

## APPRENDIMENTO

- Cos'è l'apprendimento?
- Cosa vuol dire "apprendere"?
- Quanti tipi di apprendimento esistono?



1

## APPRENDIMENTO

Dal latino: **apprehendere** composto da **ad** = a, verso e **prehendere** = prendere, afferrare, impossessarsi.

**Modificazione** relativamente **duratura** e **stabile** del comportamento a seguito di **un'esperienza**, di solito ripetuta nel tempo.

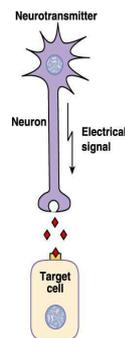
Insieme dei **cambiamenti osservabili** nel **comportamento** di un individuo che si verificano in seguito ai cambiamenti prodotti nella situazione in cui l'individuo stesso si trova.

2

## Fondamenti biologici dell'apprendimento

I **geni** da soli non bastano. Interagiscono con l'**ambiente** e possono esprimersi in modo diverso a seconda dell'ambiente corporeo ed extra-corporeo.

Inoltre, affinché vi sia apprendimento, serve un sistema nervoso, servono i **neuroni**.



3

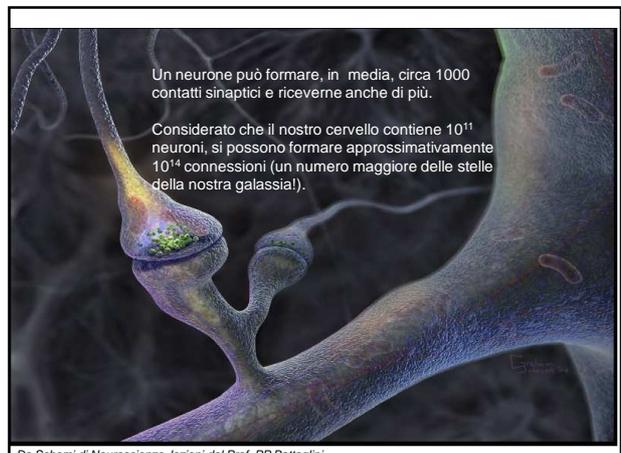
## SINAPSI

I neuroni a loro volta stabiliscono connessioni tra loro attraverso le **sinapsi**.



4

## SINAPSI E NEUROTRASMETTORI



## IL CERVELLO SI MODIFICA

### SINAPSI

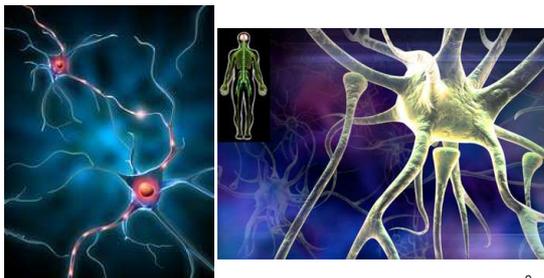
Il termine sinapsi è stato introdotto nel 1879 dal fisiologo **Charles Sherrington** per descrivere la giunzione tra due neuroni specializzata alla trasmissione dell'impulso nervoso.

L'apprendimento e l'esperienza possono indurre una **modificazione permanente delle connessioni fra neuroni, a livello della sinapsi.**

8

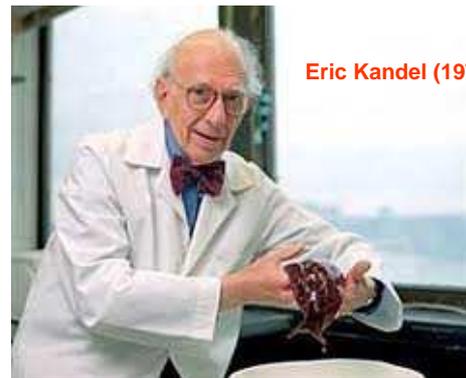
### Fondamenti biologici dell'apprendimento

L'apprendimento lascia una traccia nei circuiti nervosi del cervello, poiché induce la formazione di nuove **connessioni.**



9

### STUDI SUGLI INVERTREBATI



Eric Kandel (1976)

10

### STUDI SUGLI INVERTREBATI

Eric Kandel (1976)

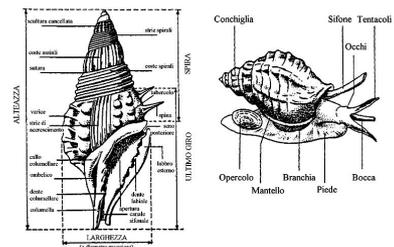
Gli studi condotti sugli invertebrati hanno fornito indicazioni importanti circa i meccanismi molecolari alla base dei processi di apprendimento, sia non associativo sia associativo.

Ha condotto una serie di esperimenti sulla lumaca di mare **Aplysia**.

11

### STUDI SUGLI INVERTREBATI

Il comportamento di difesa della lumaca di mare di fronte a stimolazioni nuove è quello di ritrarre energicamente la branchia (attraverso cui respira) e il sifone (un piccolo canale posto sopra la branchia, che l'Aplysia usa per espellere l'acqua marina).



12

## STUDI SUGLI INVERTREBATI

Se l'animale viene sfiorato, la branchia e il sifone si ritraggono.

Se lo stimolo viene presentato ripetutamente, il riflesso di retrazione va incontro ad **abituazione** (abitudine) o a **sensibilizzazione**.

I **neuroni sensoriali** che ricevono la stimolazione tattile inviano l'informazione ai **motoneuroni** responsabili della retrazione.

13

## STUDI SUGLI INVERTREBATI

Se lo stimolo viene presentato ripetutamente e non è potenzialmente pericoloso per l'incolumità dell'Aplysia (per es., uno spruzzo d'acqua), l'informazione trasmessa dai neuroni sensoriali a quelli motori diviene sempre meno consistente.

Alla fine i segnali postsinaptici generati dai neuroni sensoriali diventano molto piccoli e non sono più in grado di evocare la risposta dei motoneuroni.

14

## STUDI SUGLI INVERTREBATI

L'**abituazione** corrisponde quindi a una diminuzione persistente dell'efficacia delle connessioni sinaptiche fra i neuroni sensoriali e i motoneuroni, che dipende dal rilascio di sempre minori quantità di neurotrasmettitore.

15

## STUDI SUGLI INVERTREBATI

Questo fenomeno di modificazione plastica si accompagna alla diminuzione dei potenziali elettrici postsinaptici dei motoneuroni e dipende, almeno in parte, dal diminuito accesso di ioni calcio ( $Ca^{2+}$ ) nella terminazione sinaptica del neurone sensoriale.

Il collegamento tra i neuroni sensitivi e i motoneuroni si modifica plasticamente e tale modificazione può durare minuti, ore o addirittura giorni.

16

## STUDI SUGLI INVERTREBATI

La **sensibilizzazione** è una forma più complessa di apprendimento rispetto all'abituazione:

Se si stimola in modo potenzialmente nocivo l'Aplysia, l'animale ritrarrà ogni volta la branchia, sensibilizzandosi al punto che poi basterà sfiorare appena la cute del sifone o la testa, per provocare una reazione di analoga intensità.

17

## STUDI SUGLI INVERTREBATI

Questo secondo tipo di apprendimento comporta una modificazione plastica delle sinapsi che collegano il neurone sensoriale al neurone motorio.

La modificazione si riflette nell'incremento in durata e intensità del potenziale d'azione dei neuroni sensoriali, che si traduce nell'intensificazione del comando "*ritira la branchia*" inviato al motoneurone.

18

### STUDI SUGLI INVERTREBATI

In questo modo viene rafforzata la **comunicazione** fra le cellule **sensoriali** e quelle **motorie** dell'Aplysia che, in caso di una nuova sollecitazione dolorosa, è in grado di reagire prontamente (memoria a breve termine).

Nel caso in cui le procedure di abitudine o sensibilizzazione vengano ripetute più volte, la risposta dell'animale si mantiene anche per giorni o settimane, e ciò corrisponde alla formazione di una memoria a lungo termine.

19

### POTENZIAMENTO A LUNGO TERMINE

**Bliss e Lomo (1973)**

Descritto per la prima volta nelle cellule dell'ippocampo: consiste nell'aumento stabile e duraturo dell'intensità della risposta neuronale dopo che le cellule afferenti di quell'area erano state sollecitate con stimoli elettrici ad alta frequenza.

Il neurone postsinaptico permane in una condizione 'attivata' per intervalli di tempo molto più lunghi di quanto avvenga nella trasmissione dell'impulso nervoso.

20

### POTENZIAMENTO A LUNGO TERMINE

Il PLT è un fenomeno

- **persistente**: la potenziata risposta elettrica può durare anche settimane;
- **specifico** per i neuroni attivati da una stimolazione presinaptica ad alta frequenza;
- **associativo**, in quanto può essere indotto nel neurone postsinaptico anche in seguito alla sommazione di attività presinaptiche sotto soglia.

L'induzione del PLT richiede l'attività concomitante nel neurone sia presinaptico sia postsinaptico, secondo il modello proposto da Hebb.

21

### CONNESSIONI

**Donald Hebb (1949)**

Propose una **teoria connessionista** dell'apprendimento, secondo la quale l'attivazione simultanea di due cellule nervose o di gruppi di cellule nervose produce una modificazione permanente in termini di rafforzamento delle connessioni sinaptiche.

L'idea è che se due neuroni sono più volte simultaneamente attivi allora, con il passare del tempo, l'attività dell'uno causerà l'attività dell'altro.

22

### PLASTICITA' NEURALE

#### Principio di Hebb

Se l'assone di un neurone A è abbastanza vicino per eccitare un altro neurone B in modo ripetuto e consistente, in uno o in entrambi i neuroni si producono cambiamenti metabolici e un processo di crescita per cui l'efficienza dei neuroni risulta potenziata.

#### Apprendimento hebbiano

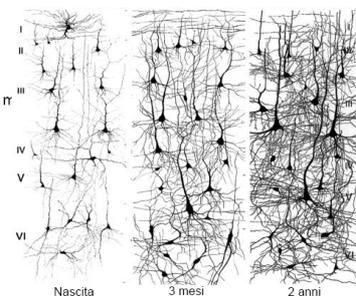
Inoltre i neuroni che scaricano simultaneamente si connettono fra loro. La stimolazione ripetuta di specifici neuroni conduce lentamente alla formazione di un'"assemblea di cellule" che può agire come un sistema chiuso, una volta che la stimolazione sia cessata, prolungando così l'apprendimento.

23

#### CORTECCIA CEREBRALE

Dopo la nascita, il numero di neuroni rimane quasi costante, ma i loro prolungamenti e le loro connessioni aumentano enormemente.

Aumenta anche il numero di cellule non nervose, che diventeranno 10 volte più numerose dei neuroni



Alla nascita, la quantità di esperienze aumenta drammaticamente. Alcune reti sinaptiche si attivano più di prima e diventano più forti, dando origine a connessioni sempre maggiori e più complesse.

Da Schemi di Neuroscienze, lezioni del Prof. PP Battaglini

24

Parti diverse del cervello maturano in tempi diversi, a seconda di fattori endogeni e per le necessità imposte dal mondo esterno.

Lo sviluppo, non più basato sull'aumento del numero dei neuroni, ma sulla mielinizzazione ed entità delle connessioni (numero di sinapsi), continua nell'infanzia

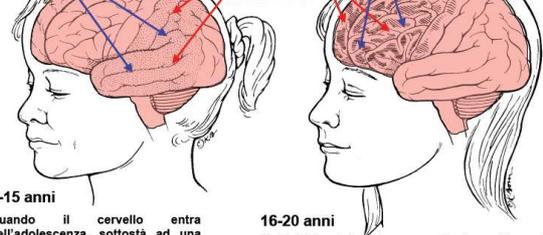


Da Schemi di Neuroscienze, lezioni del Prof. PP Battaglini

25

Lo sviluppo continua ancora nell'adolescenza, e ancora dopo

Aree in maturazione Lobo parietale Lobi frontali Aree in rapido cambiamento Lobo temporale



Quando il cervello entra nell'adolescenza, sottostà ad una nuova spinta maturativa, con possibili effetti, fra l'altro, sulle attitudini linguistiche e matematiche

Nei lobi frontali si hanno continui cambiamenti, che sono alla base di nuovi modi di pensare, di comportarsi e di guardare alla vita in generale

Da Schemi di Neuroscienze, lezioni del Prof. PP Battaglini

26

## APPRENDIMENTO FISIOLOGICO

Riguarda il nostro **organismo**.

Fornisce le conoscenze indispensabili per gestire efficacemente il nostro **corpo** al fine di garantire la nostra sopravvivenza e mantenere la salute fisica e il benessere mentale.

Anche se il funzionamento fisiologico è regolato da dispositivi biologici, automatici, svincolati dalle nostre decisioni, abbiamo a disposizione un certo numero di gradi di libertà che ci consentono di intervenire sul nostro organismo.

27

## APPRENDIMENTO FISIOLOGICO

Lo scopo è il mantenimento dell'**omeostasi**.

Mantenimento dei parametri fisiologici entro una gamma di valori tale da garantire la sopravvivenza.

Per questo dobbiamo saper cogliere i segnali, i sintomi del nostro corpo, che possono essere **patologici** (febbre, pressione alta ecc.) o **standard** (ritmo cardiaco, respiratorio ecc.).

Grazie a questi segnali possiamo mettere in atto azioni di prevenzione e cura.

28

## APPRENDIMENTO FISIOLOGICO

In condizioni patologiche occorre procedere a nuovi modelli di apprendimento, poiché i parametri di riferimento sono cambiati.

Per riapprendere modelli nuovi di gestione del proprio corpo, possono aiutare diverse strategie:

Per esempio nella **riabilitazione motoria** a seguito di ictus può aiutare anche l'**immaginazione mentale** (mental imagery).

Questo è vero soprattutto nel caso dell'**apprendimento motorio**.

29

## APPRENDIMENTO FISIOLOGICO

### Apprendimento motorio

Riguarda le conoscenze procedurali e le competenze esecutive, richiede lo svolgimento costante di esercizi e allenamenti e richiede la consapevolezza di conoscere le potenzialità e i limiti del nostro organismo.

### Apprendimento respiratorio

Nelle culture orientali è molto importante imparare a respirare. Esistono tecniche diverse che possono aiutare a rilassarsi, trovare energia ecc. Si può arrivare all'iperventilazione e alla ventilazione rallentata. È fondamentale in qualsiasi attività sportiva.

30

## APPRENDIMENTO

Esistono tanti tipi di apprendimento e si può apprendere in diversi modi:

- ✓ Con l'esperienza
- ✓ Per associazione
- ✓ Da modelli

31

## ESPERIENZA

Ogni apprendimento è **esperienziale**: solo facendo esperienza di qualcosa possiamo apprenderla, cioè farla nostra.

32

## ESPERIENZA

L'apprendimento esperienziale passa attraverso l'azione e il fare: **imparare facendo** (*learning by doing*).

Questo vuol dire che durante l'apprendimento ci deve essere una qualche forma di **attività motoria**, per esempio:

- movimenti della mano per scrivere;
- movimenti delle corde vocali per parlare;
- movimenti oculari per leggere ...

33

## ESPERIENZA

Essendo connesso all'esperienza, l'apprendimento è **situato**, cioè legato al *contesto immediato*, alle informazioni disponibili *al nostro corpo in quel momento*.

**Apprendimento intenzionale**: in molti casi apprendiamo delle informazioni con uno scopo preciso.

**Apprendimento accidentale**: in alcuni casi impariamo per caso, senza uno scopo.

**Apprendimento contingente**: nella maggior parte dei casi, c'è una combinazione di elementi incidentali dell'ambiente esterno e intenzioni degli individui basate su interessi e esigenze.

34

## APPRENDIMENTO

Proprio perché l'apprendimento deriva anche dall'interazione con l'ambiente e dalla nostra esperienza con esso, siamo nella condizione di **imparare sempre** e attraverso l'apprendimento forniamo stimoli al cervello e gli permettiamo così di rimanere attivo.

*L'apprendimento è una NECESSITA' (e non solo un'opportunità)!!*

35

## APPRENDIMENTO

La spinta all'apprendimento deriva dalla presenza di **interessi rilevanti**.

L'apprendimento è una predisposizione potente, presente fin dalla nascita, non ne possiamo fare a meno, è un **vincolo**.

36

## Riconoscimento del volto

- Già a **4 giorni** il neonato guarda più a lungo il volto della **madre** rispetto a quello di una persona non familiare.
- Dai **3 ai 6 mesi** i bambini esibiscono una capacità sempre maggiore di **discriminare** tra volti diversi.
- Dai **4 mesi** reagiscono in modo appropriato alle **mimiche facciali**: sorridono e si avvicinano ad un volto allegro, si allontanano di fronte ad un volto accigliato.

37

## Imitazione di espressioni facciali



*"Infants between 12 and 21 days of age can imitate both facial and manual gestures; this behavior cannot be explained in terms of either conditioning or innate releasing mechanisms. Such imitation implies that human neonates can equate their own unseen behaviors with gestures they see others perform".* (Meltzoff e Moore, Science 1977)

38

## Imitazione di espressioni facciali

Questo studio ha dimostrato che i neonati sono in grado di imitare gli adulti ad un'età precoce.

Inoltre lo studio dimostrò l'esistenza di un'imitazione **precoce** di **facce**, cosa che era ritenuta impossibile a quell'età essendo una funzione di natura **cross-modale**: I neonati infatti possono vedere le facce degli altri ma non la propria e possono sentire i propri movimenti facciali ma non quelli degli altri.

39

## Percezione uditiva

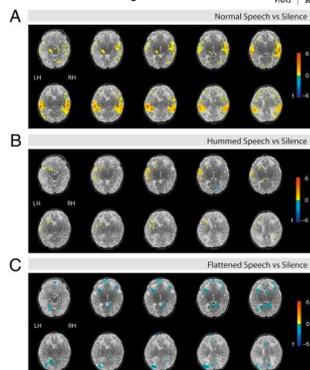
- **De Casper**: nel primo giorno di vita i neonati riescono a discriminare la voce materna da quella di altre persone, avendola udita ancora prima di nascere.
- Quando sentono la voce materna, aumentano il ritmo di suzione rispetto ad altre voci estranee, a dimostrazione del fatto che sanno discriminare tra voci diverse.

40

## Neural language networks at birth

Daniela Perani<sup>a,b,c,1</sup>, Maria C. Saccumani<sup>a</sup>, Paola Scifo<sup>b,c</sup>, Alfred Anwander<sup>d</sup>, Danilo Spada<sup>a</sup>, Cristina Baldoli<sup>b,e</sup>, Antonella Poloniato<sup>f</sup>, Gabriele Lohmann<sup>g</sup>, and Angela D. Friederici<sup>h,1</sup>

*PNAS* | September 20, 2011 | vol. 108 | no. 38



41

## APPRENDIMENTO LATENTE

Spesso impariamo senza accorgercene. Si tratta di un apprendimento latente, spontaneo.

Lo mettiamo in atto quando impariamo delle procedure (es. andare in bici, guidare la macchina, preparare la moka del caffè ...).

Si tratta di una conoscenza tacita, pratica, automatizzata, difficile da spiegare a parole.

42

## APPRENDIMENTO LATENTE

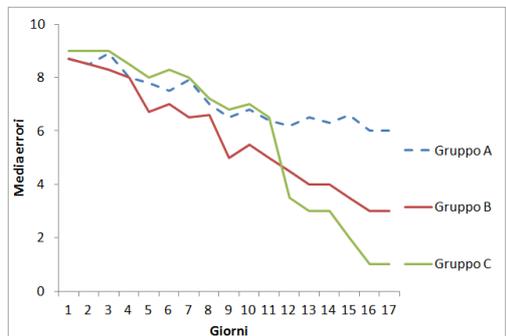
Esperimento di Tolman e Honzik (1930)

3 gruppi di ratti devono percorrere un labirinto per 17 giorni:

- A** non riceve ricompensa
- B** riceve ricompensa ad ogni prestazione
- C** riceve ricompensa a partire dall'11° giorno

43

## APPRENDIMENTO LATENTE



44

## APPRENDIMENTO LATENTE

Questo esperimento suggerisce che i ratti del gruppo C avevano appreso in modo latente la mappa del labirinto, senza bisogno di ricompensa e hanno espresso questo comportamento nel momento in cui sono stati premiati.

Nella parte iniziale avevano imparato di più di quanto facessero vedere.

45

## APPRENDIMENTO LATENTE

Quindi l'apprendimento può aver luogo grazie alla semplice esposizione all'ambiente.

C'è una differenza tra

**Competenza** = ciò che si apprende

**Prestazione** = l'esecuzione di ciò che si è appreso

46

## L'apprendimento per segnali di Tolman



Edward Chase Tolman (1886-1959)

Il topo non ha appreso solo una serie di movimenti, ma con l'esperienza si è creato una **mappa mentale** delle relazioni spaziali del percorso.  
L'animale impara dei segnali che definiscono sequenze spaziali o temporali.  
Si tratta di apprendere un'aspettativa o una conoscenza.  
È un tipo di **apprendimento latente** in cui si creano nuove strutture cognitive non direttamente osservabili.

47