

Università degli Studi di Palermo

Facoltà di SS.MM.FF

Classe 23/S

Lauree Specialistiche in Informatica

**Dottorato “Storia e Didattica delle
Matematiche, della Fisica e della
Chimica”**

Scienze Cognitive

anno acc. 2005-2006

- Prof. Maurizio Cardaci
Dipartimento di Psicologia
Edificio 15 (stanza 303, 3°p.)
Viale delle Scienze
tel. 091 –7028415 (diretto)
cardaci@unipa.it

Obiettivi del corso...

- a. presentare i principi fondamentali e i livelli di analisi dell'attività cognitiva
- b. progettare e implementare modelli/esperimenti simulativi sui processi cognitivi

Fonti bibliografiche [Libri.htm](#)

Definizioni di Scienza/e Cognitiva/e...

....Oxford *Dictionary of Computing*

Scienza cognitiva (Cognitive Science)

- ✓ *Un campo di ricerca multidisciplinare (intelligenza artificiale, psicologia cognitiva, linguistica, neuroscienza, filosofia). Scopo è comprendere i fenomeni del pensiero e le relazioni mente-cervello.*
- ✓ *Il progresso dipende dal lavoro su simulazioni, percezione, linguaggio, stati mentali, coscienza*

Dal libro *Mind* (Thagard, 2005)

- *Scienza Cognitiva è lo studio interdisciplinare della mente e dell'intelligenza, comprendente filosofia, psicologia, AI, neuroscienza, linguistica, e antropologia. Le sue origini intellettuali risalgono agli anni '50 quando ricercatori in vari campi iniziarono a sviluppare teorie della mente basate su rappresentazioni complesse e procedure computazionali. Le sue origini organizzative risalgono agli anni '70 quando fu costituita la Cognitive Science Society e nacque il giornale Cognitive Science*

Macmillan Dictionary of Psychology (1995)

- **In teoria**, ogni disciplina che studia scientificamente la cognizione; **in pratica**, ogni disciplina che si propone di farlo (incluse sociologia, antropologia, linguistica, psicologia, AI e in parte filosofia). L'espressione ha consentito di proclamarsi scienziati a molti che non lo sono.
- Gli scienziati cognitivi raramente prestano attenzione al sistema nervoso, in contrasto con le **NEUROSCIENZE** che si occupano dell'*hardware*.

The Penguin Dictionary of Psychology (2002)

- Termine recente per il gruppo di **discipline** che studiano la mente umana.
- E' un “**umbrella term**” che include disparati approcci, quali psicologia cognitiva, epistemologia, linguistica, informatica, AI, matematica, neuropsicologia

The Mind's New Science (Gardner)

- ... anche se il termine *cognitive science* è a volte esteso per includere tutte le forme di conoscenza, animate e non, umane e non, io applico il termine principalmente allo sforzo di spiegare la conoscenza umana...

Trask's *A Student's Dictionary of Language and Linguistics*

- Studio scientifico della mente umana, comprendente aspetti quali percezione, intuizione, acquisizione della conoscenza, ragionamento e linguaggio. Cognitive science è un **campo interdisciplinare** che combina contributi dalla linguistica, psicologia, filosofia, informatica, AI

The Collins Dictionary of Artificial Intelligence

- *Campo che studia i meccanismi dell'intelligenza umana. Cognitive science riguarda anche l'indagine dei processi di produzione dell'intelligenza in una situazione data*

Allan Collins nel primo numero del giornale *Cognitive Science*

- SC è definita principalmente **dall'insieme di problemi** cui si rivolge e dagli **strumenti** che usa (...)
- Le tecniche includono l'analisi dei protocolli, l'analisi linguistica e una varietà di tecniche sperimentali sviluppate in anni recenti dagli psicologi cognitivi
- I formalismi teorici includono l'analisi mezzi-fini, le reti semantiche, i linguaggi goal-oriented, i sistemi di produzione ecc.

Il *paradosso computazionale* nelle S.C.

- Formula evocata da H. Gardner per evidenziare come i modelli cibernetici della mente in realtà abbiano solo dimostrato la **diversità della mente dai sistemi elettronici**, in quanto i suddetti modelli **sono incapaci** di cogliere i processi motivazionali, emotivi ed affettivi, connessi al comportamento e al funzionamento mentale umano

Discipline che compongono le Scienze Cognitive

	A	B	C	D	E	F
linguistics	yes	yes	yes	yes	yes	yes
artificial intelligence	yes	yes	yes	yes	yes	yes
philosophy	yes	yes	yes		yes	yes
epistemology				yes		
psychology		yes	yes		yes	yes
cognitive psychology	yes			yes		
neuropsychology				yes		
neuroscience	yes	yes			yes	
anthropology		yes			yes	
social anthropology			yes			
sociology			yes			
computer science						yes
computer sciences				yes		
mathematics				yes		

- A. The Oxford Dictionary of Computing**
- B. Thagard, Mind**
- C. The Macmillan Dictionary of Psychology**
- D. The Penguin Dictionary of Psychology**
- E. Gardner, The Mind's New Science**
- F. Trask, A Student's Dictionary of Language and Linguistics**

Ricercatori famosi nelle scienze cognitive

- Noam Chomsky
- Daniel Dennett
- Douglas Hofstadter
- Marvin Minsky
- Seymour Papert
- Jerry Fodor
- Steven Pinker
- John Searle
- Herbert Simon
- David Chalmers

Eventi che contribuirono all'emergere della scienza cognitiva...

- ✓ Fattori politici e tecnologici
- ✓ Conferenze e incontri interdisciplinari
- ✓ Critiche al comportamentismo

Anni '40 – ricerche correlate alla guerra

- ✓ Wiener lavora a meccanismi di guida per missili e aerei (sistemi ad auto-correzione/regolazione)
- ✓ Neuropsicologia (molti neurolesi fra le vittime della 2° guerra mondiale): evidenze della localizzazione funzionale nell'organizzazione cerebrale

1940's and 1950's - principali sponsor della ricerca cognitiva

- ✓ Macy Foundation
- ✓ Ford Foundation
- ✓ Sloan Foundation
- ✓ U.S. centers of research:
 - ✓ MIT
 - ✓ Princeton Institute for Advanced Study
 - ✓ Center for Advanced Study in the Behavioral Sciences (Palo Alto)
 - ✓ Harvard University

1940s: progressi sui computer

- ✓ Turing (1936)- macchina universale per eseguire ogni programma espresso in codici binari
- ✓ Von Neumann - idea di immagazzinare i programmi
- ✓ Wiener - cibernetica (control and communication theory)
- ✓ Conference on Cybernetics (1946)

1940s: Information Theory

- ✓ Claude Shannon (1938) suggerisce che i circuiti elettrici potrebbero rappresentare le operazioni fondamentali del pensiero
- ✓ Shannon and Weaver sviluppano la nozione di bit (unità d'informazione)

Nuove metafore della mente

- ✓ Analogie tra un sistema di connessioni logiche e il sistema nervoso umano (McCulloch and Pitts)
- ✓ La mente come “software” del cervello

The Hixon Symposium (1948)

- ✓ Crescente interesse per le relazioni mente cervello
- ✓ Lashley: “Il problema dell’ordine seriale nel comportamento”
- ✓ Cervello come sistema attivo e dinamico
- ✓ Discussioni sulla pianificazione linguistica

Lashley: “The problem of serial order in behavior”

- ✓ Esempi di sequenze comportamentali:
- ✓ Parole in un frase
- ✓ **Movimenti delle dita (pianoforte o tastiera)**
- ✓ Associative Chain Theory: gli atti (p.e.parole) sono concatenati, ogni atto serve come stimolo (input) per il successivo

Le ricerche di Lashley sul sistema nervoso

- ✓ I meccanismi motori possono attivare i muscoli in un ordine predeterminato e non necessitano controlli sensoriali
- ✓ L' *associative chain theory* è inadeguata per spiegare le sequenze linguistiche (p.e. le frasi si presentano in molte diverse combinazioni)
- ✓ Errori di anticipazione nella pianificazione motoria

Approcci alla percezione e alla cognizione (Harrison, 2002)

I grandi periodi storici...

- Filosofia (V sec. a.C. - inizi XIX sec.d.C.)
- Nascita della Psicologia (XIX sec.- primo '900)
- Psicologia "Classica" (1900 – 1950 ca)
 - Comportamentismo (Behaviourism) (Watson, Skinner)
 - Psicologia della Gestalt (Wertheimer, Koffka)
- Psicologia "Moderna" (1950 - oggi)
 - Psicologia Ecologica (Gibson)
 - Psicologia Cognitiva (Helmholtz, Marr)
 - Psicologia Evoluzionistica

Filosofia (V sec. a.C. - inizi XIX sec.)

- Studio dell' "anima" (come essa ricorda o percepisce la realtà)
 - P.e. Platone, Aristotele, Cartesio
- Approccio: analisi concettuale, speculazione "razionale"
 - Analisi dei significati delle parole
 - Contraddizioni o fallacie nei resoconti della percezione e della cognizione
 - Condizioni necessarie per la nostra esperienza del mondo

Filosofia (V sec. a.C. - inizi XIX sec.)

- Studio dell' "anima" (come essa ricorda o percepisce la realtà)
 - P.e. Platone, Aristotele, Cartesio
- Approccio: analisi concettuale, speculazione "razionale"
 - Analisi dei significati delle parole
 - Contraddizioni o fallacie nei resoconti della percezione e della cognizione
 - Condizioni necessarie per la nostra esperienza del mondo

Fondamentali questioni filosofiche (1)

- la mente è separata dal corpo(cervello)?
 - No: **Monismo**
 - La mente è solo un aspetto del corpo
 - La mente non può esistere senza il corpo
 - Si: **Dualismo**
 - La mente e il corpo sono sostanze differenti
 - La mente può esistere senza il corpo

Fondamentali questioni filosofiche (2)

- La conoscenza è innata o appresa?
- ✓ Appresa: **Empirismo**
 - La mente alla nascita è una “tabula rasa”
 - Le abilità cognitive e percettive sono acquisite con l’esperienza
- ✓ Innata: **Razionalismo**
 - La mente è intrinsecamente razionale
 - Le abilità cognitive e percettive aiutano ad organizzare la nostra esperienza, ma non derivano da essa
- ✓ Integrazione delle 2 posizioni (Kant)

Inizi della Psicologia (XIX sec.- primo '900)

- Studio sperimentale di come percepiamo
 - Fechner, Wundt, Titchener
- Approccio: **psicofisico**
 - La percezione e la cognizione sono scomposte in semplici "unità atomiche"
 - Questi "atomi" sensoriali sono messi in relazione gli uni con gli altri, o con variabili fisiche p.e. quanto intensa deve essere una luce per potere essere vista (\rightarrow *psicofisica*)

Assunzioni fondamentali agli inizi della psicologia...

- La percezione e la cognizione si basano su atomi mentali che sono accessibili alla coscienza e possono essere combinati per formare complesse percezioni e memorie
- ASSOCIAZIONISMO, ATOMISMO
STRUTTURALISMO

Un esempio...

- ✓ l'unità percettiva che appare come “il gelato” si può considerare come la risultante associativa di differenti sensazioni (termiche, gustative, tattili, visive)



Difficoltà dell'atomismo psicologico

- ✓ Gli atomi sensoriali sono realmente accessibili alla coscienza?
 - no: **COMPORAMENTISMO** (*Behaviourism*)
- ✓ Gli atomi possono essere combinati in modo semplice per formare strutture complesse?
 - no: **PSICOLOGIA DELLA FORMA** (*Gestalt*)

Comportamentismo (*Behaviourism*) (Watson, Skinner) (1900 - 1950)

- ✓ L'introspezione conscia non è adeguata per uno studio scientifico
 - *Non possiamo basarci sul resoconto soggettivo dei nostri processi percettivi e cognitivi*
- ✓ L'indagine si limita a quegli aspetti della **Percezione** e della **Cognizione** che consentono misure fisiche obiettive
 - *Per esempio, l'abilità ad associare coppie di parole*

Assunzioni fondamentali del Comportamentismo (1)

- ✓ **Percezione & Cognizione** sono costituite da associazioni tra stimoli e risposte (S-R), “atomi comportamentali”
- ✓ Nessuno studio dei processi interni all’organismo (p.e. **coscienza**)
- ✓ Organismo=“scatola nera” (black box) (sistema nervoso **concettuale**, Skinner, 1938)

Metafora dell'organismo come “scatola nera”

ambiente input ⇒	organismo (scatola nera) (processi mentali?) (“sistema nervoso concettuale”, Skinner, 1938)	ambiente ⇒ output
-----------------------------------	---	------------------------------------

Assunzioni fondamentali del Comportamentismo (2)

- ✓ Studio di P & C come *osservabili*
 - Stimolo (S) (atomico): p.e. una luce blu
 - Risposta (R) (atomica): p.e. ammiccamento oculare
 - Associazioni S-R (*riflessi innati & appresi*)
- ✓ Problemi. Possono essere molto complessi (non atomici):
 1. Gli stimoli
 2. Le risposte
 3. I collegamenti tra i processi cognitivi

Evoluzione (e crisi) del Behaviorismo

I. Comportamentismo (teorie S-R)

- $S_1 \Rightarrow R_1 \dots S_2 \Rightarrow R_2 \dots S_3 \Rightarrow R_3$

II. Neo-comportamentismo (teorie S-O-R)

- $S \Rightarrow R_{(r1,r2,r3\dots ecc.)}$
- $S_{(s1,s2,s3\dots ecc)} \Rightarrow R$
- $S_{(s1,s2,s3\dots ecc)} \Rightarrow R_{(r1,r2,r3\dots ecc.)}$

III. Ceno-comportamentismo (comportamenti “intenzionali”, “mappe cognitive”)

Cognitivism (Human Information Processing) (1950 -)

- ✓ Progressi tecnologici durante la 2° Guerra M.
- ✓ Teoria dell'informazione
- ✓ Computer (Artificial Intelligence)
- ✓ Centralità del concetto di **informazione**
 - Informazione **immediatamente** disponibile x l'organismo (p.e. tramite la luce)
 - Elaborazione **mediata** dell'informazione necessaria x produrre percetti, per eseguire compiti (p.e, sensazioni luminose⇒estrarre bordi ⇒ raggrupparli, ecc..)

Cognitivism (Human Information Processing) (1950 -)

- ✓ Progressi tecnologici durante la 2° Guerra M.
- ✓ Teoria dell'informazione
- ✓ Computer (Artificial Intelligence)
- ✓ Centralità del concetto di **informazione**
 - Informazione disponibile x l'organismo
 - p.e. tramite la luce
 - Elaborazione dell'informazione necessaria x produrre percetti, per eseguire compiti
 - p.e, sensazioni luminose ⇒ estrarre bordi ⇒ raggrupparli, ecc..

“Informazione”, concetto trans-disciplinare (biologia, matematica, psicologia, ecc.)

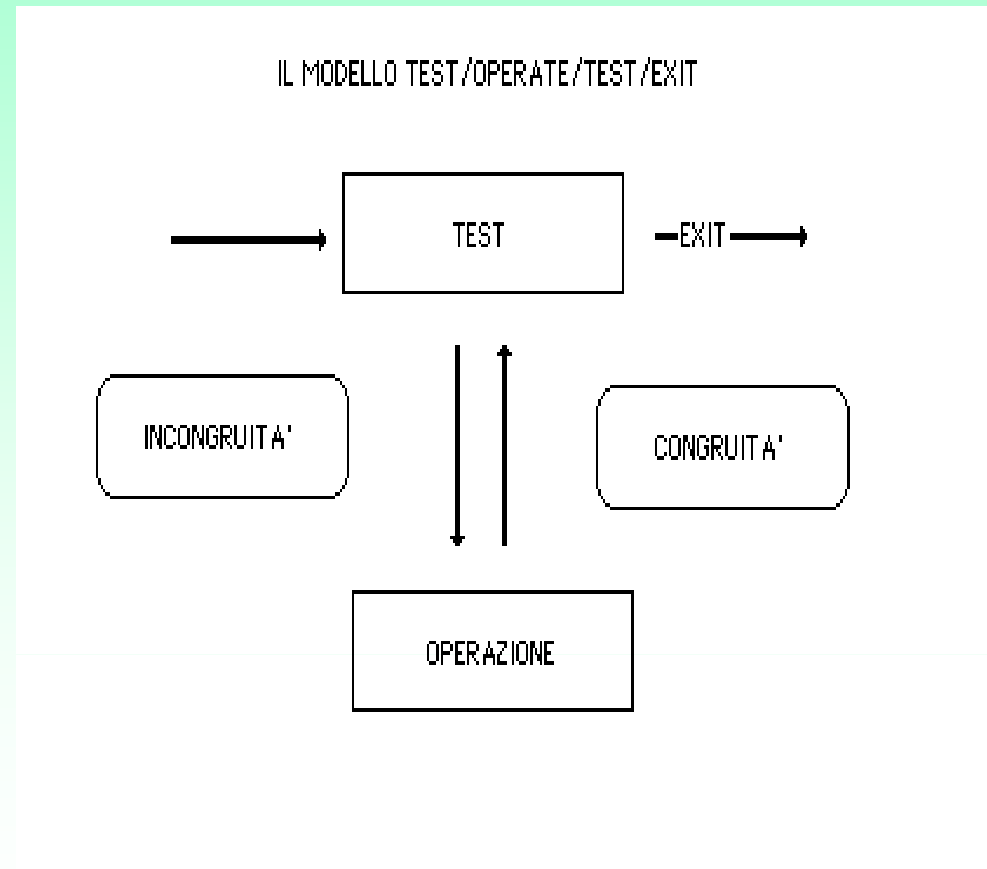
- la “teoria matematica della comunicazione”
misura (in *bit*) la riduzione d’incertezza
determinata da un segnale
(Shannon, Weaver, 1949)
- *Input* \Rightarrow segnali (codificazione, trasduzione
sensoriale) \Rightarrow canale \Rightarrow integrazione a livello
centrale (cervello/ mente) \Rightarrow output (feed
back/forward)

“Informazione” e cognizione umana

- Fattori psicologici che rendono “informativo” un evento:
- Contesto/Aspettative/Emozioni/
Motivazioni/Conoscenze precedenti/ ecc.

Cibernetica (controllo, retroazione, autoregolazione): scoperta della retroazione

- *Feed back/forward*(nei comportamenti intenzionali)
- Tutti i comportamenti intenzionali si possono considerare esempi di *feedback*
- l'organismo “misura la distanza” che lo separa dalla meta (p.e. il cibo) e agisce per eliminarla



Human Information Processing e “metafora del computer”

- Mente umana = servomeccanismo ad auto-correzione (capacità limitata, 500 mill.sec.) (Craik, 1940)
- Limiti computazionali=economia cognitiva
- Biases, euristiche, modelli mentali, ecc.
- Uomo = “avaro cognitivo” (Taylor, 1981)

Approccio funzionalista (p.e. Dennett, 1978)

- “la mente sta al cervello come il software sta all’hardware”
- Software= processi cognitivi
- Hardware: cervello, chip, ecc.
- Mente modulare (Fodor,1983)

Primi modelli dei processi mentali

- Mente= “stanza di controllo centralizzato” dove “gli impulsi in arrivo sono trattati ed elaborati...in una *mappa cognitiva* dell’ambiente” (Tolman, 1948)
- L’informazione è elaborata in “assemblee di neuroni” (Hebb,1949)

Mente e processi cognitivi...

- Negli anni Cinquanta, Miller (1956) determina lo *span* (ampiezza) della memoria umana e Broadbent (1957) utilizza un modello meccanico per rappresentare il filtro attenzionale (alcune biglie cadono in un tubo a Y che rappresenta i canali sensoriali).

Assunzioni fondamentali del Cognitivismismo

- ✓ P & C umane e animali sono evolutivamente adattate ad un particolare ambiente per scopi specifici (sopravvivenza, riproduzione, comunicazione)
- ✓ Modelli e simulazioni al computer per capire come funziona il cervello
- ✓ Focus sull'informazione sensoriale e sui processi di elaborazione

Oltre la mente “computermorfica”

Costruttivismo

- conoscenza come azione
- assimilazione/accomodamento
- cognizione= “accordo del pensiero con le cose/accordo del pensiero con se stesso”

(Piaget, 1936)

Informazione o significato?

- *Cognizione come “ricerca di significatività”*
- *“Connettere ciò che è dato con qualcosa di diverso”*

(Bartlett, 1932)

Altri approcci alla cognizione

- Approccio ecologico-culturale (Gibson, Bruner, Vigotsky)
 - Ambientalismo
 - Cognizione distribuita e adattiva
 - Cultura e tecnologia come scaffolding
 - Tecniche come amplificatori cognitivi (motori, sensoriali, simbolici)