Pg i,170)***

**nonostante l'apparente assurdità, le metafore sono  
intelligibili e spesso anche profonde**



**La metafora si esprime nel linguaggio  
ma non si riduce a un fenomeno intra-linguistico:  
*la metafora sorge dall'intuizione di un'analogia fra cose  
dissimili, e pertanto si fonda sulle cose e non sul  
linguaggio***

**Aristotele, *Retorica iii*, IV sec aC**

**la metafora funziona da moltiplicatore di significato:  
è più efficace dire che la sera è *la vecchiaia del giorno*  
piuttosto che *l'ultima parte del giorno***

# **Il linguaggio comune è permeato di metafore che ne formano un nucleo essenziale**

**Non esiste una precisa demarcazione fra forme linguistiche puramente letterali e metaforiche. Il linguaggio evolve in modo dinamico con continui slittamenti di significato fra il piano letterale e quello metaforico, in continua interazione fra di loro.**

**Un'espressione metaforica può diventare letterale (metafora "spenta") e viceversa**

- ▶ **l'espressione letterale in Omero *esalò l'ultimo respiro* è divenuta una metafora per *morì***
- ▶ ***testa* metafora da "vaso di terracotta" è divenuta il termine corrente per la parte anatomica**

**La corrispondenza e interazione fra il linguaggio comune e quello metaforico porta alla modifica di entrambi:**

**una metafora ci fa vedere in modo diverso il termine originario e i significati di termini che originariamente erano intesi alla lettera slittano in senso metaforico**

***l'uomo è un lupo* rende l'uomo più crudele ma anche il lupo più umano**

# **catacresi**

**metafora che si sviluppa come termine proprio di una realtà altrimenti non denominata**

***gamba del tavolo, collo della bottiglia, bere un bicchiere, ai piedi di un albero, calzare un guanto, lingue di fuoco, letto del fiume, domare le fiamme, tramonto sul mare, denti della sega...***

***ella spesso fiate providamente sovviene alla mendicizia della lingua e, ove manchi il vocabolo proprio, supplisce necessariamente il translato.***

**Emanuele Tesauro**

# catacresi e termini tecnici

i termini tecnici correnti sono in gran parte catacresi  
*vite, cane, testa e coda* (della distillazione),  
*testa dell'omero, mughetto, rete, topo articolare, spina dorsale, coda di stampa, portale ...*

calchi semantici e morfologici spesso trasferiscono metafore dalle lingue di partenza, ma in tempi recenti prevale l'uso del termine straniero, che così perde il valore metaforico: *mouse, world wide web, worm, software, file, software, hardware, trojan ...*

# **inesorabile forza delle metafore**

**Le metafore sono utili scorciatoie per aiutarci a comprendere concetti complessi, nonché potenti immagini del mondo e di come potrebbe o dovrebbe essere il futuro.**

**Sebbene le metafore siano utili per evidenziare alcune caratteristiche del loro argomento, possono essere così potenti da rendere difficile immaginare o discutere l'argomento in altri termini, più corretti.**

**Nella comunicazione dell'epidemia di COVID-19 si è ricorso continuamente alla metafora della guerra in tutto il mondo, da parte di giornalisti, "esperti" e tuttologi, dai responsabili della salute pubblica e dai politici, fino alla regina d'Inghilterra; il presidente americano Trump ha preso la metafora alla lettera, invocando i poteri costituzionali di guerra, il *Defense Production Act***



**La metafora epidemia–guerra può portare a derubricare una guerra a un’epidemia, far pensare che in fondo un conflitto armato è “naturale” e che il suo impatto possa comportare in termini di vittime, sofferenza e conseguenze economiche qualcosa appunto analogo agli effetti della pandemia di Covid**



## **ruoli competitivi delle metafore:**

- **mezzi per trasferire significato attraverso discontinuità**
- **strumento attivo di metamorfosi, di ristrutturazione di una percezione dell'immagine del mondo.**

## **funzioni sociali della metafora:**

- **fornisce un tocco di immaginazione, che si traduce in una sensazione di piacere nel ricevente**
- **crea una certa sensazione di intimità tra le parti della comunicazione (emettitore–ricevitore)**
- **costruisce conoscenza, poiché crea/cambia i rapporti tra i concetti nuovi e quelli già noti.**

# **esiste uno stretto legame fra metafore e iconografia**

**La densità semantica delle metafore è un esercizio di visualizzazione che si affida alle parole**

▷ **Platone: *parlare per immagini***

- **sono parte della semantica delle arti figurative e della comunicazione iconica**
- **abbondano nelle culture aniconiche: se le immagini sono proibite, si ricorre a “immagini” puramente linguistiche in un lussureggiare di metafore sempre più ardite, come nei testi rabbinici e ismailiti medievali**



# **allegoria e metafora**

**L'allegoria è una figura retorica per cui qualcosa di astratto viene espresso attraverso un'immagine concreta: come la metafora, sostituisce un oggetto a un altro ma non si basa sul piano semantico bensì richiede un'interpretazione razionale di ciò che sottintende.**

**Essa opera su un piano superiore rispetto al visibile e al primo significato: spesso l'allegoria si appoggia a convenzioni di livello filosofico o metafisico.**



**Tiziano, *concerto campestre*, 1509-10**



**Titiano, *amor sacro e amor profano*, 1515**

# comprensibilità

Quando si introduce un'espressione metaforica nuova si assume comunque che la metafora sia *comprensibile*.

Una metafora diventa un *nonsense* quando non comunica niente, ma una vera metafora può comunicare qualcosa di diverso da ciò per cui è stata costruita, e può quindi essere *fraintesa*.

Sostenere che le metafore devono essere comprensibili implica l'abbandono di tutte le interpretazioni che concepiscono la metafora come un uso linguistico di tipo non cognitivo, soggettivo, emotivo o stilistico.

*Parlavo della mia presunta missione velandola di misteriose metafore, tanto più suggestive per l'uditorio, quanto meno comprese*

E.T.A. Hoffmann, *Gli elisir del diavolo*, 1815

**le metafore vanno comprese:**

**CALLIMACO** Io ho paura che costei non sia la notte mal coperta, e per questo fa l'orina cruda

**NICIA** Ella tien pure a dosso un buon coltrone; ma la sta quattro ore ad infilzar paternostri, innanzi che la se ne venghi a letto

**Machiavelli,**

***Mandragola, II 6***



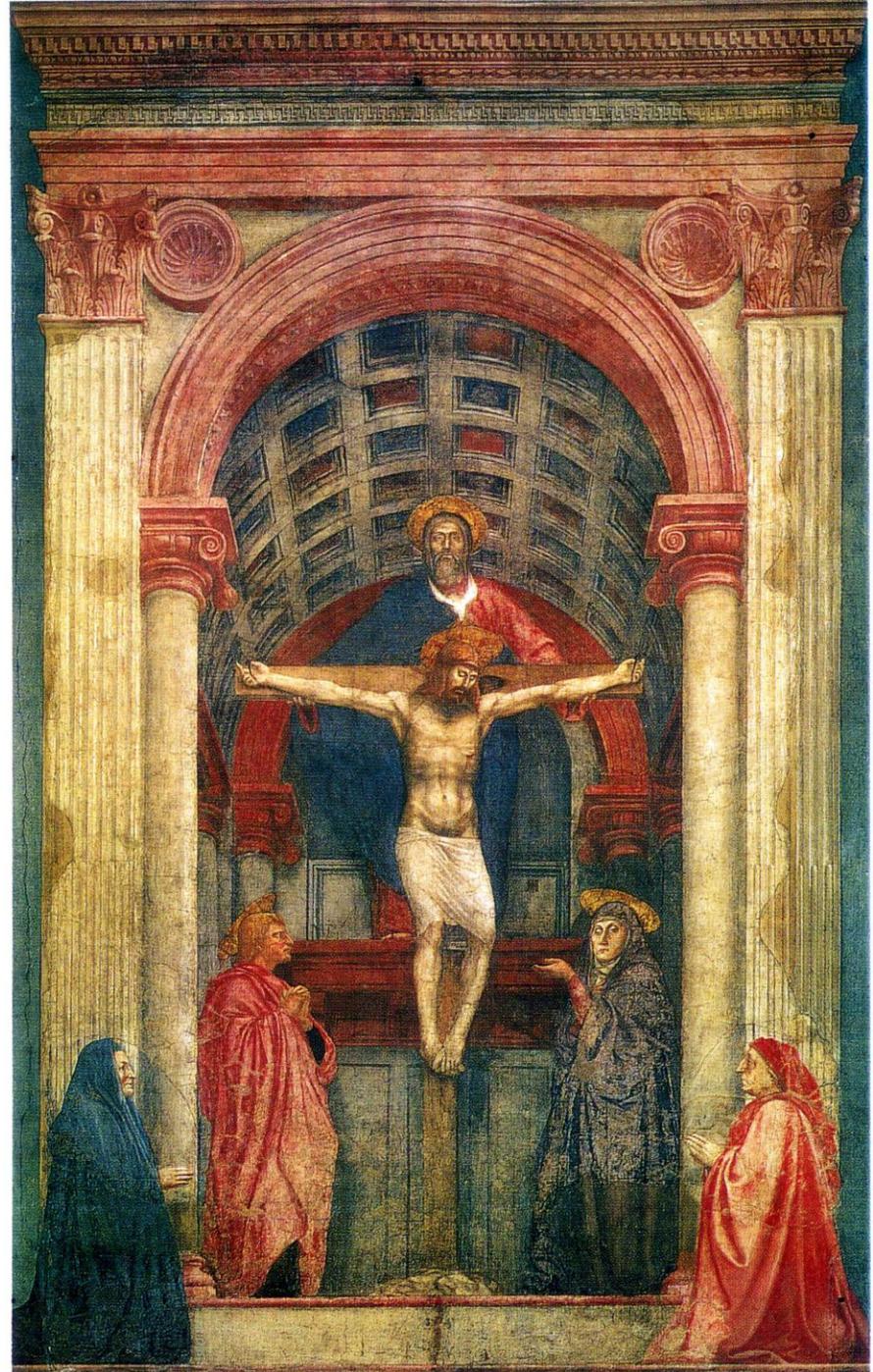
**le metafore hanno valenza diversa in differenti contesti culturali:  
coinvolgono l'immaginario, l'insieme dei significati associati in un ambito culturale al termine metaforico.**

- ▷ **Nel mondo anglosassone un “pig” è tipicamente “dirty, sloppy, willing to eat anything that’s placed before it” per cui “Sam is a pig” passa l’idea che Sam sia sporco, sciatto e ingordo**
- ▷ **In Italia a “maiale” [e in Francia a “cochon”] si associa certamente “sporco” [“sale”], ma soprattutto “sporcaccione” [“salaud”] piuttosto che “ingordo” [“glouton”]**

**Andrei Rublev,  
1410**



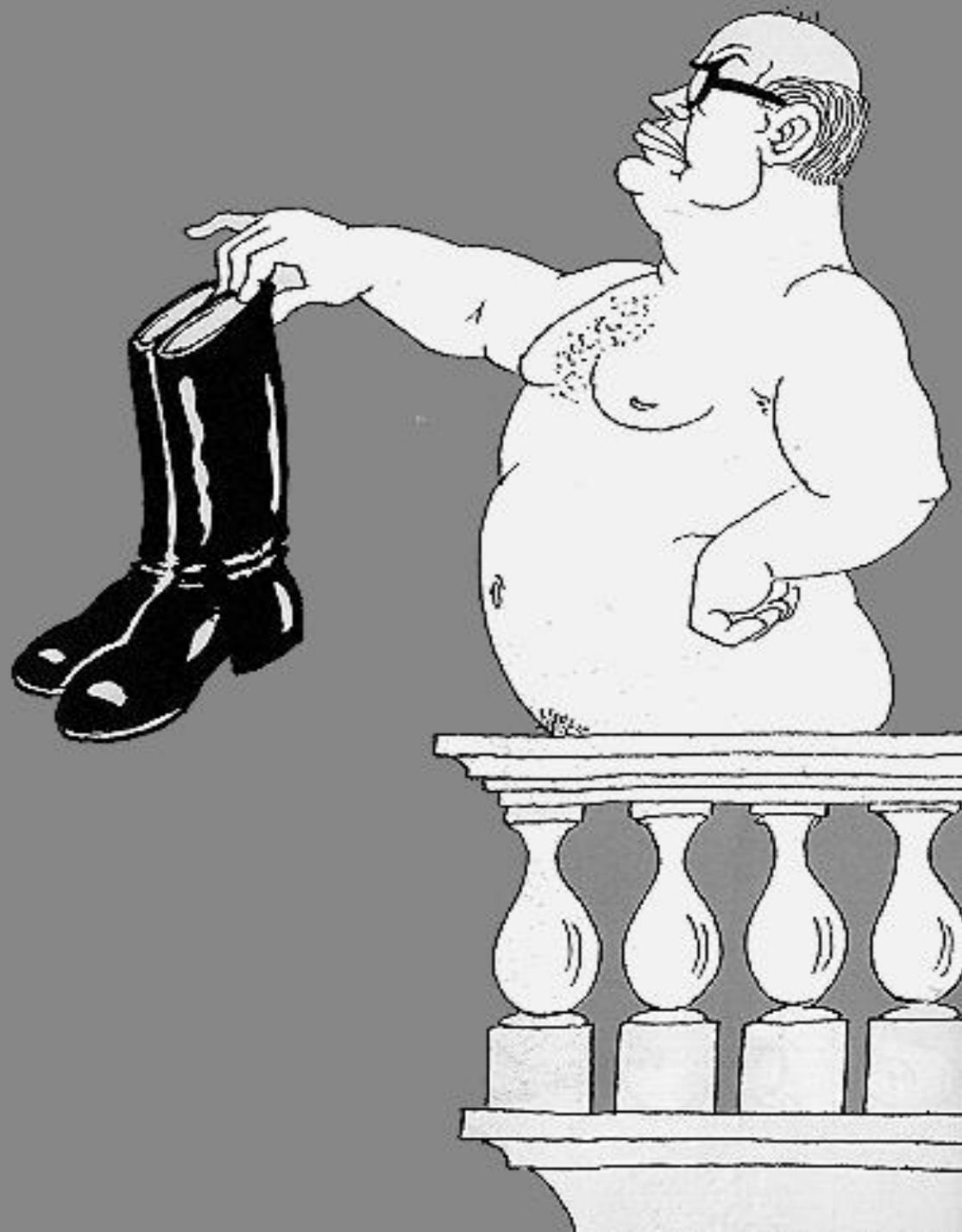
**Tommaso di Ser  
Giovanni di Simone, 1427**



**Forattini (anni '80)**



**bettino craxi**



# metafora e letteratura

**Per le metafore artistiche conta la ricchezza: quanto sono evocative, che varietà di pensiero e sensazioni evocano**

*La metafora è il più ingegnoso e acuto,  
il più pellegrino e mirabile, il più gioviale e giovevole,  
il più facondo e fecondo parto dell'umano intelletto.*

**Emanuele Tesauro**

*Canocchiale aristotelico, 1670*

*o parlare da cuore, secondo che ti detta la natura, o  
parlare con arte*

**Niccolò Macchiavelli, *Andria* IV,4, 1517**

# metafore letterarie

**È proprio di una buona metafora poetica far sì che le immagini introdotte siano sorprendenti e inaspettate, se non addirittura sconcertanti; tali metafore devono essere accettate e gustate al momento, e non analizzate in pedante dettaglio né estese a situazioni completamente nuove; possono inoltre essere subito seguite da altre metafore, che pur riferendosi allo stesso argomento, sono formalmente contraddittorie, e in questo caso le contraddizioni sono parte essenziale della costruzione metaforica che ha, appunto, anche lo scopo di stupire.**

**Ogni tentativo di separare queste contraddizioni letterali dal complesso delle interazioni distrugge la metafora, in particolare se concepita in senso interattivo.**

# le metafore abbondano nella poesia epica

## metafore odissea

|                     |         |          |
|---------------------|---------|----------|
| midollo dei forti   | farina  | II 290   |
| dono di biade       | terra   | III 3    |
| figlia di luce      | aurora  | III 403  |
| ampie strade        | terra   | III 453  |
| pastore di schiere  | re      | IV 24    |
| flutti infiniti     | mare    | IV 354   |
| piedi natanti       | foche   | IV 404   |
| chitoni di bronzo   | capi    | IV 496   |
| cavalli del mare    | navi    | IV 698   |
| bel trono           | aurora  | VI 48    |
| dita rosate         | aurora  | VIII 1   |
| candida zanna       | maiale  | VIII 60  |
| zampe storte        | bue     | VIII 60  |
| nutrice di molti    | terra   | VIII 378 |
| solidi banchi       | nave    | VIII 500 |
| riccioli belli      | aurora  | IX 76    |
| acqua bella         | fonte   | x 108    |
| alte corna          | cervo   | X 158    |
| zampe gagliarde     | lupi    | X 218    |
| gorghi profondi     | oceano  | X 511    |
| corrente profonda   | oceano  | XI 13    |
| nata di luce        | aurora  | XII 3    |
| profumo di mieli    | cera    | XII 48   |
| trono d'oro         | aurora  | XII 142  |
| unghia solida       | cavallo | XV 46    |
| dolcezza di miele   | vino    | XIII 151 |
| midollodegli uomini | farina  | XX 108   |

nelle letterature  
norrene medievali  
le metafore  
(*kenningar*),  
comunicate dalle  
norme, sono la  
base della  
comunicazione  
letteraria degli  
scaldi

## Snorri Sturluson, Edda Prosastica

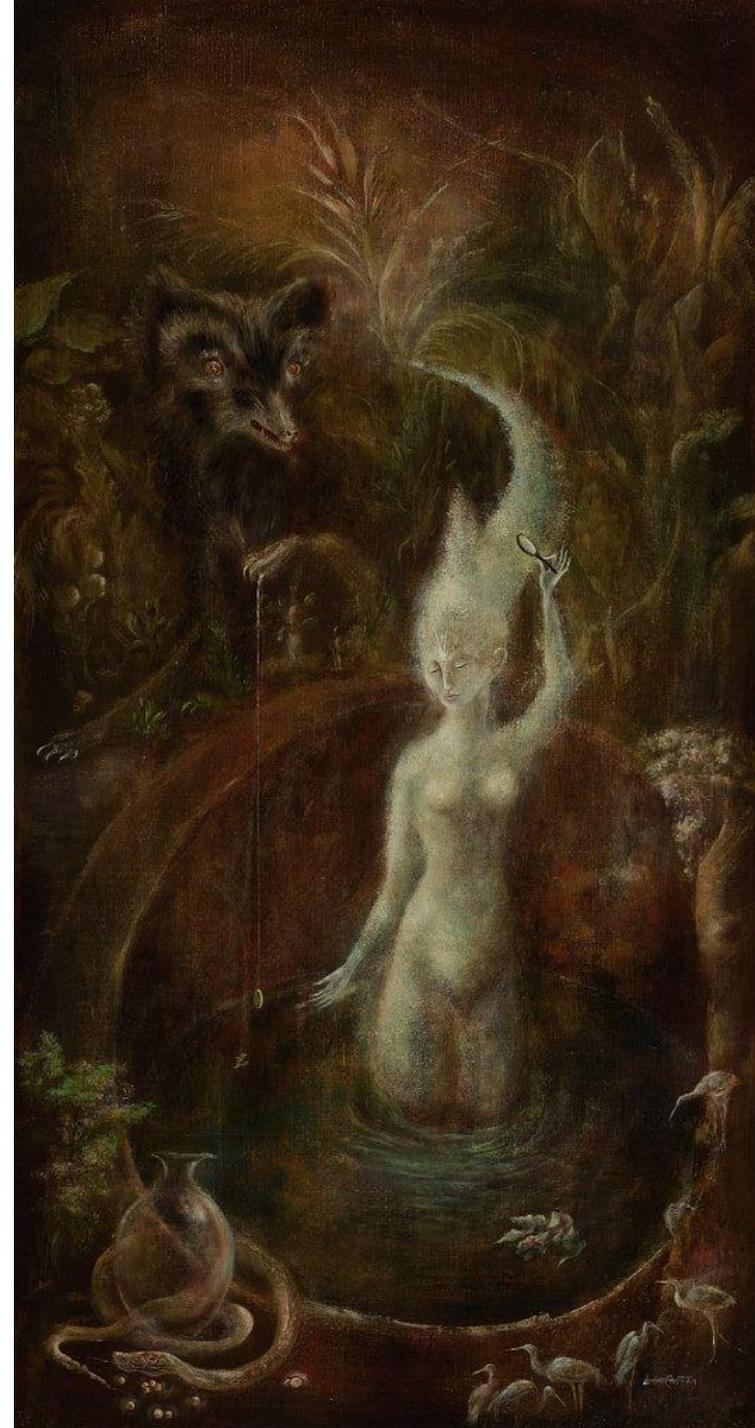
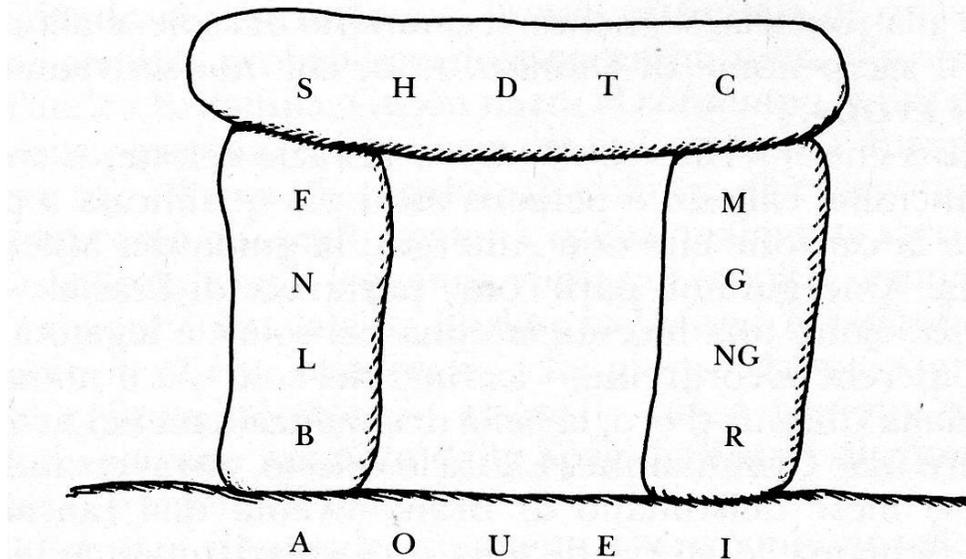
|                       |              |
|-----------------------|--------------|
| casa degli uccelli    | l'aria       |
| frecce del mare       | le aringhe   |
| maiale delle onde     | la balena    |
| albero da sedere      | la panca     |
| assemblea delle spade | la battaglia |
| canzone delle lance   | la battaglia |
| forza dell'arco       | il braccio   |
| cigno insaguinato     | l'avvoltoio  |
| sostegno dell'elmo    | la testa     |
| onda del corno        | la birra     |
| cammino della luna    | il cielo     |
| mela del petto        | il cuore     |
| rupi delle parole     | i denti      |
| lupo delle ferite     | la spada     |
| ocche della battaglia | le frecce    |
| sole delle case       | il fuoco     |
| albero dell' elmo     | il guerriero |
| rugiada della pena    | le lacrime   |
| spada della bocca     | la lingua    |
| tetto della balena    | il mare      |
| riposo delle lance    | la pace      |
| fuoco dell'ap aria    | il sole      |
| mare degli animali    | la terra     |
| fratello del fuoco    | il vento     |

# metafore per evitare tabù come nei canti druidici gallesi

*Câd goddeu* [la battaglia degli alberi]  
nel *Romanzo di Taliesin*

alberi: metafora

- ▷ dei 13 mesi (lunari) dell'anno
- ▷ delle 13 consonanti dell'alfabeto



# metafore per ignoranza

*vere beata et mirabilis  
apis, cuius nec sexum  
masculi violant, foetus  
non quassant, nec filii  
destruunt castitatem;*

**le api  
nell'exultet**



***sicut sancta concepit  
virgo Maria, virgo  
peperit et virgo  
permansit.***

**exultet pisano**



SCRIPTORIUM BENEVENTANO  
BENEVENTAN SCRIPTORIUM

Rotolo dell'Exultet (Exultet 2)  
Exultet roll (Exultet 2)

Seconda metà dell'XI secolo  
Second half of 11th century

Pergamena riciclata / Recycled parchment

**metafora**

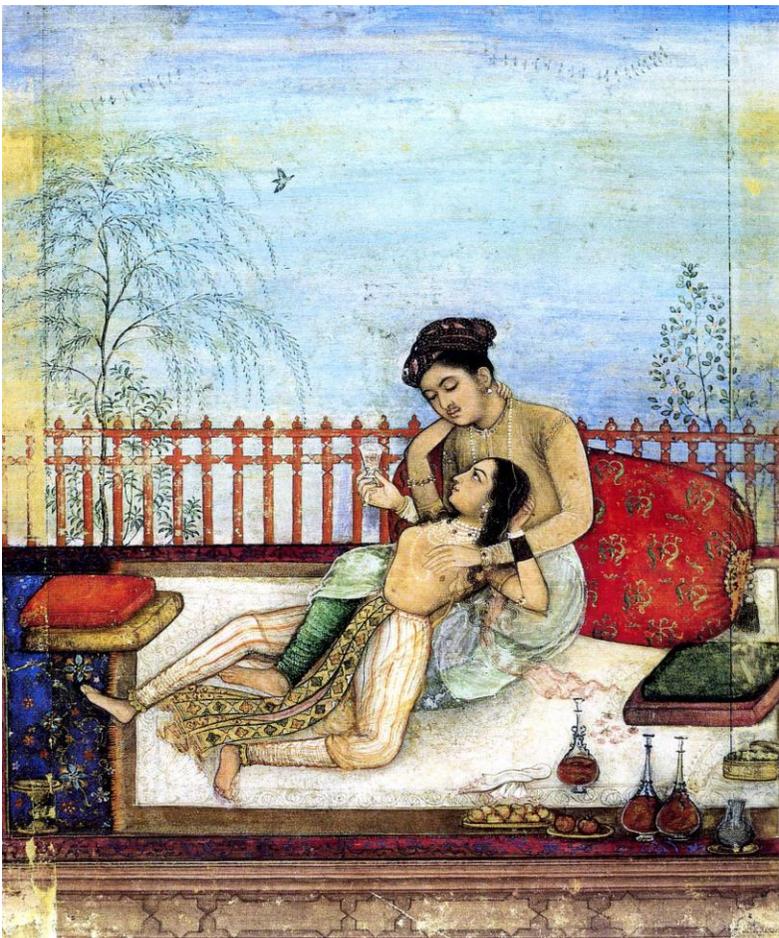
**arnese del lavoro del poeta lirico**

*le stelle intorno alla bella luna  
nascondono il volto luminoso  
quando, piena, molto sfavilla  
sopra la terra ...  
e di là dai rami di meli sussurra  
un fresco ruscello, ovunque  
s'allarga ombra di rose,  
da mormoranti fronde  
stilla sopore*

**Saffo**



**Nella poesia classica indiana sensazioni e stati d'animo non si possono rappresentare direttamente, il poeta descrive solo gesti concreti**



**gioco di metafore e rimandi a tre livelli:**

- **significato letterale esplicitato (denominazione)**
- **significato traslato esplicitato (indicazione)**
- **significato metaforico implicitato (potere di manifestare)**



**cose appartenenti al  
passato che ci  
ispirano nostalgia**

***Ornamenti di altee appassite. Gli oggetti del gioco delle bambole.  
Trovare in un libro, schiacciati tra le pagine, lembi di vesti di un  
tempo. Cercare una lettera che ci aveva profondamente  
commosse, mentre cade la pioggia e ci sentiamo stranamente  
tristi e annoiate. Il ventaglio estivo usato l'anno prima.***

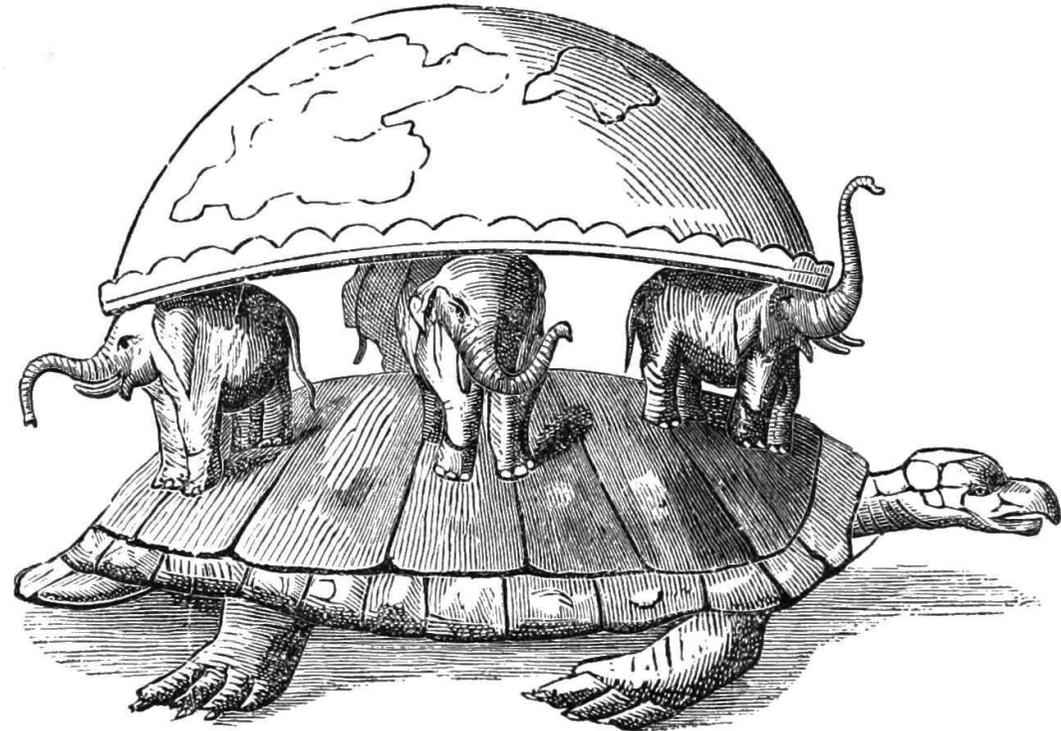
***Sei Shonagon, Note del guanciaie, XI sec***

## **metafore di Shakespeare**

- ▷ *parla pugnali, ogni parola una ferita*  
(molto rumore per nulla II 1)
- ▷ *i cani della guerra drizzano il pelo della schiena e digrignano i denti contro la pace del dolce sorriso*  
(re Giovanni IV 3)
- ▷ *l'inverno del nostro scontento è fatto estate  
sfolgorante dal questo sole di York*  
(Riccardo III 1)
- ▷ *le notti avranno presto, in sogni, soffiato via il tempo*  
(sogno di una notte d'estate I 1)
- ▷ *È Giulietta il sole*  
(Romeo e Giulietta II 2)

**Il nostro bagaglio di metafore e altri strumenti dell'immaginario determina in larga misura cosa possiamo pensare in ogni campo.**

**L'immaginazione umana, inclusa l'immaginazione creativa nella scienza, può funzionare solo evocando impressioni sensoriali potenziali o fantastiche.**



**I principi della scienza non sono astrazioni dalla realtà immediata, ma un sistema di simboli generato dall'immaginazione creativa dello scienziato e mediato da linguaggi ricchi di connotazioni metaforiche.**

**Gli scienziati costruiscono immagini visuali del particolare fenomeno su cui stanno lavorando come se queste esistessero veramente su una scala accessibile alle impressioni sensoriali, anche quando la struttura interna di tali sistemi è in principio inaccessibile alla percezione diretta.**

**Einstein sviluppò una teoria di livelli o stratificazioni del sistema scientifico, in cui le discontinuità fra gli strati possono venire superate mediante una qualche sorta di processo creativo a tentoni, spesso risolto facendo ricorso a metafore.**

**Nella ricerca di unità logica, lo scienziato teorico è portato progressivamente da un primo livello a uno strato successivo e via via a livelli sempre più alti, ciascuno caratterizzato da una maggiore parsimonia di concetti e relazioni, in particolare di concetti direttamente connessi con l'esperienza.**

# **metafora nella prassi scientifica**

- **strumento euristico personale dello scienziato**  
**per**
  - ▷ **fissare un nuovo concetto**
  - ▷ **identificare una nuova entità**
- **mezzo di comunicazione pre-formale**  
**nella specifica comunità scientifica**
- **stadio nella formalizzazione di una nuova**  
**acquisizione scientifica definitiva**
- **può consolidarsi in un termine tecnico**

**Le metafore artistiche proiettano il *noto* verso  
l'*ignoto*, quelle scientifiche si sforzano di riportare  
l'*ignoto* al *noto***

**davanti a un oggetto o a un fenomeno ancora  
largamente sconosciuto, gli scienziati ne tentano  
la comprensione ricorrendo all'analogia con un  
oggetto o con un fenomeno conosciuto**

***L'uso della metafora è uno dei mezzi disponibili alla comunità scientifica per assolvere il compito dell'accomodamento del linguaggio alla struttura causale del mondo.***

***Con questa espressione intendo il compito di introdurre una terminologia nuova e di modificare l'uso della terminologia esistente così che diventino disponibili categorie linguistiche che descrivano i caratteri del mondo che sono significanti a livello causale ed esplicativo.***

***In parole povere, questo compito consiste nell'accomodare il nostro linguaggio in modo che le nostre categorie linguistiche "taglino" il mondo in corrispondenza delle sue articolazioni***

**Richard Boyd**

gli scienziati si trovano costretti a rischiare il pensiero metaforico dato il veloce metabolismo della scienza, molto più veloce oggi che in molti altri campi del pensiero e dell'operato umano.

*Scientific vocabulary and imagery are never stabilized. Scientists seem to be working at the edge of an ever more active volcano that shovers them with novelties demanding neologisms at ever increasing rate.*

**Gerald Holton**

**non ha limiti la libertà dello scienziato nella formulazione di metafore che lo aiutino alla conquista di un mondo empirico o teorico nuovo**

**espressioni metaforiche possono costituire per qualche tempo una parte insostituibile del meccanismo linguistico di una teoria scientifica**

**le metafore diventano così costitutive delle teorie stesse se non si conosce alcuna parafrasi letterale adeguata**

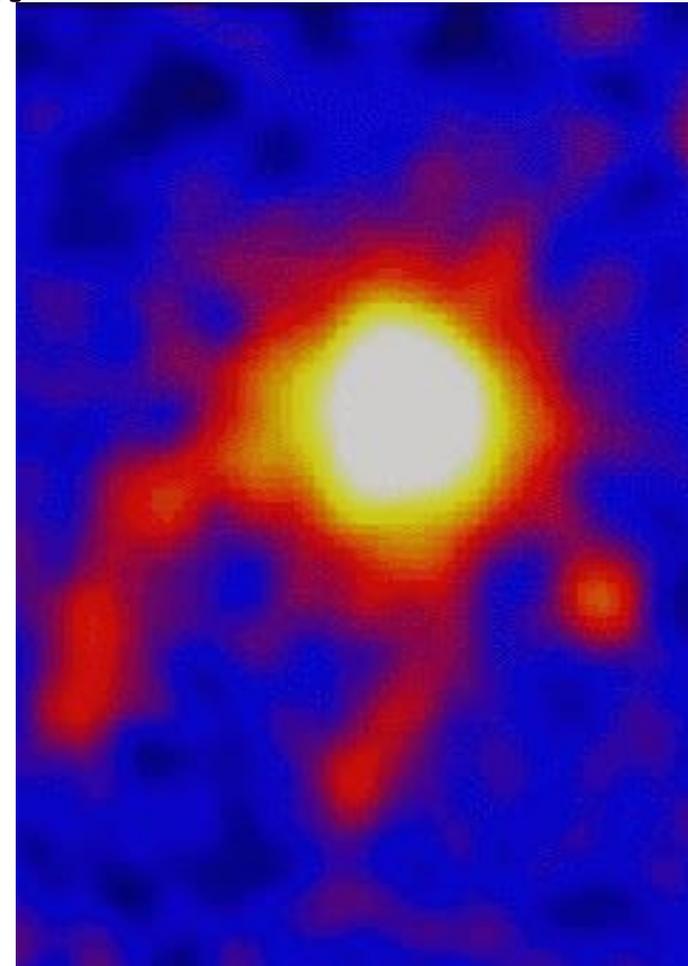
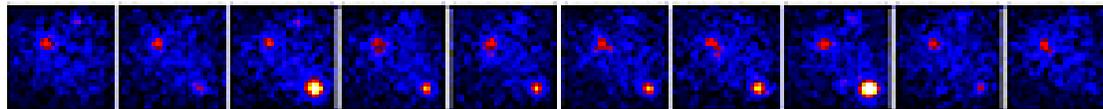
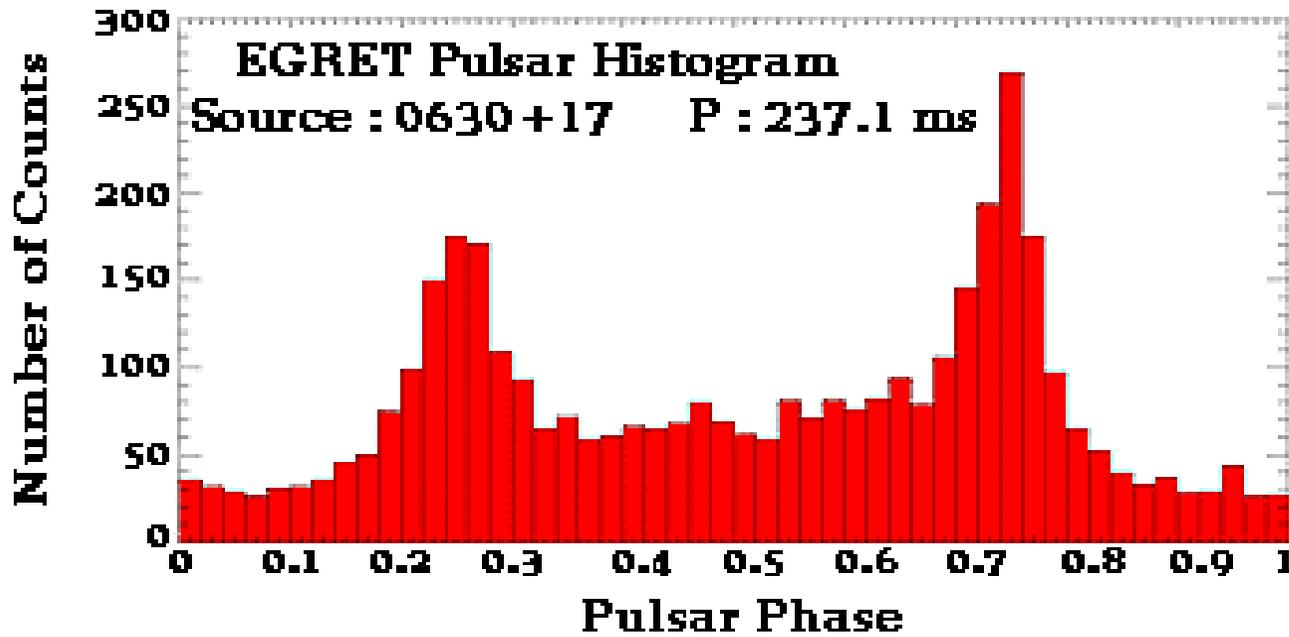
**perché una creazione metaforica si stabilizzi in un termine tecnico deve venir accolta dalla comunità scientifica e divenire un termine comune**

# *gheminga*

▷ metafora per Beppo Occhialini

*geminga* (pronuncia “gheminga”)

▷ denominazione tecnica di una pulsar sorgente cosmica di raggi X



# **modifica della valenza semantica del linguaggio corrente in terminologia scientifica**

## **campo**

**in generale è un'area di terreno libera da alberi o edifici;  
il termine usato da solo può anche indicare un terreno  
coltivato e il campo di battaglia o l'accampamento o  
campo di esercitazioni**

- ▷ metafora per Faraday**
- ▷ termine tecnico specifico nella teoria  
elettromagnetica di Maxwell**
- ▷ termine tecnico universale in Einstein**

# zero

**termine tecnico in italiano, inglese, francese, spagnolo ...**

**contrazione del veneziano *zevero* dall'italiano *zefiro* introdotto da Leonardo Pisano (Fibonacci) per assonanza con l'arabo *ṣifr* (صفر)**

***Nouem figure indorum he sunt 9 8 7 6 5 4 3 2 1***

***Cum his itaque nouem figuris, et cum hoc signo 0, quod arabice***

***zephirum appellatur, scribitur quilibet numerus, ut inferius demonstratur.***

**(Leonardo Pisanus, Liber abaci, inizio del primo capitolo, 1202)**

**[paretimologia basata sulla somiglianza fonica]**

***Sifr* in arabo pre-islamico significava *vuoto*; evolse metaforicamente a rappresentare *zero* quando venne utilizzato per tradurre *śūnya* (शून्य) dal sanscrito.**

***śūnya* significa *vuoto* o *nulla* e fu metaforicamente impiegato per *zero***

***zero* nell'italiano corrente si usa come metafora del numero per cosa di poco valore: *sei uno zero***

# **onda**

- ▷ **metafora per Cartesio**
  - ▷ **modello per Huygens**
  - ▷ **termine tecnico per Maxwell**
  - ▷ **metafora per de Broglie**
  - ▷ **formalismo matematico per Schrödinger**
  - ▷ **termine tecnico per Born**
  - ▷ **metafora nella teoria della gravitazione**
  - ▷ **termine tecnico nella relatività generale**
- \* onde luminose: forzatura dell'etere come substrato**

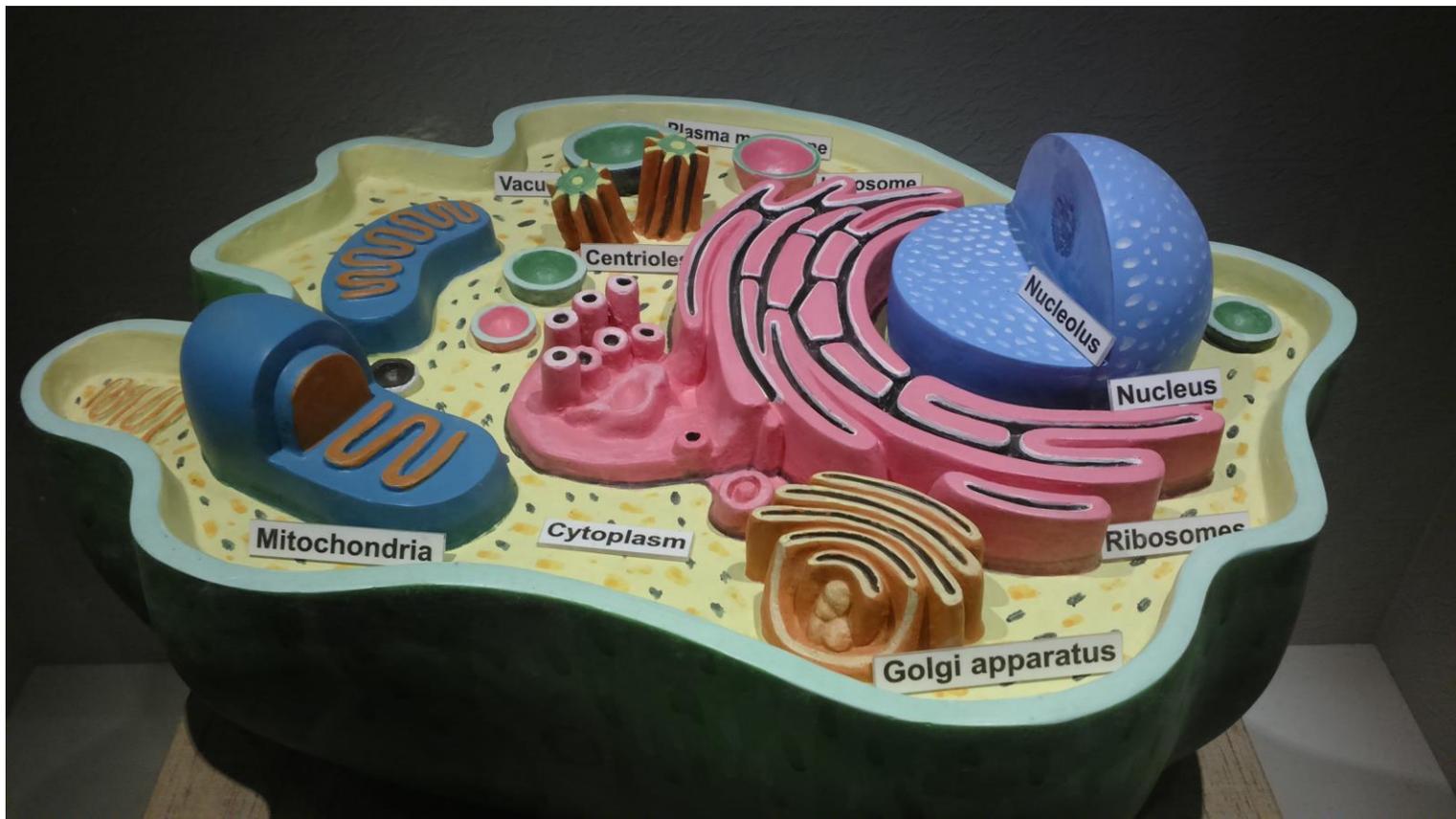
# onde in fisica classica

|                         |                         |                          |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| onde d'acqua            | suono                   | luce                     |
| moto particelle d'acqua | moto di gong, corde     | fiamma in moto           |
| riflessione             | eco                     | riflessione da specchi   |
| diffrazione             | superamento di ostacoli | diffrazione da fenditure |
| ampiezza                | intensità               | luminosità               |
| frequenza               | altezza                 | colore                   |
| mezzo: acqua            | mezzo: aria             | mezzo: etere             |
| densità acqua           | densità aria            | densità etere            |
| elasticità acqua        | elasticità aria         | elasticità etere         |
| equazione               | equazione               | equazione                |
| invarianza galileana    | invarianza galileana    | invarianza di Lorentz    |

ciò che ondulazioni concentriche e onde sonore hanno in comune è solo ed esclusivamente il formalismo matematico

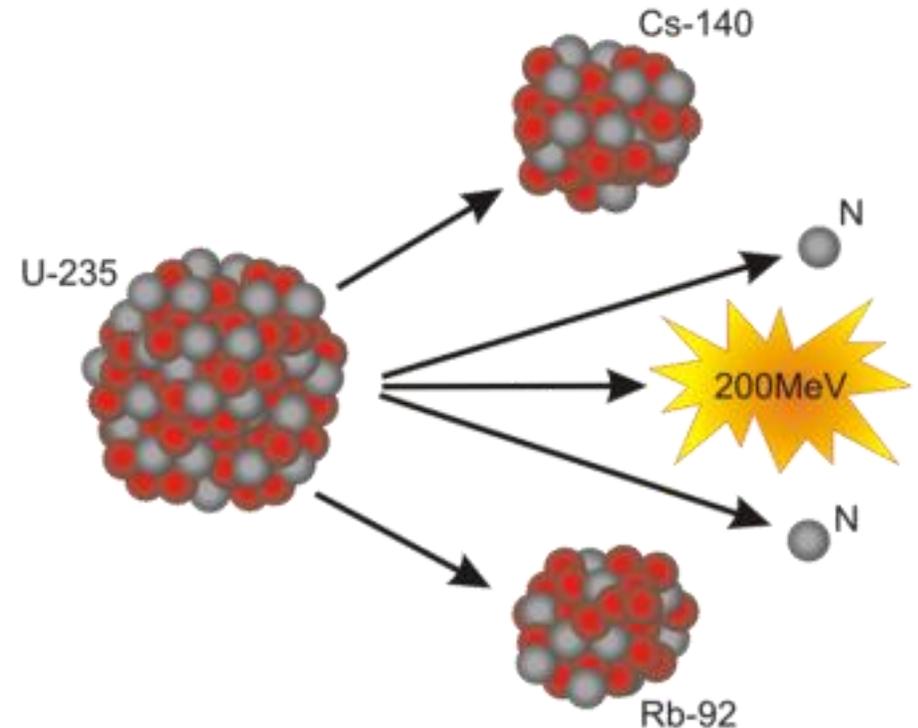
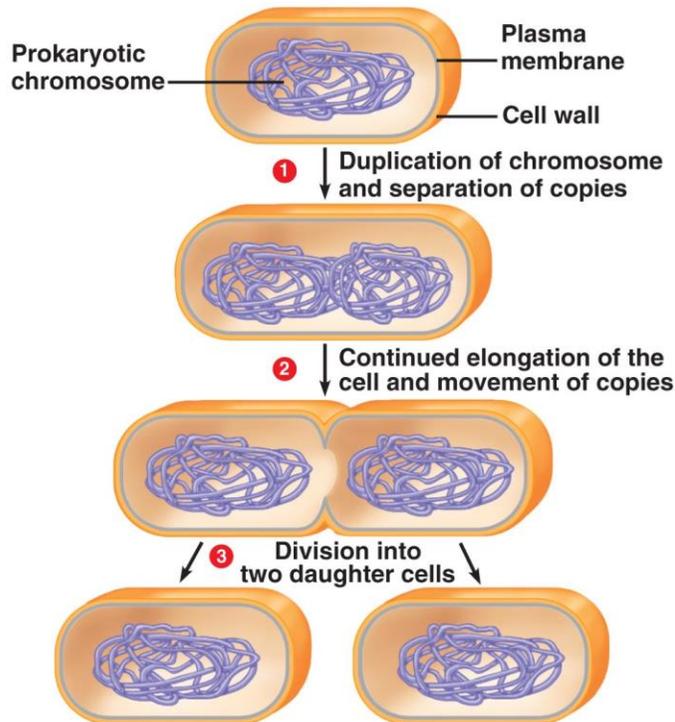
# cellula

- ▷ metafora biologica per Hook (1665)
- ▷ modello per Schleiden (1838) e Schwann (1839)
- ▷ termine tecnico della biologia da Hertwig (1892)



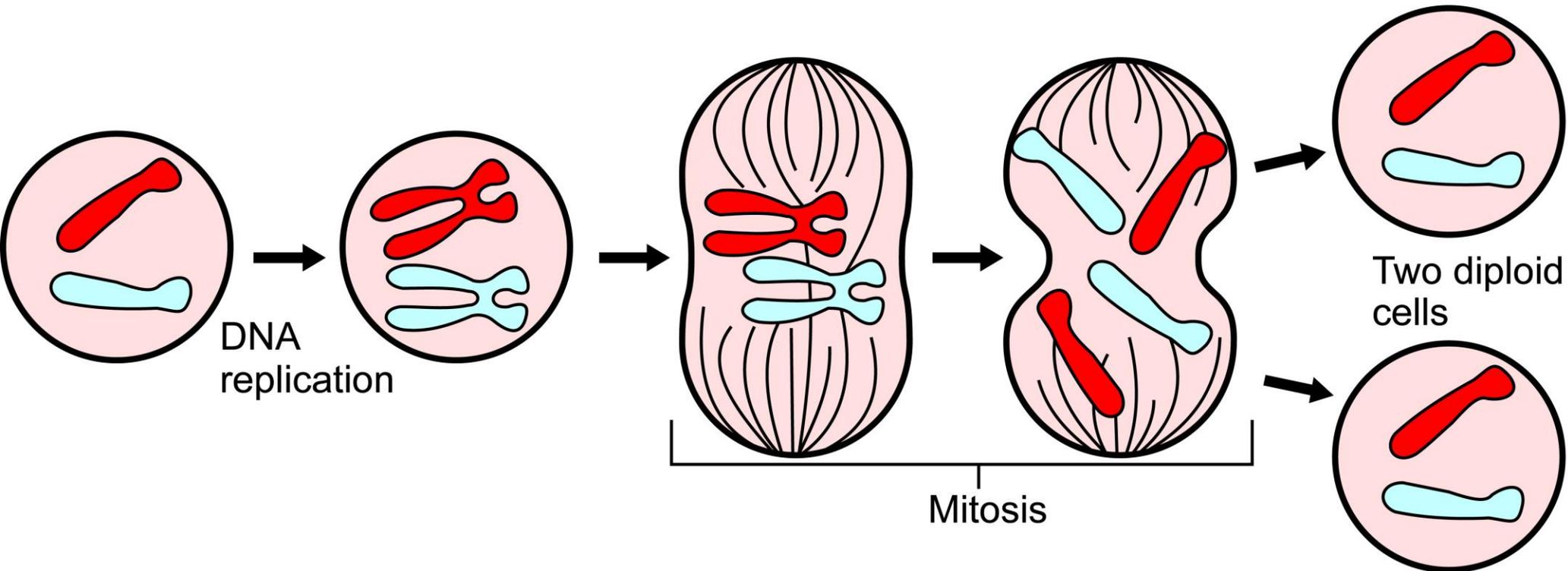
# fissione

- ▷ metafora nella biologia (1819)
- ▷ termine tecnico della biologia (1855)
- ▷ metafora “biologica” della fissione nucleare per Lise Meitner
- ▷ termine tecnico della fisica per Bohr-Wheeler



# mitosi

- ▷ metafora per Walther Fleming (1882) dal greco μίτος (filo) per l'aspetto filamentoso del DNA
- ▷ termine tecnico della biologia per un processo di duplicazione cellulare



# **simmetria**

- ▷ **termine tecnico pitagorico e platonico nel senso di “commensurabile”**
- ▷ **metafora per “coerenza interna” e valore estetico per Vitruvio**
- ▷ **metafora nella scienza del Rinascimento**
- ▷ **termine tecnico matematico del “programma di Erlangen” di Felix Klein (1872)**
- ▷ **metafora nella cristallografia**
- ▷ **termine tecnico nella fisica da Einstein in poi**

**la simmetria opera a più livelli differenti**

# **atomo**

- ▷ **ente indivisibile nella tradizione degli atomisti  
“duri e puri”**
- ▷ **termine tecnico della tradizione della  
“filosofia della natura” e dei chimici dell’ottocento**
- ▷ **metafora per Perrin, Nagaoka, Thomson e Rutherford  
che danno una struttura interna all’“atomo” dei chimici**
- ▷ **termine tecnico della fisica nella teoria di Bohr**

# **impieghi multipli di una metafora nella stessa disciplina: il *campo* in matematica**

**Il termine *campo* è usato in varie parti della matematica:**

- ▷ in topologia è usato come equivalente di insieme aperto (cioè non contenente la propria frontiera)**
- ▷ nella teoria delle funzioni di variabili reali o complesse il campo equivale a dominio o insieme di definizione**
- ▷ in algebra è una struttura su cui sono definite due operazioni aventi tutte le proprietà dell'addizione e della moltiplicazione tra numeri reali**

# **metafore concorrenti nella stessa disciplina: *campo/corpo* in algebra**

- ▷ La struttura algebrica che in italiano si chiama “campo” è stata introdotta da Richard Dedekind (1831-1916) col nome di *Zahlenkörper* (“corpo” di numeri) nelle sue lezioni del 1858 e il termine *Körper* entrò in uso comune nei decenni successivi
- ▷ L’americano Eliakim Hastings Moore (1862-1932) fu il primo a usare la parola inglese *field* (“campo”) nel dicembre 1893 per descrivere la stessa struttura.
- ◆ Il mondo matematico si divide semanticamente in due universi, quello del “corpo” e quello del “campo” ereditati dalla scuola tedesca o anglofona; in entrambi i casi i due termini sono utilizzati come termini tecnici della matematica al di là di possibili portate metaforiche.

|                   |                             |                   |                |
|-------------------|-----------------------------|-------------------|----------------|
| <b>Inglese</b>    | <b>field</b>                | <b>Tedesco</b>    | <b>Körper</b>  |
| <b>Italiano</b>   | <b>campo</b>                | <b>Francese</b>   | <b>corps</b>   |
| <b>Russo</b>      | <b>алгебраическое поле</b>  | <b>Spagnolo</b>   | <b>cuervo</b>  |
|                   | <b>alghebraicescoe pole</b> | <b>Portoghese</b> | <b>corpo</b>   |
| <b>Giapponese</b> | <b>代数领域</b>                 | <b>Olandese</b>   | <b>lichaam</b> |
|                   | <b>daisū fīrudo</b>         | <b>Svedese</b>    | <b>kropp</b>   |
| <b>Cinese</b>     | <b>代数领域</b>                 |                   |                |
|                   | <b>dàishù lǐngyù</b>        | <b>Danese</b>     | <b>legeme</b>  |
|                   |                             | <b>Norvegese</b>  | <b>kropp</b>   |
| <b>Islandese</b>  | <b>svið</b>                 | <b>Finno</b>      | <b>kunta</b>   |

# cyber

***Cyber* è un confisso ricavato dal sostantivo inglese *cybernetics*, parola derivata dal greco κυβερνήτης: timoniere, pilota di una nave e per estensione colui che guida e governa una città o uno stato.**

**James Watt, alla fine del XVIII secolo, utilizza *cybernetic* per descrivere il funzionamento di un'apparecchiatura in grado di controllare la velocità del motore a vapore.**

**Nel XX secolo la cibernetica diventa un ambito di studio formalizzato in elettronica, matematica e robotica con Norbert Wiener, McCulloch, Alan Turing e W. Grey Walter.**

# **trojan, una metalessi**

**un trojan, nell'ambito della sicurezza informatica, indica un tipo di malware che si nasconde all'interno di un altro programma apparentemente utile e innocuo: l'utente, eseguendo o installando quest'ultimo programma, attiva inconsapevolmente anche il codice del trojan nascosto**

**La metalessi è una figura retorica molto rara, un particolare tipo di metonimia in cui il termine proprio è sostituito non con il suo traslato immediato, ma attraverso una o più metafore intermedie.**

# manca di metafore

**Nel caso dei sistemi microscopici non si è trovata una metafora soddisfacente a caratterizzare il loro comportamento, che in certe condizioni presenta analogie con i fenomeni ondulatori e in altre con i processi corpuscolari.**

*Ora noi sappiamo come si comportano gli elettroni e la luce. Ma come possiamo descriverlo? Se dico che si comportano come particelle do' un'idea errata; ma lo stesso se dico che si comportano come onde. Si comportano in realtà nel loro modo inimitabile, che tecnicamente si può dire un modo quanto-meccanico. Si comportano in un modo come nulla che si sia visto prima. La nostra esperienza con le cose viste prima è incompleta. Il comportamento delle cose su una scala estremamente piccola è semplicemente differente ... C'è almeno una semplificazione: gli elettroni si comportano esattamente nello stesso modo dei fotoni: entrambi sono bizzarri ma esattamente nello stesso modo.*

**Richard Feynman**

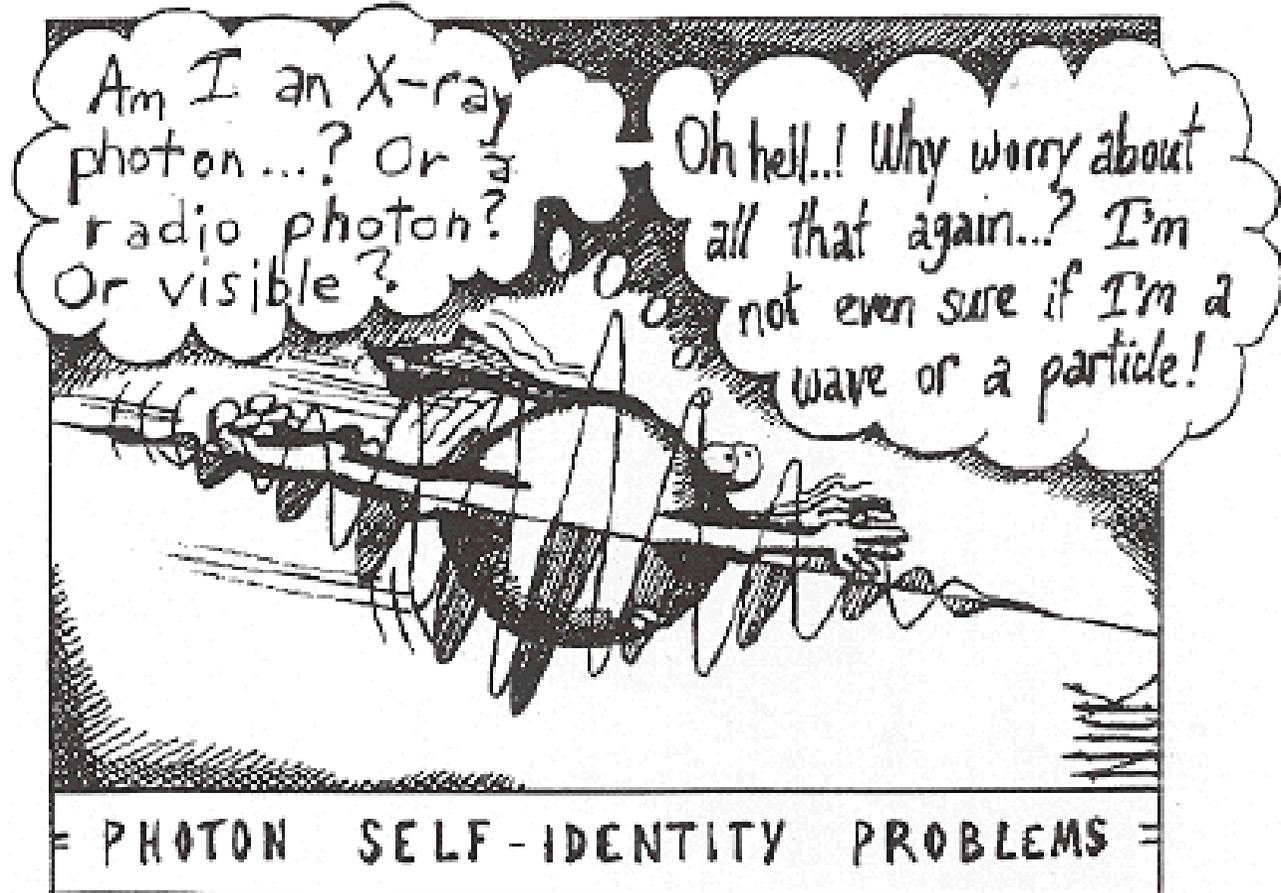
**aspetto inquietante**

**status ontologico della radiazione luminosa:**

**doppia natura contraddittoria**

▷ **onde elettromagnetiche**

▷ **quanti di luce come particelle**



**Con la meccanica quantistica la valenza semantica dei concetti fondamentali implica un salto metaforico arbitrario;  
le grandezze fisiche sono formulabili solo in termini matematici e la connotazione linguistica è puramente convenzionale**

$$\left( i\hbar\gamma^\mu\nabla_\mu - mc \right)\psi = 0$$

# metafore nelle storia della scienza



# metafore in Empedocle

- argomentazione che precede il metodo logico-matematico
- più che procedimento logico, uno scatto intuitivo che rivela la natura intima delle cose *per imaginem*
- l'analogia istituisce una relazione accostando ordini differenti, coglie il simile nel diverso, abolisce il discreto a vantaggio del continuo
- il salto metaforico consente di scoprire l'unità dell'esistente nella profusione delle varietà empiriche

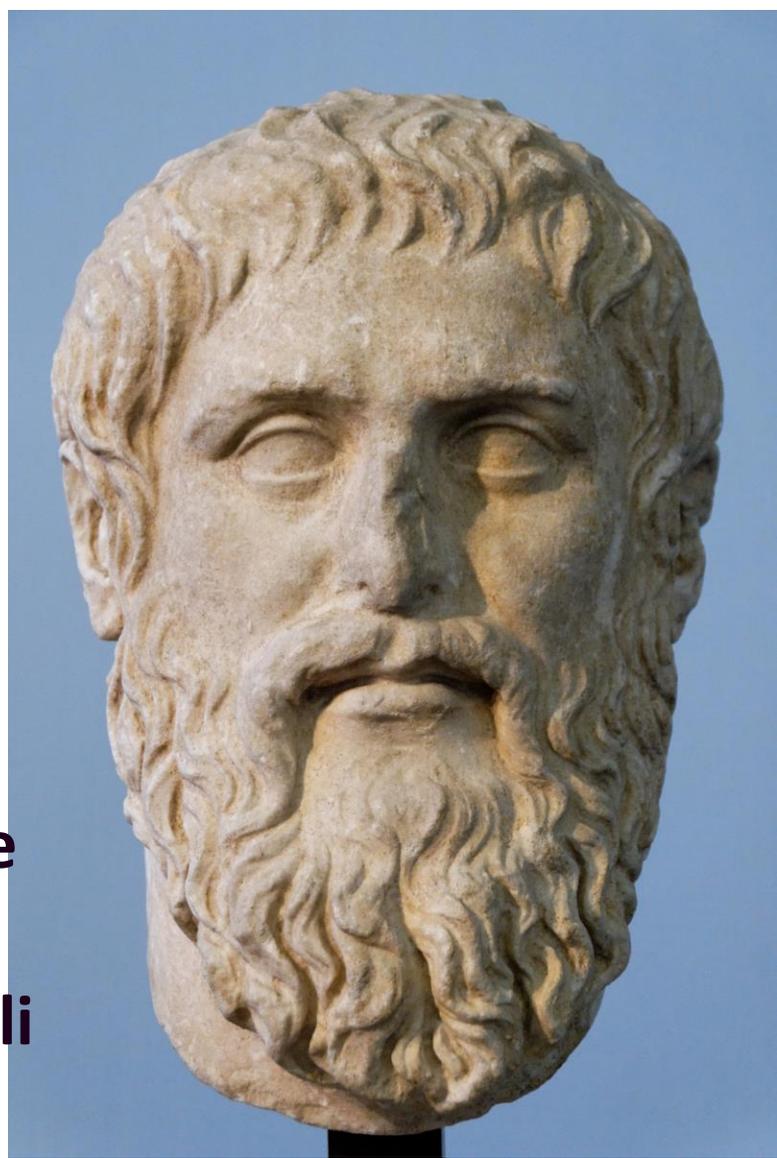


# metafore in Platone

in Platone il termine 'metafora' è incluso in quello di 'immagine' (*eikôn*) e strutturalmente riferito ai 'modelli' (*paradeigmata*) nell'identificazione di similarità e di differenze fra due soggetti.

I 'modelli' forniscono un'esplorazione più sistematica e sviluppata di tali simiglianze e differenze e possono essere impiegati quali aiuto a comprendere soggetti difficili o non familiari.

Comunque egli ritiene che metafore, immagini e modelli possano avere solo valore euristico.



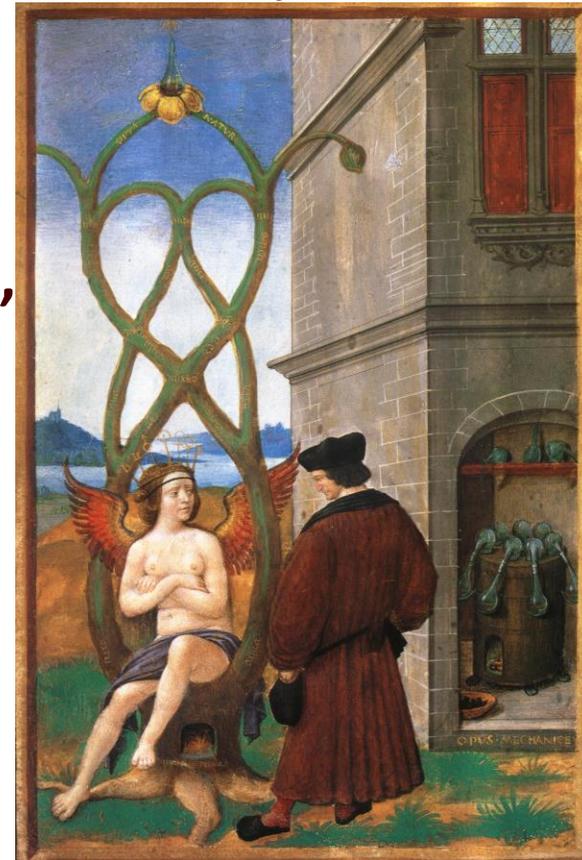
# la metafora dei “segreti della natura”

aspetto epistemologico: la natura è intrinsecamente arcana.

il suo vero carattere non appare ai sensi, ma rimane nascosto

- Cicerone: la fisica è il ramo della filosofia che si dedica a *rebus occultis ab ipsa natura involutis*
- ermetismo: la conoscenza dei segreti della natura è sacra e proibita ed è raggiungibile solo in una rivelazione divina, in un contatto mistico, e deve venir mantenuta assolutamente segreta
- *Lattanzio*: Dio ha creato gli uomini per ultimi per nascondere loro i misteri della creazione
- *scolastica* i fenomeni “segreti” non per volontà di Dio, o della natura, ma dovuti a cause ancora sconosciute, per l'imperfezione della conoscenza umana

*La natura si copre pudicamente per nascondere i suoi segreti ai mortali*



# la metafora dei “segreti della natura”

aspetto sociologico: la conoscenza scientifica è una proprietà riservata a privilegiati

La funzione culturale della segretezza è quella di articolare un confine per circoscrivere un interno che è off limits per gli estranei, per marcare una sfera di potere autonomo.

- **Aristotile**: la conoscenza scientifica è divisa in due parti: una *esoterica* comunicabile a tutti e una *esoterica*, riservata ai filosofi
- centrale per accedere alle potenze naturali occulte, utilizzabili per scopi pratici; essenziale per la pratica della magia, indispensabile per l'identità del mago
- la dottrina medievale condanna la *curiositas*, la *libido sciendi non necessaria*, sia la magia che la conoscenza per la conoscenza, perché porta al peccato di orgoglio



# I segreti della natura nota letteraria

**SOOTHSAYER** *In nature's infinite book of secrecy  
A little I can read.*

**Shakespeare, *Antony and Cleopatra*, I 2**



**Voi, strumenti, di certo mi beffate.  
Misteriosa anche nel chiaro giorno  
la Natura non si fa rubare il velo,  
e quello che al tuo spirito  
non vuole rivelare  
non lo potrai estorcere  
con le viti e con le leve.**

**Johann Wolfgang von Goethe,  
*Faust. Eine Tragödie***



# metafore nell'ermetismo

metafore e simboli inesplicati sono il corredo inevitabile dei sistemi esoterici, dei “misteri” e dei culti sotterrici, in particolare greco-egizi, fioriti nella transculturazione caratteristica dell'ellenismo.

La tradizione teurgica ermetica, consolidata nei secoli I-III dC, a partire dal *Poimandres* di Ermete Trismegisto, sintetizza il sincretismo culturale-religioso dell'epoca



# conoscenza attraverso metafore e simboli: la Qabbalah

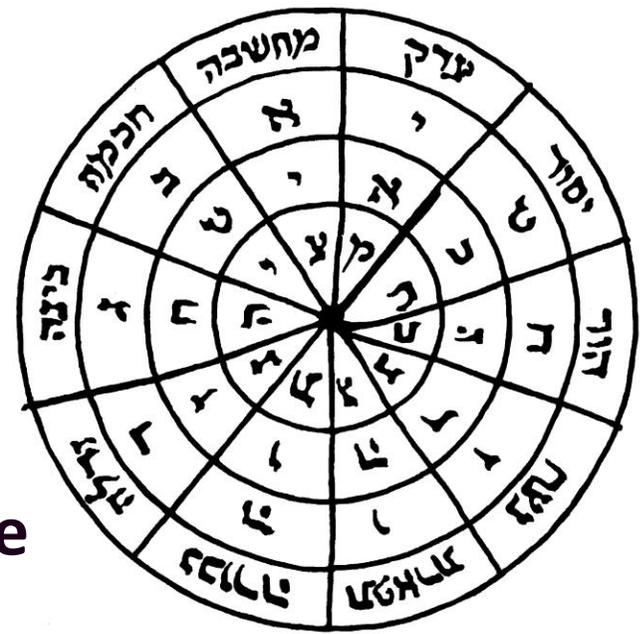
Corrente mistica ebraica esoterica

Si forma nel crogiolo culturale ellenistico-giudaico sviluppando l'esegesi biblica che Filone d'Alessandria (20 ac-50 dc) propone in un contesto neo-platonico.

Si sviluppa nei secoli successivi in oriente; si diffonde in Europa nel medio evo.

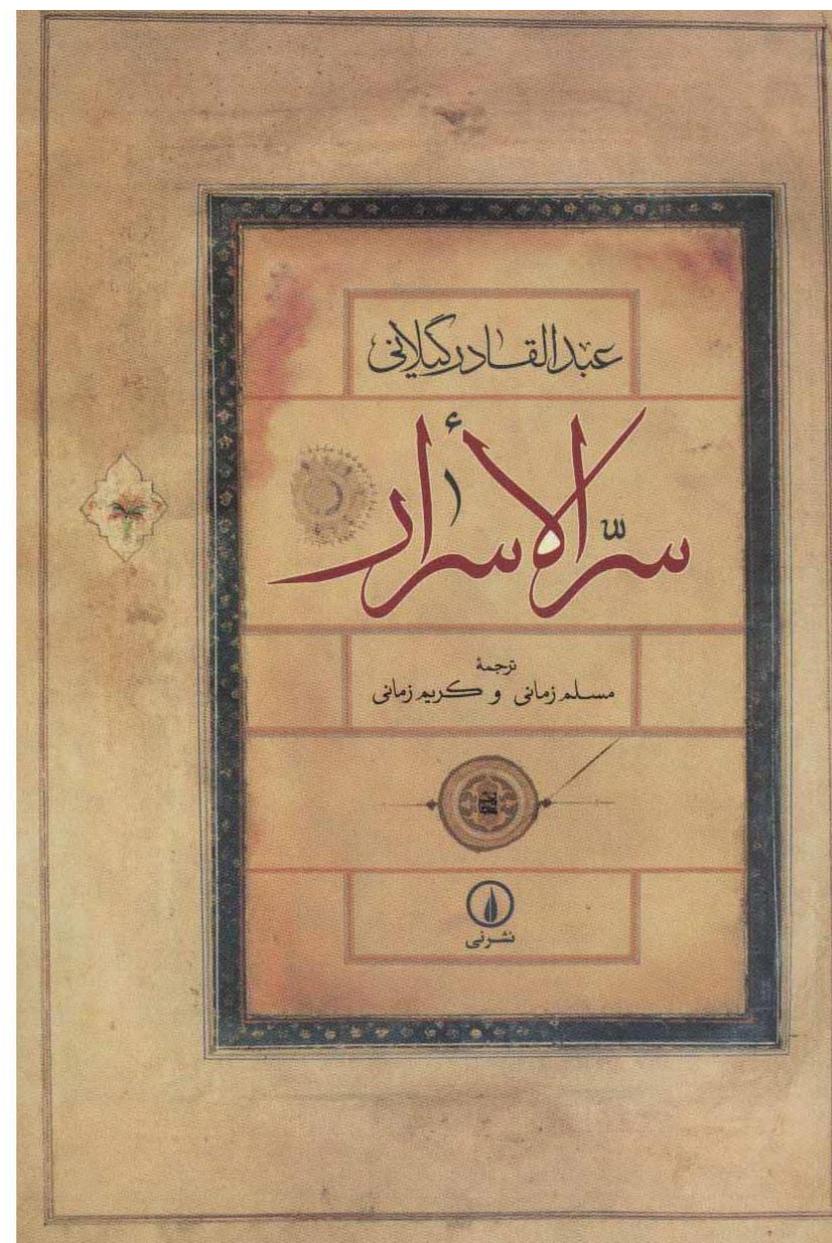
Le singole lettere dell'alfabeto ebraico sono fondamento della conoscenza del cosmo intero e dell'individuo

- ▷ poteri racchiusi nella realtà grafica delle lettere prima e oltre il significato della parola con un simbolismo visionario
- ▷ simpatia fra cielo e terra con prospettive magiche, apotropaiche e teurgiche



# esoterismo islamico

- la tradizione esegetica islamica distingue tra i significati immediati del corano (zāhir) e la verità nascosta (bātin)
- analogamente, il “segreto delle scienze” islamico ha formulato un batinismo metafisico che distingue fra le apparenze esteriori della natura e i poteri occulti che si celano al suo interno
- l'esoterismo fu centrale alla pratica della magia raggiungibile dalla conoscenza dei segreti della natura
- il massimo trattato arabo di magia colta e astrologia, *Ghayat al-hakim* attribuito a Maslama al-Magriti (X secolo), tradotto in spagnolo e in latino (*Picatrix*) ebbe enorme influenza anche in occidente



*sirr al asrar [il segreto dei segreti]  
X secolo)*

# l'alchimia

nasce nel IV secolo dC dalla fusione della chimica egiziana con le teorie greche sulla natura, in particolare neo-platoniche, nel crogiolo culturale dell'ermetismo e le sue prospettive teurgiche

*Allegory of Alchemy*, in *Quinta Essentia*, Leonhard Thurneisser, 1574



# **l'alchimia era tutta basata su metafore**

- **rinvia a un *mondo verticale* di soffi, spiriti e influenze**
- **tenta di saldare insieme la *vita* degli elementi e la *vita* dello spirito**
- **la descrizione sistematicamente *allude* ai dati e non intende affatto comunicarli**
- **l'oscurità nasce su un terreno iniziatico-religioso**

*imago solis*



**Nei testi alchemici è prevalente e quasi ossessivo l'uso di scambi semantici, di slittamenti di significati, di analogie, di metafore.**

***Come un uovo è composto da tre cose, il guscio l'albume e il tuorlo, così il nostro Uovo Filosofico è composto da corpo, anima e spirito.***

***Eppure in verità non è che una cosa sola (un genere mercuriale), una trinità nell'unità e un'unità nella trinità: zolfo, mercurio e arsenico.***

*of correspondences among planets,  
metals, and colors*

---

---

| Planets | Metals      | Colors        |
|---------|-------------|---------------|
| Sun     | Gold        | Gold, yellow  |
| Moon    | Silver      | White         |
| Mercury | Quicksilver | Gray, neutral |
| Venus   | Copper      | Green         |
| Mars    | Iron        | Red           |
| Jupiter | Tin         | Blue          |
| Saturn  | Lead        | Black         |

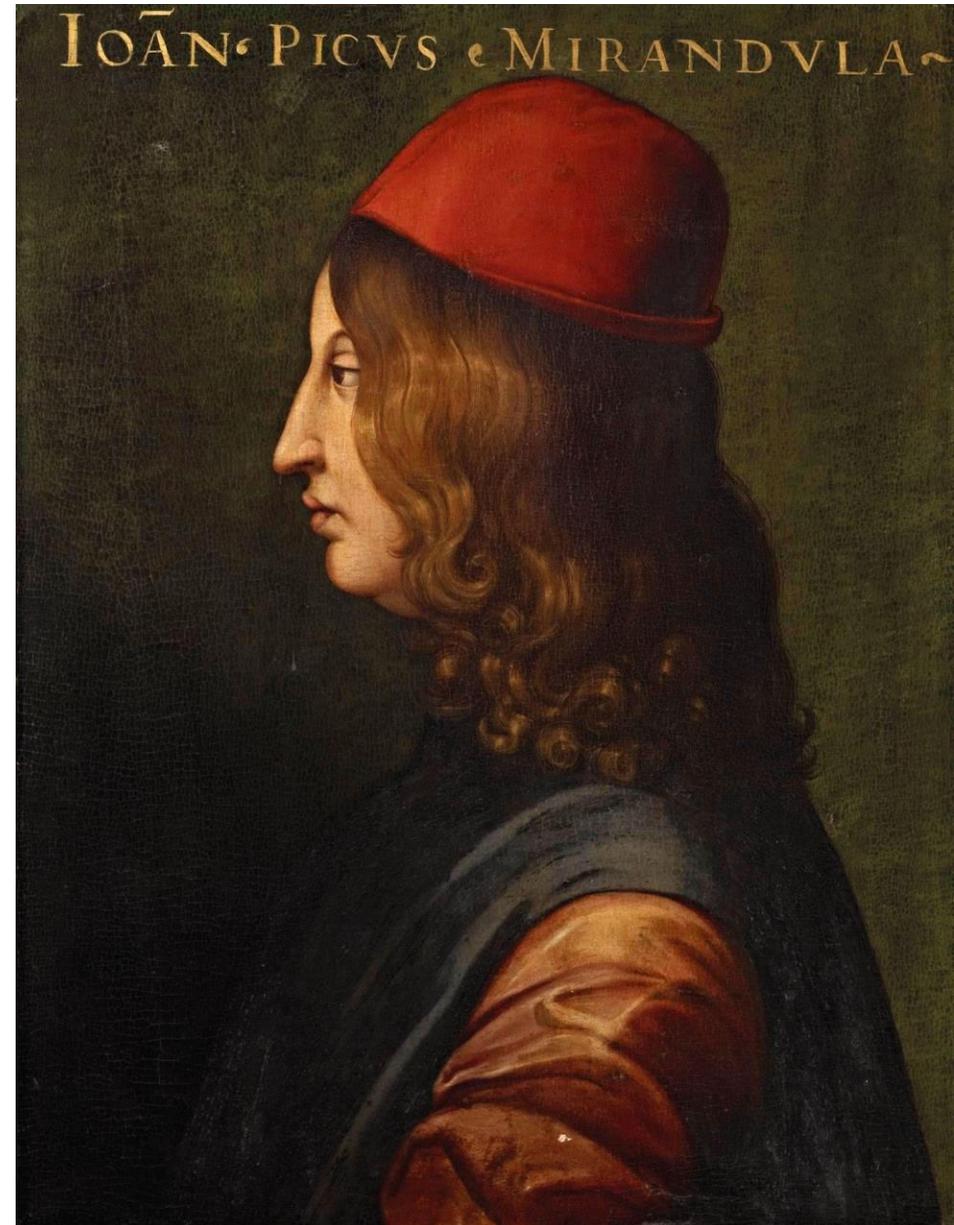
---

---

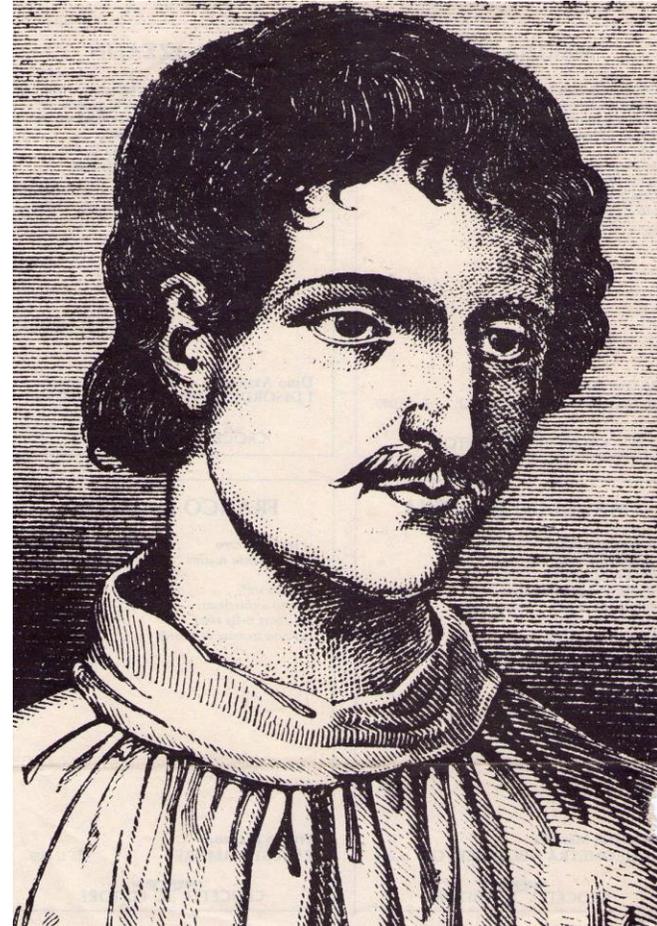
# fortuna dell'ermetismo

l'ermetismo si collega alla tradizione neo-platonica e allo gnosticismo cristiano, influisce sulla qabbalah e sul batinismo e ismailitismo islamici.

Il corpus ermetico verrà riscoperto nel rinascimento, tradotto da Marsilio Ficino (1463), sviluppato da Pico e influirà sulla formazione del pensiero scientifico moderno



**Rilanciata anche dalla scoperta rinascimentale della qabbalah, la metafora rimase per secoli uno strumento di conoscenza scientifica: da Ruggero Bacone, Buridano, Lullo fino ai lincei e Keplero**



# **L'armonia (musica) delle sfere**

**La metafora dell'*armonia delle sfere* raggiunge nel Seicento la formulazione più avanzata coinvolgendo diversi ambiti del sapere: astronomia, astrologia, teologia, filosofia, musica, anatomia.**

**Keplero, Robert Fludd, Marin Mersenne, Athanasius Kircher proposero interpretazioni molto diverse ma accumulate dalla fede in un Dio non solo Geometra ma anche Musicista, che ha creato l'universo impiegando le proporzioni numeriche e le figure geometriche dalle quali scaturiscono le consonanze musicali.**

**Con Keplero, l'ordine del cosmo rivelato dalla moderna scienza diviene la più rigorosa rappresentazione visiva della sinfonia celeste e dell'archetipo armonico della creazione.**

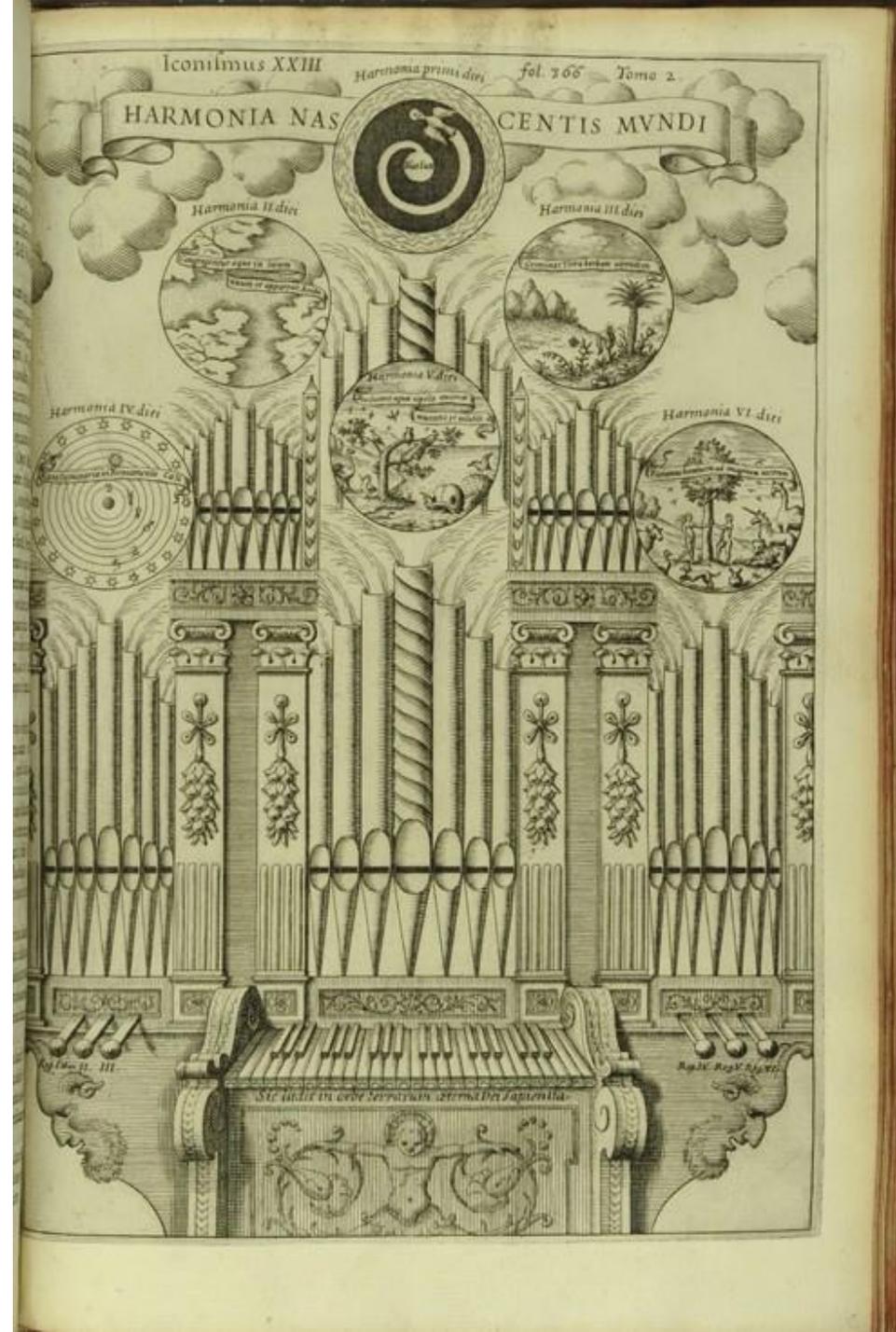


**Athanasius Kircher *Musurgia universalis*, Roma, 1650** L  
SEP

**Il frontespizio è un compendio delle concezioni filosofiche connesse al tema dell'armonia dell'universo.**

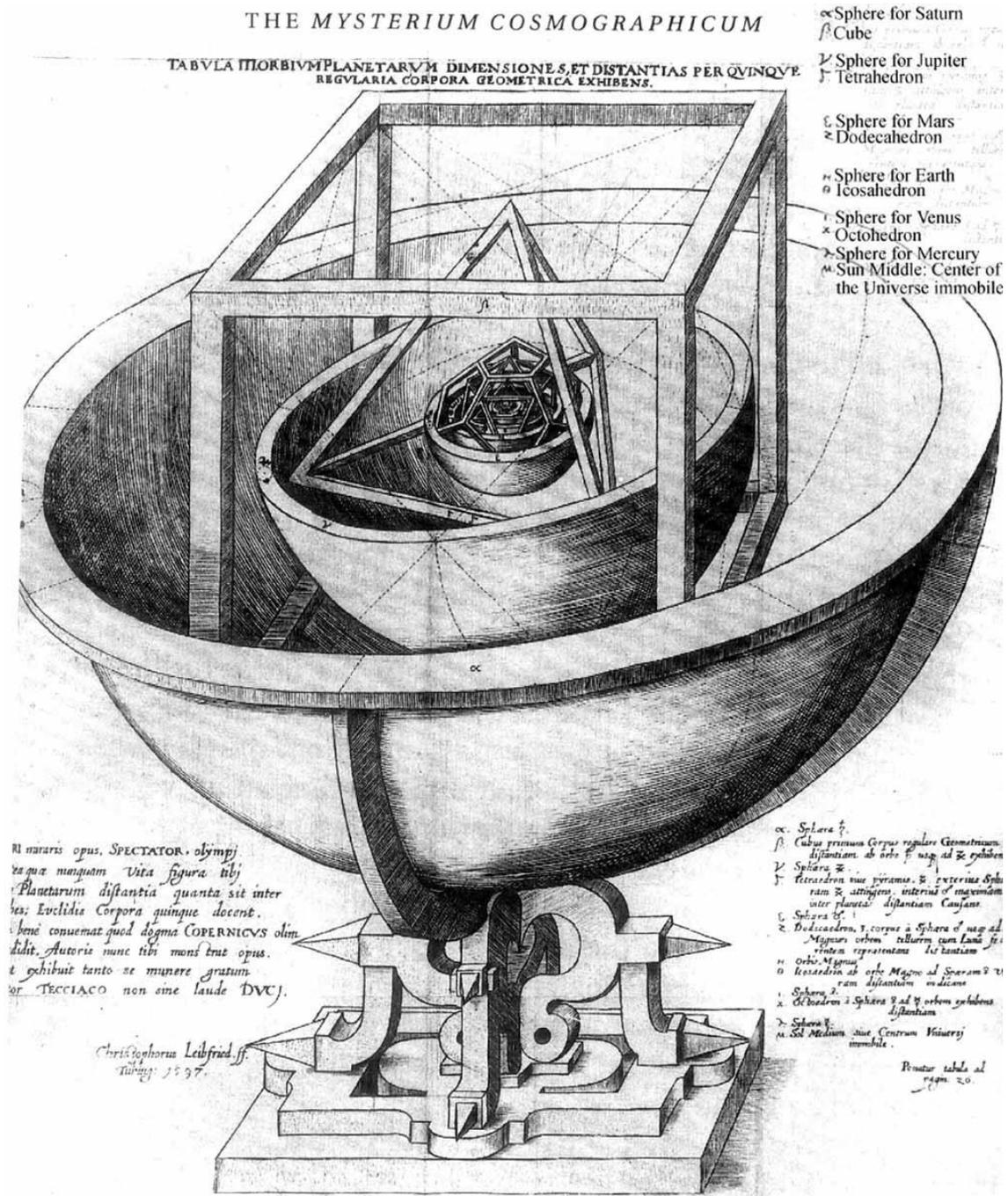
**Alla musica mondana, umana e strumentale, Kircher aggiunge la fisica acustica e la musica celeste, riflesso di quella divina.**

**In una delle illustrazioni dell'opera, Kircher raffigura l'universo come un organo.**



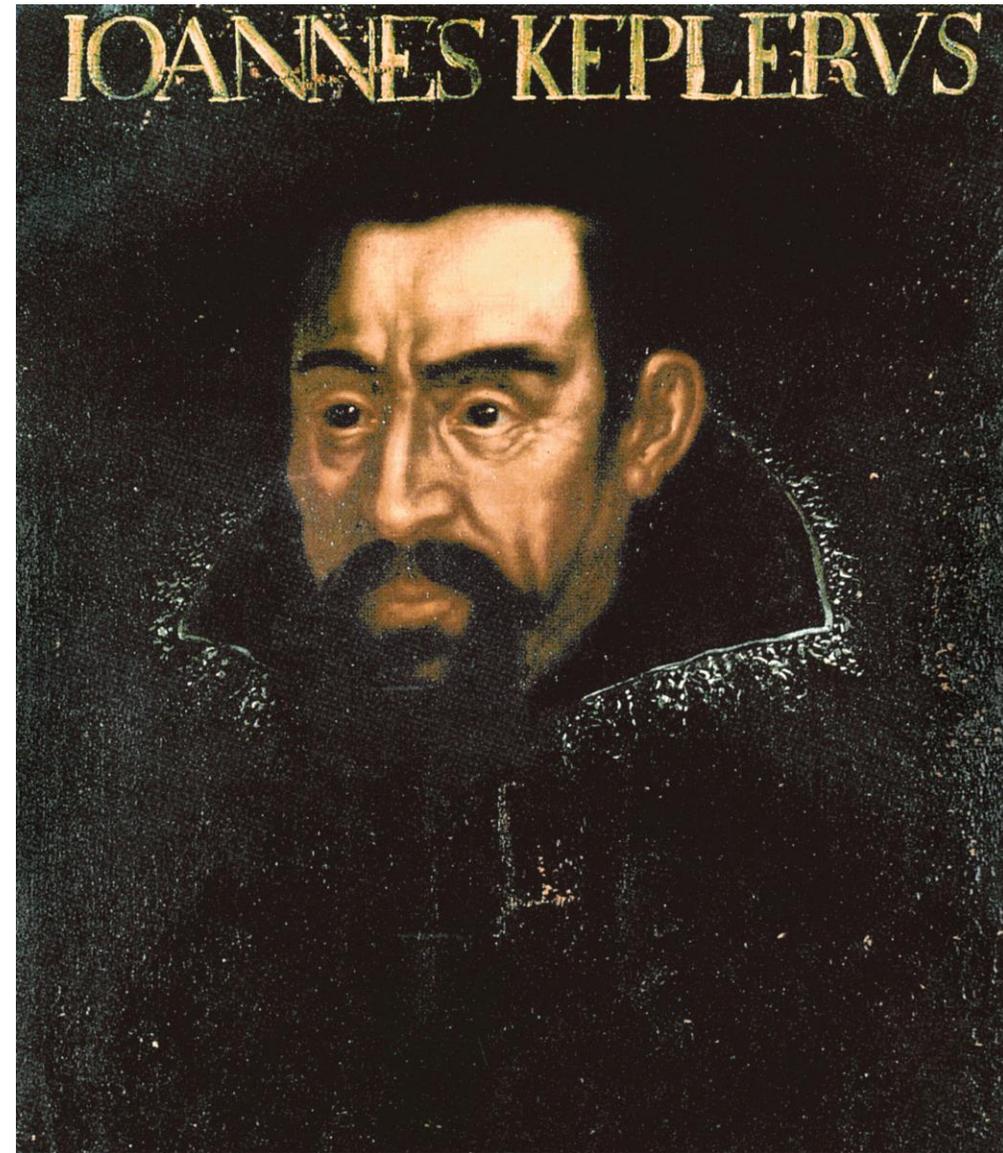
# Una corrispondenza strutturale fra modelli: Keplero rappresenta il sistema solare mediante i solidi platonici

*Prodromus dissertationum cosmographicarum, continens mysterium cosmographicum, de admirabili proportione orbium coelestium, de que causis coelorum numeri, magnitudinis, motuumque periodicorum genuinis & proprijs, demonstratum, per quinque regularia corpora geometrica (1596)*



**Keplero è stato particolarmente persuasivo nel tentativo di spiegare il tipo di analogia che è giustificata nell'argomentazione scientifica.**

**Nel 1619 scrisse dell'analogia di Tolomeo tra moti planetari e chiavi musicali: *Ho mostrato che Tolomeo si diletta nell'usare i confronti in modo poetico o retorico, poiché le cose che confronta non sono cose reali nei cieli.***



# L'armonia (musica) delle sfere nota letteraria

*OLIVIA I had rather hear you to solicit that  
Than music from the spheres.*

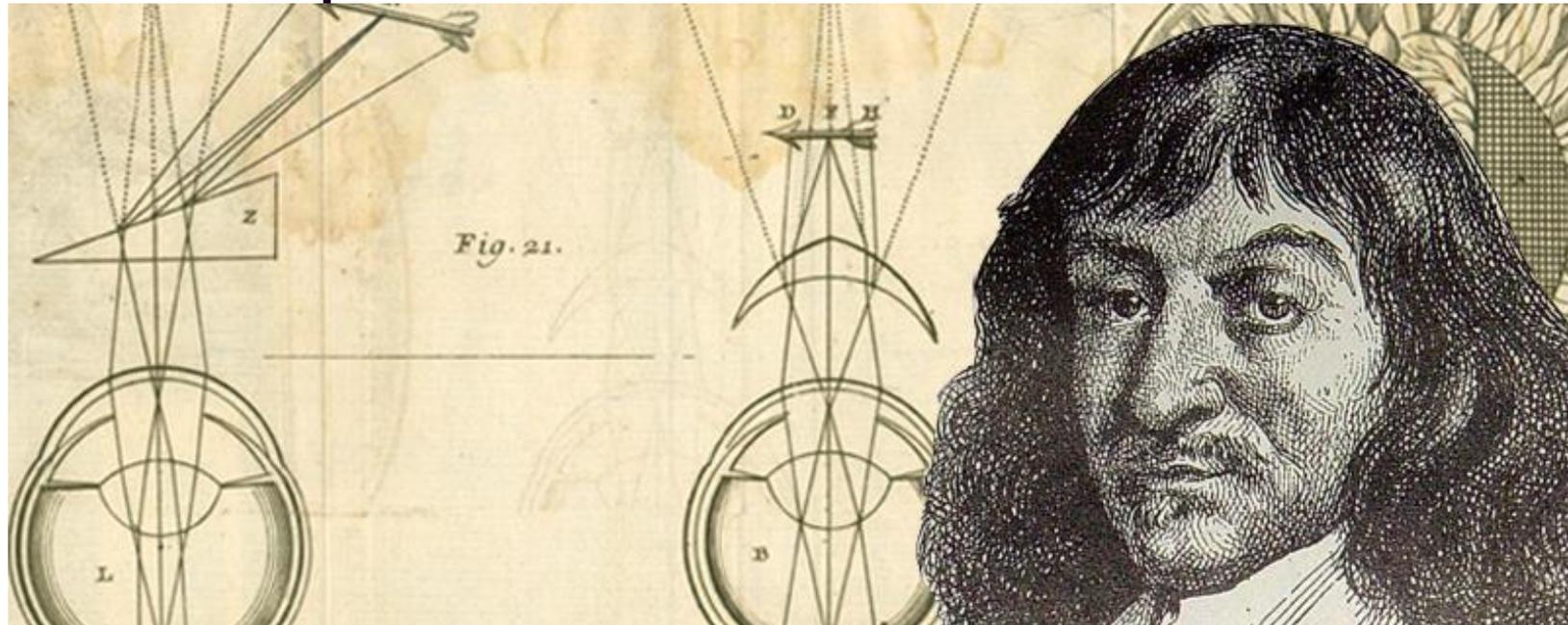
**Shakespeare, *la dodicesima notte*, III 1**



# metafora della macchina del mondo

Dal XVII al XIX secolo, la metafora dominante è stata quella della macchina: il mondo è una macchina. Galileo (morto nel 1642), Cartesio (morto nel 1650), Boyle (morto nel 1691) e Newton (morto nel 1727) immaginavano l'universo come una macchina statica e prevedibile.

Se vogliamo capire come funziona una macchina, esaminiamo i suoi componenti. Il metodo di ragionamento analitico di Cartesio si basa sull'affermazione che i fenomeni complessi possono essere compresi riducendoli a fenomeni semplici.



# metafora della macchina

[The world] is like a rare clock, such as may be that at Strasbourg, where all things are so skillfully contrived that the engine being once set a-moving, all things proceed according to the artificer's first design, and the motions of the little statues that as such hours perform these or those motions do not require (like those of puppets) the peculiar interposing of the artificer or any intelligent agent employed by him, but perform their functions on particular occasions by virtue of the general and primitive contrivance of the whole engine.

Robert Boyle, 1686



# la macchina del mondo

A differenza delle qualità occulte della filosofia naturale medievale, che erano completamente nascoste alle scienze, i corpuscoli meccanici della nuova filosofia erano semplicemente invisibili a occhio nudo, ma erano in teoria *visualizzabili* con strumenti speciali.



**dalla metafora all'analogia**

**la metafora come strumento di conoscenza scientifica  
viene superata nel '600 avanzato con l'avvento del  
metodo scientifico e combattuta dagli empirio-criticisti  
Francis Bacon, Thomas Hobbes e John Locke**



# analogie di Robert Boyle sui moti locali (1690)

- dimostra l'importanza dei moti di molte piccole particelle, ciascuna invisibile e insignificante di per sé
- l'effetto combinato di tali moti può causare grandi cambiamenti macroscopici
- principio unificante per spiegare la luce, il suono, il fuoco, i fluidi

| Abstract model                      | Layman's view (1)   | Analog       |               |                   |                   |                      |                    |
|-------------------------------------|---------------------|--------------|---------------|-------------------|-------------------|----------------------|--------------------|
|                                     |                     | (2)          | (3)           | (4)               | (5)               | (6)                  | (7)                |
| Small particles<br><i>Penetrate</i> | Dust                | Ants         | Air particles | Aqueous particles | Igneous particles | Animal spirits       | Aqueous corpuscles |
| Large bodies<br><i>And move</i>     | Large bodies        | Mass of eggs | Tree          | Mercury oxide     | Metal             | Animals              | Rope               |
| Fragments of bodies                 | Fragments of bodies | Single eggs  | Leaves        | Grains of oxide   | Metal corpuscles  | Animal (inner parts) | Rope (inner parts) |

**analogie strutturali**  
 – relazionali fra le  
**formiche che spostano**  
**uova e il vento che**  
**muove le foglie,**  
**secondo Boyle**

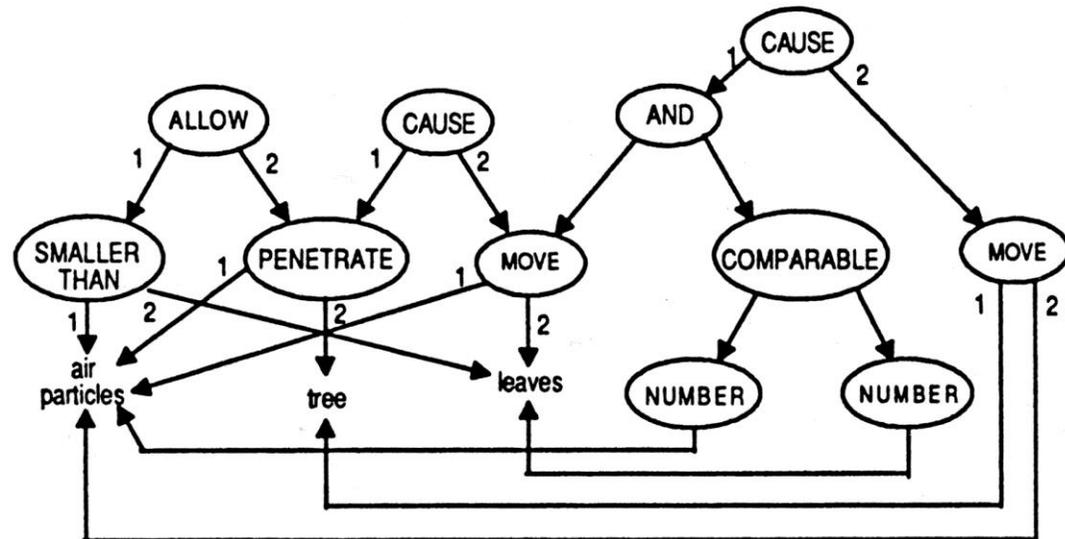
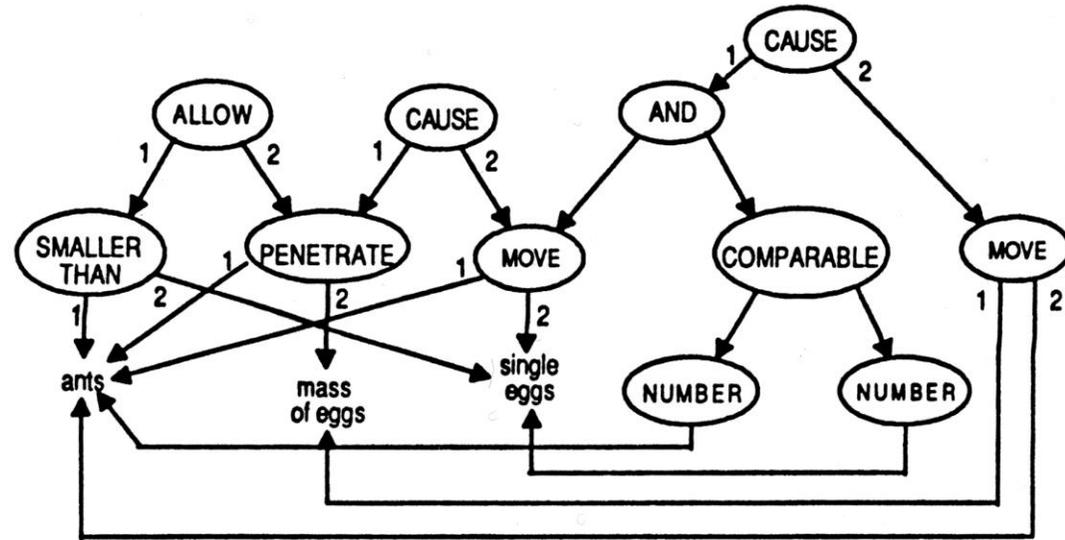


Figure 20.3. Boyle's analogy: the common relational structure for ants moving eggs and wind blowing leaves.

# **alcune analogie nella storia della scienza**

- **vortici molecolari rotanti nello spazio e campo magnetico (Maxwell)**
- **carte da gioco e tavola periodica (Mendeleev)**
- **ottave del pianoforte e tavola periodica (John Newlands)**
- **albero dei viventi e albero genealogico (Darwin)**
- **anelli di fumo e anello benzenico (Friedrich August Kekule)**
- **sogni e pittogrammi o geroglifici (Freud)**
- **computer e fisiologia del cervello**
- **fisiologia del cervello e computer**

**Un rifiuto totale dell'uso delle analogie nella scienza è alla base del positivismo ottocentesco, ripreso nella fisica operativa di Bridgman, che mirava a una costruzione della fisica completamente basata sull'osservazione e su concetti definibili puramente mediante procedure empiriche.**

**Tali progetti sono falliti e ora i filosofi della scienza accettano come dato di fatto la necessità di referenti teorici non rimandabili all'osservazione per costruire anche le più semplici teorie fisiche e prendono atto del ruolo importante delle metafore nell'evoluzione delle discipline scientifiche.**

**Per capire il ruolo delle metafore nella prassi e nello sviluppo scientifici conviene formalizzare il concetto di metafora.**

**Vanno individuati due sistemi o situazioni: il sistema “primario” e il sistema “secondario”. Un uso metaforico del linguaggio nel descrivere il sistema primario consiste nel trasferirvi una parola o più parole normalmente usate in connessione con il sistema secondario.**

***La metafora opera trasferendo le implicazioni e le idee associate al sistema secondario a quello primario. Queste selezionano, mettono in evidenza o sopprimono le caratteristiche del sistema primario; ne mettono in evidenza aspetti nuovi; il sistema primario è “descritto attraverso” la struttura del sistema secondario.***

**Mary Hesse**

# dalla metafora al modello

**In una teoria scientifica il sistema primario è il dominio dell'*explanandum*, descritto nel linguaggio osservativo; il secondario è un *modello* del sistema, descritto con il linguaggio osservativo o con il linguaggio di una teoria familiare, sulla quale è costituito il modello:**

- ▷ **il suono (sistema primario) si propaga con moto ondulatorio (preso da un sistema secondario)**
- ▷ **i gas (sistema primario) sono collezioni di particelle solide che si muovono in modo casuale (sistema secondario)**

**Nei contesti scientifici sia il sistema primario che quello secondario possono essere altamente organizzati da reti di leggi naturali.**

**Nella scienza i modelli, come le metafore, sono introdotti allo scopo di comunicare qualcosa.**

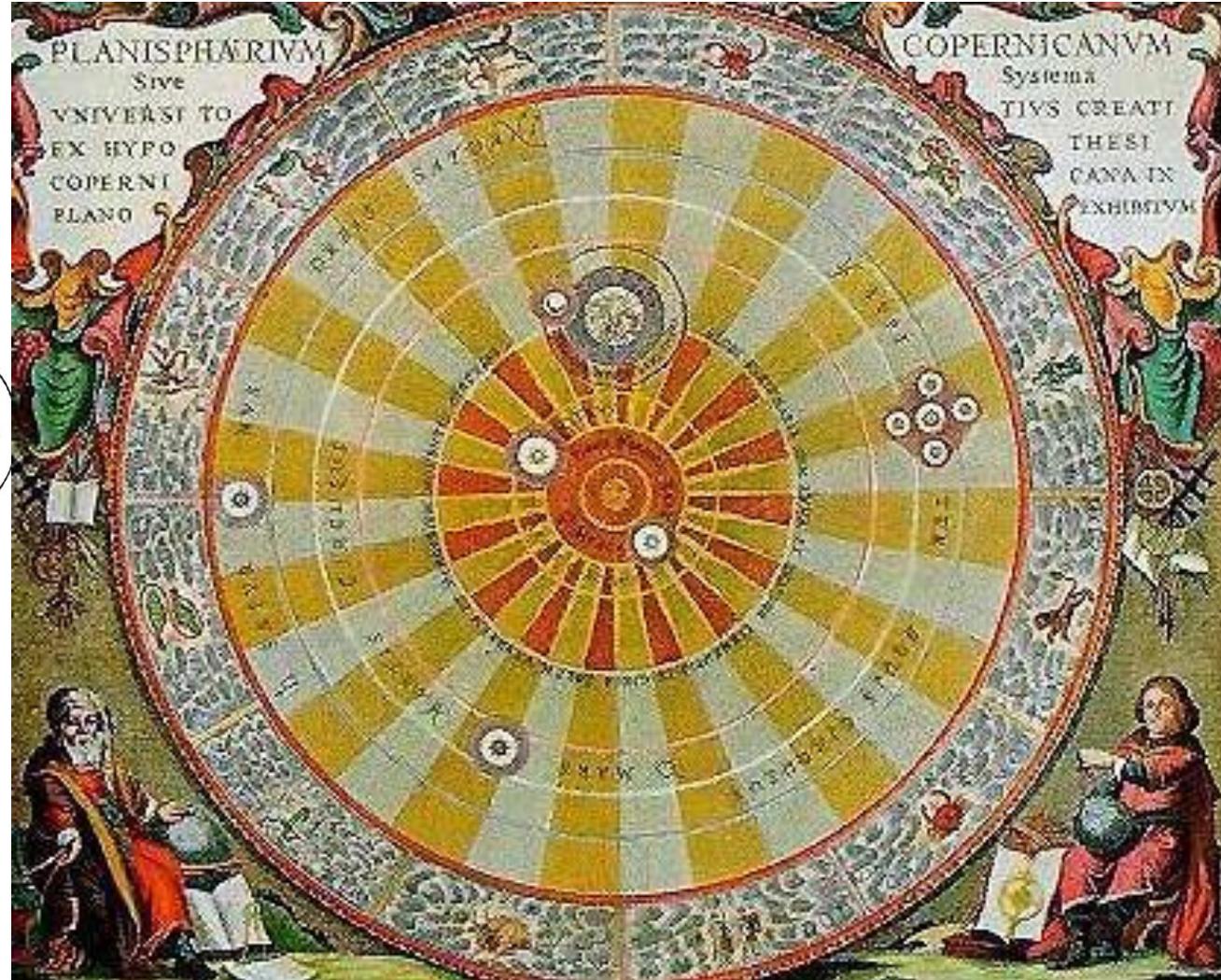
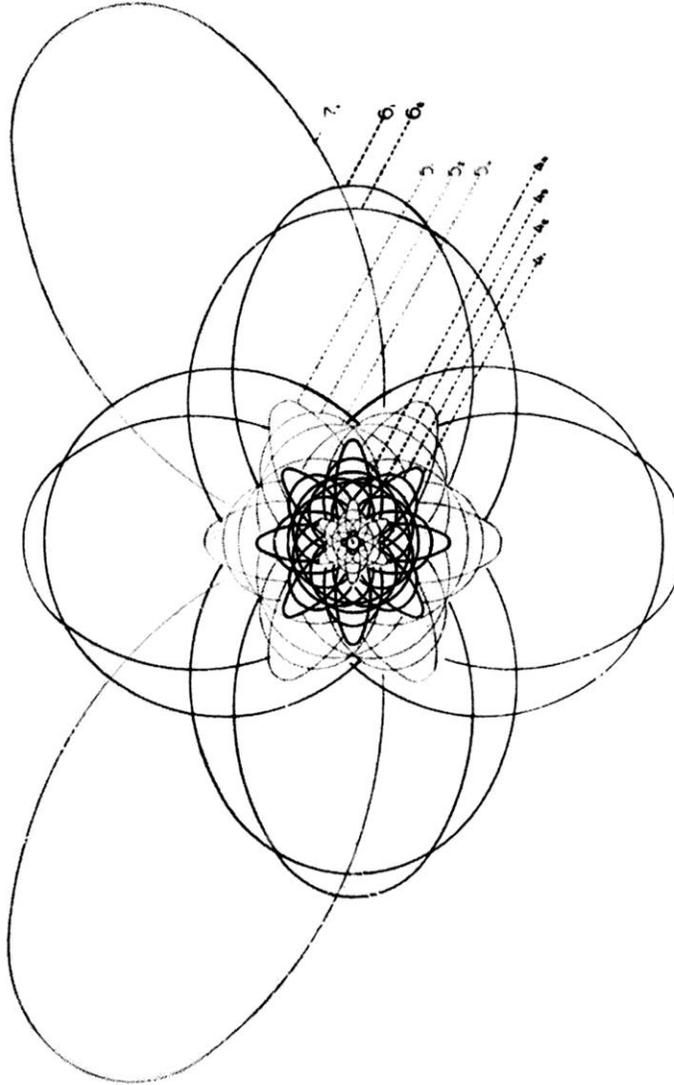
**Se qualche scienziato sviluppa una teoria utilizzando un modello, non lo considera una forma di linguaggio privato, ma lo concepisce come una componente della sua teoria.**

**Né lo scienziato può, o ha bisogno, di esplicitare tutte le idee associate al modello che utilizza; altri ricercatori “afferrano” le implicazioni del modello — infatti a volte considerano insoddisfacente la teoria proprio perché alcune implicazioni che chi ha introdotto il modello non ha analizzate, o neppure concepite, risultano empiricamente false.**

**I modelli, come le metafore, presentano analogie fra il primario e il secondario, ma anche sostanziali diversità:**

- **proprietà del secondario valide anche nel primario sono *analogie positive* del modello**
- **proprietà del secondario che non appartengono al primario sono *analogie negative* del modello**
- ***analogie neutre*: un aspetto importante dell'uso dei modelli nella scienza è costituito dal fatto che vi sono in genere delle proprietà del modello di cui non si sa ancora se rappresentino delle analogie positive o negative; sono proprio queste le proprietà più interessanti, perché permettono di compiere nuove predizioni.**

# il modello copernicano del sistema solare e il modello atomico nucleare



**il principale elemento relazionale è la struttura causale data dalla forza centrale**

**relazioni significative in analogia positiva**

**elementi: sole, pianeti**

**nucleo, elettroni**

**attrazione: fra sole e pianeti**

**fra nucleo e elettroni**

**rapporto di massa: sole >> pianeti**

**nucleo >> elettroni**

**moto: pianeti attorno al sole**

**elettroni attorno al nucleo**

**relazioni non significative**

**rapporto di temperatura: sole >> pianeti**

**interazione fra pianeti: sempre attrattiva**

**struttura dei pianeti: tutti differenti**

**presenza di satelliti per i pianeti**

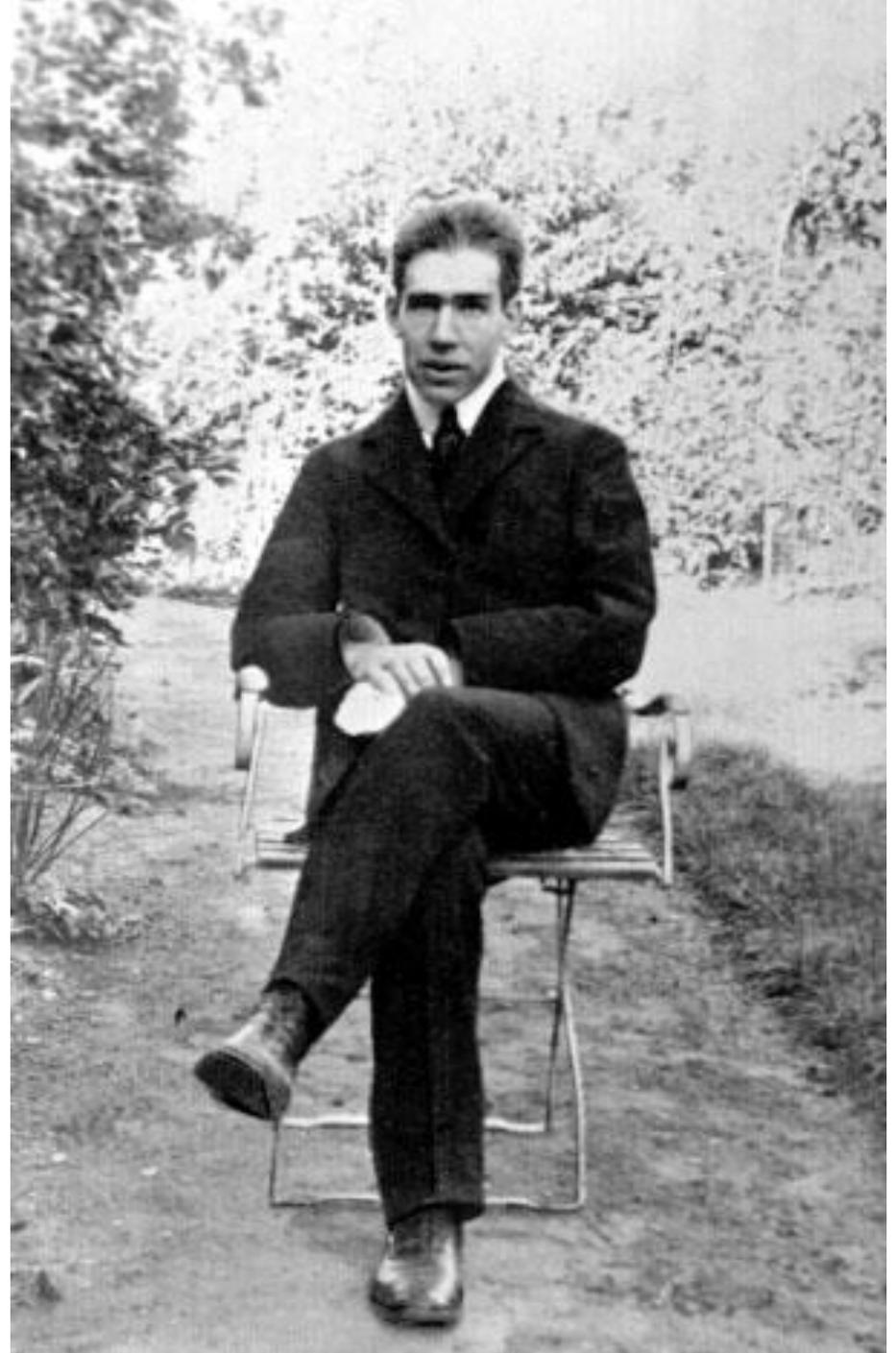
**L'analogia fra un sistema planetario e il modello atomico permette di individuare immediatamente differenze essenziali fra i due sistemi:**

***I moti dei corpi in un sistema planetario, anche se obbediscono alla legge generale di gravitazione, non saranno completamente determinati da questa legge da sola, ma dipenderanno in larga parte dalla storia precedente del sistema... Se un giorno un corpo estraneo abbastanza grande dovesse attraversare il nostro sistema solare, noi dovremo aspettarci fra gli altri effetti che da quel giorno la lunghezza dell'anno sia differente dal valore attuale.***

***Nel caso degli atomi la situazione è completamente diversa. Le proprietà definite e immutabili degli elementi richiedono che lo stato di un atomo non possa subire cambiamenti permanenti a causa di azioni esterne. Non appena l'atomo è lasciato di nuovo a se stesso, le sue particelle costituenti devono muoversi in un modo completamente determinato dalle cariche elettriche e dalle masse delle particelle.***

***La cruciale differenza  
dinamica fra i due sistemi  
impone per la descrizione  
degli atomi il superamento  
della fisica classica e il  
ricorso alla teoria dei  
quanti***

**Niels Bohr 1913**



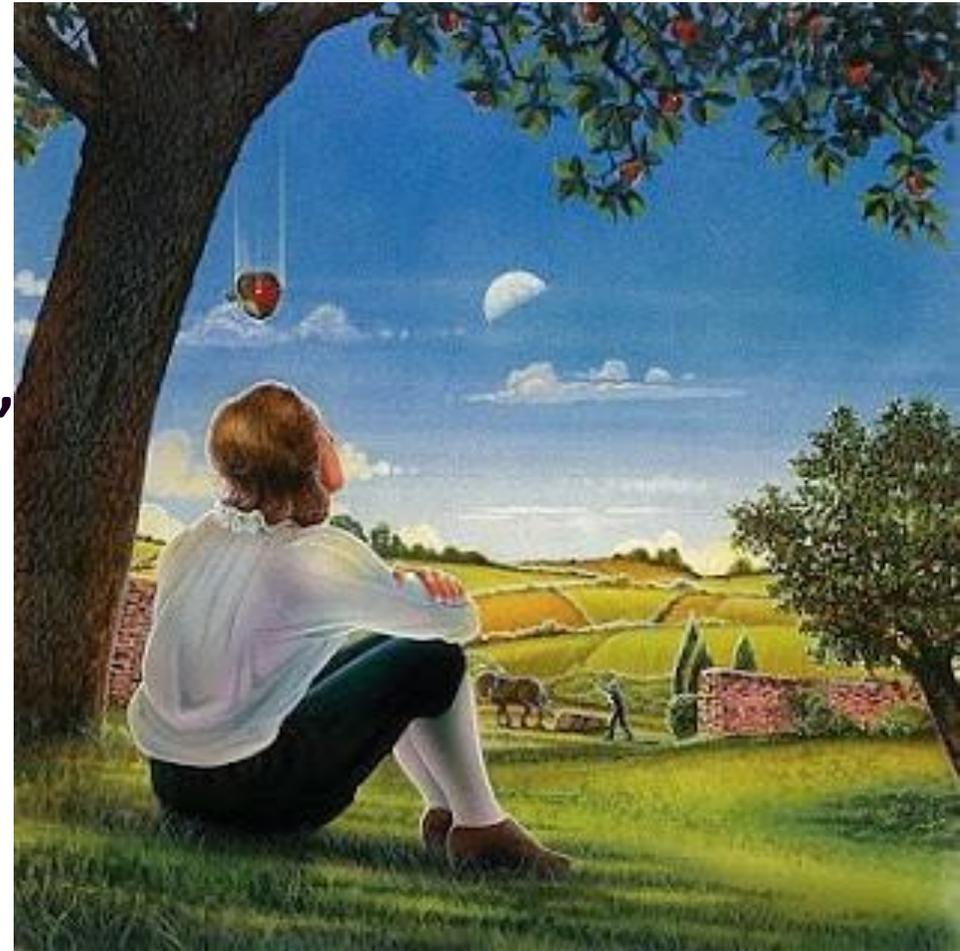
# **metafora scientifica felice**

- **è comprensibile**
- **crea analogie con altre discipline, permettendo una “fertilizzazione incrociata”**
- **l’uso semantico non entra mai in conflitto con il senso empirico e la notazione formale**
- **è coerente matematicamente**
- **possiede potere predittivo**
- **suggerisce una rappresentazione iconica**

# **metafora felice: la legge di gravitazione**

**analogia fra la mela che cade  
dall'albero in terra e la Luna che  
“cade” sulla Terra**

- si estende ai pianeti che “cadono”  
sul Sole**
- porta alla legge universale e alla  
formulazione matematica**
- spiega dinamicamente le leggi di  
Keplero**



# metafora felice: la macchina termica di Sadi Carnot (1824)

analogia fra l'acqua che cade in una cascata e il calore che passa da un serbatoio caldo a uno freddo in una macchina termica

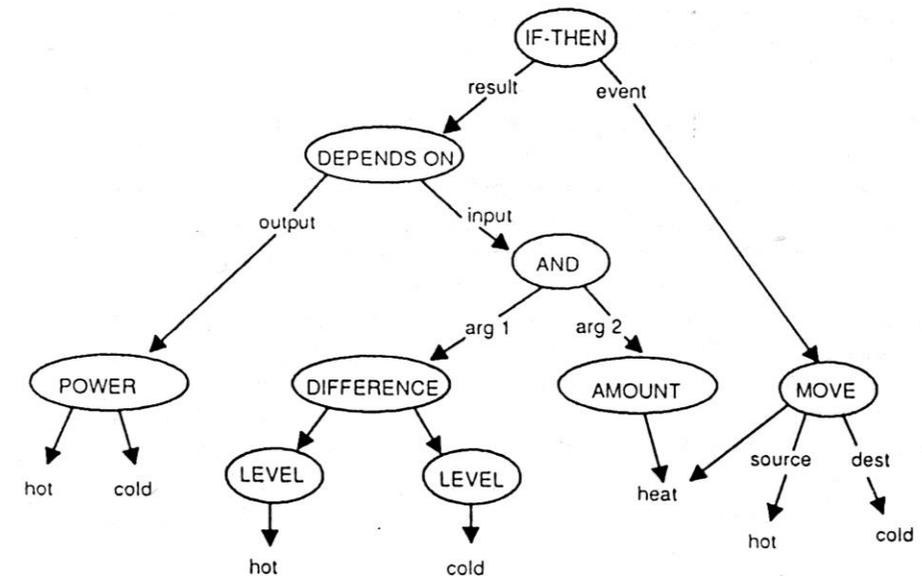
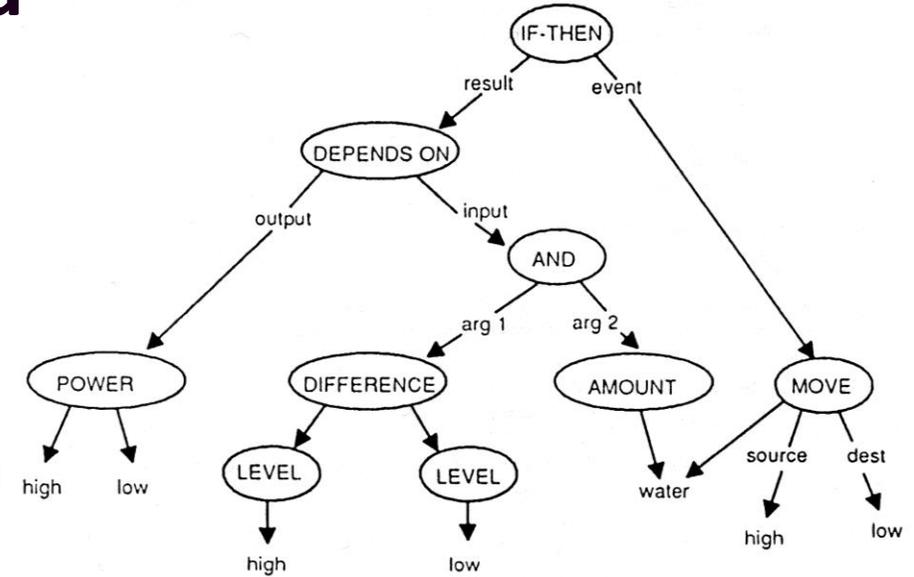


Figure 20.1. Carnot's analogy: the common relational structure for water and heat.

- definisce il ciclo termico ideale
- porta al secondo principio della termodinamica
- contribuisce alla definizione del concetto di energia e al principio di conservazione dell'energia

# una metafora “felice” in fisica e chimica: lo *spin* dei sistemi microscopici

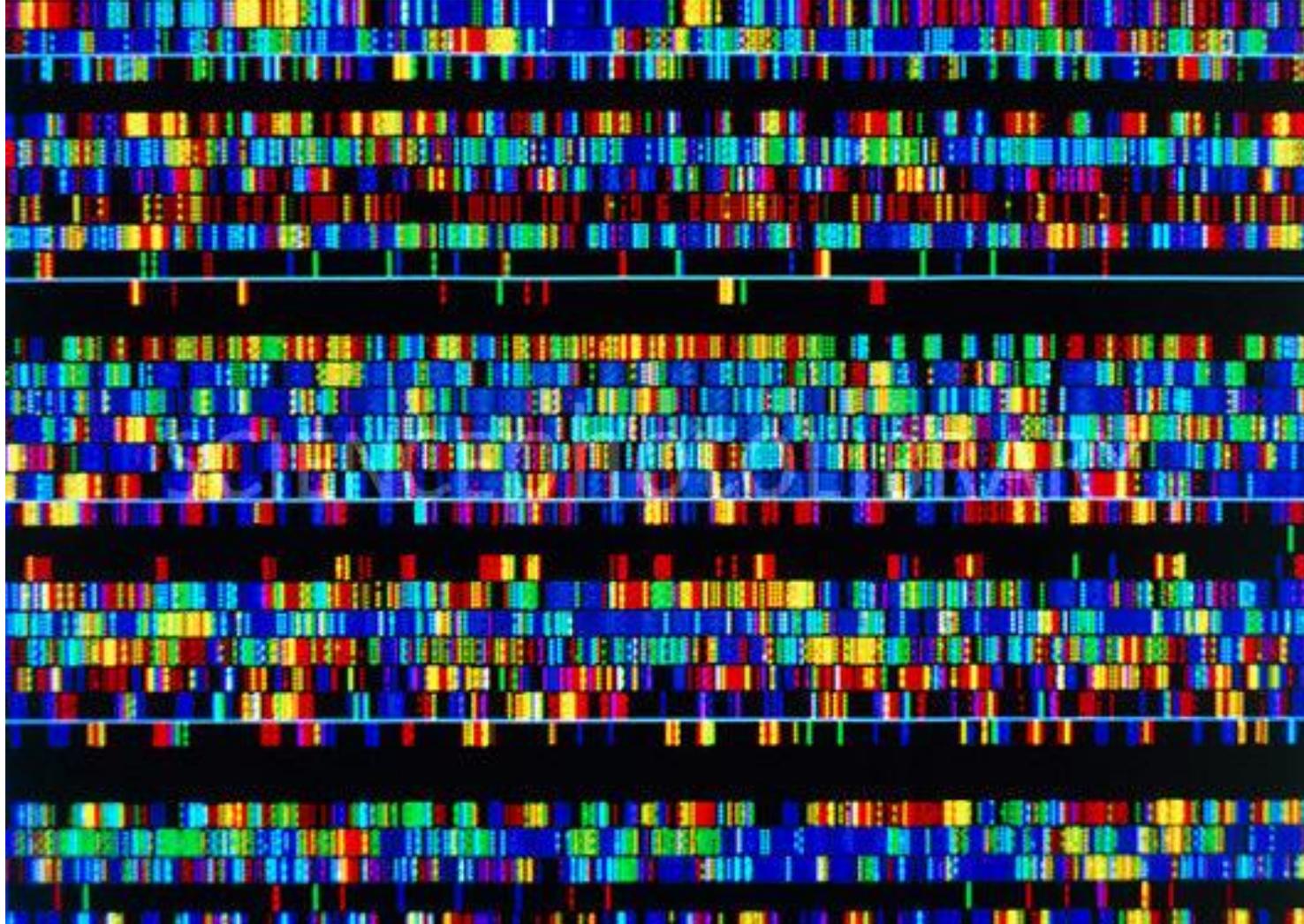
una grandezza senza corrispondenza classica  
associata metaforicamente  
a una “rotazione” intrinseca

- l'uso semantico non entra mai in conflitto con il senso fisico e la notazione formale
- coerenza matematica
- spiegazione di fenomeni non compresi
- spiegazione del comportamento statistico dei microsistemi
- previsione di fenomeni nuovi



# la doppia elica

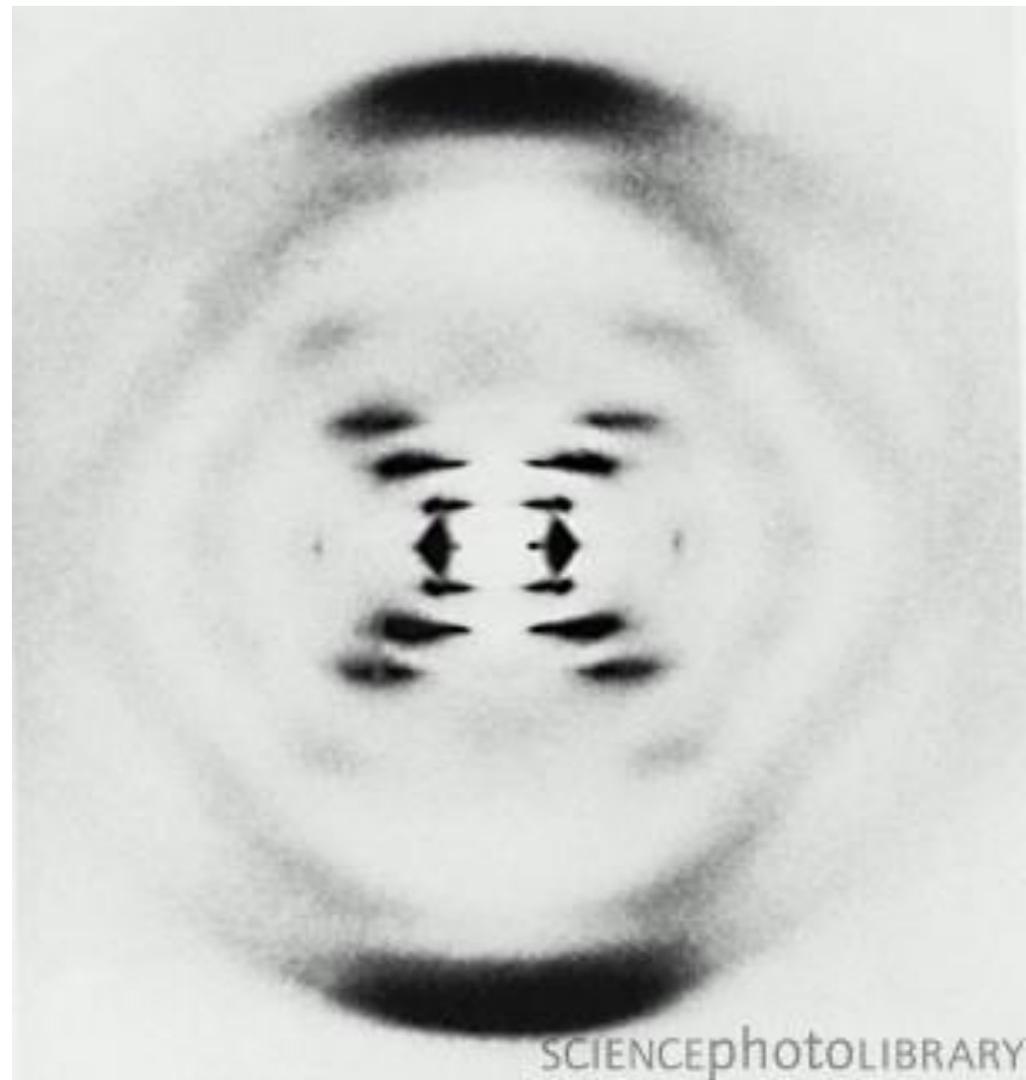
- **contesto scientifico: la struttura molecolare dei geni**
- **problema specifico: struttura e funzioni del DNA**



# Erwin Schrödinger's "code script"

Nel 1944, Schrödinger pubblicò *Che cos'è la vita?* in cui discuteva i principi fisici alla base dei processi biologici. Introdusse l'idea di un "codice di scrittura" che potesse spiegare come le informazioni genetiche vengono immagazzinate e trasmesse. Questo concetto fu importante perché spinse gli scienziati a pensare all'informazione biologica in modo strutturato e fisico.





**Rosalind Franklin accoglie la metafora proposta da Schrödinger del codice genetico come un cristallo aperiodico e studia il DNA con tecniche cristallografiche**

# Molecular structure of nucleic acids

J.D. Watson, F.H.C. Crick, *Nature* 25 April 1953

introducono l'acronimo DNA per l'acido deossiribonucleico

- questa struttura ha *due catene elicoidali*, entrambe con lo stesso asse
- le due catene sono collegate da una diade di basi ortogonali all'asse
- le basi sono adenina, timina, citosina e guanina (A, T, C, G)
- gli accoppiamenti nelle diadi sono fissi



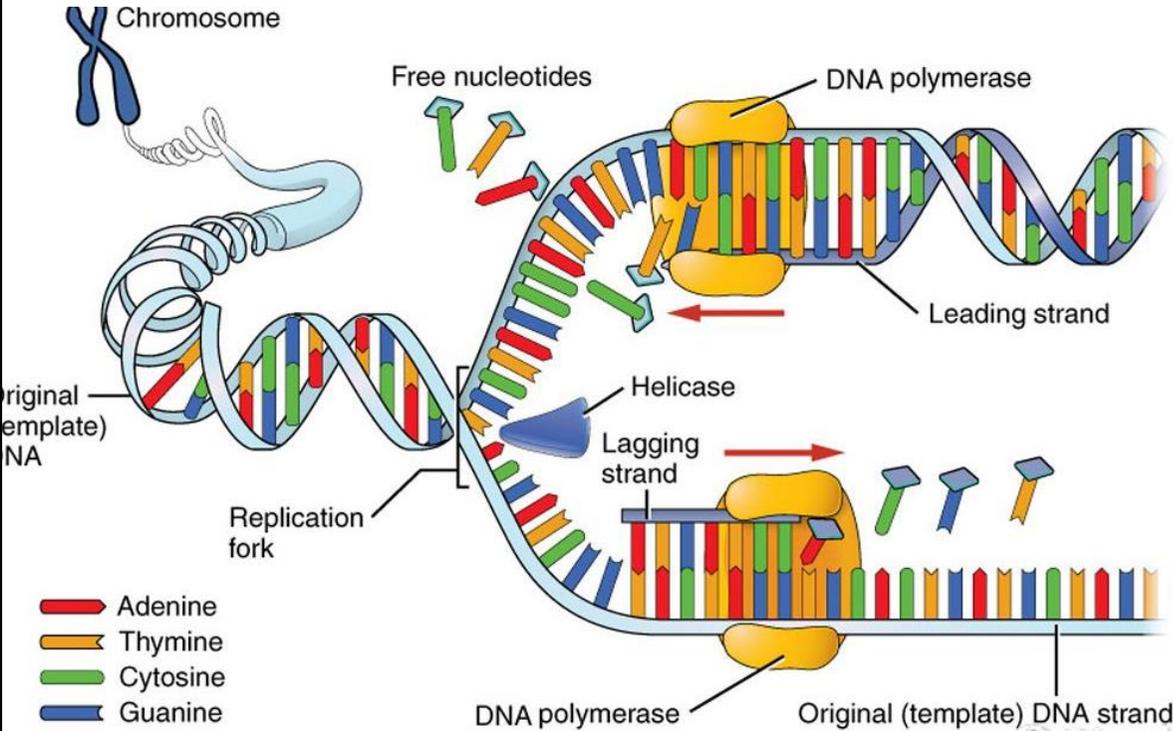
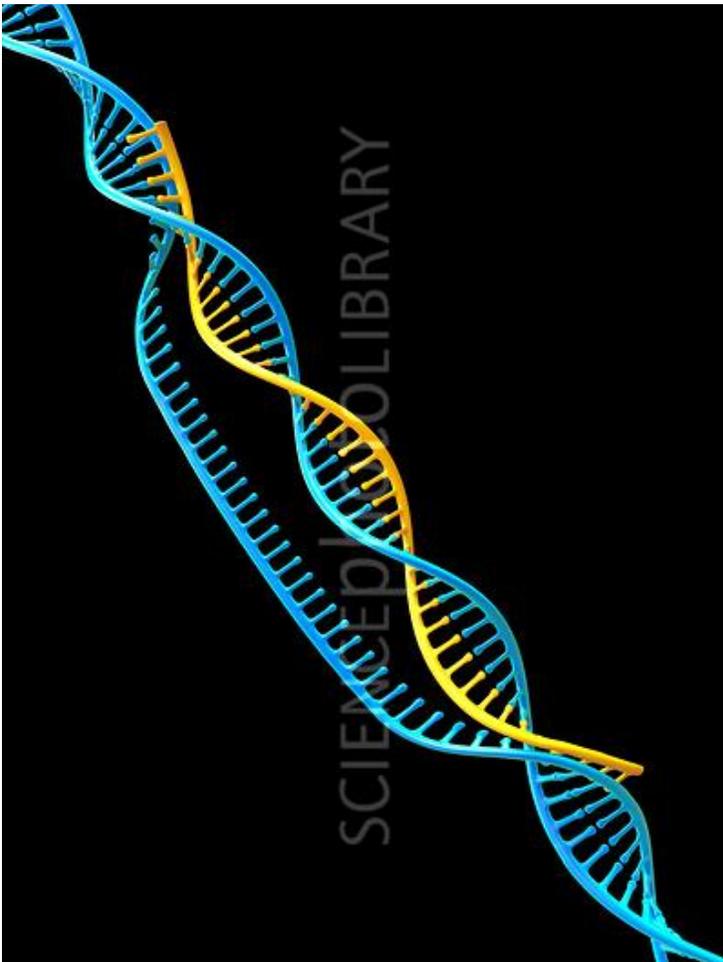
# una metafora felice

- nasce come struttura geometrica
- permette l'individuazione del meccanismo di copiatura del DNA
- agevola la comunicazione fra biologi
- permette rappresentazioni grafiche di processi biologici
- entra nell'immaginario comune
- icona culturale del XX secolo
- ispiratrice di filosofi e artisti



This figure is purely diagrammatic. The two ribbons symbolize the two phosphate-sugar chains, and the horizontal rods the pairs of bases holding the chains together. The vertical line marks the fibre axis

*it has not escaped our notice that the specific pairing we have postulated immediately suggests a possible copying mechanism for the genetic material*



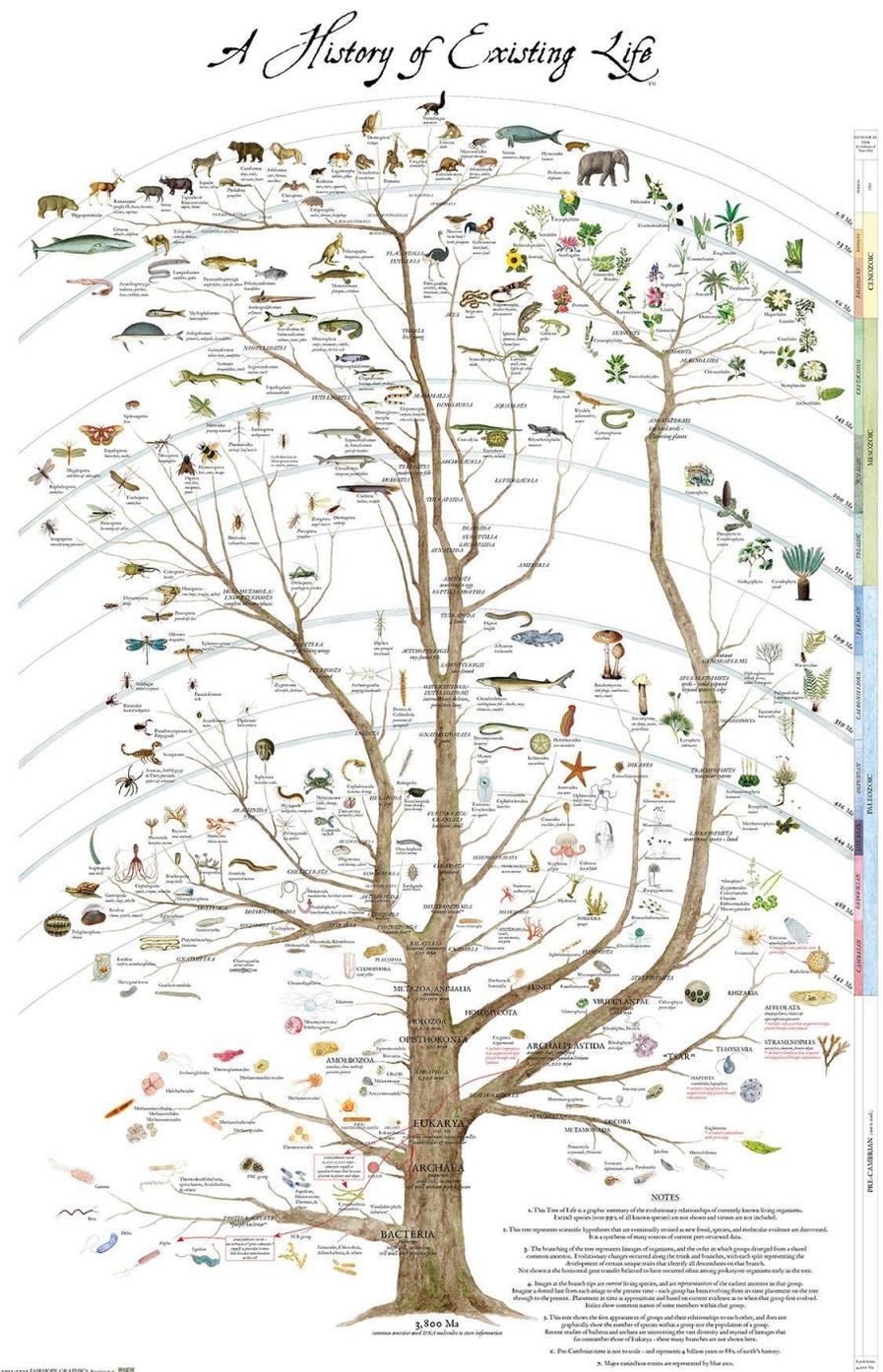
# **metafora infelice**

- **arbitrarietà della scelta**
- **la simbologia scompare nella formulazione matematica**
- **inconsistenza interna**
- **conseguenze incongruenti**
- **difficile estendere l'analogia**
- **inconsistenza con aspetti fisici**
- **interferenza con aspetti culturali e sociali**

# metafora infelice: l'albero della vita

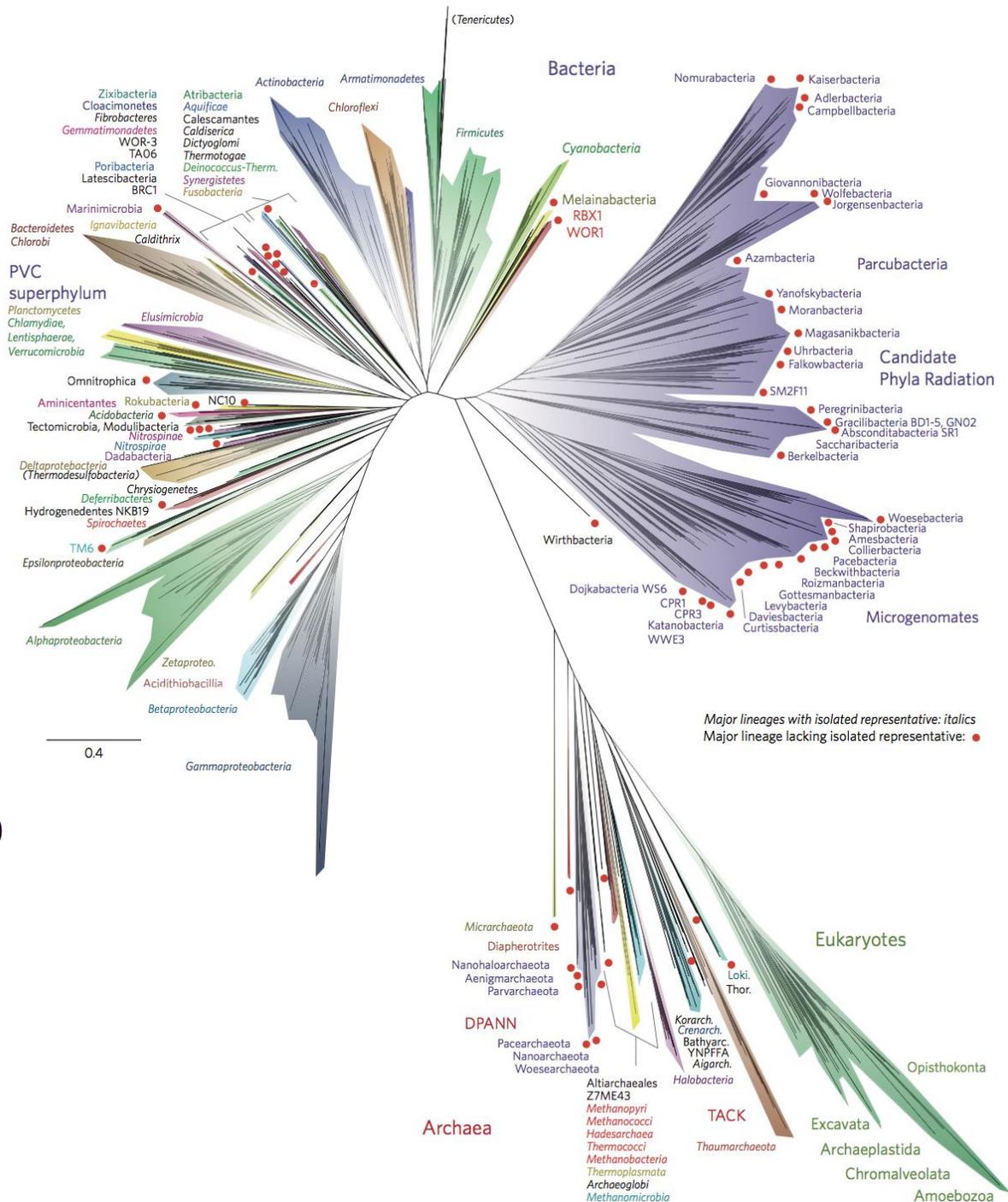
*The affinities of all the beings of the same class have sometimes been represented by a great tree. I believe this simile largely speaks the truth.*

**Charles Darwin, 1859**



metafora infelice:  
 l'albero della vita  
 suggerisce l'idea  
 di un'unica linea  
 filogenetica di tutti  
 i sistemi biologici

meglio un "cespuglio"  
 di archea, batteri e  
 eucarioti, che evolvono  
 in modo indipendente



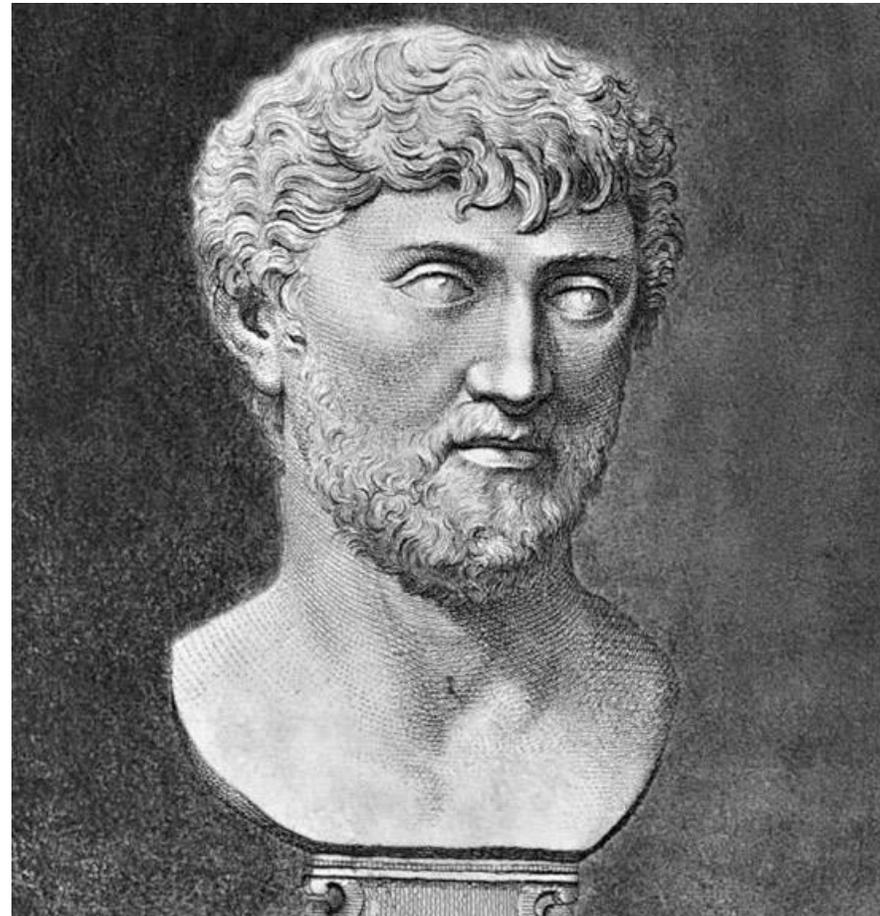
# una metafora infelice in fisica: il colore dei quark

- problema:
  - la carica della forza nucleare “forte” ha una natura ternaria
- le particelle osservabili sono neutre rispetto a tale carica
- scelta la metafora “colore” perché ci sono tre colori fondamentali e la combinazione dei tre colori dà il bianco (colore “neutro”)
- arbitrarietà della scelta analogica
- arbitrarietà nell’attribuzione specifica
- i colori dei quark cambiano continuamente:
  - ▷ il colore non è una grandezza osservabile
  - ▷ il colore non è misurabile
- la simbologia scompare nella formulazione matematica (gruppo SU3)



***Proinde colore cave contigas semina rerum,  
ne tibi res redeant ad nilum funditus omnes  
Nullus enim color est omnino materiai corporibus,  
neque par rebus neque denique dispar.***

**Lucrezio**



# Metafore nella comunicazione della scienza

Gli aspetti metaforici e non esplicitabili del linguaggio sono alla base della disseminazione nella società del significato delle acquisizioni della scienza

Hieronymus Bosch,  
*estrarre la pietra della follia*, 1501



# limiti della metafora “segreti della natura” nella comunicazione

- rimangono aspetti naturali arcani, non affrontabili razionalmente
- per svelare i segreti naturali occorrono poteri straordinari
- mito della “scoperta”
- la conoscenza naturale frutto dell'intuizione di un “genio–superuomo–mago” e non del paziente lavoro di ricerca
- la conoscenza scientifica è monopolio di una corporazione autonoma di specialisti
- gli scienziati mantengono segreti agli “estranei” certi risultati
- atteggiamento di distacco e superiorità  
*odi profanum vulgum et arceo*

Generative AI, *segreti della natura*



## [78] Qui conta d'uno filosofo molto cortese di volgarizzare la scienza.

Fue uno filosofo, lo quale era molto cortese di volgarizzare la scienza a' signori, per cortesia, e ad altre genti.

Una notte li venne in visione che li pareva vedere le dee della scienza a guisa di belle donne: e stavano al bordello e davansi a chi le volea. Et elli vedendo questo si maravigliò molto e disse: "*Che è questo? Non siete voi le dee della scienza?*"

Et elle rispuosero: "*Certo sì.*" -- "*Com' è ciò? Voi siete al bordello?*"

Et elle rispuosero: "*Ben è vero: perché tu se' quelli che vi ci fai stare!*"

Isvegliossi, e pensossi che volgarizzare la scienza si era menomare la deitade. Ritràsesine e pentésì fortemente.

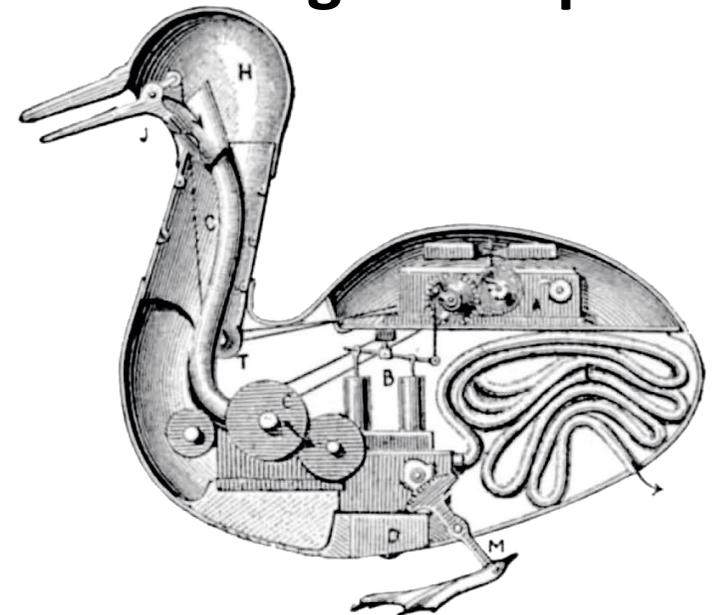
E sappiate che tutte le cose non sono licite a ogni persona.

*il Novellino (fine del duecento)*

# limiti della metafora “la macchina del mondo” nella comunicazione

- **riduzionismo materiale: ogni sistema naturale si può scomporre in elementi fondamentali le cui sole proprietà determinano completamente il sistema**
  - ▷ non autonomia dei sistemi complessi
  - ▷ perdita aspetti globali
- **riduzionismo epistemologico: si può ricondurre ogni disciplina a una sola metodologia fondamentale**
- **determinismo meccanicistico**
- **semplificazionismo lineare**

Jacques de Vaucanson, *Anatra digeritrice*,  
segundo Cartesio, che assimilava gli animali  
a meccanismi



**La divulgazione scientifica fa grande uso, e spesso abuso, di metafore, stretta com'è fra le problematiche scientifiche sempre più lontane dall'esperienza quotidiana e il ridotto alfabetismo scientifico della maggioranza dei destinatari della comunicazione.**

**Il problema è reso ulteriormente complesso dalle metafore introdotte dagli stessi scienziati e passate nel patrimonio della comunicazione scientifica.**

**Pericoloso trasferire immediatamente al pubblico le metafore sviluppate degli scienziati nella fase creativa.**

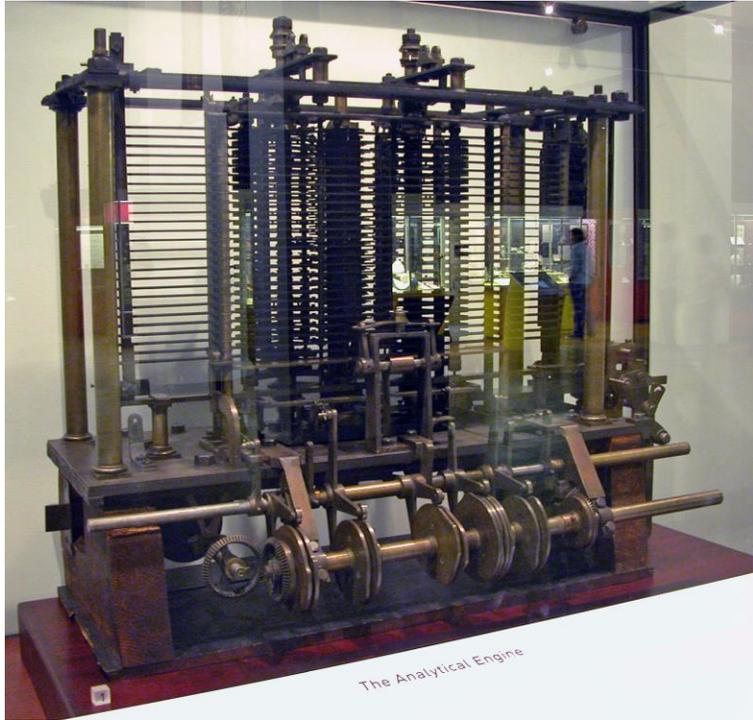
**Tali metafore non portano con sé una chiara demarcazione dell'area di legittimità: sono strumenti efficaci per gli scienziati, ma potenziali fonti di errore per gli studenti e il pubblico.**

**Gli scienziati di frontiera, ove vengono sviluppate la terminologia e le nuove immagini, parlano soprattutto con altri scienziati al loro livello di comprensione: per questo il loro linguaggio esce dal regno del linguaggio naturale con le sue proprietà.**

**La differenza di linguaggio riflette in realtà una diversa visione del mondo, per cui non si tratta solo di un problema di traduzione.**

**Senza dare preminenza a un programma di adattamento di queste visioni del mondo, l'insegnamento e la divulgazione della scienza rischiano di restare del tutto superficiali.**

# la "macchina analitica" e il telaio Jacquard



*la Macchina Analitica tesse funzioni algebriche come il telaio Jacquard tesse foglie e fiori*

Ada Lovelace (Byron), 1837

***Per capire meglio di che cosa si tratta, facciamo quattro passi nella relatività generale. In base a questa teoria la massa curva lo spazio-tempo, in modo simile a un oggetto che curva un lenzuolo su cui viene posto...***

***Se la materia in questione è in movimento, allora ci possiamo aspettare una perturbazione oscillatoria dello spazio-tempo, come le onde che increspano la superficie di uno stagno su cui si sposta un oggetto. Nel regno dello spazio-tempo, queste perturbazioni oscillatorie sono chiamate onde gravitazionali***

**Giovanni Spataro, Le scienze 11 febbraio 2016**

***La rilevazione diretta delle onde gravitazionali ha iniziato ad aprire una nuova finestra sull'universo, ma per poterla davvero spalancare serviranno decenni, se non secoli. La realizzazione di “telescopi gravitazionali” presenta infatti sfide tecnologiche estreme.***

***Un secolo fa, quando Albert Einstein per la prima volta aveva previsto l'esistenza delle onde gravitazionali - sottili increspature nello spazio-tempo prodotte da oggetti massicci che sfrecciano nel cosmo - aveva immaginato che non sarebbero mai state osservate. Anche se gli echi di lontane sinfonie celesti si propagano attraverso il tessuto profondo della realtà, Einstein pensava che le loro eteree armonie fossero destinate a rimanere inascoltate per l'eternità.***

**Lee Billings, Le Scienze 20 febbraio 2016**

# **metafore nella comunicazione del DNA**

***a reality beyond metaphor: no mere tool devised by humans  
has the complexity of representation found in the genome***

**David Baltimore, 2000**

**La divulgazione del DNA ha molto beneficiato del potenziale estetico della sua struttura. Un senso di bellezza deriva dalla sottile combinazione delle forme rotonde della doppia elica e dalla sensazione di infinito suggerita dalle due lunghe catene di desossiribosio e acido fosforico unite a formare la struttura del sale.**

**I non esperti di biochimica potrebbero quindi associare a una molecola complessa una struttura visivamente piacevole e facile da ricordare.**

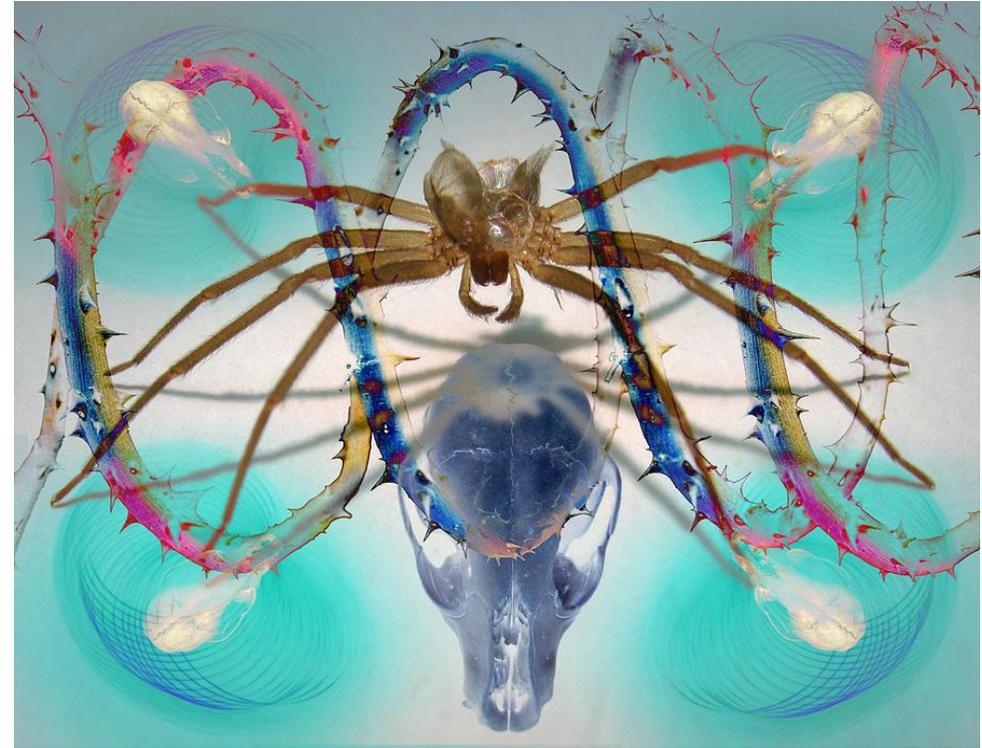
# Salvador Dalí

*Galacidalacidesoxyribonucleicacid, La escalera de Jacob, La estructura del ADN, Árabes aciddesoxiribonucleics, Paisaje de mariposa, El gran masturbador en paisaje surrealista con AND*

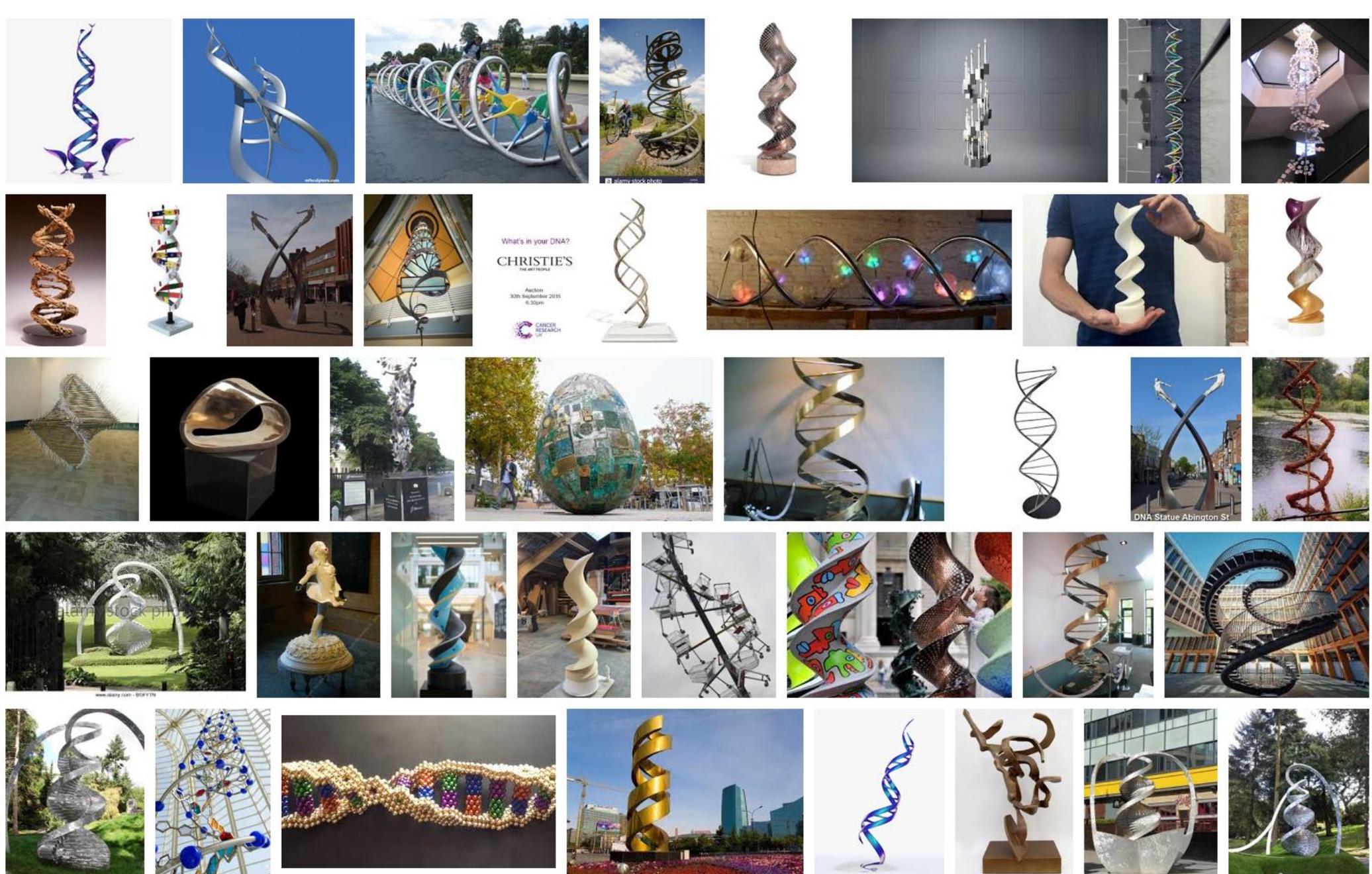


# metafore nella comunicazione del DNA

- blueprint
- chemical building block
- life-bearer molecule
- master molecule
- alphabet of life
- book of life
- computer code of life
- symphony of life
- sacred molecule
- philosopher stone
- user guide to build a living being
- Mona Lisa of modern science



- DNA: the web which spins the spider
- the language in which God created life



# **problemi nella comunicazione del DNA**

- rischio di presentare la genetica in modo deterministico; il comportamento umano e le caratteristiche del carattere (alcolismo, criminalità, aggressività, ecc.) possono apparire dettati dal DNA, e quindi modificabili in laboratorio.**
- rischio di non esprimere adeguatamente il contesto umano in cui si sviluppano la scienza e la tecnologia perdendo i valori sociali e culturali.**
- rischio di eccedere nel “successo” del modello, a scapito del necessario spirito critico**

**Troppo spesso nella divulgazione scientifica si cerca di ottenere attenzione o comprensione banalizzando metafore.**

**Ciò è tanto controproducente quanto non spiegare i confini propri delle metafore corrette.**

**In ogni caso la metafora ha limiti espliciti e impliciti, e poiché la metafora è sempre contingente al contesto, i suoi limiti cambiano con spostamenti del contesto.**

# **Problema di fondo delle metafore per la comunicazione scientifica**

- l'efficacia e la forza delle metafore linguistiche e letterarie si basano sull'esistenza di un immaginario condiviso**
- non esiste un immaginario condiviso per le discipline scientifiche su cui possano agire in modo efficace le metafore**
  - ▷ per scienziati di discipline diverse**
  - ▷ per il pubblico generale**

# **criteri per l'uso di metafore nella comunicazione scientifica**

- **correttezza dei fatti**

**Ogni metafora semplifica, illustrando alcuni aspetti di un oggetto scientifico e trascurandone altri. Tuttavia, le metafore scientifiche possono essere interpretate in termini di contenuto fattuale e, in questo senso, possono essere considerate errate. Le metafore devono essere coerenti con lo stato delle conoscenze e con il grado di accuratezza scientifica richiesto in un particolare contesto.**

- **linguaggio socialmente accettabile**

**Le metafore razziste, sessiste o in altro modo offensive devono essere evitate.**

# **criteri**

- **neutralità**

**Spesso è difficile valutare la neutralità di una metafora. Va evitato un linguaggio carico di emozioni, come gli avvertimenti apocalittici e le iperboli drammatiche. Questo linguaggio può sminuire una discussione aperta e critica.**

**Può dare l'idea che si cerchi di sostenere affermazioni scientifiche con la retorica invece che con i fatti.**

- **trasparenza**

**le metafore devono essere introdotte come tali e deve esserne illustrata la connessione con aspetti specifici di un concetto scientifico, tenendo conto delle connotazioni e della performatività delle metafore scelte.**

# **“smontare” le metafore?**

**Dai principi generali noi possiamo dedurre, mediante lunghe catene prima matematiche, poi logiche, proposizioni che descrivano direttamente fatti osservabili e che possano venir formulate nel linguaggio comune, ma tali catene diventano sempre più lunghe col progredire della scienza, con passaggi di crescente difficoltà, e spesso le catene non posseggono un termine ben preciso. In pratica questa prassi è impossibile da impiegare per la comunicazione pubblica.**

# **comunicazione al pubblico:**

- **evitare metafore se ci sono formulazioni adeguate non metaforiche**
- **creare significato**
- **comunicare le idee e il contesto culturale**
- **evitare descrizioni di ingredienti specifici**
- **privilegiare le anomalie**
- **ricreare i conflitti cognitivi**
- **valorizzare i paradossi**
- **usare strumenti logici come l'argomentazione e l'inferenza**
- **raccontare "storie"**

**Anche argomenti di una certa complessità possono essere proposti con successo a un pubblico estremamente variegato per età, cultura, classe sociale, se sono presenti almeno due elementi:**

- una meditata tessitura testuale e argomentativa, consapevole delle peculiarità del mezzo della comunicazione,**
- un'accurata preparazione dei testi.**

**Nei testi, formule di ripresa e ridondanze garantiscono la coesione, anche nel caso di una fruizione discontinua; i termini più specialistici vanno introdotti in periodi lineari, accompagnati da glosse introduttive o riepilogative, magari rafforzate da elementi non verbali.**

# **comunicazione al pubblico**

***Le difficoltà di comunicare i linguaggi specialistici sono legate non tanto, o non solo, all'uso di un lessico raro, ma alla logica interna delle scienze che fa apparire le difficoltà e costituisce l'impedimento maggiore alla significazione.***

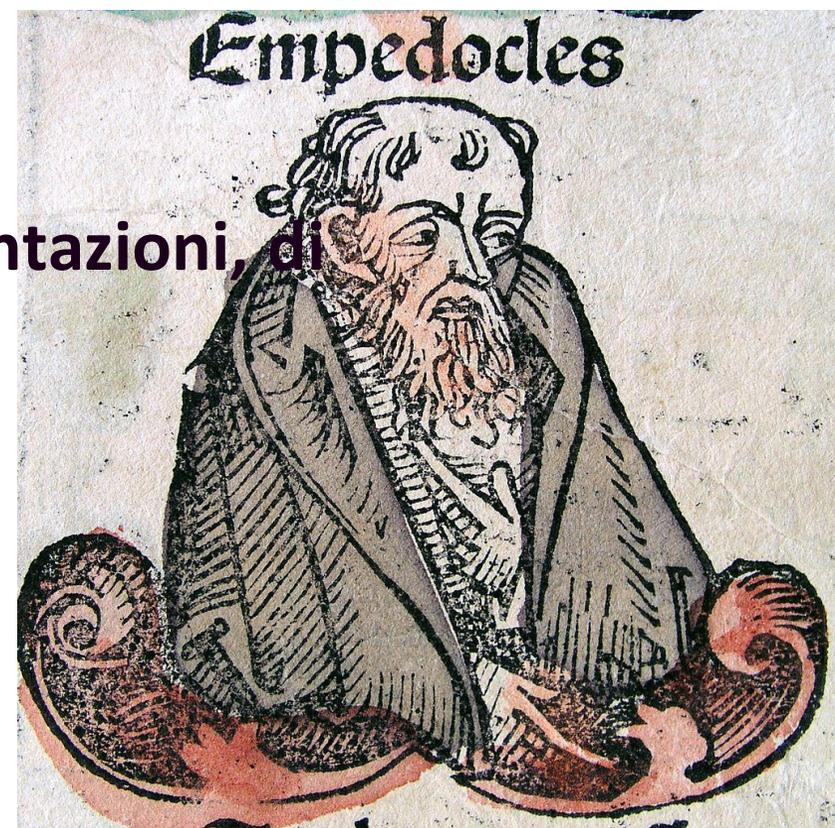
***Il segreto della divulgazione risiede nel far capire dove sta il problema e perché sarebbe importante risolverlo, perché questo crea almeno l'interesse per 'come' quei problemi si risolvono***

**De Mauro, Bernardini 2003**

# Empedocle comunicatore

**mirabile capacità di produrre rappresentazioni, di animare icasticamente il pensiero con termini di confronto che sollecitino la fantasia, l'arte di dare al fisico gli occhi del poeta**

***come chi, prevedendo il cammino, appronta nella notte burrascosa una lanterna, fiamma di ardente fuoco, che faccia schermo a ogni vento; questa scarta il soffio dei venti impetuosi, e la luce filtrando fuori, quanto più è sottile lo schermo, rifulge attraverso con raggi tenaci; così in origine era stata serrata nelle membrane la fiamma primordiale ...***



**Lucrezio offre una percezione sublime anche delle cause, non solo delle impressioni. La funzione del sublime nel testo lucreziano opera in modo che, mediante il grandioso, sia dato all'ascoltatore di partecipare alla lotta incessante contro il superficiale.**



# Galileo

sceglie di scrivere opere fondamentali in “vulgare” e “vulgarissimo” ricche di immagini “mentali”



# Qualche lettura

- J.J. Bono, *Science, Discourse, and Literature: The Role of Metaphor in Science*, in S. Peterfreund (ed.), *Literature and Science*, Northeastern University Press, Boston, 1990
- J.L. Borges, *La metafora in Storia dell'eternità*, 1936
- R. Boyd, *Metaphor and Theory Change*, in A. Ortony (ed.), *Metaphor and Thought*, Cambridge University Press, Cambridge, 1993, pp. 481–532
- G. Busi e E. Loewenthal, *Mistica ebraica*, Einaudi, Torino, 2006
- D. Gentner and M. Jeziorski, *The shift from metaphor to analogy in Western science*, in A. Ortony (ed.), pp.447–480
- M. B. Hesse, *Modelli e analogie nella scienza (1966)*, Feltrinelli, Milano, 1980
- G. Holton, (1986). *The Advancement of Science, and its Burdens*, Harvard University Press, Cambridge, 1986

- S. Lienhard, *History of Classical Poetry Sanskrit-Pali-Prakit*, in J. Gona (ed.), *A History of Indian Literature III.1*, Harrassowitz, Wiesbaden, 1984
- A. Pascolini, *Metafore e comunicazione scientifica*, Conferenze e Seminari 1999-2000, Associazione Subalpina Mathesis, a cura di E.Gallo, L.Giacardi, S.Roero, Torino 2000, pp 128–14
- A. Pascolini, *Il colore delle particelle*, Multiverso, Colore, 4 (2007), pp.14–18
- Sei Shonagon, *Note del guanciaie* (circa 1000), SE, Milano, 1988
- S. Snorri, *Edda*, (circa 1200), Tea, Milano, 1997
- E. Tesauro, *Canocchiale aristotelico*, 1670
- W. Eamon, *Science and the Secrets of Nature*, Princeton, 1994
- E.J. Dijksterhuis, *Il meccanicismo e l'immagine del mondo*, 1961



a

[pascolini@pd.infn.it](mailto:pascolini@pd.infn.it)  
<http://perlascienza.eu>

X @apascolini