

Le età della vita
Festival della Scienza Medica
Bologna 19 – 22 maggio 2015



Storia naturale dell'occhio: **la comunità dei sensi**

Manlio Nicoletti

Chiara Farati

Shahrzade Naderi



Bathylychnops exilis



Cicala di mare

vedere e toccare - gestire la luce - l'occhio in movimento

il problema della consapevolezza

vedere e toccare



In mare, anche i vermi sono belli - i vermi serpulidi vedono usando i loro tentacoli - la classe dei policheti costituisce solo uno dei tanti esempi possibili - si tratta di un gruppo di vermi appartenenti al phylum degli anellidi

m nicoletti

anatomia

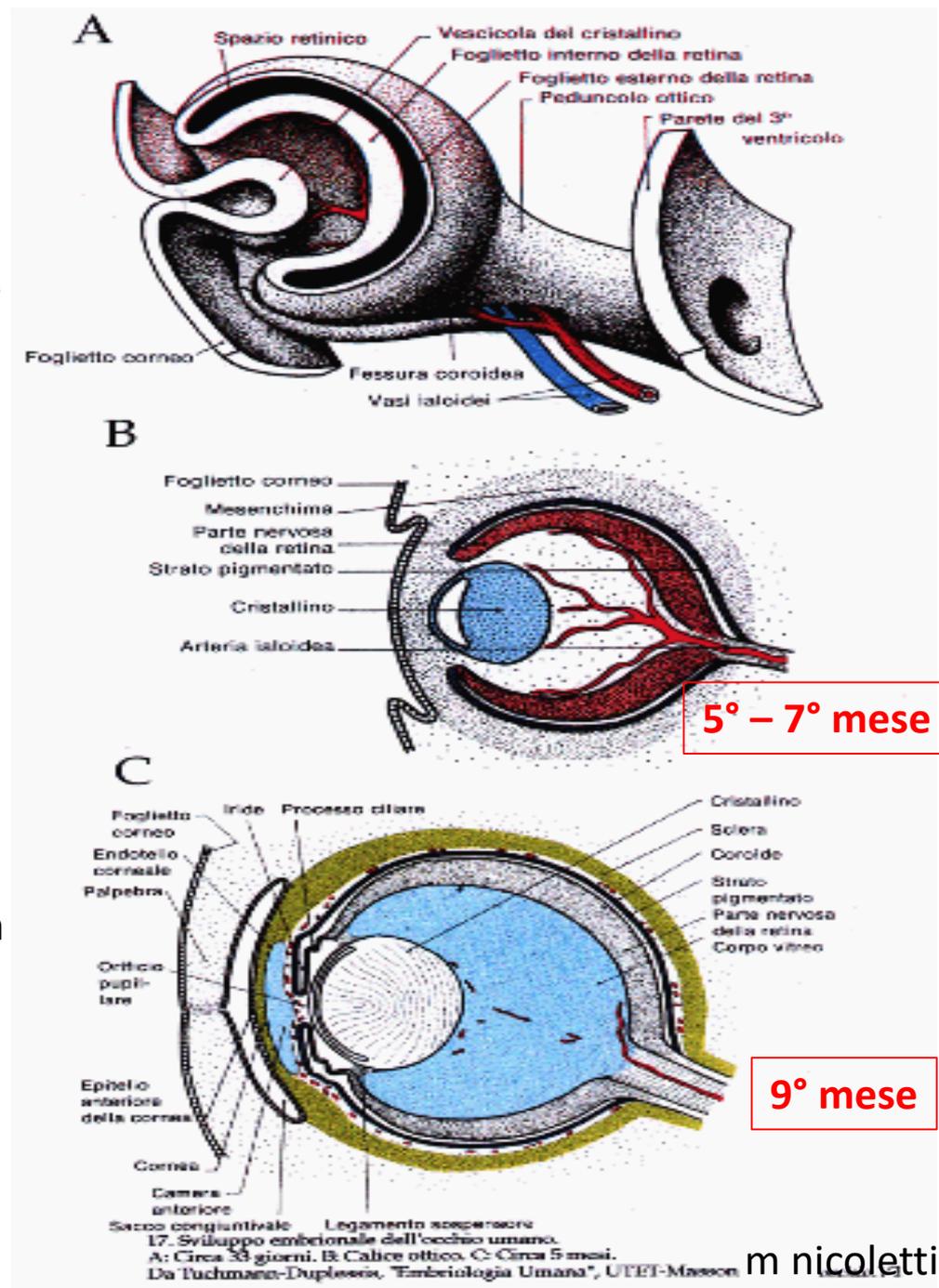
Gli esseri umani non derivano dalla polvere ma da una cosa molto più edificante:

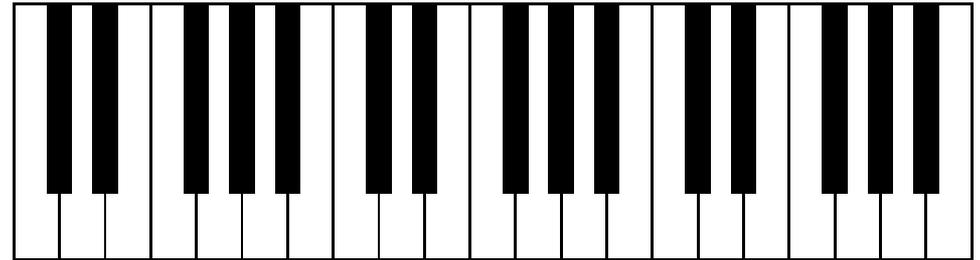
“spato gelatinoso”

I geni hanno stabilito le regole del gioco, ma è il gioco stesso che l’ha costruita: superfici che si toccano, scivolano le une sulle altre, piccoli baci chimici, separazioni e riunioni

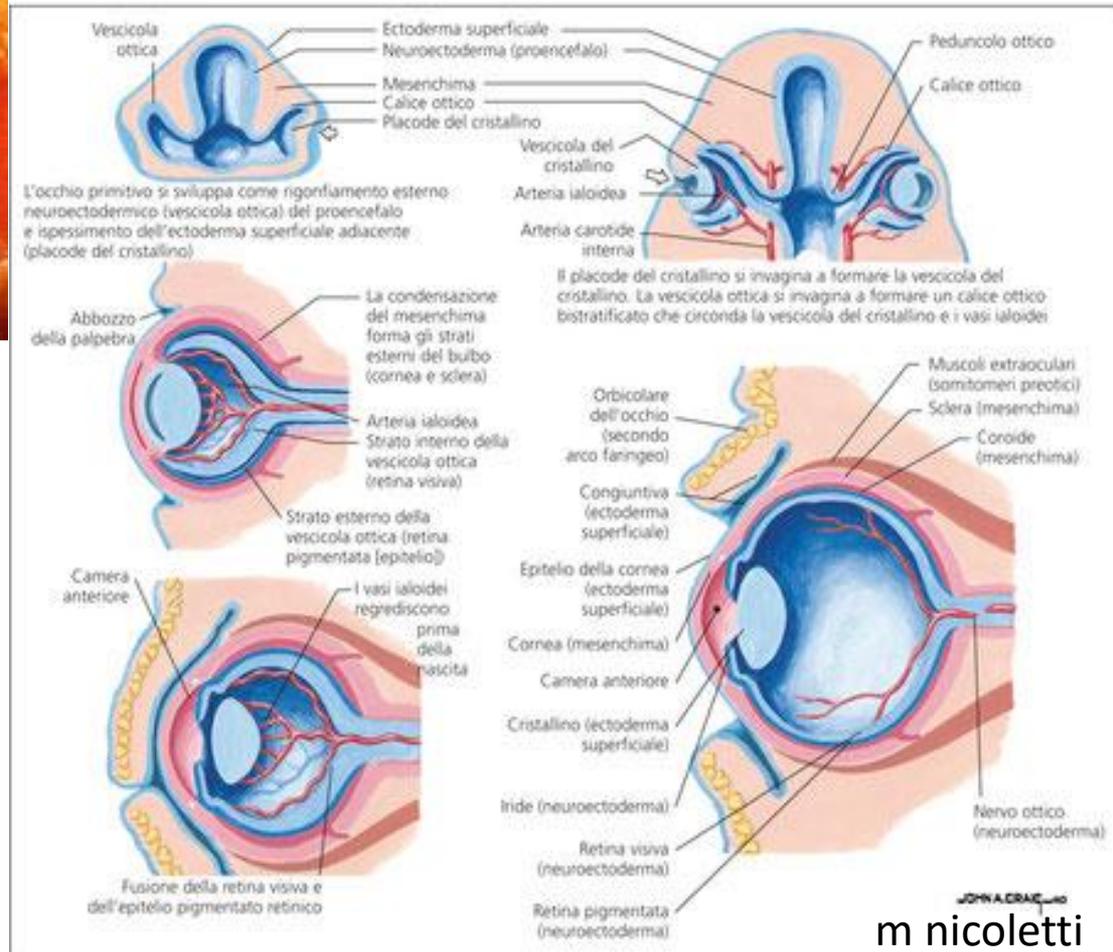
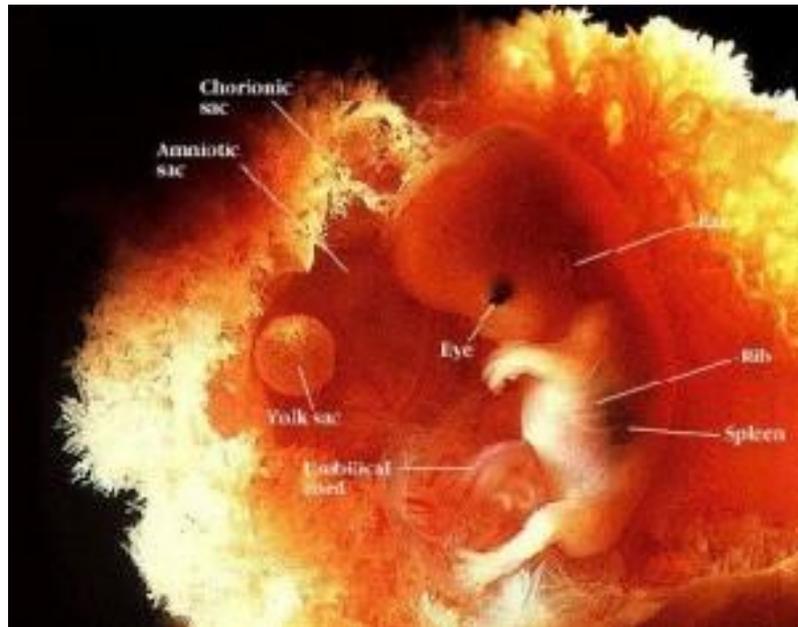
Questa danza è nota in biologia come induzione

ha detto al cervello di dividersi, ha spinto la singola orbita iniziale a dividersi in due e ha prolungato due piccole estroflessioni di tessuto cerebrale fuori dalle aperture del cranio a formare gli occhi

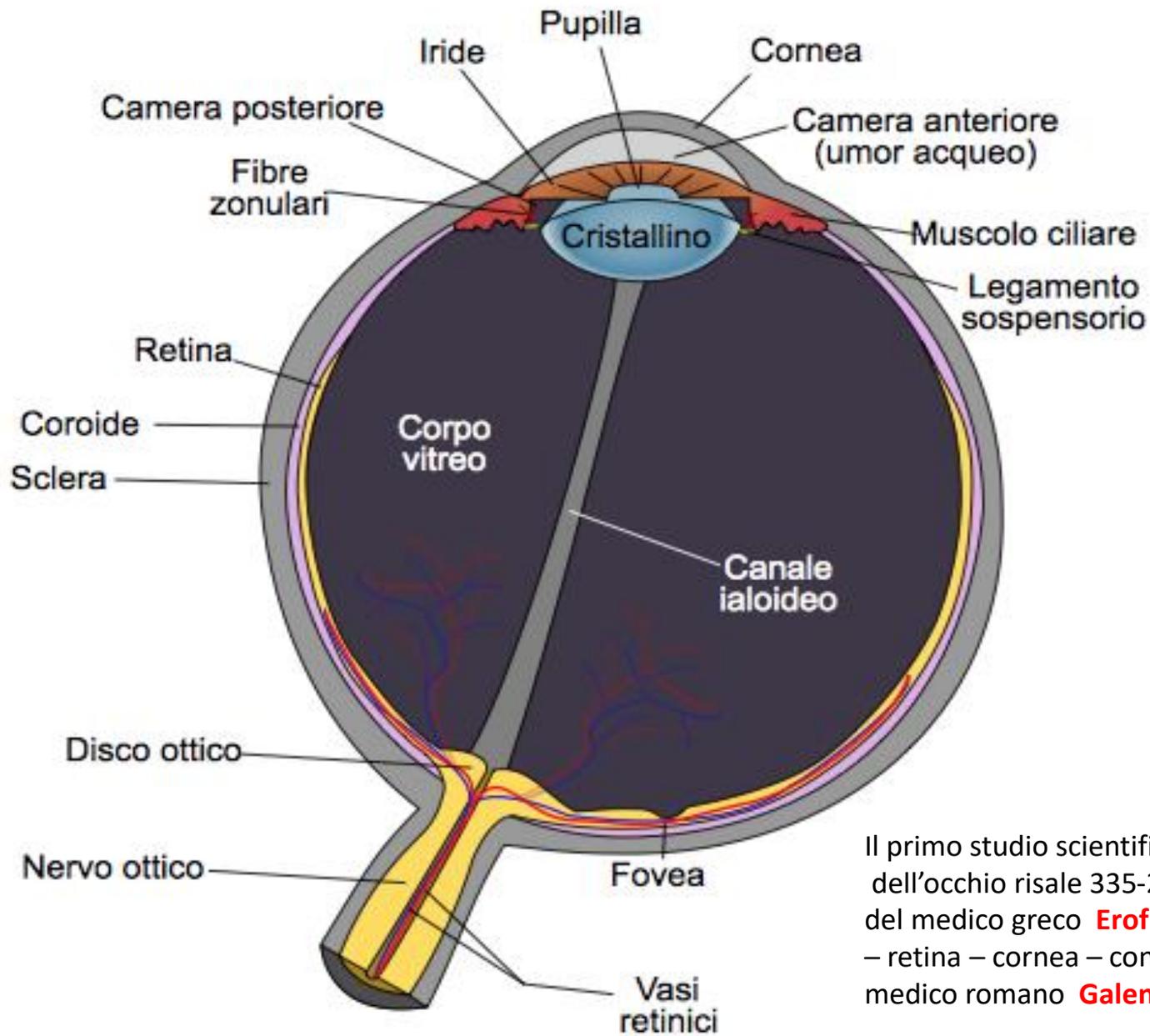




Do Re Mi Fa Sol La Si Do Re Mi Fa Sol La Si Do Re Mi Fa Sol La Si



tre mesi prima di nascere l'occhio vede



sclera
uvea
retina

Il primo studio scientifico sull'anatomia dell'occhio risale 335-280 a.C. ad opera del medico greco **Erofilo** – retina – cornea – congiuntiva medico romano **Galeno**

sclera bianca nell'uomo (collagene)
pigmentata negli animali

sclera
uvea
retina

Uvea – a grappolo di uva

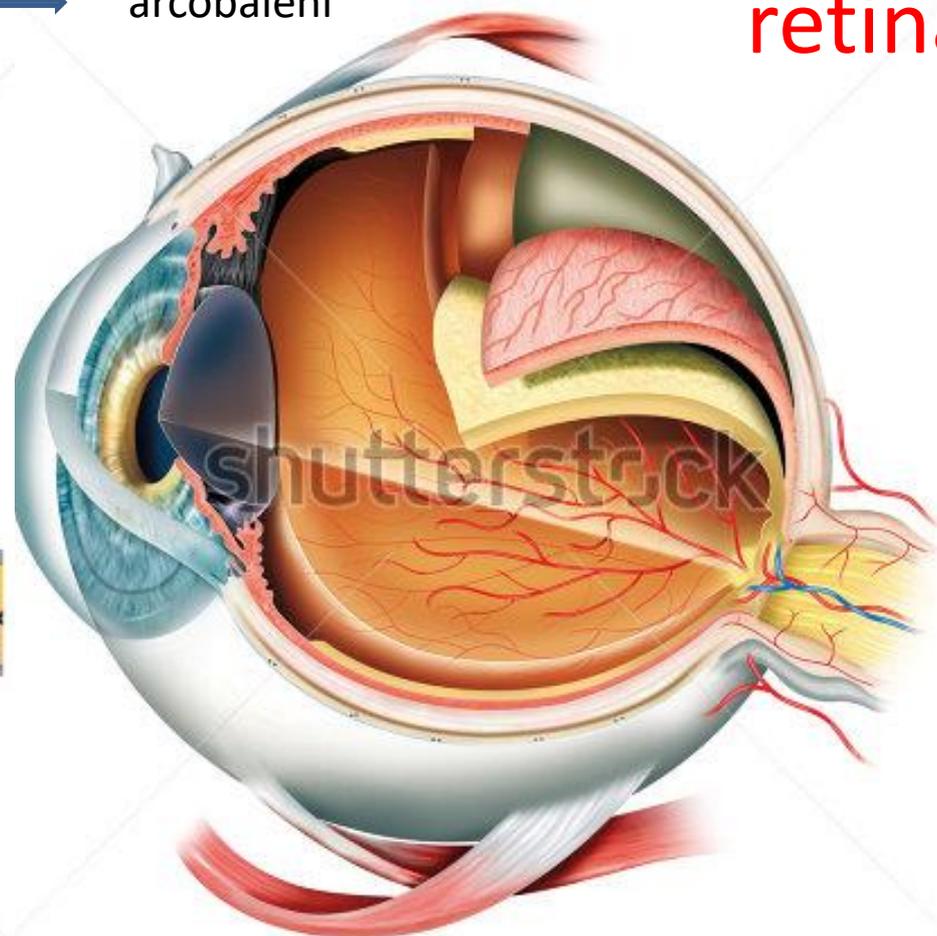
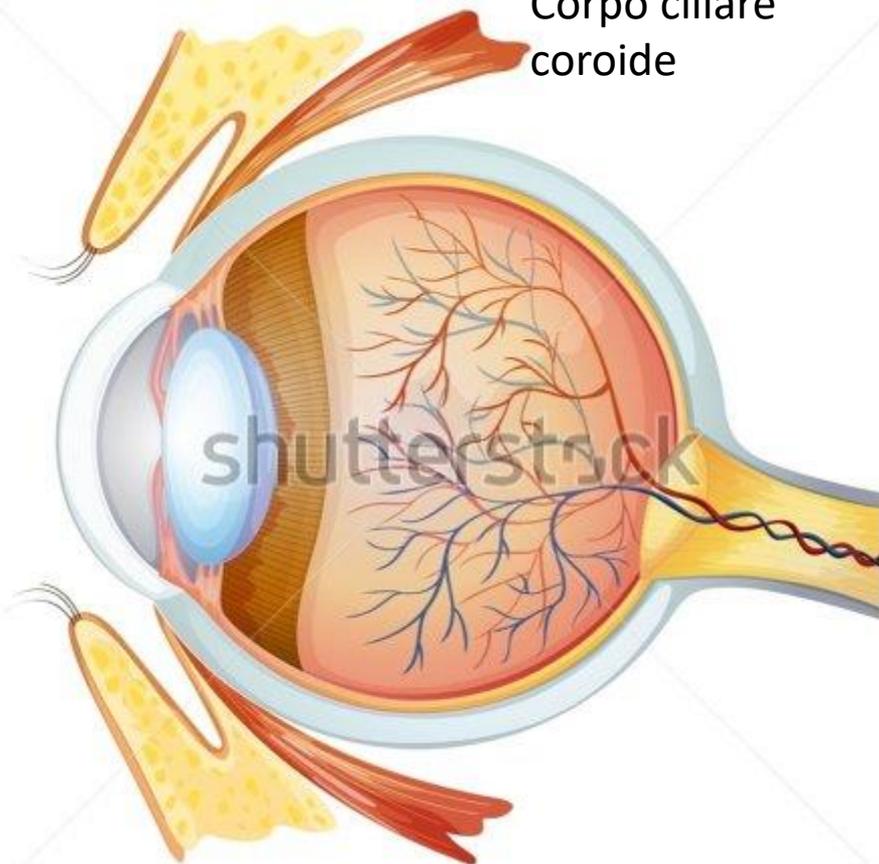
Iride

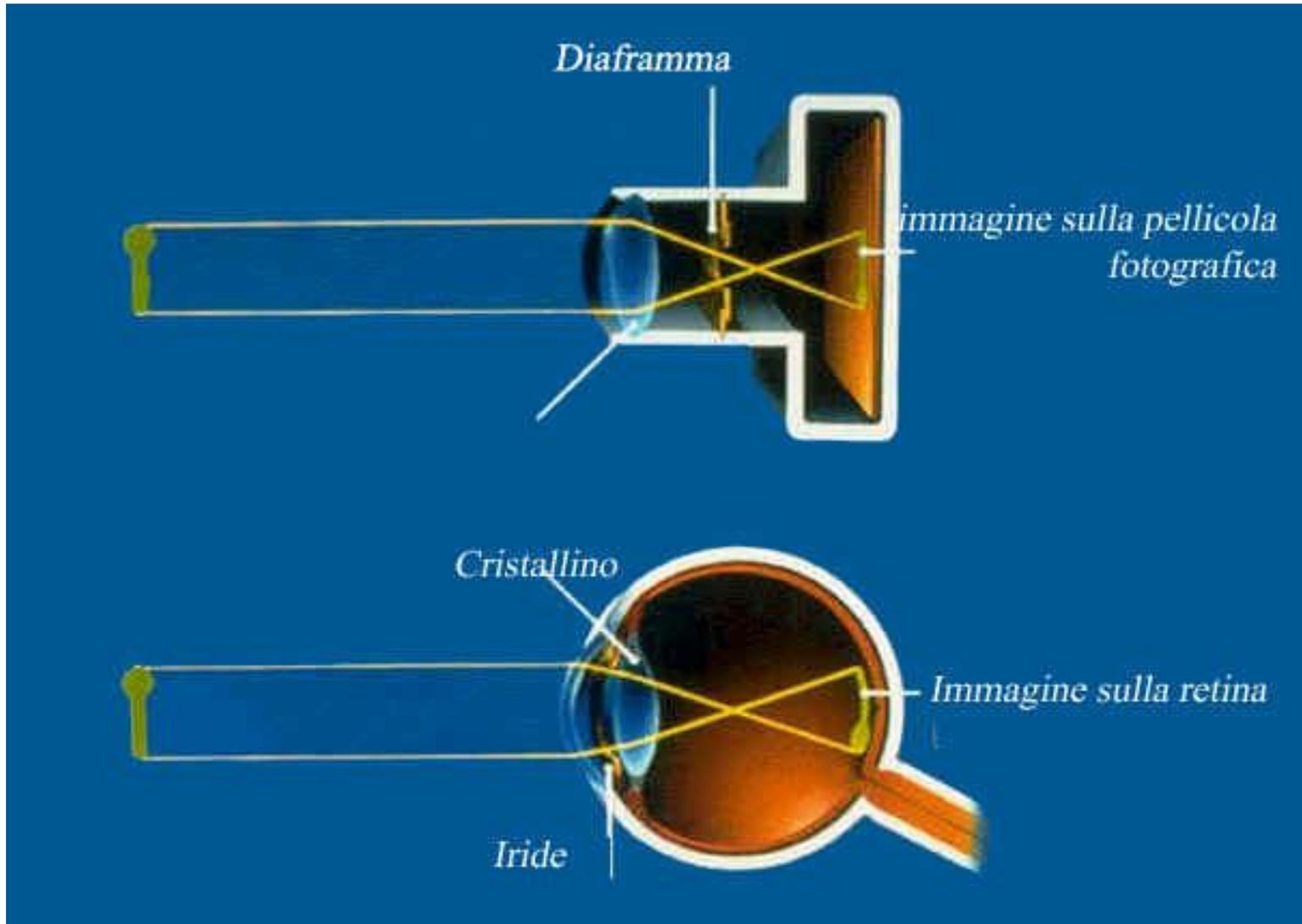


arcobaleni

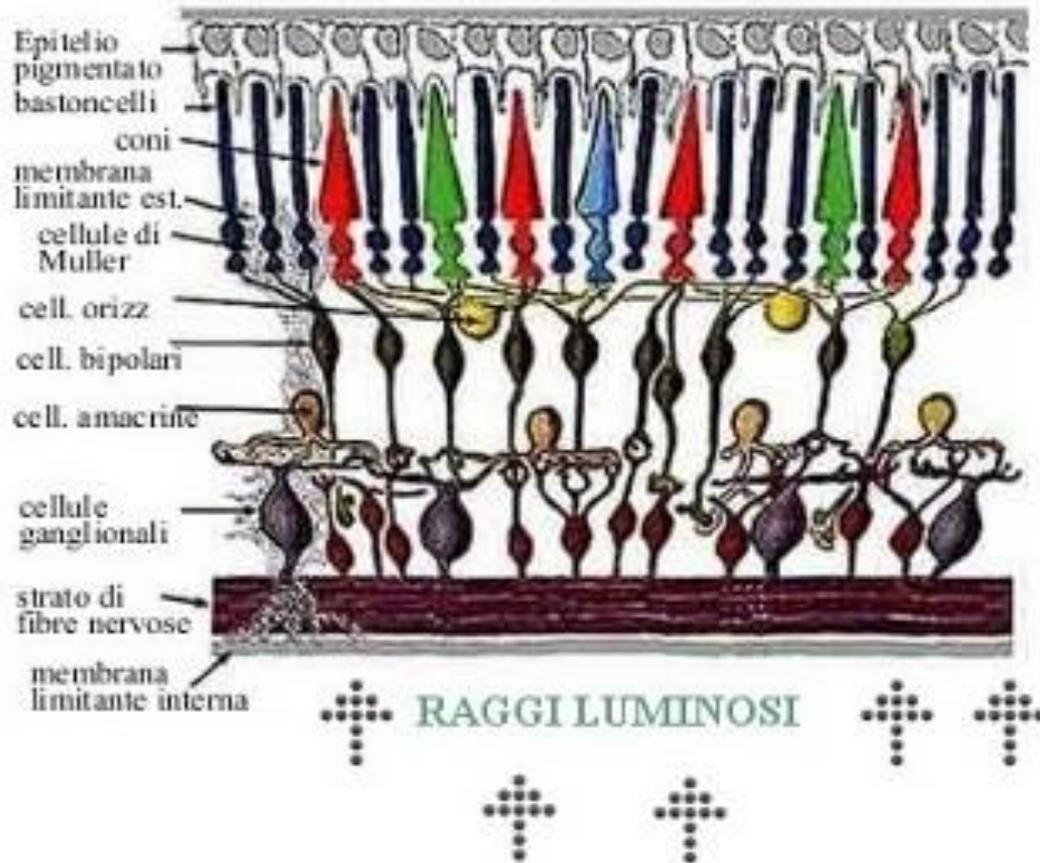
Corpo ciliare

coroide





STRUTTURA DELLA RETINA



bastoncello

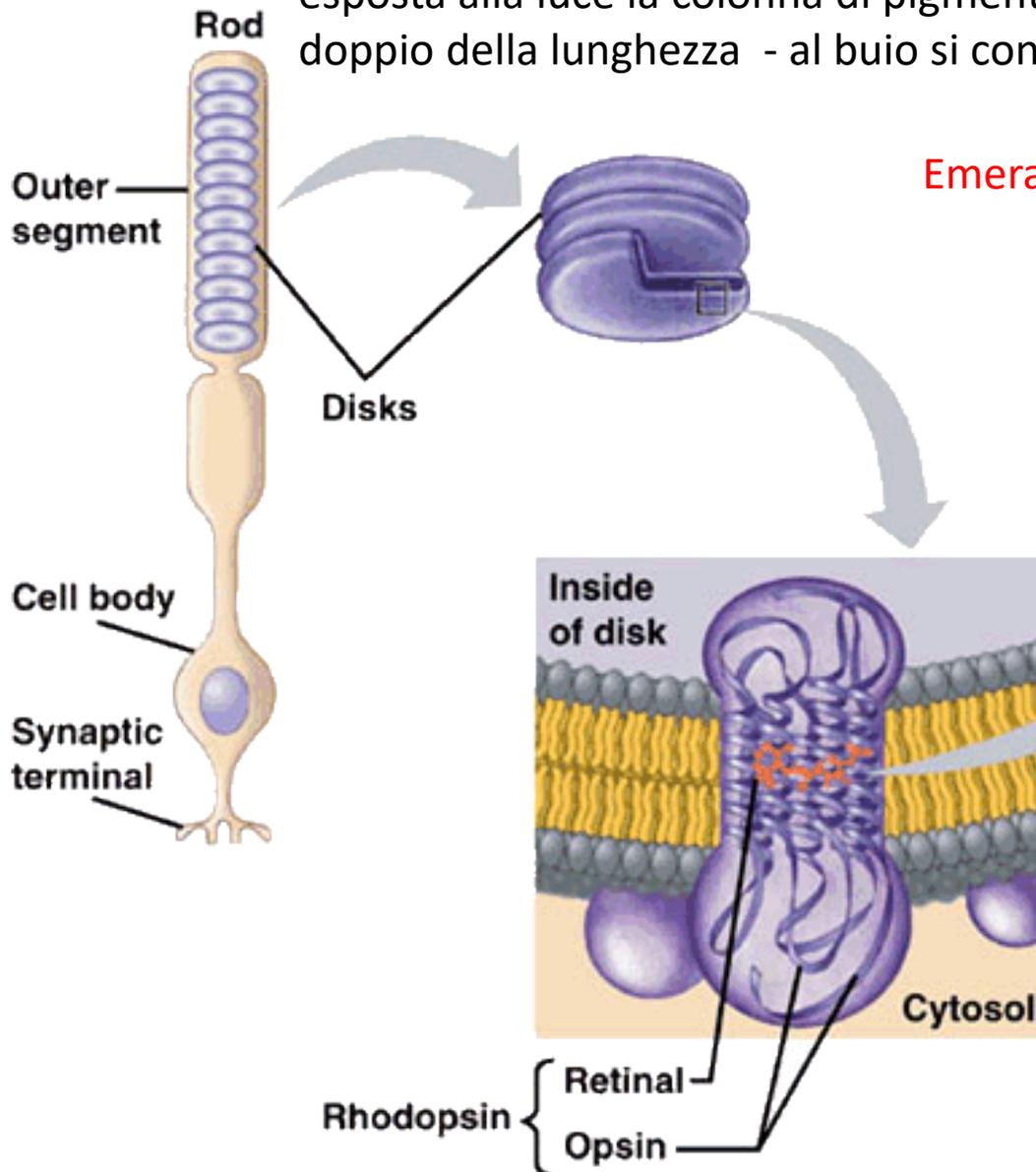


cono
m nicoletti

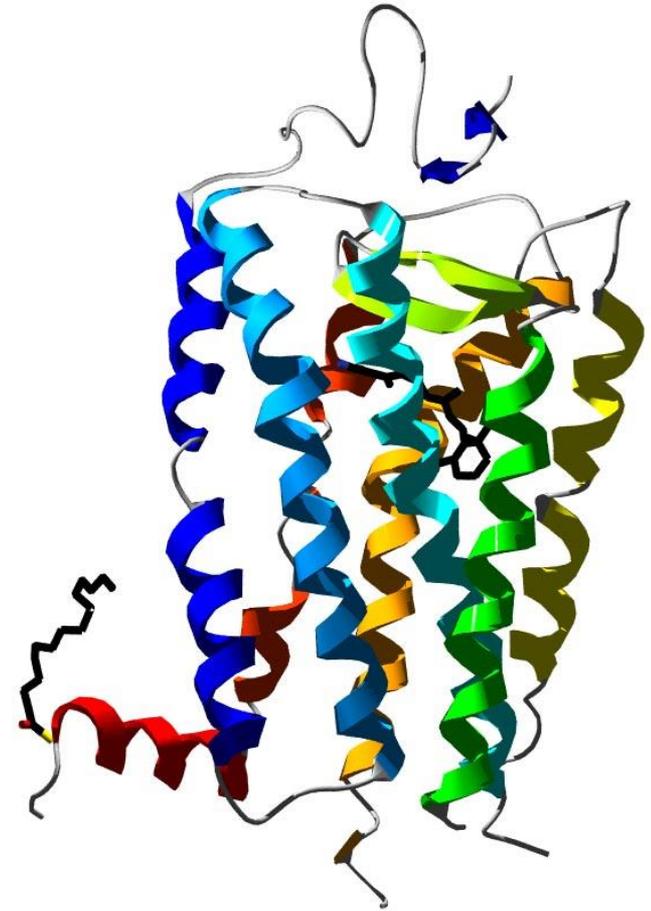
sogni dal 6° mese fase REM O2 nutre la retina
luce stimola lo sviluppo della retina

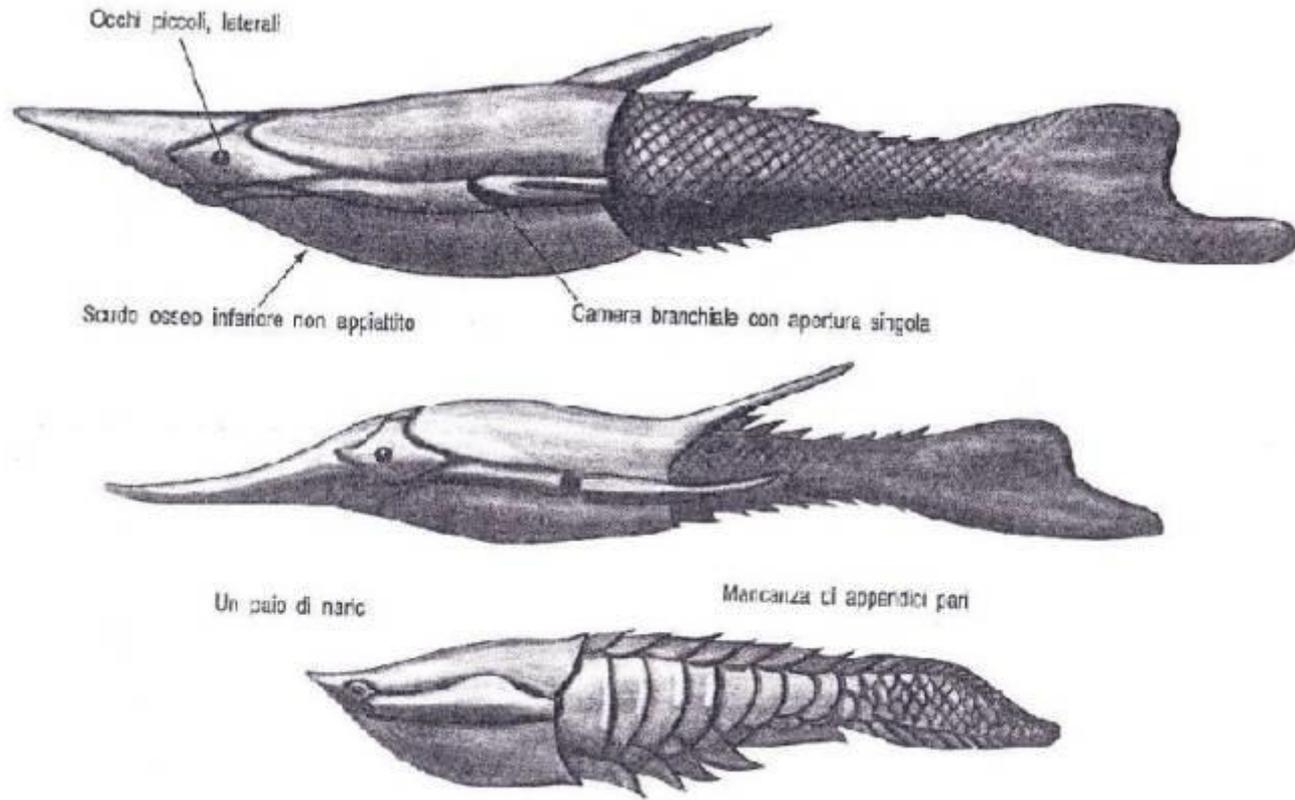
reazione chimica alla luce:

esposta alla luce la colonna di pigmento si espande come una molla fino al doppio della lunghezza - al buio si contrae tornando all'origine --



Emeralopia: carenza vit A – cecità notturna





Agnati – pesci vertebrati ancestrali con scheletro in cartilagine senza mascella vissuti nel periodo devoniano - 400 milioni di anni fa – si nutrivano di plancton – presentavano occhi con coni e bastoncelli

La vista appartiene ad una **comunità di sensi** - non è un senso unico e privilegiato ma una precisa manifestazione di una tendenza comune a tutti gli esseri viventi (vegetali e animali) di controllare la luce

occhi sestanti, occhi **telemetri** e occhi che riconoscono solo il **movimento**

la comunità dei sensi



Vista sgranata e inquadrano in volo il cibo – la **vespa** non percepisce il movimento relativo per la vespa è tutto fermo – se ti muovi la confondi –

Il **coniglio** percepisce il movimento (difesa dai predatori) – ha predominanza di bastoncelli

Il **rospo** percepisce il ovimento





Uccelli nativi Hawaii
non percepiscono il movimento



Mitilo non ha occhi ma gestisce la luce come un rilevatore di movimento



Gli occhi devono la loro esistenza alla luce:

1)- vedere e toccare

2) - gestire la luce : come occhi diversi gestiscono la luce ???? tutti gli occhi in qualche modo gestiscono la luce e la luce ubbidisce ovunque alle stesse leggi

3) - l'occhio in movimento

4) - il problema della consapevolezza

vedere e toccare



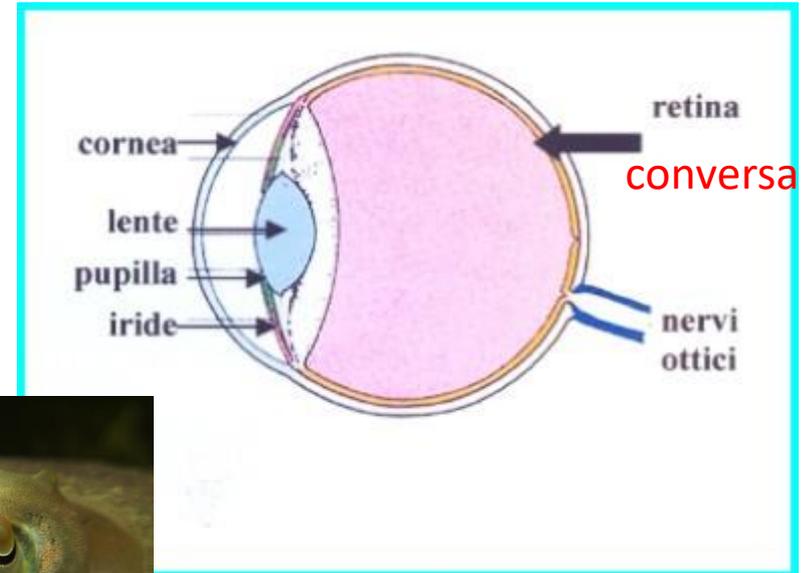
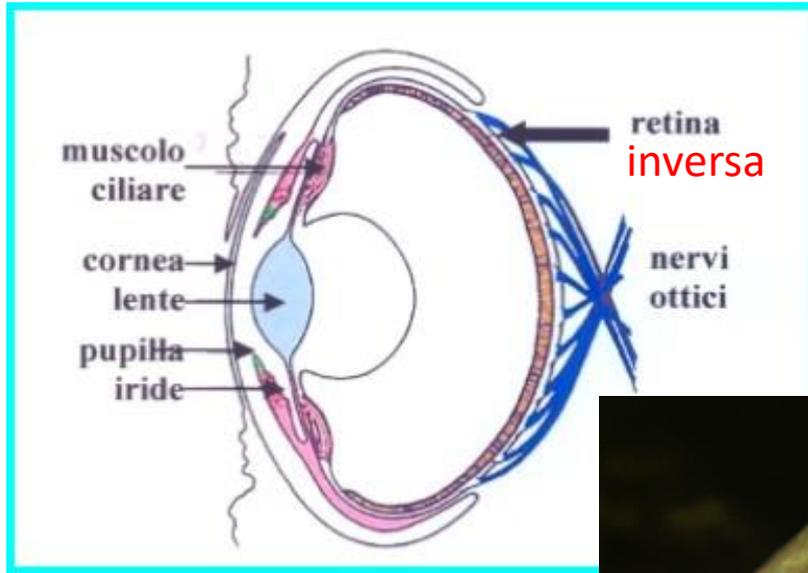
convergenza evolutiva

anche se non imparentati l'occhio di un vertebrato e quello di un cefalopode hanno acquisito molte strutture simili



vedere e toccare

Occhio dei cefalopodi e dei mammiferi



nelle **seppie**, **calamari** e **polpi**, l'occhio presenta una struttura complessa, simile a quella dei vertebrati; come si può capire dallo schema, è presente una pupilla, un iride, una lente (simile al cristallino) che ha la funzione di mettere a fuoco gli oggetti, una retina rivolta verso la luce, contrariamente a quanto accade nell'occhio dei vertebrati, in cui, come si vede dallo schema, le cellule fotosensibili (coni e bastoncelli) sono rivolte il più lontano possibile dalla sorgente luminosa. I due tipi di occhi, funzionalmente assai simili, sono analoghi, non omologhi.

L'evoluzione si è sbizzarrita nel trovare una grande varietà di forme per consentire agli animali di vedere

vedere e toccare



Condylura cristata vede attraverso il tatto (25.000 tattori in 22 dita):

ha un numero di fibre 5 volte maggiore rispetto alla mano di un uomo

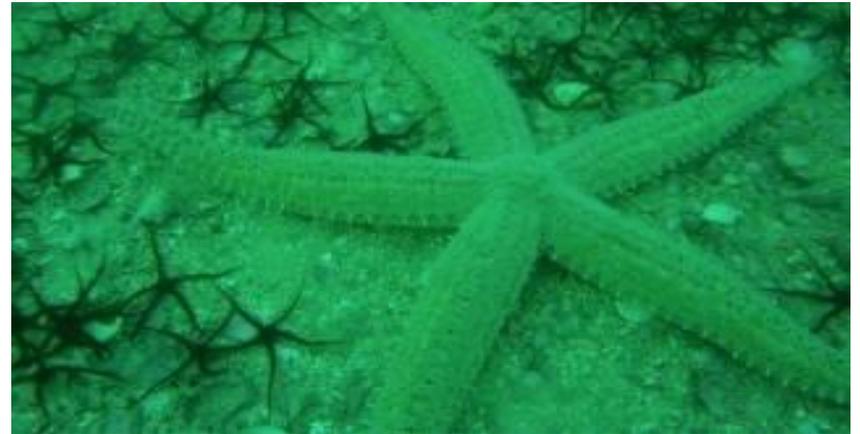
la distribuzione delle terminazioni nervose assomiglia alla retina di un mammifero

gestire la luce

Quanti tipi di occhi esistono? Ci sono occhi singoli, occhi composti come quelli degli insetti e dei crostacei, oppure occhi molto semplici che sono privi del cristallino anche più rudimentale

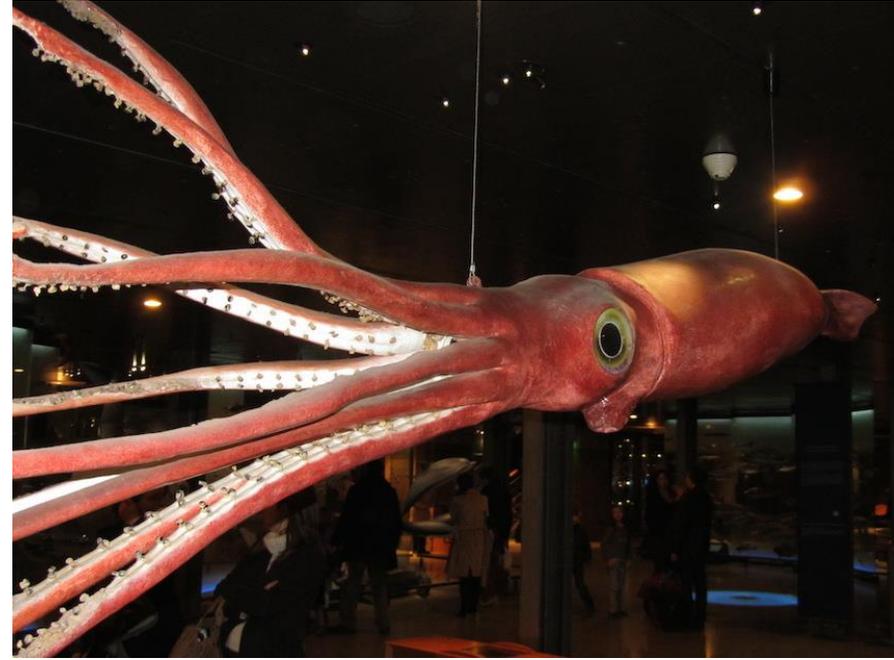


Copilia – piccolo crostaceo con retina mobili



Stella di mare (Ophiocoma wendtii)
con tanti piccoli ocelli collegati da fasci
di nervi sotto l'epidermide

gestire la luce Calamari giganti - predatori – occhi grandi



Diametro occhi di cm 40

tentacoli metri 10.5

gestire la luce

Gli occhi si nutrono di luce



Rapida risposta costrittiva della pupilla



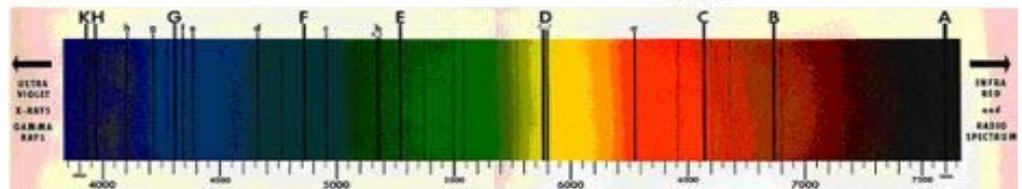
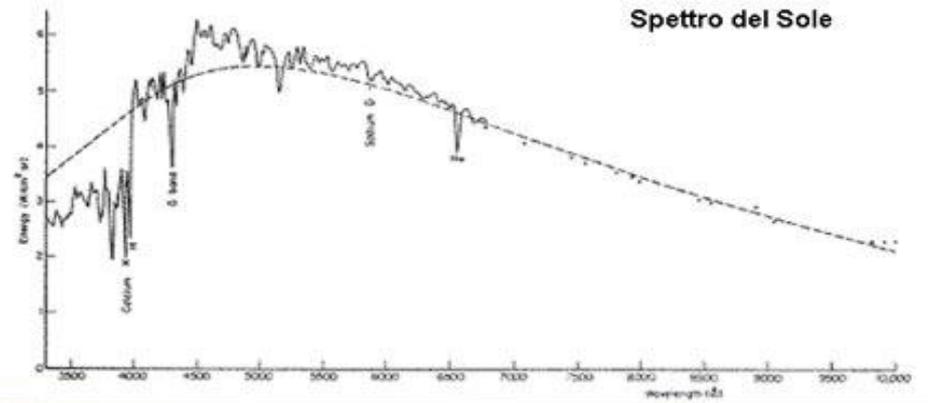
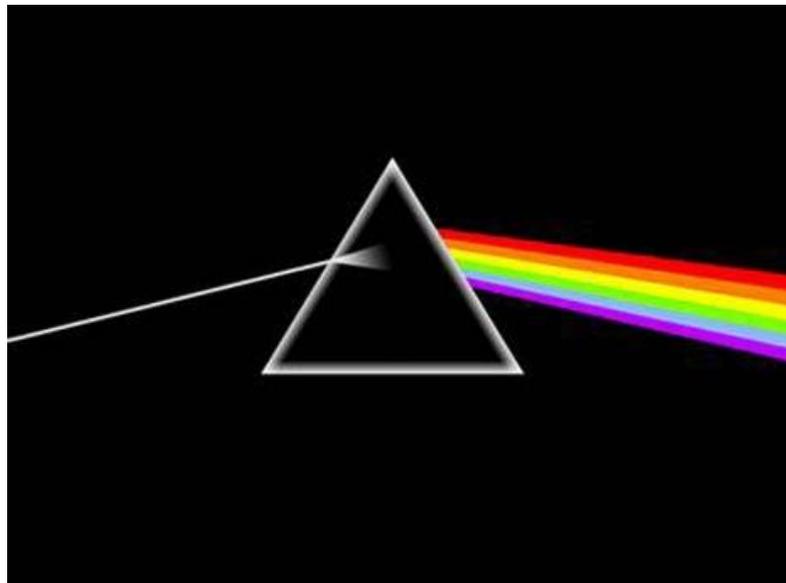
4 volte

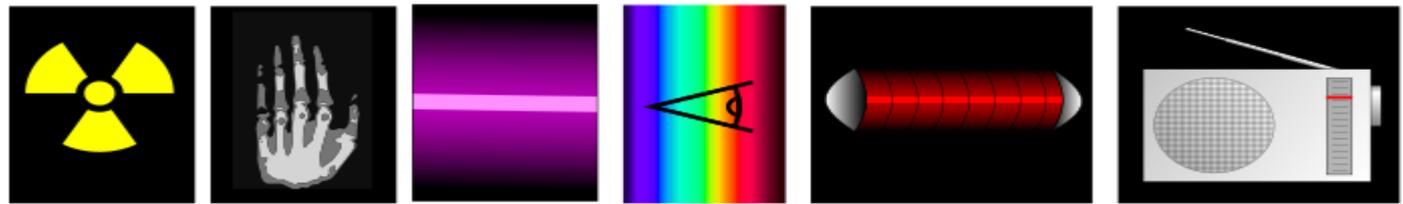


Gechi - rettili

m nicoletti

La luce è un'onda





0.01nm

1nm

100nm

1 μ m

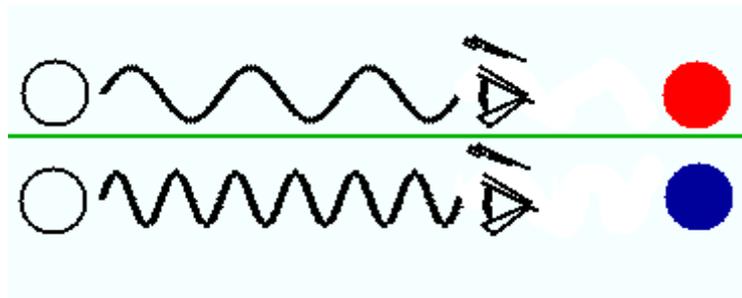
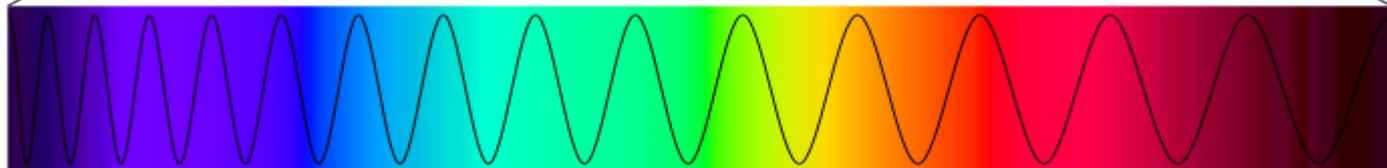
1cm

1m

1km

400nm

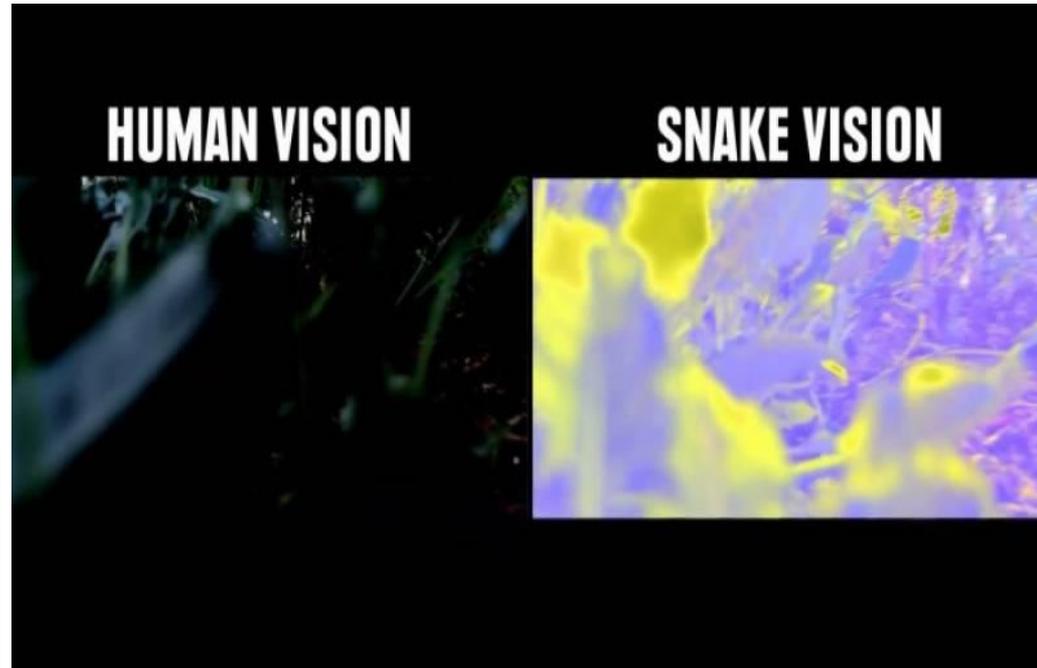
700nm



gestire la luce



I serpenti hanno fossette sensibili agli infrarossi per Individuare le prede



gestire la luce

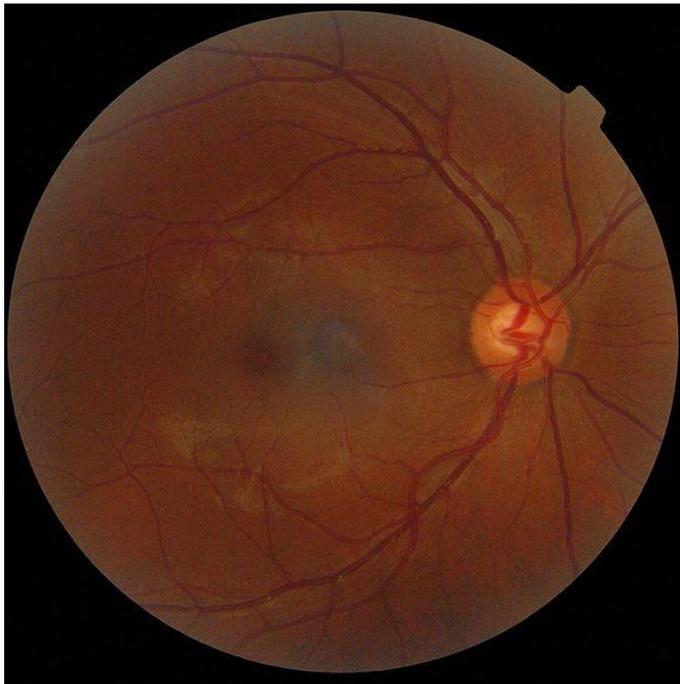


Insetti, uccelli, pesci, topi percepiscono lunghezze d'onda più corte rispetto l'uomo fino **ultravioletto**

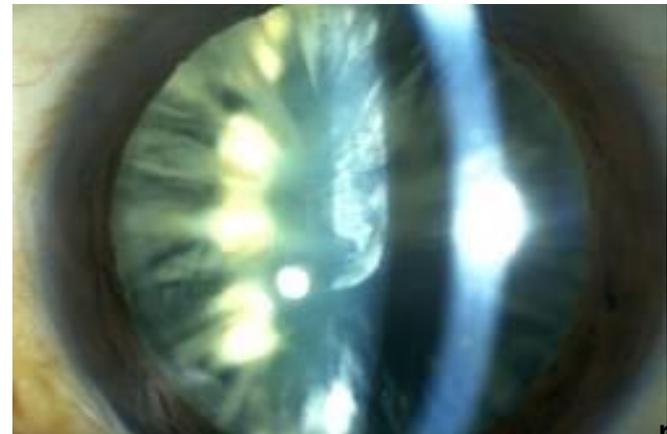
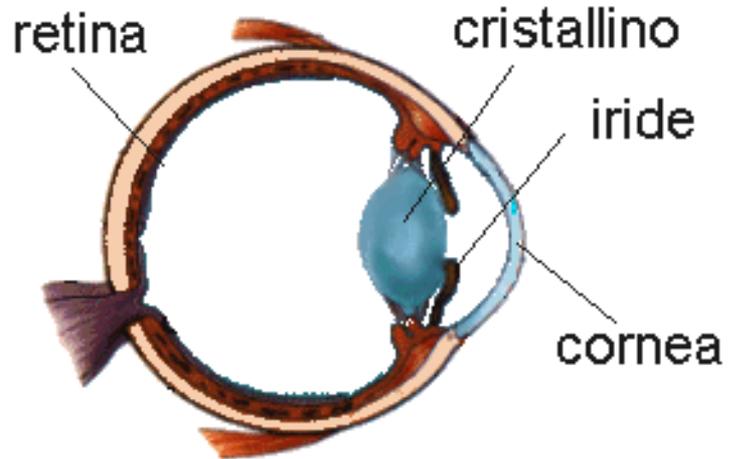


gestire la luce

Nessun animale di grandi dimensioni può vedere la luce ultravioletta – è tossica -



pigmento maculare giallo che assorbe la luce



gestire la luce



L'acqua assorbe la luce solare privandola delle sue lunghezze d'onda via via che la profondità aumenta – i colori dei pesci sono utili per mimetizzarsi –

I colori **rossi arancioni e gialli** svaniscono dalla nostra capacità di percezione a circa 10m di profondità

gestire la luce

Mantide religiosa: quando caccia ruota il capo per capire la distanza della sua preda



Tutto il regno animale utilizza la metodica del **parallasse** : ruotare il capo da una parte all'altra è il sistema per avere informazioni sulla distanza relativa – non hanno la stereopsi -

occhio in movimento

Gli animali sono più **interessati al movimento** che alla sostanza degli oggetti – può trattarsi di cibo, minaccia o partner. I primi occhi si sono evoluti non per riconoscere gli oggetti ma per rilevare il movimento.

L'uomo è un **raccoglitore** è quindi interessato a quello che le cose sono.

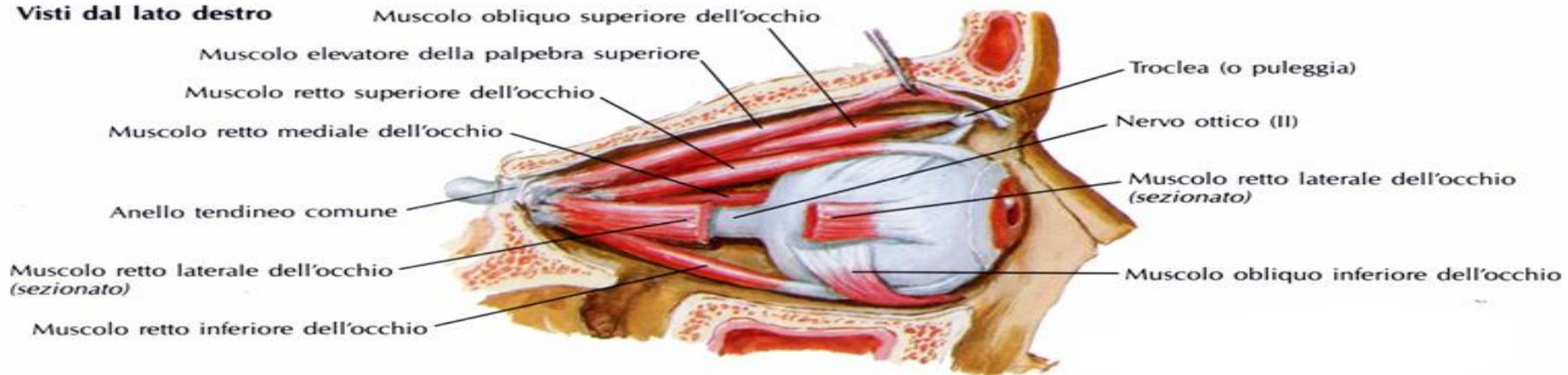
Ma in prima istanza anche i nostri occhi sono sintonizzati sul movimento: **saccade** –
L'occhio esiste per individuare il movimento.

Qualsiasi immagine perfettamente fissa sulla retina svanisce. I nostri occhi non possono vedere gli oggetti stazionari e devono oscillare continuamente per renderli visibili.

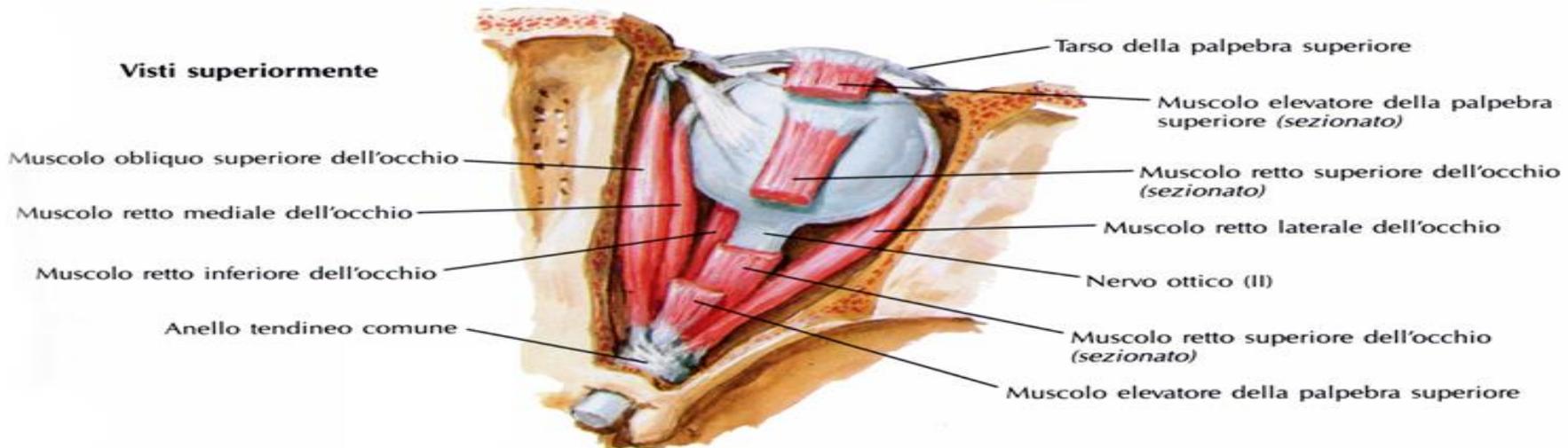
Seguire in modo fluido l'oggetto e poi compiere movimenti saccadici per fissarlo

I movimenti del capo di un uccello, e anche i movimenti del corpo di un insetto, equivalgono esattamente ai movimenti dei nostri occhi. Uccelli e mosche si basano sulle stesse strategie fondamentali che adottiamo noi, cioè seguire in modo fluido l'oggetto e poi compiere movimenti saccadici per fissarlo. Queste strategie sembrano comuni in tutto il mondo animale.

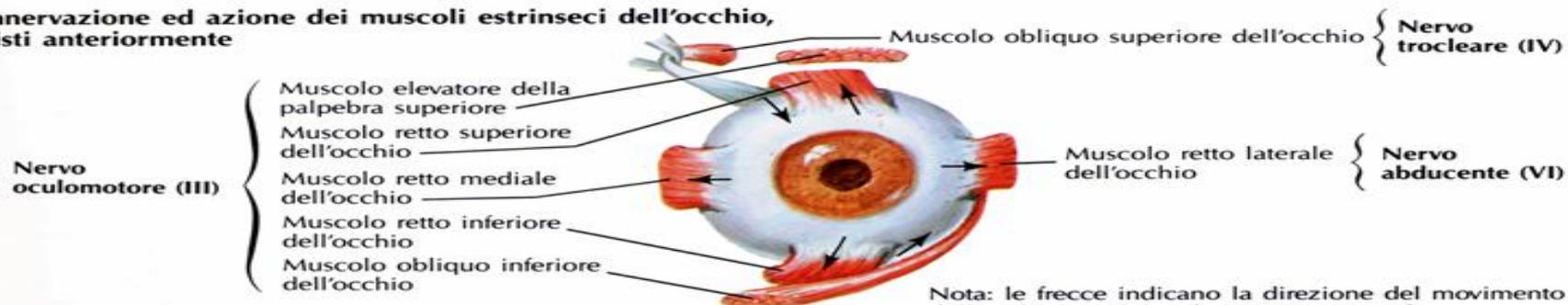
Visti dal lato destro



Visti superiormente



Innervazione ed azione dei muscoli estrinseci dell'occhio, visti anteriormente



Nota: le frecce indicano la direzione del movimento dell'occhio prodotto da ciascun muscolo

occhio in movimento



ragni a **otto occhi** appartenenti alla famiglia Salticidae. La ricerca rivela che questi ragni posseggono una capacità visiva di 360 gradi e possono essere affascinati dalle immagini video di esseri umani e della natura. In particolare, lo studio ha rivelato che i ragni saltellanti appaiono più socievoli e ben disposti a interagire con l'uomo se percepiscono che non costituisce una minaccia.

Il problema della consapevolezza



Piccolo crostaceo copepode – **Pontella** –
ha tre cristallini che proiettano la luce con
molta precisione su 6 fotorecettori
“Come dire che un antifurto vede”

Il nostro cervello destro ha più sviluppate
capacità visive e intuitive –
il cervello sinistro capacità verbali e analitiche



Gambusia holbrooki

tende a localizzare i probabili partner con l'occhio
sinistro e i possibili predatori con l'occhio destro

Il problema della consapevolezza



chironex fleckeri: il suo veleno puo uccidere in meno di 5 minuti ha 8 occhi simili a macchine fotografiche come i nostri, 8 occhi a fessura e 8 occhi incavati e privi di cristallino – questi occhi non sono connessi a un cervello ma a un semplice circuito nervoso – è l'unica medusa che nuota con agilità si accoppia e sembra che sia in grado di pensare -

In 538 milioni di anni di selezione naturale la **vista** si è evoluta da una semplice cellula fotorecettiva, attraverso numerose variazioni generando numerosi modi di vedere per giungere alla fine a diventare il **senso dominante** della specie dominante del pianeta