



PONTIFICIA UNIVERSITAS LATERANENSIS

Neuroscienze cognitive

2. Il nuovo paradigma intenzionale

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
 - Carattere **monista** del funzionalismo (energia $\equiv$ informazione)
 - **Critica** del funzionalismo

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): Libet: confutazione Descartes, ma prova Tommaso: l'io è la persona non la coscienza
- **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.



Interludio connessionista?

1. Inizi delle SC con l'approccio IA simbolica
 - Confutazione neurologica (non-linearità)
 - Confutazione logica (logica solo estensionale)
 - Confutazione epistemologica (solipsismo)
2. Passaggio al pre-simbolico con RN connessioniste non-lineari e stocastiche
 - Equivalenza sostanziale con IA
 - Critica eliminativista all'intenzionalità
3. Passaggio allo studio di popolazioni di neuroni → dinamiche complesse come base neurale del comportamento intenzionale
 - Schema intenzionale vs. rappresentazionale: azione → organizzazione finalistica → azione
 - Dal mente-corpo al persona-corpo



Approccio connessionista nelle scienze cognitive

- ❖ Scienze cognitive: RN è un'architettura computazionale per simulare dinamiche neurali e quindi comportamenti cognitivi **pre-simbolici**.
- ❖ Informatica: RN utili per trattamento di database con distribuzioni statistiche non-normali (non-gaussiane) delle caratteristiche dei dati, al fine di estrarre correlazioni fra essi di ordine superiore al primo (medie) → utili per il riconoscimento di strutture complesse “imparando” dai dati (*pattern recognition*).



RN Connessioniste

- ❖ Dal punto di vista delle architetture di calcolo: RN sono architetture di calcolo parallele a logica distribuita sulle connessioni fra elementi adattivi organizzati gerarchicamente per interagire col mondo esterno in modo simile alle reti di neuroni naturali.
 - Neuroni: Elementi logici a soglia reciprocamente interconnessi → effettivamente una matrice di probabilità transitive I cui nodi sono neuroni la cui attivazione governata da funzioni stocastiche.
 - Differenti architetture dipendono dalle differenti modalità di definizione delle soglie e dei pesi statistici delle connessioni (= sistemi dinamici stocastici) → diverse funzioni di attivazione dei neuroni

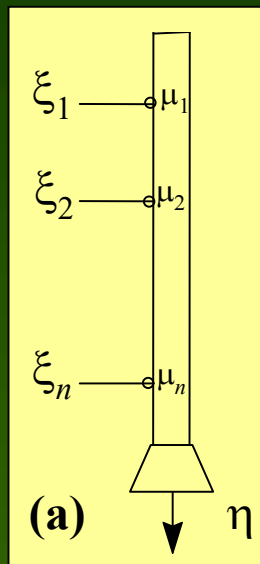


RN: le origini



- ❖ Reti neurali deterministe di McCulloch e Pitts(1942) $\equiv$ MT che calcola in parallelo
- ❖ Critica di Minsky & Papert al perceptrone **lineare** di Rosenblatt (*Perceptron*, 1969) $\rightarrow$ fine dell'approccio delle RN
- ❖ Riscoperta dell'approccio nel 1986 per una pseudo-soluzione del teorema di Minsky *Ψ -one in a box* attraverso **RN multistrato non-lineari** $\rightarrow$ *back-propagation (BP)*

Esempi di RN

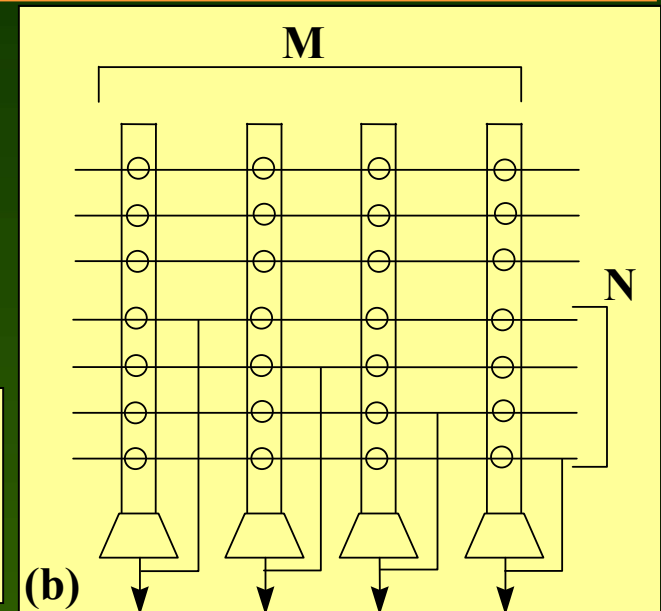


$$\frac{dw_j}{dt} = \alpha y x_j - \beta(y) \cdot w_j$$

HEBB RULE

$T_w: \mathbf{X} \rightarrow \mathbf{Y}$
 NN = Non-linear Mapping
 input-output

$$\eta = \text{cost } \mathbf{1} \left(\sum_{j=1}^n \mu_j \xi_j - \theta \right)$$



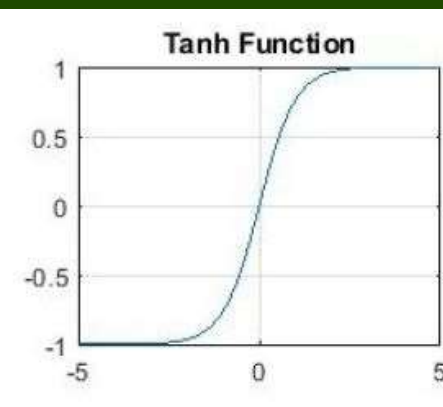
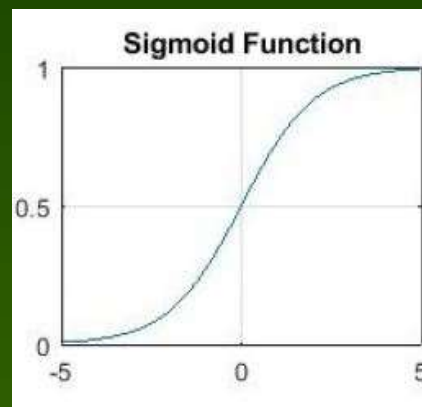
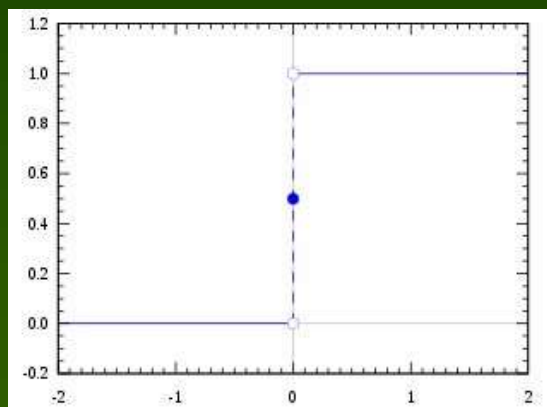
$$\frac{d\mathbf{y}}{dt} = f(\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{M}, \mathbf{N}) \quad (1)$$

$$\frac{d\mathbf{M}}{dt} = g(\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{M}) \quad (2)$$

$$\frac{d\mathbf{N}}{dt} = h(\mathbf{y}, \mathbf{N}) \quad (3)$$

Heaviside H 1/0 (lineare) vs. sigmoide σ e tangente iperbolica $\tanh$ (non-lineari e statistiche)

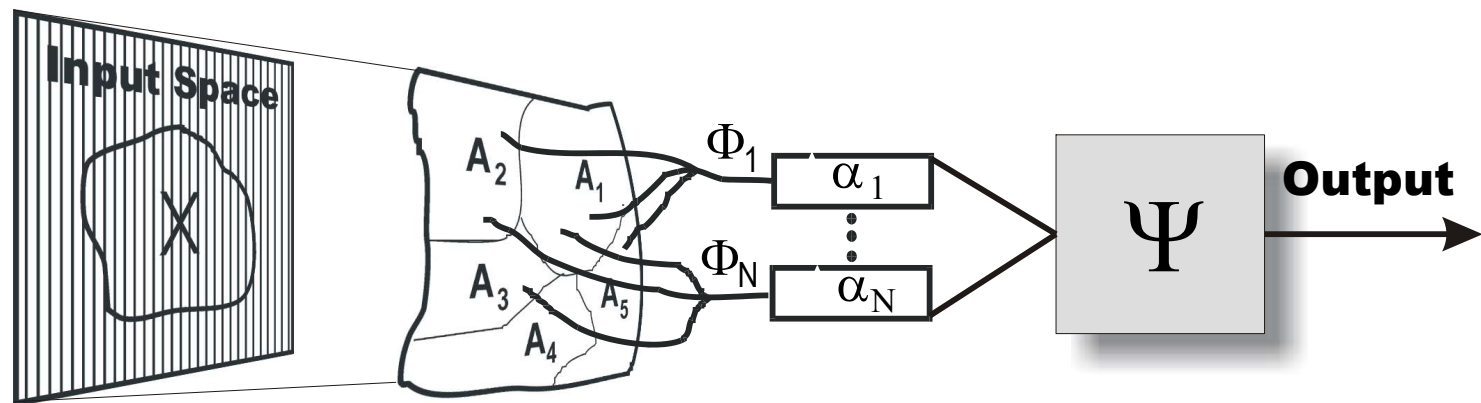
Funzione attivazione neuroni: $\alpha(w_1 + w_2 + \dots + w_n)$. $\alpha = H(x)$; $\alpha = \sigma(x)$; $\alpha = \tanh x$



$$H(x) = \frac{d}{dx} \max\{x, 0\} \text{ per } x \neq 0; \quad \sigma(x) = \frac{1}{1+e^{-x}},$$
$$\tanh x = \left(\frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \right) = \frac{\sinh x}{\cosh x},$$

Limitazioni di calcolo delle RN lineari

Rosenblatt **geometric** perceptron scheme



Impossibilità del calcolo parallelo in tale
architettura secondo Minsky & Papert (1988)

Problema del parallelismo: il suo sfondo logico

- ❖ Problema di Minsky è problema fondamentale della logica dei predicati della cosiddetta **funzione descrittiva** per la quantificazione singolare:

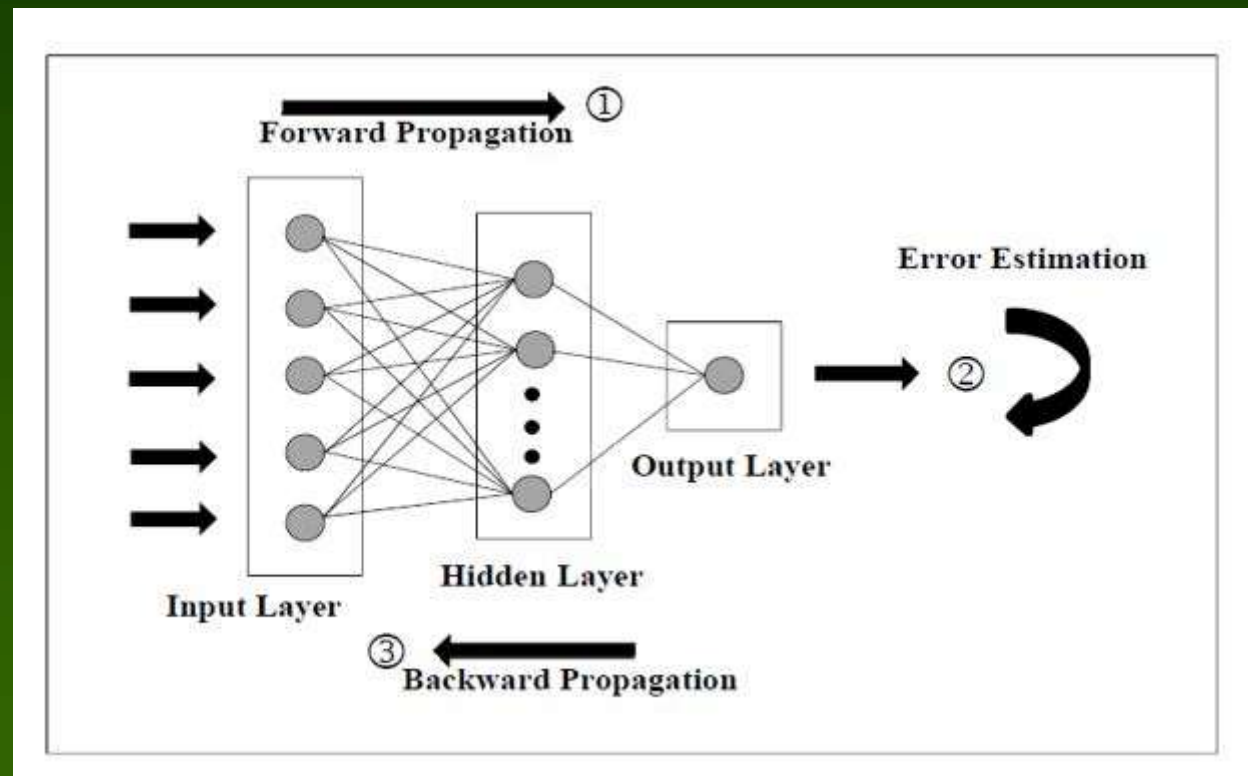
- P.es., “Platone è il maestro di Aristotele”:

$$\exists!x \left(Px \wedge \exists!y \left(Ay \wedge M(x, y) \right) \right)$$

- Passaggio dalla quantificazione esistenziale generica alla quantificazione singolare (“Monica è *una madre*” $\rightarrow$ è *la madre di Agostino*) non risolvibile al I ordine (Goedel, Tarski):
 $R(x, y) \rightarrow R'(x, R, y) \rightarrow$ problema del riferimento e della verità come “corrispondenza ai fatti”.



Schema della BP e nozione di *deep learning*



Limiti reti connessioniste

- ❖ RN dopo l'apprendimento sui pesi equivalenti a una MT
 - RN non sono capaci di modificare in tempo reale i simboli base (primitivi) e le regole dei suoi calcoli per adattarli all'ambiente che cambia.
 - Per far questo una RN dovrebbe essere in **apprendimento continuo** come il cervello
 - Dinamicamente, RN non sono caratterizzate dalla non-stazionarietà e dall'instabilità tipiche delle reti neurali cerebrali.
 - Finalmente, la BP non risolve problema parallelismo perché i neuroni degli strati interni connessi ("vedono") con tutti neuroni di input e non solo con un sottoinsieme come nel perceptrone.
 - Peso computazionale: le combinazioni di una RN a connessione totale vanno come $n!$ per n neuroni.
 - Ecco perché algoritmi deep learning in IA usati solo in questi ultimi dieci anni con GPU molto potenti.



Problema del parallelismo la soluzione di Tommaso (1)...

- ❖ “Bisogna sapere che qui “universale” non viene inteso nel senso di ciò che viene predicato di più soggetti, ma secondo un qualche adattamento o adeguazione (*adaptationem vel adaequationem*) del predicato al soggetto, rispetto alla quale né il predicato viene detto senza il soggetto, né il soggetto senza il predicato” (*In Post.Anal.*, I,xi,91).

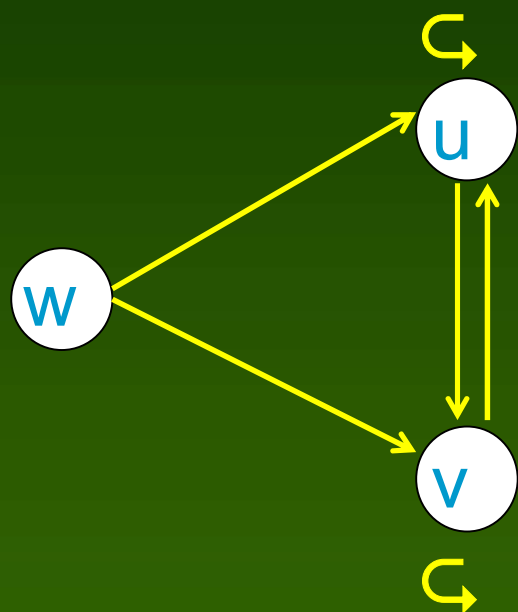


Problema del parallelismo la soluzione di Tommaso 2



- ❖ Secondo quanto dice il Filosofo nel Libro V della *Metafisica*, quella relazione che si trova nell'essere e che è solo di ragione è la relazione (di referenza, *N.d.R.*) secondo la quale ciò che è oggetto di riferimento non dipende da ciò che ad esso si riferisce, ma viceversa (è ciò che si riferisce che dipende realmente da ciò che è oggetto di riferimento, *N.d.R.*), poiché questa stessa relazione dice una qualche forma di dipendenza, come appare nella relazione fra scienza e scibile o fra senso e sensibile. La scienza, infatti, dipende dallo scibile, ma non è vero l'opposto: quindi la relazione mediante la quale la scienza si riferisce allo scibile è una relazione *reale* (ovvero, *causale*, *N.d.R.*), ma la relazione mediante la quale lo scibile si riferisce alla scienza è solo di ragione: *infatti lo scibile si può dire "relato", secondo il Filosofo, non perché esso si riferisca, ma perché qualcosa si riferisce a lui* (la referenza è dunque una relazione asimmetrica e Tommaso difende una teoria *causale* della referenza, *N.d.R.*).

Formalizzazione della teoria della referenza come “doppia saturazione”



$w \equiv$ oggetto referenziale

$u/v \equiv$ soggetto/predicato

incorporati in un processo causale epistemico

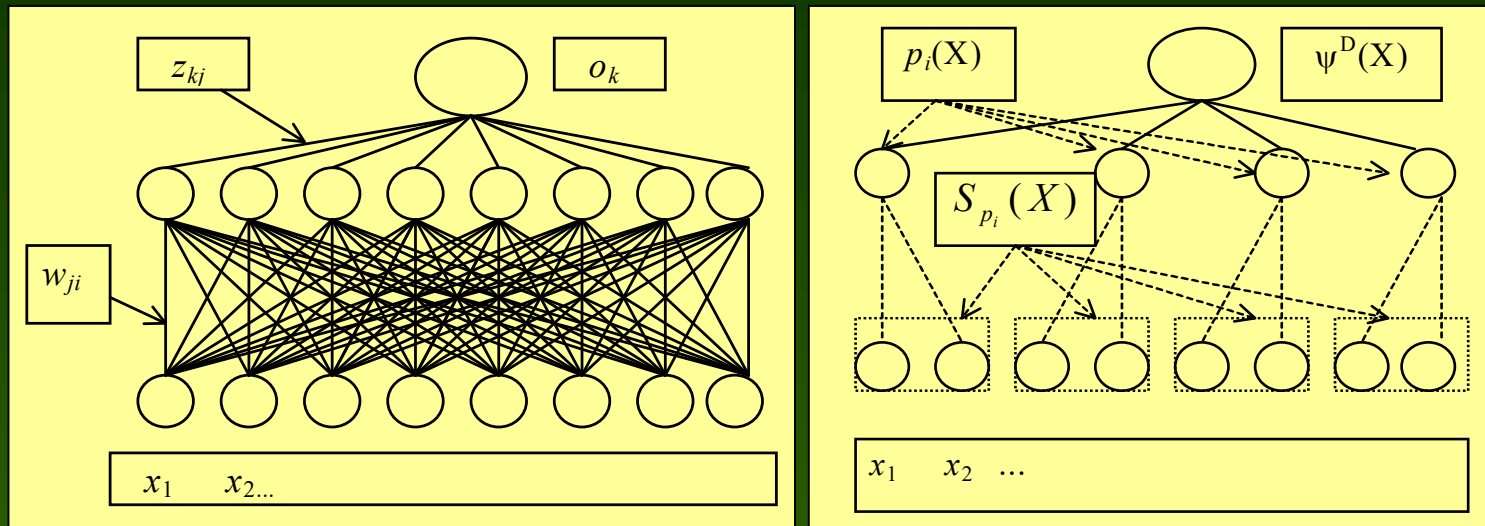
Fondazione di una
relazione di identità
(transitiva-simmetrica-
riflessiva) fra due mondi
possibili a partire dalla
relazione causale
(transitiva e seriale) di
ciascuno da un terzo e di
ciascuno dei due con
l'altro.

Problema del parallelismo: una sua soluzione mediante DP



- ❖ RN connessioniste (p.es. BP) non sono veramente parallele a causa della **totale interconnessione** fra gli elementi (neuroni) di ingresso e i neuroni intermedi dello strato nascosto prima dei neuroni di input.
- ❖ La nostra architettura di **Dynamic Perceptron (DP)** è capace di ridefinire la topologia di connessione fra i neuroni in base al **singolo input del flusso in entrata** (Perrone 1997).

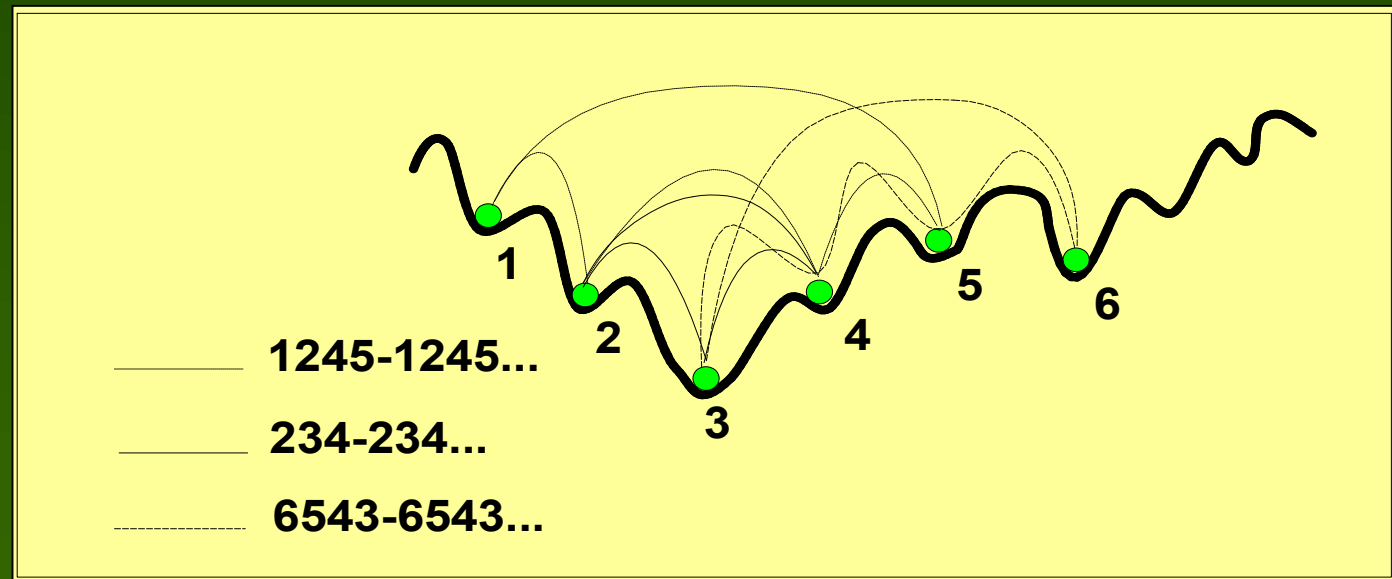
Schema del Dynamic Perceptron (DP)



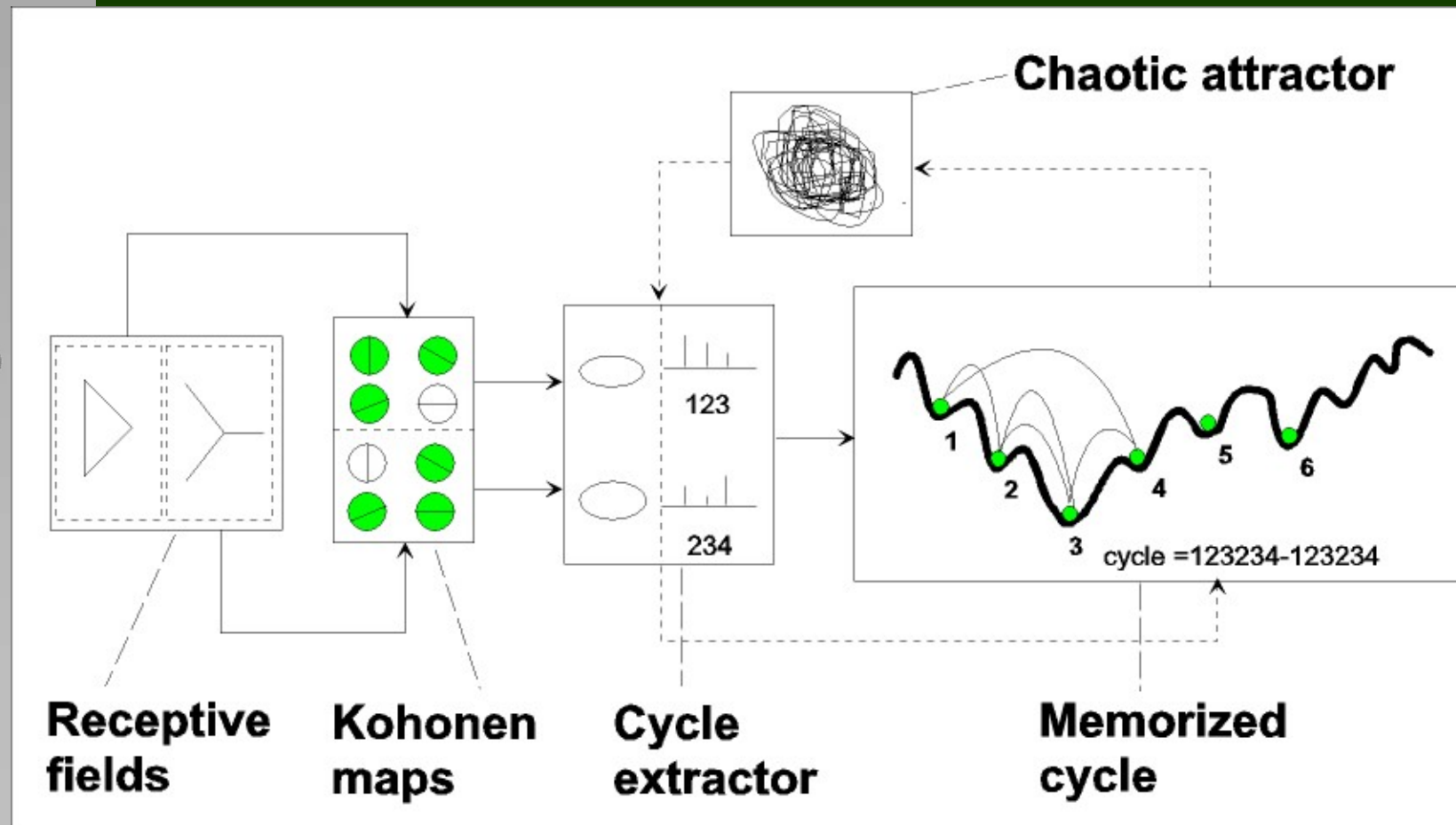
Neurophysiological evidence: retina (Tsukada 1998), auditory cortex (Eggermont *et al.* 1981; Kilgard e Merzenich 1998) primary visual cortex (Dinse 1990; 1994).

Capacità di memoria di una rete caotica

- ❖ Dinamica caotica del DP → Incremento esponenziale delle capacità di memorizzazione di una RN caotica rispetto a una connessionista (Perrone 1995;1996; 1997a; 2000)



Un'implementazione ibrida di una rete caotica



Approccio eliminativista al connessionismo

❖ W.V.O. Quine:

- Dualismo mente-corpo = dualismo linguistico fra enunciati intensionali ed estensionali con un **medesimo referente** del contenuto semantico di ambedue: **stati neurofisiologici**.
- Teoria scientifica della mente → **eliminazione del linguaggio intensionale** dell'intenzionalità (*folk psychology*) [P. & P. Churchland].



Critica dell'eliminativismo

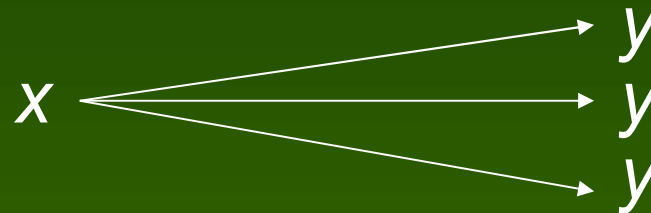
- ❖ Problema della natura della mente è un **problema ontologico** → distinzione fra:
 - Essere dell'**essenza** ed essere dell'**esistenza** → **doppio riferimento** all'essere degli enunciati che esprimono stati mentali.
 - **Correlato oggettivo a livello di esistenza** della soggettività degli stati mentali = stati neurofisiologici.
 - **Correlato oggettivo a livello di essenza** della soggettività degli stati mentali = flusso energetico ed informazionale che li costituiscono.



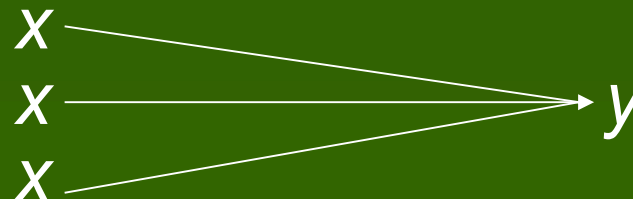
Basi dinamiche dell'intenzionalità

❖ Ma una MT particolare (MT complessa):

- Non determinista = quintuple con codomini non sovrapponibili (= **instabilità** dinamica: da uno stato si può passare a più stati = stesso input $\rightarrow$ molti output)

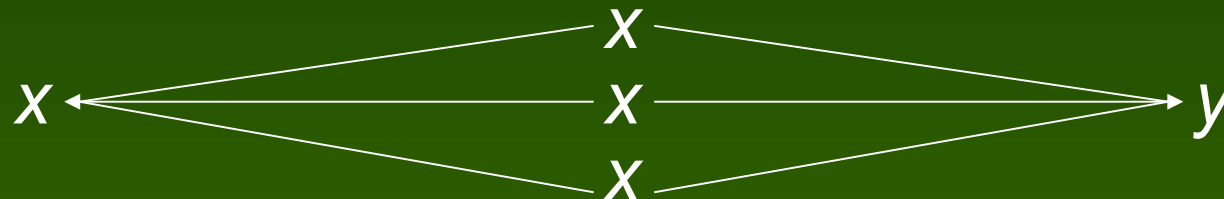


- Irreversibile = quintuple con domini non sovrapponibili (= **non-stazionarietà** dinamica: da più stati si può passare ad un unico stato = diversi input $\rightarrow$ stesso output)



Basi dinamiche dell'intenzionalità

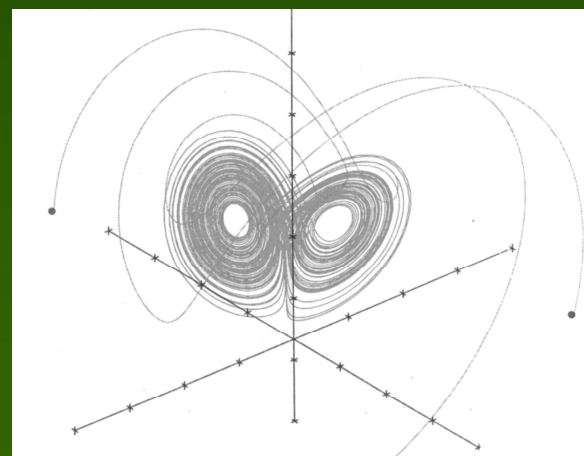
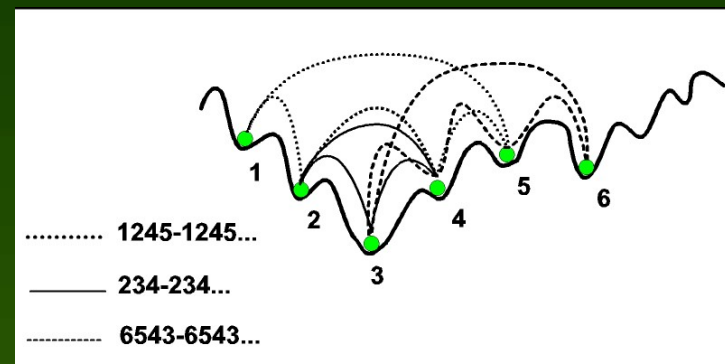
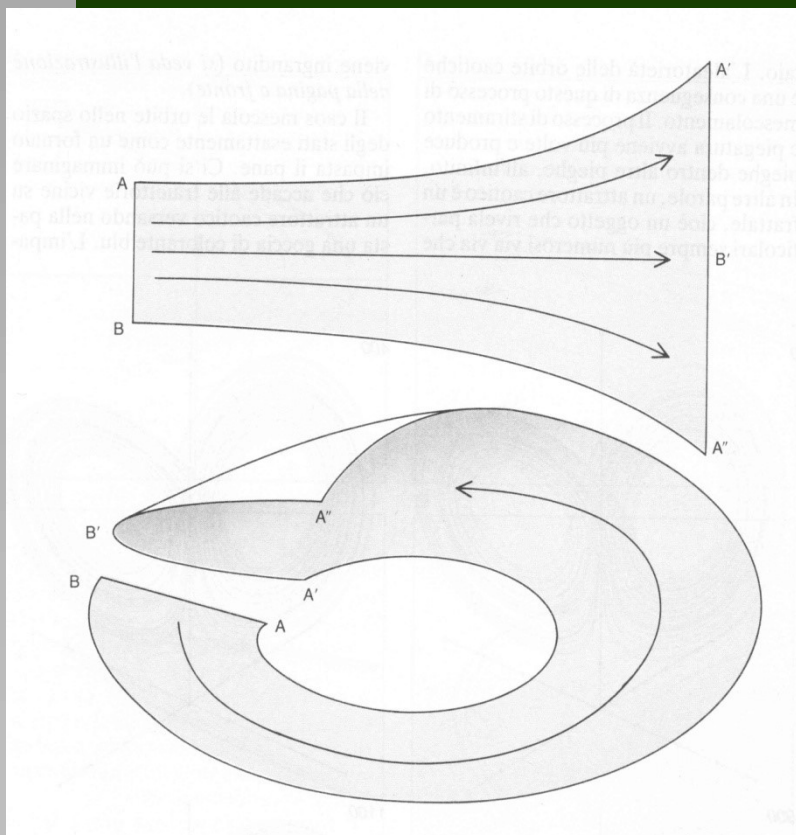
- ❖ Globalmente un MT complessa produrrà comportamenti **reversibili** (= calcoli logici) ma **imprevedibili** perché seguirà sempre traiettorie di soluzione diverse per diversi contesti (= diverse finalità)
(→ reti basate su dinamiche caotiche).



- ❖ Inapplicabilità a questi sistemi delle misure d'informazione classiche a base entropica (misura di Shannon (bit), di Lyapunov, etc.).
- ❖ Energia ≠ Informazione: molteplici stati ordinati del sistema compatibili con un medesimo input energetico.



Basi neurali dell'intenzionalità (=complessità dinamiche cerebrali)

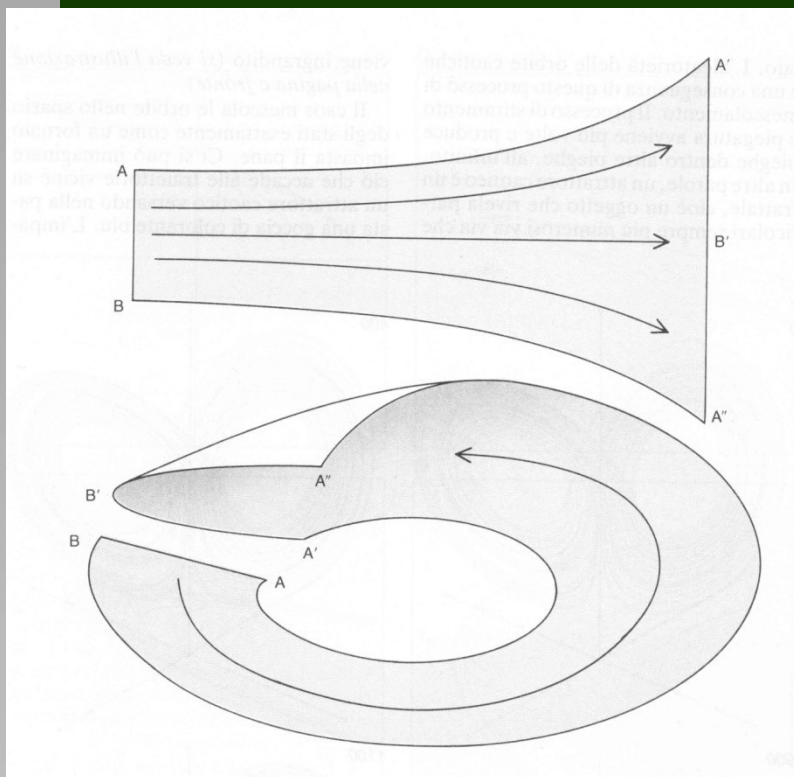


Dinamiche Caotiche

Nuovo Paradigma Intenzionale

<http://www.stoqatpul.org>

MT complessa o Rete Neurale Caotica



n **A: Instabilità**

- Un medesimo stimolo → molteplici interpretazioni

n **B: Non-stazionarietà**

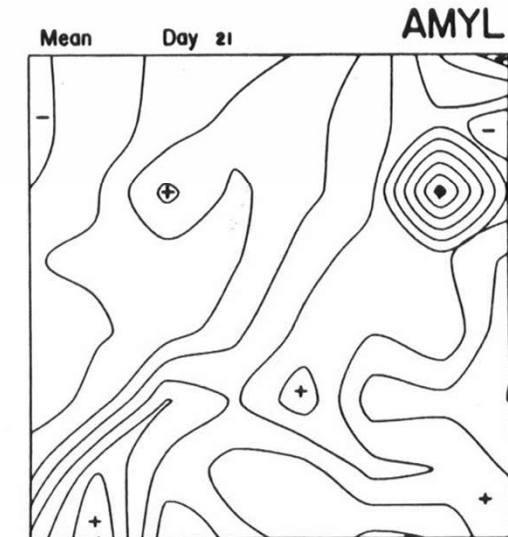
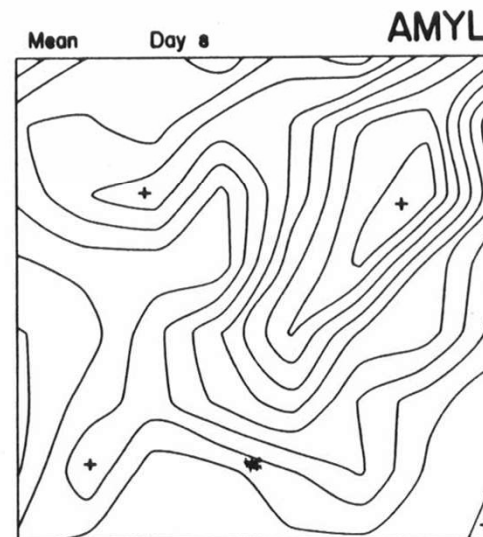
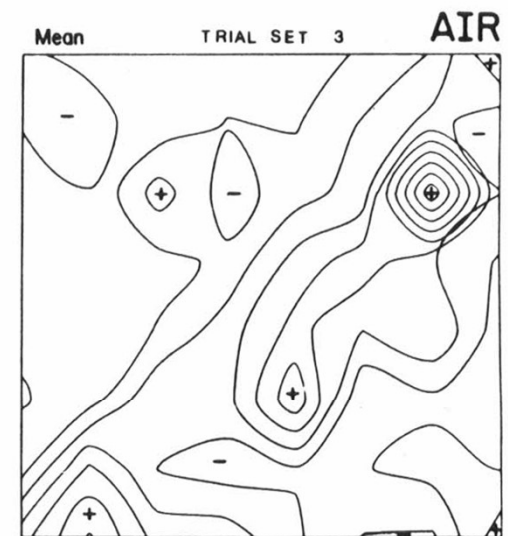
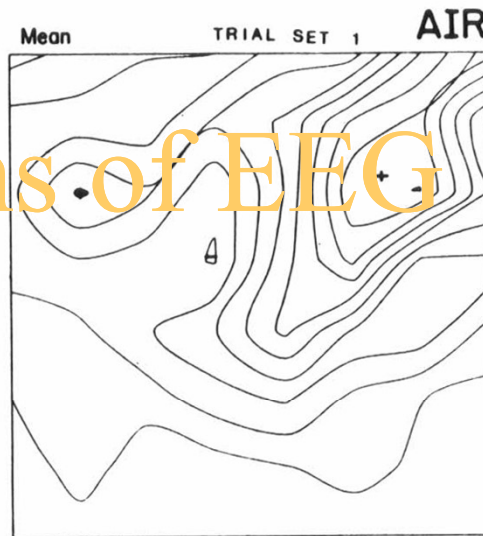
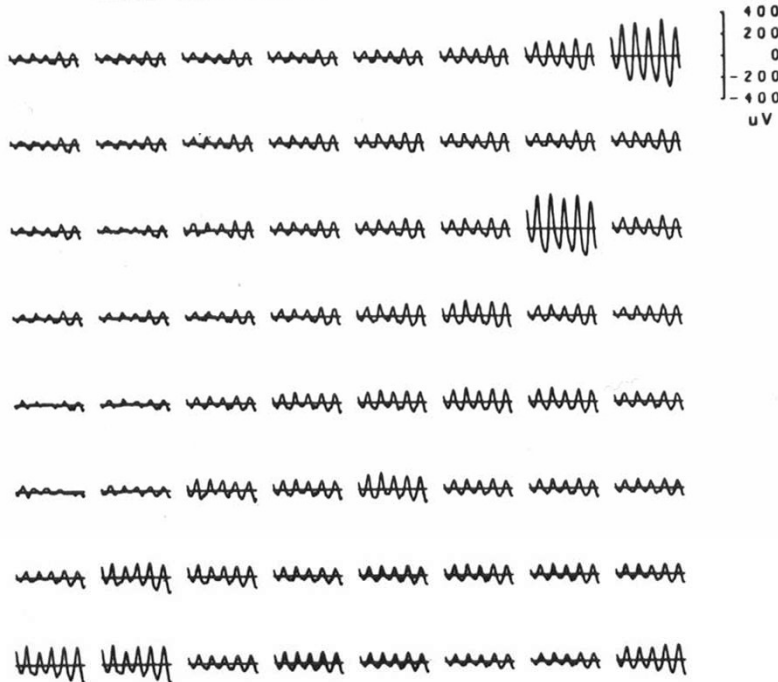
- Molteplici interpretazioni → unico stato finale ≡ definizione nuova classe

n **A+B: reversibilità**

- → Output = pseudo-ciclo
- → Possibilità di logiche modali intensionali, polivalenti e/o analogiche

Spatial patterns of EEG

EEG (100 msec)



Each new pattern of neural activity occupies the whole
 bulb. It reflects knowledge, not information.

Base motoria del comportamento intenzionale

- n Superamento del vecchio schema rappresentazionale del distinguere nella corteccia parte **sensoria** (percezione), **associativa** (rappresentazione) **motoria** (movimento risultante).
- n **Unità funzionale della corteccia → onnipervasività neuroni motori → nuovo schema intenzionale: azione-organizzazione-azione**



Continua...

❖ G. Rizzolatti:

- «Non è un caso che un approccio di questo ultimo tipo abbia consentito di scoprire una proprietà sorprendente nell'area F5: la maggior parte dei suoi neuroni **non codifica singoli movimenti bensì atti motori, cioè movimenti coordinati da un fine specifico**»



La corteccia cerebrale

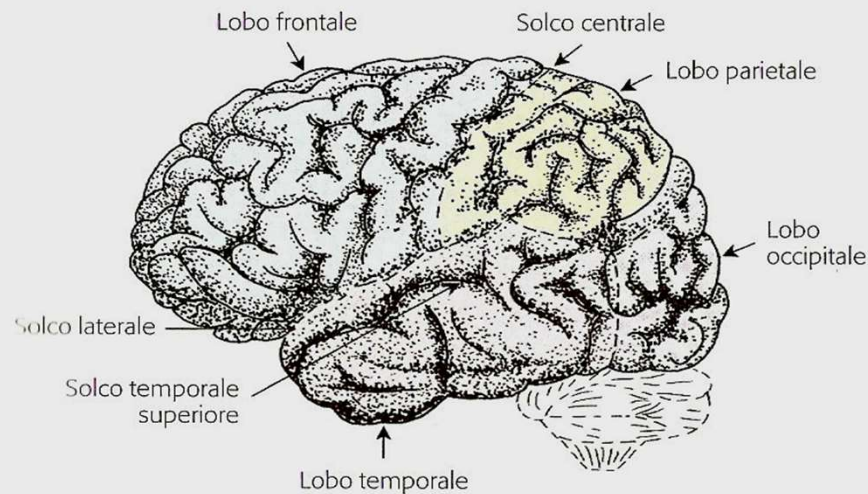
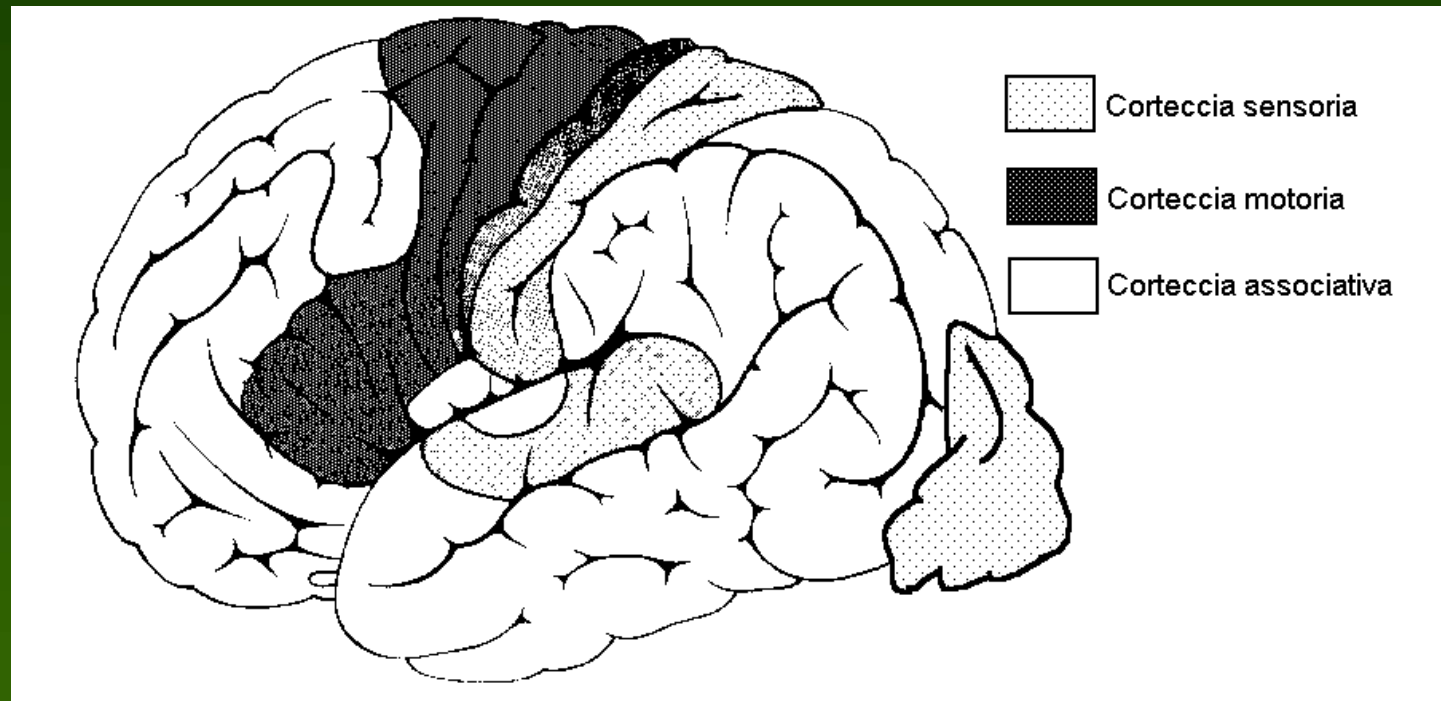
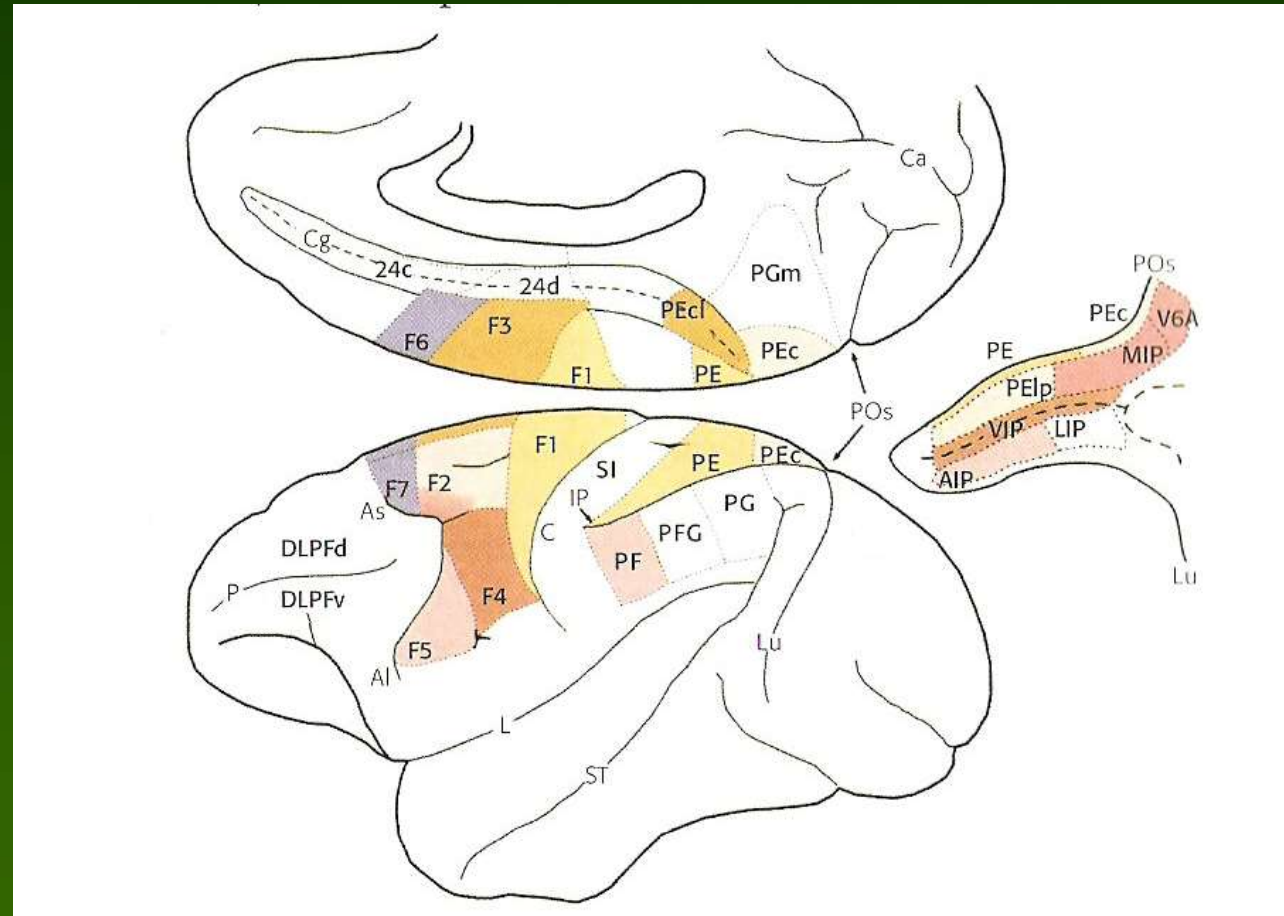


Figura 1.1 Visione laterale della corteccia di uomo con indicati i lobi cerebrali e alcune delle principali fissure. Il lobo occipitale e la parte di lobo temporale posta al di sotto del solco temporale (lobo temporale inferiore) hanno funzioni visive. Le aree acustiche primarie sono nascoste nel solco laterale, detto anche scissura del Silvio. Funzioni prevalentemente acustiche ha pure il giro temporale superiore (la corteccia, cioè, al di sopra del solco temporale superiore). Le aree nascoste nel solco temporale superiore sono in parte aree visive di ordine superiore, in parte aree polimodali (convergenza di modalità visive, acustiche e somatiche). Nella porzione anteriore del lobo parietale vi sono le aree della sensibilità somatica, mentre la porzione posteriore del lobo parietale ha funzioni tradizionalmente classificate come associative. La parte posteriore del lobo frontale contiene le aree motorie. La parte anteriore di questo lobo (lobo prefrontale) ha funzioni cognitive.

Vecchio schema funzionale (rappresentazionale)



Nuovo schema funzionale (intenzionale)

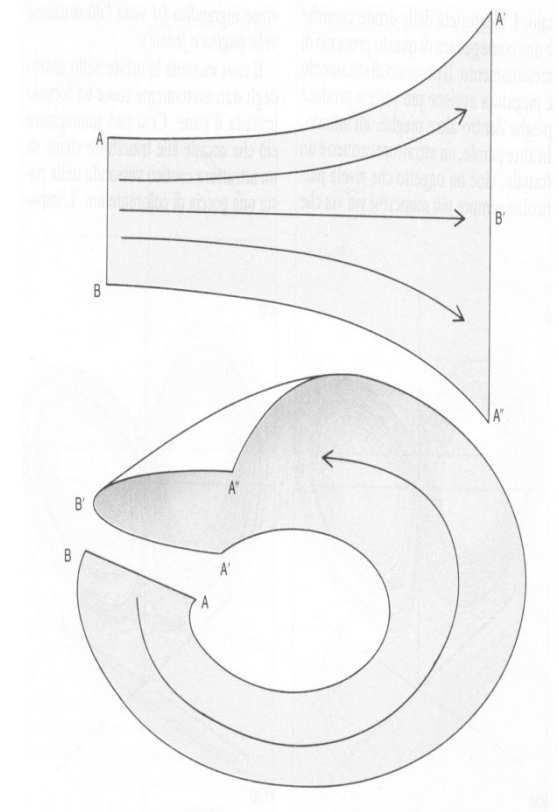
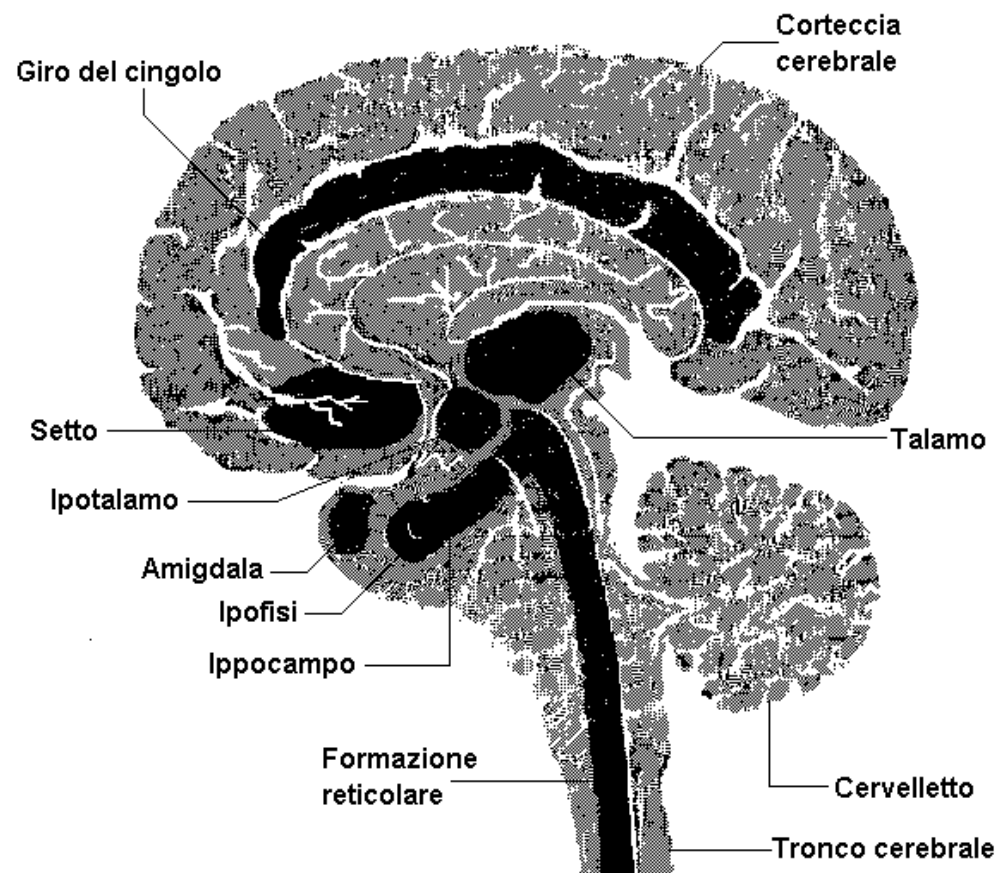


Ruolo dei fini: chiudere lo spazio delle possibilità



Si consideri ancora il caso della tazzina: sin dall'iniziale apertura della mano, il nostro cervello ne seleziona quei tratti (forma e orientamento del manico, del bordo, ecc.) che appaiono pregnanti ai fini dell'azione, e che concorrono a determinare tanto la *fisionomia motoria* dell'oggetto quanto lo *spazio delle possibili prese*. L'una si costituisce tramite l'altro, e viceversa. Ma perché si dia un'effettiva prensione occorre che la tazzina sia *raggiungibile*, e dunque *localizzabile* rispetto alle parti del corpo che intervengono nell'atto di afferrarla. Lo spazio dell'oggetto si declina qui nella forma della sua *posizione* relativa ai vari effettori coinvolti (braccio, mano, bocca, ecc.), risultando definito nei termini dei loro possibili *scopi d'azione*. Questi possono essere di volta in volta diversi, ma la localizzazione dell'oggetto non è mai indipendente da essi.

Implementazione cerebrale

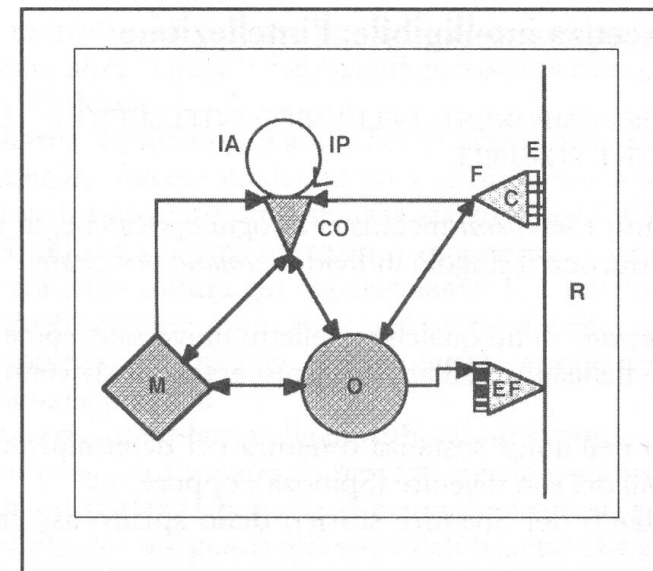
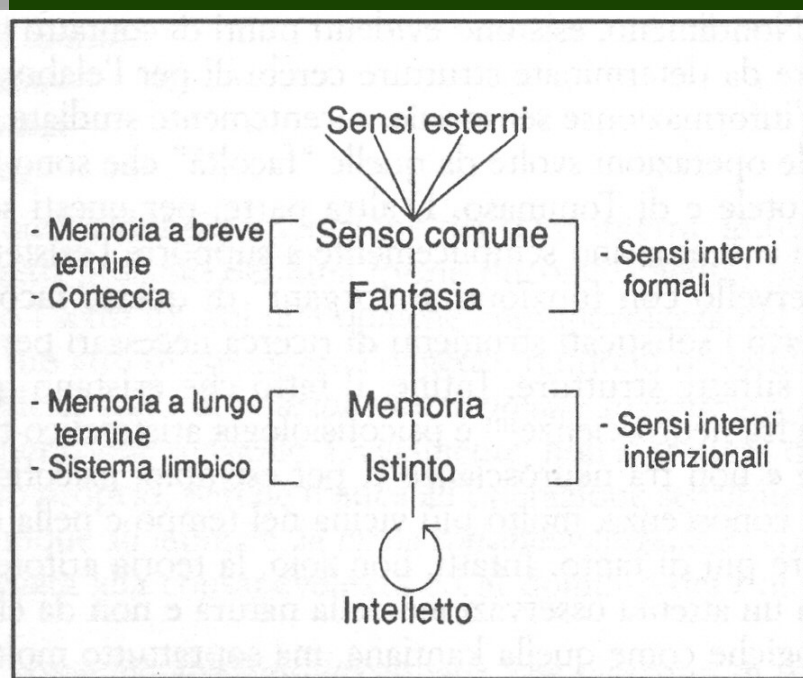


Relazione con Tommaso d'Aquino



«L'adeguazione è il punto di partenza di ogni conoscenza. Il tendere-verso-il-mondo del corpo esemplifica quello che Tommaso d'Aquino definisce il processo dell'intenzionalità. La nostra parola "intenzione" viene dal latino "protendersi verso". Questo protendersi inizia il ciclo azione-percezione che è seguito da cambi nel sé, man mano che impara dal mondo per assimilazione del sé al mondo. Non vi è trasferimento passivo dell'informazione attraverso i sensi nel cervello. Invece il cervello usa la propria dinamica caotica per creare la sua propria informazione, perché il caos deterministico può creare come distruggere informazione» (W. Freeman).

Schema psicologia intenzionale Tomista



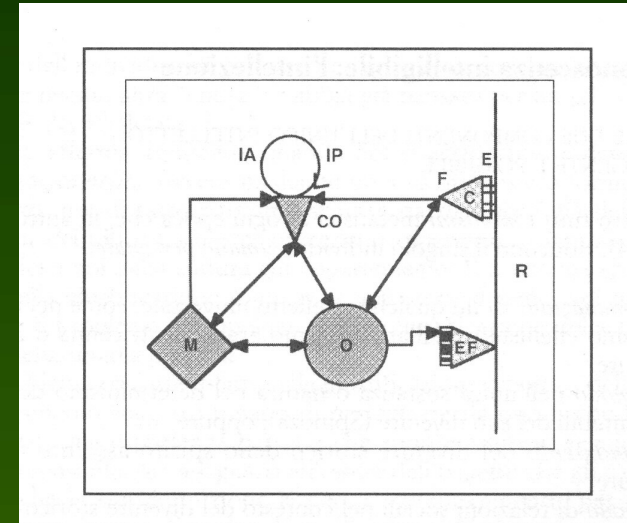
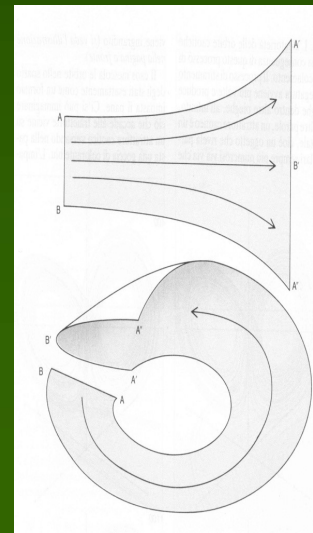
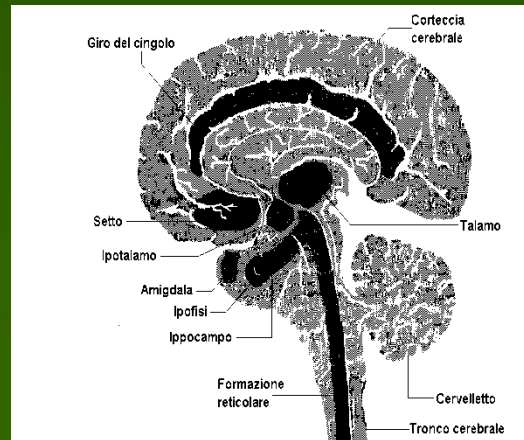
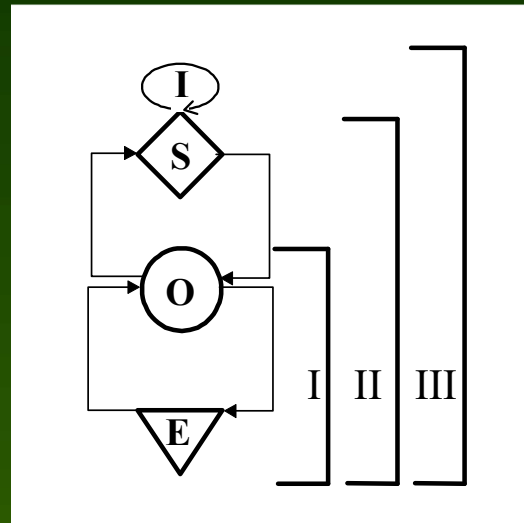
Da Basti (1995, 2003², cap. III)

Lo specifico della persona



- ❖ **Io = persona** = corpo umano vivente in quanto unità psicofisica di forma e materia, in relazione di scambio di materia e informazione con l'ambiente.
- ❖ **Persona >> Individuo (= organismo biologico)** perché è individuo capace di auto-determinarsi a tutti e tre i livelli di auto-organizzazione che caratterizzano gli organismi:
 - **Operazioni vegetative** (accrescimento, metabolismo, riproduzione) dove forma e fine delle medesime geneticamente determinate.
 - **Operazioni senso-motorie** dove solo i fini biologici (istinti) sono geneticamente determinati (coscienza animale)
 - **Operazioni intellettive (intelligenza e libertà)** caratterizzate da un controllo anche sui fini → importanza delle influenze culturali + capacità di controllo sui medesimi condizionamenti culturali (coscienza fenomenica del "sé" che è **duplice**: **1) oggettivabile**: immagine del sé; **2) inoggettivabile** come irriducibile presenza a se stessi dei nostri io personali (= soggettività consapevole).
- ❖ **Identità della persona** si gioca a livello di questa soggettività irriducibile.

Schema informazionale/intenzionale: essere personale vs. essere individuale



Nuovo Paradigma Intenzionale

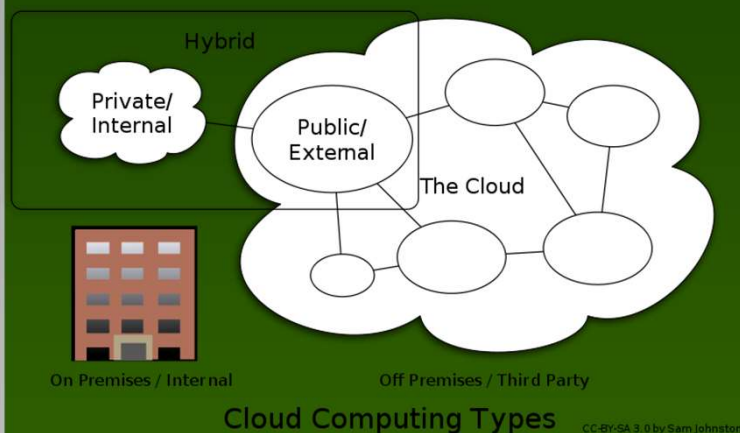
<http://www.stoqatpul.org>

Libet e Tommaso vs. Descartes

- ❖ Esperimento di B. Libet confuta falsa identificazione cartesiana fra “io” e “coscienza” non impostazione personalista libro arbitrio.
- ❖ Libero arbitrio: facoltà di **auto-determinarsi** in vista di scopi della persona. Cervello come coscienza volontaria = **strumenti** della persona non sono la persona.
 - Che i neuroni coinvolti nell'esecuzione atto volontario raggiungano un massimo di potenziale dispositivo all'atto ½ sec. Prima della coscienza volontaria di compierlo è quanto c'era da aspettarsi visto che ogni atto suppone una disposizione materiale immediata a compierlo (Aristotele).
 - Ciò che conta perché sia “personale” non è che non abbia una base cerebrale complessa ma che dipenda da un atto intenzionale (*goal-oriented*) di **auto-determinazione interno** alla persona e non da una risposta automatica a uno stimolo esterno.
 - D'altra parte per Tommaso larga parte dell'operazione intellettuale (int. Agente) e volontaria (coscienza come *cum-scientia* è solo al termine del processo volitivo) è **inconscia ma non per questo impersonale**.

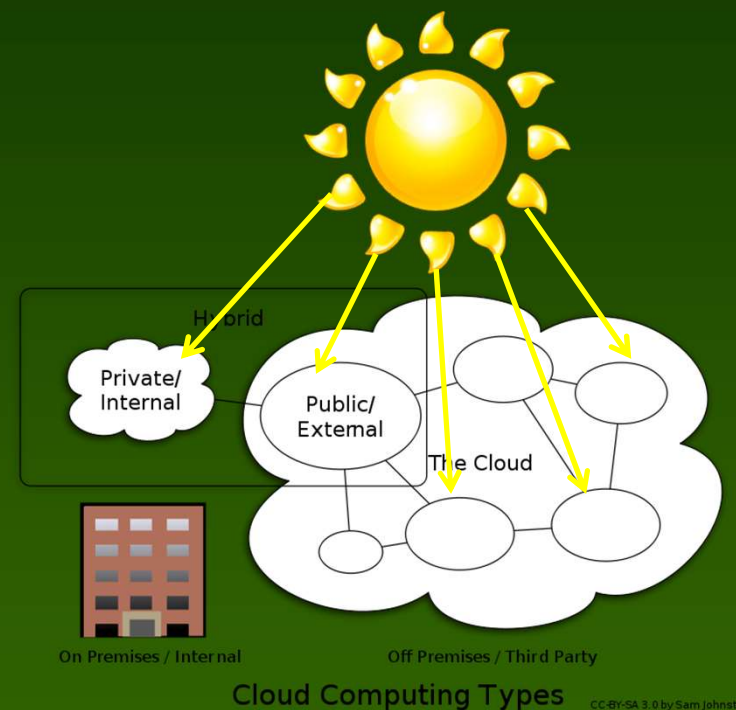


Schema informazionale/intenzionale: intersoggettività vs. soggettività



Persona=membro
della comunità

Nuovo Paradigma Intenzionale



Persona=soggetto
irriducibile

<http://www.stoqatpul.org>

Implicazioni Metafisiche I

- ❖ Relazioni mente-corpo come **scambi d'informazione** (vs. interazioni energetiche):
 - Non vi è sovrapposizione di flusso energetico e informazionale nei sistemi caotici e/o nelle strutture dissipative (Prigogine; Shaw) → dissipazione dell'energia è **top-down** dissipazione dell'informazione è (anche) **bottom-up**.
 - → Possibilità per i sistemi complessi di **generare** e non solo **manipolare** informazione (cfr. la nozione di “attrattore strano (caotico)” e l'impredicibilità del suo stato finale ordinato) → Parallelismo con la **comunicazione puramente formale** fra sensi e intelletto nell'ontologia psicologica di Tommaso.
 - **Superamento dell'inconsistenza dualismo** platonico-cartesiano: irriducibilità informazione/energia → possibilità di un surplus d'informazione senza violare principi di conservazione dell'energia (vs. interazionismo).



Implicazioni Metafisiche II

- ❖ **Localizzazione** della mente come “contenente” il corpo (vs. “introjection principle”: Schlick)
 - Se la mente è localizzata nel **flusso informativo** della mappa dei controlli di un corpo vivente, queste linee di flusso contengono (e non sono contenute in) le strutture corporee (organi) che esse controllano, all'interno del corpo e **in/da l'ambiente** (MacKay).
 - → Parallelismo con la soluzione di Tommaso del problema della **localizzazione di entità spirituali** (anima, angeli, Dio) rispetto alle **entità corporee** che controllano (rispettivamente: corpo umano, sfere celesti, universo) (Basti 1995).



Implicazioni Metafisiche III

❖ **Sopravvivenza dell'anima** come entità formale vivente individuale (sostanza) legata agli scambi d'informazione.

- Se la mente consiste nella componente informazionale di un corpo umano, come è possibile la sopravvivenza di un organo senza il resto del corpo cui appartiene se i suoi scambi metabolici vengono garantiti, così per la mente se lo sono i suoi **scambi d'informazione** (Johnson-Laird 1990).
- Parallelismo con la soluzione di Tommaso → la resurrezione finale non è una nuova incorporazione dell'anima, ma riorganizzazione della materia del **mio** corpo attraverso anima.

