



Fasi dei processi sensoriali

Sebbene i sistemi sensoriali siano diversi vi sono tre fasi comuni a tutti:

- la presenza di uno stimolo fisico
- una serie di eventi attraverso i quali lo stimolo viene trasdotto in un messaggio costituito da impulsi nervosi
- una risposta al messaggio, che spesso è costituita dalla percezione o rappresentazione interna delle sensazioni

Le informazioni sensoriali non vengono utilizzate solo per le percezioni

I sistemi sensoriali ricevono informazioni dall'ambiente attraverso cellule specializzate disposte alla periferia del corpo e le ritrasmettono al sistema nervoso centrale, a livello del quale vengono utilizzate per:

- destare percezioni
- controllare il movimento
- regolare le funzioni degli organi interni
- mantenere lo stato di vigilanza

Elementi di base della percezione sensoriale

Recettori sensoriali
(da **non confondere**
con i recettori ai
quali si legano i
neurotrasmettitori!)



Sono specializzati nella rilevazione di una vasta gamma di stimoli fisici (luminosi, meccanici, termici e chimici)

Trasduzione sensoriale



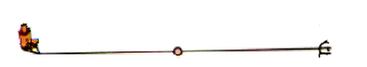
Gli stimoli che arrivano al recettore alterano il potenziale di membrana della cellula, dando luogo al potenziale recettoriale

Codifica sensoriale



E' il processo attraverso il quale il messaggio portato dai potenziali recettoriali viene trasmesso ai centri cerebrali superiori sotto forma di scariche di potenziali d'azione

<i>Modalità</i>	<i>Stimolo</i>	<i>Classe di recettori</i>	<i>Tipo di recettore</i>
Visione	Luce	Fotocettori	Bastoncelli, coni
Udito	Onde di pressione dell'aria	Meccanocettori	Cellule ciliate (cocleari)
Senso dell'equilibrio	Gravità	Meccanocettori	Cellule ciliate (dei canali semicircolari)
Somatosensitivo	Meccanico, termico, nocivo (chimico)	Meccanocettori, termocettori, nocicettori	Neuroni dei gangli delle radici dorsali
Gusto	Chimico	Chemocettori	Bottoni gustativi
Olfatto	Chimico	Chemocettori	Neuroni sensoriali olfattivi

Modalità	Recettore
Tatto, dolore, temperatura, propriocezione (arti e tronco)	
Olfatto	
Gusto	
Udito, senso dell'equilibrio	
Visione	

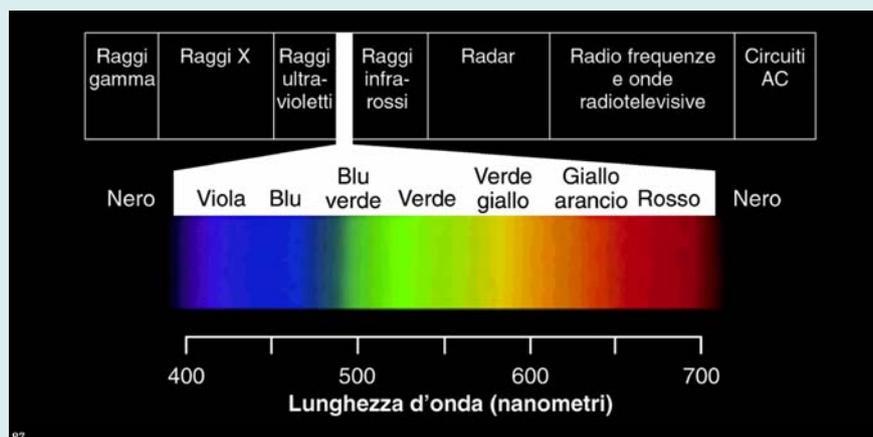
I recettori di ciascun sistema sensoriale possiedono caratteristiche morfologiche ed organizzative e dimensioni differenti

La visione è possibile grazie alla presenza della luce...



- Lunghezza d'onda: distanza tra due onde successive
- Frequenza: numero di onde al secondo
- Ampiezza: differenza tra un picco ed un cavo d'onda

Caratteristiche di una radiazione elettromagnetica

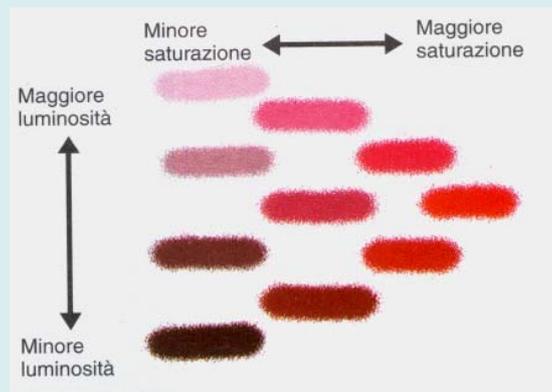


Lo spettro elettromagnetico. Solo le onde elettromagnetiche con lunghezze d'onda comprese tra i 380 ed i 760 nm ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{ m}$) sono visibili all'occhio nudo dell'uomo. Entro questo spettro visibile, le differenti lunghezze d'onda sono percepite come diversi colori. La luce che comprende tutte le lunghezze d'onda dello spettro visibile è detta luce bianca. Se si fa passare con una certa angolatura luce bianca attraverso un prisma, essa si risolve nelle diverse componenti dello spettro visibile, come illustrato nella figura.

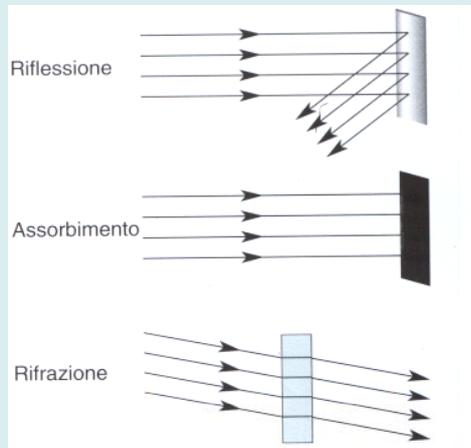
Caratteristiche fisiche dello stimolo : il colore della luce

Il colore della luce che percepiamo è determinato da tre caratteristiche

- Tonalità** → lunghezza d'onda dominante
- Luminosità** → intensità della luce
- Saturazione** → purezza della luce (ossia se consideriamo una sola lunghezza d'onda o un insieme di lunghezze d'onda)



Un esempio di colori diversi caratterizzati dalla stessa lunghezza d'onda (ovvero dalla stessa tonalità), ma da differenti livelli di saturazione o luminosità

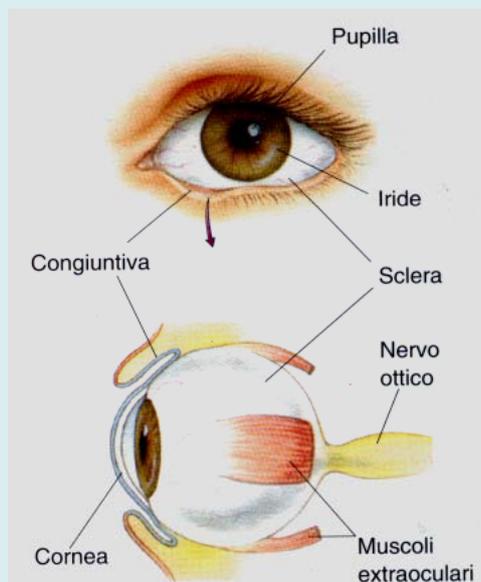


I raggi di luce vengono riflessi quando incontrano una superficie: la maggior parte di ciò che noi vediamo è luce riflessa dagli oggetti dell'ambiente circostante

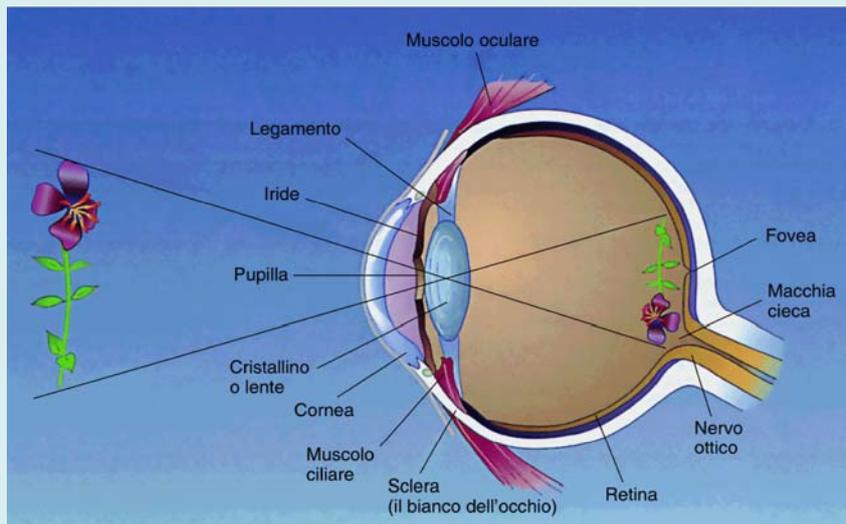
E' il trasferimento dell'energia luminosa su una particella o su una superficie

E' la deviazione dei raggi di luce quando questi passano da un mezzo trasparente ad un altro. Il mezzo trasparente dell'occhio devia i raggi di luce per formare immagini sulla retina

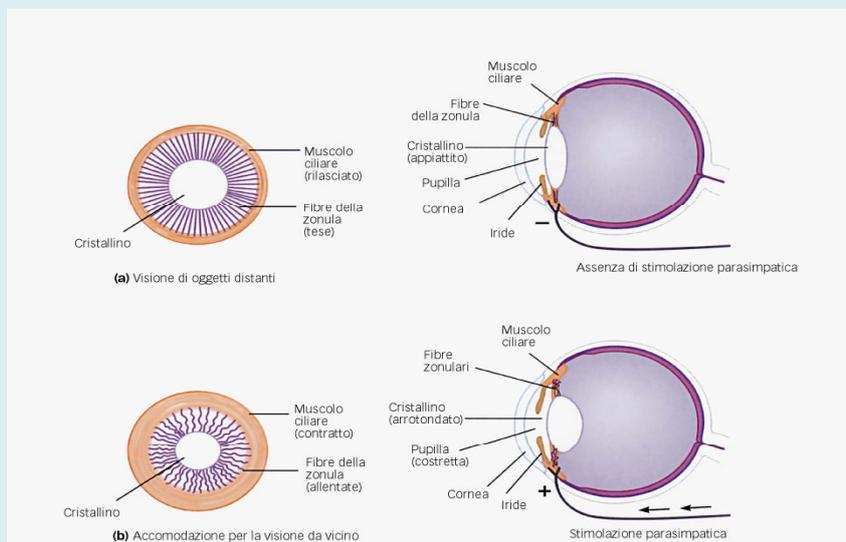
Principali interazioni tra luce ed ambiente



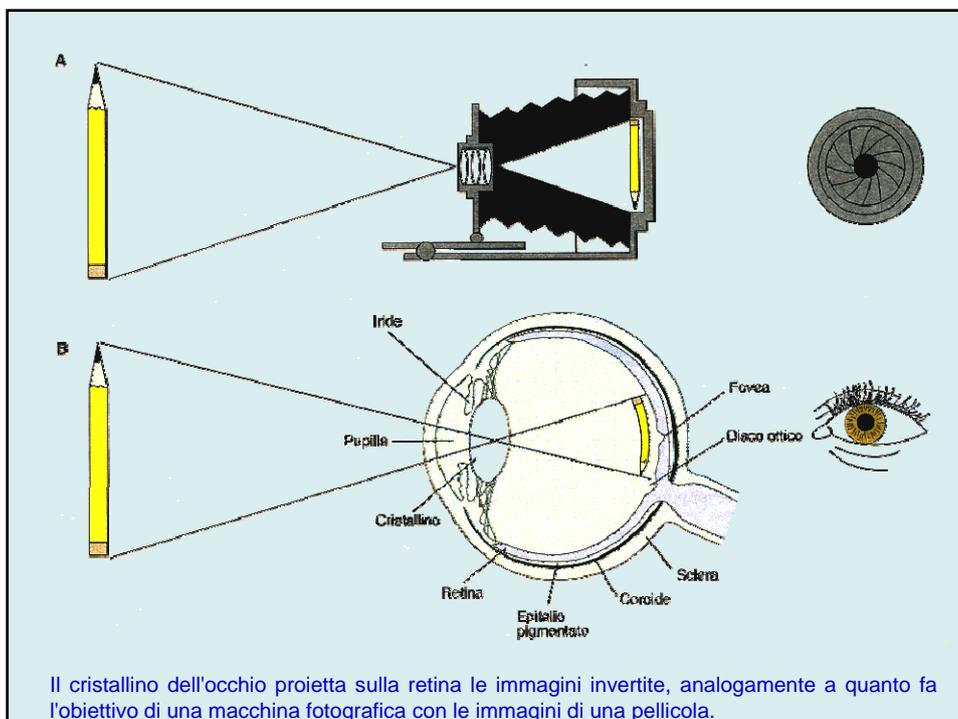
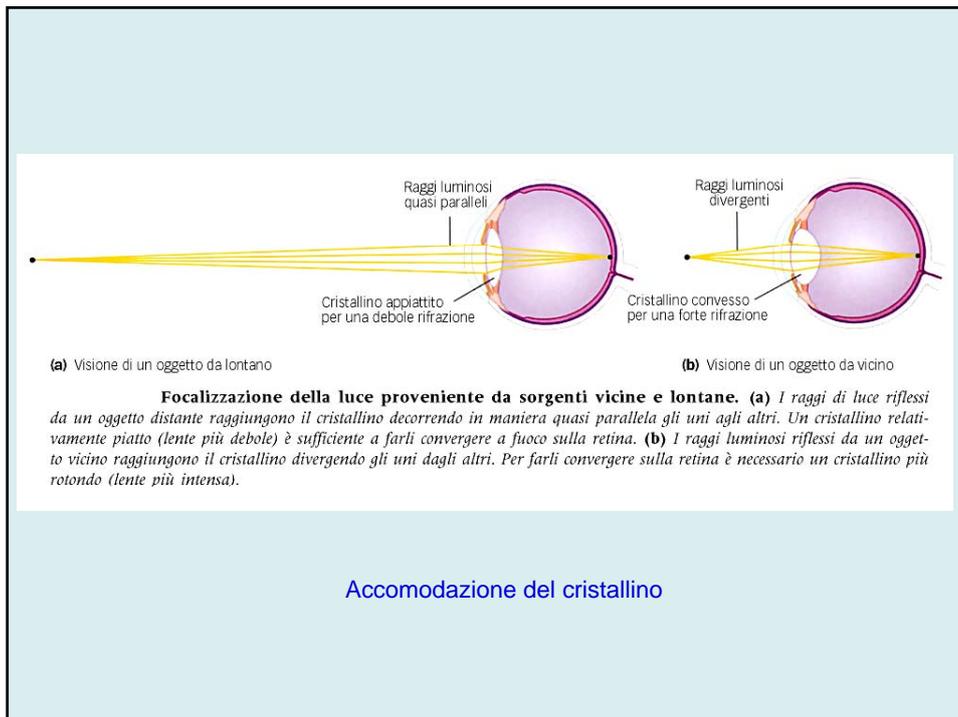
Anatomia generale dell'occhio umano

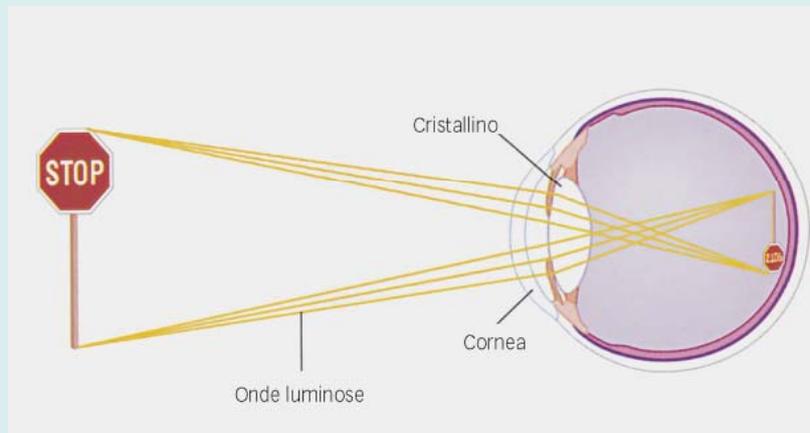


Una sezione dell'occhio umano

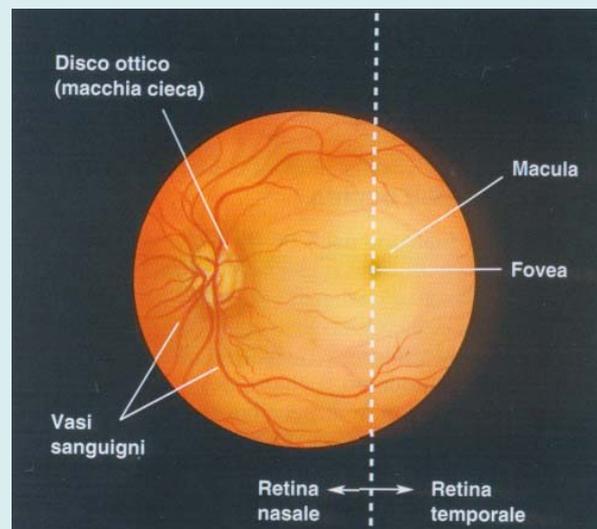


Meccanismo dell'accomodazione del cristallino. a) Visione di oggetti distanti. Il muscolo ciliare si rilassa mettendo in tensione le fibre della zonula: il cristallino è piatto. b) Visione di oggetti vicini. Il muscolo ciliare si contrae riducendo la tensione delle fibre della zonula e permettendo al cristallino, elastico, di diventare più rotondo. Questo aumenta la capacità di rifrazione della lente, consentendo una maggiore capacità di mettere a fuoco gli oggetti.

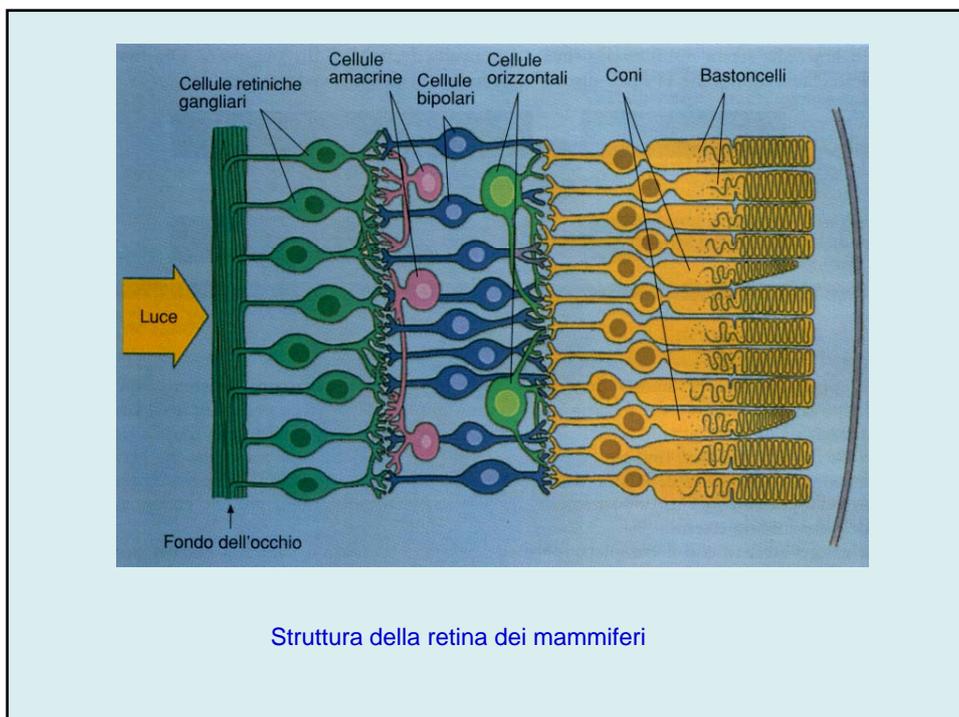
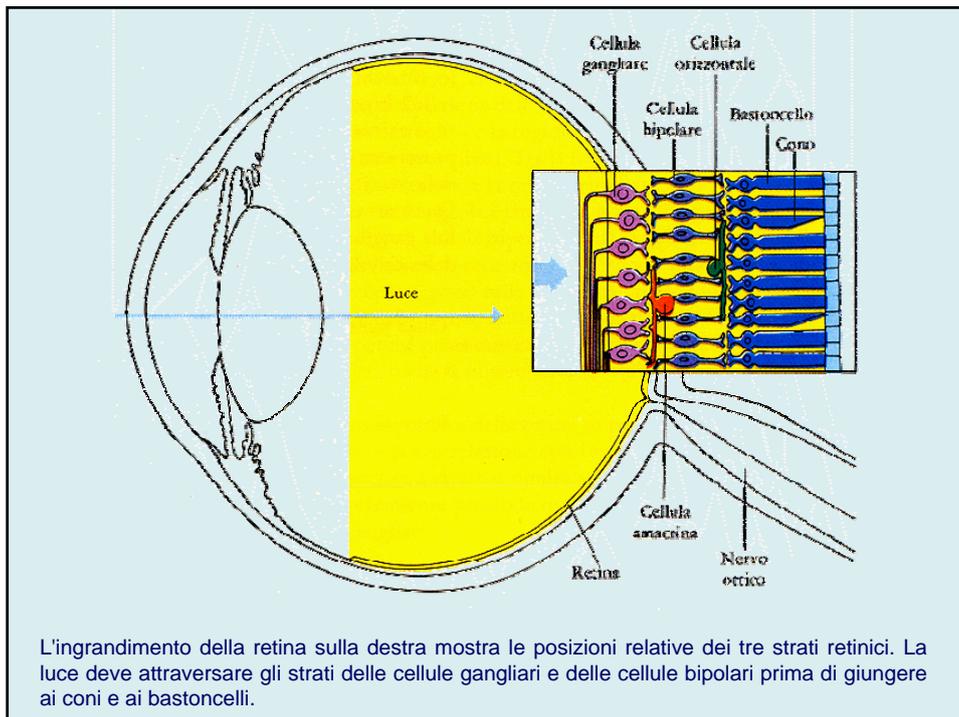


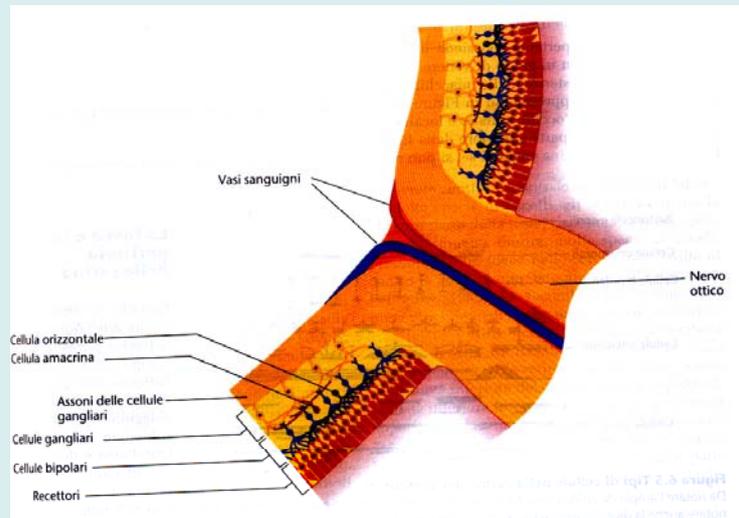


Un determinato punto del campo visivo viene messo a fuoco su un singolo punto della retina. La rifrazione dei raggi di luce mentre passano attraverso la cornea e il cristallino fa sì che l'immagine venga proiettata sulla retina invertita e capovolta.



Aspetto oftalmoscopico della retina (oftalmoscopio: strumento che permette di scrutare l'occhio attraverso la pupilla, sino alla retina)



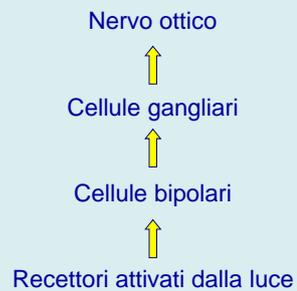
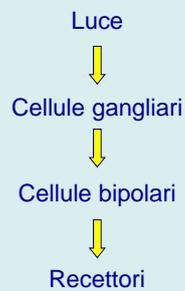


Percorso della luce nella retina. I recettori inviano i loro messaggi alle cellule bipolari ed orizzontali, che a loro volta li inviano alle cellule amacrine e gangliari. Gli assoni delle cellule gangliari si uniscono per uscire dall'occhio attraverso la macchia cieca. Gli assoni vanno a formare il nervo ottico, che giunge fino al cervello.

Percorso della luce nella retina: la luce non raggiunge in maniera diretta i fotorecettori (tranne nella fovea)

Prima di raggiungere i recettori

Dopo aver raggiunto i recettori



Due punti importanti da ricordare

1. **Le uniche cellule fotosensibili della retina sono i fotorecettori.** Tutte le altre cellule sono influenzate dalla luce solo attraverso interazioni sinaptiche dirette ed indirette con i fotorecettori.
2. **Le cellule gangliari costituiscono l'unica via efferente che lascia la retina.** Nessun altro tipo di cellule retiniche proietta assoni lungo il nervo ottico.

Cellule fotorecetrici della retina

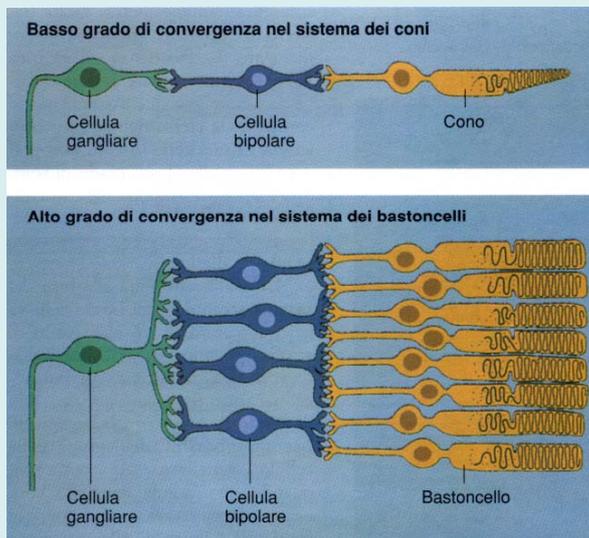
(retina: tessuto composto di fotorecettori e di neuroni)



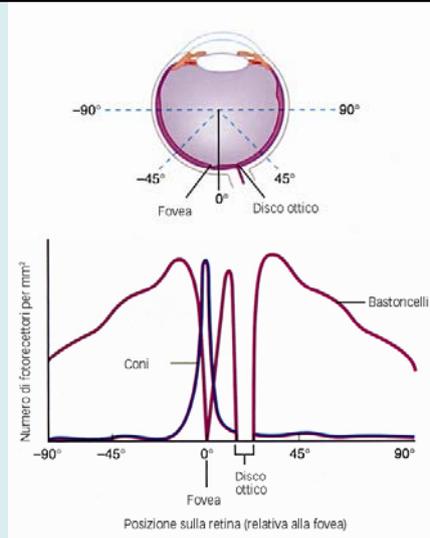
Teoria della duplicità della visione

Coni: mediano la *visione diurna o fotopica*, con condizioni di buona illuminazione (alta acuità visiva ed a colori)

Bastoncelli: mediano la *visione notturna o scotopica*, con condizioni di scarsa illuminazione (visione con scarsi dettagli e priva di colore)



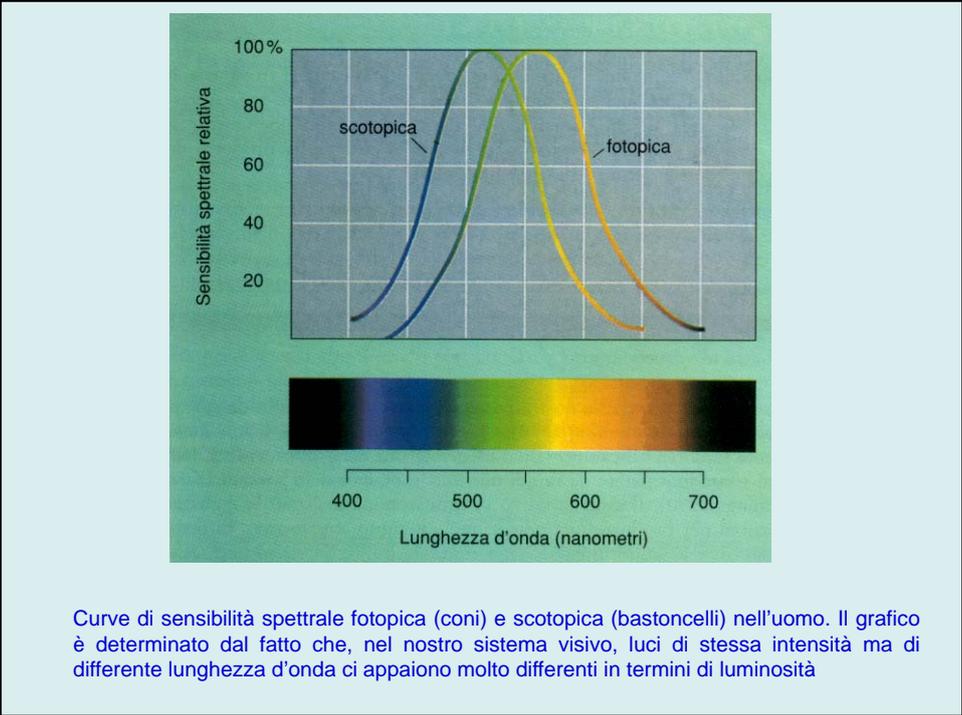
Rappresentazione schematica della convergenza di conetti e bastoncelli sulle cellule retiniche gangliari. Si noti il basso grado di convergenza nel sistema dei conetti e l'alto grado di convergenza nel sistema dei bastoncelli.



Distribuzione dei coni e bastoncelli sulla retina umana. La figura illustra il numero dei bastoncelli e dei coni per millimetro quadrato in funzione della distanza dal centro della fovea. I coni sono molto abbondanti nel centro della fovea e la loro quantità diminuisce man mano che ci si allontana da essa. I bastoncelli sono assenti nella fovea ma molto abbondanti vicino a questa: la loro densità raggiunge il massimo a circa 20° di distanza dalla fovea

Coni	Bastoncelli
Concentrati maggiormente nella retina centrale e nella fovea	Concentrati maggiormente alla periferia della retina, assenti nella fovea
Sensibili ai livelli di intensità di luce da moderati a alti	Sensibili alla luce di bassa intensità
Forniscono informazioni riguardanti la tinta	Forniscono solo informazioni monocromatiche
Forniscono un'acuità visiva eccellente	Forniscono una scarsa acuità visiva

Posizione e caratteristiche di risposta dei fotorecettori



Quando guardiamo un oggetto, i nostri occhi esplorano continuamente la superficie dell'oggetto stesso. L'esplorazione viene eseguita mediante movimenti saccadici, che in questo caso consistono in rapidi movimenti impercettibili degli occhi, che saltano da un punto all'altro dell'oggetto, insistendo soprattutto sui punti che risvegliano il maggior interesse. Durante i movimenti di esplorazione l'immagine dell'oggetto si muove sulla retina, ma a noi l'oggetto appare fermo. Sotto ciascuna delle due fotografie rappresentate in figura vi è la registrazione dei movimenti oculari fatti nel corso di una osservazione della fotografia sovrastante, della durata di 2 minuti.