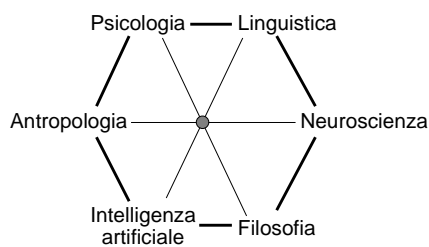


Scienza Cognitiva

Cos'è la scienza cognitiva

- Studio dell'intelligenza umana in tutte le sue forme, dalla percezione all'azione, al linguaggio, al ragionamento.
- Attività cognitive:
 - riconoscere la voce di un amico al telefono
 - leggere un racconto
 - saltare di pietra in pietra in un torrente
 - spiegare un'idea a un compagno di corso
 - ricordare la via per tornare a casa dal lavoro
 - scegliere una professione
 - ...
- L'esercizio dell'intelligenza è detto cognizione.

L'esagono cognitivo



Origini

scientifiche: metà anni '50

- ricercatori di più settori cominciano a sviluppare teorie sul funzionamento della mente basate su rappresentazione e computazione

organizzative: metà anni '70

- nasce la Cognitive Science Society e inizia la pubblicazione della rivista Cognitive Science
- ora esistono più di 60 università in Europa e Nord America con lauree in Scienza Cognitiva

Origini scientifiche

- Informatica: simulazione della percezione visiva
- Linguistica: apprendimento del linguaggio
- Etologia: radici del comportamento sociale
- Neurofisiologia, Neurologia, Neuropsicologia
 - relazione tra cellule nervose e movimento/visione
 - relazione tra cellule nervose e attività cognitive
 - pazienti cerebrolesi e funzionamento del cervello
- Antropologia: pratiche culturali e principi della mente
- Psicologia: percezione, memoria, pensiero, azione

Studio della mente

Esistono attività della mente che occorrono di continuo

- risolvere problemi
- prendere decisioni
- spiegare azioni
- imparare nuovi concetti

Scopo della Scienza Cognitiva è spiegare in che modo si compiono le operazioni mentali, ...

... non solo di quali passi consistono le diverse operazioni, ma anche in che modo la mente esegue le operazioni

Perché studiare la mente: il fascino della scienza cognitiva

- Si focalizza su una domanda fondamentale per ogni individuo e per la specie: che cosa significa, dal punto di vista cognitivo, essere degli umani?
- Una persona è l'insieme dei processi cognitivi che evidenzia in pensieri, percezioni, frasi, azioni
- Due esempi:
 - la comunicazione: dall'idea nella mente del parlante, ai movimenti muscolari, al movimento dell'aria, all'udito dell'ascoltatore, all'idea nel suo cervello,...
 - la visione: come riconoscere un amico dalla luce sul suo viso in una frazione di secondo in una stanza semibuia ...

Perché studiare la mente: applicazioni

- sviluppo tecnologico
 - costruire sistemi hw e sw che manifestano intelligenza simulando i processi cognitivi (ma vedi IA)
- educazione e riparazione del sistema cognitivo
 - migliorare i metodi di insegnamento, sapendo in che modo i discenti pensano e apprendono
 - apprezzare le forze e le debolezze dell'apparato cognitivo (illusioni ed errori sistematici)
 - come trattare terapeutamente la perdita di potere cognitivo (traumi, schizofrenia, sindrome di Alzheimer)
- scelte sociali: come le persone "scegliono"
 - gli ingegneri e i progettisti possono migliorare i loro prodotti
 - politici e comunicatori possono ottenere maggiore successo

Come si studia la mente

- Credenze comuni
 - le azioni sono governate da sentimenti e giudizi consci
 - il pensiero domina il comportamento
- Non si può verificare cosa succede fisicamente nella "testa" delle persone
- Uso di metafore nel corso dei secoli
 - pagina bianca su cui si inscrivono varie impressioni
 - dispositivo idraulico in cui agiscono varie forze
 - centralina telefonica
 - ... i computer !

La mente come computazione

metafore di tipo computazionale
per descrivere e spiegare
come gli esseri umani compiono le attività cognitive

La mente come rappresentazioni + procedure

Esempio: la conoscenza di uno studente universitario

- argomenti dei vari corsi
- come si fa a iscriversi
- a che ora iniziano le lezioni
- quali sono i corsi da seguire e quelli da evitare
- quali sono i corsi più importanti per il proprio futuro professionale (Scienza Cognitiva?)
- percorsi da un laboratorio a un altro
- come sono fatti gli studenti di altri corsi di laurea
- dove si va al venerdì sera (Ombelico?)
- come sono strutturati gli intervalli delle lezioni in un altro corso di laurea (giurisprudenza, biologia)

Dove si trova questa conoscenza?

- Rappresentazioni mentali
 - regole: Se voglio laurearmi, devo dare X esami
 - concetti: mattone (corso particolarmente pesante)
 - immagini mentali: struttura topografica di Palazzo Borsalino
 - stereotipi non analitici: come sono gli studenti di biologia
- Procedure: operazioni sulle rappresentazioni
 - producono pensiero e azione
 - » Gli esami con Lombardo si danno entro un mese dalla fine del corso
 - » Chiederò la tesi a chiunque tranne che a Lombardo
 - dipendono dal tipo di rappresentazione
 - » Addizione con numeri arabi (2, 61, 108) o romani (II, LXI, CVIII)

Prospettiva storica: antichità

- Due grandi interessi per l'uomo fin dall'antichità
 - comprensione e controllo del mondo esterno
 - comprensione e controllo di se stesso
- Tradizioni filosofiche orientale e occidentale
 - approccio orientale globale (mente e natura)
 - indirizzo analitico occidentale: più tipi di conoscenza
 - » Platone e la conoscenza delle idee innate
 - » Aristotele e le regole che si imparano dall'esperienza
- La Scienza Cognitiva prosegue la tradizione analitica occidentale, con la speranza di arrivare alla comprensione della mente come entità globale

La filosofia moderna: l'esistenza della mente

- due intuizioni essenziali delle scienze umane
 - il corpo umano si può studiare con mezzi empirici
 - anche la mente si può considerare come un sistema governato da leggi fisiche
- Cartesio (1596-1650): il dualismo mente/corpo
 - studio del corpo (fluidi cartesiani)
 - esistenza della mente: "Penso, dunque sono"
 - Non può esistere una scienza della mente!
- Il dualismo cartesiano ha permeato la cultura occidentale: libero arbitrio e mente distinta dal corpo!
- Storia della psicologia = Serie di reazioni al dualismo

La dicotomia della filosofia moderna

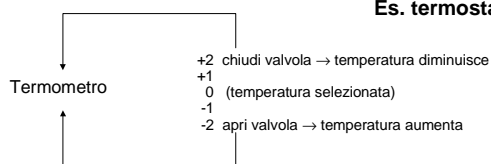
- Razionalismo (seguendo Platone)
 - dualismo (Cartesio)
 - materialismo (Leibniz)
 - posizioni intermedie
- Empirismo (seguendo Aristotele)
 - Bacone e Locke
 - induzione (Hume)
 - positivismo logico (Russell)
 - confirmation theory (Carnap, Hempel)
- Integrazione di Kant

Cibernetica (precursori)

- de Prony: tavole logaritmiche e trigonometriche
- Pascal: macchina per addizionare
- Leibniz: macchina per moltiplicare (simboli + calcolo)
- la macchina analitica di Charles Babbage (astratta)
 - precursore del calcolatore programmabile (con schede)
 - mulino per macinare dati (CPU) + deposito per immagazzinarli (memoria di massa)
- le leggi del pensiero di George Boole
 - basi della logica moderna e della computer science
 - astrazione dal significato; importanza della sintassi
 - critica al tardo psicologismo

Cibernetica

- controllo e comunicazione nelle macchine e nei sistemi viventi
- 1944: primo convegno organizzato da N. Wiener
- concetto di feedback (retroazione)



Cibernetica: il feedback come controllo

- feedback negativo
 - stabilizza la situazione intorno al punto desiderato, opponendosi al sistema
 - comune in neurofisiologia (Es.: bicchiere alle labbra)
- feedback positivo
 - amplia sempre di più le oscillazioni del sistema
 - prosegue l'azione in atto
 - necessità di un controllo esterno
- Feedback come scopo per esseri viventi e macchine
 - assimilazione dell'uomo alla macchina
 - intenzionalità "come se" nella macchina

Cibernetica: comunicazione

- teoria dell'informazione (1949)
 - considera la quantità di informazione trasmissibile attraverso un canale, non la qualità (significato)
 - » un bit codifica due messaggi
 - » $I = \log_2(\text{numero di messaggi})$;
 - valore informativo di un messaggio
 - » aspettative del ricevente e prevedibilità (F di Firenze)
 - » Shannon e l'entropia ($I = -\log_2 \text{prob}(\text{messaggio})$)
- reti neurali come strumenti di computazione (1943)
 - neuroni semplificati (informazione trasmessa: 0 o 1)
 - autorganizzazione e emergenza di funzioni mentali
 - teoria neurologica dell'apprendimento (Hebb)

Cibernetica: critiche

- Informazione quantitativa e non qualitativa
 - entropia non applicabile in scienza cognitiva
 - » entropia alta = alto valore informativo in termini quantitativi
 - » Esempio: 100 numeri randomizzati VS *S'io fossi foco*
 - probabilità di un'informazione in entrata non sufficiente
 - » funziona in alcuni casi (telegramma eredità)
 - » valutazione della significatività dell'informazione per il sistema: conoscenza degli scopi interni (conversazione sull'amore)
- Limiti del feedback come controllo (autoperturbazione)
 - feedback come equilibrio, da difendere contro stimoli esterni, non sufficiente (stimoli autogenerati)

Terza cibernetica e cibernetica di second'ordine

Psicologia (inizi: folk psychology)

- due secoli dopo Cartesio, per spiegare i fenomeni mentali, si assume l'uso dell'introspezione
- pensiero come associazione conscia di idee
- pensiero sempre accompagnato da immagini visive
- 1879: 1° laboratorio di psicologia sperimentale a Lipsia (Wundt)
- *soggettivismo*: introspezione guidata dalla teoria

Psicologia (inizi: folk psychology)

- due obiezioni: esistenza di processi inconsci
 - von Helmholtz: percepire la profondità nella visione (1870 c.)
 - Freud: pulsioni sessuali e aggressive che generano nevrosi
- gruppo di Wurzburg: pensieri senza immagini
 - esperienze cosce non analizzabili attraverso l'introspezione
 - l'introspezione non è in grado di stabilire come si passa da una esperienza soggettiva a un'altra

Il comportamentismo (dal 1913)

- psicologia come scienza naturale oggettiva (Watson)
 - rifiuto dell'introspezione: la validità scientifica dei dati non deve dipendere dall'interpretazione data dalla coscienza
 - scopo: controllo e predizione del comportamento
- conseguenza: la negazione dell'esistenza della mente
 - studio in laboratorio delle coppie stimolo-risposta
 - la mente e il comportamento: "dilemma del teorico" (Skinner)

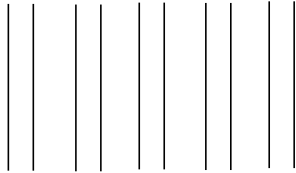
Comportamentismo: i problemi

Una scienza oggettiva diventa un'ideologia

- le false assunzioni di Skinner
 - spiegazioni non parsimoniose
 - comportamenti non stimolati dall'ambiente
- esistenza dell'introspezione e dei suoi effetti
- molte scoperte su animali (anche superiori), ma poco sugli esseri umani

La tradizione mentalista

Scuola della Gestalt:
importanza delle relazioni (leggi) strutturali nella percezione



La tradizione mentalista

- **Strutturalismo in linguistica (de Saussure)**
 - linguaggio studiato indipendentemente dalle origini storiche
 - segno (simbolo) = forma (significante) + concetto (significato)
 - il significato è un'entità mentale (non l'oggetto designato)
- **Strutturalismo in epistemologia (Piaget)**
 - studi non formalizzati sulla comprensione e la raffigurazione del mondo nei bambini
 - sviluppo del pensiero dall'interiorizzazione delle azioni
 - evoluzione del pensiero in stadi qualitativamente distinti: topologia spaziale, algebra delle relazioni, logica formale

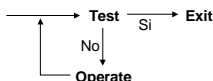
- **Problemi dello strutturalismo**
 - la ricchezza descrittiva delle teorie strutturaliste si adatta a qualsiasi dato a causa della scarsa formalizzazione
 - non si dà alcuna prova che la struttura sovrainposta dalla teoria esista nella mente
 - teorie come "orologi senza meccanismo" (J-L 1988)
- **Nasce la psicologia cognitivista**
 - Gestalt e strutturalismo traggono lo studio della mente oltre la II guerra mondiale
 - Si importano massicciamente idee da altre discipline: cibernetica, neurofisiologia, teoria dell'informazione
 - svolta computazionale: *l'uomo come elaboratore di informazione*

Psicologia cognitivista

- **3 colpi al comportamentismo:**
 - capacità di suonare il piano o parlare spontaneamente (Lashley)
 - analisi comportamentista della sintassi del linguaggio (Chomsky)
 - idea di pianificazione gerarchica (Miller et al.)
- **1960: Miller e Bruner fondano l' "Harvard Center for Cognitive Studies"**
- **nuova reazione al dualismo: cervello e mente legati come computer e programma**
 - nuova concezione della spiegazione psicologica
 - una analogia meccanica molto più potente delle precedenti

L'unità elementare TOTE (Miller et al. 1960)

- **TOTE: Test-Operate-Test-Exit**
 - unità elementare di comportamento come circuito a feedback comportamento di un organismo come processo gerarchico (programma per un calcolatore)
 - immagine: conoscenza che l'organismo ha di sé e del mondo



L'importanza di TOTE non è nel modello in sé, ma nei riflessi metodologici.

Si imbuca la strada della simulazione su computer.

Formazione di concetti e categorie (Bruner, anni '60)

- **percezione tra aspettative individuali e apprendimento sociale**



- **comprensione di un concetto: catena di decisioni successive (le prime limitano le successive)**
- **strategie utili per l'apprendimento di un concetto:**
 - concetto dopo un numero minimo di casi rilevanti
 - alto grado di certezza del concetto, indipendentemente dal numero di casi necessario per elaborarlo
 - minimo sforzo cognitivo per inferenza e memoria
 - minimo numero di categorizzazioni sbagliate

Formazione di concetti e categorie (dopo Bruner)

- sviluppo di modelli computazionali basati sulle strategie di Bruner (Hunt 1962)
 - definizione di condizioni necessarie e sufficienti per un concetto
 - scapolo = uomo non sposato
- le categorie naturali della Rosch (1973)
 - categorie strutturate intorno a prototipi
 - scala da esempi buoni a esempi meno buoni
 - » uccelli: canarini e aquile VS struzzi e pinguini
 - » strumenti musicali: chitarre VS piatti VS canto d'uccello

L'uomo come elaboratore di informazioni

- la vita mentale può essere spiegata nei termini di un processo computazionale (Craik 1943)
 - 1. stimolo -> rappresentazione interna
 - 2. processi cognitivi manipolano la rappresentazione interna
 - 3. nuova rappresentazione interna -> azione
- organismo umano come un robot: irrilevante la realizzazione biologica o elettronica delle funzioni (Lindsay e Norman 1972)
- semplificazioni e ingenuità dell'uso dei simboli
 - esistenza effettiva dei simboli nella mente (homunculus)
 - corrispondenza fisica dei simboli
 - rappresentazione simbolica di emozioni e umori

Natura delle spiegazioni psicologiche

- Spiegazione: specificazione di ciò che non si comprende in termini di ciò che si comprende
 - Una spiegazione semplice: il batterio *escherichia coli* e i comportamentisti
 - Quali sono i concetti sufficientemente chiari in psicologia? Occorre cercare un terreno comune
- In genere, le teorie in psicologia hanno bisogno dell'intuizione per fare delle predizioni
- Il computer e la teoria della computabilità: una nozione di meccanicismo molto potente
 - semplici elementi di partenza per costruire processi complessi
 - i calcoli matematici eliminano il ricorso all'intuizione

Scienza Cognitiva

- scopo: spiegare come funziona la mente
- base: spiegazione computabile che predice i dati
- processi mentali come computazioni o processi fisici simulabili a computer
 - percepire il mondo
 - imparare, ricordare, controllare le azioni
 - pensare, creare nuove idee
 - comunicare con gli altri
 - esperienza dei sentimenti, delle intenzioni, e della consapevolezza di sé

WARNING!!!

non è detto che tutta l'attività della mente sia spiegabile con la metafora computazionale!