

PONTIFICIA UNIVERSITAS LATERANENSIS

Neuroscienze Cognitive

1. Dall'IA alle Neuroscienze Cognitive

Gianfranco Basti

Pontificia Università Lateranense
Facoltà di Filosofia e IRAFS – International Research Area on
Foundations of the Sciences
STOQ – Science, Theology and the Ontological Quest
www.stoqatpul.org

Sommario I



- ❖ Anima, Mente, Informazione
- ❖ Teorie **dualiste, moniste, duali** del mente-corpo
- ❖ **Scienze cognitive** e teoria informazionale della mente
- ❖ Paradigma rappresentazionale e approccio **funzionalista** nelle scienze cognitive
 - **Origini** del funzionalismo (IA)
 - Carattere **monista** del funzionalismo (energia $\equiv$ informazione)
 - **Critica** del funzionalismo
 - L'approccio pre-simbolico e le neuroscienze cognitive

Sommario II

- ❖ Interludio: l'**approccio connessionista alle RN** e la sua interpretazione eliminativista
- ❖ La nuova **prospettiva intenzionale**: paradigma intenzionale vs. paradigma rappresentazionale
 - Basi fisiche dell'intenzionalità: dinamiche **complesse** nel cervello (dinamiche caotiche)
 - Carattere **non riduzionista** del caos (energia $\neq$ informazione)
 - Relazione con la **psicofisiologia tomista** dell'intenzionalità (Basti & Freeman)



Sommario III



- ❖ **Implicazioni ontologiche (Tommaso d'Aq.)**
 - **Scambi d'informazione** e non di energia fra la mente e il corpo che ordina materia e azioni del corpo (vs. interazionismo platonico-cartesiano)
 - **Localizzazione della mente** come contenente il corpo (vs. “principio d'introiezione” del dualismo e del monismo)
 - **Unità psicofisica** della persona umana (dualità vs. dualismo)
 - **Sopravvivenza della mente** possibile mediante scambi d'informazione che rendano la mente capace di operare e quindi la psiche capace di sussistere come fosse una sostanza separata.

Anima Mente Informazione

- ❖ **Anima:** forma **immateriale** capace di sussistere (= stare da sola come fosse un ente materiale → = **sostanza**) → immortalità in senso religioso (e non (pseudo-)scientifico).
- ❖ **Mente:** insieme di funzioni psichiche: dell'anima, del corpo o di ambedue (= della **persona?**)
- ❖ **Informazione:** relazione di ordinamento di parti che **potrebbero** stare (ordinarsi) altrimenti
 - → Intrinseco legame dell'informazione con la probabilità in matematica; della forma (atto/determinazione) con la materia (potenza/indeterminazione) in ontologia.



Potenza del cambio di ordinamento...



+



+



=



+



+



=



Informazione: grandezza fisica immateriale

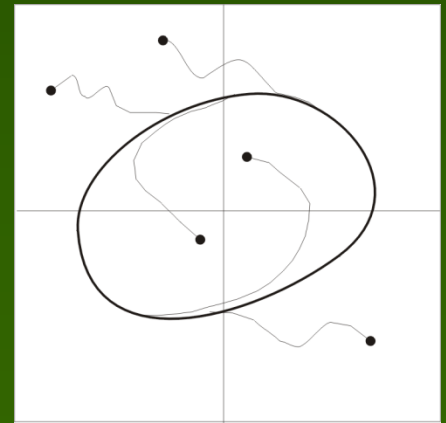
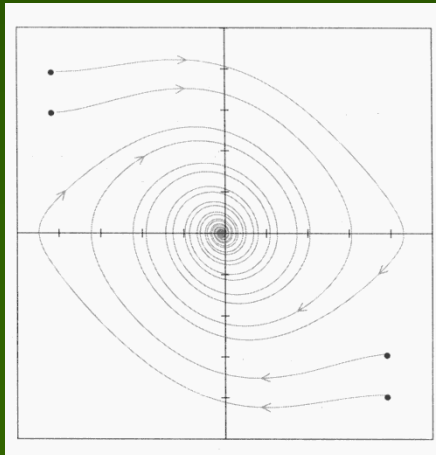
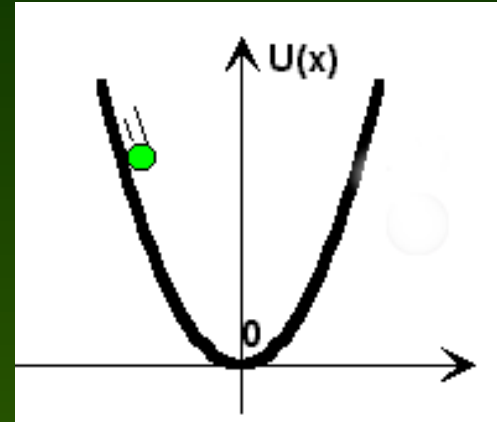
❖ Determinismo vs indeterminismo

- → In una scienza determinista non c'è spazio per l'informazione né per un'ontologia duale della forma/materia come costitutivi di ogni corpo/evento fisico (secc. XVI-XIX).
- Ma la fisica (e quindi la scienza moderna) non è più determinista almeno da un secolo (*From It to Bit*), per questo non studia più solo la **materia** (massa/energia: grandezze fisiche materiali) ma anche l'informazione (grandezza fisica immateriale) → **fine dell'armistizio cartesiano**.
- Il pianto di Platone e di Cartesio (e dei clericali) vs. l'esultanza di Aristotele e di Tommaso (e dei laici).



Determinismo newtoniano: sistemi stabili all'equilibrio

Le Leggi di Newton: *A ogni azione segue una reazione...*: **ordine predicibile** dalle condizioni iniziali (= sistemi integrabili $\rightarrow$ dinamica $\approx$ geometria): il sistema **non genera informazione**

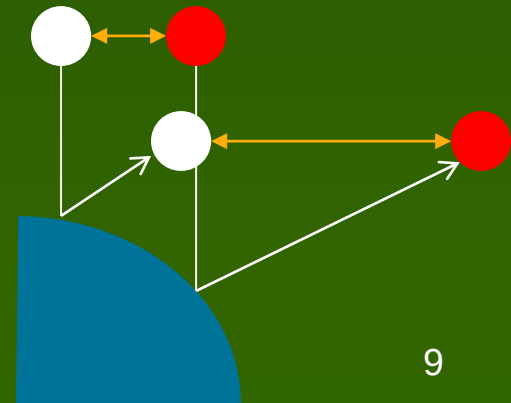
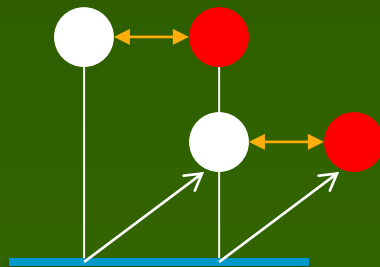


Determinismo vs. indeterminismo

Biliardi vs. Flipper

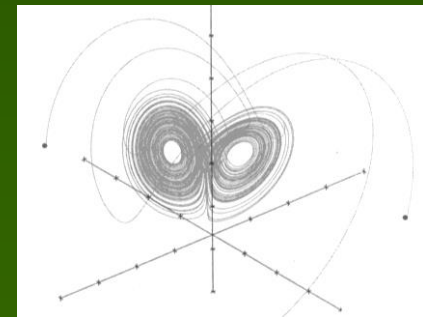
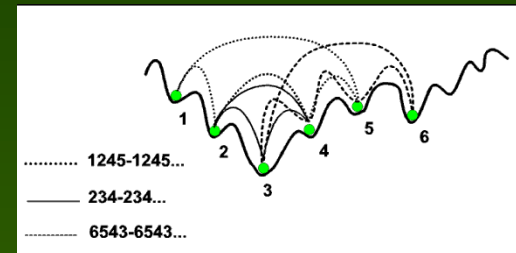
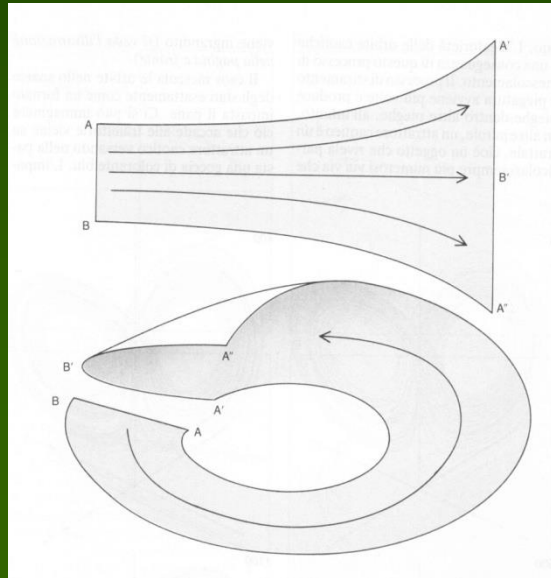


Vs.



Caos deterministico: sistemi stabili fuori dall'equilibrio

Dis-organizzazione & Auto-organizzazione: il sistema dinamico **genera informazione** cioè **ordine**, **stabilità non-predicibili** dalle condizioni iniziali (= cambia la sua geometria: sistemi **non-integrabili ma riproducibili**)



Teorie del mente-corpo

- ❖ Teorie dualiste, moniste, duali del rapporto Mente-Corpo:
 1. **Teorie dualiste:** mente = spirito nella macchina, due entità diverse che interagiscono (→ interazionismo: **incompatibile con la fisica**)
 2. **Teorie moniste:** mente = insieme di particolari funzioni del cervello (→ riduzionismo: **incompatibile con la logica**: cervello non è un computer)
 3. **Teorie duali:** anima come forma → “informazione” che ordina dinamicamente la materia per produrre l’unità del corpo vivente individuale umano = **persona** (→ ilemorfismo: “il corpo è già anima perché è materia + informazione”)



Non di solo pane...

- ❖ Evidenze elementari della teoria duale: l'uomo vive dello scambio continuo non solo di materia (metabolismo), ma anche di informazione (comunicazione):

1. Restiamo noi stessi malgrado cambiamo completamente 2 volte l'anno la materia di cui siamo fatti. E' la forma che organizza la materia che ci fa rimanere noi stessi
2. Per far crescere bene un bambino in incubatrice non basta fornirgli nutrimento, ma occorre comunicare affettivamente con lui...
3. Così per mantenere viva l'intelligenza dell'anziano...
4. Così per richiamare a coscienza un paziente in coma...



Dalla filosofia alla scienza della mente: calcolo simbolico e IA



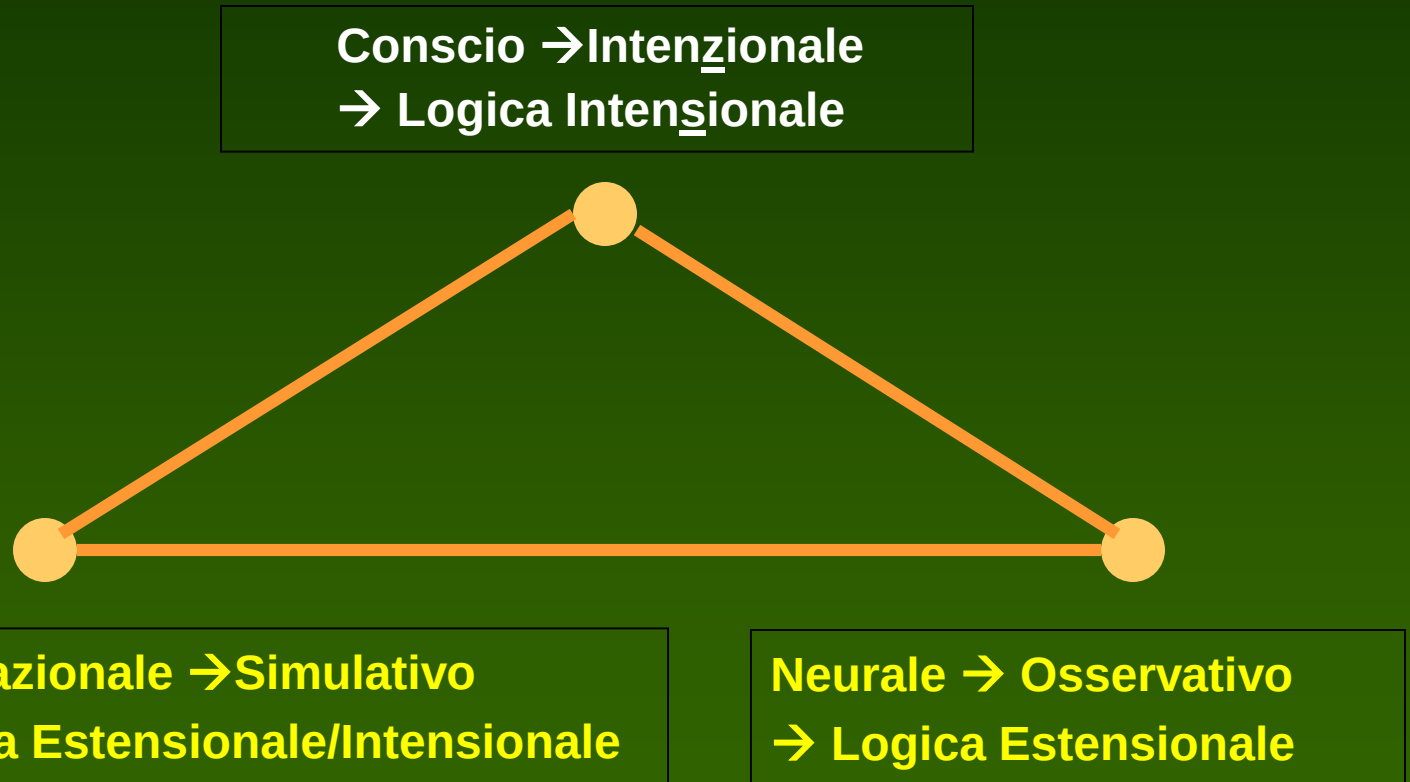
- ❖ **Informatica:** calcoli logici possono essere implementati in una modificazione di un circuito di attivazione fisico $((11 \rightarrow 1; 10 \rightarrow 0; 01 \rightarrow 0; 00 \rightarrow 0) \equiv p \cdot q)$.
- ❖ **Scienze cognitive:** ad ogni operazione mentale corrisponde una modificazione circuito neurale + calcolo logico implementato in quella modificazione.
- ❖ Completamento della rivoluzione scientifica moderna: uso del **metodo galileiano** (ipotetico-deduttivo $\rightarrow$ matematico+sperimentale) allo studio delle funzioni cognitive (vs. separazione cartesiana *res cogitans* – *res extensa*).
- ❖ Studio della mente non più oggetto solo della filosofia (metafisica e epistemologia), ma anche delle scienze naturali sperimentali (neurofisiologia, psicologia e informatica $\rightarrow$ scienze cognitive).

Peculiarità delle SC

- ❖ Peculiarità delle Scienze Cognitive (CS) come via intermedia fra (Gardner, 1999):
 - *Soggettivismo* della psicologia cognitiva basata sull'introspezione (*I-talk*)
 - *Oggettivismo* della psicologia comportamentista basata sul meccanicismo (*O-talk*)
 - → *Duplica referente oggettivo* di uno stato mentale soggettivo: *flusso energetico* vs. *flusso informativo*.
 - → Carattere potenzialmente **duale**, *non-riduzionista* delle SC

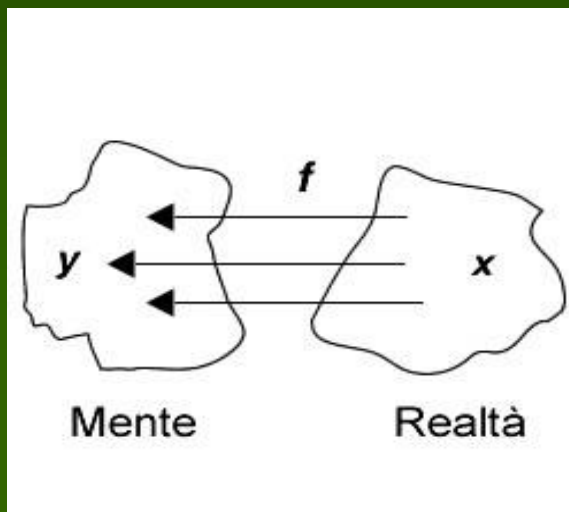


Triangolo delle SC: Conscio vs. Neurale & Computazionale



Rappresentazionale vs. Intenzionale

- n **Sviluppo scienze cognitive:** dal rappresentazionale e dall'estensionale, all'intenzionale e all'intensionale.
- n **Approccio rappresentazionale:** conoscenza come rappresentazione, corrispondenza funzionale fra ambiente e organismo (→ mente umana **passiva**: simboli pre-costituiti dall'evoluzione e dalla cultura, verità come *aequatio*, soddisfacimento uguaglianza funzionale $y = f(x)$)



Intenzionale vs. Rappresentazionale

- n **Approccio intenzionale:** conoscenza come auto-modificazione (*actio immanens*) stati disposizionali dell'organismo verso l'ambiente, in vista del conseguimento di fini.



- **Verità come *ad-aequatio***, modificazione dei simboli del calcolo logico intesi come **disposizioni** (forme virtuali) **all'azione** (*habitus*) mediante cui assimilarsi al reale per aderirvi il più possibile.
- → Mente umana **attiva**: non solo calcola su simboli costituiti a priori, ma **costituisce** i simboli logici del calcolo, ridefinendoli sull'oggetto in relazione ai fini del soggetto.

Proprium del paradigma intenzionale

❖ Walter Freeman (Freeman 2002)

«L'adeguazione non è un adattamento per mezzo di un processamento passivo dell'informazione e non è un processo di accumulazione dell'informazione per mezzo di risonanze. Per esempio, quando afferriamo un bicchiere per bere, il nostro cervello non si fa una rappresentazione. Ma riconfigura la mano perché si assimili al bicchiere. Il cervello **riconfigura il sé** per l'interazione ottimale con un aspetto desiderato del mondo. Il fine dell'atto intenzionale è uno stato di competenza che Maurice Merleau-Ponty ha definito di *massima aderenza* (*maximum grip*)».



Estensionale *versus* Intensionale



- ❖ **Logica della rappresentazione:** logica estensionale;
Logica dell'intenzionalità: logica intensionale
- ❖ “Essere acqua” è lo stesso di “Essere H₂O?” Cioè, se due predicati hanno la medesima estensione (sono *equivalenti*) sono *identici* → *reciprocamente sostituibili*?
- ❖ **Sì: Logica estensionale**, sse valgono gli assiomi:
 1. *Estensionalità*
$$\mathbf{A \equiv B \Rightarrow A = B}$$
 2. *Generalizzazione esistenziale*
$$\mathbf{a!\varphi(a) \Rightarrow \exists x \varphi(x)}$$

→ *Carattere vero-funzionale* dei calcoli logici (verità proposizione complessa dipende verità proposizioni semplici componenti → tavole di verità)
- ❖ **No: Logica intensionale**, altrimenti

Proprium del paradigma rappresentazionale



- ❖ Atto cognitivo = riconoscimento = calcolo simbolico (= procedura ipotetico-deduttiva di prova) in cui la **formulazione dell'ipotesi** (= apprendimento: combinazione dei simboli-base) è assolutamente separata dalla **fase di prova** (= riconoscimento) della medesima (= calcolo simbolico).
- ❖ **L'elaborazione neurale** dell'informazione è perciò interpretata come una procedura puramente **passiva** di trasferimento dell'informazione dall'ambiente al cervello attraverso i sistemi sensoriali (= trasduttori dell'informazione sensoriale) → funzionalismo.
- ❖ → Ogni nuovo processo di riconoscimento non fa che aumentare la ridondanza della medesima e dunque **l'affidabilità dell'ipotesi**. Cervello come computer **non genera informazione**, simboli del calcolo logico dati a priori.

Dal rappresentazionismo al Funzionalismo nelle SC



- ❖ Approccio Funzionalista nelle SC come approccio rappresentazionale o simbolico (“IA forte”: 1956). Quattro passi:
 1. Teoria Razionalista della mente → rappresentazionismo epistemolgico (Descartes, Leibniz, Kant).
 2. Sviluppo della logica matematica → approccio estensionale alla logica dei predicati (Frege Whitehead-Russell).
 3. Teoremi di Turing (1937) e Tesi di Church-Turing. Test di Turing e dogma dell’ IA
→ mente $\equiv$ MTU.
 4. Psicologia Genetica (Piaget ‘30) e nozione di *inconscio cognitivo*.
 - Naturalizzazione di Kant attraverso epistemologia evoluzionista (Lorenz ‘40)
 - Mente = *software* dell’*hardware* cerebrale (Putnam, 1960)

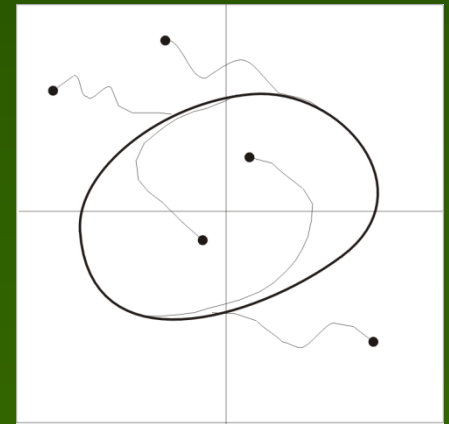
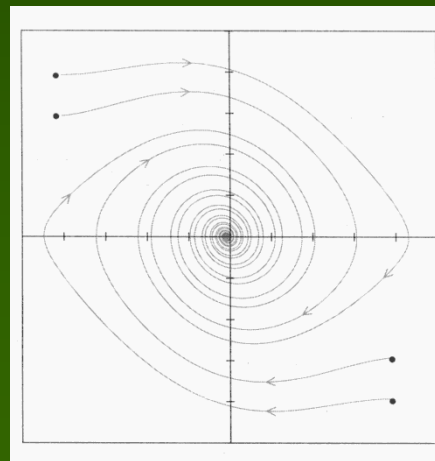
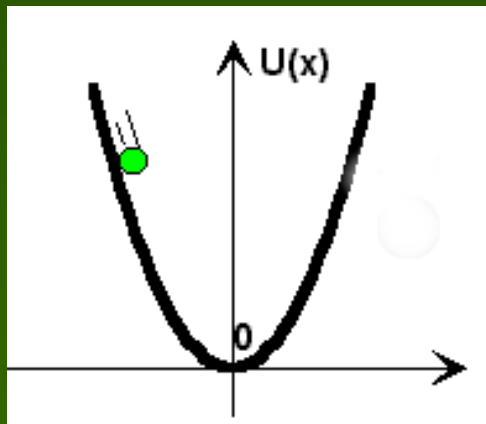
Solipsismo metodologico del funzionalismo



- ❖ Problema della fondazione del simbolo logico (*symbol grounding problem*)
 - Costituzione del simbolo logico nelle computazioni logiche della mente (= autoreferenzialità formale) mediante riferimento a un metalinguaggio di ordine logico superiore non computabile
 - nozione dell'“Oracolo di Turing”
 - assoluto determinismo dell'“hardware cerebrale”
- ❖ Principio del “solipsismo metodologico” dell'IA simbolica (Fodor, 1988)
 - Riferimento dei simboli logici non al reale, ma alle rappresentazioni del reale → referenza come relazione da meta-simbolo a simbolo
 - Problema fondamentale dell'IA simbolica: incapacità di implementare procedure induttive.

Basi neurali del funzionalismo (=linearità dinamiche cerebrali)

- n Riconoscimento=corrispondenza (f) fra input (x) e output (y) → stimolo = perturbazione dell'equilibrio → riconoscimento = ristabilimento dell'equilibrio.
- n → Input simili produrranno sempre output simili (= attivazione medesimo circuito → categorizzazione statica)



Condizioni da soddisfare nella dinamica cerebrale

- ❖ Separazione **apprendimento** (= determinazione corrispondenze input / output) vs. **riconoscimento** (= attivazione di una corrispondenza).
- ❖ **Stabilità** dei circuiti neurali: input simili attiveranno sempre lo stesso output.
- ❖ **Stazionarietà** dei circuiti neurali: input simili attiveranno sempre lo stesso circuito neurale.



Carattere riduzionista del funzionalismo (energia $\equiv$ informazione)

- ❖ Carattere **riduzionista** (neo-comportamentista /meccanicista) del funzionalismo:
 - MT $\equiv$ sistema dinamico lineare. Infatti:
 - Stati (T) di una MT determinati univocamente da una quintupla (= relazione a cinque argomenti)
 $T(s_w, q_w \mid s_v, q_v, A)$
 - Dove $s_w \equiv$ simbolo attuale; $q_w \equiv$ posizione attuale; $s_v \equiv$ simbolo precedente;
 $q_v \equiv$ posizione precedente; $A \equiv$ istruzioni per passare univocamente da un simbolo/posizione ad un altro/a.
- ❖ Distinzione energia-informazione puramente **metaforica**: stato finale determinato univocamente dallo stato iniziale (= determinismo).



Falsificazione neurologica del paradigma rappresentazionale

- ❖ Fenomeno della plasticità cerebrale → confutazione funzionalismo:
 1. **Vs. Separazione** apprendimento / riconoscimento: RNN sempre in apprendimento
 2. **Vs. Stabilità:** Input simili $\nrightarrow$ stesso output
 3. **Vs. stazionarietà:** Cambio continuo del ruolo funzionale dei neuroni nei circuiti neurali.
- ❖ Cervello $\cong$ **sistema dinamico instabile, non-stazionario** → sua **stabilità è fuori dall'equilibrio** (= dinamiche caotiche)



Falsificazione epistemologica: Schematismo induttivo



- ❖ **Schematismo dei concetti:** organizzazione fenomeni in schemi per poter essere concettualizzati
- ❖ **Schemi logici di Kant:** regole ricorsive per l'applicazione dei concetti ai dati → **Schematismo deduttivo a priori** simile ai *frames* dell'IA nella teoria dei sistemi esperti
- ❖ **Schemi percettivi di Piaget** e della teoria intenzionale della mente: regole per la ridefinizione dei concetti a partire dai dati. → **Schematismo induttivo a posteriori** attraverso il processo di *assimilazione* dei dati agli schemi & *accommodamento* degli schemi ai dati in base al **soddisfacimento dei fini**.
- ❖ **Problema: come formalizzare questo processo?** Estrema rilevanza *teoretica, scientifica e tecnologica* del problema

Falsificazione logica: la metafora delle “tre stanze”

- ❖ La stanza del test di A.M. Turing (1950)
 - Riduzione dell'*intenzionale* all'*estensionale*
- ❖ La stanza del test di J. Searle (1980)
 - Riduzione dell'*intenzional* all'*intensionale* *metalogicamente fondato* e di questo fondamento al *neurofisiologico* e al *culturale*
- ❖ La stanza del test di H. Putnam (1988)
 - Intenzionale legato al problema della **costituzione veritativa** (legata all'oggetto) dei simboli logici consistenti del relativo calcolo.
 - → S. Harnad (1999): AI and *the symbol grounding problem*



Il post-funzionalismo

- ❖ Nascita degli approcci **pre-simbolico** alle scienze cognitive.
 - → **Paradigma delle RN connessioniste**: meriti più politici che scientifici.
 - **Paradigma intenzionale**: riferimento alle dinamiche mesoscopiche di tipo caotico alto-dimensionale (caos stocastico vs. deterministico) di larghe popolazioni di neuroni anche molto distanti... (continua)

