



# Psicologia generale

**Dr. Alessandra Galmonte**

**e-mail: [alessandra.galmonte@univr.it](mailto:alessandra.galmonte@univr.it)**

## 6 La Sensazione

# Sensazione e percezione

Tutti gli esseri viventi pluricellulari raccolgono gli stimoli, ossia particolari manifestazioni delle diverse forme di energia, come radiazioni luminose, onde sonore, etc., che provengono dal mondo esterno tramite tessuti specializzati che, negli organismi più complessi, prendono il nome di **organi di senso**.

In tutti gli animali i sistemi sensoriali si sono evoluti allo scopo di guidarne il comportamento. Per poter sopravvivere e riprodursi un animale deve rispondere agli oggetti e agli eventi presenti nel suo mondo; deve, ad esempio, avvicinarsi alle fonti di cibo e ai partner sessuali, e allontanarsi dai predatori e dagli altri pericoli.

I sistemi sensoriali non si sono evoluti per fornire a un animale una conoscenza completa, oggettiva, delle proprietà fisiche del mondo, ma *per fornirgli lo specifico tipo di informazioni di cui ha bisogno per sopravvivere e riprodursi*. Conoscere i sistemi sensoriali di un animale significa conoscerne il modo di vivere.

# Sensazione e percezione

*If we had the sensory apparatus of some of other of the of earth's organisms, 'reality', would seem quite different — **Irvin Rock***

Come li vediamo  
noi

(a)



Come li vedono  
le api

(b)



# Sensazione e percezione

***La realtà fisica esterna viene colta nella sua interezza solo per le parti di essa che riescono ad essere recepite dagli organi di senso.***

Ogni organo di senso è una specie di finestra che fa passare solo alcuni dei segnali esterni e ne esclude altri. Il tipo di informazione che viene elaborata dipende dall'architettura del organo di senso di un determinato organismo (vedi principio dell'energia nervosa specifica).

Per esempio, nella modalità uditiva, se usiamo un fischietto a ultrasuoni ( $>20.000\text{Hz}$ ), un cane lo sente perfettamente, perché la sua finestra per i suoni è più ampia della nostra, mentre noi non sentiamo nulla. Altrettanto, per una persona sorda, qualunque suono (presente nella realtà) è inattivo come stimolo: soggettivamente non esiste.

# Sensazione e percezione

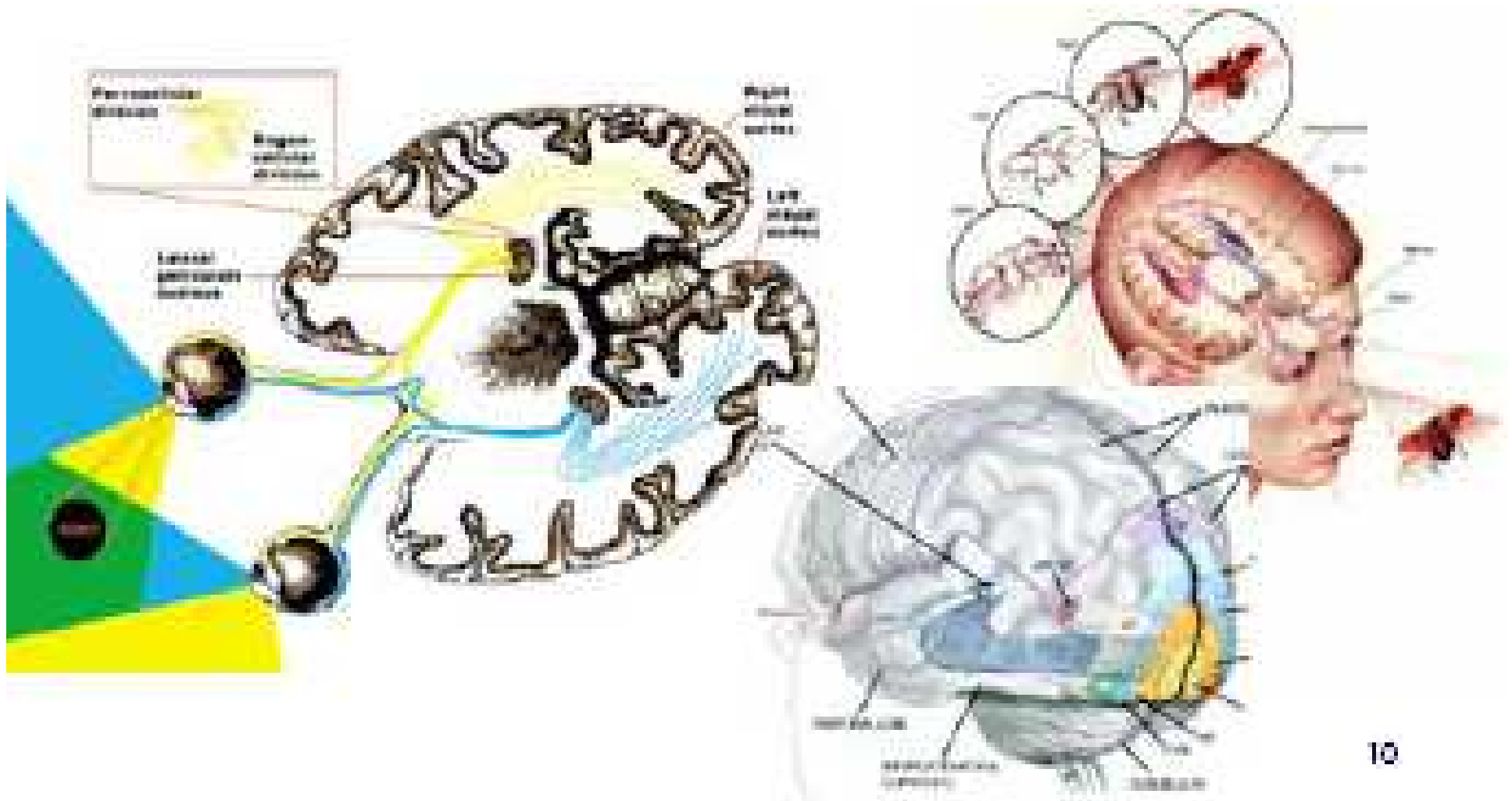
**Sensazione:** detezione di energia fisica proveniente dagli oggetti da parte dei nostri organi di senso e recettori sensoriali, cellule specializzate che traducono gli stimoli in impulsi elettrici che il cervello utilizza. (es. sento qualcosa)

*Processo per cui cambiamenti nello stato del mondo provocano cambiamenti nel cervello.*

**Percezione:** processo che implica il riconoscimento e l'interpretazione degli stimoli registrati da i nostri sensi; interessa primariamente aree della corteccia cerebrale. (es. sento una voce)

*Processo per cui cambiamenti nel cervello danno vita all'esperienza del mondo reale.*

“Vedere” è una cosa complessa...

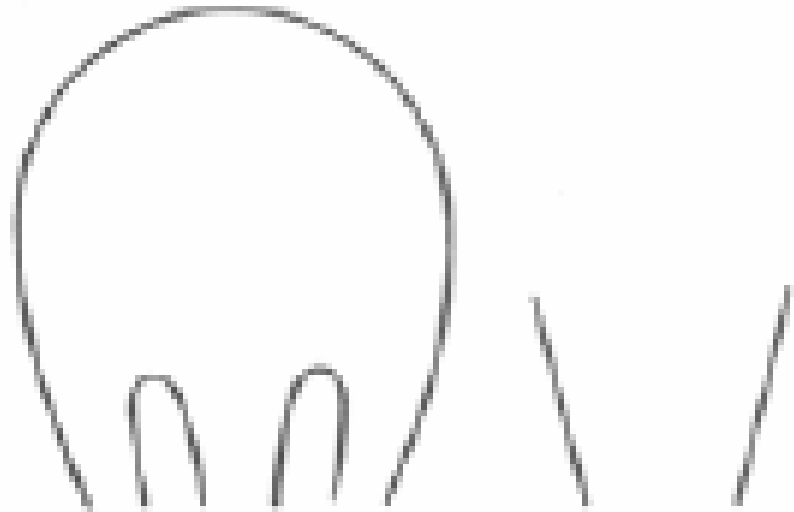


# Sensazione e percezione

La percezione di un oggetto è molto più ricca di qualsiasi immagine formatasi negli occhi.

Questo “valore aggiunto” è dato da processi cerebrali che utilizzano le conoscenze *già acquisite* per vedere il presente e *prevedere* l'immediato futuro.

# Cosa vediamo?



Percepire vuol dire anche dare un significato a ciò che vediamo.

E' questa capacità che ci rende in grado di dare un senso ai disegni, ad esempio ai cartoni animati!

*Come dobbiamo interpretare questa figura? Sono linee prive di significato?*

*Lavandaia con secchio*  
[Gregory, 1998]



# L'adattamento sensoriale

*I nostri sensi sono organizzati in modo da avvisarci dei cambiamenti nell'ambiente e da ignorare al tempo stesso gli stati stabili.*

La modificazione della sensibilità che si verifica quando un sistema sensoriale è sottoposto per un certo periodo di tempo a una stimolazione continua oppure all'assenza di stimolazione, viene definita **adattamento sensoriale**.

In assenza di stimolazione il sistema sensoriale diventa più sensibile (risponderà a stimoli più deboli).

Il recettore cessa di trasmettere un segnale se lo stimolo perdura costante.

Il segnale parte solo all'inizio dello stimolo, perché il recettore ha reagito al salto fra la stimolazione nulla e la stimolazione di intensità  $X$ , ma cessa di reagire<sup>9</sup> in mancanza di cambiamenti.

# Sensazione e percezione

Il funzionamento dell'**attività percettiva** può essere considerato come l'**insieme concatenato dei processi di raccolta, elaborazione, trasformazione e organizzazione delle informazioni disponibili nell'ambiente in cui viviamo.**

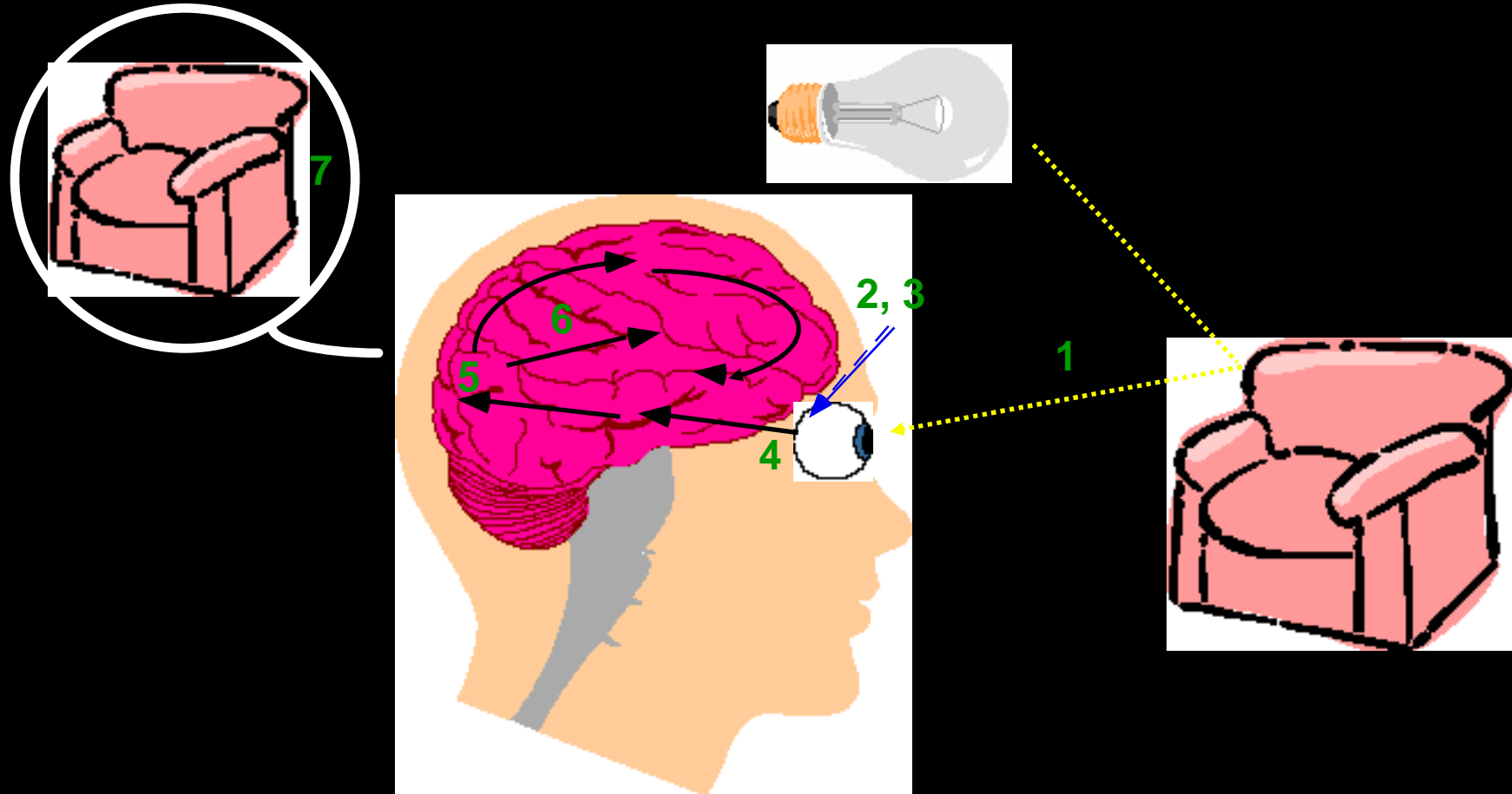
L'interazione con il mondo e con i nostri simili è possibile solo grazie all'attività percettiva.

Perché abbia luogo una percezione devono sussistere contemporaneamente 3 condizioni, in mancanza anche di una sola il processo non può avere luogo.

Le condizioni sono:

1. un pezzo di mondo che emetta e/o rifletta qualche tipo di energia
2. un tipo di energia che sia in grado di modificare gli organi sensoriali di un essere vivente
3. un sistema di elaborazione che sia in grado di decodificare e interpretare le modificazioni che l'energia ha prodotto<sup>10</sup> negli organi periferici di registrazione sensoriale

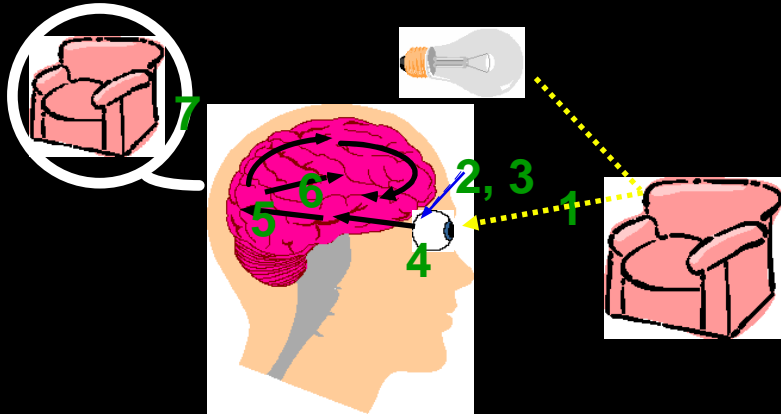
## Stimolo distale, stimolo prossimale e realtà soggettiva: la catena psicofisica



- 1 - La luce che viene riflessa dall'oggetto arriva all'occhio dell'osservatore,
- 2 - forma un'immagine sulla retina
- 3 - e genera impulsi elettrici nei recettori;
- 4 - gli impulsi nervosi viaggiano attraverso le fibre nervose,
- 5 - raggiungono il cervello
- 6 - dove vengono "elaborati"
- 7 - e il percettore vede l'oggetto

## Stimolo distale, stimolo prossimale e realtà soggettiva: la catena psicofisica

La catena psicofisica può essere così schematizzata:



**Stimolo distale (fisico):** energia che colpisce i nostri organi di senso.

**Stimolo prossimale (risposta fisiologica):** attività chimiche ed elettriche innescate dallo stimolo negli organi di senso, poi trasmesse dai nervi al cervello.

**Percetto (esperienza sensoriale):** sensazione soggettiva (sapore, suono, visione, etc.) esperita dal soggetto.

Il percetto ci dice qualcosa dello stimolo fisico, ma qualcosa di diverso dallo stimolo fisico in sé.

Ad esempio, quando siamo raggiunti da energia elettromagnetica di una certa lunghezza d'onda (620nm), facciamo l'esperienza del colore rosso.

Il colore **non** è una proprietà intrinseca dell'energia elettromagnetica, ma è piuttosto l'esperienza sensoriale/percettiva che noi ne facciamo.

# La luce e l'occhio

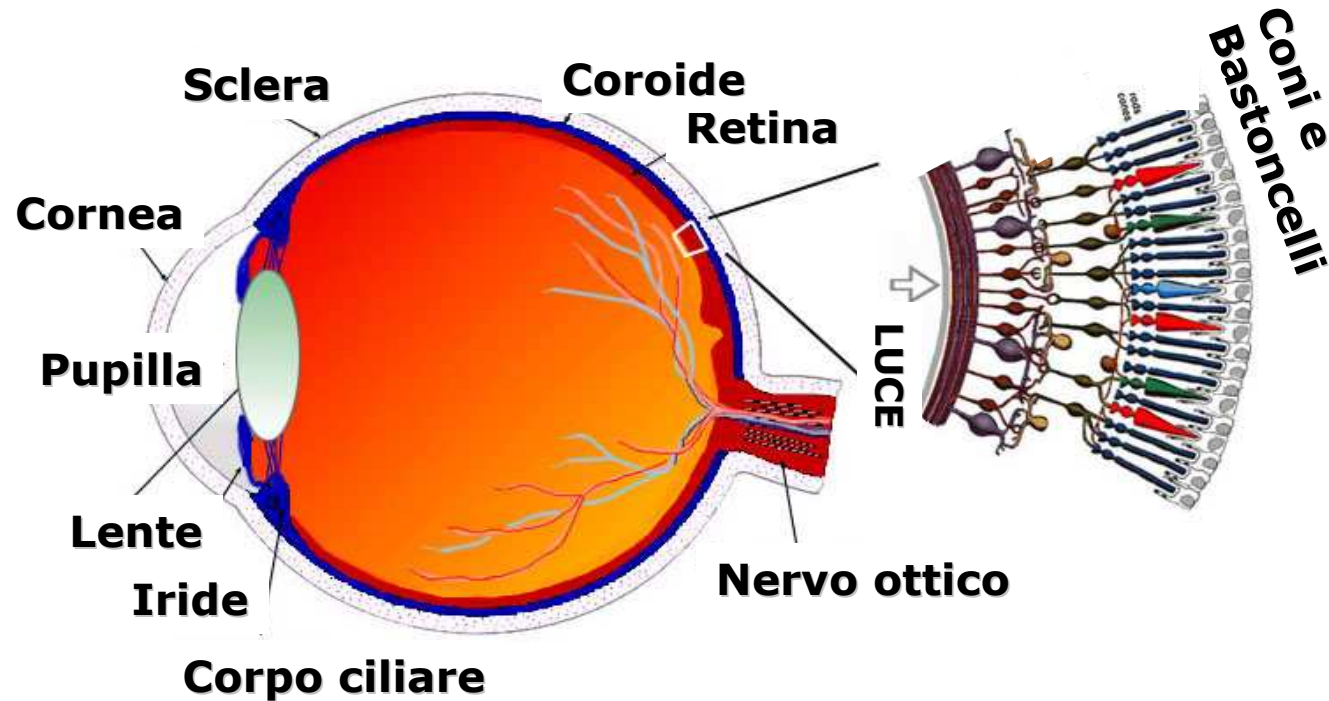
## L'occhio

In ogni istante, attraverso la pupilla, entrano nell'occhio una certa quantità di luce (*fotoni*) provenienti dall'ambiente esterno.

Tale quantità di luce colpisce la retina, dove i recettori hanno in compito di **trasdurre** l'energia luminosa in attività neuronale.

Prima ancora che l'informazione visiva venga inviata a verso la corteccia visiva, avviene nella retina un'analisi iniziale dell'informazione visiva.

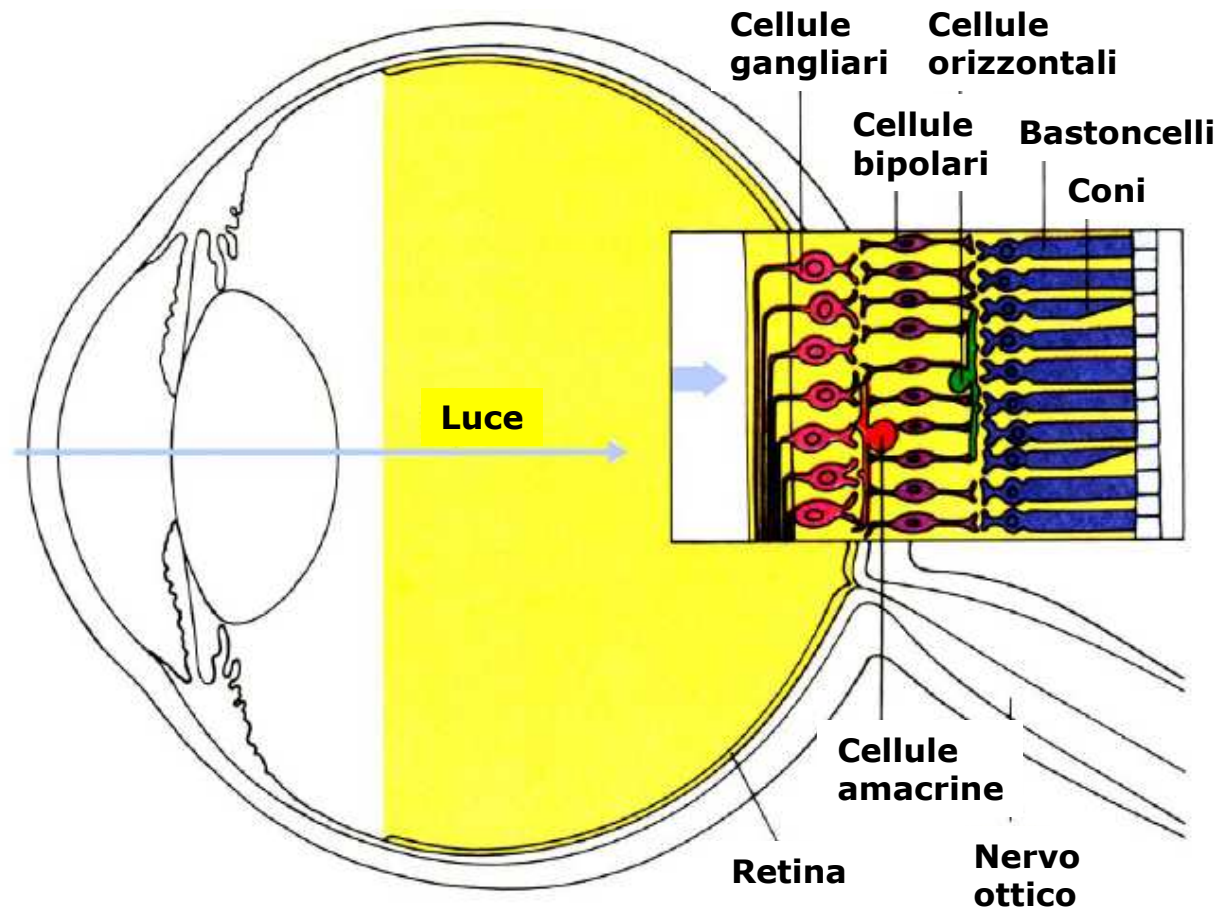
## Uno sguardo all'anatomia dell'occhio...



La luce entra nell'occhio passando prima dalla cornea, poi dall'umor acqueo e dall'umor vitreo.

Raggiunge la retina, la attraversa per tutto il suo spessore ed arriva infine allo strato dei fotorecettori, costituiti da due tipi di cellule, i **coni** e i **bastoncelli**.

# Un piccolo paradosso...

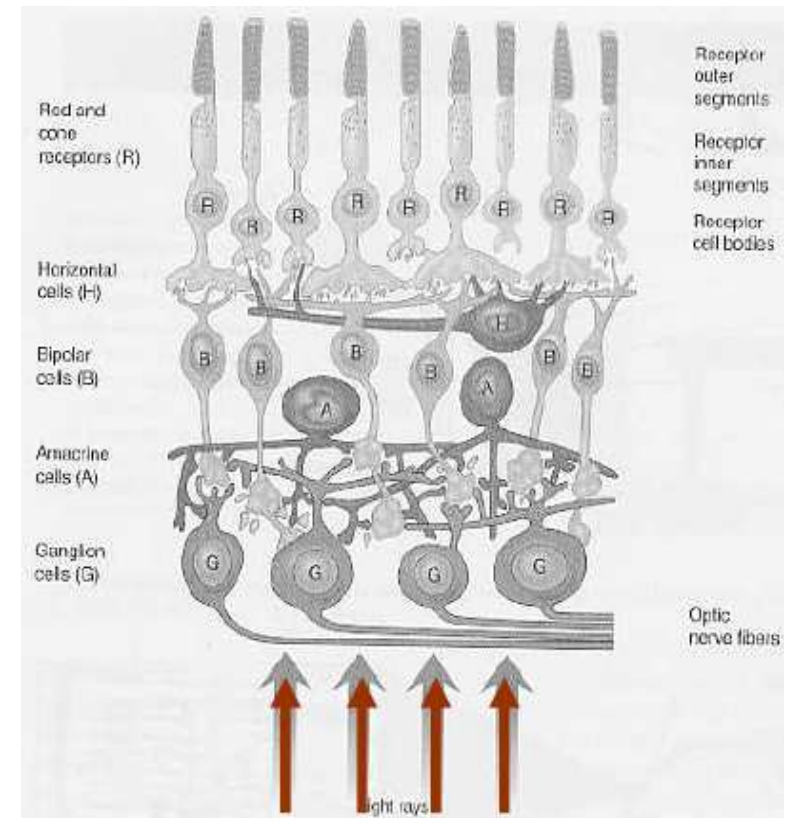
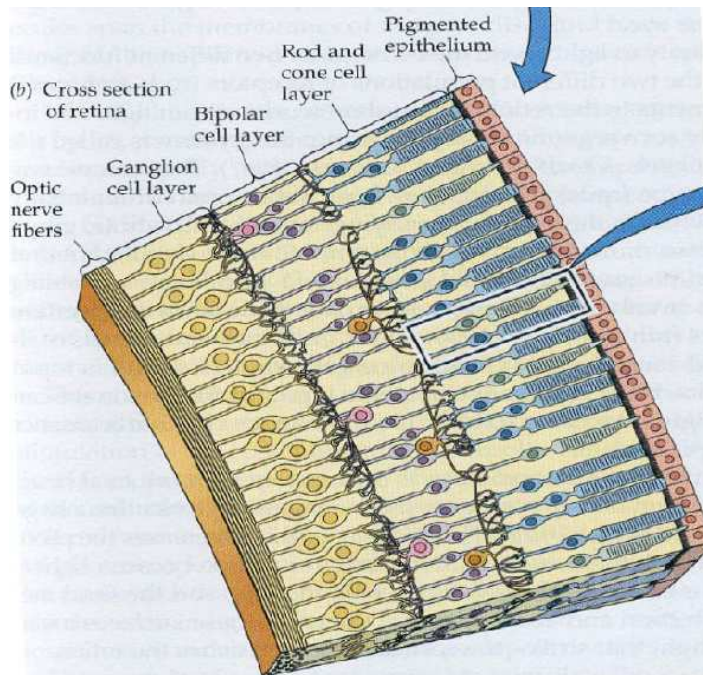


**Trasduzione:** la trasformazione di una forma di energia in un'altra.

La prima parte della visione è chiamata **fototrasduzione** ed attraverso essa i **fotorecettori** trasducono il segnale luminoso in segnale chimico e quindi in segnale elettrico.

# Un piccolo paradosso...

Quello che è curioso notare è la direzione in cui la luce attraversa l'occhio. In effetti i fotorecettori sono le ultime cellule a venire colpite dalla luce, perché costituiscono uno strato molto esterno rispetto a quello delle altre cellule degli strati.



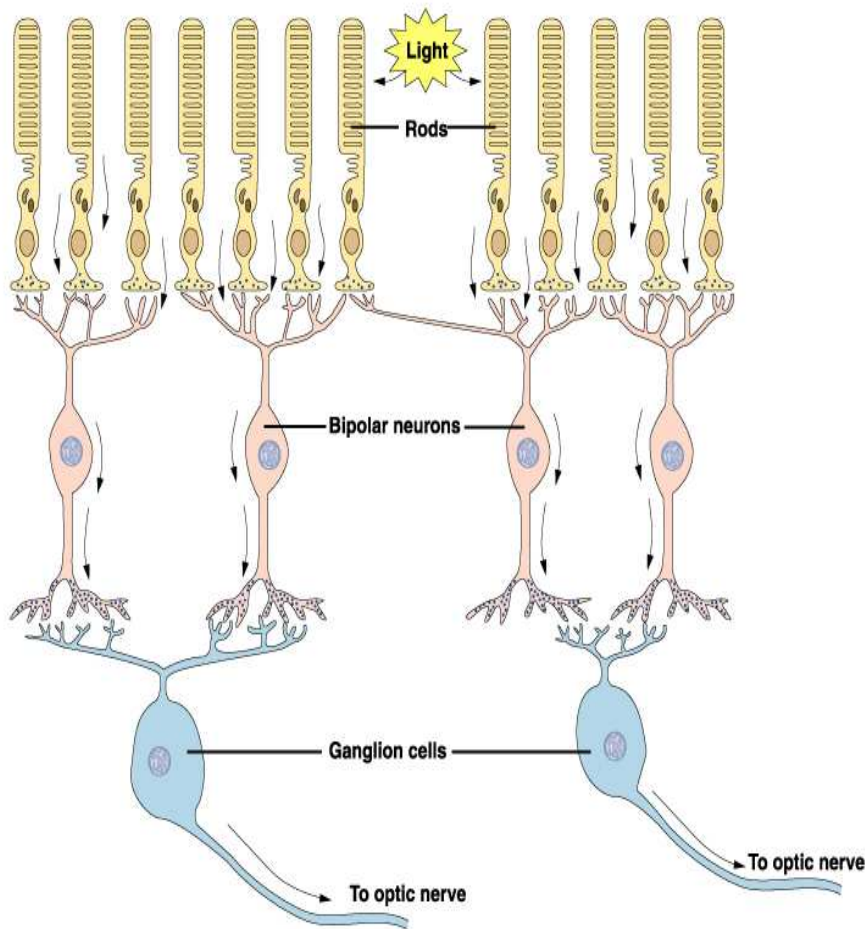


# La luce e l'occhio

La luce attraversa tutti gli strati fino a raggiungere i fotorecettori.

L'attività neuronale risultante dalla **trasduzione** della luce viene poi trasmessa attraverso tutti gli strati alle cellule gangliari.

Gli assoni delle cellule gangliari convergono nel **nervo ottico** e trasmettono l'informazione al livello del **talamo** (**corpo genicolato laterale**).



Quando la luce contatta i fotorecettori, si produce una complessa serie di reazioni chimiche. Vengono rilasciate molecole di neurotrasmettitori che stimolano le cellule bipolari e le cellule gangliari.

Questi neuroni integrano i segnali che provengono da molti fotorecettori ed inviano attraverso il nervo ottico il segnale alla corteccia visiva del cervello.

# La luce e l'occhio

## I recettori

Nella retina dei primati ci sono **120** milioni di **bastoncelli** e **6** milioni di **coni**.

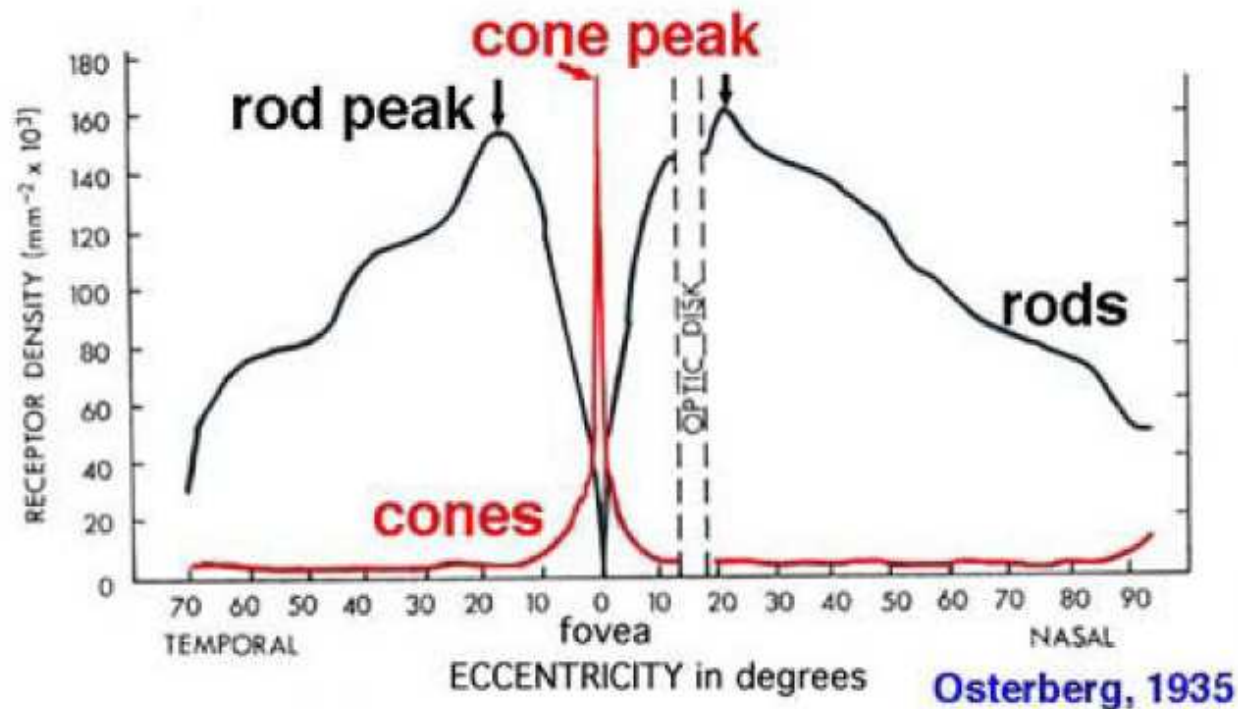
Per quanto in minoranza, sono i coni che danno il maggior contributo alla visione dei dettagli.

Approssimativamente di fronte alla pupilla si trova la **fovea**, una fossetta di 2-3 mm di diametro dove *sono presenti solo coni* ed è la zona della retina dove **l'acuità visiva** è più alta.

La fovea è il luogo dove viene proiettato il *punto di fissazione* del campo visivo.

# Distribuzione di coni e bastoncelli nella retina

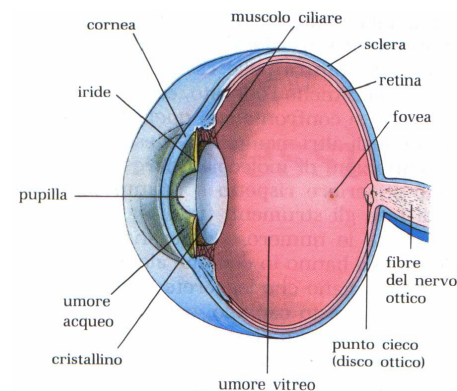
La concentrazione dei due tipi di fotorecettori varia in funzione dell'eccentricità retinica, cioè della distanza dalla fovea.



*Nota.* Non ci sono fotorecettori dove il nervo ottico lascia l'occhio (disco ottico - punto cieco). Il punto cieco è più nasale (verso il naso) rispetto alla fovea.<sup>20</sup>

## Il punto cieco

Gli occhi contengono un'area che non ha fotorecettori perché è occupata dal nervo ottico, quindi non può rispondere alla luce, ma è difficile accorgersene perché queste aree sono situate in punti opposti del campo visivo.



Questo test dimostra l'esistenza del punto cieco. Coprite l'occhio sinistro e, tenendo un foglio con questo disegno alla distanza di circa 30 cm dagli occhi, fissate la croce e contemporaneamente avvicinate lentamente il foglio al viso finché l'immagine del punto scomparirà. Ripetete la prova con l'occhio destro coperto: fissando il punto nero scomparirà la croce.

## Il punto cieco

Come nella stabilizzazione delle immagini, il cervello cerca di riempire lo spazio vuoto con lo sfondo più probabile, prendendolo in prestito dai contorni dell'area che non può essere osservabile.

Osservate l'immagine seguente per rendervi conto di questo fenomeno: In questo caso la "x" viene sostituita dalla barra nera.



# La luce e l'occhio

Più ci si allontana dalla fovea, più il numero dei bastoncelli aumenta, mentre quello dei coni diminuisce.

I **bastoncelli** sono recettori attivi in condizioni di vista *crepuscolari*, ovvero in condizioni di bassa illuminazione, i **coni** sono invece adatti ad *un'illuminazione diurna*.

I coni sono anche i responsabili della **visione dei colori**: tre distinte classi di coni possiedono ciascuna un pigmento visivo particolarmente sensibile alla luce di una determinata lunghezza d'onda.

# Fisiologia della retina

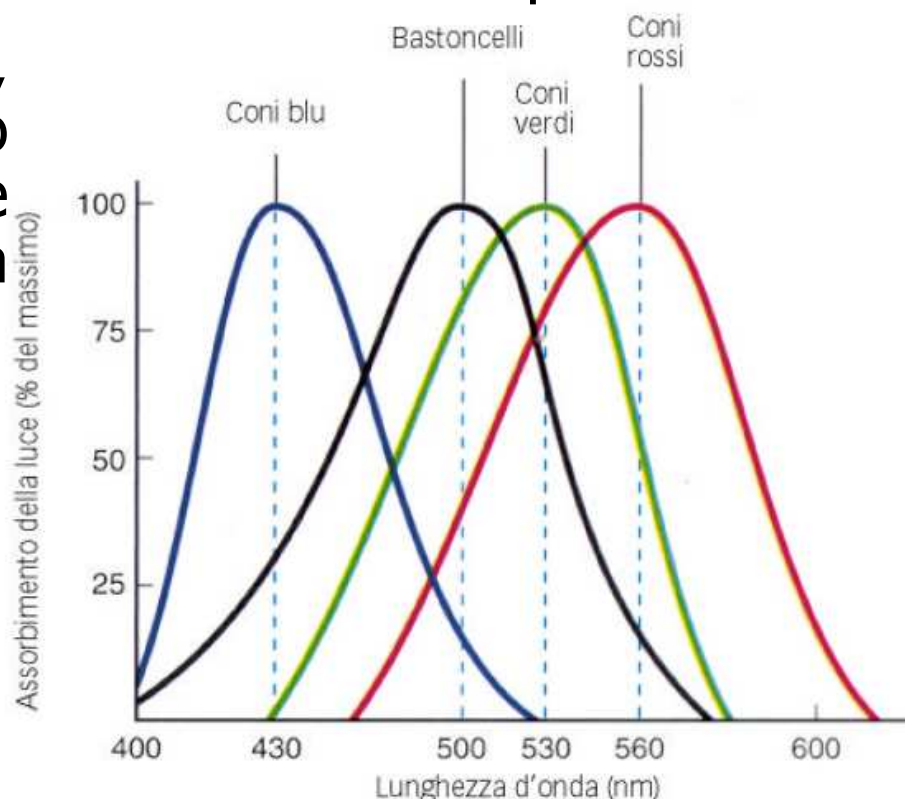
I fotorecettori mostrano diverse capacità di assorbimento dei fotoni, capacità che varia a seconda della **lunghezza d'onda** della luce.

Lo spettro di assorbimento spettrale dei bastoncelli ha il picco a *500 nm* (coincide con la luce bassa in visione periferica).

I tre tipi di coni (coni **S**, **M**, **L**) hanno diverse varietà di opsina con diverse proprietà di assorbimento spettrale.

I picchi di assorbimento (*420*, *530*, *560 nm*) corrispondono rispettivamente al **blu**, **verde** e **rosso**. La loro diversa attività permette la visione del colore.

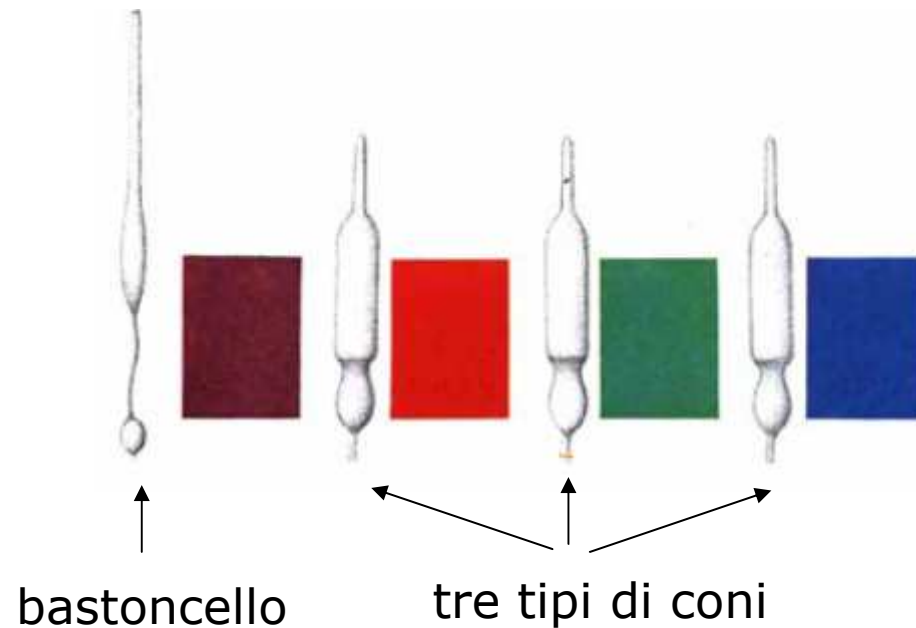
- i bastoncelli contengono RODOPSINA
- i coni contengono tre fotopigmenti, OPSINE DEI CONI, ciascuno con uno spettro di assorbimento diverso.

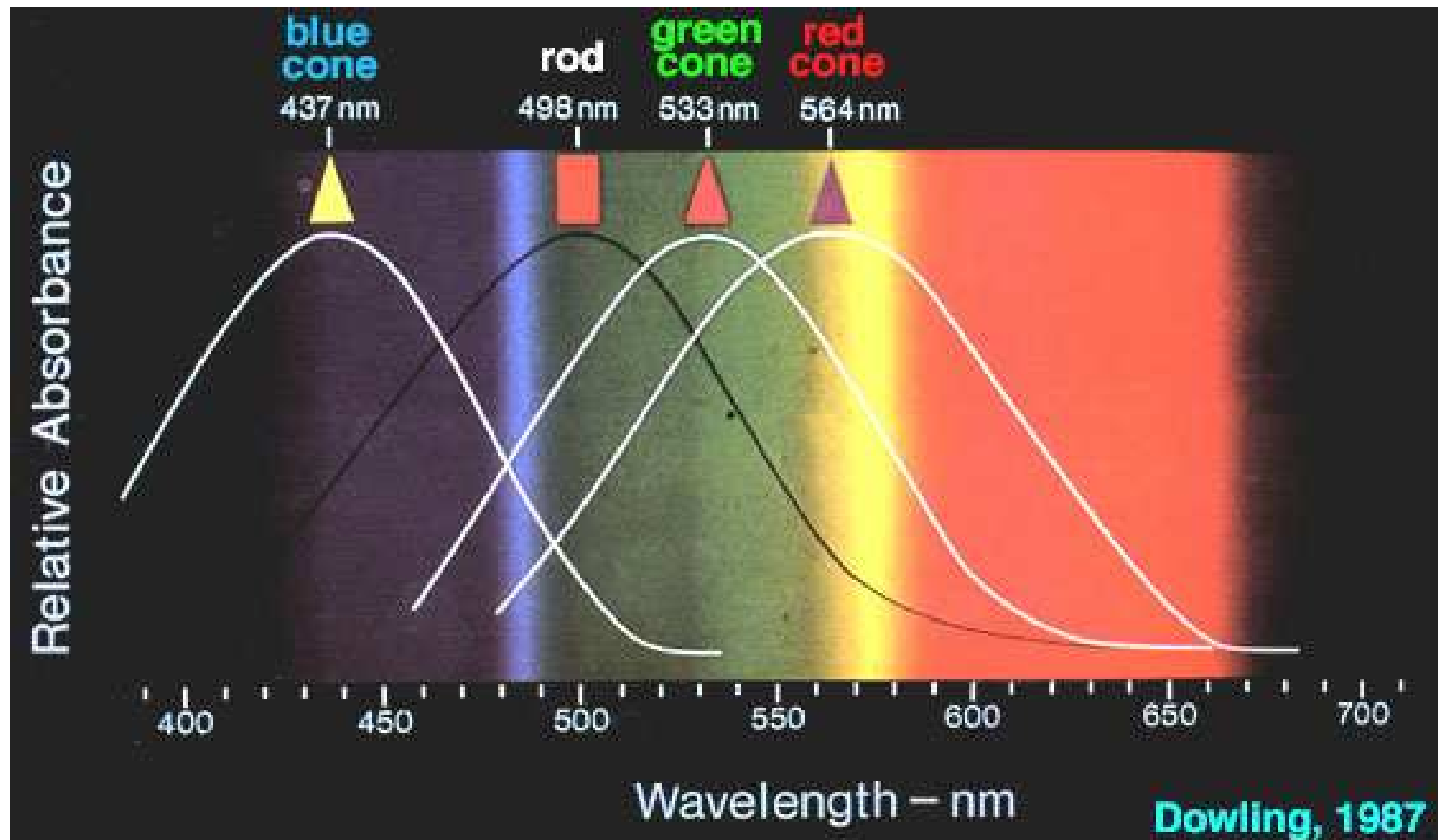




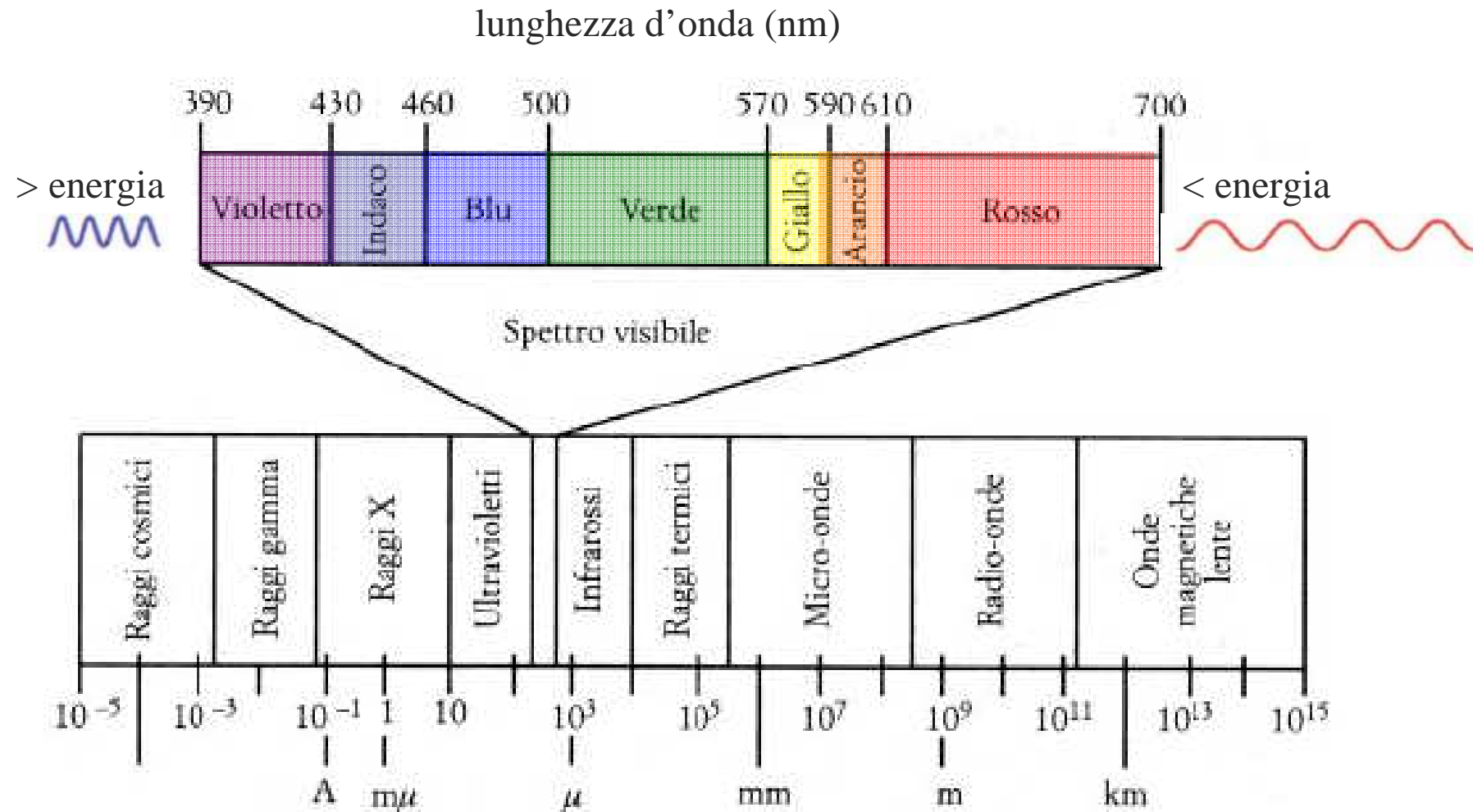
# Ipotesi del tristimolo

Qualsiasi colore reale può ottenersi come somma pesata delle risposte dei tre pigmenti allo stimolo di colore.

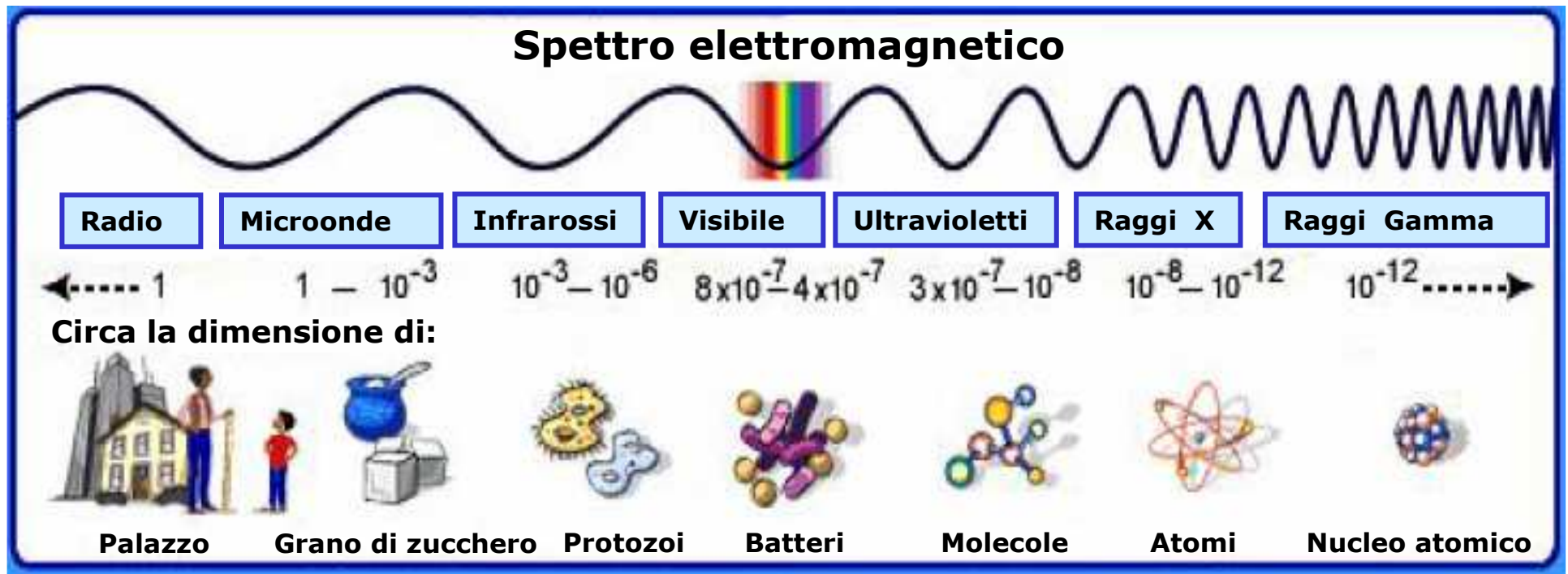




# Lo spettro della luce visibile (un fatto non indifferente)...



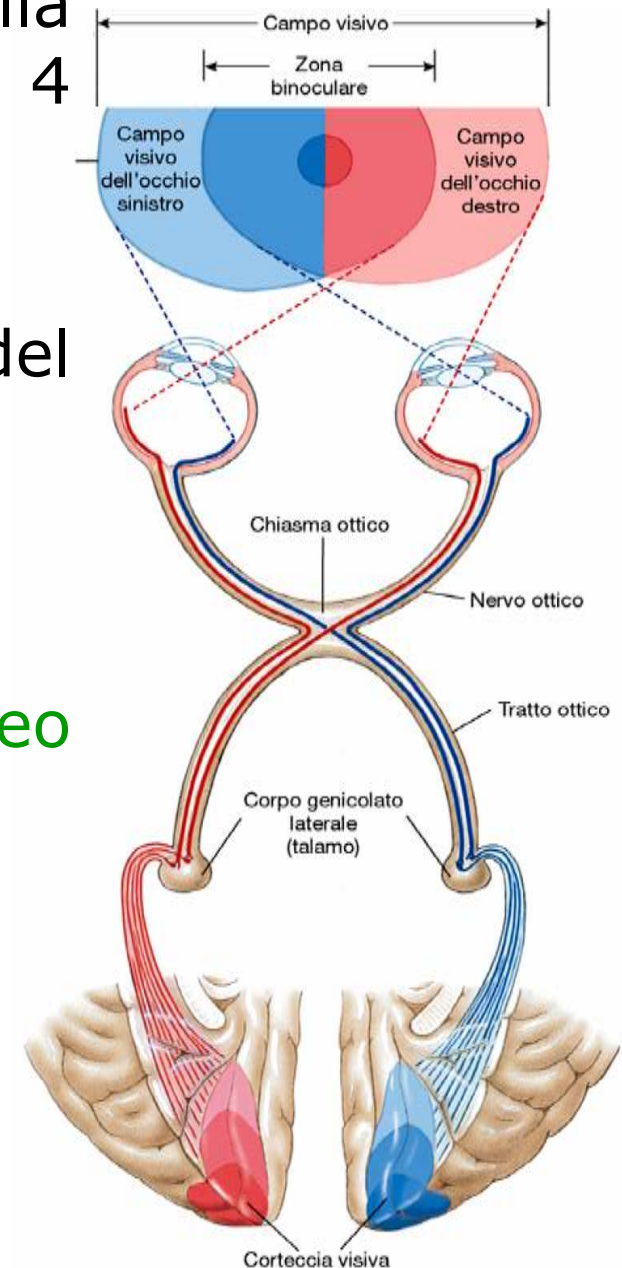
Rileviamo solamente la radiazione elettromagnetica "visibile"



# Le principali vie nervose

Le informazioni provenienti dalla retina vengono proiettate in 4 differenti zone sottocorticali:

1. Il **corpo genicolato laterale** (LGN) del talamo
2. La **regione pretettale** mesencefalica
3. I **collicoli superiori** nel mesencefalo
4. La regione del **nucleo soprachiasmatico** dell'ipotalamo

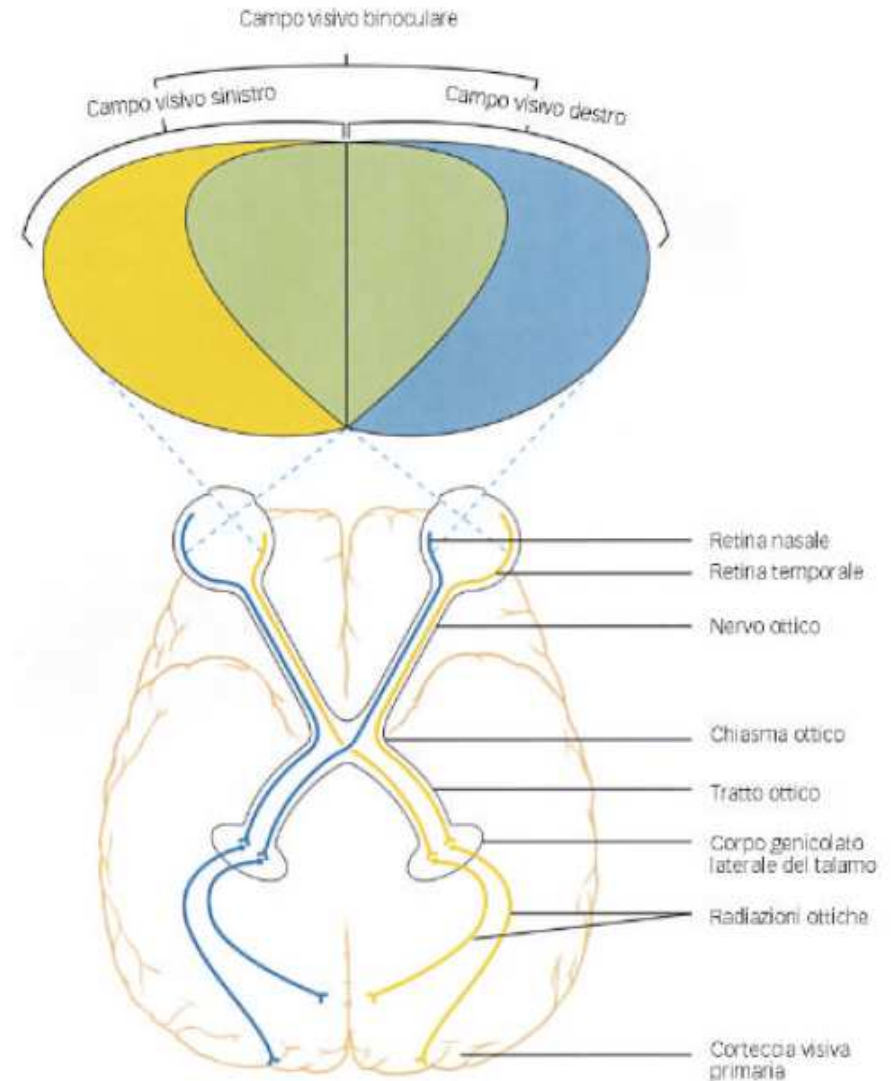


# Le principali vie nervose

Gli impulsi lasciano la retina attraverso i nervi ottici.

Il 60% degli assoni delle cellule gangliari si incrociano nel **chiasma ottico**, il 40% procede *ipsilateralmente*.

A livello del chiasma ottico tutte le fibre provenienti dalla retina nasale di ciascun occhio si incrociano e passano nel lato opposto dove si uniscono con le fibre temporali della retina di quel lato. Si formano così i tratti ottici.



# La corteccia

Alla corteccia occipitale arriva la maggioranza delle informazioni visive, per mezzo della radiazione ottica.

La corteccia che per prima elabora le informazioni provenienti dal talamo si chiama **aria visiva primaria** (V1).

Vicino all'aria visiva primaria si trovano le **aree associative unimodali**, secondarie e terziarie. Sono dette unimodali perché ricevono ed "associano" **solo** informazioni di tipo visivo.

Infine l'elaborazione si completa in zone dove convergono informazioni provenienti da diverse modalità sensoriali, dette **aree associative multimodali** o polimodali.

# Corteccia visiva

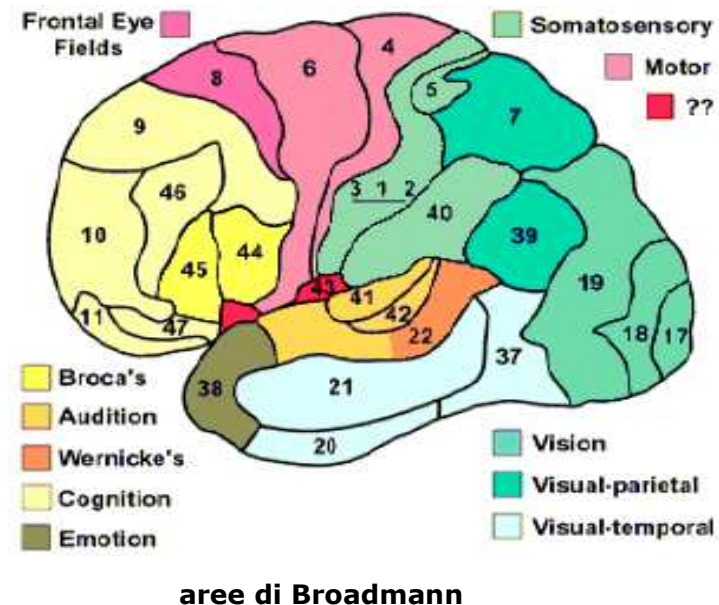
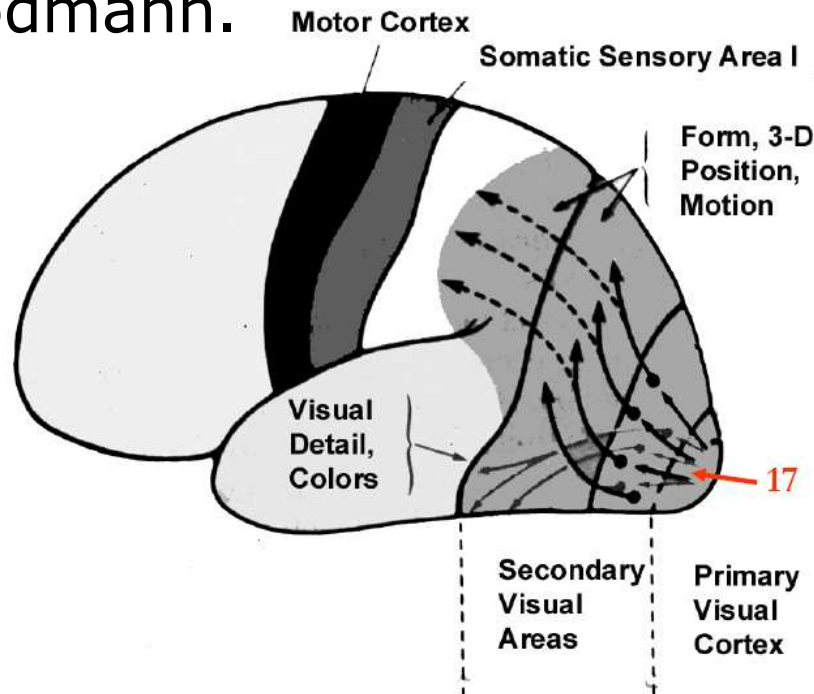
Per la corteccia visiva si conosce un'area primaria e una corteccia visiva secondaria.

La corteccia visiva primaria si estende al polo occipitale e qui terminano i segnali visivi provenienti dagli occhi.

Punti specifici della retina sono connessi con punti specifici della corteccia.

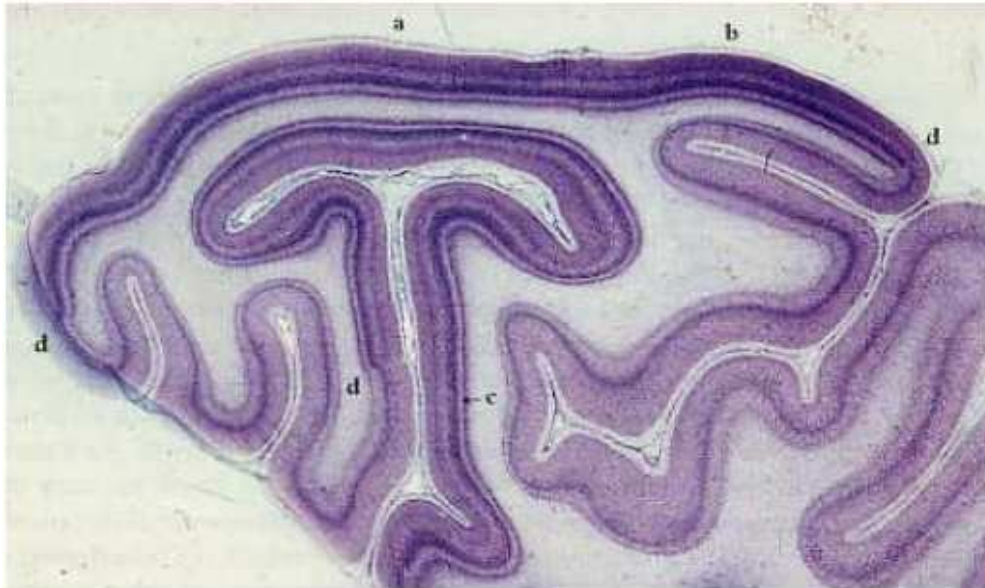
In particolare la rappresentazione della fovea è estesissima rispetto a quella di zone più periferiche della retina (*retinotopia*).

La corteccia primaria (V1) corrisponde all'area 17 di Brodmann.

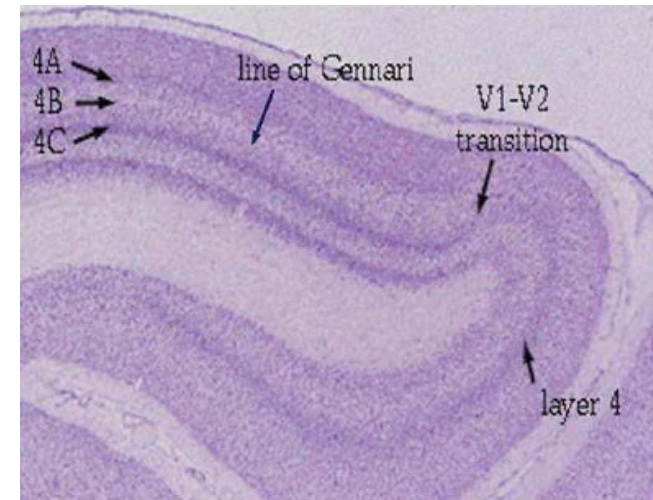




# V1 è anche detta corteccia striata



Sezione del lobo occipitale colorata per mostrare soltanto i corpi cellulari



Sezione della corteccia striata che mostra i sei strati. Gli strati 2 e 3 sono indistinguibili.

In basso, sotto lo strato 6 c'è sostanza bianca.

# Corteccia visiva

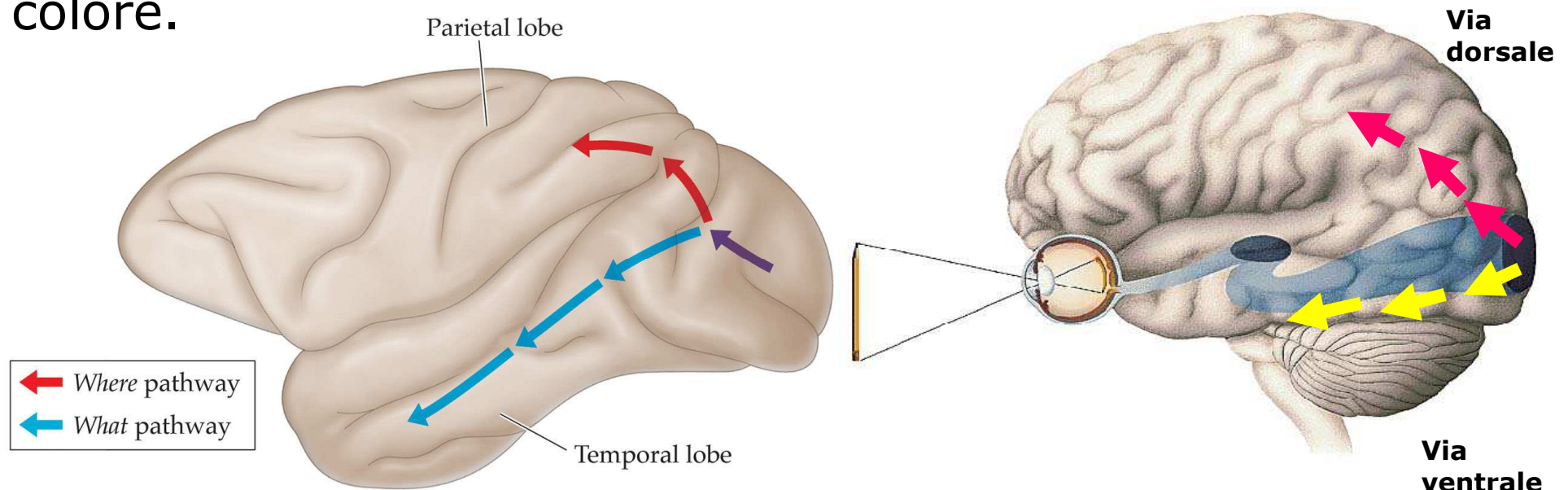
Le aree visive di associazione sono localizzate anteriormente, superiormente e inferiormente a V1.

Si tratta di aree di associazione indicate come V2, V3, V4, etc., in cui sono progressivamente selezionati ed analizzati i vari aspetti dell'immagine visiva.

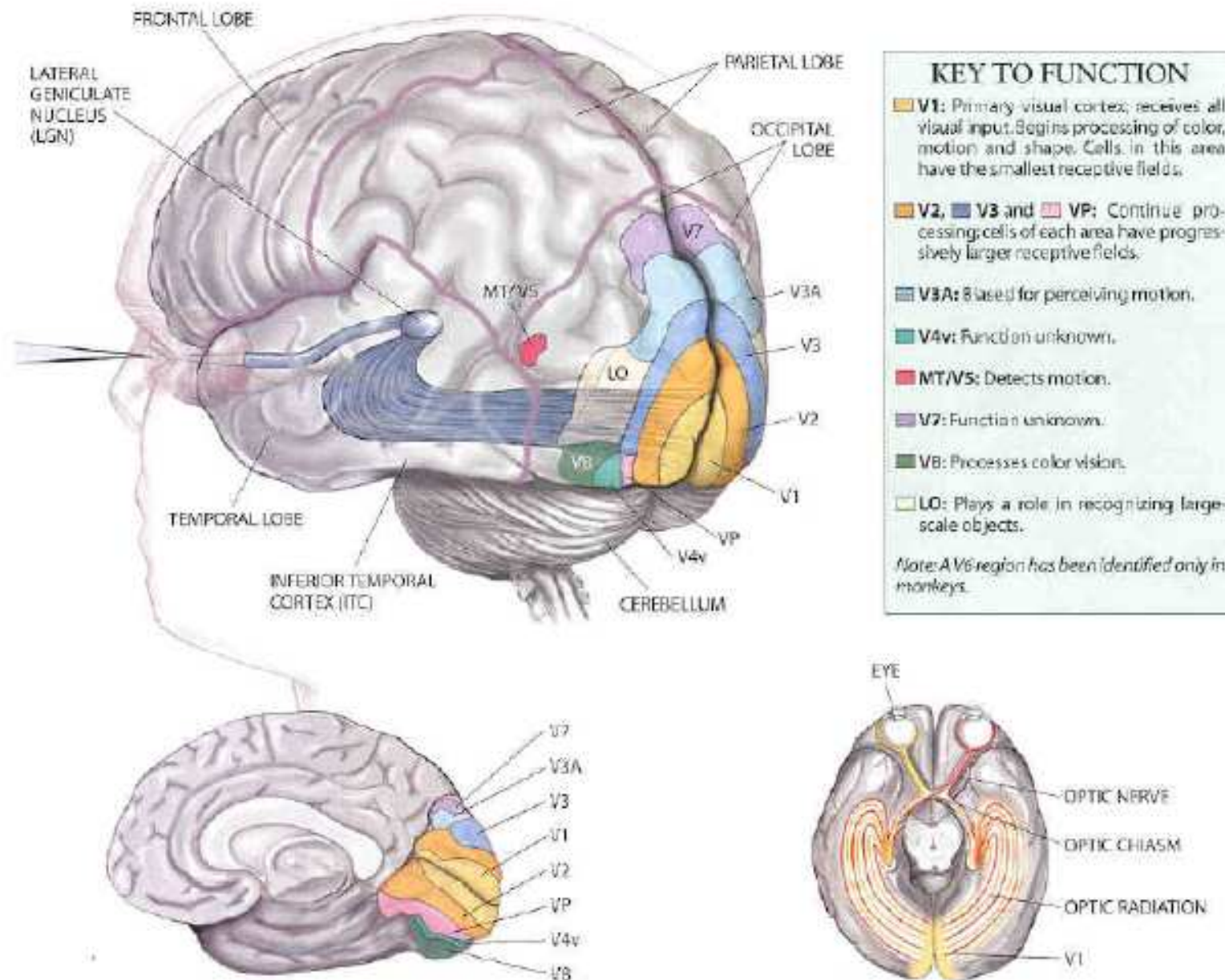
L'informazione visiva passa da V1 alla corteccia secondaria seguendo due canali principali.

Una via serve per l'analisi della posizione tridimensionale, della forma grossolana e del movimento di oggetti.

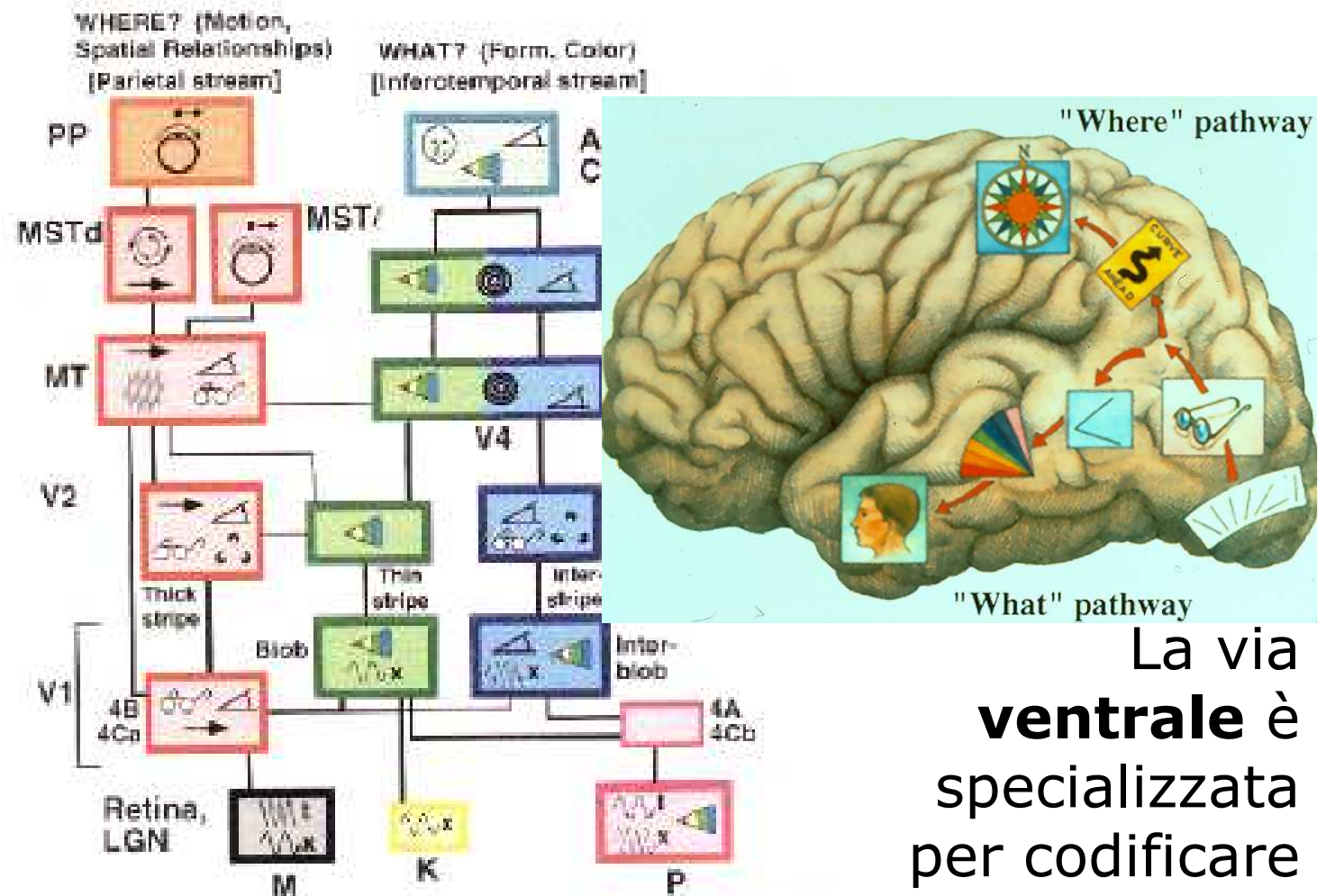
Una seconda via permette l'analisi dei dettagli visivi e del colore.



# Are visive corticali



# Vie parallele nella corteccia visiva



La via **dorsale** è specializzata per codificare la *posizione* e il *movimento* degli oggetti (il "dove")

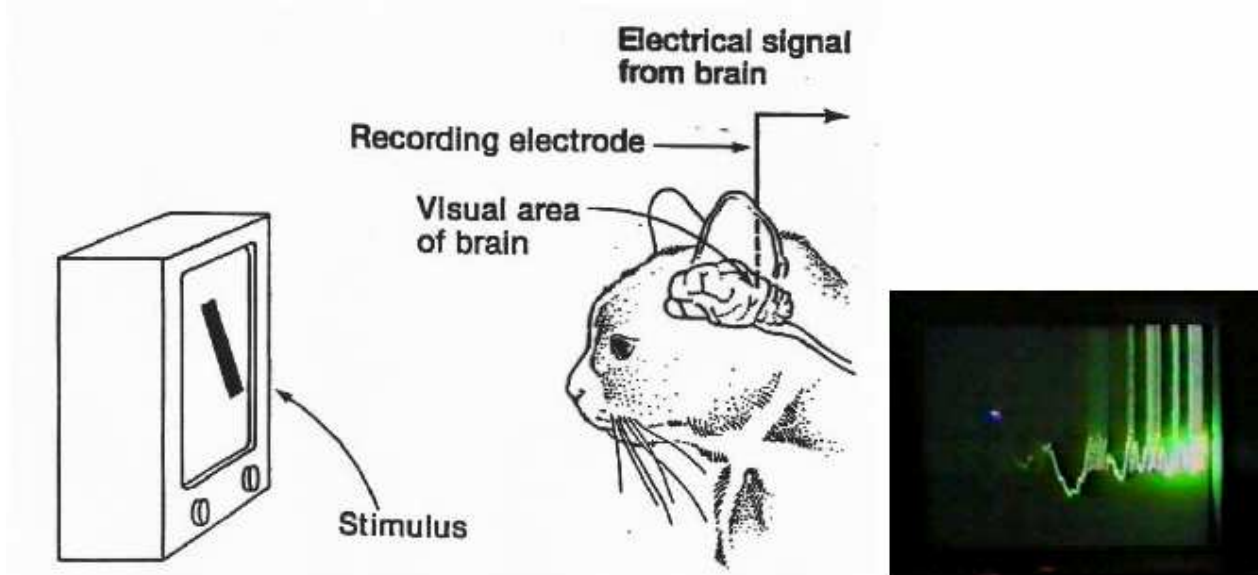
La via **ventrale** è specializzata per codificare l'*identità* degli *oggetti visivi* (il "cosa")

# Come studiamo i processi percettivi?

- Fisiologia

- **Elettrofisiologia della singola cellula: a cosa rispondono i neuroni?**

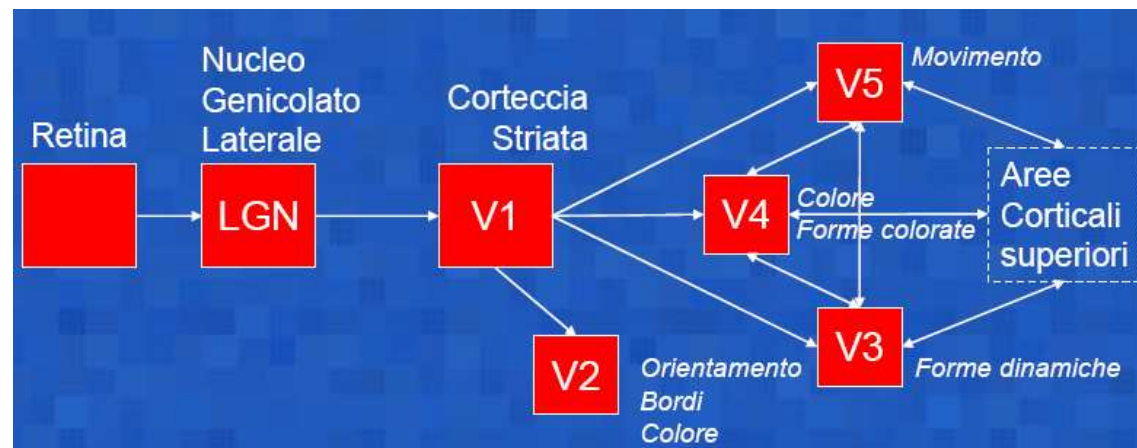
Ad esempio: risposte dei neuroni in V1



L'architettura generale del sistema nervoso è basata su vie nervose che partono da recettori periferici specializzati e che raggiungono, con una o più stazioni o nodi intermedi, delle aree specializzate della corteccia.

Il segnale, tuttavia, non arriva solo in quelle aree corticali ma, grazie alle connessioni intermedie poste lungo il suo percorso, percorre anche alcune altre strade. Attraverso questi percorsi paralleli e associati il segnale sensoriale può essere memorizzato, confrontato con altre esperienze memorizzate in precedenza, organizzato in relazione ad altri segnali sensoriali per costruire una percezione, può acquisire una connotazione affettiva, etc.

La stessa corteccia cerebrale, dato che è composta da strati di cellule collegati fra loro sia verticalmente sia orizzontalmente, si comporta come una rete attraverso la quale i segnali possono essere diffusi nelle più diverse regioni e associati fra loro.



# Elementi di psicofisica della visione

**Psicofisica:** ha l'obiettivo di descrivere *quantitativamente* la relazione tra il corpo, inteso in senso fisico, e le esperienze mentali, o psicologiche.

*"la psicofisica va intesa come una teoria esatta delle relazioni di dipendenza funzionale tra corpo e anima o, più in generale, tra materiale e mentale, tra mondo fisico e mondo psicologico"*

[Fechner G. T. (1860). *Elementen der Psychophysik.*]

- la sensazione si accresce con il logaritmo dell'intensità dello stimolo  **$E = k \log S$**



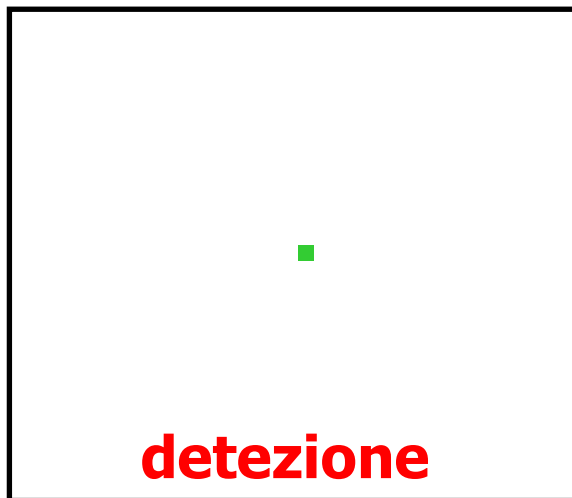
# La psicofisica

1. Investiga capacità, potenzialità e caratteristiche degli organi di senso dell'essere umano.
2. Offre metodi accurati per la sperimentazione in psicologia.



# Esempi di indagine

Lo vedi?



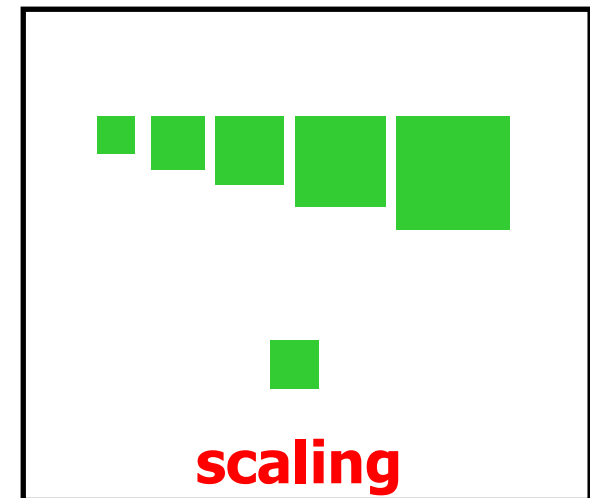
soglia assoluta

Qual è il più grande?



soglia differenziale

Qual è quello grande il doppio?



funzione psicofisica

# Detezione e discriminazione vs. scaling

Per **detezione** e **discriminazione** si usano i metodi della *psicofisica classica* (o **indiretta**).

- le soglie sensoriali vengono espresse in unità di misura fisiche

Per lo **scaling** si usano i metodi della *psicofisica diretta*

- le funzioni psicofisiche sono ricavate a partire da valutazioni numeriche espresse dal soggetto

# Detezione e discriminazione

Detezione e discriminazione hanno a che fare con le ***soglie sensoriali***.

Le soglie possono essere di due tipi:

- **assolute**: quel valore fisico per cui lo stimolo è percepibile nel 50% dei casi
- **differenziali**: quella differenza fisica tra due stimoli tale per cui essi sono discriminati nel 75% dei casi

# La soglia assoluta

Vi presento un tono puro di 1kHz di breve durata (1/2 sec) e bassa intensità.

Vi chiedo se lo udite:

-Ad ogni vostra risposta "sì, lo odo" diminuisco l'intensità del suono di un certo valore

-Ad un certo punto invece che rispondere "sì" risponderete "no, non lo odo"

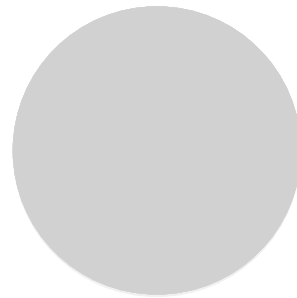
Abbiamo trovato la **soglia assoluta**.

# La soglia assoluta

La *soglia assoluta* è il valore della variabile fisica superato il quale il soggetto riporta una sensazione.



**soglia assoluta**



# La soglia assoluta

**Soglia assoluta:** *quel minimo (o massimo) valore fisico di stimolazione capace di elicitarne una sensazione.*

Esempi:

- l'intensità minima di un suono (in dB) perché venga percepito
- massima frequenza (in Hz) sonora percepibile
- la più piccola superficie (in cm<sup>2</sup>) visibile a X metri di distanza
- ...

*In altre parole si può dire che la soglia assoluta marca l'inizio e la fine della nostra sensazione per un dato stimolo fisico.*

# La soglia assoluta ipotetica

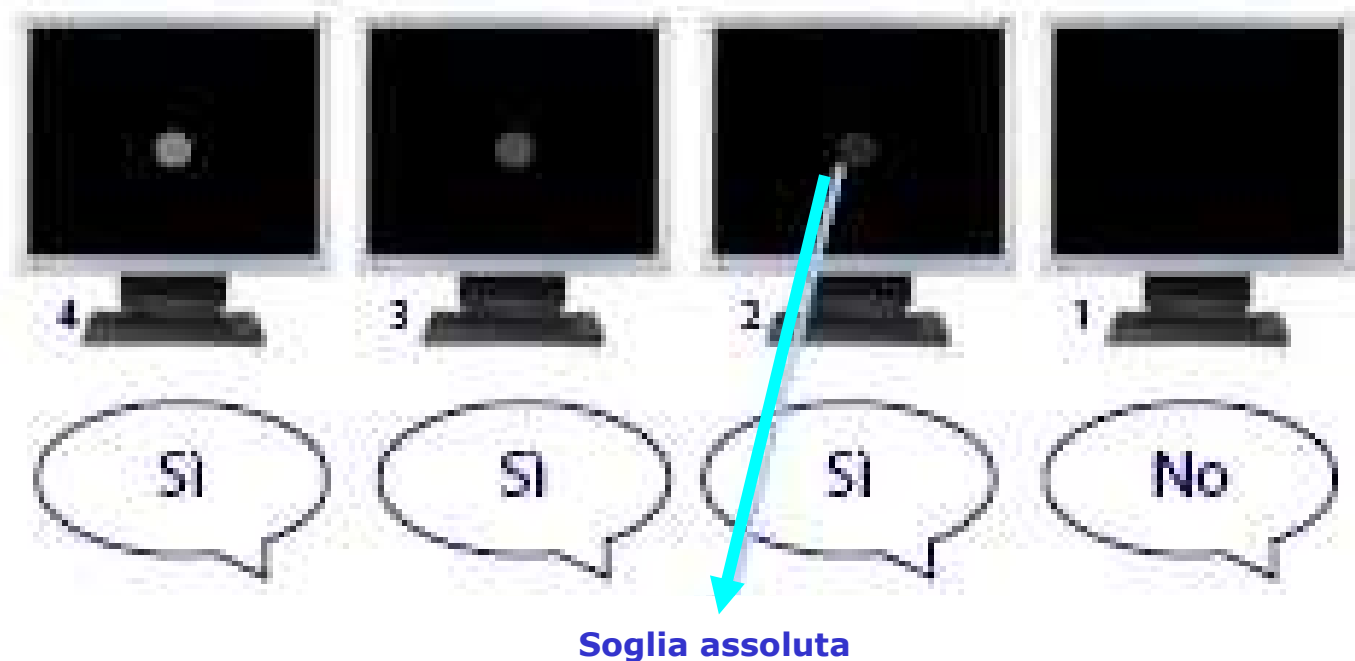
La più piccola quantità *ipotetica* di energia stimolante (es. luce) a cui un sistema sensoriale (es. visivo) è in grado di reagire.

Se il sistema visivo funzionasse secondo un principio di tutto-o-nulla, qualsiasi stimolo di intensità superiore alla soglia sarebbe sistematicamente percepito, qualsiasi stimolo al di sotto sarebbe invisibile.



# La soglia assoluta reale

Il valore di soglia è *variabile* e quella misurata in questi modi è solo una *soglia momentanea*!



Per convenzione, quindi, il valore della *soglia assoluta* è l'intensità dello stimolo che viene percepito il 50% delle volte in cui viene presentato.

Trovare la soglia percettiva diventa un problema di tipo statistico.

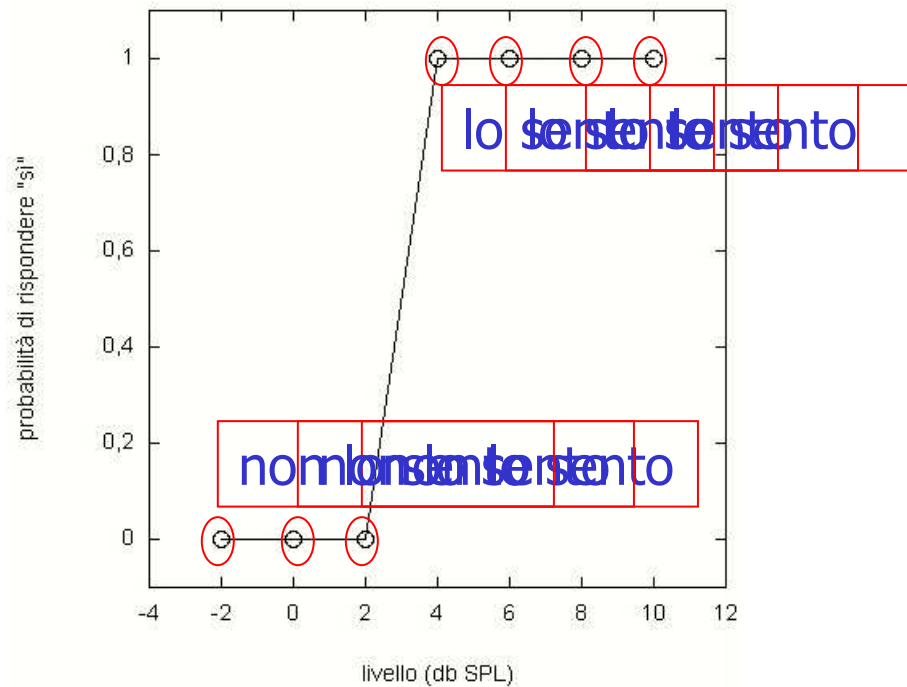
# Alcuni fattori che influenzano la soglia visiva

Il valore di soglia è infatti influenzabile da molti fattori, che dipendono sia dalle condizioni di stimolazione, che dal soggetto sperimentale.

- Fattori "situazionali"
  - Situazione ambientale (fenomeni di *adattamento*)
  - Proprietà dello *sfondo*
- Fattori soggettivi
  - *Motivazione* del soggetto
  - *Attenzione* prestata al compito sperimentale

# La soglia assoluta

Se rappresentiamo l'esempio iniziale graficamente cosa vediamo?



# La soglia differenziale o just noticeable difference (JND)

La **soglia assoluta** delimita i confini della nostra percezione:

- i valori fisici massimi e minimi entro cui abbiamo delle sensazioni.

Ma quante sensazioni differenti proviamo entro questa gamma?

Ce lo dice la **soglia differenziale**.

# La soglia differenziale (JND)

Vi presento due toni puri di 1kHz (A e B) di breve durata (1/2 sec) e diversa intensità ( $A < B$ )

Vi chiedo quale è più intenso:

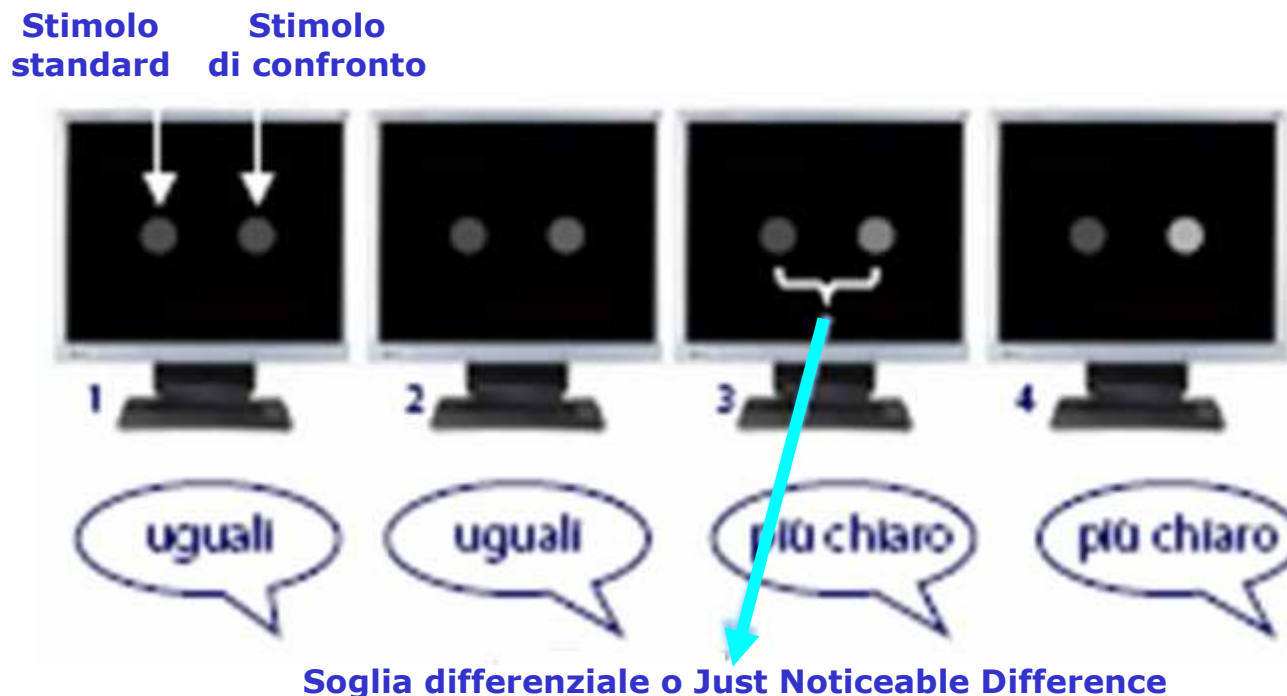
- se rispondete “B” ne diminuisco l’intensità di un certo valore
- quando rispondete “A” abbiamo trovato la **soglia differenziale**

# La soglia differenziale (JND)

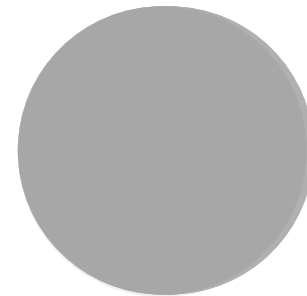
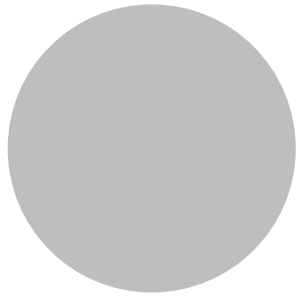
Si riferisce alla minima differenza percepibile fra singoli stimoli.

Per misurare una soglia usiamo due stimoli:

- *standard* (rimane costante durante le prove)
- *variabile* o *di confronto* (cambia)



## **soglia differenziale**



# Metodi classici

In generale, i *metodi classici* vengono usati per misurare soglie:

- metodo dei limiti
- metodo degli stimoli costanti
- metodo dell'aggiustamento

Questi metodi servono per investigare sia i limiti (le *soglie assolute*) del continuum fisico, sia i gradini (le *soglie differenziali*) in cui tale continuum si suddivide.



# Metodi classici

## Esempio

*Soglia assoluta* (**AT**-Absolute threshold)

- trovare la minima intensità sonora percepibile

*Soglia differenziale* (**JND**-Just Noticeable Difference)

- trovare di quanti dB devono essere differenti due suoni perché li si percepisca come aventi intensità diverse

# Metodo dei limiti (AT)

Il soggetto è sottoposto a serie multiple di prove; per es. per ogni serie (*discendente* o *ascendente* in intensità) presento un tono e chiedo all'ascoltatore se lo ode:

- se risponde "sì" (/ "no") riduco (/ aumento) l'intensità di un valore costante (k)
  - ri-presento il tono
- se risponde "no" (/ "sì") mi fermo e guardo l'intensità a cui sono arrivato

# Metodo dei limiti

Per ogni serie si considera come stima di soglia il valore medio del livello dello stimolo al di sotto o al di sopra del quale si ha un'inversione della percezione.

Soglia = 13.5 dB

	1 ↓	2 ↑	3 ↓	4 ↑	5 ↓	6 ↑	7 ↓	8 ↑
20 dB	S						S	
19 dB	S		S		S		S	
18 dB	S		S		S		S	
17 dB	S		S		S		S	
16 dB	S		S		S		S	
15 dB	S	S	S	S	S	S	S	S
14 dB	S	N	S	N	S	S	S	S
13 dB	N	N	S	N	S	N	N	S
12 dB		N	N	N	N	N		N
11 dB		N		N		N		N
10 dB		N		N		N		N
Valori di inversione	13,5	14,5	12,5	14,5	12,5	14,5	13,5	12,5

media = 13,5

# Metodo dei limiti (JND)

Presento due toni [uno ad intensità fissa (**standard**), uno no (**variabile**)] e chiedo all'ascoltatore qual è il più intenso

– se risponde correttamente diminuisco l'intensità del variabile di un valore  $k$  costante

- ri-presento i due toni

– se sbaglia mi fermo e guardo l'intensità a cui sono arrivato

# Stimoli costanti (AT)

Scelgo un numero limitato di toni:

- alcuni troppo deboli per essere percepiti
- alcuni percepibili

Li presento in ordine casuale e dopo ogni presentazione chiedo all'ascoltatore se ha udito il tono o no.

# Stimoli costanti (JND)

Scelgo uno standard di intensità  $x$  ed un numero limitato di suoni (variabili):

- alcuni di intensità  $>$  di  $x$
- alcuni di intensità  $<$  di  $x$

Presento tutte le possibili coppie standard-variabile in ordine casuale e dopo ogni presentazione chiedo all'ascoltatore quale dei due è il più intenso.

# Metodo dell'aggiustamento (AT)

Offro all'ascoltatore un tono di intensità manipolabile e gli chiedo di ridurla fino a che non lo ode più.

# Metodo aggiustamento (JND)

Offro all'ascoltatore due toni (standard e variabile) e gli chiedo di manipolare l'intensità del *confronto* sino a che non risulti uguale a quella dello *standard*.

In questo caso stimiamo direttamente il Punto di Eguaglianza Soggettivo (PES).



# Teoria della Detezione del Segnale (TDS)

Tratta il problema della detezione di stimoli come una procedura che consente la rilevazione di un segnale presentato su uno sfondo che contiene rumore.

Il sistema percettivo deve decidere se è stato effettivamente presentato uno stimolo sensoriale o se l'attivazione riscontrata è dovuta a rumore.

Si assume che la procedura adottata per determinare se è avvenuta una percezione sia di tipo statistico.

E' possibile ottenere una misura della sensibilità dell'osservatore ad un dato segnale che è indipendente da altri fattori (motivazione, etc.).

# Assunzioni della TDS

Si assume che in ogni momento ci sia una quantità variabile di *rumore*, che può interferire con il *segnale*:

- Fluttuazioni legate all'osservatore (origine fisiologica o attentiva).
- Fluttuazioni legate all'ambiente esterno (ad es. energia irradiata dallo stimolo visivo).

L'osservatore è in grado di effettuare decisioni ottimali.



# Detezione del segnale

Esempio:

supponiamo di udire un rumore continuo e, ad intervalli irregolari, in tale rumore compare un tono puro la cui intensità è appena percepibile (in sostanza misuriamo la soglia di udibilità di un tono puro in un rumore).

A intervalli regolari lo sperimentatore vi chiede se udite il tono o meno.

# Paradigma sperimentale della TDS

	Risposta "sì"	Risposta "no"
Stimolo presente (segnale + rumore) (S+N)	<b>HIT</b>	<b>MISS</b>
Stimolo assente (rumore) (N)	<b>FALSE ALARM</b>	<b>CORRECT REJECTION</b>

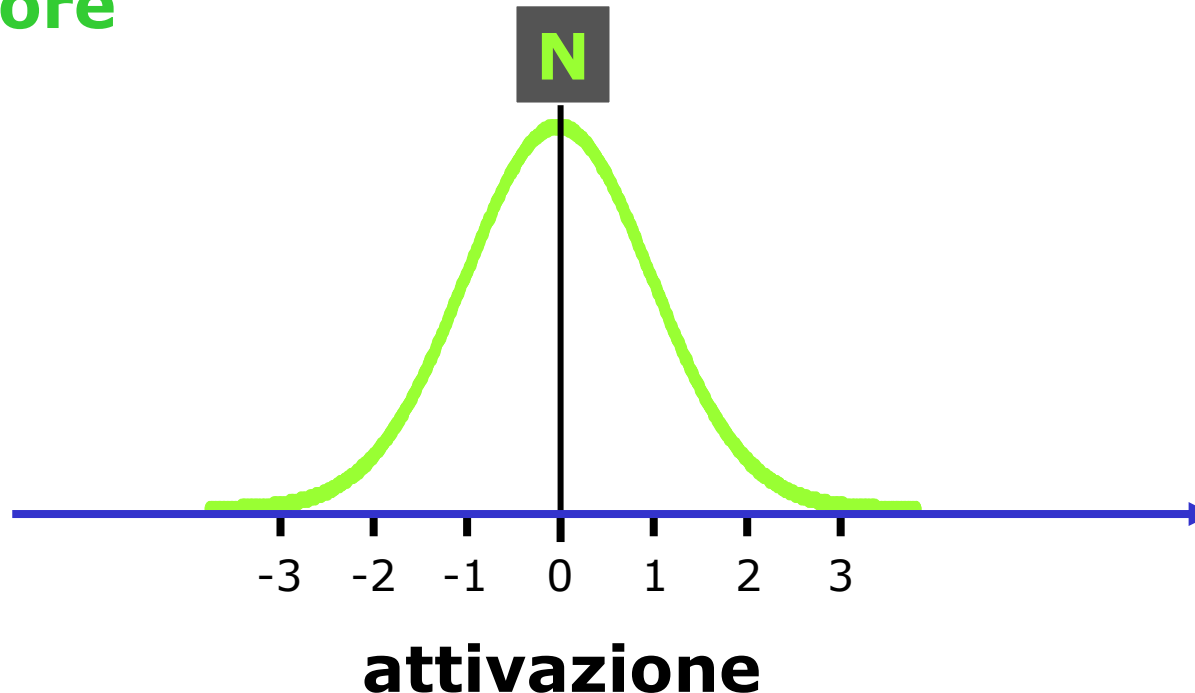
*Risposte corrette:* Hit + Rifiuti Corretti  
*Errori:* Falsi Allarmi + Omissioni

# Deetezione del segnale

Nella TDS le misure di sensibilit  e di bias derivano da un modello dei processi sottostanti:

Modello:

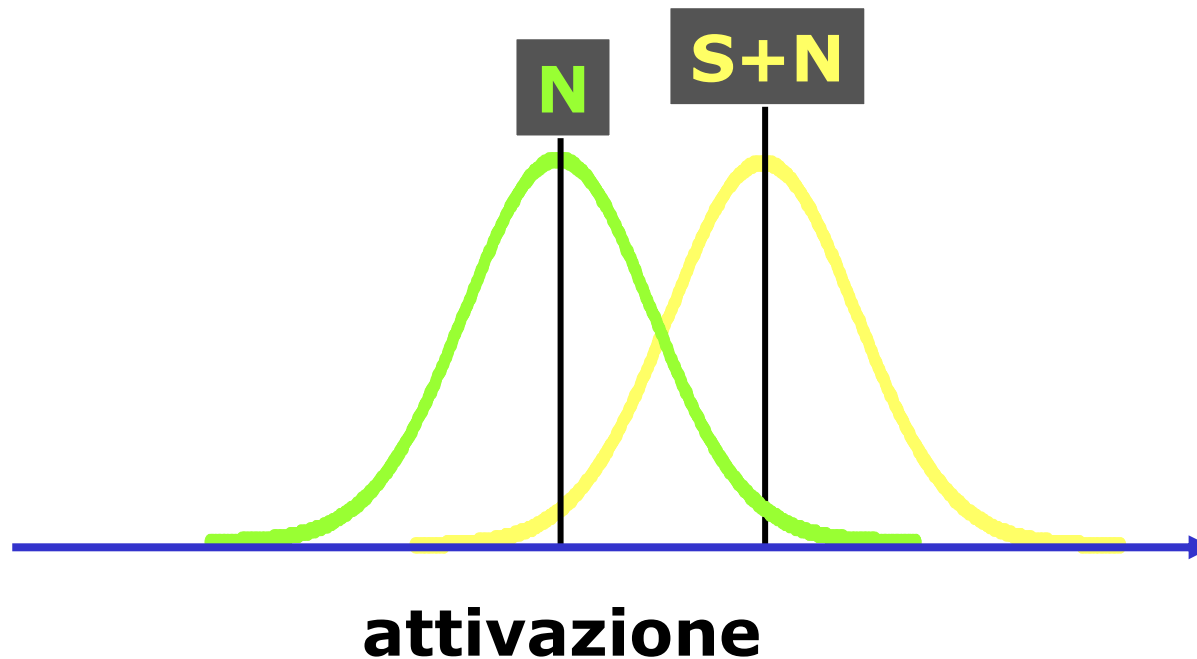
**distribuzione normale\*** dell'attivazione prodotta dal **rumore**



\*Per la ricerca psicologica l'importanza di questa distribuzione sta nel fatto che i dati di molte variabili psicologiche si distribuiscono secondo una funzione che per la forma viene detta *a campana*, *gaussiana* (GAUSS, 1777-1855) o *normale*.

# Detezione del segnale

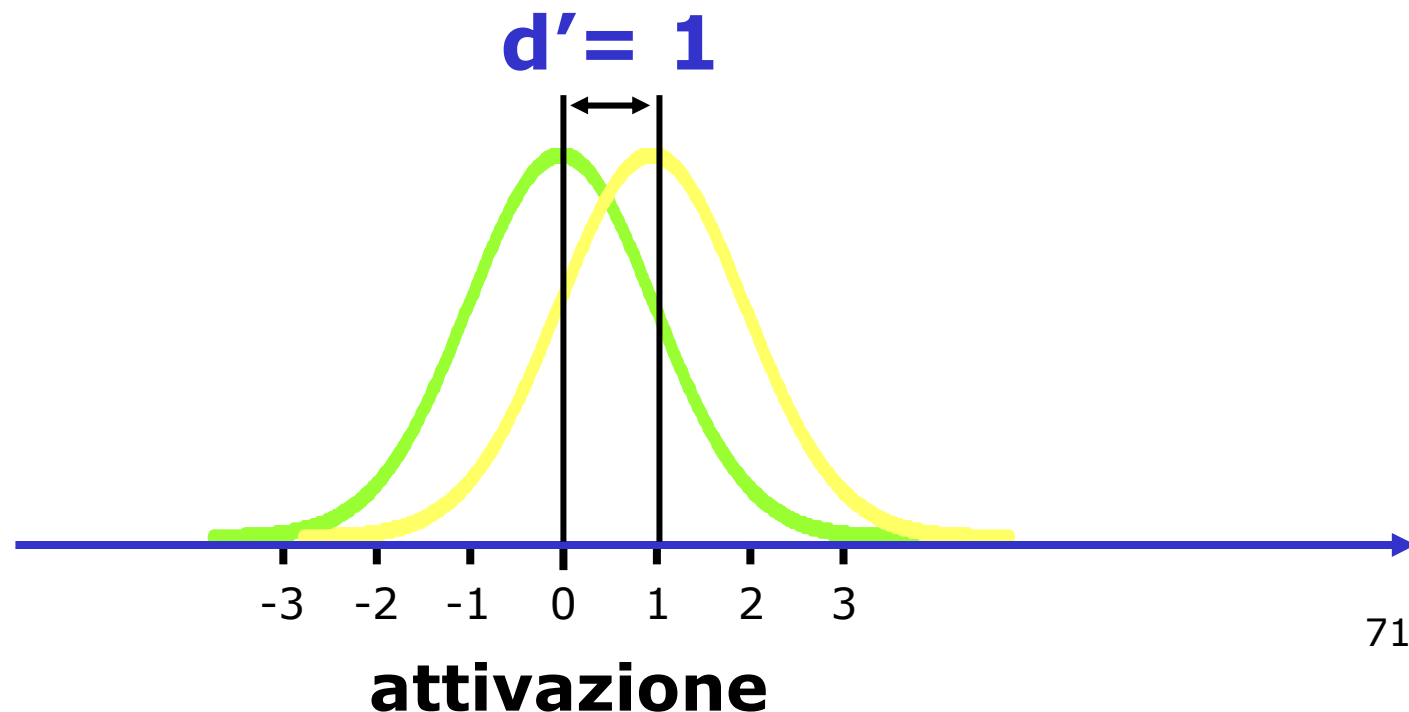
- distribuzione normale degli effetti di **S+N**
- in prima approssimazione, stessa deviazione standard



# Detezione del segnale

**d'**

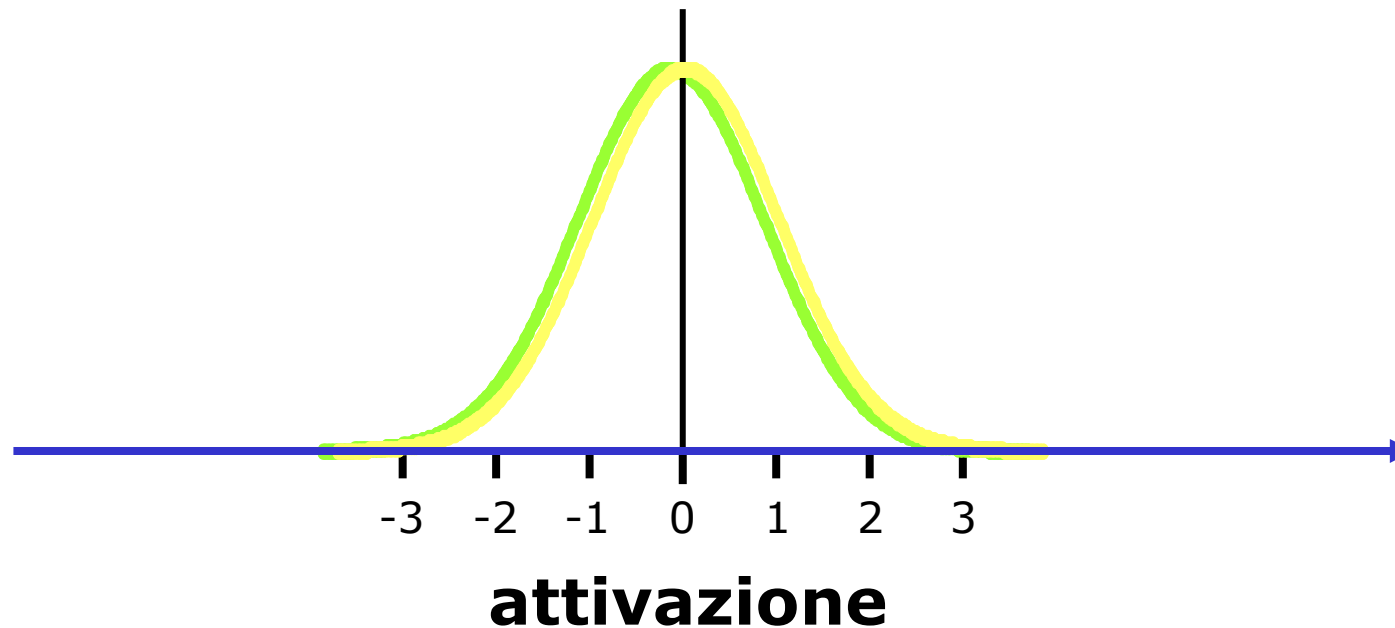
- distanza tra le medie delle due distribuzioni
  - rappresenta la sensibilità dell'osservatore
- l'unità di misura per **d'** è la *deviazione standard* della distribuzione **N**



# Detezione del segnale

$d' = 0$

- sensibilità è nulla
- **S+N** indistinguibile da **N**

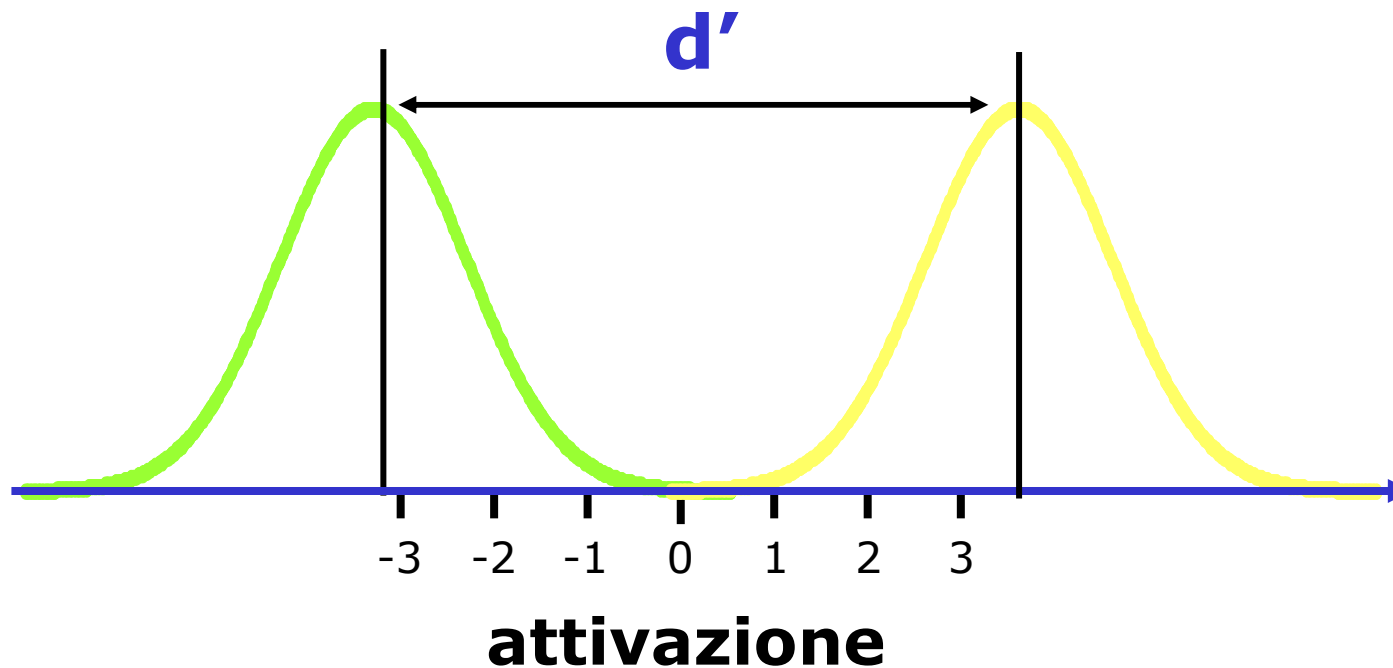




# Detezione del segnale

**maggiore è  $d'$**

- maggiore è la sensibilità
- **S+N** completamente distinguibile da **N**

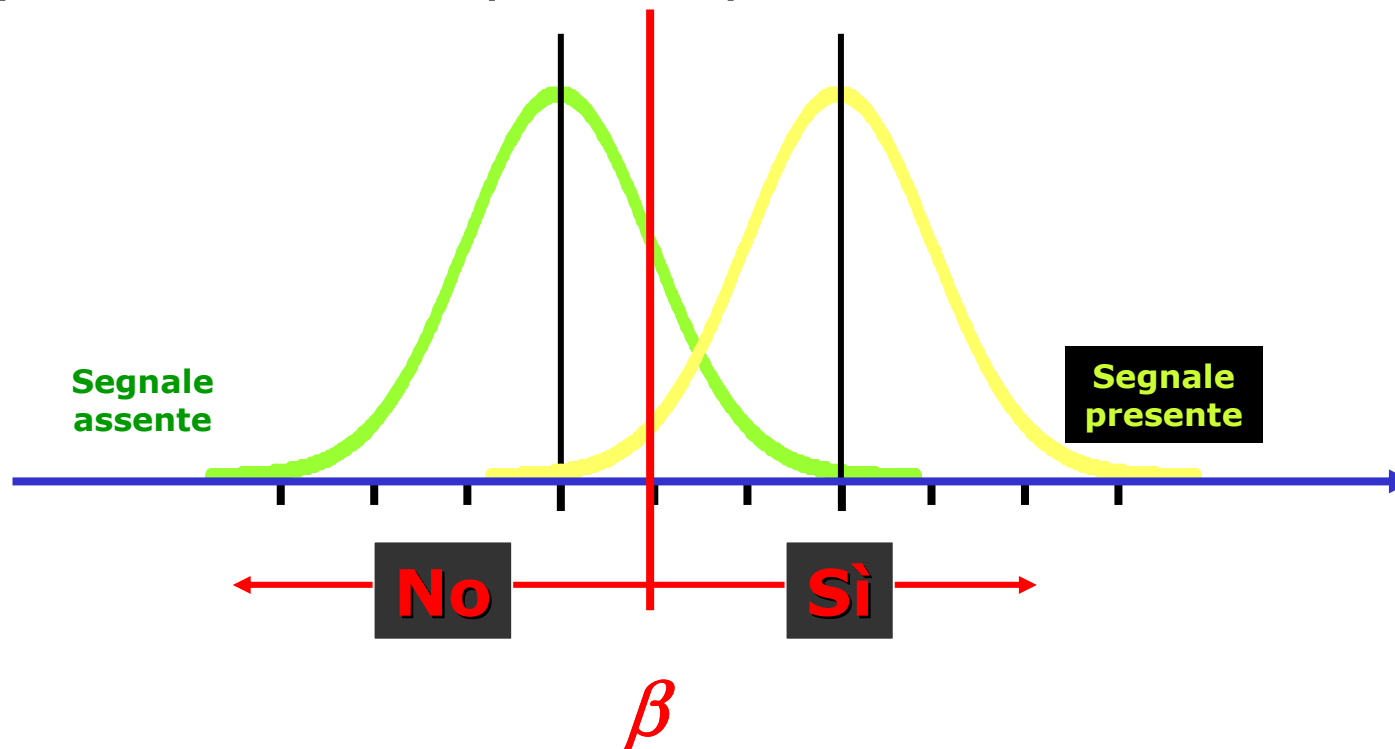


# Detezione del segnale

- Le risposte dipendono non solo dalla sensibilità ma anche dal **criterio di decisione** - **criterio ( $\beta$ )**

**Criterio:** Ogni sensazione al di sopra del criterio riceverà una risposta "sì", ogni sensazione al di sotto del criterio riceverà una risposta "no".

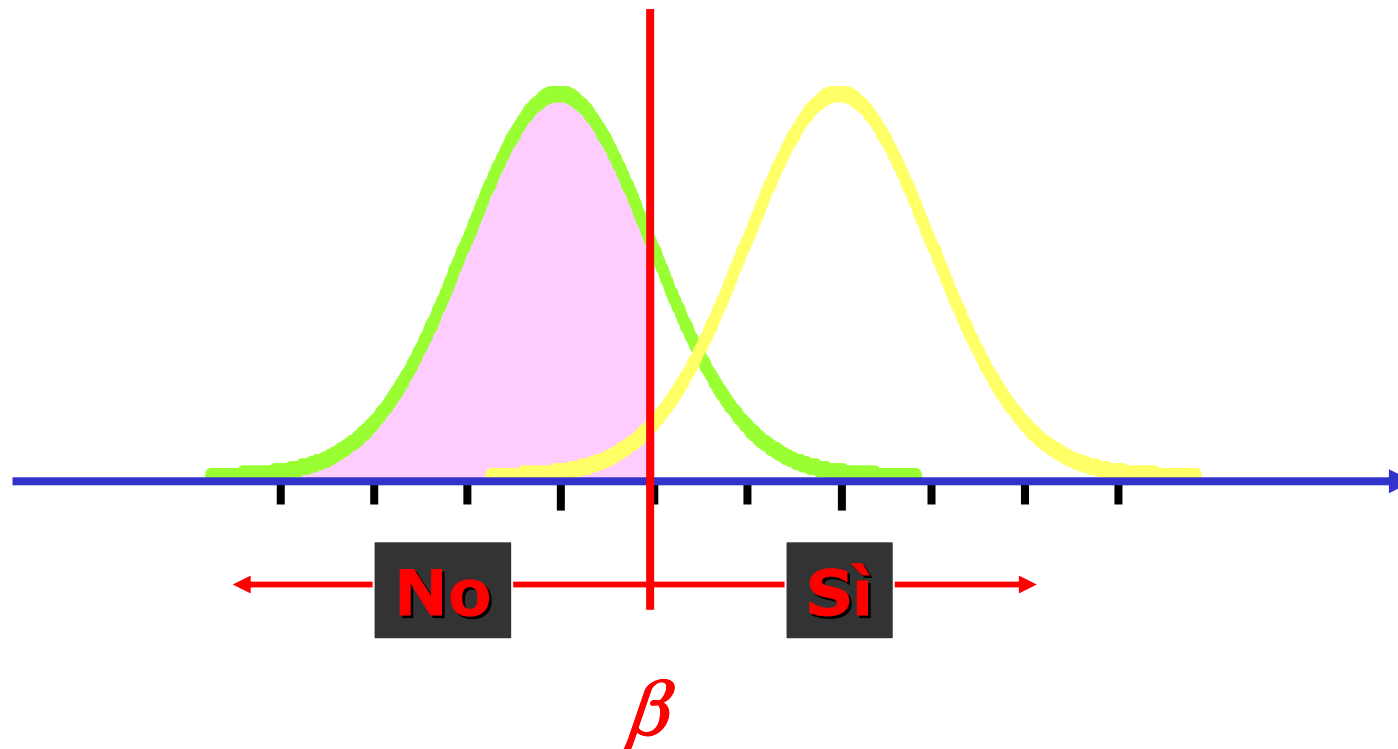
- Il criterio interseca le curve e delimita 4 regioni corrispondenti ai 4 tipi di risposta



# Detezione del segnale

→ Il **criterio** divide la distribuzione del rumore in due porzioni

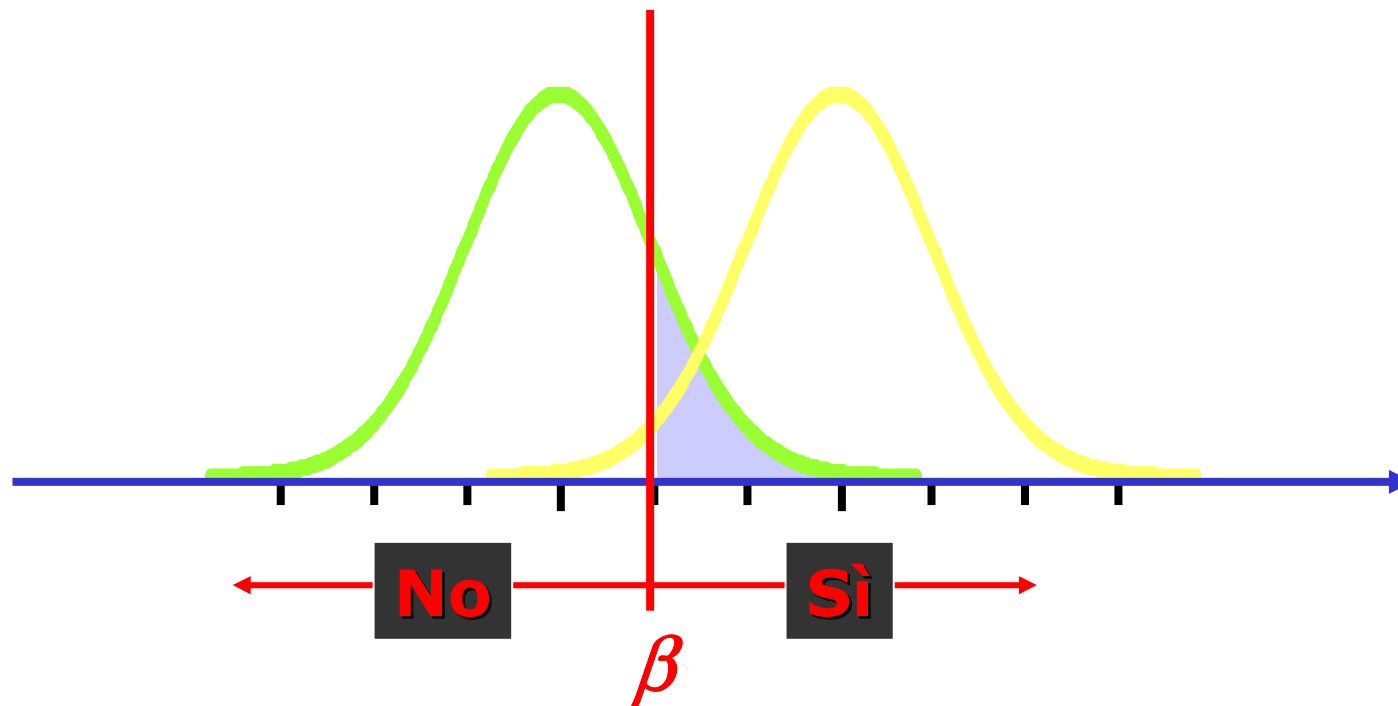
▪ **Rifiuti Corretti:** **N** ⇒ **No**



# Detezione del segnale

→ Il **criterio** divide la distribuzione del rumore in due porzioni

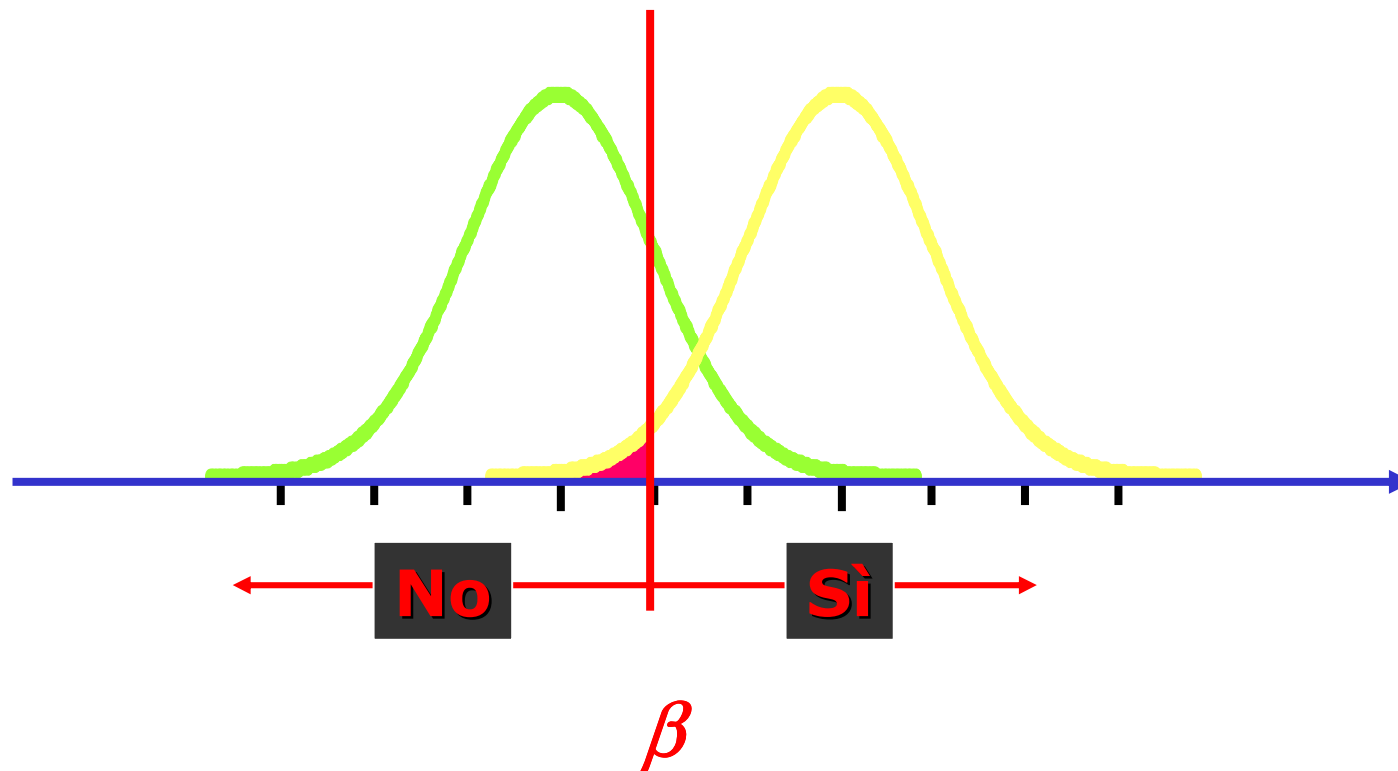
- **Rifiuti Corretti:** **N** ⇒ **No**
- **Falsi Allarmi:** **N** ⇒ **Sì**



# Detezione del segnale

→ Il **criterio** divide la distribuzione del segnale+rumore in due porzioni

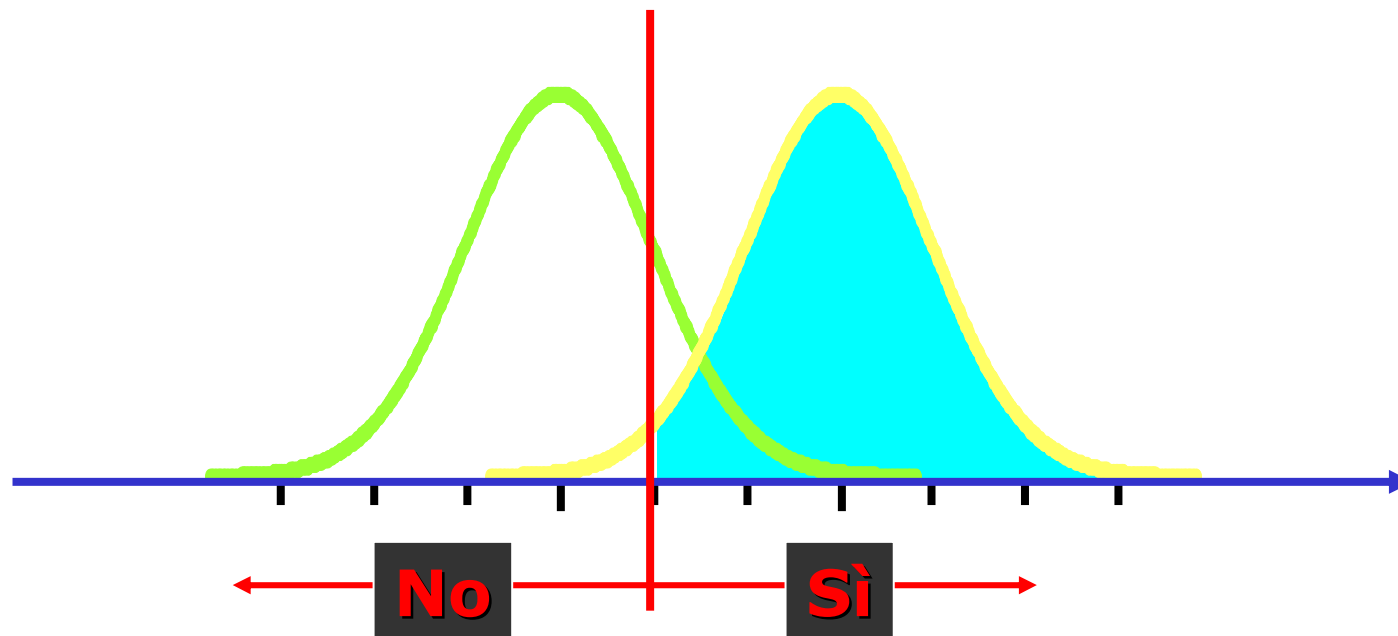
▪ **Omissioni:**  $S+N \Rightarrow \text{No}$



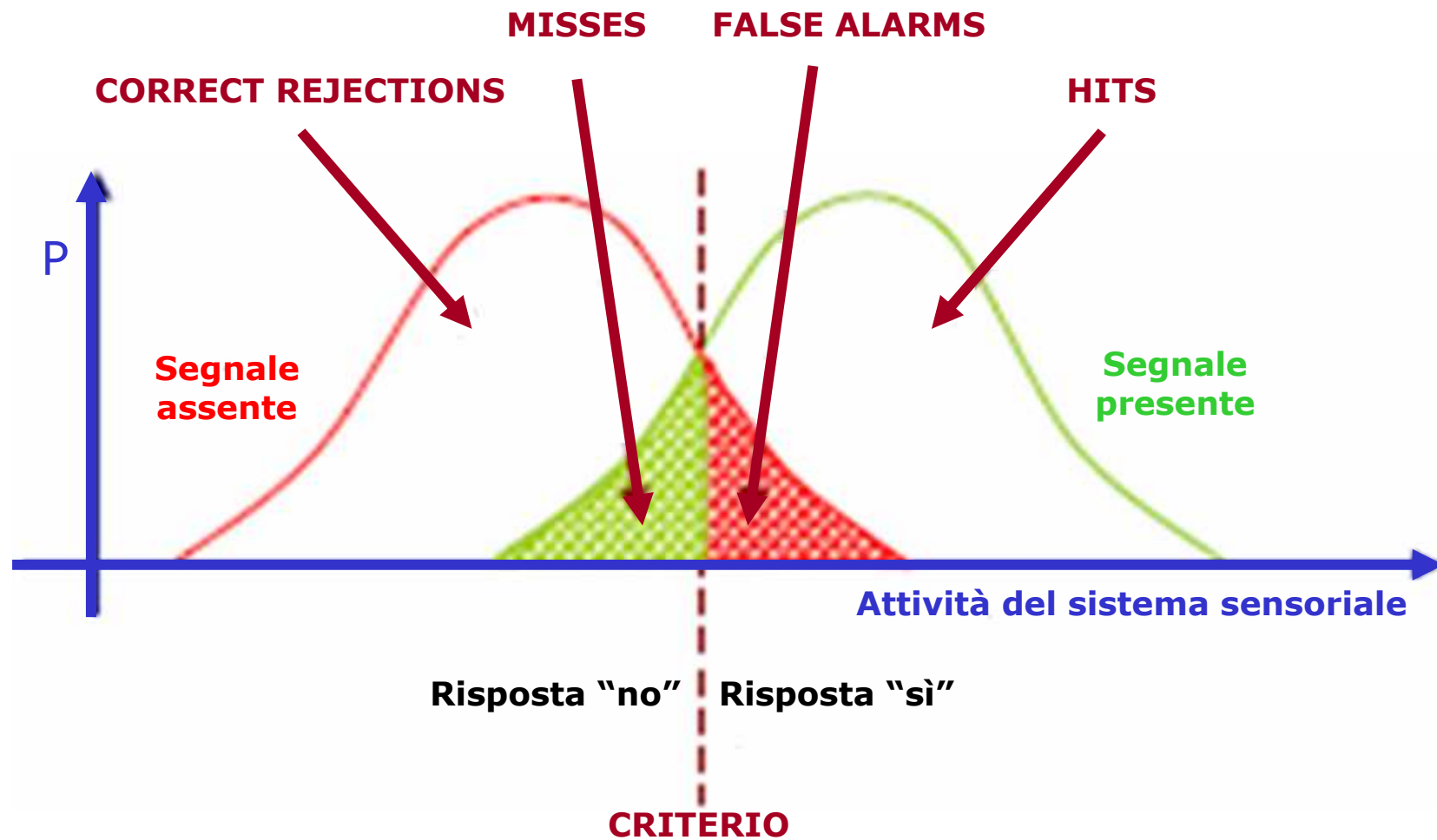
# Detezione del segnale

→ Il **criterio** divide la distribuzione del segnale+rumore in due porzioni

- **Omissioni:**  $S+N \Rightarrow \text{No}$
- **Hit:**  $S+N \Rightarrow \text{Sì}$



# Paradigma sperimentale della TDS



# I parametri della TDS

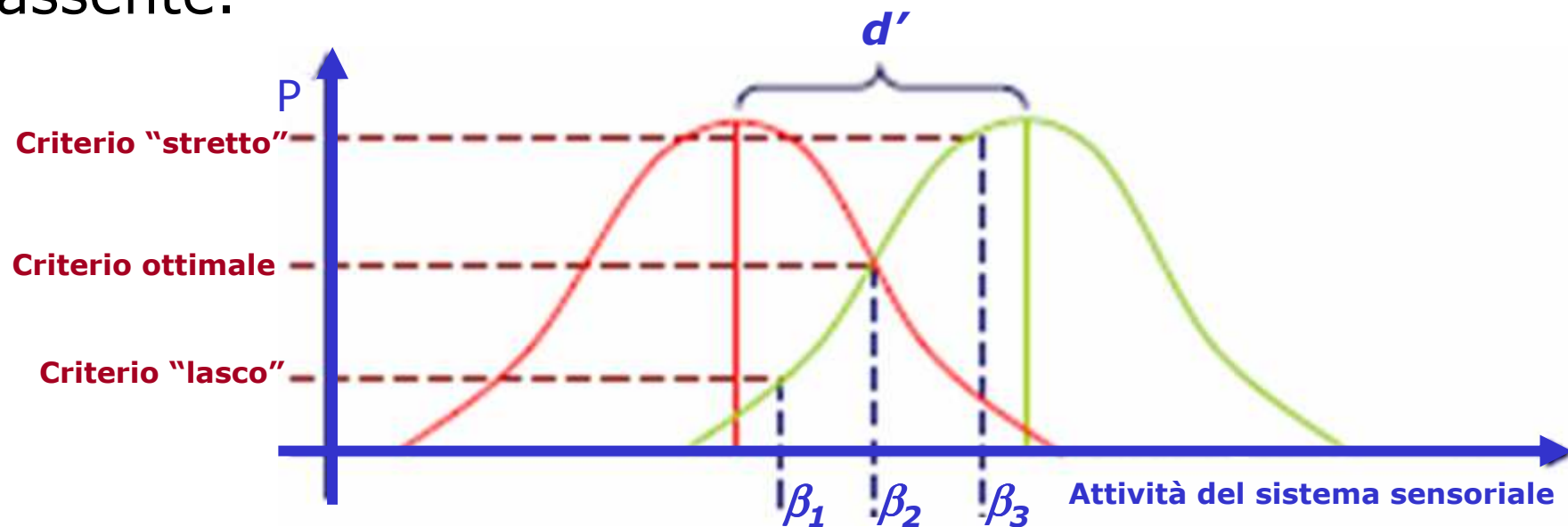
$d'$ : Indice di sensibilità sensoriale.

È influenzabile dalla sensibilità del sistema sensoriale e dall'intensità del segnale.

$\beta$ : Criterio di decisione.

È influenzabile da molti fattori, dipendenti da variabili NON sensoriali.

Esprime un rapporto di **probabilità** (*likelihood ratio*) fra le distribuzioni di segnale presente e segnale assente.





# Detezione del segnale [1]

Supponiamo siate informati che il tono c'è 5 volte su dieci ed ogni qual volta indovinate ricevete 100€, se sbagliate ne perdetevi 10.

Molto probabilmente fornireste un ALTO numero di risposte "**Sì**"

Quindi:

- indovinereste molto (molti **hit**)...
- ma commettereste anche MOLTI **falsi allarmi**

## Detezione del segnale [2]

Supponiamo invece che siate informati che il tono c'è 5 volte su dieci ed ogni qual volta indovinate ricevete 10€ ma se sbagliate ne perdetevi 100€.

Molto probabilmente fornireste un ALTO numero di risposte "**No**"

Quindi:

- molto rifiuti corretti...
- ma anche molti "miss"

# Detezione del segnale

Gli esperimenti [1] e [2] sono identici.

Voi partecipate ad entrambi e sempre con le medesime orecchie.

Ciò nonostante la *soglia assoluta* per l'udibilità del tono sarà diversa nei due casi:

- più bassa nel primo
- più alta nel secondo

# Detezione del segnale

La teoria della detezione del segnale “nega” la validità del concetto di soglia.

Per prima introduce il concetto di “criterio di risposta”.

La performance di un soggetto non è determinata solo dalle potenzialità/caratteristiche dei suoi sensi ma anche da come decide di rispondere.

# I parametri della TDS

Se si esprimono le identificazioni corrette (HIT) in funzione dei falsi allarmi, si ottiene una curva chiamata **receiver operating characteristic (ROC)**.

Quando  $d'=0$  la prestazione è a livello casuale (diagonale).

Quando  $d'$  aumenta, la probabilità di avere identificazioni corrette e rifiuti corretti aumenta, mentre diminuisce la probabilità di avere omissioni e falsi allarmi.

