

***Galileo nel XXI sec.***  
***( Coerenza, Complessità, Creatività)***

F.Tito Arecchi

***“Per la Diffusione in EGOCREANET [www.egocreanet.it](http://www.egocreanet.it)) “***

*Università di Firenze*

e-mail: [tito.arecchi@inoa.it](mailto:tito.arecchi@inoa.it)

homepage: [www.inoa.it/home/arecchi](http://www.inoa.it/home/arecchi)

***Firenze***  
***27 marzo 2009***

**Coerenza** = ordine a lungo raggio  
(nello spazio[visione] o nel tempo [musica] )

**Complessità** = dispiegarsi di coerenze diverse

**Creatività** = salto da un regime di coerenza a un altro

# *Come nascono le parole della scienza*

*(G Galilei, Lettera a M Welser , 1610)*

*Linguaggio  
ordinario*

*Linguaggio fisico*

**MELA**



*Sapore*

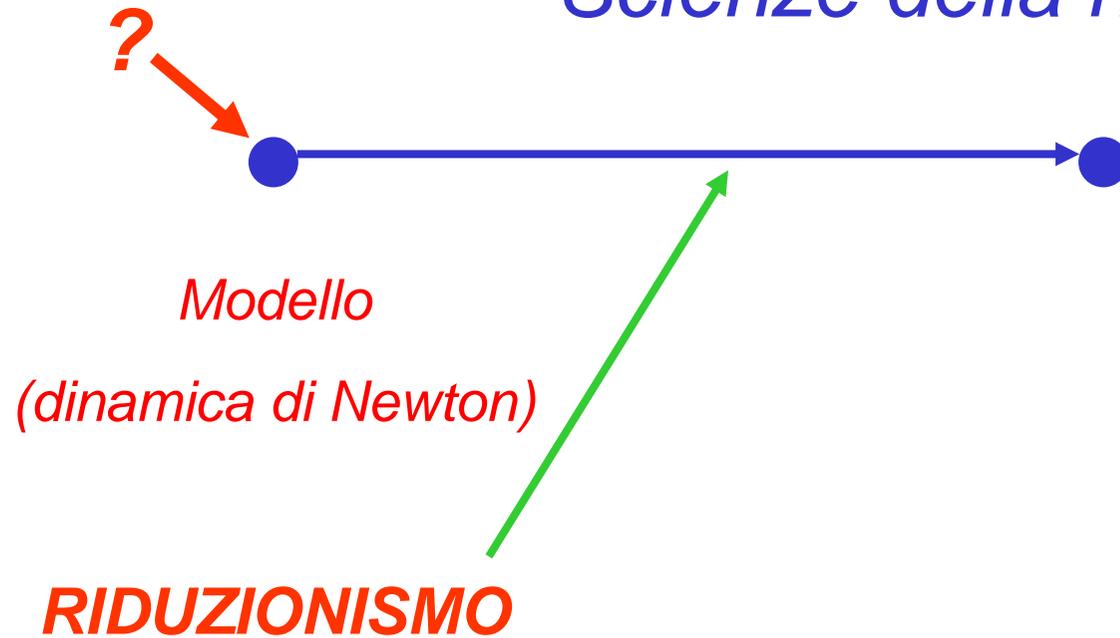
*Colore*

*Forma*

*Peso*

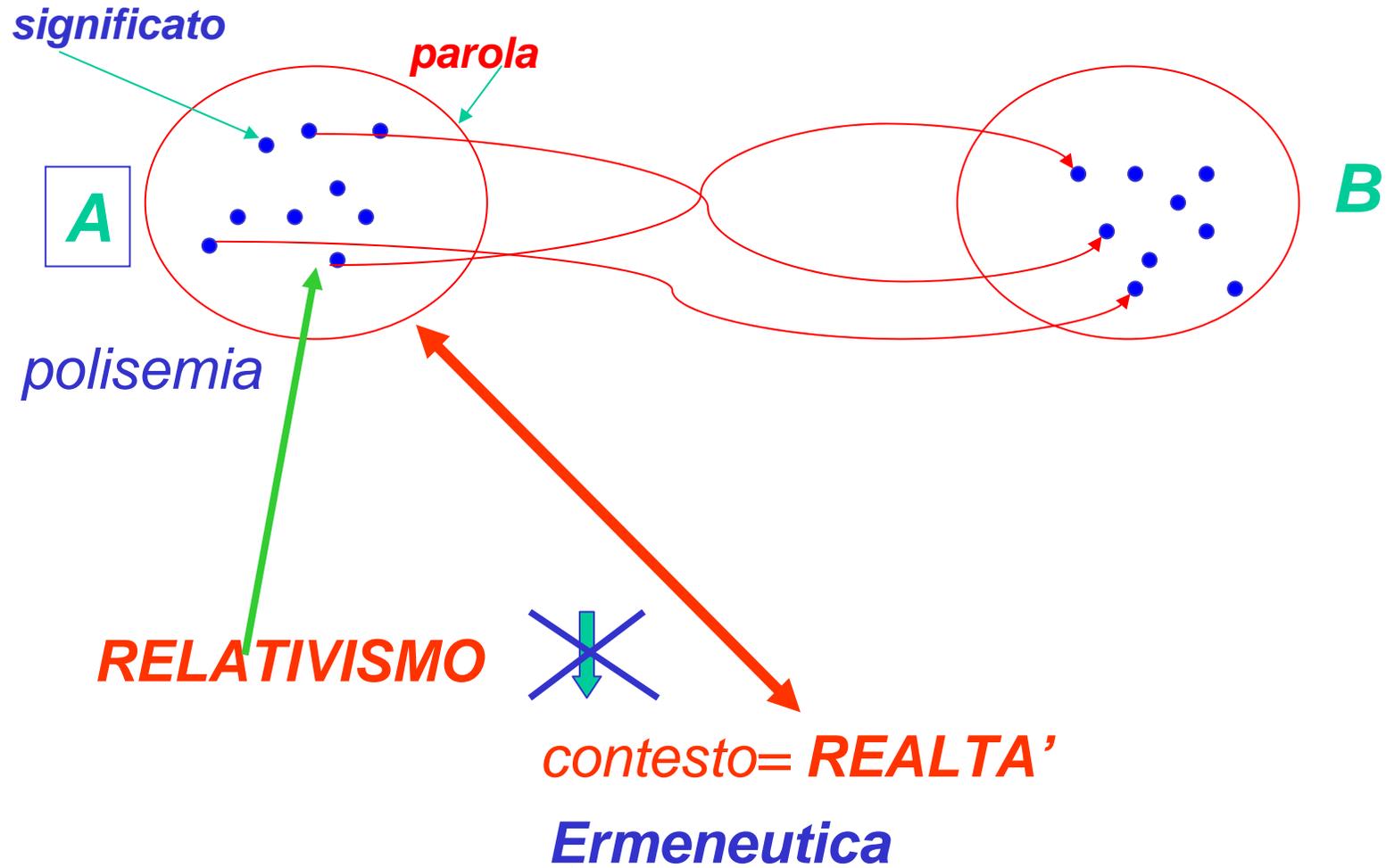
*Posizione e velocità delle  
molecole/atomi*

*Dualismo (Gap ) fra:  
Scienze della natura*



*e...*

# Scienze umane





## Metodi di osservazione

- Secondo uno studio dell'Università di Cambridge, non importa come sono scritte le parole, tutte le lettere possono essere al posto sbagliato, è importante solo che la prima e l'ultima lettera siano al posto giusto, il resto non conta. Il cervello è comunque sempre in grado di decifrare tutto questo caos, perché non legge ogni singola lettera, ma legge la parola nel suo insieme..

# BAYES 1763

$$P(h | \text{data}) = P(h) [P(\text{data} | h) / P(\text{data})]$$

*A-posteriori*

*modello*

*A-priori*

*Dati misurati*

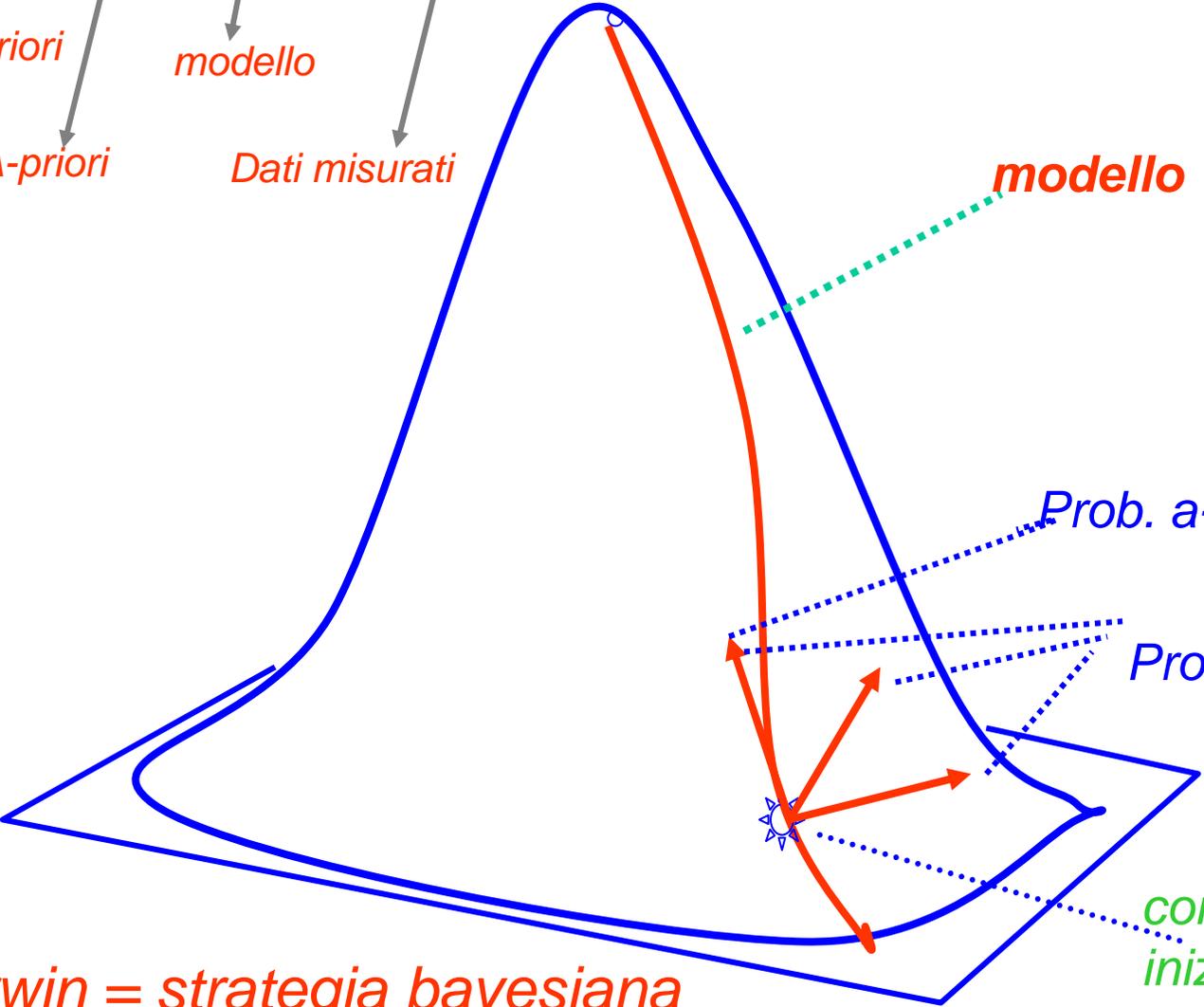
*modello*

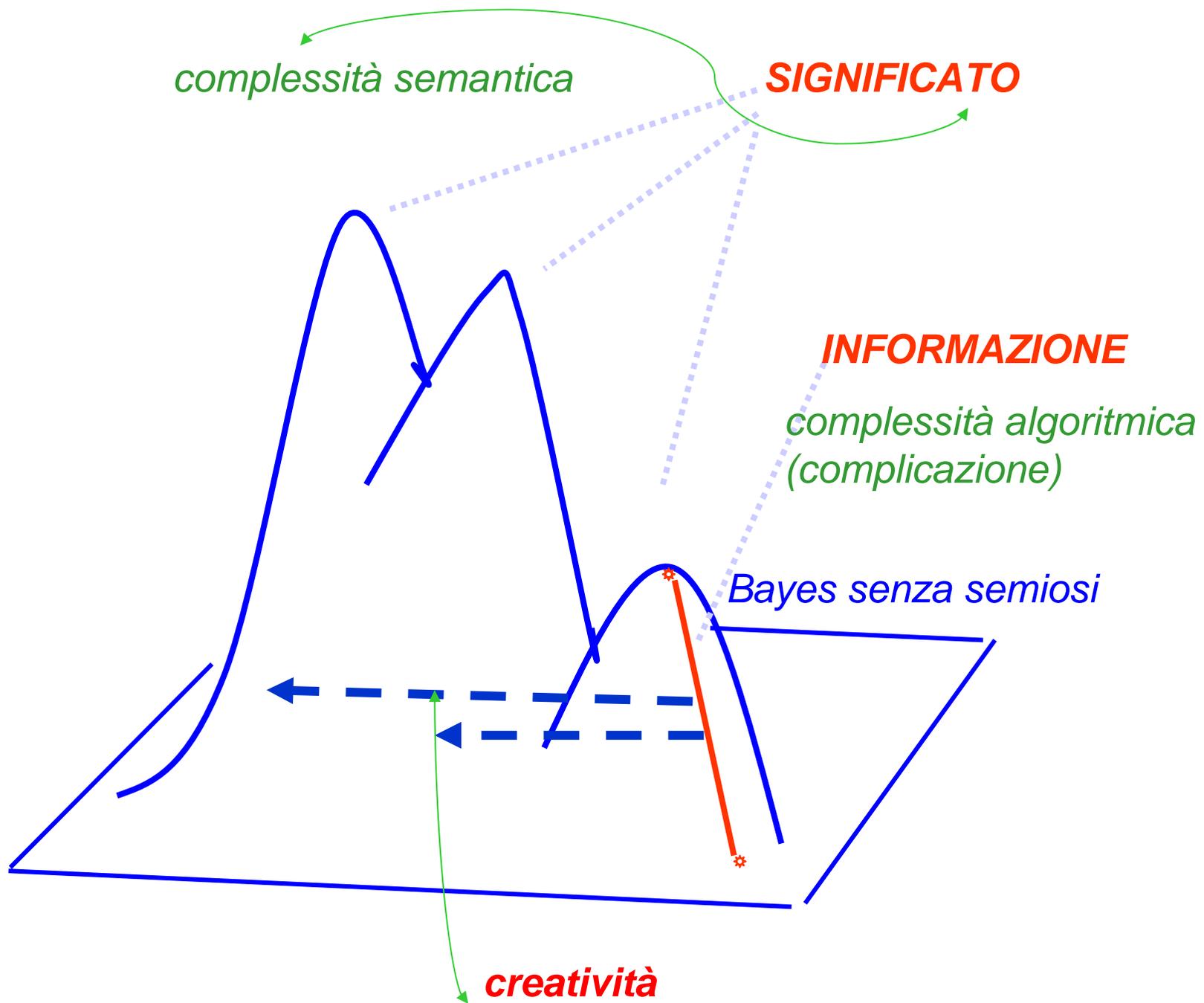
*Prob. a-posteriori*

*Prob. a-priori*

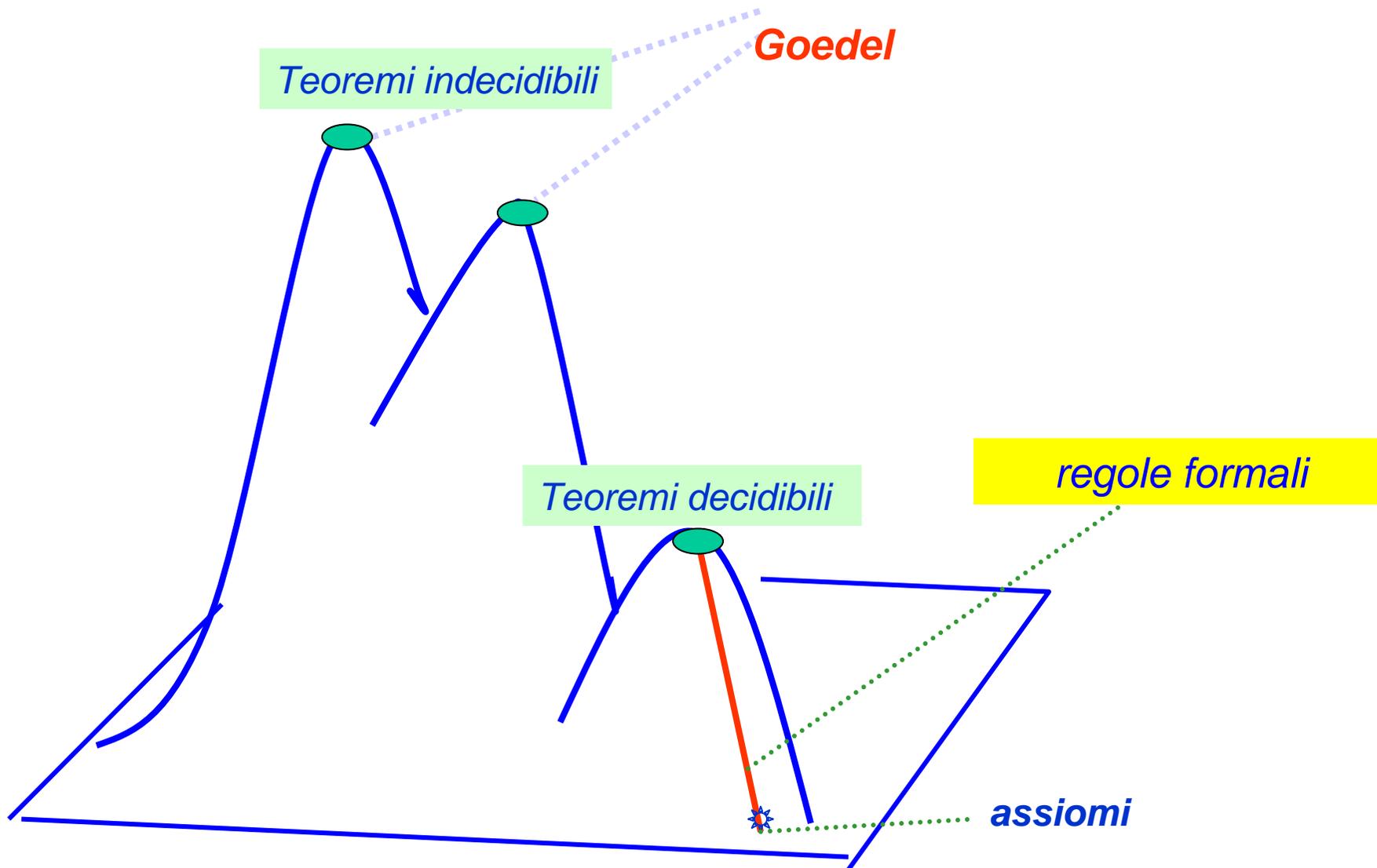
*condizione iniziale*

*Darwin = strategia bayesiana*





# Da BAYES a GOEDEL



# *Da Bayes a Goedel-Turing*

*inferenza formale “da assiomi a teoremi” ;*

*procedura algoritmica*

*Kuhn scienza normale*



*salto non-algoritmico, viola la deduzione  
formale*

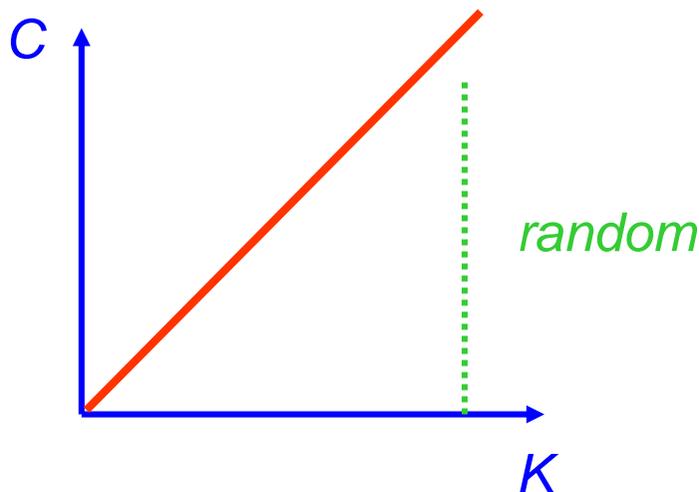
*Kuhn salto di paradigma*

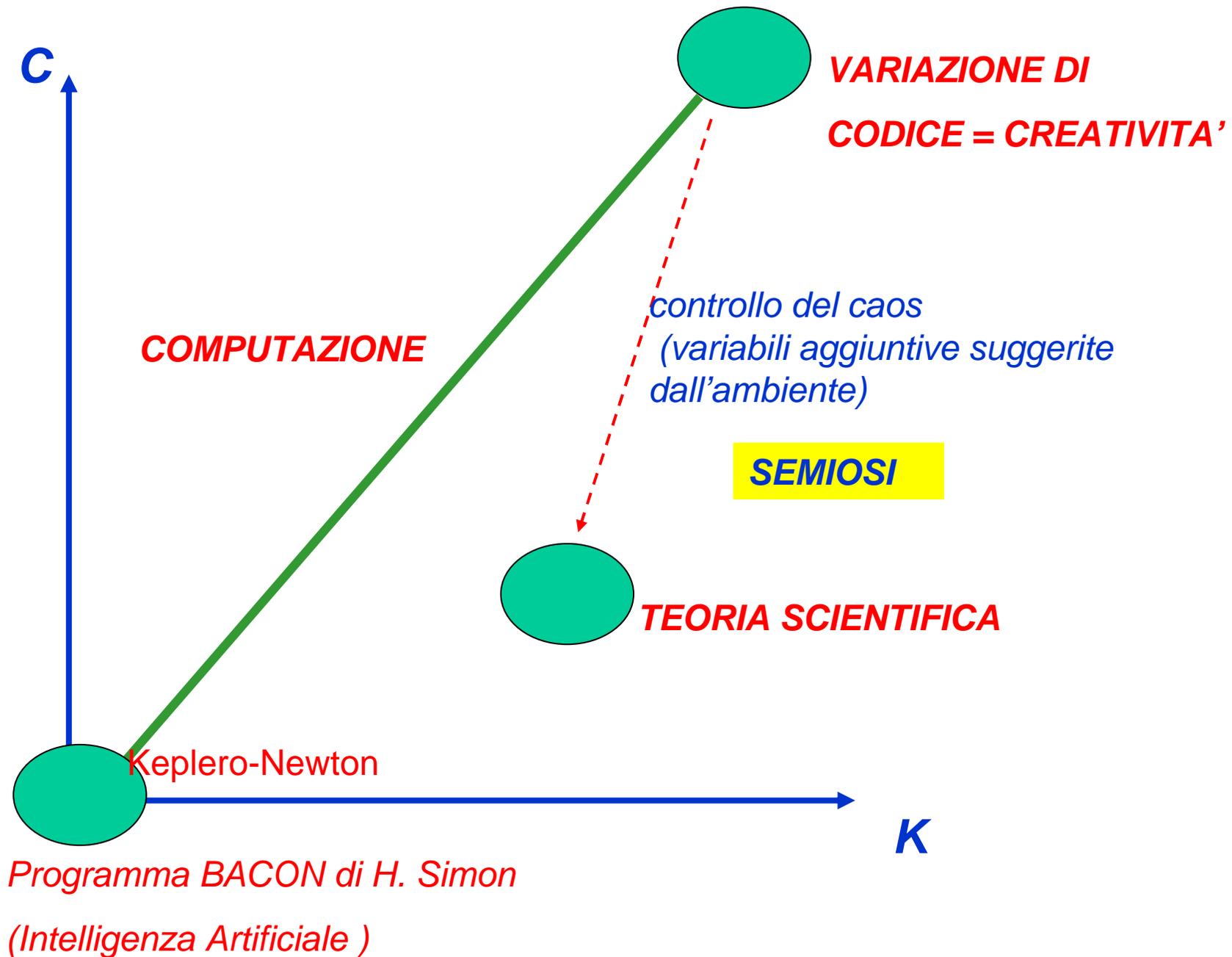
## Complessità algoritmica (C)

È quantificabile, ma considera il mondo descritto da un solo codice di lettura : **→ COMPLICAZIONE**

Definizione di G Chaitin, 1965 = n° di bits del programma più corto che calcola una stringa e poi termina.

**Rappresentiamo C in funzione di K**





## *Da complicazione a complessità: quattro esempi*

<i>1 - elettricità - magnetismo – ottica</i>	<i>equazioni elettromagnetismo (Maxwell)</i>
<i>2- tavola di Mendeleev</i>	<i>atomo quantistico (Bohr,Pauli)</i>
<i>3 - zoo di 100 particelle elementari</i>	<i>quarks (M Gell Mann)</i>
<i>4 - leggi di scala in transizioni di fase</i>	<i>Gruppo di ri-normalizzazione (K. Wilson)</i>

## **EMERGENZA**

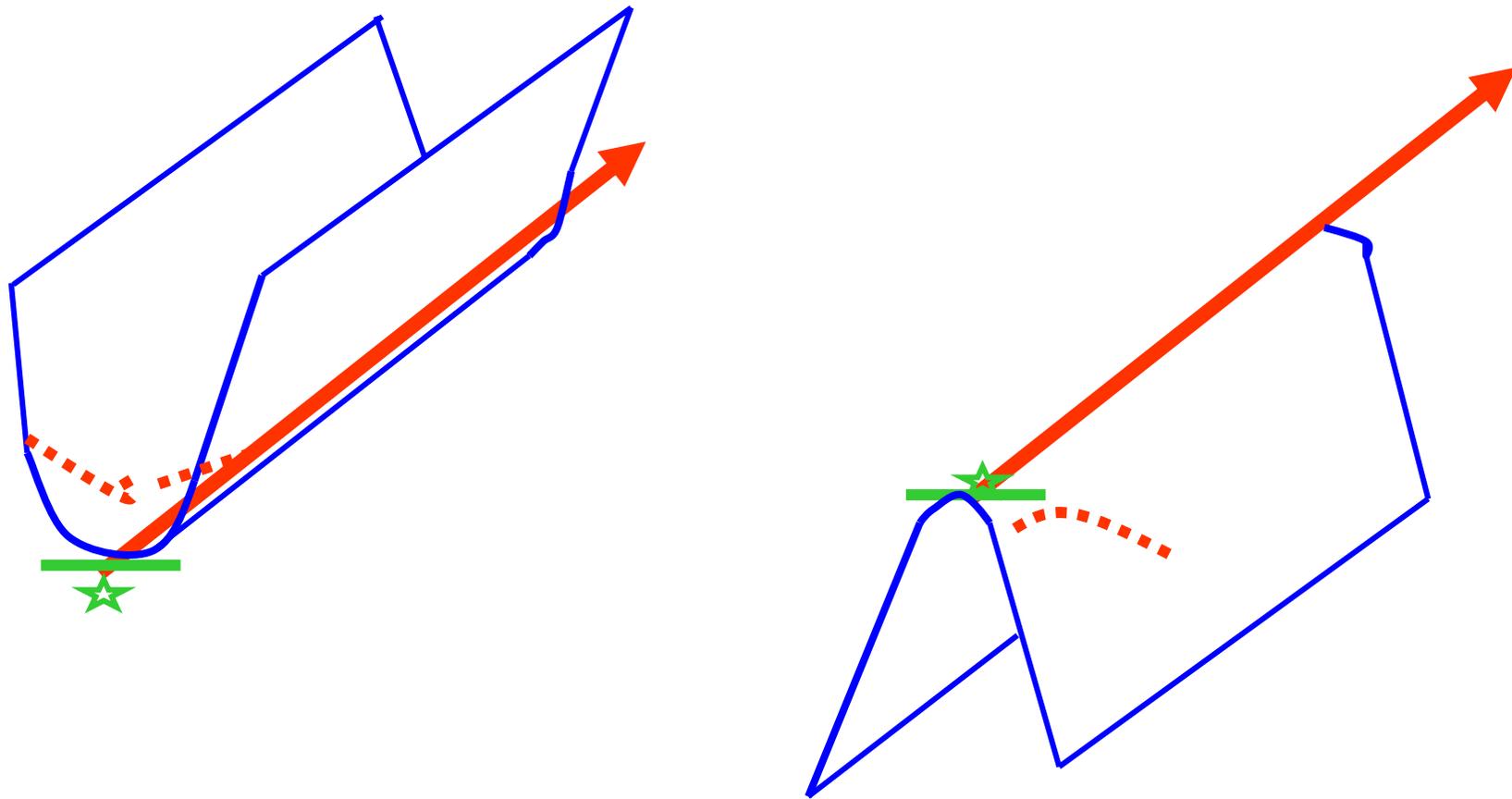
***Anti-riduzionismo: More is different (PW Anderson).***

***La Fisica NON è chiusa informationalmente***

- 1. Caos implica perdita di informazione;*
- 2. Controllo del caos implica ri-codifica = cambio della descrizione formale = scambio di informazione (come nella traduzione di un testo, cfr. Northrop Frye –Il grande codice) ;*
- 3. Ri-codifica si basa su un dialogo con l'ambiente = SEMIOSI*
- 4. Ri-codifica NON è algoritmica; l'intelligenza NON è “problem solving”*

# *Dinamica non lineare a 3 o più corpi*

## *(CAOS DETERMINISTICO)*

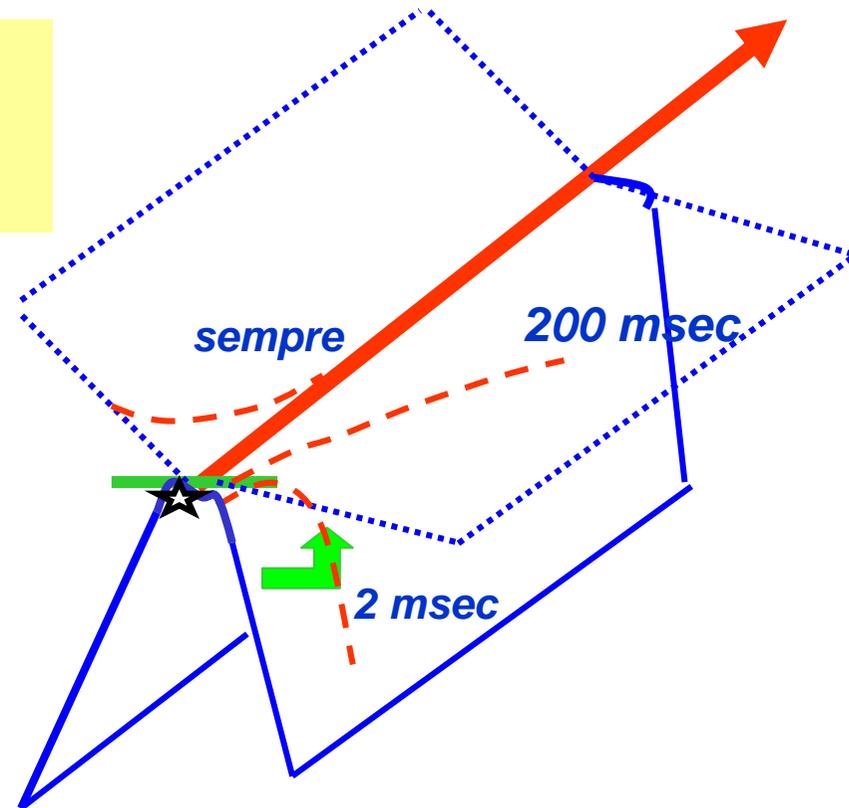


*Stabilità trasversale alla traiettoria (→) di un segmento — di punti iniziali attorno a★. A sinistra moto regolare; a destra moto caotico con perdita di informazione (⋯: traiettorie da condizioni iniziali diverse da ★)*

## ***Dinamica caotica: controllo***

**↑** *instabilità trasversa ridotta o  
invertita per effetto di controlli  
esterni*

*nuovo livello di descrizione =  
**variazione di codice***



***PERCEZIONE : AFFIDABILE SE HA VITA LUNGA***

***MA NON INFINITA!!***

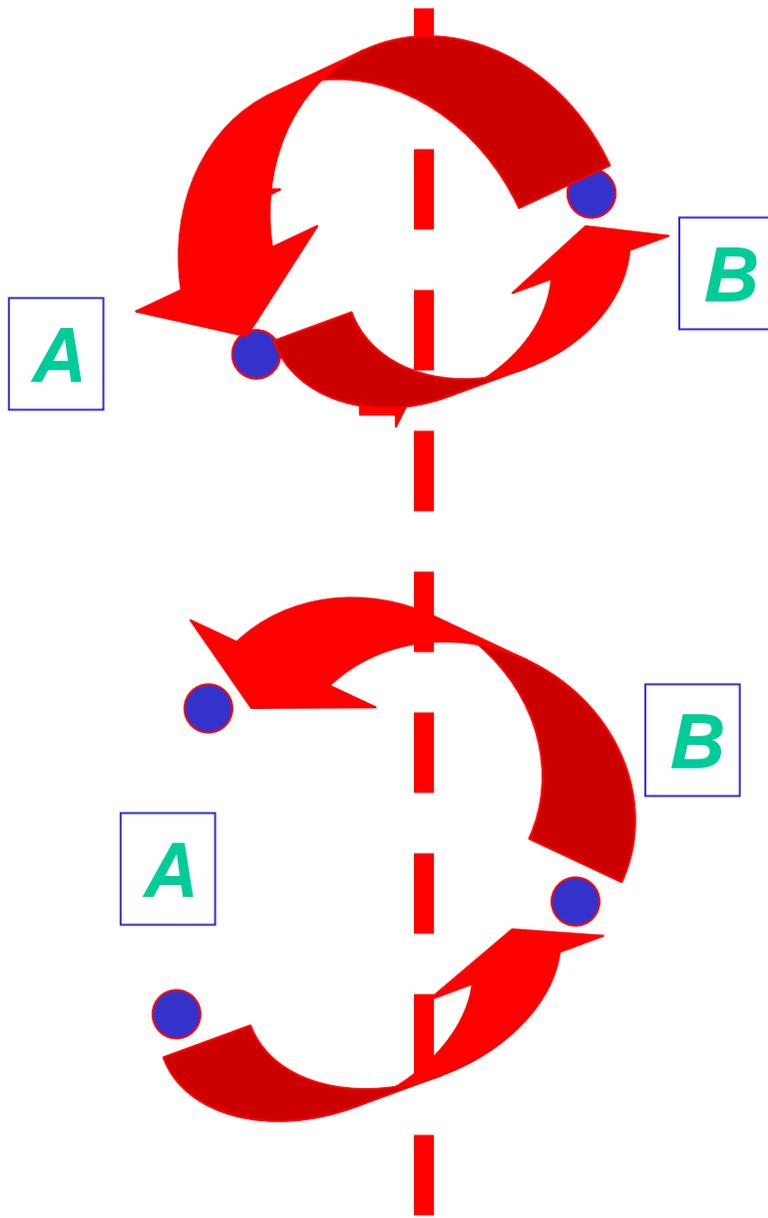
*Siamo **in-carnati**, la nostra libertà è **condizionata***

*Il salto creativo non è arbitrario, ma guidato dalla situazione entro cui ci troviamo.*

*Ri-aggiusto il codice fino a trovare una lettura soddisfacente del mondo che sto sperimentando*

# ***Sherlock Holmes e Padre Brown***

***Due stili di indagine poliziesca***



## **Circolo ermeneutico :**

*senza perdita di informazione*

*es. locusta (G. Laurent)*

## **Spirale ermeneutica**

*(oltre Turing ):*

*rimpiazzo di informazione*

*es. coniglio (W. Freeman)*

***Vivente = agente **semiotico**: immerso in un ambiente, cambia il codice descrittivo in modo da stabilizzare l'interazione***

*Input sensoriale*

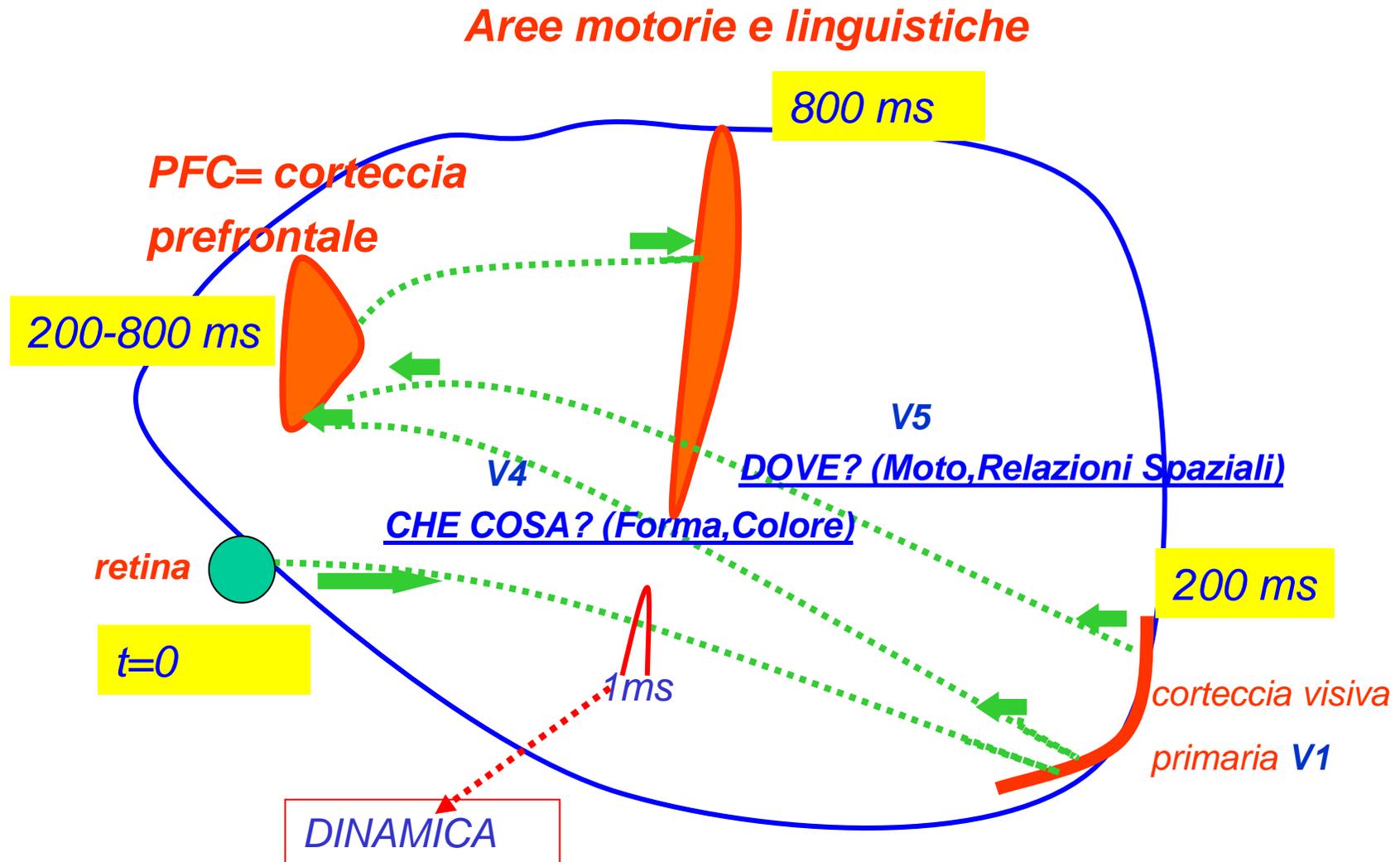
**PERCEZIONE**



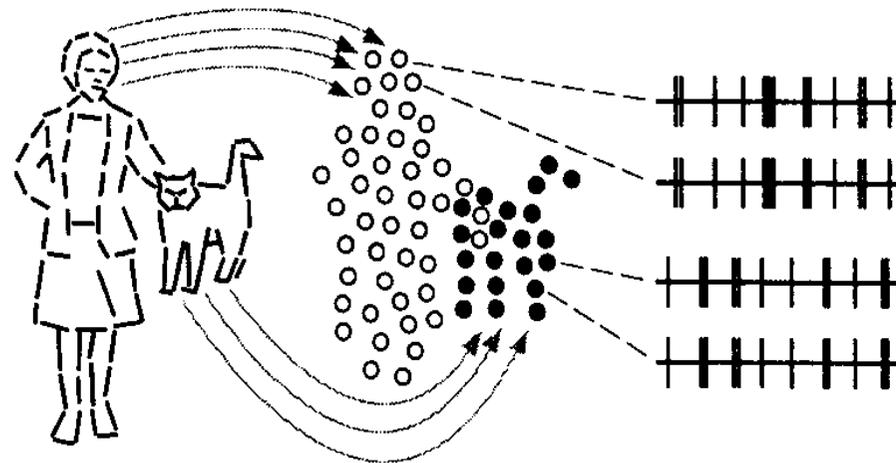
*Input concettuale*

**COGNIZIONE**

## Percezione visiva: percorsi e tempi

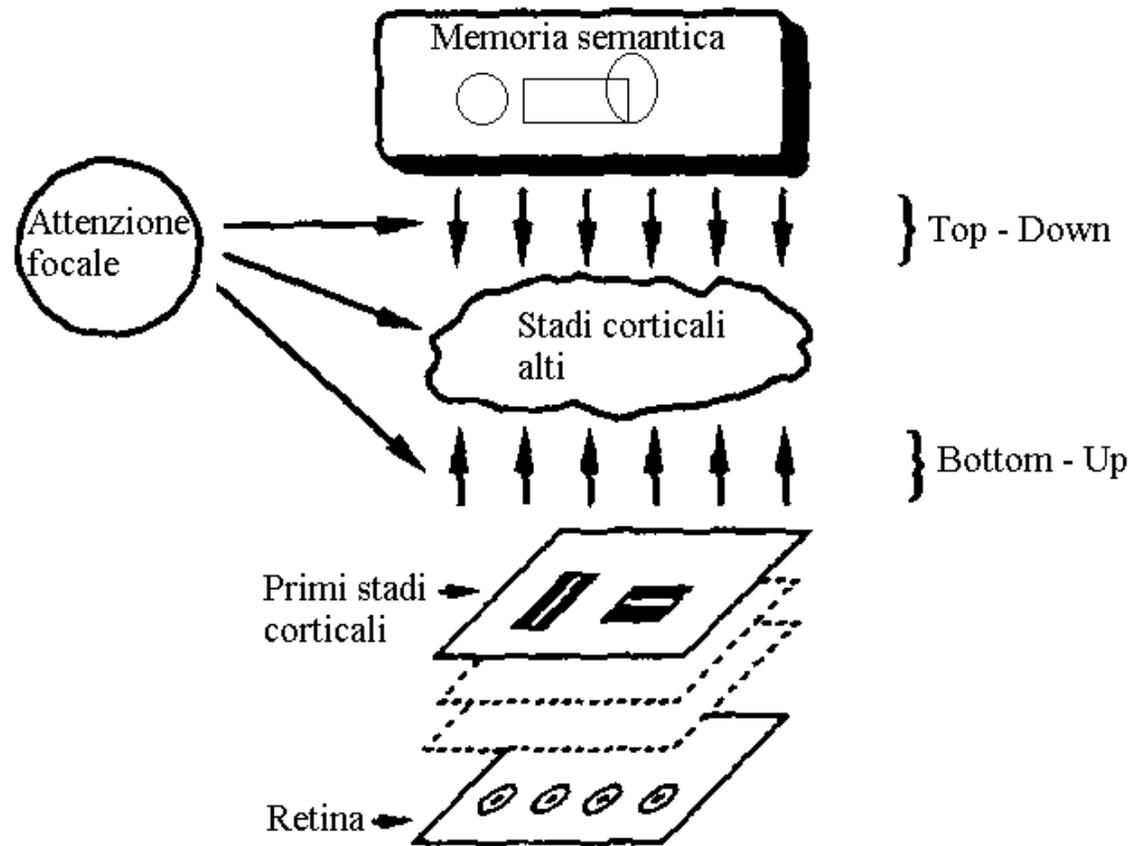


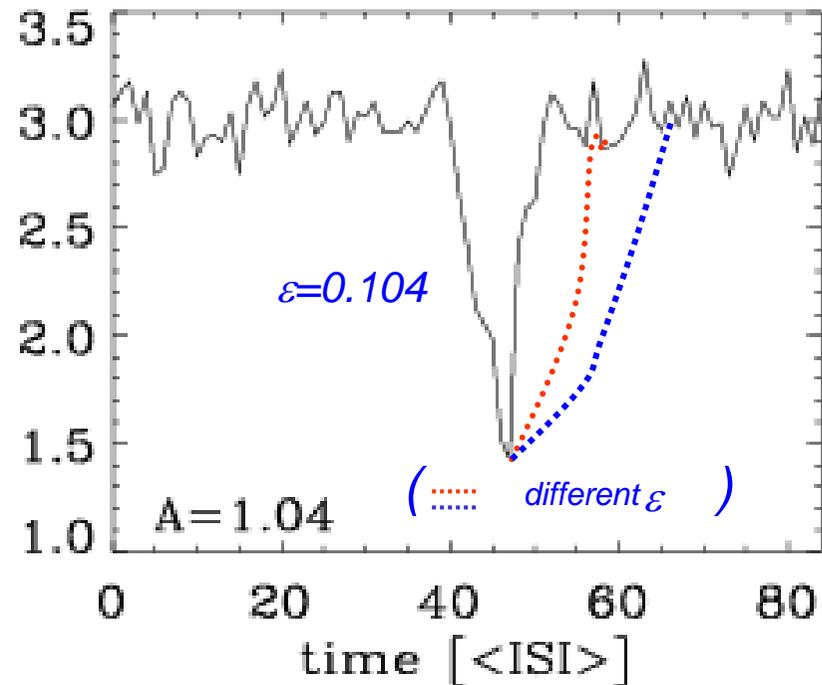
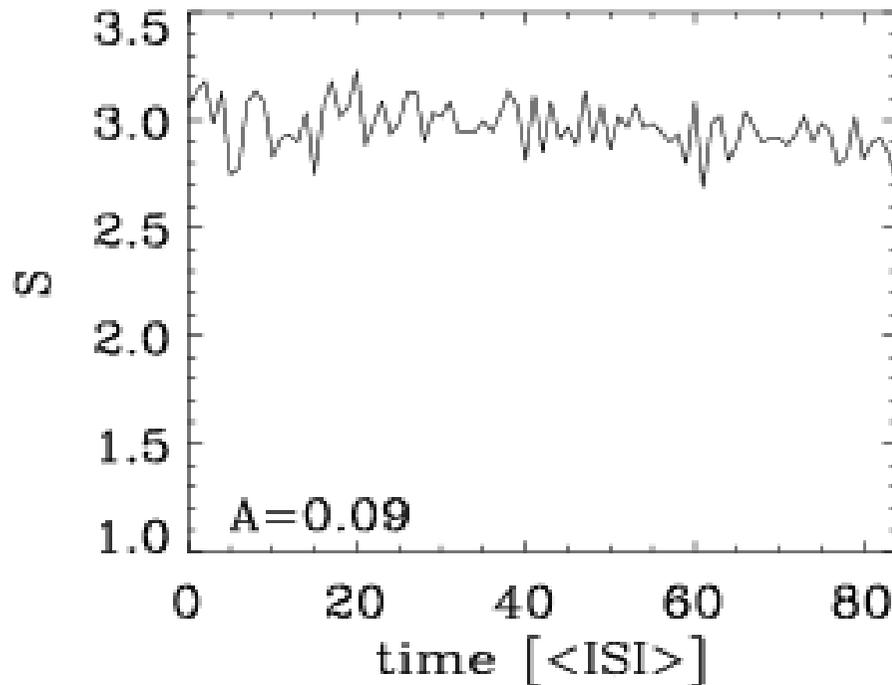
## *Feature binding (legame di configurazione)*



*Ogni cerchietto rappresenta un campo ricettivo che isola dettagli specifici (ad es. barra verticale).*

# Cooperazione fra stimoli e categorie memorizzate per formare una percezione





$S$  (entropia) = *disordine* in un'area del cervello deputata ad un compito.  $S$  alta: i neuroni emettono i loro impulsi elettrici (spike) indipendentemente uno dall'altro;  $S$  bassa (*ordine*): i neuroni si sono accordati per una sincronizzazione collettiva delle loro spike. L'*ordine* stimola le decisioni.

Per un accoppiamento fra neuroni pari a  $\varepsilon=0.120$  i neuroni si sincronizzano spontaneamente (in assenza di stimolo). Impostando  $\varepsilon=0.104$  (sotto il valore critico),  $S$  rimane alta anche in presenza di uno stimolo  $A=0.09$  (a sinistra). Portando lo stimolo ad  $A=1.04$  si ha  $S$  bassa, cioè sincronizzazione collettiva (a destra, linea grigia). Se ora aumentiamo  $\varepsilon$ , la durata della finestra sincronizzata aumenta (linee rossa e blu).

Dunque, la durata della sincronizzazione collettiva dipende da  $A$  (ingresso *bottom-up*) e da  $\varepsilon$  (aggiustaggio *top-down* del mutuo accoppiamento).

## **Semiosi e libertà**

*Determinismo, ma a partire da un sistema che NON è quello in cui sono immerso ma quello che io CREO, aggiungendo le variabili che controllano il caos;*

*stabilizzazione omeo-dinamica (cooptando variabili aggiuntive dalla memoria) di durata fissata da chi la fa.*

*Questa ambiguità nel risultato è compatibile con le leggi fisiche : essa è la base della creatività scientifica ma anche della libertà etica.*

*E' per questo che ci sono sfumature varie fra genio e cretino, fra santo e peccatore incallito: tutte categorie che non valgono per la macchina di Turing.*

*Kant non ci era arrivato perché sapeva di Newton ma non di Poincaré: è per questo che c'è un gap epistemologico fra ragion pura (regno del determinismo) e ragion pratica (regno della libertà)*