

Teorie e modelli nelle scienze cognitive



Corso di Principi e Modelli della Percezione

Prof. Giuseppe Boccignone

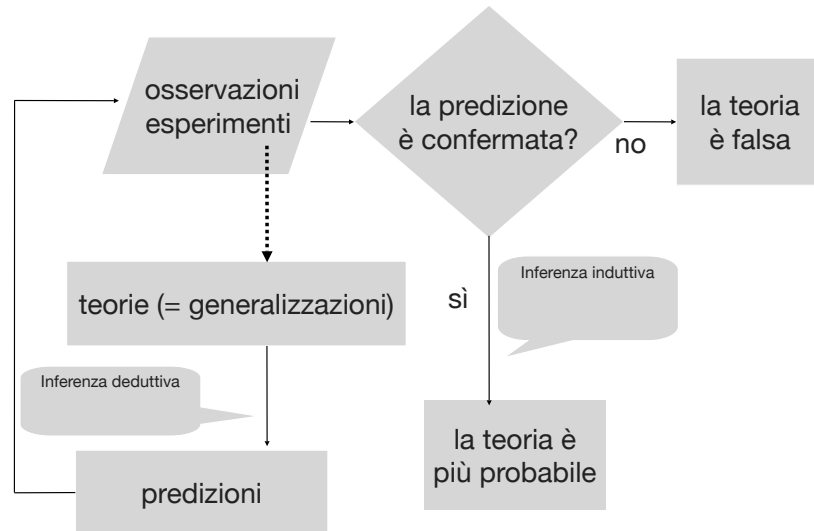
Dipartimento di Scienze dell'Informazione
Università di Milano

boccignone@dsi.unimi.it
http://homes.dsi.unimi.it/~boccignone/GiuseppeBoccignone_webpage/Modelli_Percezione.html

Teorie e modelli: filosofia della scienza //una vista “standard”

- Il metodo scientifico:
 - identifica gli oggetti e gli eventi da analizzare,
 - isola talune proprietà,
 - descrive, attraverso leggi sperimentali, le relazioni tra queste,
 - ricerca spiegazioni,
 - formula ipotesi.
- Le ipotesi vengono sottoposte a prove e, una volta accertata la loro veridicità, diventano teorie

Teorie e modelli: filosofia della scienza //il modello induttivo



Teorie e modelli: filosofia della scienza //il modello induttivo

- Le teorie scientifiche sono costituite da asserzioni universali (ipotesi, leggi, principi)
 - In fisica: i principi di Newton, le leggi di Maxwell dell'elettrodinamica, i principi della termodinamica, i principi della meccanica quantistica, ecc
 - In biologia: i principi dell'evoluzione
- Si arriva ad esse attraverso un processo di induzione, che parte da asserzioni singolari, cioè da resoconti dei risultati di osservazioni o esperimenti
- Problema (Hume): è giustificabile logicamente l'inferenza di asserzioni universali da asserzioni particolari, per quanto numerose queste siano?
 - dal fatto che molti cigni sono bianchi non si può concludere che "tutti i cigni sono bianchi"

Teorie e modelli: filosofia della scienza

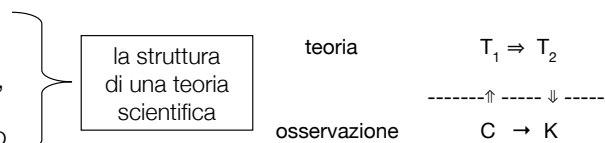
//il modello ipotetico-deduttivo

- **Neopositivisti logici** (1920-1960), una teoria scientifica è un insieme di enunciati verificabili, e si distingue pertanto da ipotesi non scientifiche come proposizioni dotate di senso si distinguono da proposizioni insensate.
 - Per ogni enunciato x , x è dotato di senso se e solo se è verificabile
- Il metodo scientifico è ipotetico-deduttivo.
 - Dalle ipotesi teoriche si derivano deduttivamente conseguenze osservative, che possono essere sperimentalmente confermate o falsificate
 - I contesti:
 - **Contesto della scoperta:** le procedure messe in atto dagli scienziati per “scoprire” le teorie scientifiche
 - **Contesto della giustificazione:** le procedure messe in atto dagli scienziati per giustificare le teorie (i.e. dimostrarne la verità)
- Il contesto della scoperta è psicologico; conta solo quello della giustificazione

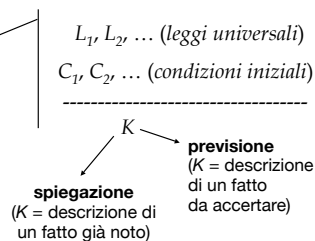
Teorie e modelli: filosofia della scienza

//il modello ipotetico-deduttivo

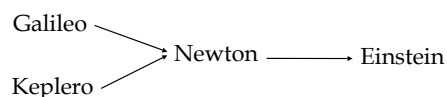
- logica (predicativa)
- teoria/osservazione
- leggi e “regole di corrispondenza”
- verifica e significato empirico



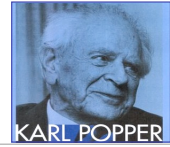
il modello
“nomologico-deduttivo”
della spiegazione
e della previsione



la crescita della scienza:
“riduzione” e “accumulazione”



Teorie e modelli: filosofia della scienza //La critica di Popper: il falsificazionismo



- Le teorie scientifiche sono costituite da asserzioni universali (ipotesi, leggi, principi)
 - Hanno forma strettamente universale: "Tutti i corvi sono neri"
 - sono esprimibili come negazioni di asserzioni strettamente esistenziali ("Non esiste alcun corvo che non sia nero")
 - Le asserzioni universali, in cui consistono le teorie, non possono essere derivate da asserzioni singolari (base), ma possono essere **controllate** da queste:
 - **le asserzioni base, ossia le asserzioni di un fatto singolare (un determinato corvo è bianco) possono servire come premesse di una falsificazione**
 - hanno la forma di asserzioni singolari esistenziali (**Esiste un corvo bianco**)
 - La negazione di un'asserzione strettamente universale ("Non tutti i corvi sono neri") equivale a un'asserzione strettamente esistenziale (per esempio, "Esiste almeno un corvo che non è nero")

Teorie e modelli: filosofia della scienza //Alcune reazioni: Kuhn



- scienza = dogmatismo (adesione ad un paradigma e sua articolazione)
- scienza normale = "soluzione di rompicapi"
- "anomalie", non confutazioni
- "conversione", non scelta fra teorie
- "mutamento concettuale" attraverso le rivoluzioni, non progresso

il conflitto tra due teorie rivali non potrà risolversi con una scelta "razionale", ma solo attraverso un processo simile alla conversione religiosa o a uno scatto gestaltico.



What were ducks in the scientist's world before the revolution are rabbits afterwards.'
(Kuhn La struttura delle rivoluzioni scientifiche 1962)

Teorie e modelli: filosofia della scienza

//Alcune reazioni: Duhem

la struttura logica di un ragionamento (previsione)
scientifico è *complessa* (sebbene spesso implicita)

ipotesi teoriche "principali": H_1, \dots, H_n

ipotesi "ausiliarie": A_1, \dots, A_i

"condizioni iniziali": I_1, \dots, I_k

proposizione osservativa: O

previsione:

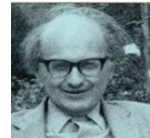
$$(H_1 \wedge \dots \wedge H_n \wedge A_1 \wedge \dots \wedge A_i \wedge I_1 \wedge \dots \wedge I_k) \rightarrow O$$

"falsificazione":

$$\neg O \rightarrow (\neg H_1 \vee \dots \vee \neg H_n \vee \neg A_1 \vee \dots \vee \neg A_i \vee \neg I_1 \vee \dots \vee \neg I_k)$$

Teorie e modelli: filosofia della scienza

//Alcune reazioni: Lakatos

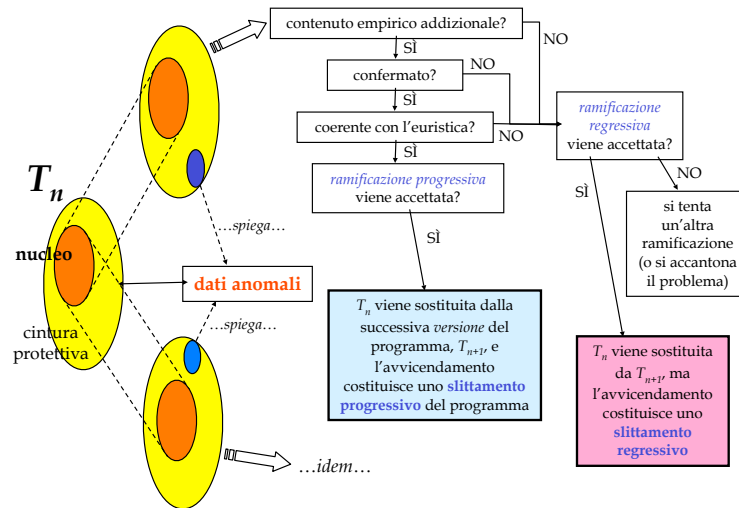
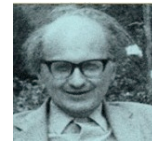


- programmi di ricerca
 - nucleo
 - cintura protettiva
 - euristica
- il valore delle predizioni
 - progresso teorico
 - progresso empirico
 - progresso euristico

non contano *né* le falsificazioni
né, in generale, le conferme...
...*solo* i cruciali esempi che confermano
il **contenuto empirico addizionale**

Teorie e modelli: filosofia della scienza

//Alcune reazioni: Lakatos



Teorie e modelli: filosofia della scienza

• Ritornando alla standard view...

• Una teoria scientifica si costituisce generalmente di tre elementi:

• Un vocabolario:

• Le proposizioni costitutive di una teoria scientifica sono rappresentate da

- (1) postulati [o assiomi o proposizioni/ipotesi fondamentali/primitive o leggi teoriche],
- (2) definizioni,
- (3) teoremi [o ipotesi/proposizioni derivate].

• Un sistema di regole di collegamento delle proposizioni teoriche alle proposizioni osservative espresse in forma di legge:

- regole semantiche (Carnap), definizioni coordinatrici (Reichenbach), definizioni operative (Bridgman), correlazioni epistemologiche (Margenau), regole di interpretazione (Northrop); e ancora, regole di trasformazione (Harré), principi ponte (Hempel), proposizioni interpretative (Hempel); proposizione di riduzione (Carnap)

• Un modello interpretativo della teoria.

Teorie e modelli: filosofia della scienza

- Hempel,
 - "una teoria scientifica può essere paragonata a una complessa rete spaziale: i suoi termini sono rappresentati dai nodi, mentre i fili che li connettono corrispondono, in parte, alle definizioni e, in parte, alle ipotesi fondamentali e derivate incluse nella teoria. L'intero sistema naviga, per così dire, sopra il piano dell'osservazione ed è ancorato a quest'ultimo da regole di interpretazione. Queste possono essere viste come funi che non sono parte della rete ma collegano certi punti della rete a specifici luoghi del piano dell'osservazione

Teorie e modelli: filosofia della scienza

//Teorie vs modelli: due sensi di modello

- (1) Un modello in senso logico è qualunque struttura astratta che renda vero un insieme di assiomi (Suppes), in cui sia definita una funzione che fa corrispondere:
 - a ogni costante e a ogni variabile del linguaggio un individuo nell'insieme O di oggetti che costituisce il dominio della teoria
 - ad ogni predicato e relazione del linguaggio opportuni sottoinsiemi di O : per esempio i predicati del linguaggio individueranno il sottoinsieme di O tale che tutti i suoi membri soddisfano la proprietà cui corrisponde il predicato in questione ("è un gas")
 - alle relazioni binarie coppie di elementi

Teorie e modelli: filosofia della scienza

//Teorie vs modelli: due sensi di modello

- (2) Rappresentazione semplificata e astratta dei fenomeni, definita dalle leggi di natura .
- Esempi:
 - La prima legge del moto e il problema dell'attrito
 - La legge della gravitazione universale, insieme alla seconda legge del moto, identificano un modello newtoniano di un sistema gravitazionale
 - La legge della molla $F = -kx$ identifica il modello del relativo sistema fisico.
 - Un pendolo semplice è un modello del pendolo reale formato da un filo non-estensibile e non soggetto ad attrito, ma i fili reali sono tutti estensibili e soggetti sia all'attrito che alla resistenza dell'aria.
 - L'astrazione da qualità e da proprietà causali reali

Teorie e modelli: filosofia della scienza

//Teorie vs modelli: due sensi di modello

- Che rapporto esiste tra modello e realtà fisica?
 - C'è un qualche tipo di somiglianza (Giere 1988)
 - Modelli = Rappresentazioni
 - Rappresentazione: S usa il modello M per rappresentare il mondo W per lo scopo P
 - C'è un qualche tipo di isomorfismo, magari parziale (realismo strutturale)
- Non c'è alcun rapporto!

Teorie e modelli: filosofia della scienza //Modelli come rappresentazioni (Giere)

- Eterogeneità dei modelli:

- modelli teorico/formali
- modelli analogici
- modelli fisici
- modelli di scala



$$\ddot{x}(t) = -\omega_0^2 x(t)$$



Teorie e modelli: filosofia della scienza //Le teorie come insiemi di modelli (Giere)

- I call my understanding of models representational because it takes models not primarily as providing a means for interpreting formal systems, but as tools for representing the world. That is not their only function, but it is, I think, the central function of models used in empirical science.
- On my interpretation, the model/theory distinction is mainly a reflection of the extent to which a branch of inquiry is guided by broad general principles.
 - Where there are such principles, as in many areas of physics and biology, the models employed often, though not always, embody these principles. Where such principles are lacking, the models employed derive principally from various mathematical techniques. In both cases, however, reasoning about the world is primarily reasoning with models.
- **It is models almost all the way up.**

Modelli nelle scienze cognitive e nella percezione

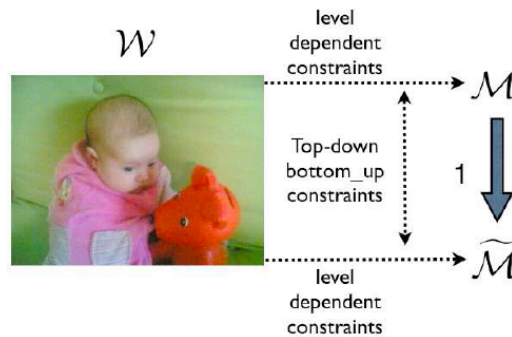
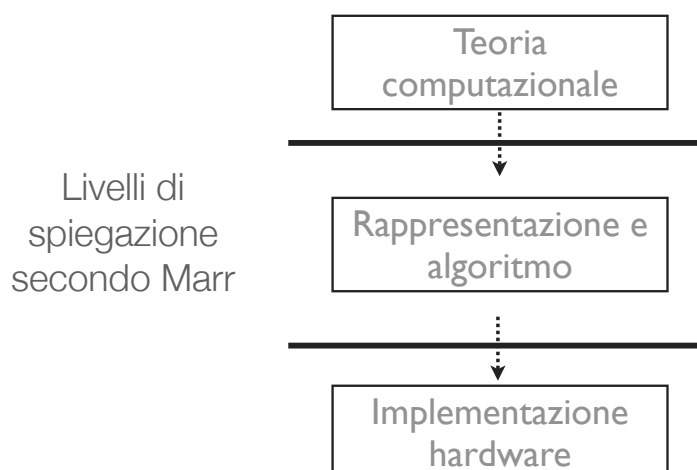
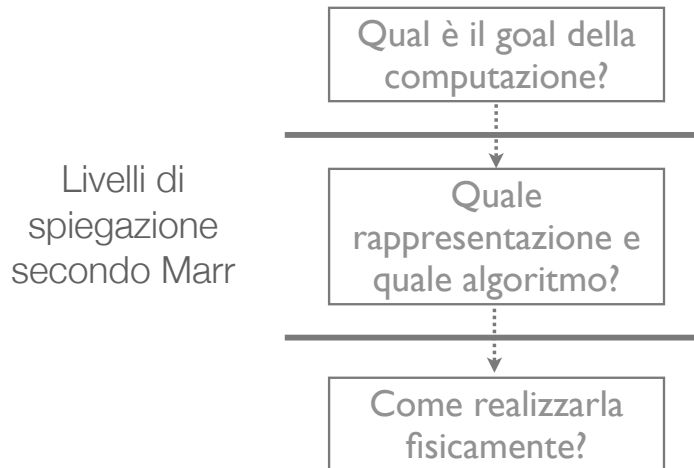


Figure 6. The world \mathcal{W} is made of objects and agents (either biological or artificial) that observe or act upon objects (and in a more complex scenario, agents interact with other agents). The cognitive scientist uses models to represent aspects of \mathcal{W} for purposes \mathcal{P} , by addressing suitable levels of explanation and by identifying appropriate constraints both for each level and between levels (top-down / bottom-up constraints). Models, e.g., the Bayesian computational model \mathcal{M} and the neural model $\tilde{\mathcal{M}}$ are the result of such a process. \mathcal{S} and $\tilde{\mathcal{S}}$ represent software simulations of models \mathcal{M} and $\tilde{\mathcal{M}}$, respectively. Arrow (1) specifies a direct reduction from \mathcal{M}

Modelli nelle scienze cognitive e nella percezione



Modelli nelle scienze cognitive e nella percezione



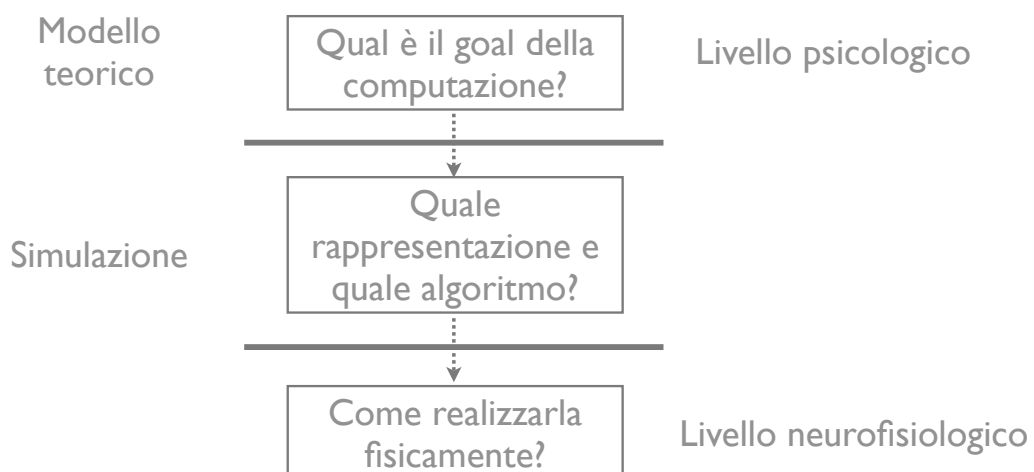
Modelli nelle scienze cognitive e nella percezione



Modelli nelle scienze cognitive e nella percezione



Modelli nelle scienze cognitive e nella percezione



Modelli nelle scienze cognitive e nella percezione

