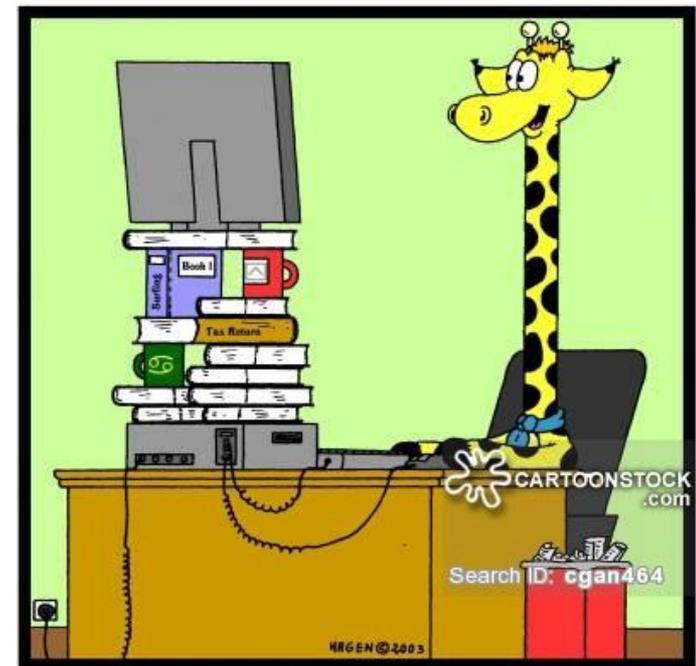


# Psicologia cognitiva ed ergonomia 2016-2017

Anna Borghi

anna.borghi@gmail.com

Sito web: <http://lalar.istc.cnr.it/borghi>



Now, that's more ergonomic...

# Indice: Apprendimento e imitazione

- Definizione di apprendimento
- 1. Il comportamentismo: apprendimento associativo
  - 1A. Condizionamento classico
  - 1B. Condizionamento operante
  - Modellamento
- 2. La psicologia della Gestalt: apprendimento tramite insight
- 3. Tra comportamentismo e cognitivismo: apprendimento latente
- 4. Il cognitivismo: apprendimento come integrazione delle conoscenze
- 5. Il connessionismo: gli algoritmi di apprendimento
- 6. Apprendimento e cognizione embodied: Imitazione e apprendimento
- 7. Apprendimento e cognizione situata: le affordance per apprendere

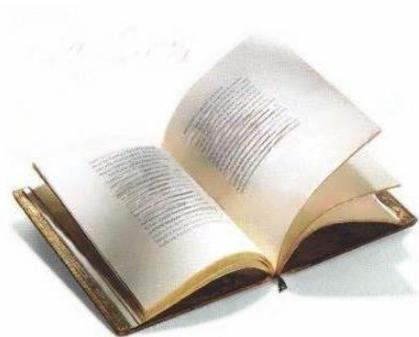


# Definizione



Definizione di apprendimento= modificazione relativamente permanente del comportamento in seguito all'esperienza.

- A che serve? Funzione adattiva dell'apprendimento: ci rende meglio adattati all'ambiente fisico, culturale, sociale in cui viviamo.
- Differenza tra apprendimento (ruolo dell'esperienza) e sviluppo (ruolo aspetti genetici).
- Le forme più semplici di apprendimento sono comuni anche agli animali non umani.
- Peculiarità dell'apprendimento umano: è prevalentemente socio-culturale, apprendimento dagli altri e dagli artefatti tecnologici.
- Ma apprendiamo anche dall'ambiente naturale.



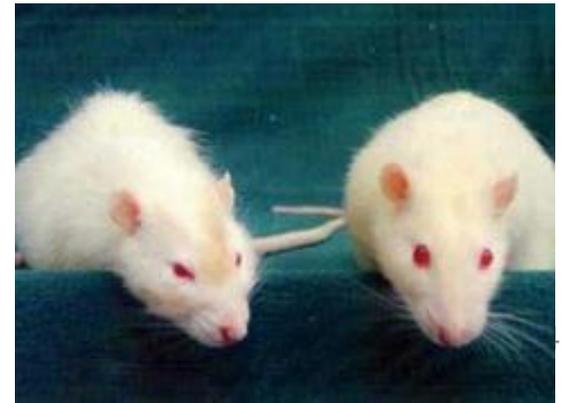
# Esempio: un modo per verificare l'apprendimento

Gruppo sperimentale: es. Ratti in una gabbia con cibo in un angolo della gabbia

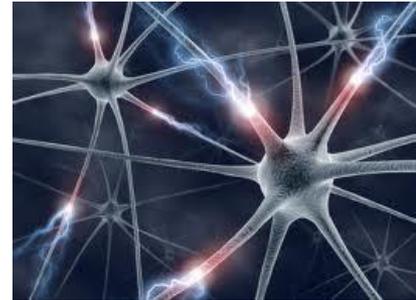
Gruppo di controllo: es. Ratti in una gabbia senza cibo

Giorno successivo: entrambi i gruppi in gabbie senza cibo: quanto tempo impiegano nell'angolo della gabbia?

Verifica dell'apprendimento



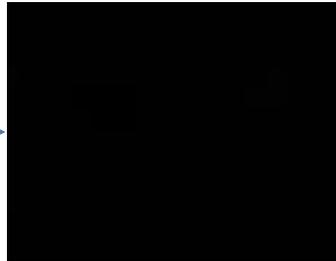
# Apprendimento associativo e non associativo



- ◆ Apprendimento **associativo**: Apprendimento delle relazioni che intercorrono tra 2 stimoli (**condizionamento classico**) e tra 1 stimolo e il comportamento (**condizionamento operante**).
- Studiato soprattutto dai **comportamentisti** (mente = catena di associazioni stimolo-risposta).
- ◆ Apprendimento **non associativo**: l'organismo non deve associare stimoli ma è esposto in momenti successivi ad uno stesso stimolo, di cui ha modo di apprendere le proprietà.

# Il comportamentismo - S-R

**STIMOLI**

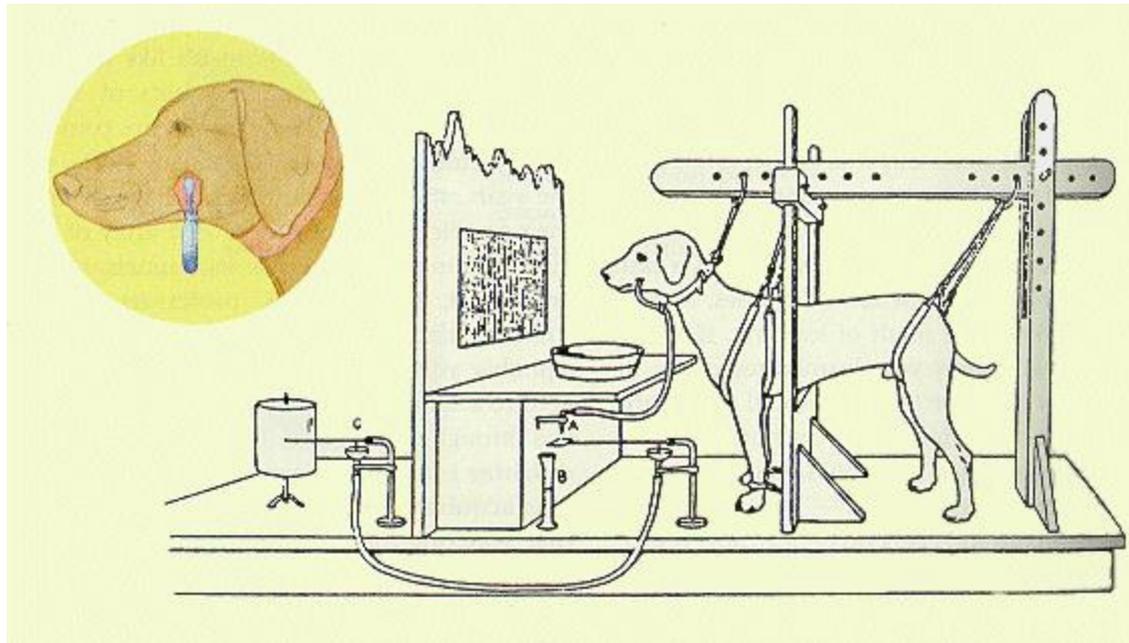


**RISPOSTE**



# Apprendimento associativo: il condizionamento classico

**Ivan Pavlov**, fisiologo russo, studia i processi di salivazione nel cane. Si accorge che, se alla presentazione del cibo fa precedere il suono di una campanella, la salivazione inizia al suono della campanella.

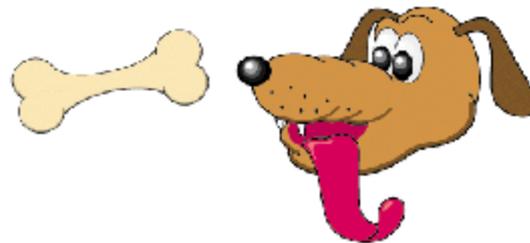


# Apprendimento associativo: il condizionamento classico

Before conditioning

**FOOD  
(UCS)**

**SALIVATION  
(UCR)**



Il processo di  
**condizionamento  
classico**

**BELL**

**NO RESPONSE**



UCS = stimolo  
incondizionato

During conditioning

**BELL +  
FOOD  
(UCS)**

**SALIVATION  
(UCR)**



UCR = risposta  
incondizionata

After conditioning

**BELL  
(CS)**

**SALIVATION  
(CR)**



CS = stimolo  
condizionato

CR = risposta  
condizionata

# Apprendimento associativo, condizionamento classico e operante: **Il rinforzo**

Procedura di **rinforzo** = presentazione della luce accesa o del suono del campanello prima della comparsa del cibo

**Rinforzo** = qualsiasi evento che aumenta la probabilità della risposta. Rinforzo positivo e negativo.

- ◆ Eventi che rinforzano in modo innato, rinforzatori **primari**: es. cibo.
- ◆ Rinforzatori **secondari**: es. presenza dell'adulto per un neonato, affetto e stima altrui, es. voto a scuola.



# Apprendimento associativo, condizionamento classico: Il rinforzo

Inizialmente rinforzo continuo. Quando la risposta condizionata è stabile, basta un rinforzo parziale.



- Periodo di acquisizione = numero di prove necessarie a provocare la risposta selezionata
- Estinzione della risposta in assenza di rinforzo. Recupero spontaneo.
- Generalizzazione: es. il cane saliva con una luce gialla ma anche con una luce bianca o con suoni diversi del campanello;
- Discriminazione: es. il cane impara a salivare con la luce blu ma non con quella rossa o solo con certi suoni del campanello.

# Apprendimento associativo: il condizionamento operante

Detto anche condizionamento strumentale

Differenze dal condizionamento classico:

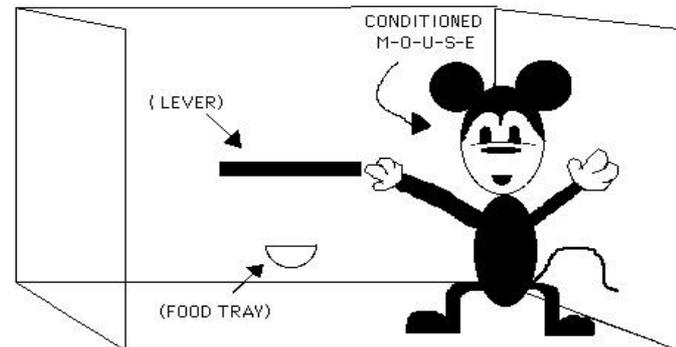
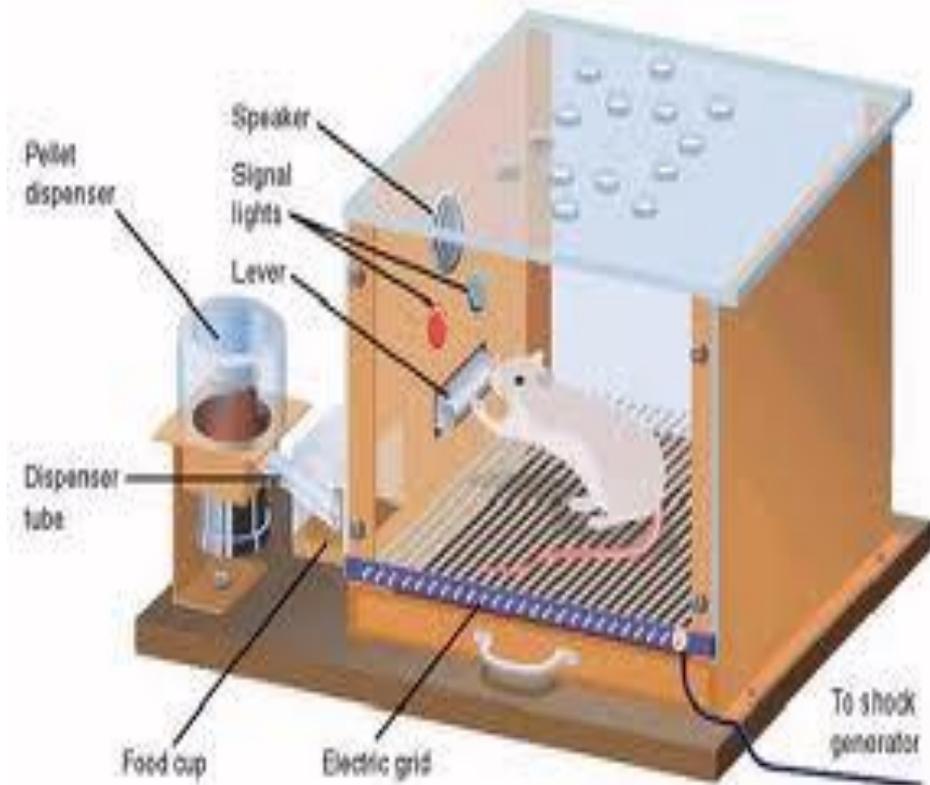
- Induce il soggetto ad **agire** rispetto allo stimolo: non processo automatico determinato dallo stimolo ma **dal rinforzo**.
- Riguarda **comportamenti apparentemente spontanei, detti operanti**.
- **Non riguarda risposte riflesse** (es. Salivazione). Sistema Nervoso Centrale, non sistema nervoso autonomo.



- Es. squillo del telefono: sollevare la cornetta non è risposta automatica ma controllata dal soggetto.
- Non è dato dall'**associazione** tra due stimoli ma tra un **comportamento dell'individuo e un evento di rinforzo**

# Apprendimento associativo: il condizionamento operante

La scatola di Skinner: leva e distributore di cibo



# Apprendimento associativo - il modellamento (shaping)

Difficoltà nell'insegnare comportamenti inizialmente non presenti anche se possibili: **modellamento (shaping)**:

Si premiano tutte le risposte che si avvicinano a quella desiderata aumentando la ricompensa quando ci si avvicina alla risposta completa



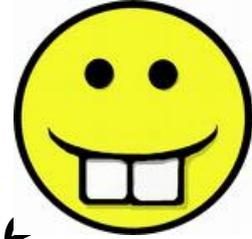
Es. insegnare un piccione a girare su se stesso

Es. Addestramento animali da circo

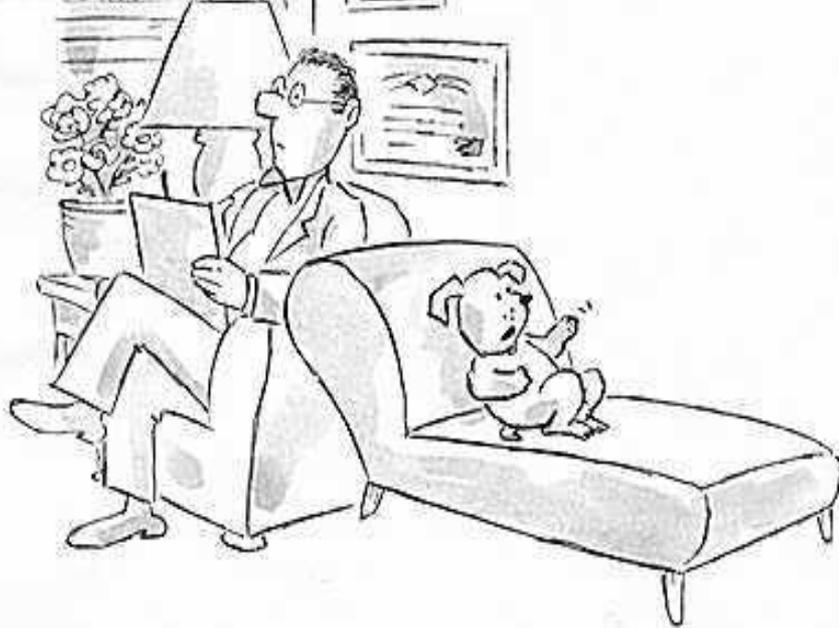
Es. Imparare a sciare, a nuotare ecc.



# Apprendimento associativo: il condizionamento classico e operante



© Original Artist  
Reproduction rights obtainable from  
[www.CartoonStock.com](http://www.CartoonStock.com)



"AND THEN INSTEAD OF FEEDING ME  
HE WOULD RING A LITTLE BELL."

© Original Artist  
Reproduction rights obtainable from  
[www.CartoonStock.com](http://www.CartoonStock.com)



"IF WE DIDN'T DO SO WELL IN THE EASY  
BOX, THEY WOULDN'T HAVE GIVEN US THIS  
COMPLICATED BOX."

# Apprendimento per insight: la psicologia della Gestalt



Köhler (1925): lo scimpanzè e la banana all'esterno della gabbia o appesa. Canne di bambù unite.

# Apprendimento per insight: la psicologia della Gestalt



# Apprendimento per insight: la psicologia della Gestalt

Gestalt: contro l'associazionismo. non apprendimento per prove ed errori (Thorndike).

Necessità della **compresenza di tutti gli elementi** del problema.

Sequenza tipica di comportamento:  
fallimento,  
pausa,  
osservazione dei potenziali strumenti,  
poi tentativo riuscito



Improvvisa **ristrutturazione del campo percettivo**.  
**Aha-Erlebnis.**

# L'apprendimento latente

Apprendimento latente = forma di apprendimento che avviene in assenza di rinforzo e non è apparente finché non viene introdotto un rinforzo.

Comportamentismo classico: apprendimento = prestazione.

Apprendimento latente: distinzione tra **apprendimento**, processo **interno**, e comportamento o **performance**, processo **osservabile**.

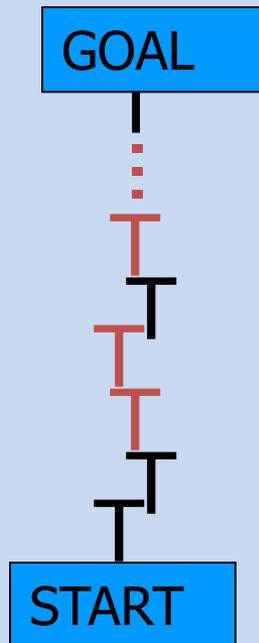
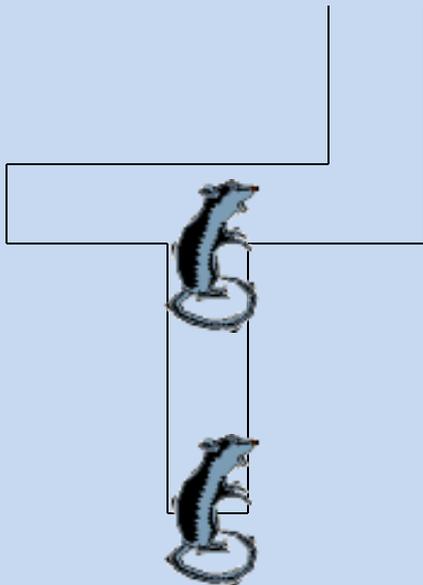
L'apprendimento viene inferito dal comportamento ma non coincide con esso.



# L'apprendimento latente



Apprendimento latente: un esperimento classico  
(Tolman & Honzik, 1930)



Quando il ratto raggiunge la biforcazione della T, deve fare una scelta. Se va da un lato arriva a una via chiusa.

Se va dall'altra parte arriva all'entrata del componente successivo



# L'apprendimento latente



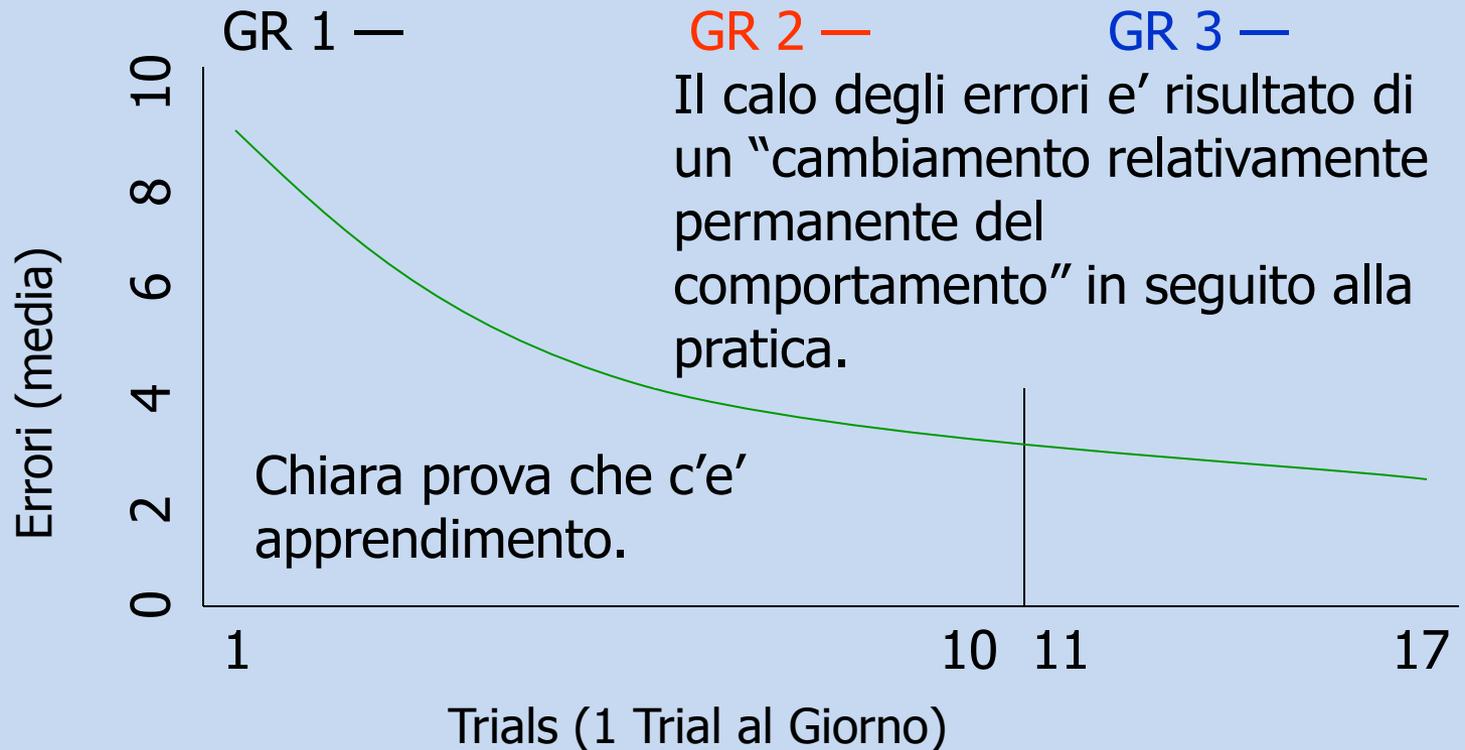
**GRUPPO 1:** Per ogni trial i ratti ricevono cibo quando raggiungono la goal box. RINFORZO

**GRUPPO 2:** Non ricevono mai cibo. Quando raggiungono la goal box vengono rimossi dal labirinto.

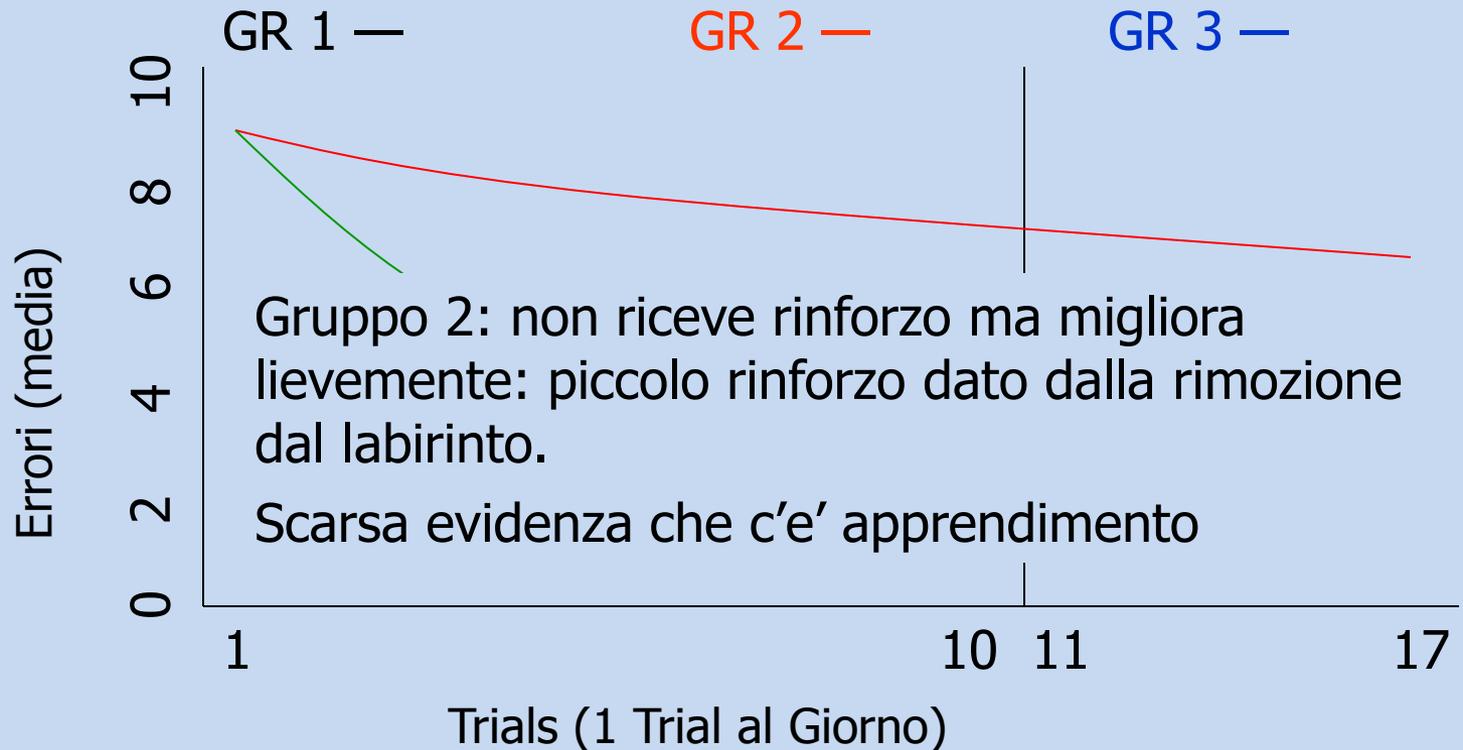
NESSUN RINFORZO

**GRUPPO 3:** I ratti non ricevono cibo nei Trials 1-10. Ma a partire dal Trial 11 fino al Trial 20 ricevono cibo. RINFORZO DIFFERITO

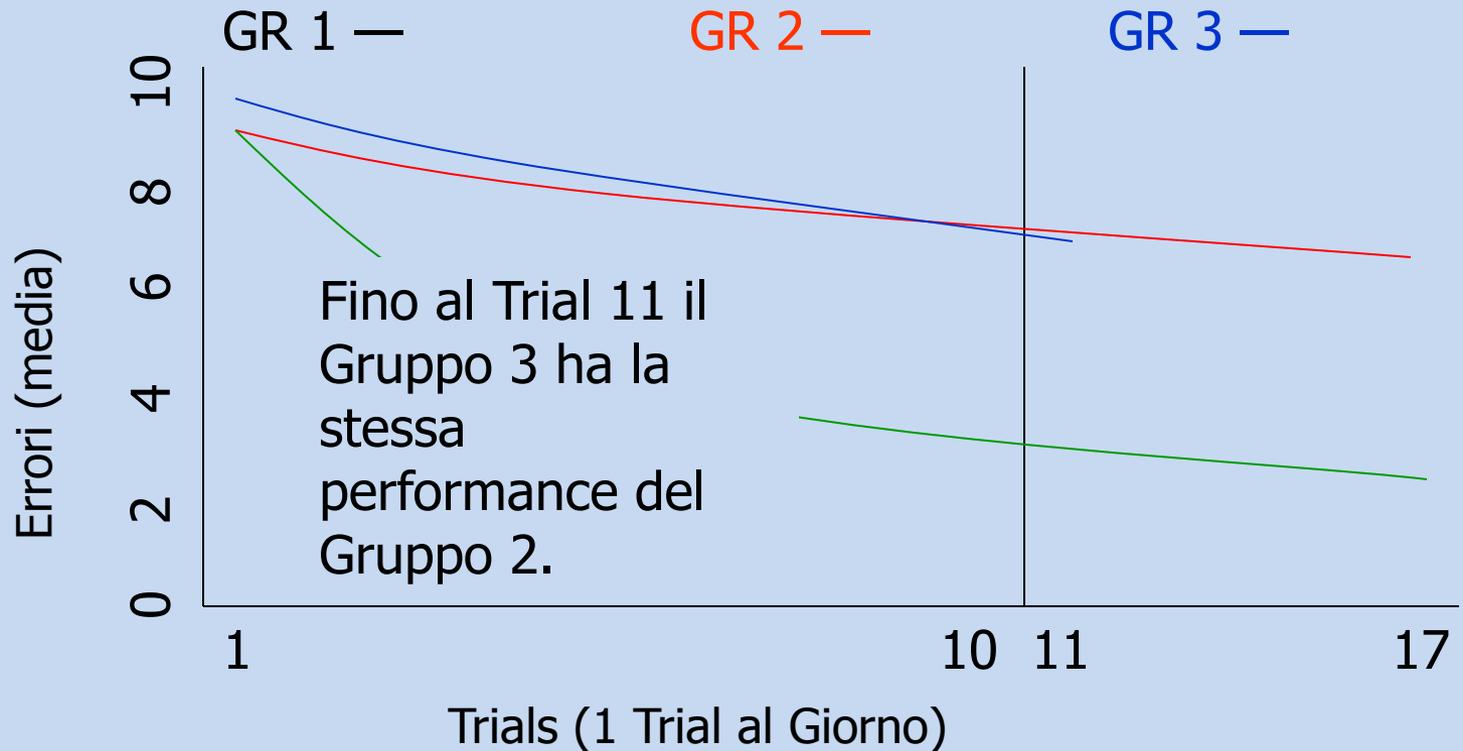
# L'apprendimento latente



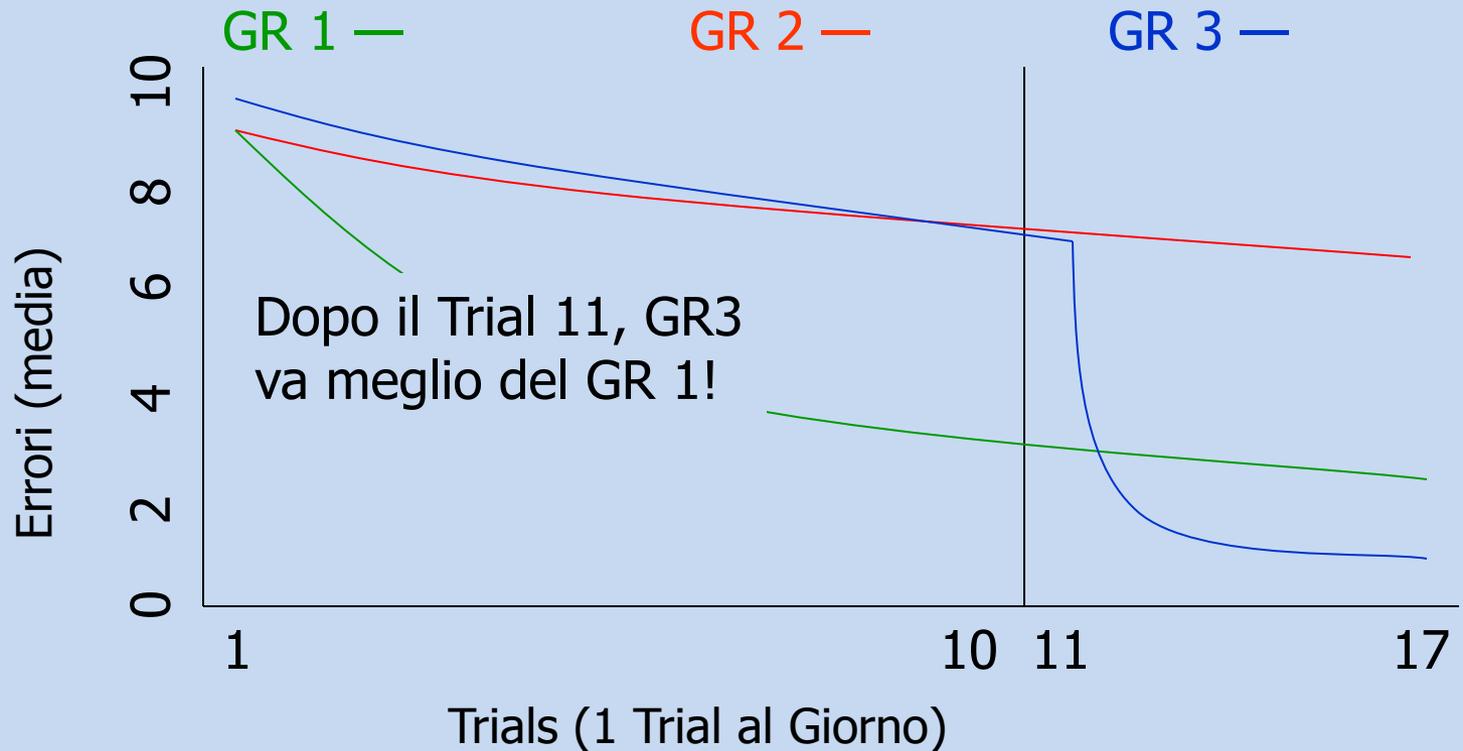
# L'apprendimento latente



# L'apprendimento latente



# L'apprendimento latente



# L'apprendimento latente



## Interpretazione

Il **Gruppo 3** (rinforzo differito) ha appreso la struttura del labirinto durante i trials 1-10 ma non aveva ragione di rendere cio' manifesto.

La performance del Gruppo 3 e' migliore di quella del Gruppo 1 perche' il cambiamento da nessun rinforzo a rinforzo sembra rendere la ricompensa maggiore.

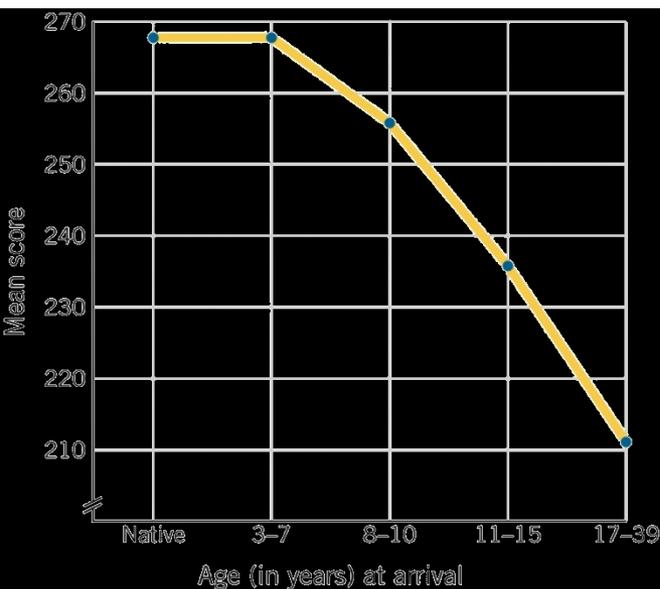
# Cognitivismo. S-mente-R



# Apprendimento per comportamentismo e cognitivismo: l'esempio del linguaggio

Watson, Skinner: linguaggio = forma di comportamento vocalico – apprendimento per imitazione e rinforzo. (oggi teorie dell'apprendimento statistico).

Critiche di Chomsky (1959) alla teoria di Skinner dell'apprendimento linguistico :



1. argomento della povertà dello stimolo: povertà dell'esposizione al linguaggio adulto: es. bambini immigrati
2. creatività del linguaggio
3. tappe costanti dello sviluppo linguistico nei bambini anche se esposizione a contesti diversi

Se emigrati entro i 7 anni, nessuna differenza



# Apprendimento per il cognitivismo: l'esempio del linguaggio

Stephen Pinker, Come funziona la mente: «Se ci fossero dei biologi della specie degli elefanti, sarebbero ossessionati dall'unicità della proboscide in natura. ...La proboscide dell'elefante è lunga quasi due metri, spessa 30 cm e contiene 60.000 muscoli. L'animale la usa per sradicare gli alberi, accatastare legname o, quando viene adibito alla costruzione di un ponte, per disporre con precisione enormi tronchi. Un elefante è in grado di arrotolare la proboscide intorno ad una matita e disegnare caratteri su un foglio di carta da lettera. Con le due estensioni muscolari della punta può estrarre una spina, raccogliere uno spillo e una monetina, stappare una bottiglia, svitare un bullone dalla porta di una gabbia e nascondere su un ripiano, o tenere una tazza con una presa così forte, pur senza romperla, che solo un altro elefante potrebbe riportargliela. La punta della proboscide è abbastanza sensibile da permettere all'elefante di riconoscere a occhi chiusi il materiale e la forma degli oggetti...

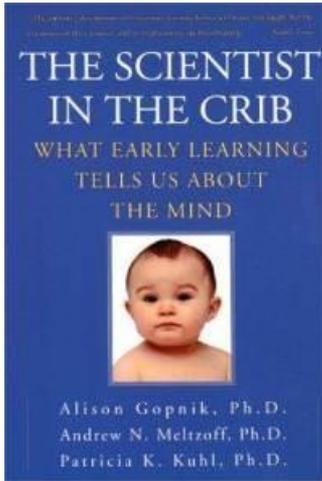
«Ipotizzare un istinto per il linguaggio, unico per gli umani moderni, non è più paradossale di quanto non lo sia l'unicità della proboscide per gli elefanti contemporanei. Nessuna contraddizione, nessun Creatore, nessun big bang.»

«Il cervello umano è un organo squisitamente complesso che si è evoluto una volta sola. La proboscide dell'elefante ... è un altro organo che si è evoluto una volta sola. **Cervello e proboscide sono prodotti della stessa forza evuzionistica**, la selezione naturale...»

# Apprendimento per il cognitivismo: l'esempio del linguaggio



# Apprendimento per il cognitivismo: il cambiamento concettuale



Concezioni delle teorie intuitive dei bambini e del cambiamento concettuale:

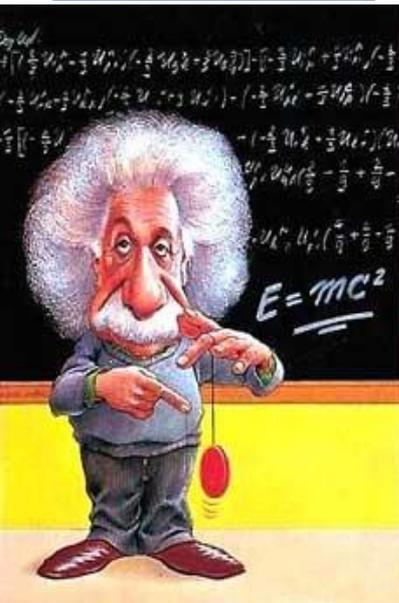
a) conoscenze intuitive: frammentarie e lacunose.

Apprendimento = integrazione tra queste conoscenze

b) conoscenze intuitive coerenti: “bambino come scienziato-a” -

Apprendimento = ristrutturazione di concetti e relazioni.

Ristrutturazione specifica, per dominio. Differenziazione di teorie già esistenti: es. categorie globali (es. esseri che volano).



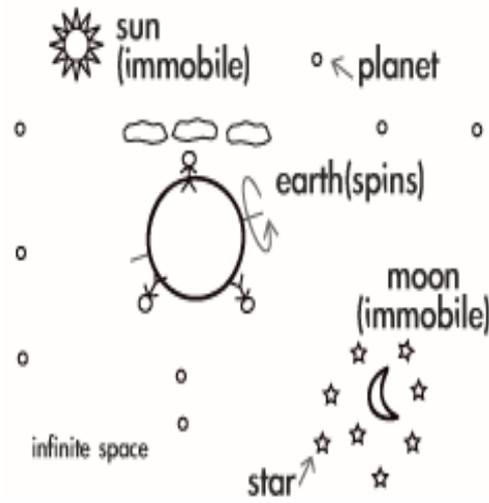
# Apprendimento per il cognitivismo: il cambiamento concettuale

Un esempio: la teoria del cambiamento concettuale di **Stella Vosniadou**

Conoscenze intuitive: coerenti, corrispondenti a modelli mentali. Ad essi sottostanno:

- teorie specifiche, di dominio
- teorie quadro, di *framework* (che vincolano le prime)

v. figura pagine successive.

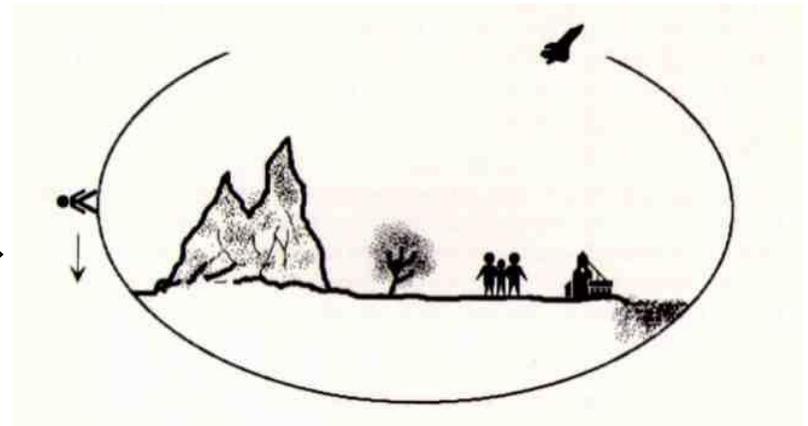
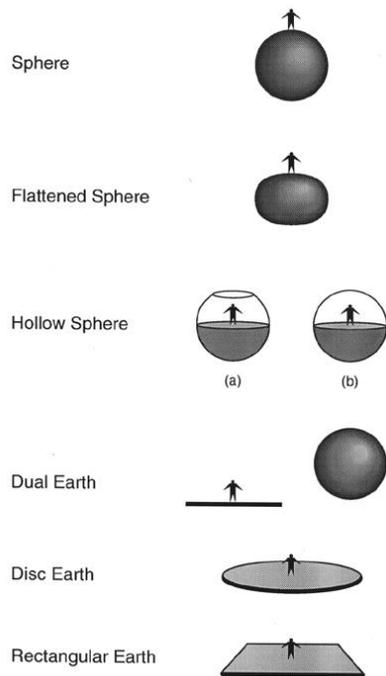


Apprendimento = avviene tramite cambiamento concettuale. Due modalità:

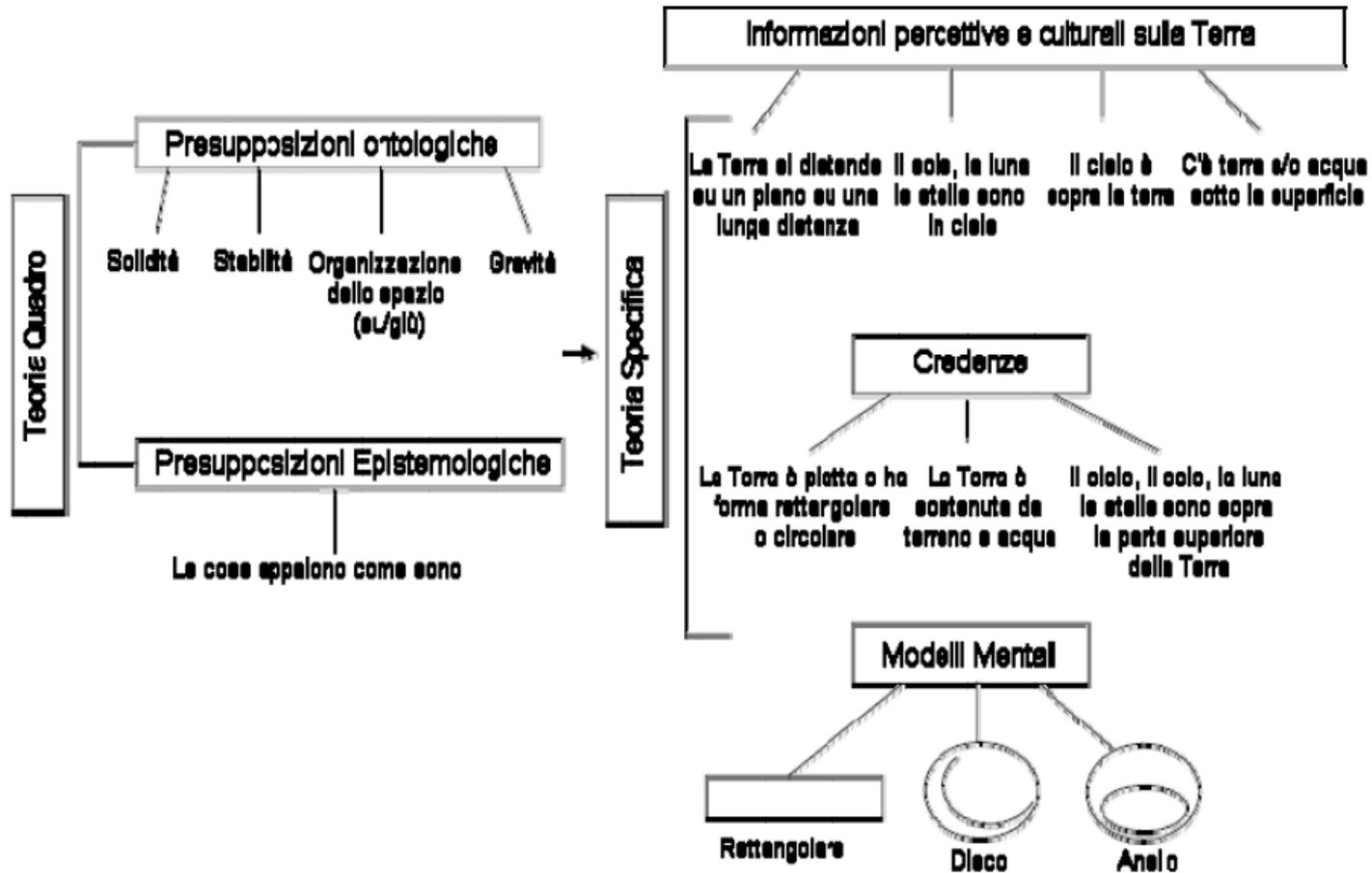
- **arricchimento** (se nuove informazioni compatibili con le preesistenti)
- **revisione** (se contrasto tra vecchie e nuove informazioni)

# Apprendimento per il cognitivismo: il cambiamento concettuale

Stella Vosniadou: Progressiva ristrutturazione del modello iniziale per acquisire il concetto che la terra è sferica.



# Apprendimento per il cognitivismo: il cambiamento concettuale



# Apprendimento secondo Alison Gopnik: il cambiamento concettuale

Alison Gopnik:

Posizione di Chomsky: innatista

Altra posizione in filosofia della scienza (Carnap, Quine): non mente come tabula rasa, ma **revisione continua** delle teorie alla luce di nuove evidenze

Molto più corrispondente a forme di apprendimento dei **bambini**  
Supporto: teorie **neurologiche** che mostrano grande **flessibilità** nell'apprendere.

Problema: (Popper) **come comprendere la struttura causale del mondo a partire dalla nostra esperienza limitata?**



# Apprendimento secondo Alison Gopnik: il cambiamento concettuale

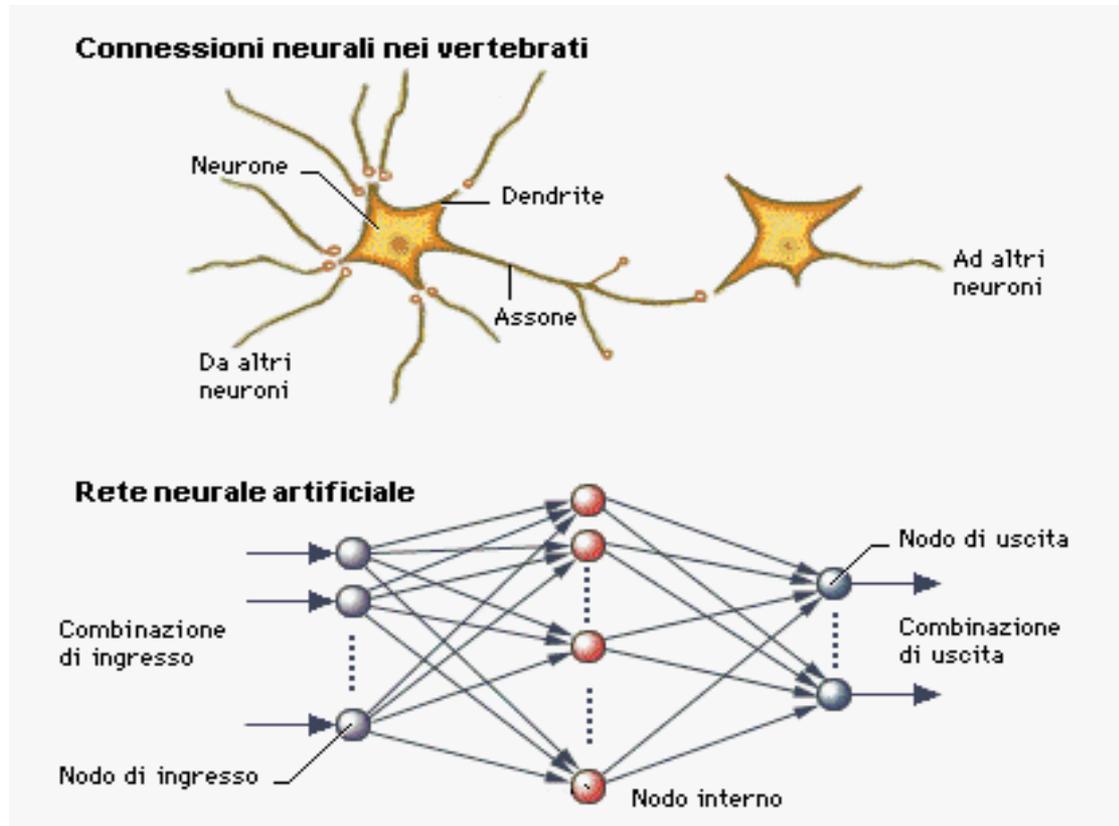
**Alison Gopnik:** Bambini come scienziati, come "casual learning machines".

3 tecniche di esplorazione che usano sia gli scienziati che i bambini:

- 1) utilizzare delle statistiche (probabilità):** es. Notano che alcune combinazioni di sillabe vanno insieme, e che costituiscono parti delle parole della loro lingua. Es. Bada più probabile di бага.
- 2) realizzare esperimenti:** es. a 1 anno variano sistematicamente il tipo di azioni eseguite sugli oggetti esplorandone le conseguenze.
- 3) apprendere da esperimenti di altri.**



# Apprendimento per il connessionismo



Si veda la lezione introduttiva per ulteriori informazioni su connessionismo e reti neurali

# Apprendimento per il connessionismo

Fase di **addestramento (training)** – Precede sempre la fase di utilizzo della rete.

Quindi la rete modifica certe sue caratteristiche, seguendo una regola, sulla base di un insieme di esempi fornito a priori (training set).

Per modificare le sue caratteristiche utilizza un algoritmo di apprendimento.

**Algoritmo di apprendimento** = insieme finito di passi utili a risolvere il problema.

Attenzione! **L'algoritmo di apprendimento non è una proprietà della rete**: una stessa regola infatti può essere utilizzata per diverse strutture e su una stessa rete possono essere utilizzati algoritmi differenti.

# Reti neurali:

un esempio

**Unità** -> neuroni (cellule nervose)

Connessioni -> sinapsi

**Peso** = valore numerico che caratterizza ogni connessione -> numero di siti sinaptici attraverso cui un neurone influenza gli altri

Pesi positivi o negativi -> Connessioni eccitatorie o inibitorie

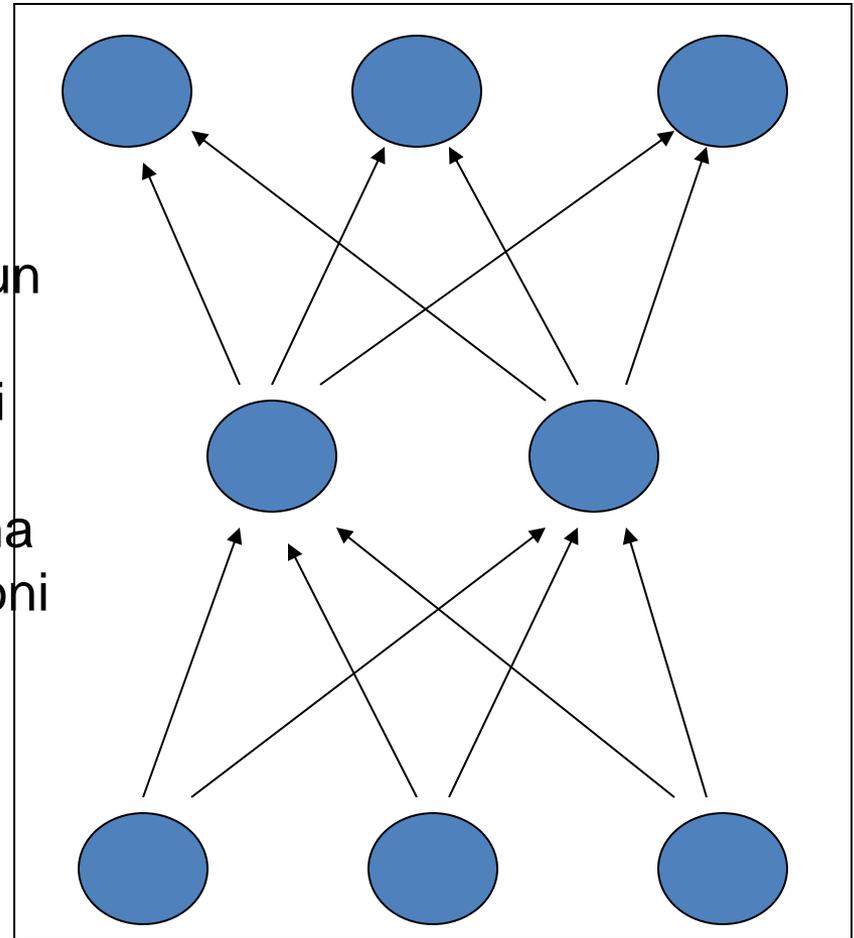
Stato o livello di attivazione di ciascuna unità -> stato di attivazione dei neuroni

**Strati della rete neurale:**

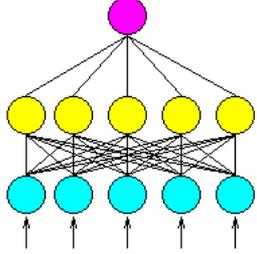
Unità di input (sistema sensoriale),  
unità interne o hidden,  
unità di output (sistema motorio)

**Architettura della rete**

OUTPUT



INPUT



# Apprendimento per il connessionismo

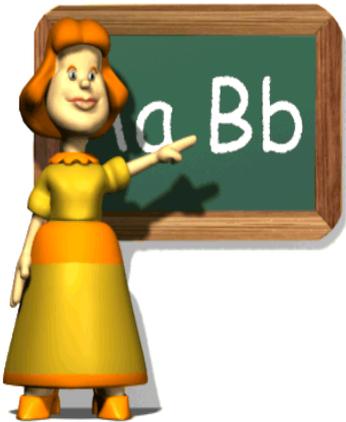
Elementi comuni ai diversi algoritmi di apprendimento:

1. I valori iniziali dei **pesi sinaptici** della rete vengono assegnati in modo **casuale** entro un piccolo campo di variazione (ad esempio  $[-0.1, 0.1]$ ) oppure vengono fissati tutti a zero.
2. Alla rete viene presentata ripetutamente una serie di pattern di addestramento (**training set**). Cioè: Alla rete viene presentata una configurazione di input. Attraverso le connessioni l'attivazione delle unità di input si propaga all'output. Viene calcolata l'attivazione delle unità di output. Se non coincide con l'output previsto, i pesi vengono modificati.
3. L'apprendimento consiste nel **cambiamento** dei valori sinaptici della rete, cioè **pesi sulle connessioni**.
4. Dopo la fase di addestramento, **fase di test**: presentazione di nuovi pattern di ingresso e nel calcolo dell'attivazione della rete (della risposta della rete) senza modificare i pesi.

# Apprendimento per il connessionismo

Alcuni tipi di algoritmi di apprendimento:

1. **Apprendimento supervisionato**: necessita di informazioni esterne tali che ogni unità output conosce la risposta desiderata (target) ad un particolare segnale input. Richiede un “insegnante” o supervisore che fornisca l’output desiderato.



Esempio:

Regola della **back-propagation (BKP)**, o **retropropagazione dell'errore**: tipo di apprendimento supervisionato. I pesi variano in proporzione alla differenza tra i valori di uscita effettivi ed i valori desiderati. Poco realistica dal punto di vista biologico.

# Apprendimento per il connessionismo

## 2. Apprendimento non supervisionato, per auto-organizzazione.

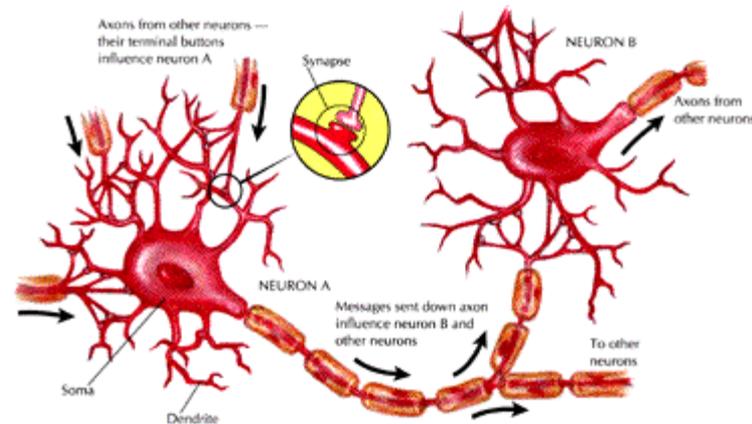
Es. categorizzazione di oggetti in base alla loro somiglianza.



- Non c'è insegnante: alla rete non viene fornita informazione sulla correttezza dell'output
- Auto-organizzazione: la rete si auto-organizza in base all'informazione che riceve in input
- Apprendimento = estrazione dell'informazione che meglio descrive i dati in input

# Apprendimento per il connessionismo

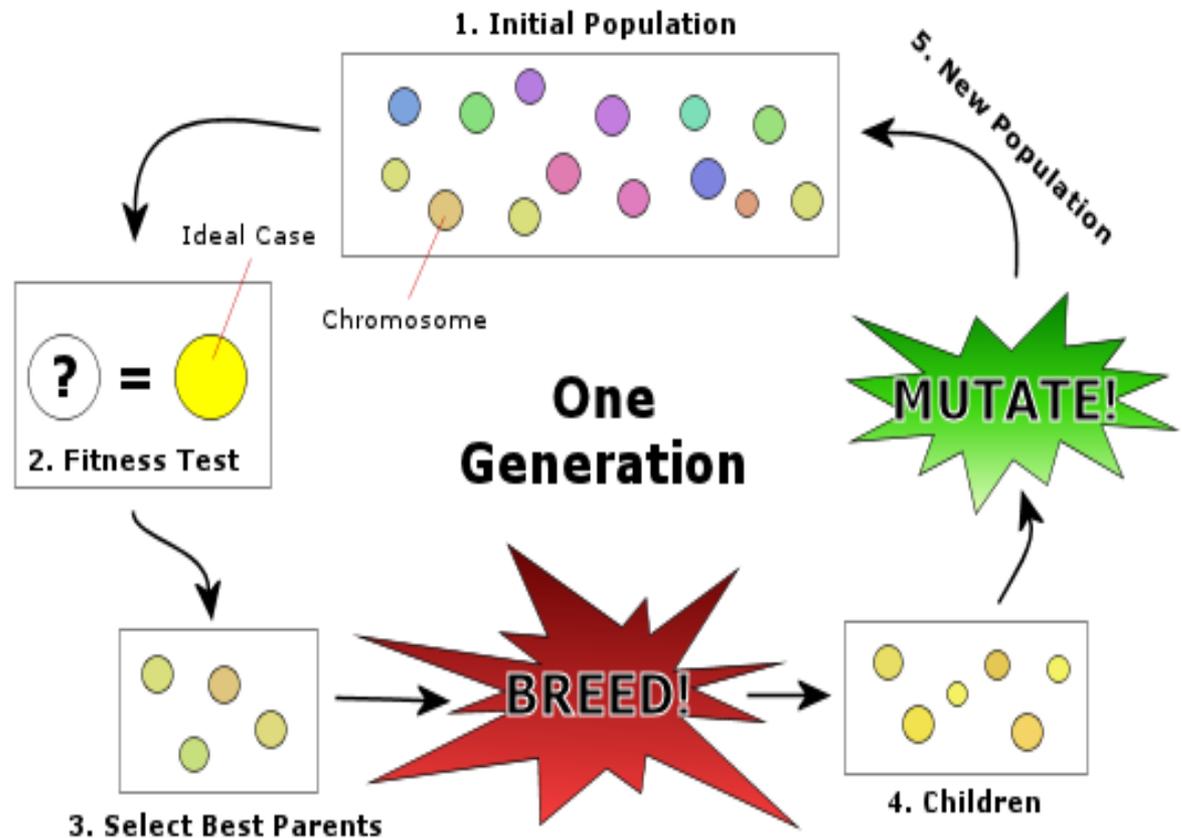
- Un esempio di apprendimento non supervisionato: **la regola di Hebb:**
- Hebb (1949): l'eccitazione simultanea di due neuroni collegati rinforza le loro connessioni
- piu' realistica dal punto di vista biologico della back propagation.



# Apprendimento per il connessionismo

3. **Apprendimento tramite rinforzo.** Un critico (non supervisore) valuta la 'bontà' dell'output. Non si fornisce l'output desiderato.

Esempio:  
algoritmo genetico.

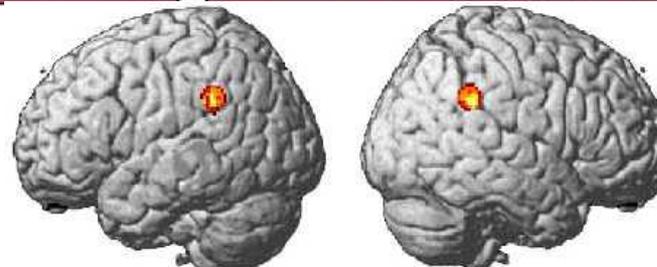
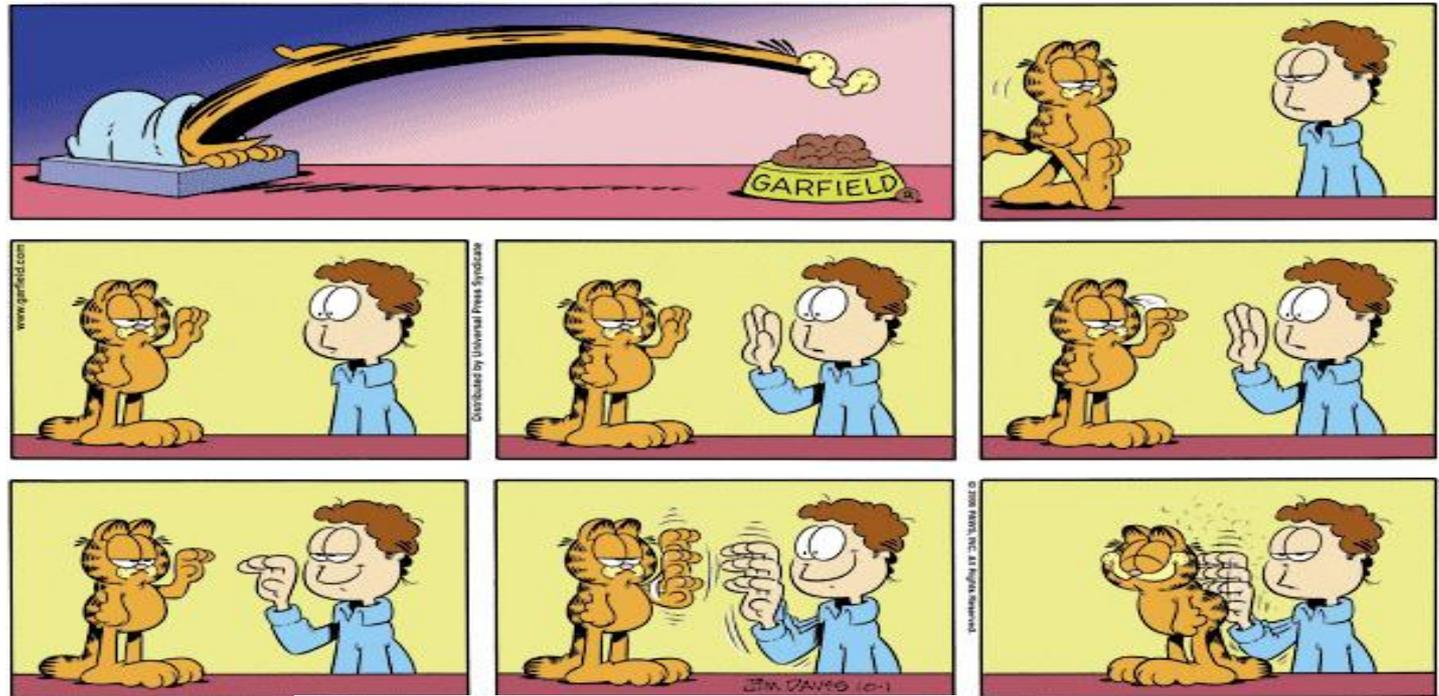


# Imitazione e apprendimento

- Contagio, emulazione, imitazione
- Teorie dell'imitazione
- Imitazione innata o appresa?
- Imitazione e apprendimento: cenni ai neuroni mirror
- Imitazione implicita: a che serve?
- Imitazione e apprendimento: le teorie ideomotorie



# Imitazione ed apprendimento: la visione embodied



**LEFT**  
**IMITATING**

**RIGHT**  
**BEING IMITATED**

# Meccanismi di apprendimento sociale

- **Mimicking / contagio**: chi apprende copia le azioni senza comprendere gli scopi sottostanti: es. sbadiglio
- **Emulazione**: chi apprende ottiene gli stessi risultati e scopi usando le sue azioni: es. tronco
- **Apprendimento imitativo**: chi apprende copia le azioni del dimostratore per raggiungere gli stessi scopi



(Tomasello, 1990; Whiten & Ham, 1992)

# Imitazione e apprendimento: esempi tra gli altri animali



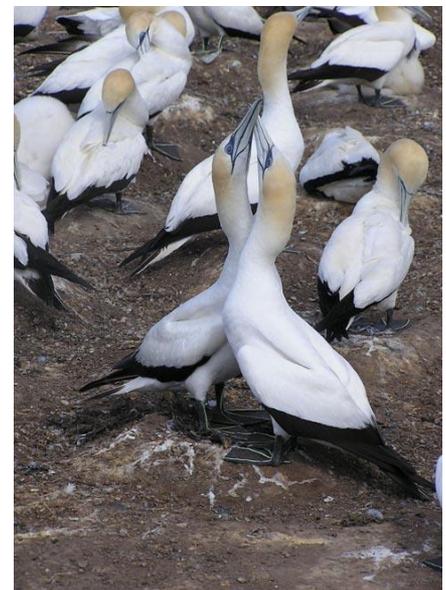
Imitazione /  
mimicking nei  
delfini: flessibilita'  
e adattabilita' a  
nuovi contesti

•Herman, *Imitation in Animals & Artifacts*, MIT Press, 2002

# Imitazione e contagio

CONTAGIO. Comportamento specie-specifico, in cui più organismi mostrano un comportamento simile: es. corteggiamento, volare in stormi.

Esempi di contagio negli umani, non negli altri animali: **sbadiglio**, **risata**.



# Imitazione ed emulazione

❖ **Emulazione:** gli individui apprendono proprietà ambientali grazie all'osservazione di azioni, senza necessariamente apprendere le azioni stesse. Piuttosto, si apprendono le affordance degli oggetti.



–Ad esempio, se vediamo qualcuno rompere una noce con una pietra per mangiarla possiamo capire che l'interno della noce può essere mangiato; questo non significa che impariamo il metodo con cui aprire la noce.

–Ad esempio, la madre fa rotolare un tronco e mangia gli insetti sotto ad esso. Il/la figlia lo rifà non perché imita la madre, ma perché intuisce dal suo gesto che sotto al tronco ci sono degli insetti.



❖ **Imitazione:** si intende l'apprendimento delle azioni, copiare le azioni di agenti, acquisire il metodo relativo a come svolgerle. **(Tomasello, 1996).**

# Imitazione ed emulazione



Esempi di emulazione. Il fatto che gli scimpanzè imparino ad usare utensili tramite emulazione e non imitazione ne limita grandemente flessibilità e capacità di apprendimento.

# Imitazione ed emulazione

Atto di imitazione

si osserva qualcuno,  
si compie un piano per agire  
e si esegue un atto motorio.

L'imitazione coinvolge dunque

- \* la **visione**,
- \* la **pianificazione**
- \* e il **controllo motorio**.





# Imitazione: teorie



- 1. Teoria del mapping diretto:** traduzione diretta percezione – produzione: l'informazione **visiva viene tradotta immediatamente in pattern motori**. Evidenze: Butterworth, 1990; Fadiga et al., 1995.
- 2. Teorie AIM (active intermodal mapping):** variazione di 1: non vi è mapping diretto percezione-azione ma il **sistema percettivo e di azione sono commensurabili** in quanto condividono una struttura spaziotemporale (ad es. tra parti del corpo). Meltzoff e Moore, 1977; Meltzoff, 1993.
- 3. Teorie goal directed:** quando imitiamo un'azione estraiamo gli effetti percepibili dell'azione, i **“goal”**, poi attiviamo il **programma motorio più legato a questi goal**. Bekkering et al., 2000; 2002.

**Predizioni:** Quando si osserva un gesto da imitare:

1, 2: Teorie mapping diretto e AIM: viene attivato un **effettore**

3: Teoria goal directed: vengono attivati **programmi motori con conseguenze simili sul piano percettivo**

# Imitazione: innata o appresa?



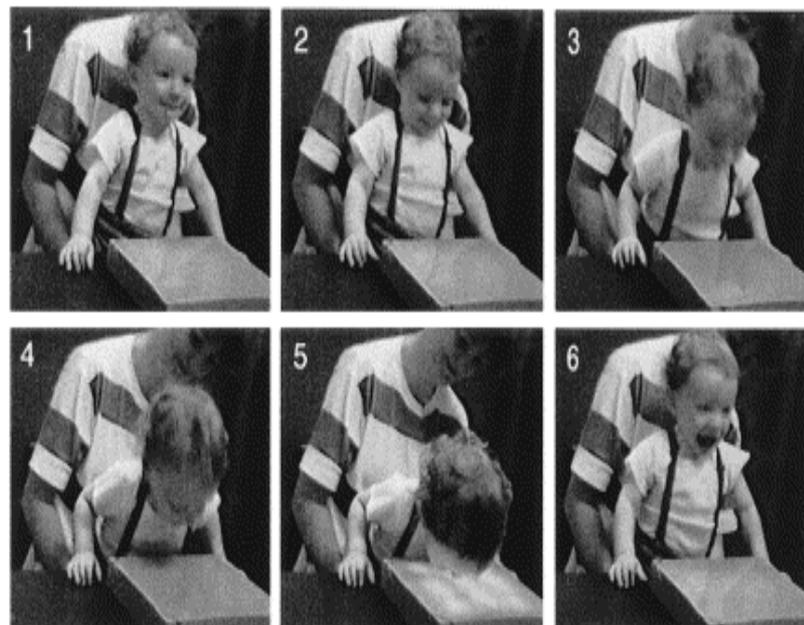
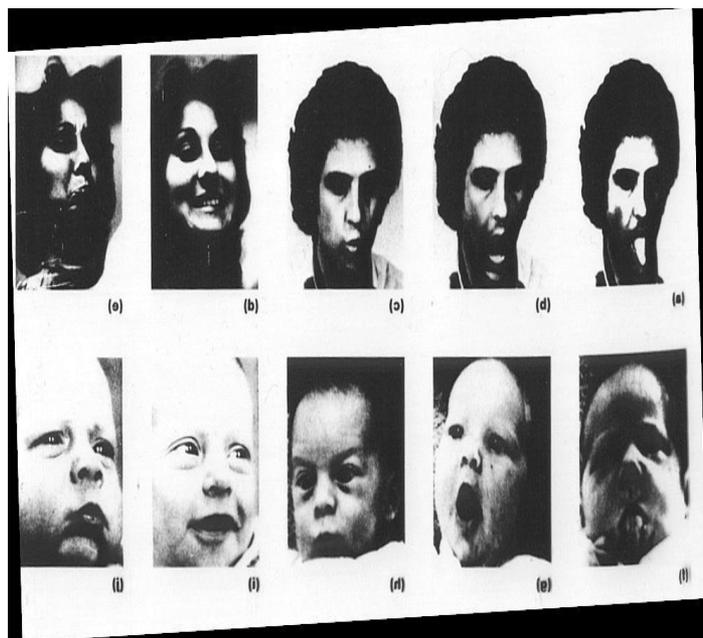
I neonati a 42 minuti possono imitare espressioni facciali (Meltzoff & Moore, 1989; 1997): Lingua e labbra protruse, bocca aperta

# Imitazione: innata o appresa?



- **Imitazione differita** – fino a 3 mesi imitazione differita **fino a 24 ore**
- 9-12 mesi (Meltzoff, 1995): 67% dei neonati riproducono un nuovo comportamento che hanno osservato **una settimana dopo**, mentre non lo riproduce nessuno dei controlli

# Imitazione: teoria AIM



Spiegazione in base alla teoria **AIM, Active Intermodal Mapping** (Meltzoff & Moore, 1989; 1997): Mapping diretto da parte dei neonati tra quello che vedono / quello che sentono.

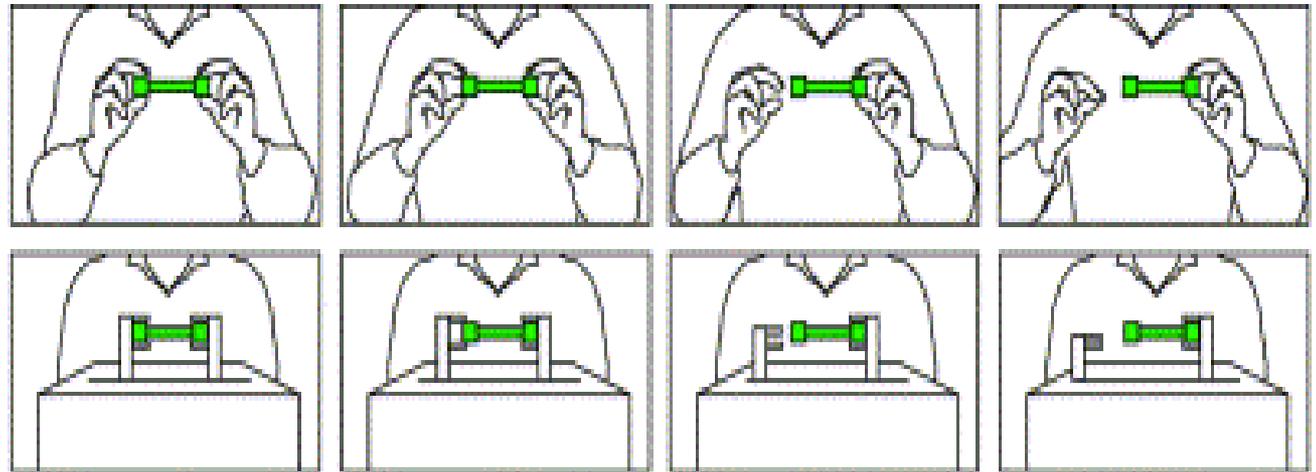
Meltzoff (2005): questo meccanismo mi aiuta a pensare che gli stati mentali degli altri siano come i miei.

Altri che sono COME ME hanno stati interni COME ME.

# Imitazione nei bambini

I bambini a 18 mesi distinguono tra imitazione degli esseri **umani** e delle **macchine**.

Solo ai primi attribuiscono intenzioni

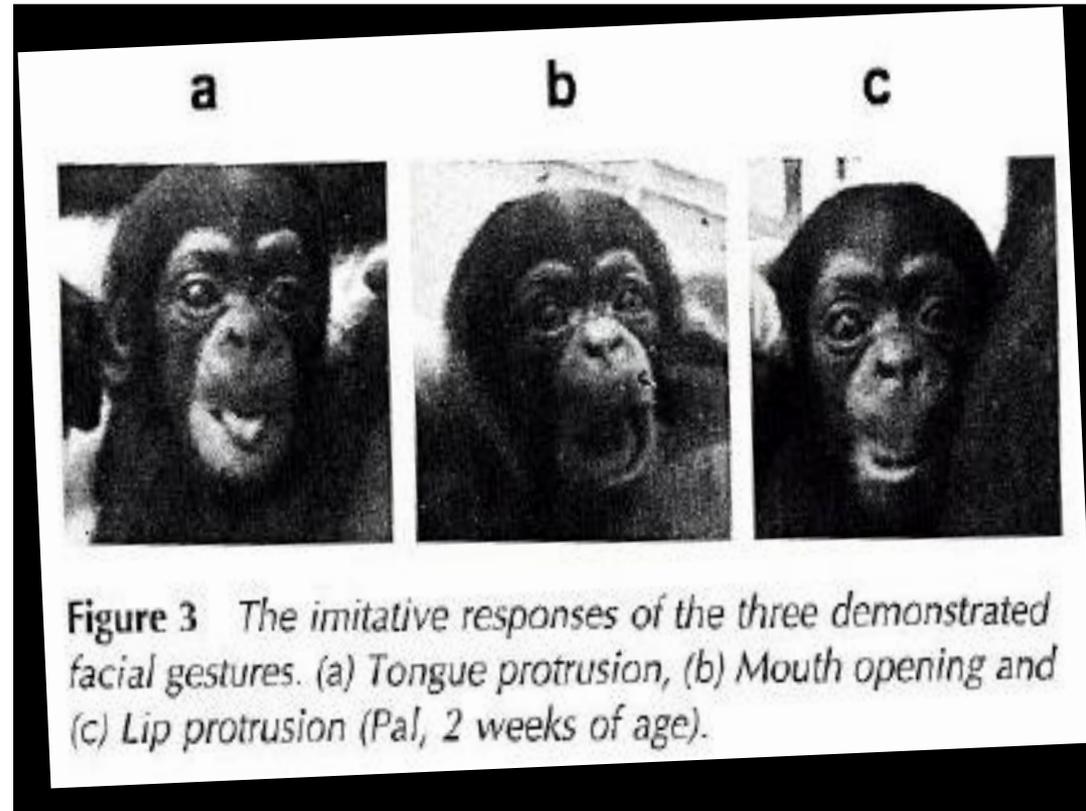


*TRENDS in Cognitive Sciences*

- Meltzoff, *Dev. Psychol.* **31**, 1995.

# Imitazione: problemi della teoria AIM

- Solo il 50% dei neonati imitano
- Le dimostrazioni più chiare riguardano la protrusione della lingua
- Si hanno risposte simili a stimoli non sociali (luce, musica) (Jones, 2006)
- Non lo fanno solo i neonati: scimmie e teorie della mente?



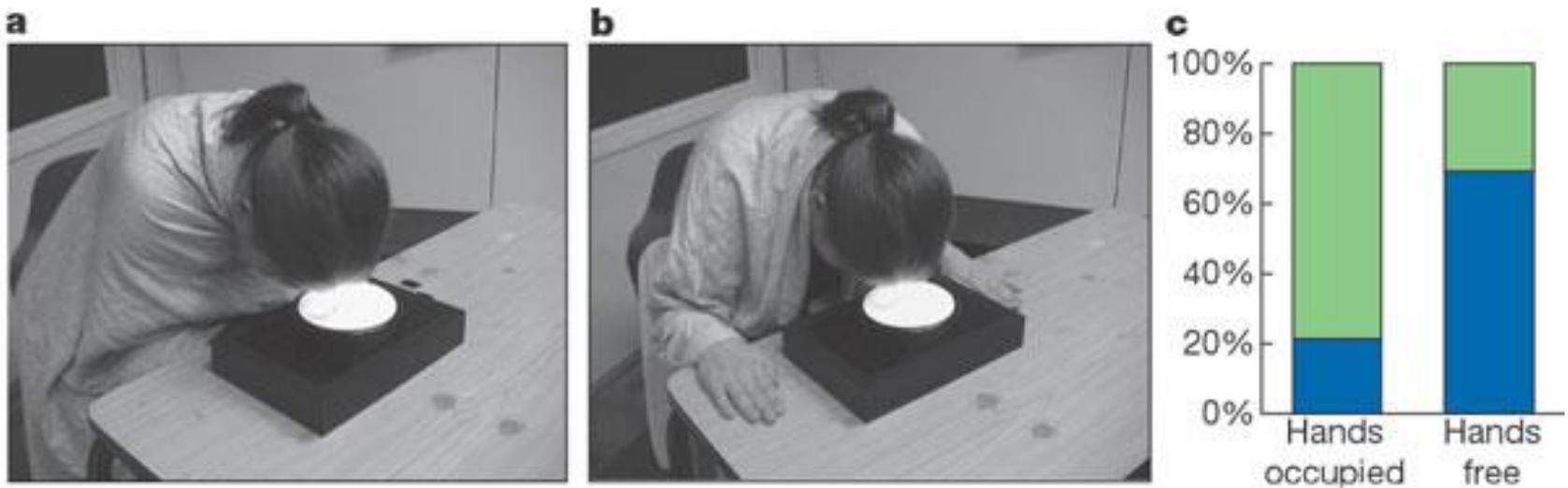
Myowa-Yamakoshi, Tomonaga, Tanaka, & Matsuzawa (2004)

# Imitazione nei bambini: teoria goal directed

Bambini di 14 mesi: osservano degli adulti accendere una lampada con la testa in 2 condizioni: con le mani occupate vs. libere.

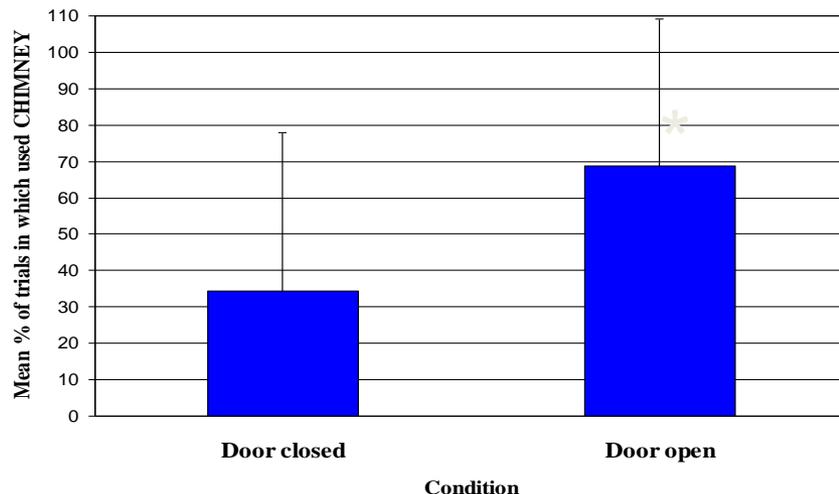
Viene riprodotto il comportamento solo quando farlo e' razionale.

Quindi: l'imitazione e' un processo re-interpretativo e orientato da scopi (GOAL DIRECTED), non semplice riproduzione.



# Imitazione nei bambini: teoria goal directed

- Porta chiusa: l'agente deve usare mezzi insoliti (camino)
- Porta aperta: l'agente SCEGLIE di usare mezzi insoliti.



I neonati non distinguono.  
A **12 mesi** imitano  
**l'azione insolita più spesso quando scelta che quando necessaria.**

Schwier, van Maanen, Carpenter, & Tomasello (2006)

# Imitazione nei bambini: teoria goal directed

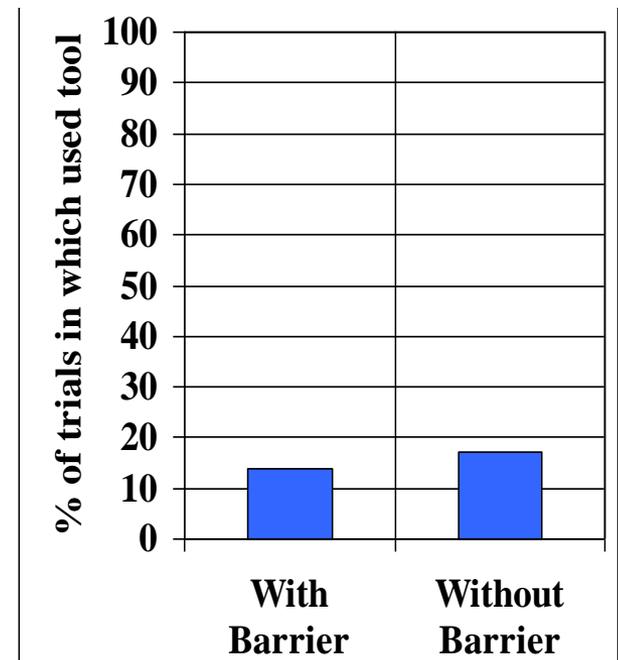
Gli scimpanzè guardano un individuo che tira una grata usando uno strumento, o:



- **Con una barriera** (deve usare lo strumento per forza) o
- **Senza barriera** (sceglie di usare lo strumento).

Gli scimpanzè usano lo strumento con la stessa frequenza nelle 2 condizioni, i neonati più spesso in caso di scelta.

Quindi: I bambini fanno più che copiare le azioni, usano gli **scopi altrui per capire quali azioni copiare.**



Tomasello & Carpenter (2005)

# Imitazione negli adulti

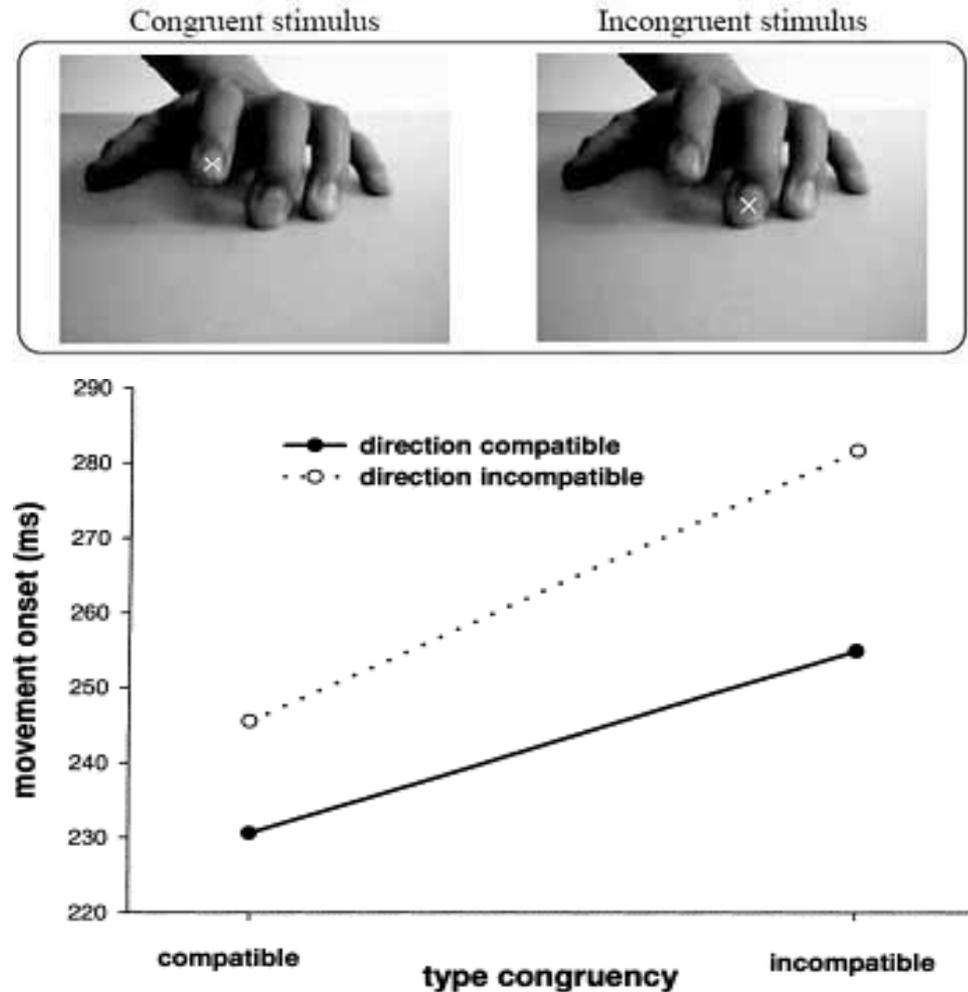
Teoria ideomotoria:

a) facilitazione quando si risponde ad un movimento osservato.

b) **Facilitazione** maggiore in caso di **somiglianza tra il movimento che si osserva e che si compie** (movimenti compatibili dal punto di vista ideomotorio).

Variabili:

- Compatibilità di direzione (su, giù)
- Congruenza croce-dito

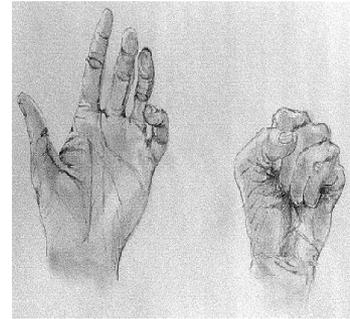


- Brass, Bekkering, Prinz, *Acta Psychologica*, 2001

# Imitazione: innata o appresa?

**Heyes et al., 2004.** Imitazione non innata ma **acquisita**.

Trovano che i movimenti sono facilitati se i soggetti vedono eseguire **movimenti congruenti** con quello che stanno eseguendo, mentre sono resi piu' difficili se eseguono movimenti incongruenti.



Prima dell'esperimento training: i partecipanti imparano a aprire la mano quando vedono una mano chiudersi e vs.

Introducendo il training **l'effetto dell'imitazione automatica scompare**.

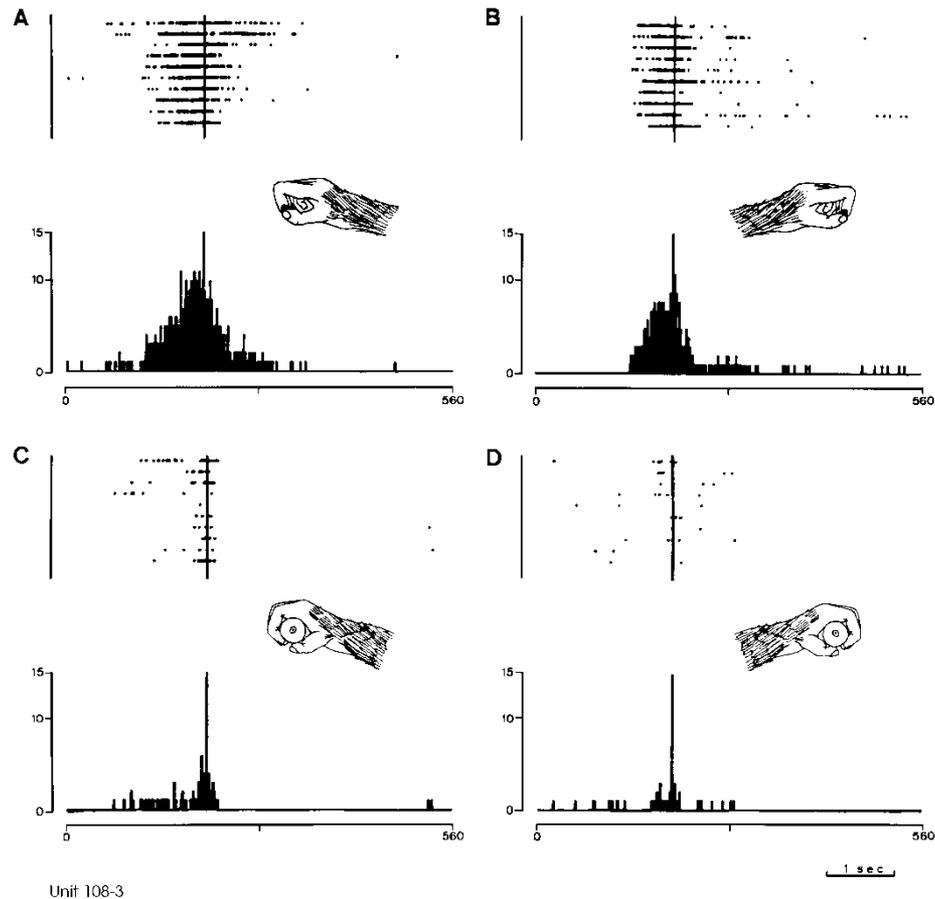
Dunque: secondo questi autori il comportamento imitativo si forma attraverso le connessioni neurali visuomotorie che si costruiscono combinando esperienza diretta e osservazione.



# Imitazione e apprendimento: i neuroni canonici dell'area F5

Neurone dell'area premotoria F5 nelle scimmie:

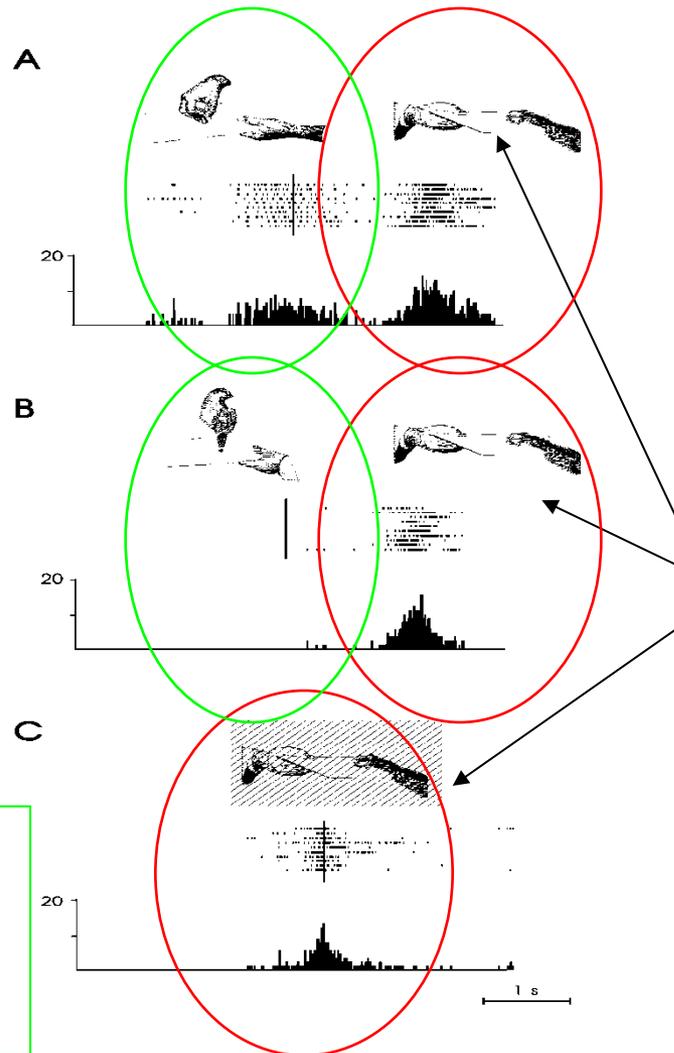
- e' attivo durante un particolare tipo di afferramento (presa di precisione e non a mano piena).
- e' legato all'obiettivo piuttosto che all'effettore (mano ds/sn).
- scarica durante una specifica fase di azione (aprire, chiudere, tenere)



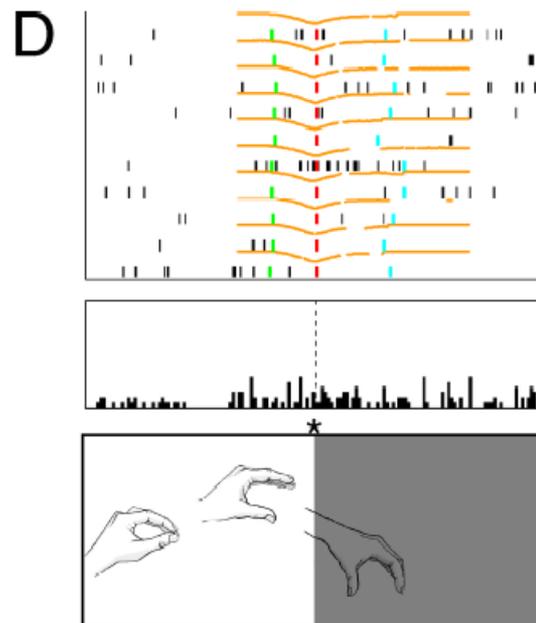
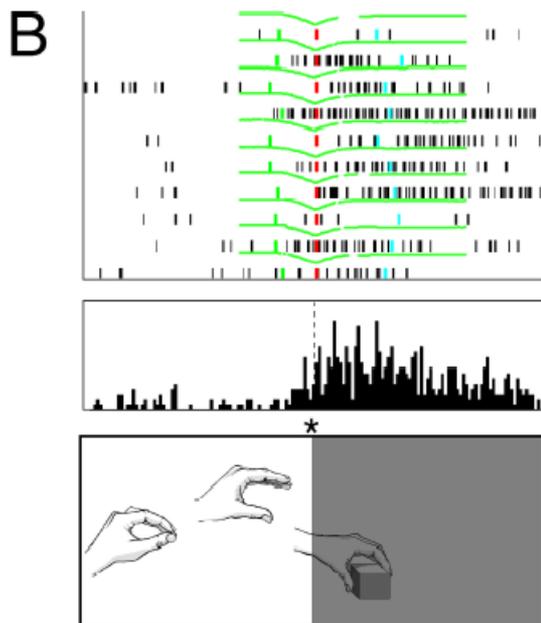
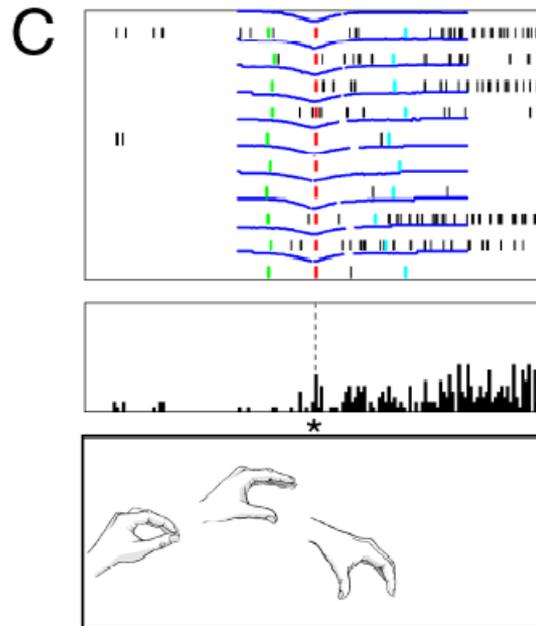
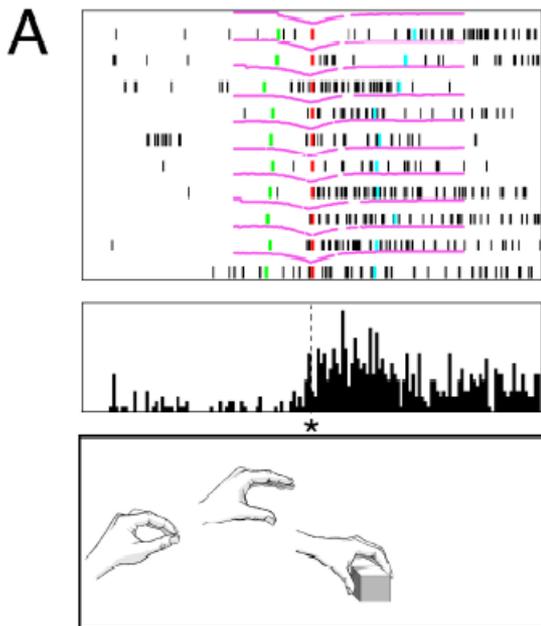
# Imitazione e apprendimento: i neuroni mirror

Neurone mirror tipico (F5): scarica solo quando la scimmia osserva un'azione diretta ad un obiettivo eseguita da un effettore biologico (conspecifico, essere umano)

La scimmia guarda



La scimmia afferra



**A (Afferrare con visione piena)**

**B (Afferrare di nascosto)**

**C (Mimare)**

**D (Mimare di nascosto)**

I neuroni mirror riconoscono l'obiettivo

Un subset di neuroni mirror rispondono anche con afferramento di nascosto

Umiltà et al., 2001

# Imitazione e apprendimento: i neuroni mirror

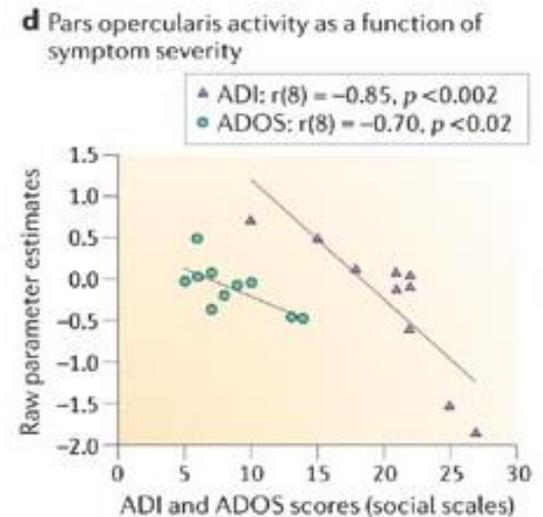
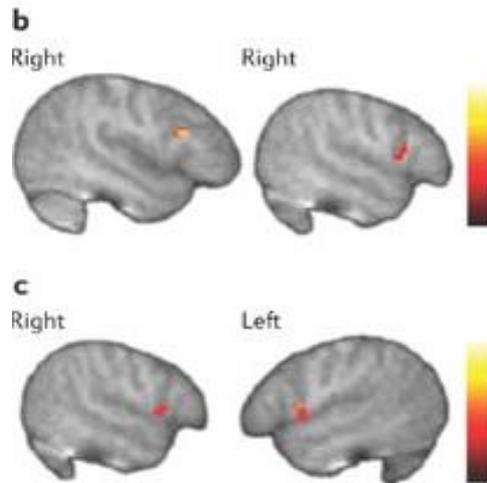
Cosa succede quando gli esseri umani osservano il movimento di un conspecifico?

- **Esplicita** - attivazione intenzionale del comportamento motorio (imitazione)
- **Implicita** - attivazione non intenzionale del comportamento motorio. Ad esempio, osservare qualcuno che afferra comporta: attivazione delle stesse aree attive durante l'afferramento: **meccanismo mirror.**



# Imitazione nei bambini: l'autismo

Bambini autistici: minore attività del sistema dei neuroni specchio durante l'osservazione e imitazione di volti altrui.



Copyright © 2006 Nature Publishing Group  
Nature Reviews | Neuroscience

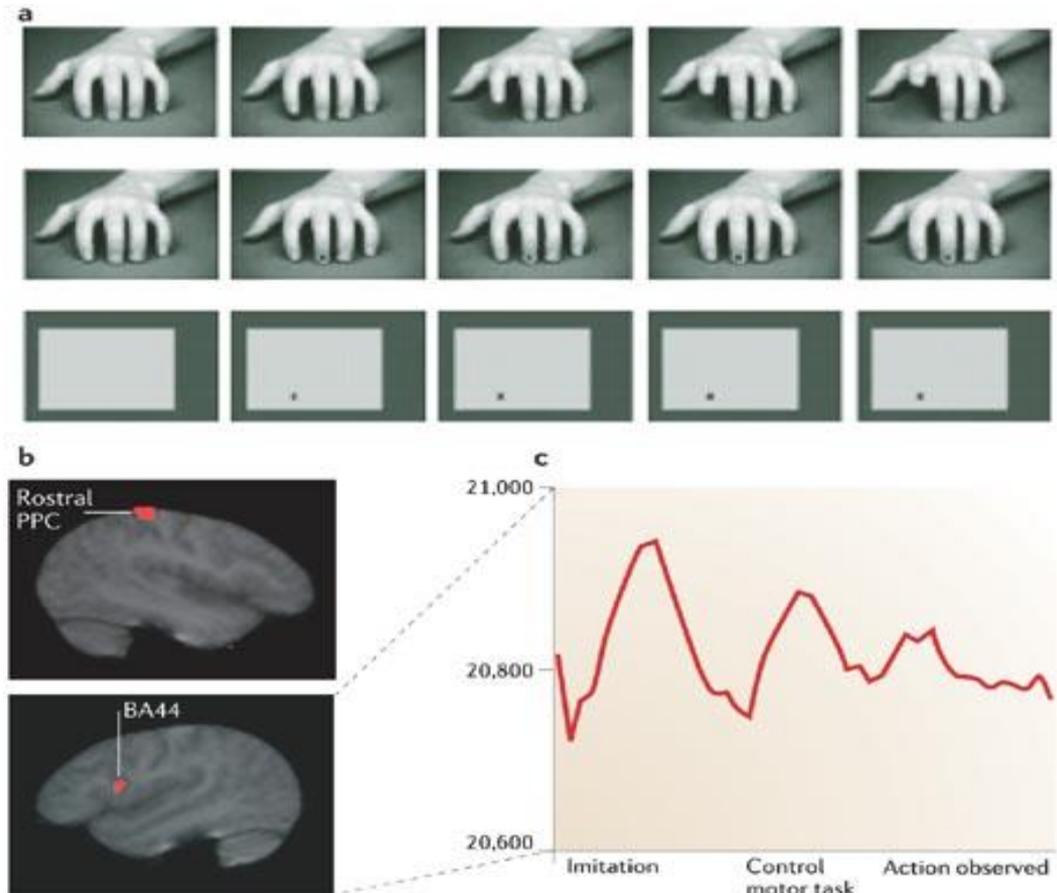
# Imitazione negli adulti

I partecipanti osservano sollevare un dito indice o medio.

Controllo: osservano una croce sul dito di una mano ferma o sulla parte destra o sinistra di un rettangolo.

3 Condizioni: **osservazione**, **imitazione**, **movimento** (sollevano il dito indice o medio quando appare la croce.)

Si attivano I neuroni mirror (area di Broadmann B44, corteccia frontale inferiore).



Copyright © 2006 Nature Publishing Group  
Nature Reviews | Neuroscience

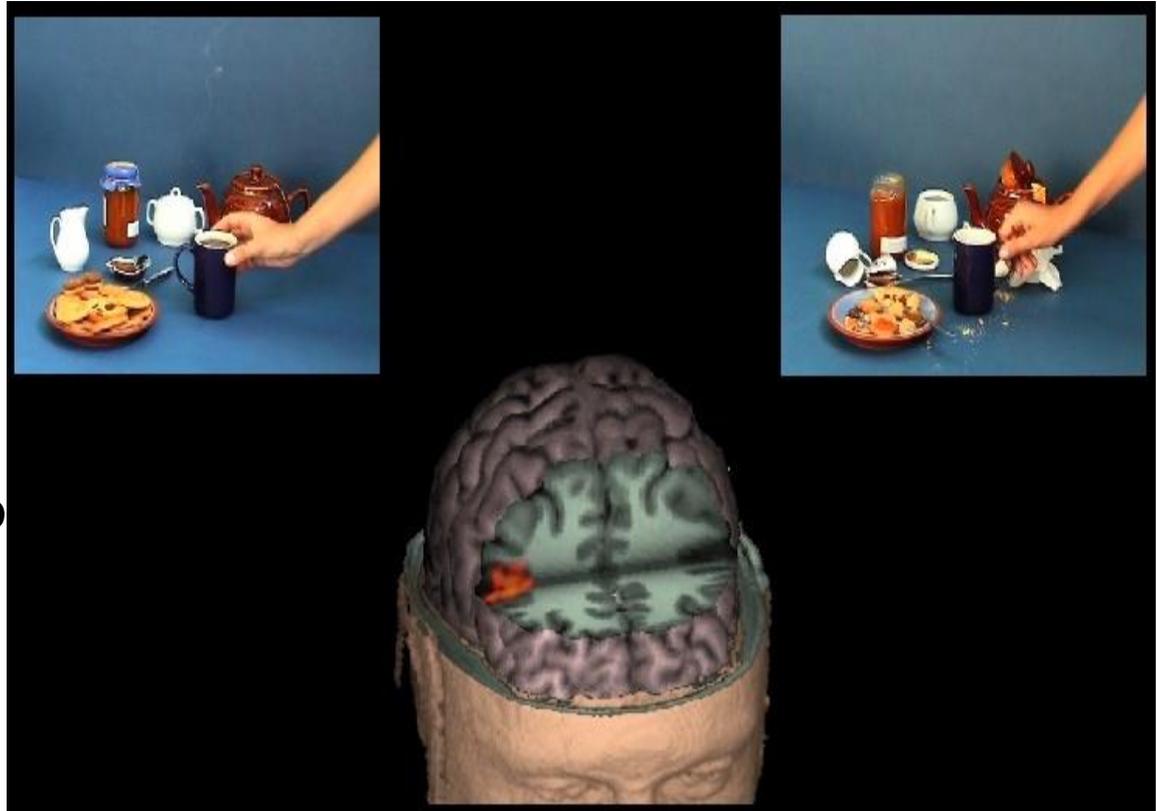
# Imitazione negli adulti

I neuroni mirror non codificano solo il tipo di azione (es. Grasp) ma aiutano a **prevedere le intenzioni altrui**.

Si attivano le stesse aree durante **l'osservazione e l'esecuzione** del movimento

L'attività aumenta quando il contesto rivela l'intenzione alla base dell'azione.

3 condizioni: senza contesto, sparecchiare, bere.

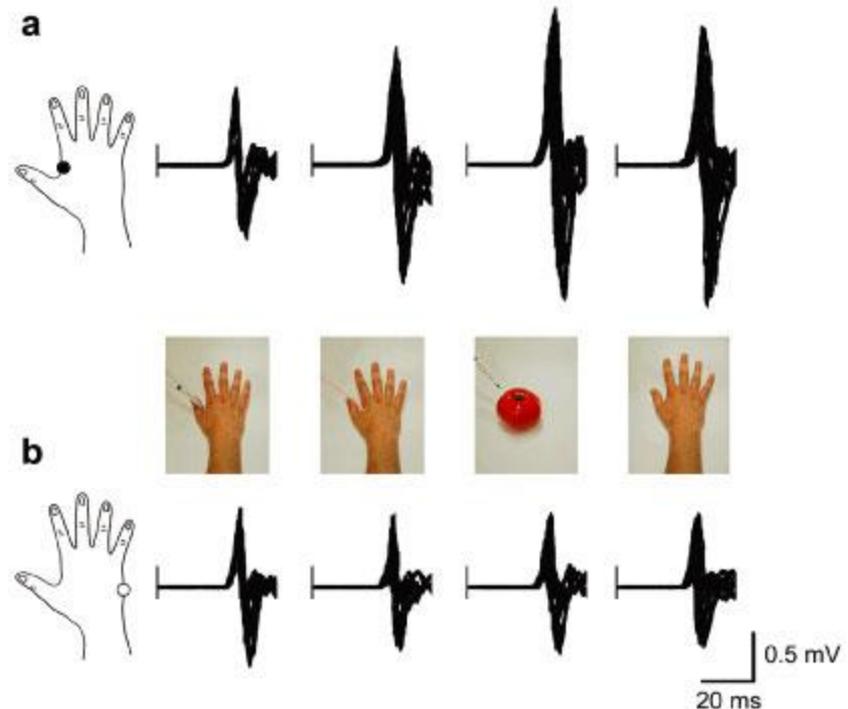


Iacoboni & Dapretto, *Nature Neuroscience*, 2006

# Imitazione ed empatia

I neuroni mirror non codificano solo il tipo di azione (es. Grasp) ma sono alla base dell'empatia nei confronti dei conspecifici.

Supplementary Figure 1 Examples of raw MEP amplitudes for each observation condition in a representative subject of experiment 1.



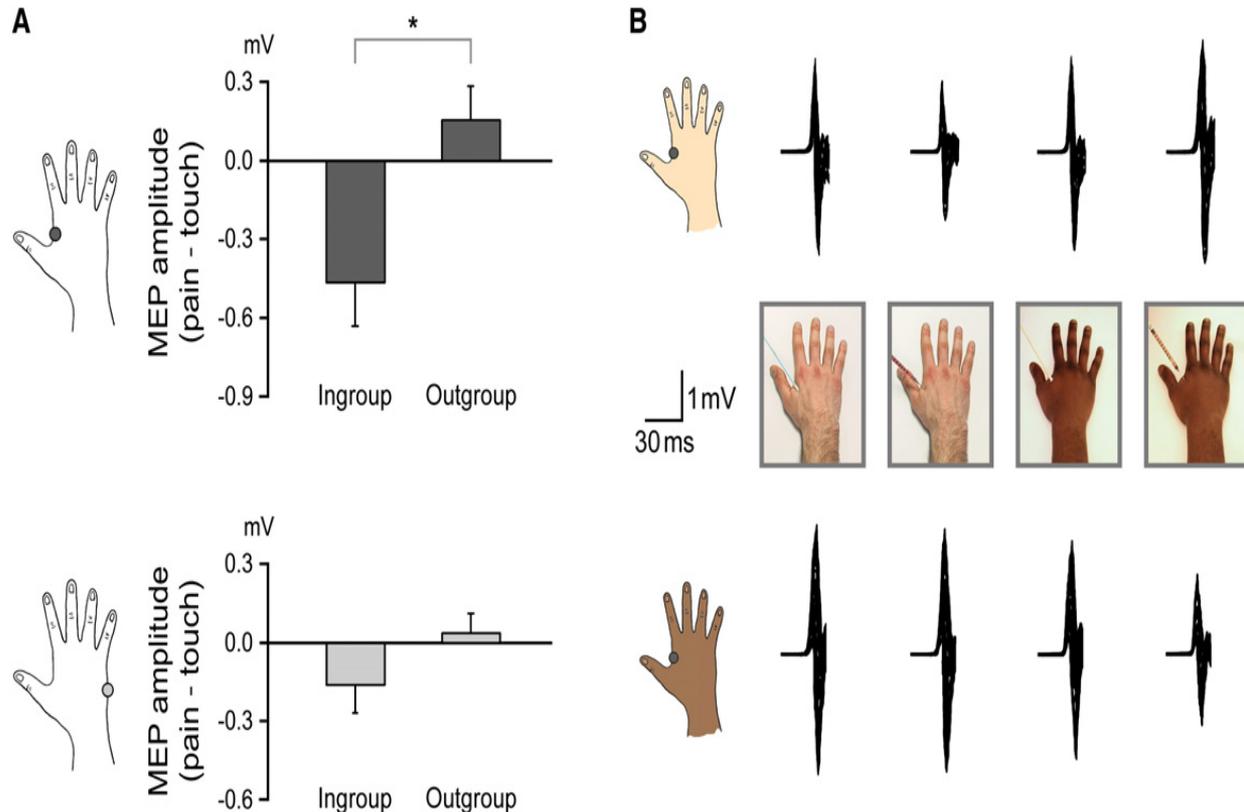
(a) MEPs recorded from FDI. (b) MEPs recorded from ADM. For the baseline condition, 36 overlaying traces are shown. For each of the dynamic observation conditions 18 overlaying traces are presented.

# Imitazione ed empatia

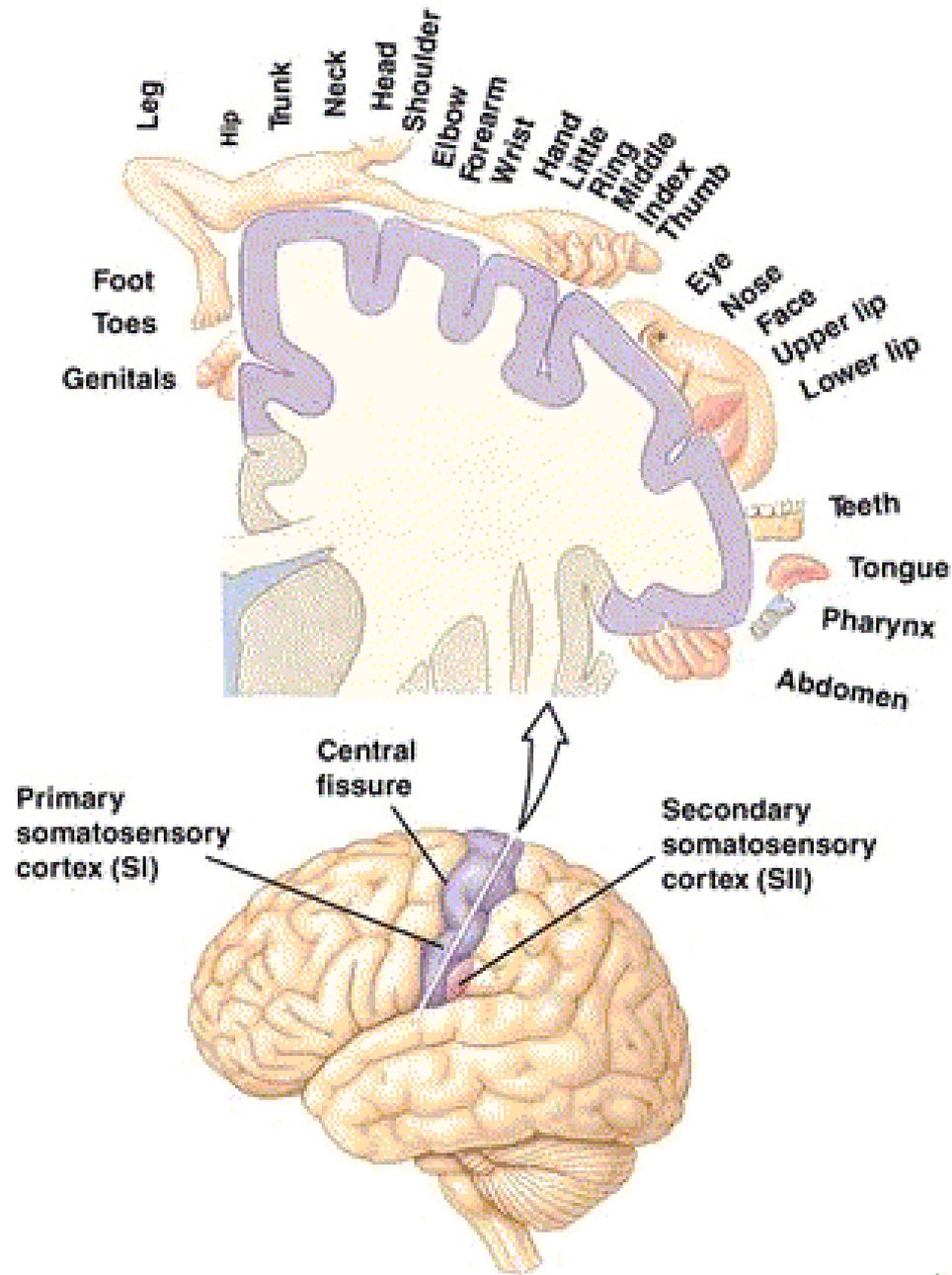
I neuroni mirror non codificano solo il tipo di azione (es. Grasp) ma sono alla base dell'empatia nei confronti dei conspecifici.

Differenza in funzione dell'appartenenza etnica.

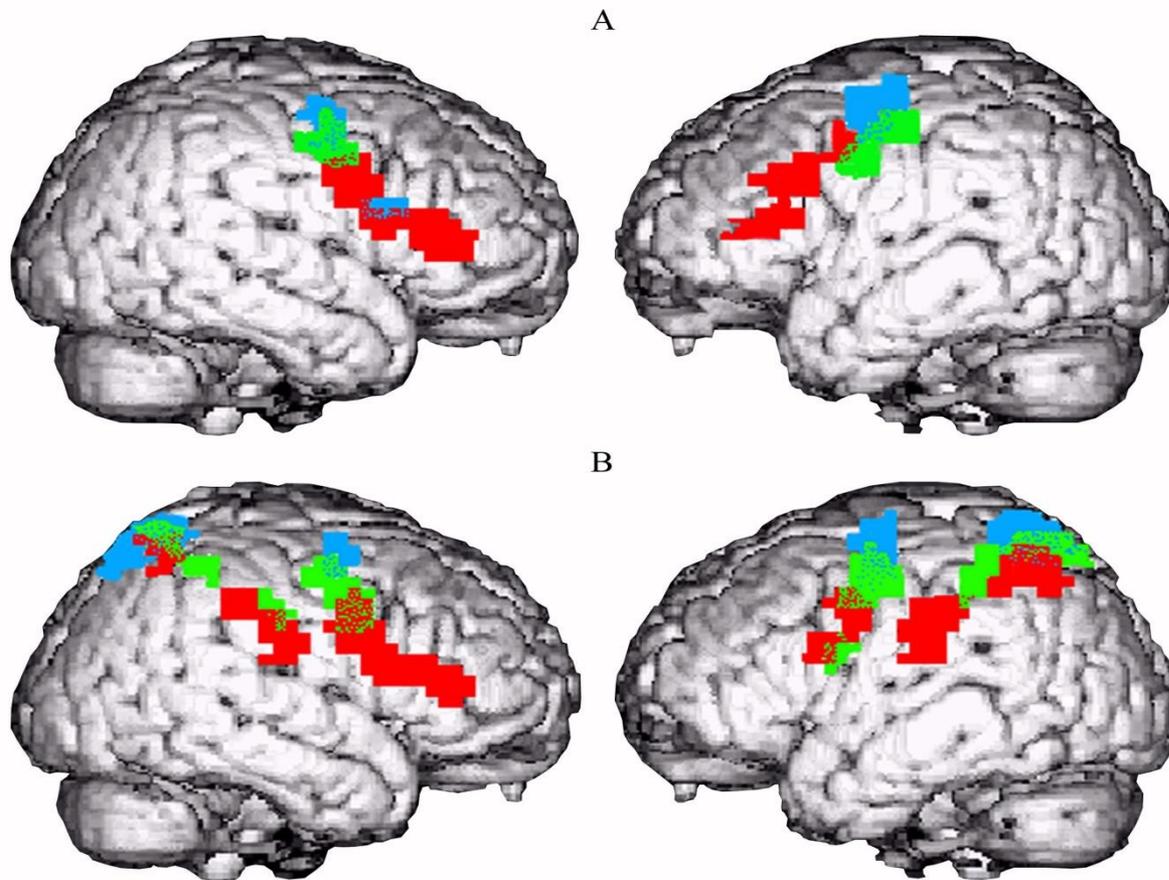
Effetto modulato dal pregiudizio (scala di razzismo implicito)



## ► The Somatosensory Cortex and the Primary Somatosensory Homunculus



# Imitazione e apprendimento: i neuroni mirror negli umani



- osservazione di una bocca che afferra vs di una bocca statica ■
- osservazione di una mano che afferra vs di una mano ferma ■
- osservazione di un piede che schiaccia vs di un piede fermo ■

# A che serve l'imitazione implicita?

A che serve l'imitazione implicita? Diverse proposte:

- **facilita forme di imitazione esplicita**, utile dal punto di vista sociale, per segnalare affiliazione e per facilitare l'empatia; supporta questa proposta il fatto che il sistema mirror sembra essere attivo durante l'imitazione di azioni.
- **facilita la comprensione delle azioni altrui** (quello che stanno facendo o addirittura le intenzioni e stati mentali).
- **serve allo sviluppo del linguaggio**: l'area di Broca, che ha un ruolo centrale nell'elaborazione del linguaggio, sembra sia l'omologo umano dell'area F5 della scimmia.



Problema: i neuroni mirror sono stati identificati nelle scimmie, una specie che non imita ne' sembra possedere una teoria della mente. Ma TEORIE DEL RIUSO (Anderson, 2014)

# A che serve l'imitazione implicita?

- **contribuisce a percepire (e predire) il comportamento dei conspecifici**, funzionando così come una sorta di sistema detto di «emulazione percettiva» (Wilson e Knoblich) : **percezione**, non comprensione delle azioni altrui.

Evidenze:

- attivazione motoria **che precede** un evento percettivo – **predizione** (ad esempio nei pianisti esperti le aree corticali legate al movimento delle dita si attivano prima del comparire di una nota in una sequenza musicale familiare),
- i neuroni mirror si attivano anche quando l'ultima parte di un'azione viene nascosta
- l'influenza dell'apprendimento motorio sulla percezione – **dalla percezione all'azione**



# Imitazione: più simili sono...

Teorie ideomotorie, teorie del codice comune, teoria della codifica di eventi (Prinz, 1990; Hommel et al., 2001): Codice comune tra percezione e azione.

**Risonanza motoria**, attivazione del sistema mirror. Più le azioni che osserviamo sono simili a quelle che sappiamo/potremmo svolgere noi, più ci mettiamo nei panni altrui, più “risuoniamo” ...



**Es. Flach et al., 2003: battito di mani.** Registrazione di persone che battono le mani. Una settimana dopo vengono loro fatte ascoltare il battito loro o di altri: riconoscono con facilità il loro battito di mani. 03.

**Es. Calvo Merino et al, 2005, 2006:** maggiore risonanza motoria durante l'osservazione di movimenti di danzatori dello stesso ballo (capoeira vs. danza classica) e dello stesso genere (M,F).



# Quindi, sull'imitazione....

○ Differenza tra **imitazione ed emulazione**: crescente complessità dei comportamenti imitativi nelle diverse specie

○ Nei bambini:  
→ imitazione facciale **innata (?)**  
→ capacità di inferire **SCOPI**  
→ capacità di inferire **INTENZIONI**

Negli scimpanzè:  
Non capacità di inferire **INTENZIONI**



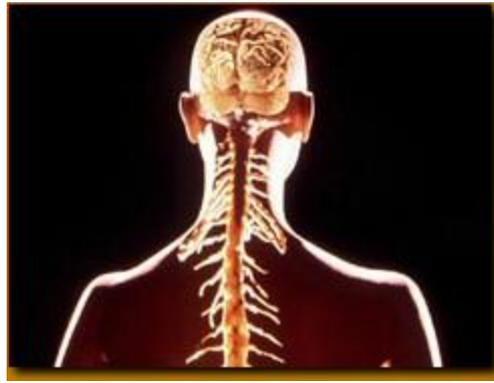
○ Imitazione negli adulti: implicita ed esplicita

○ Meccanismi neurali: **neuroni mirror**

○ Relazione tra imitazione implicita, **empatia**, **linguaggio**?

# Cognizione embodied e distribuita. S-cervello/corpo/ambiente-R

**STIMOLI**



**RISPOSTE**



Mente estesa

# Apprendimento situato

**Antecedenti: Gibson, Norman (teoria delle affordance),**

**Vygotsky (apprendimento sociale).**

Lave e Wenger: *L'apprendimento situato*, Erikson, 2006

“Human learning presupposes a specific **social nature** and a process by which children grow into the intellectual life of those around them” (Vygotsky, Mind in Society)

The Social View of Learning



understanding is socially constructed

# Vygotsky: Teoria dello sviluppo socioculturale



## Interazioni sociali

- ❖ Vygotsky: Il pensiero complesso ha le sue radici **nell'interazione sociale**

*Piaget:* L'intelligenza (es. capacità logica) ha le sue radici nelle esplorazioni individuali - **azione**

- ❖ Vygotsky: Apprendere nuove abilità viene dalla **guida di una persona più esperta**

- *Piaget:* L'apprendimento è sostenuto dalle interazioni con i **coetanei**





# Vygotskij e la zona di sviluppo prossimale



**Zona di sviluppo prossimale** = distanza tra lo sviluppo attuale e il livello di sviluppo potenziale, disponibilità ad apprendere.

- **Progresso:** se l'ambiente **richiede al bambino/a capacità superiori** a quelle che possiede, si garantisce l'apprendimento.
- Si devono però richiedere **capacità raggiungibili**: se livello troppo elevato non serve per apprendere, come non serve se livello troppo basso.
- Dapprima è importante la **presenza/guida dell'adulto**, poi le capacità vengono **internalizzate**.



# Vygotskij e la zona di sviluppo prossimale

Ciò che non siamo in grado di fare neppure se assistiti

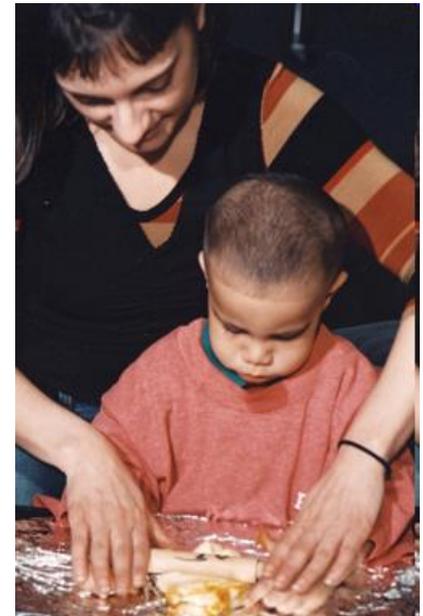


Ciò che possiamo fare solo con l'aiuto altrui

Ciò che possiamo fare da soli

# Vygotsky e lo scaffolding

- **Scaffolding**: intelaiatura, impalcatura) = interazione sociale e culturale tra chi apprende e chi è esperto, metafora che rimanda a un modello di apprendimento tramite incremento graduale
- Risultato di un processo interattivo
- Frutto dell'interazione tra insegnante e studente (relazione a uno a uno, tutorato)
  - Controllo dell'esperto: regole
  - Controllo del bambino: autoregolazione
  - Interiorizzazione



# Vygotsky e lo scaffolding esterno

- L'insegnante aiuta a:
  - spiegare gli obiettivi,
  - decomporre l'informazione complessa,
  - attribuire compiti,
  - direzione / guida,
  - dimostrazione,
  - spiegazione,
  - feedback,
  - responsabilizzare chi apprende
- Obiettivo: **minima guida** da parte dell'adulto, **massima responsabilità** da parte del bambino/a



# Vygotsky e lo scaffolding interno

- Con il tempo lo scaffolding diventa **interno**, l'aiuto dell'adulto non è più indispensabile
- Lo **scaffolding interno** aiuta chi apprende
- nella riflessione e
- nel monitoraggio per migliorare l'acquisizione dei concetti



# Vygotsky: in generale

- I nostri processi psicologici si sviluppano tramite l'**INTERNALIZZAZIONE** di strumenti mentali.
  - **LINGUAGGIO** strumento mentale fondamentale, guida i nostri processi cognitivi.
  - Linguaggio acquisito in contesto sociale, poi **linguaggio interno**, guida per il nostro comportamento
  - “Il linguaggio interno è un linguaggio per se stessi. Il linguaggio esterno è un linguaggio per gli altri.”
- L'internalizzazione avviene dato che siamo nella nostra **ZONA DI SVILUPPO PROSSIMALE**.



# Apprendimento situato

**Antecedenti: Gibson, Norman (teoria delle affordance), Vygotskij (apprendimento sociale).** Lave e Wenger: *L'apprendimento situato*, Erikson, 2006

- L'apprendimento avviene **in funzione del contesto**
- Costruzione **interattiva e sociale** della conoscenza
- L'apprendimento situato è **meno intenzionale**, meno strategico di altre forme di apprendimento

Es. **apprendistato**.

Principi di fondo:

1. La conoscenza deve essere presentata in un **ambiente realistico, dove quel tipo di conoscenza è richiesto**
2. L'apprendimento richiede **interazione sociale e collaborazione**



# Indice: Apprendimento e imitazione



- Definizione di apprendimento
- 1. Il comportamentismo: apprendimento assoc
  - 1A. Condizionamento classico
  - 1B. Condizionamento operante
  - Modellamento
- 2. La psicologia della Gestalt: apprendimento tramite insight
- 3. Tra comportamentismo e cognitivismo: apprendimento latente
- 4. Il cognitivismo: apprendimento come integrazione delle conoscenze
- 5. Il connessionismo: gli algoritmi di apprendimento
- 6. Apprendimento e cognizione embodied: Imitazione e apprendimento
- 7. Apprendimento e cognizione situata: le affordance per apprendere