



# Sommario

---

- ▶ L'uomo elaboratore di informazione
- ▶ Il meccanismo della percezione
- ▶ L'udito
- ▶ La vista
- ▶ Gli altri sensi



# Lo stimolo uditivo

---

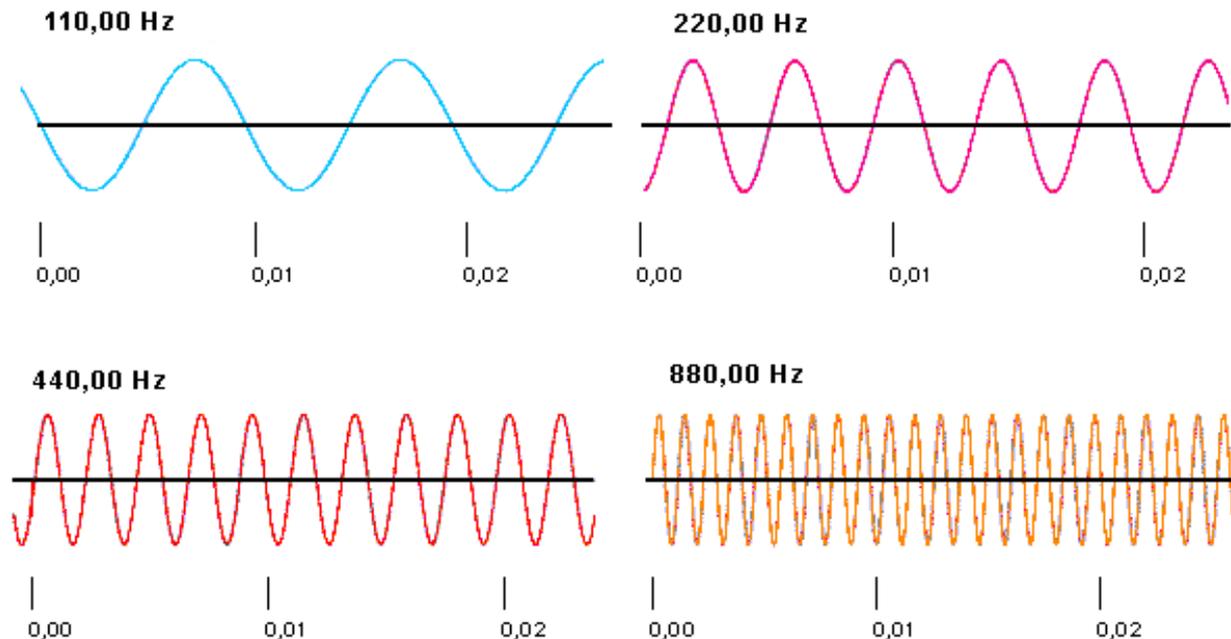
- ▶ Il suono è prodotto dalle vibrazioni di un mezzo elastico (aria, legno, ...)
- ▶ Le onde sonore possono essere descritte in termini di frequenza ed ampiezza
- ▶ La maggior parte dei suoni è il risultato della sovrapposizione di un numero infinito di onde con frequenza e ampiezza variabili



# La frequenza

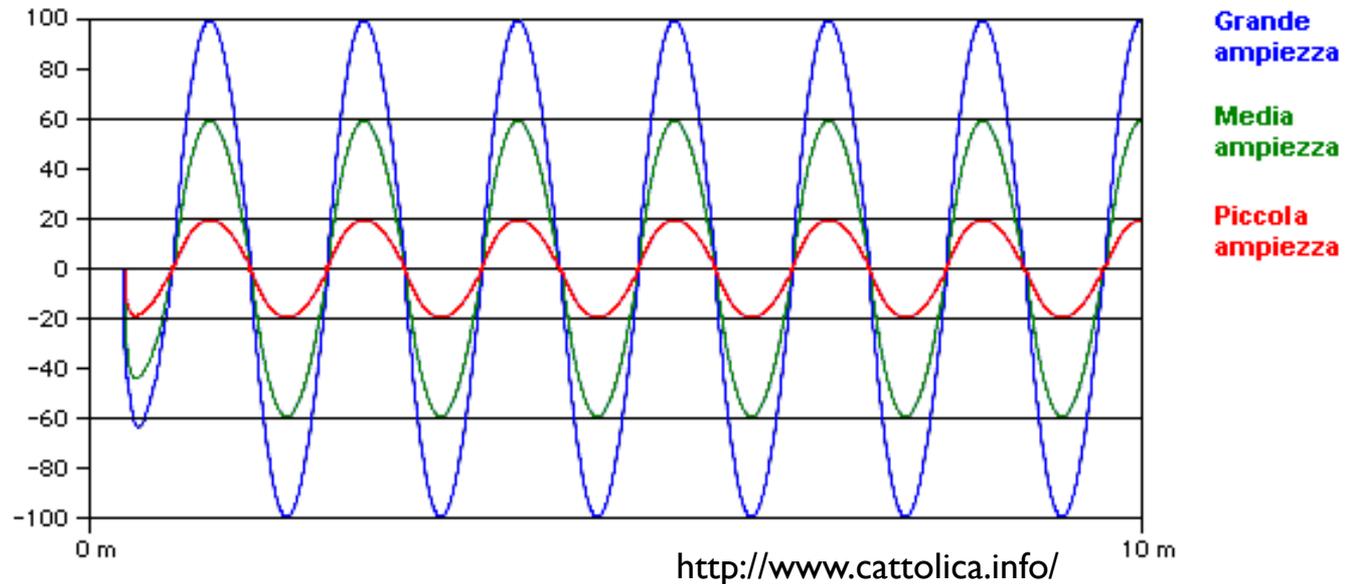
- ▶ Un suono puro è costituito da un'onda sinusoidale di frequenza costante
- ▶ Si misura in hertz (Hz), dove 1 Hz caratterizza un “evento” che occorre una volta in un secondo

<http://www.cattolica.info/>



# L'ampiezza

- ▶ Definisce la variazione massima della pressione dell'aria

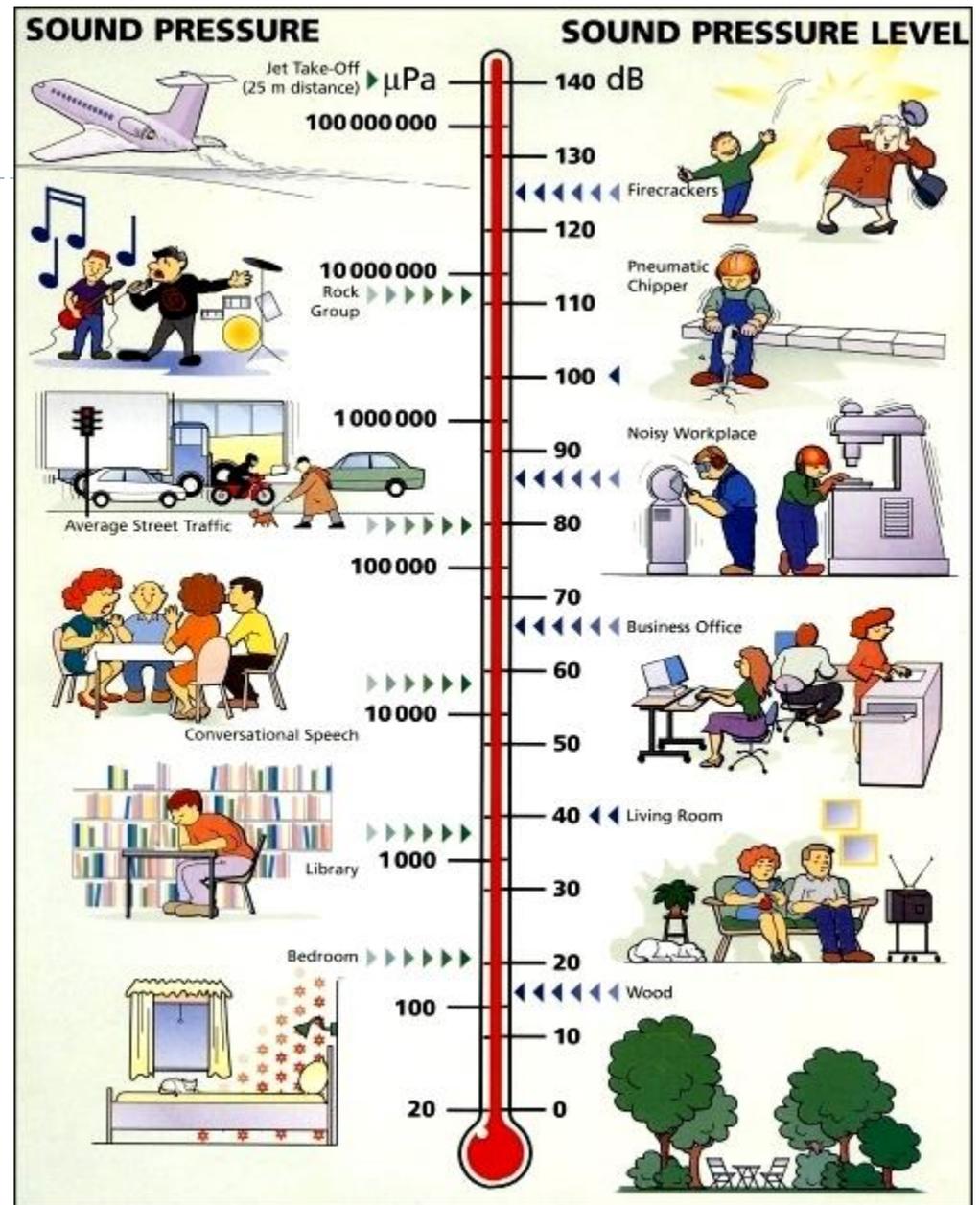


- ▶ Si misura in Pascal ( $\text{N}/\text{m}^2$ )
- ▶ Più spesso si fa riferimento all'ampiezza di un suono in rapporto alla soglia uditiva dell'orecchio ( $20 \mu\text{p}$ )
- ▶ Tale rapporto si esprime in decibel (dB)

# Livelli audio (decibel)

- ▶ Scala logaritmica
- ▶ Soglia di udibilità: 0 dB
- ▶ Soglia del dolore: 120 dB

<http://apritisangia.splinder.com/>

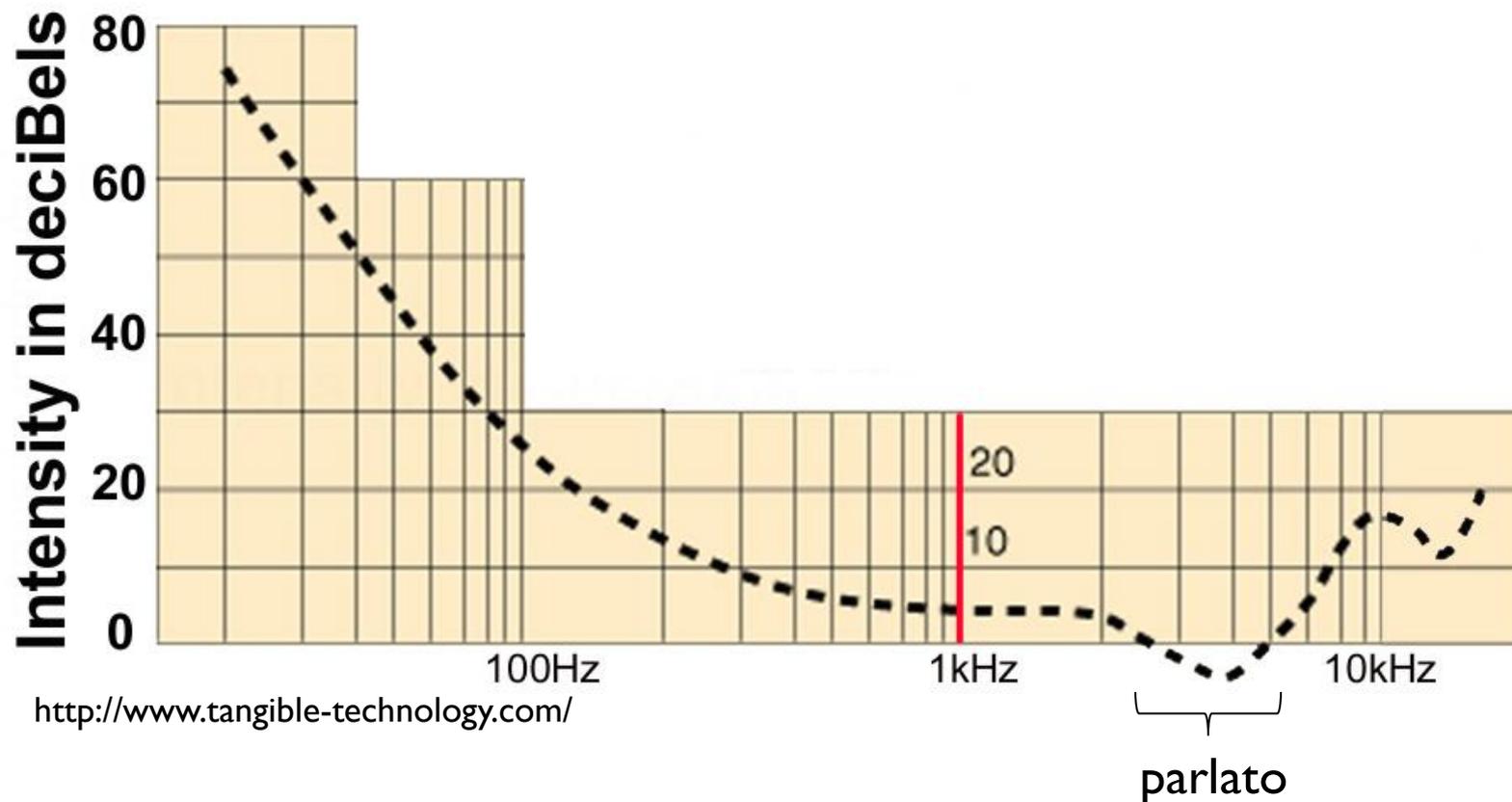


# La sensibilità dell'orecchio

---

- ▶ L'orecchio umano è sensibile a frequenze comprese fra 20 e 20000Hz
- ▶ La massima sensibilità è per frequenze comprese fra 2000 e 5000 Hz
- ▶ In realtà la facoltà dell'orecchio umano di distinguere i diversi suoni dipende
  - ▶ Dalla frequenza
  - ▶ Dall'ampiezza
  - ▶ Dall'età (la sensibilità alle alte frequenze diminuisce con gli anni)
  - ▶ Dai suoni uditi precedentemente (fenomeni di mascheramento, bande critiche)
- ▶ Curiosità: la codifica MP3 dell'audio si basa proprio su modelli di psicoacustica

# La soglia di udibilità



# Le variabili psicofisiche

---

## ▶ Tonalità

- ▶ Attributo del suono che permette di collocarlo all'interno della scala musicale (da basso ad alto)
- ▶ In prima approssimazione è proporzionale al logaritmo della frequenza

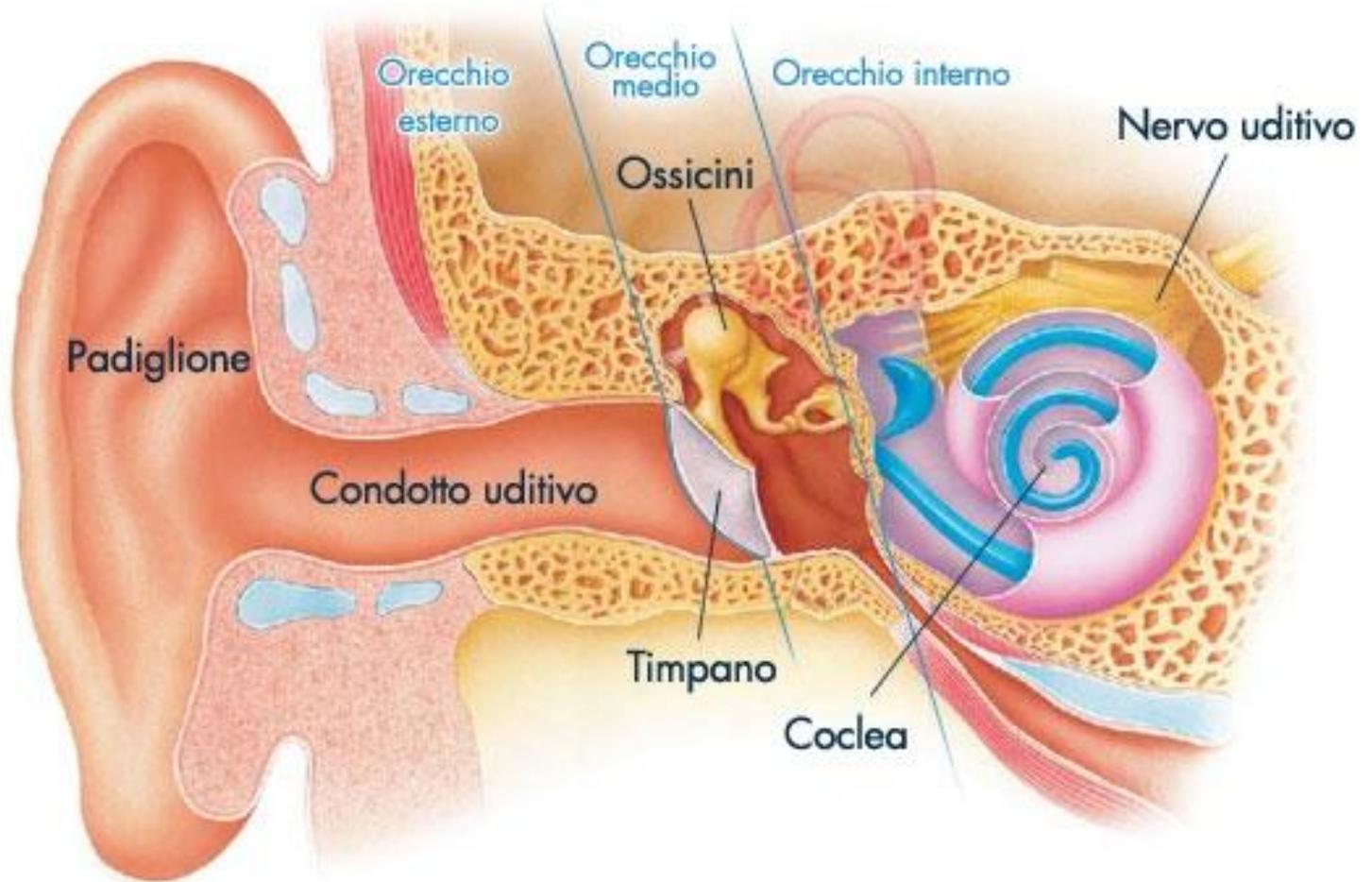
## ▶ Sensazione sonora

- ▶ Attributo del suono che permette di collocarlo all'interno di una scala da debole a intenso
- ▶ Cresce con l'intensità del suono, ma è influenzata anche dal contenuto spettrale

## ▶ Timbro

- ▶ Attributo del suono che permette di distinguere due suoni che hanno lo stesso tono e sensazione sonora
- ▶ Permette di identificare gli strumenti musicali

# L'orecchio



<http://www.audika.it/>

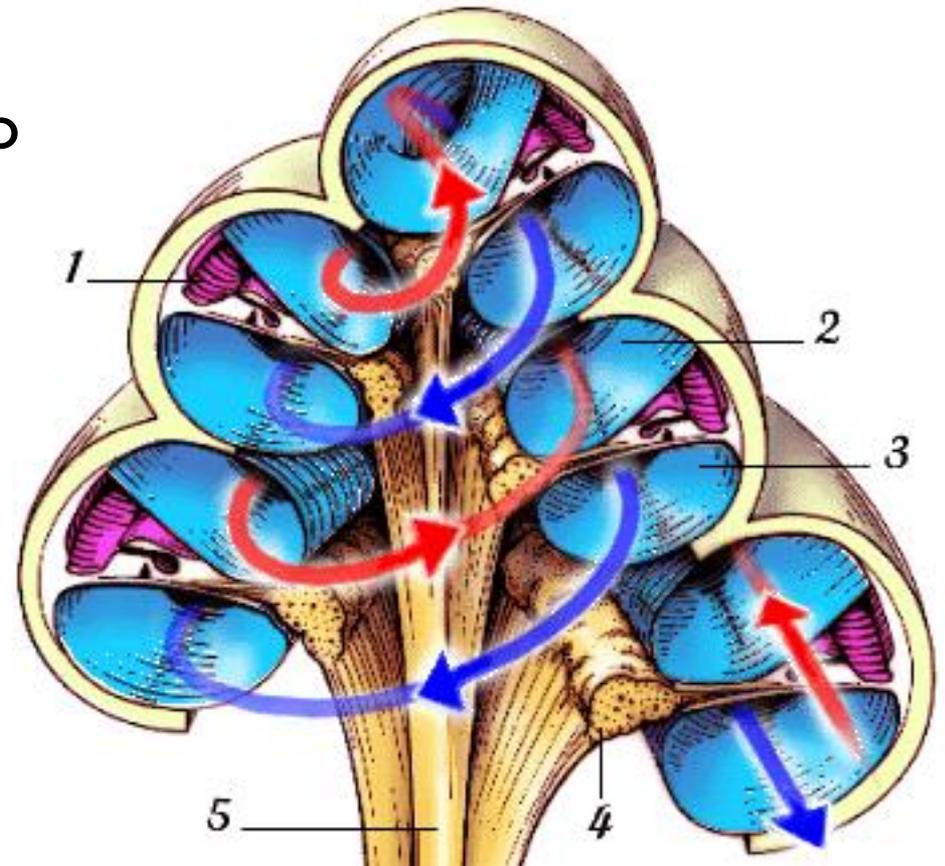
# L'orecchio

---

- ▶ L'orecchio esterno raccoglie le onde sonore e funzionando come un imbuto le convoglia in uno stretto tubo, il condotto uditivo esterno, che va all'interno dell'orecchio
- ▶ Alla fine del condotto uditivo esterno c'è la membrana del timpano
- ▶ Il timpano è una membrana sottile che vibra quando viene colpita dalle onde sonore
- ▶ Il timpano è collegato ad una serie di tre ossicini, martello, incudine e staffa, che si trovano all'interno dell'orecchio medio
- ▶ La catena ossiculare trasmette le vibrazioni sonore in un piccolo organo all'orecchio interno detto coclea (o chiocciola), una struttura di circa 0.5cm per 1 cm che ha la forma del guscio della chiocciola
- ▶ L'orecchio interno contiene una soluzione salina che trasmette i cambiamenti di pressione all'interno della coclea
- ▶ Dentro la coclea si trovano le cellule ciliate che traducono le vibrazioni sonore in impulsi nervosi e li trasmettono al nervo acustico
- ▶ Il nervo acustico (ottavo nervo cranico) porta il messaggio sonoro fino al cervello, dove il suono viene interpretato

# La coclea

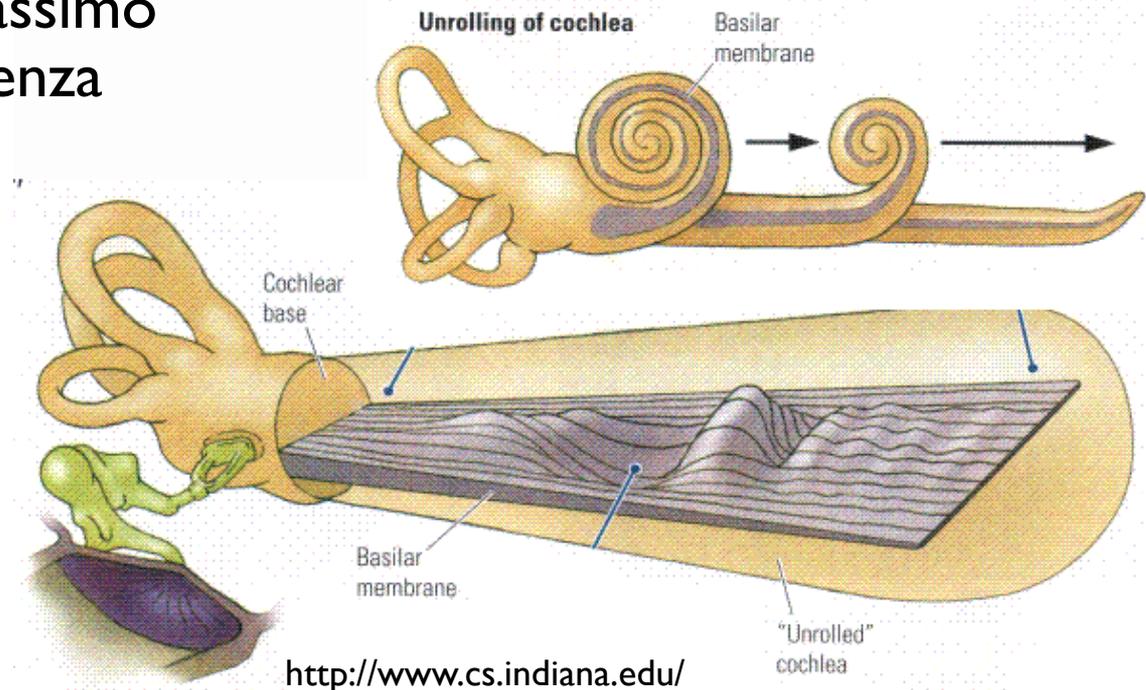
- ▶ Composta essenzialmente da una spirale ossea collegata ad un canale cocleare
- ▶ Compie 2 giri e 3/4 attorno al proprio asse che prende il nome di modiolo
- ▶ Il canale cocleare è diviso longitudinalmente da due membrane, la membrana basilare e la membrana vestibolare (o di Raissner)



<http://www.audioprotesisti.org/>

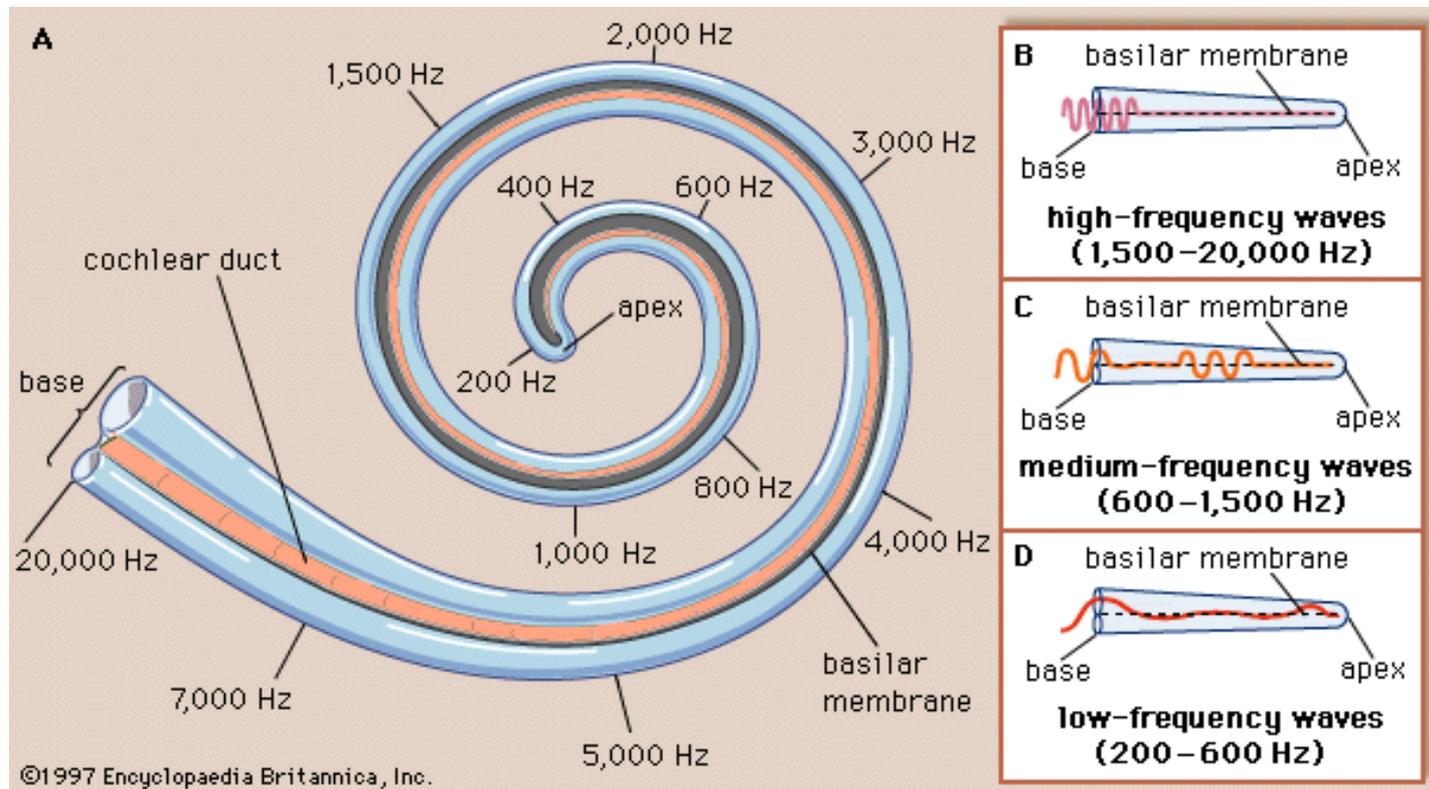
# La membrana basilare

- ▶ Ha dimensioni crescenti e rigidità decrescente (dalla finestra ovale all'apice)
- ▶ Reagisce alla pressione esercitata dall'onda sonora creando un'onda progressiva che si sposta dalla finestra ovale all'apice
- ▶ Lo spostamento massimo dipende dalla frequenza del suono
  - ▶ Alte frequenze: massimo vicino alla finestra ovale
  - ▶ Basse frequenze: massimo vicino all'apice



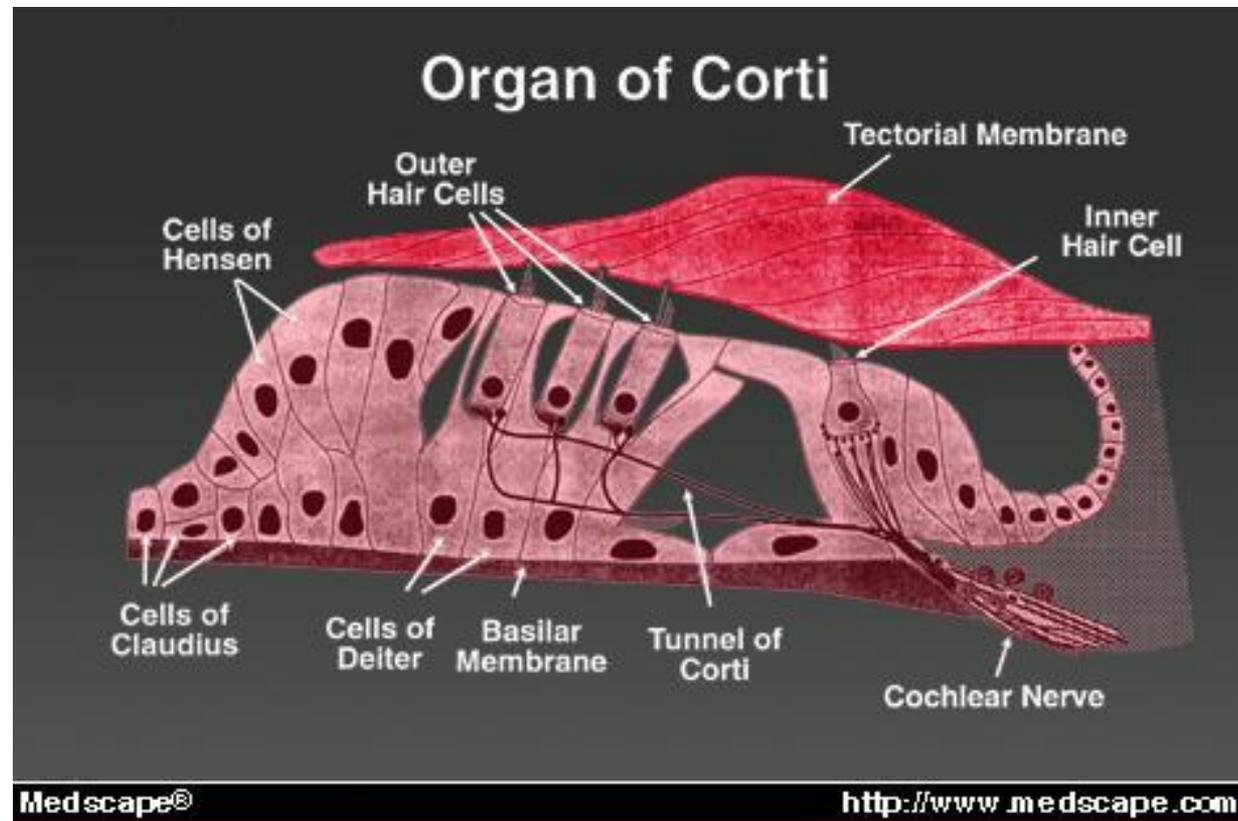
# L'organo del Corti

- ▶ Sulla membrana basilare è posto l'Organo del Corti, il vero organo neuro-sensoriale uditivo, responsabile della trasduzione dell'impulso cinetico in elettro-chimico



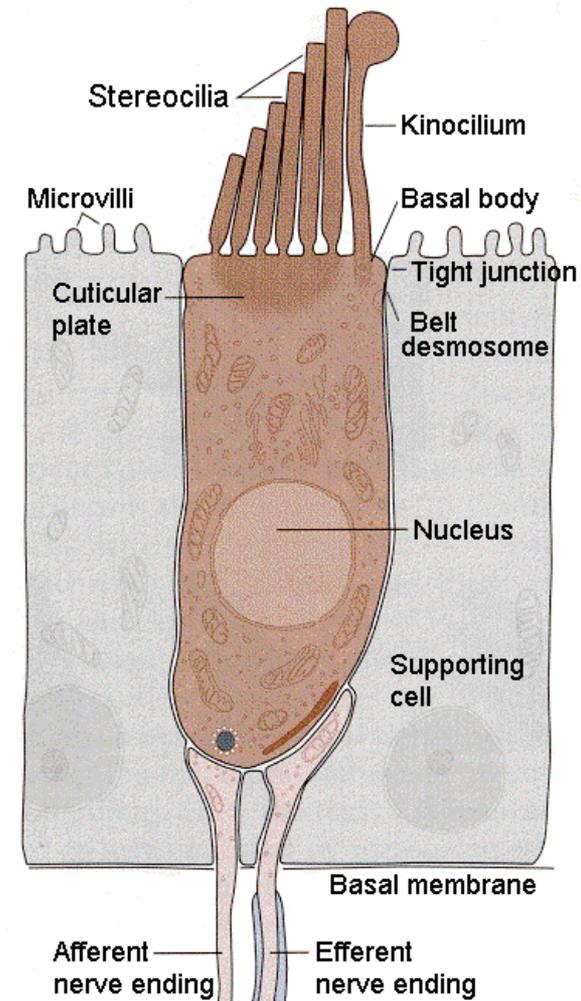
# L'organo del Corti

- ▶ Costituito da cellule di sostegno e da cellule sensitive acustiche che rappresentano i recettori uditivi, le cellule ciliate



# Le cellule ciliate

- ▶ Sono dotate di ciglia
- ▶ Si dividono in cellule ciliate esterne, circa 20.000, e cellule ciliate interne, circa 3-4.000)
- ▶ Sopra l'organo del Corti è posta la membrana tectoria che sovrasta i peli delle cellule acustiche
- ▶ Quando la base del condotto cocleare vibra (membrana basilare) determina un avvicinamento dei peli alla membrana tectoria che causa l'attivazione delle cellule acustiche
- ▶ Lo stato di eccitazione viene trasmesso ai centri acustici del cervello tramite le fibre nervose del nervo acustico cocleare
- ▶ Le cellule ciliate interne, seppure in numero minore rispetto a quelle esterne, sono le vere cellule uditive: sono loro che, liberando un particolare neurotrasmettitore, il glutammato, attivano le fibre nervose afferenti che trasportano l'informazione sensoriale dall'organo del Corti verso il cervello

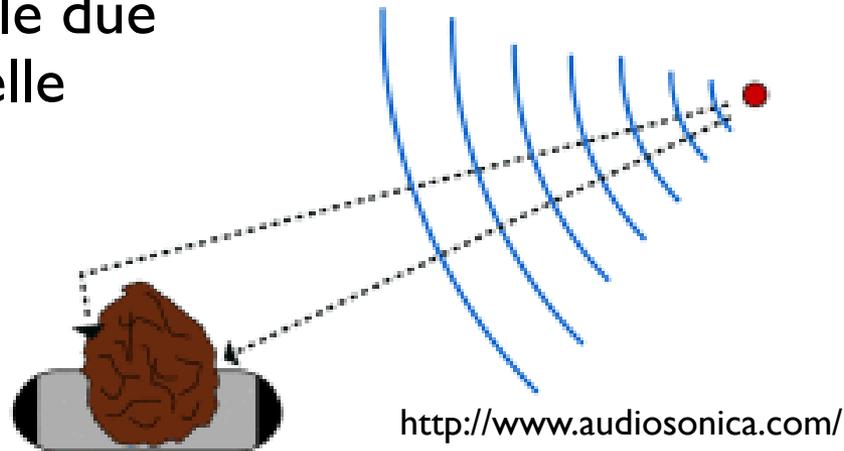


<http://www.unmc.edu/>

# La percezione dello spazio uditivo

---

- ▶ Localizzazione di una sorgente sonora
- ▶ Il meccanismo fondamentale si basa sul fatto di avere due orecchie
- ▶ Tramite l'ascolto binaurale il sistema percettivo è in grado di confrontare le caratteristiche fisiche del suono che perviene alle due orecchie e di ricavare, da tale confronto, informazioni sulla posizione della sorgente che l'ha generato
- ▶ I segnali che arrivano alle due orecchie presentano delle differenze



# Ascolto binaurale

---

## ▶ Differenza di tempo (fase)

- ▶ La distanza dalla sorgente sonora delle due orecchie è diversa, e ciò si traduce in una differenza nel tempo di arrivo di ciascun segnale
- ▶ Naturalmente ciò implica una differenza di fase in quanto ritardo in tempo e differenza di fase sono intrinsecamente correlate

## ▶ Differenza di ampiezza

- ▶ Le ampiezze dei due segnali sono diverse sia perché l'ampiezza diminuisce all'aumentare della distanza sia perché il segnale che deve raggiungere l'orecchio più lontano deve aggirare l'ostacolo della testa e nel fare ciò perde energia
- ▶ Inoltre le frequenze più alte non riescono a superare l'ostacolo quindi i due segnali differiranno anche per il contenuto in frequenza
- ▶ Questo è il motivo per cui risulta difficile individuare la direzione di provenienza delle basse frequenze: queste sono in grado di oltrepassare gli ostacoli senza una perdita di energia rilevante e dunque i suoni che arrivano alle due orecchie sono pressoché identici

## ▶ Differenza nel contenuto armonico

- ▶ Una delle due onde deve “girare attorno” alla testa per raggiungere l'orecchio più lontano
- ▶ Ciò comporta una leggera perdita sulle alte frequenze a causa della diffrazione

# Olofonia

---

- ▶ Tecnica di registrazione e riproduzione sonora eseguita tramite uno speciale microfono denominato “olofono” che permette di riprodurre un suono in modo simile a come viene percepito dall'apparato uditivo dell'uomo
- ▶ Il suono viene percepito quasi nelle esatte coordinate spaziali di registrazione
  - ▶ Tecnologia nata in Italia
  - ▶ Usata nelle colonne sonore dei film, nei parchi tematici e da artisti come i Pink Floyd
  - ▶ Richiede l'utilizzo delle cuffie stereofoniche
- ▶ Buona resa per suoni provenienti da dietro le spalle, ottimo bilanciamento destra-sinistra, non adeguato per suoni provenienti dall'alto o dal basso
  - ▶ Allo stato attuale gli effetti raggiunti sono comparabili con la registrazione binaurale
- ▶ Esempi
  - ▶ <http://ilarialab.com/2011/02/04/olofonia-illusioni-sonore/>



# Registrazione binaurale

---

- ▶ Metodo di registrazione tridimensionale del suono mediante l'utilizzo di una testa di manichino, costruita con dimensioni e materiali che riproducono fedelmente l'assorbimento sonoro di una vera testa umana e soprattutto la sua funzione di separatore naturale tra i due canali uditivi
- ▶ Spesso confusa con la registrazione stereofonica



# Registrazione stereofonica vs binaurale

---

## ▶ Registrazione stereofonica

- ▶ Il suono viene ripreso da numerosi microfoni di prossimità, strumento per strumento, e registrato su altrettante tracce separate
- ▶ L'acustica dell'ambiente di registrazione viene ripresa (non sempre) con una coppia di microfoni supplementari
- ▶ Il tutto viene miscelato su due sole tracce (destra e sinistra)
- ▶ È possibile intervenire sul suono di ogni strumento in fase di post-produzione, ma gli equilibri naturali tra i suoni degli strumenti e l'ambiente acustico della sala risultano compromessi

## ▶ Registrazione binaurale

- ▶ Il suono viene ripreso complessivamente (strumenti ed ambiente nel loro corretto equilibrio, in modo analogo alla nostra percezione uditiva) dal microfono a testa artificiale e registrato direttamente su due soli canali
- ▶ Garantisce un'elevata somiglianza tra il suono ascoltato al concerto dal vivo e quello registrato

# Disturbi della funzione uditiva

---

- ▶ Sordità: perdita totale delle capacità uditive
- ▶ Ipoacusia o compromissione dell'udito: perdita parziale, con livelli che vanno da leggera a moderata, grave, profonda
- ▶ Se il disturbo interessa un solo orecchio si definisce unilaterale
- ▶ Due grandi categorie dal punto di vista clinico-audiometrico, in base alla localizzazione del problema:
- ▶ Ipoacusia di trasmissione: è causata da malformazioni, traumi ma soprattutto processi infiammatori a carico dell'apparato di trasmissione dei suoni nell'orecchio esterno e medio
  - ▶ L'esempio più classico è l'infezione dell'orecchio medio nell'infanzia (otite), che generalmente non provoca deficit gravi dell'udito (non oltre i 50-55 dB)
- ▶ Ipoacusia neurosensoriale: dovuta a problemi dell'orecchio interno o del nervo acustico, che riducono la percezione di alcune frequenze e fanno sì che i suoni appaiano distorti
  - ▶ Tra le cause più frequenti ci sono l'esposizione a rumori e l'invecchiamento

# Impianto cocleare

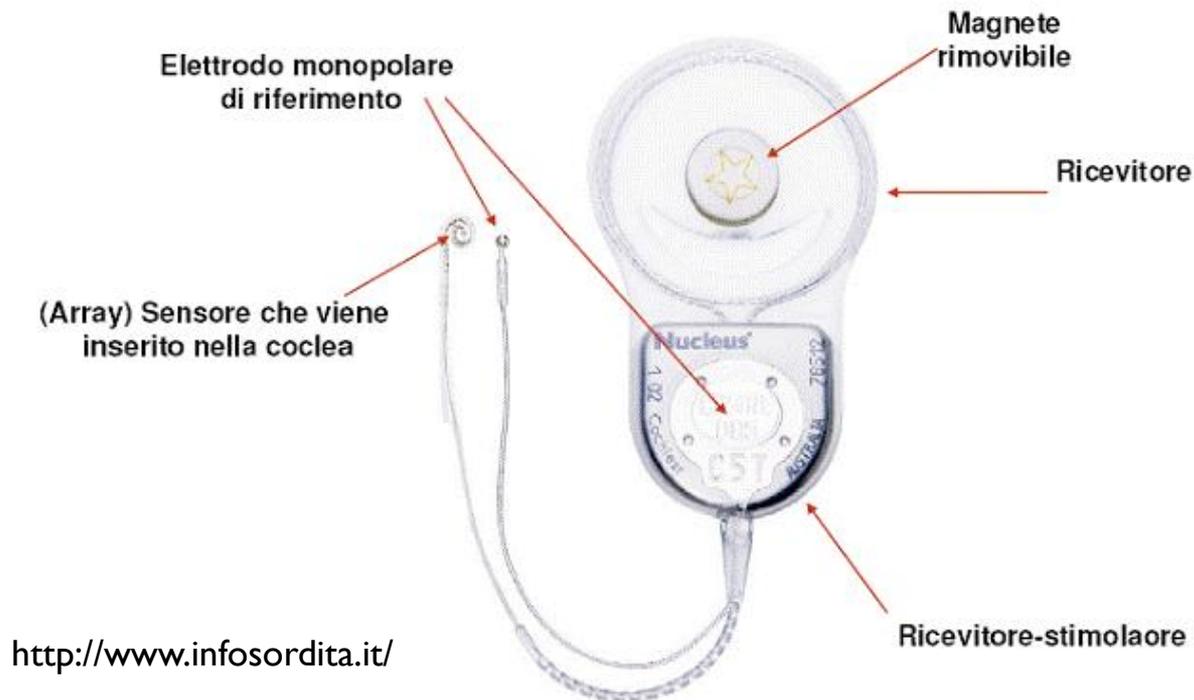
---

- ▶ Dispositivo che consente di sentire ad adulti e bambini affetti da sordità profonde
- ▶ Fornisce degli impulsi elettrici direttamente alle fibre del nervo acustico bypassando le cellule dell'orecchio interno (cellule ciliate) danneggiate
- ▶ Gli impulsi una volta raggiunto il cervello vengono interpretati come suoni
  - ▶ Non è un apparecchio acustico, che semplicemente amplifica i suoni
- ▶ Può essere applicato in quei soggetti che presentano un'ipoacusia neurosensoriale grave o profonda bilaterale, con scarso o nessun beneficio dall'utilizzo di una protesi acustica e con forti motivazioni ed aspettative

# Impianto cocleare

- ▶ È costituito da una parte interna costituita dal ricevitore/ stimolatore con il filo porta elettrodi (array) ...

La parte impiantabile

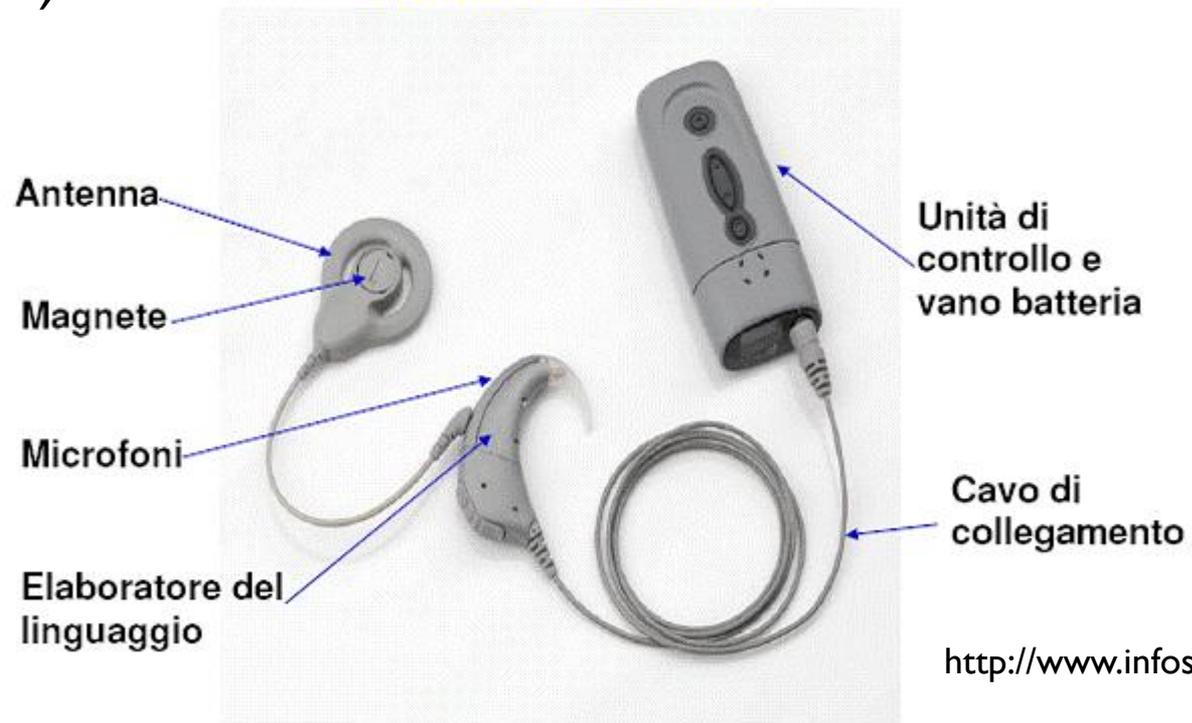


<http://www.infosordita.it/>

# Impianto cocleare

- ▶ ... ed una parte esterna costituita dall'elaboratore del linguaggio e l'headset (microfono, antenna, cavo di collegamento)

Versione "a cintura"



<http://www.infosordita.it/>

- ▶ <https://www.youtube.com/watch?v=ufVee2obZ0A>

# Per curiosità

---

## ▶ Effetti e illusioni acustiche

- ▶ [http://fisicaondemusica.unimore.it/Effetti\\_e\\_illusioni\\_acustiche.html](http://fisicaondemusica.unimore.it/Effetti_e_illusioni_acustiche.html)

## ▶ McGurk effect

- ▶ <https://www.youtube.com/watch?v=aFPtc8BVdJk>
- ▶ <http://www.youtube.com/watch?v=aFPtc8BVdJk>



# Lo stimolo visivo

---

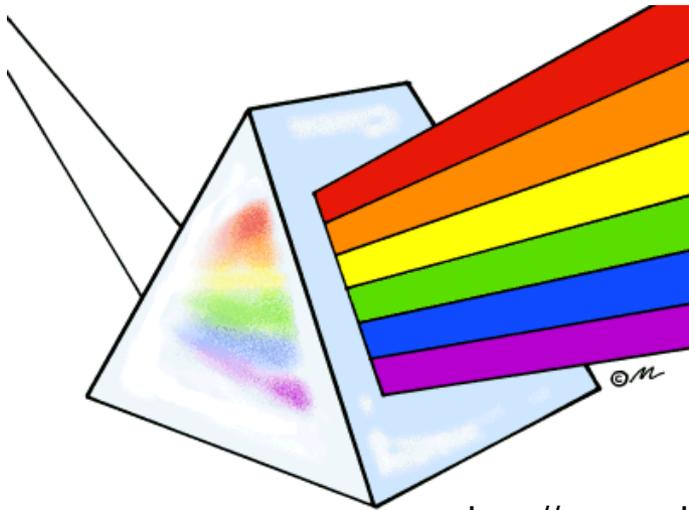
- ▶ La luce fa parte dello spettro elettromagnetico
- ▶ L'occhio umano è sensibile a lunghezze d'onda comprese fra 400 nm (violetto) e 700 nm (rosso)



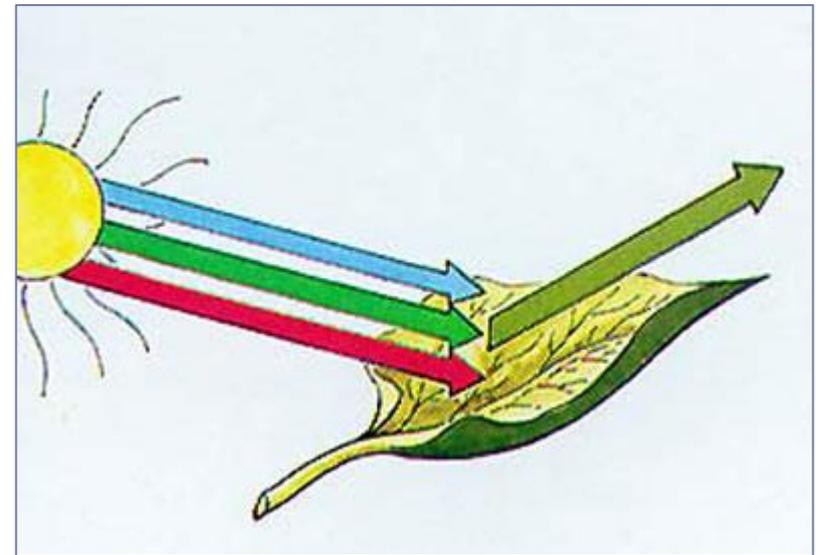
- ▶ I colori che noi vediamo non sono un'unica onda, ma una combinazione di onde e quindi di differenti colori
- ▶ Stimolo fisico: descritto da lunghezza d'onda, purezza e ampiezza
- ▶ Percezione: descritta da angolo cromatico, saturazione e luminosità

# Il colore

- ▶ Il colore di un oggetto è determinato dal tipo e dalla quantità di luce che assorbe



<http://www.valdosta.edu/>



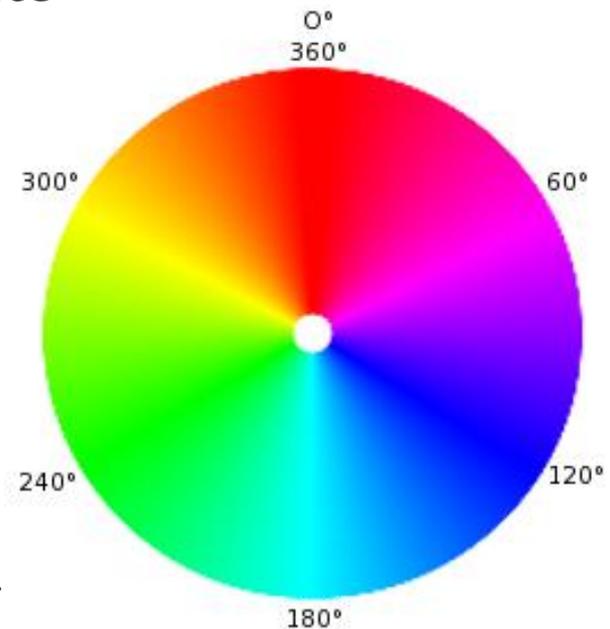
<http://teachers.wlps.net>

# Definizioni percettive

---

## ▶ Tinta o angolo cromatico

- ▶ Corrisponde al nome che comunemente viene usato per definire una certa sensazione di colore, come rosso, giallo, verde, ...
- ▶ Legata alla lunghezza d'onda dominante



[http://gimp.linux.](http://gimp.linux)

# Definizioni percettive

---

## ▶ Saturazione

- ▶ Esprime la percentuale di bianco diluita nel colore puro
- ▶ I colori puri sono saturi al 100% , mentre per i grigi il valore di saturazione è nullo
- ▶ Legata al rapporto fra l'energia relativa alla frequenza dominante e l'energia totale



# Definizioni percettive

---

- ▶ **Brillantezza**

- ▶ Corrisponde all'energia luminosa associata ad un oggetto emittente

- ▶ **Luminosità**

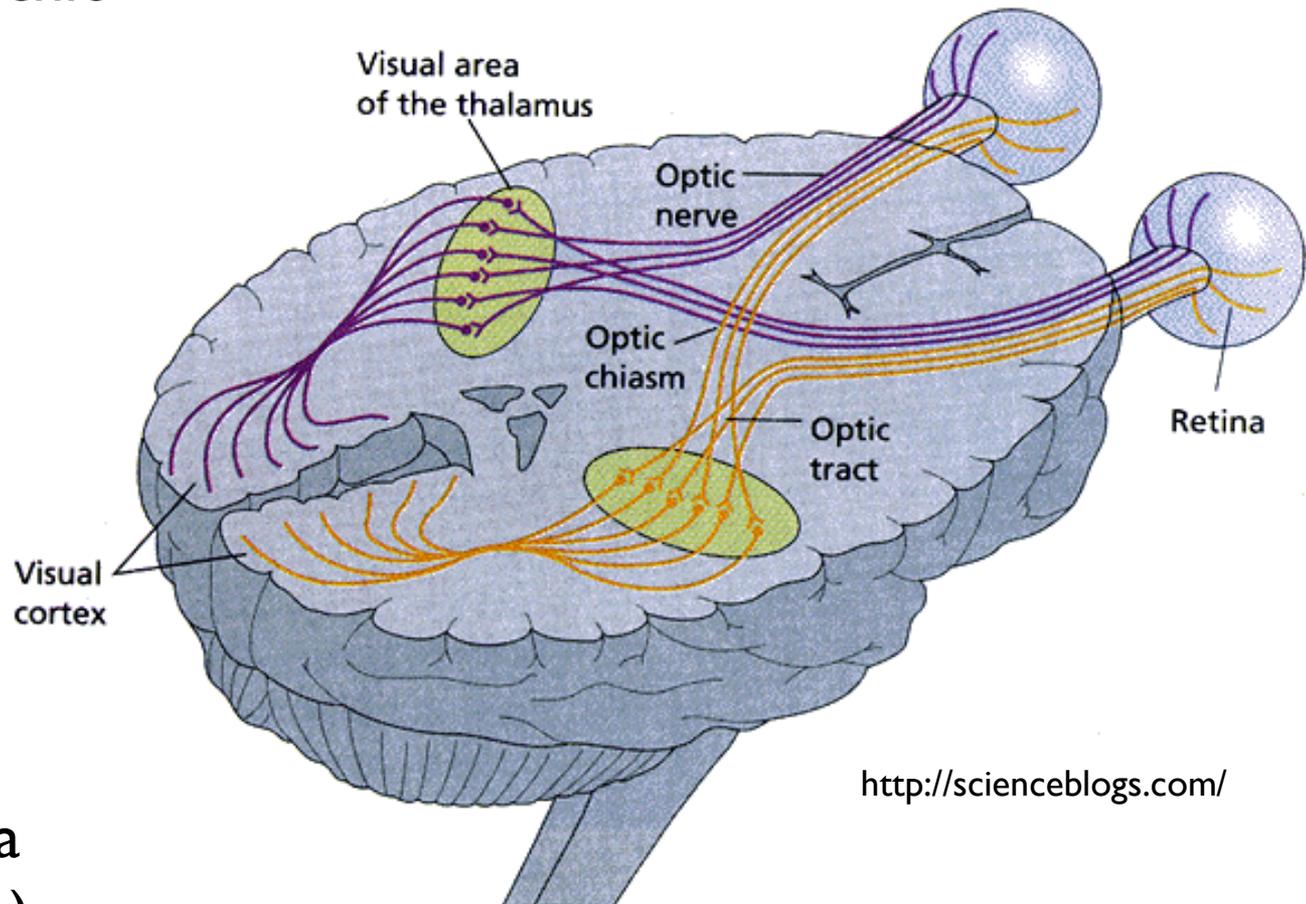
- ▶ Corrisponde all'energia luminosa associata agli oggetti riflettenti

- ▶ **Legate all'intensità (relazione  $\sim$ logaritmica)**



# La visione

- ▶ Trasduttore: occhio
- ▶ Recettori: sulla retina
- ▶ Trasmissione neurale: nervo ottico
- ▶ Incrocio nel chiasma ottico
- ▶ Corteccia visiva (lobo occipitale)

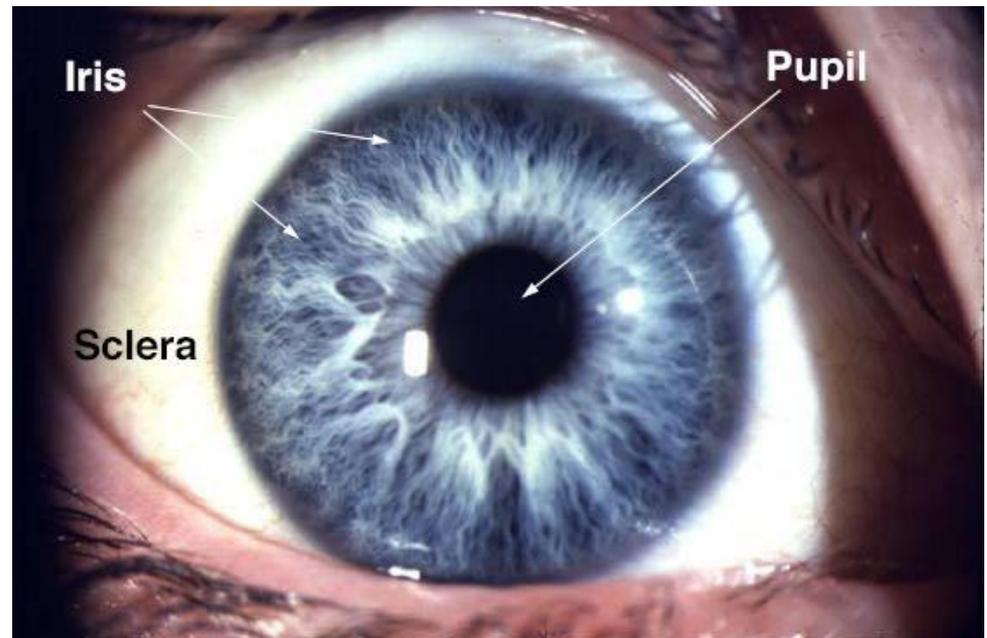


<http://scienceblogs.com/>

# L'occhio

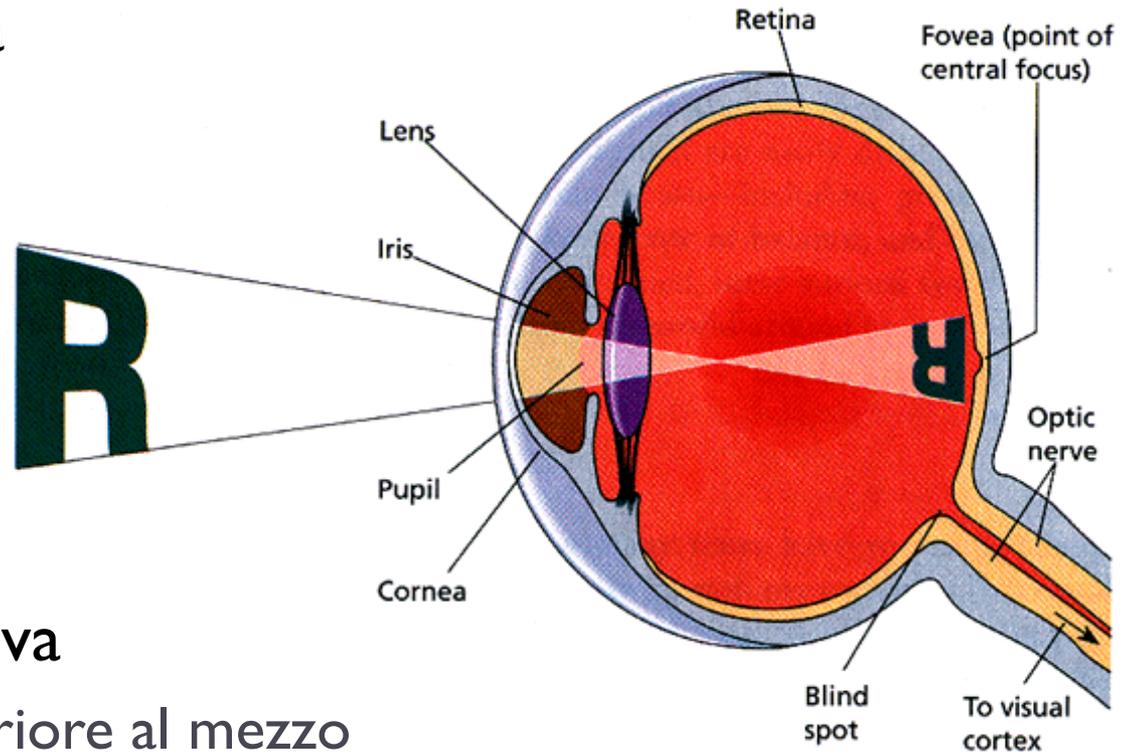
---

- ▶ Palpebra: protezione dell'occhio
- ▶ Sclera (bianca): strato di connettivo fibroso
- ▶ Cornea (trasparente)
- ▶ Pupilla: foro d'entrata
  - ▶ Regolazione dell'apertura (muscoli radiali e circolari)
- ▶ Iride: diaframma pigmentato



# L'occhio

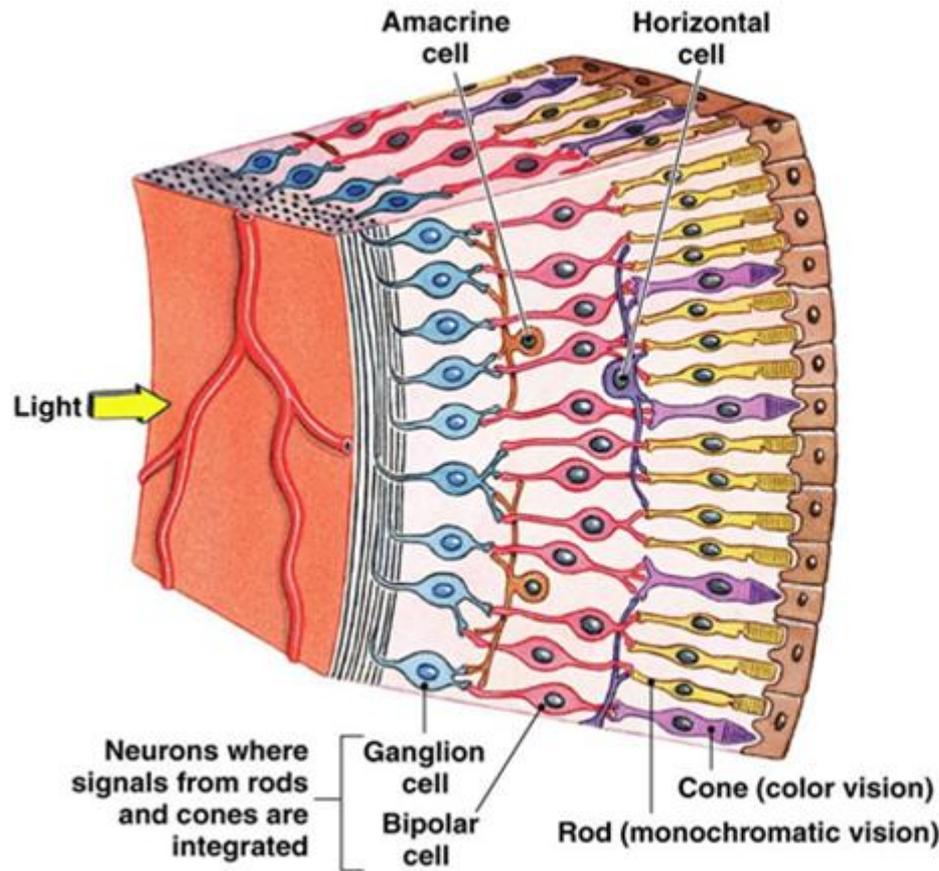
- ▶ Cristallino: lente biconvessa che fa convergere i raggi luminosi sulla retina
- ▶ Sospeso da legamenti sospensori
- ▶ Fovea: piccola porzione della retina, in cui è massima l'acuità visiva
  - ▶ ha un diametro inferiore al mezzo millimetro, corrispondente ad un angolo visivo di un solo grado



<http://retina.umh.es/>

# La retina

(d) Organization of the retina



Copyright © 2007 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

- ▶ È la più interna delle tre tuniche che costituiscono la parete del bulbo oculare
- ▶ È una membrana sottile, delicata, e trasparente, leggermente rosea perché vascolarizzata
- ▶ È deputata alla ricezione degli stimoli luminosi e alla loro trasformazione in segnali nervosi che, quindi, vengono trasmessi fino alle strutture cerebrali
- ▶ Contiene i fotocettori, sensibili alla luce

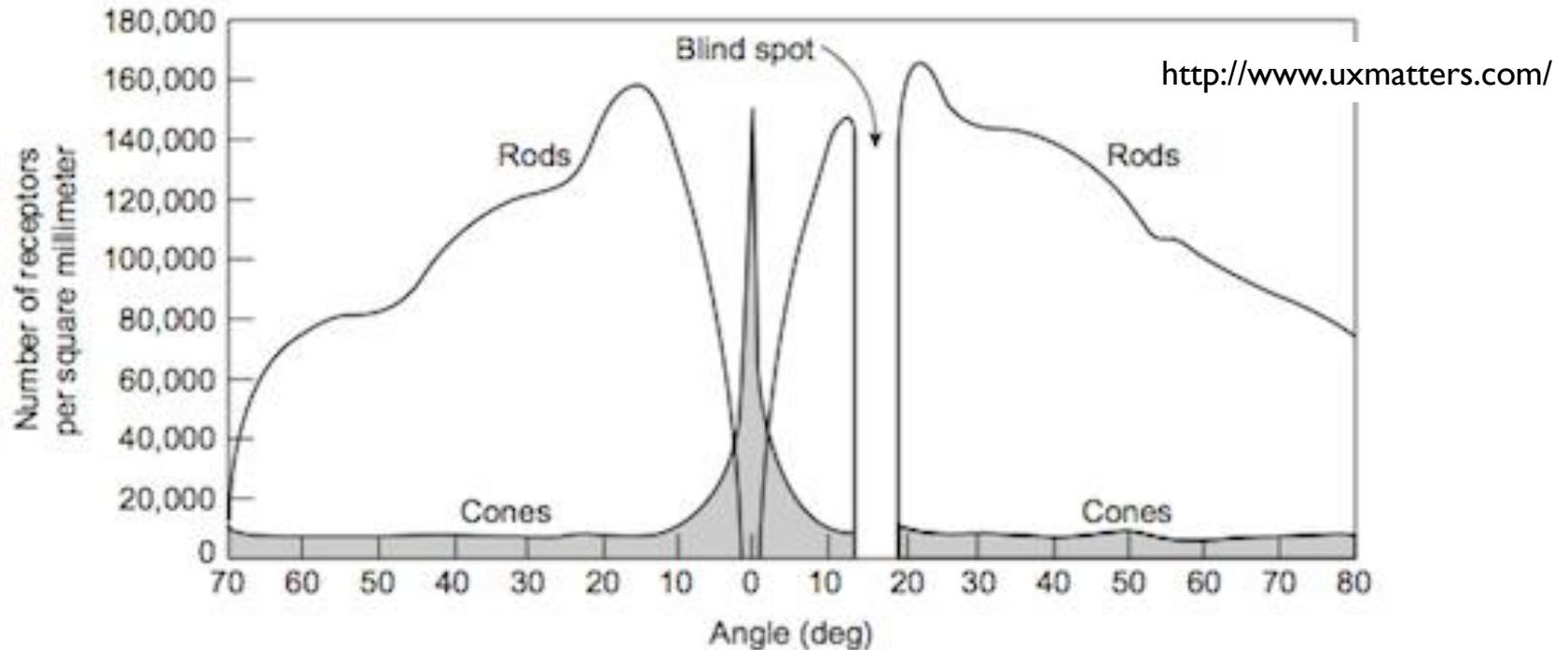
# I fotocettori (o fotorecettori)

- ▶ Coni e bastoncelli contengono pigmenti sensibili alla luce che, per effetto delle radiazioni luminose, subiscono trasformazioni biochimiche
- ▶ I coni permettono la visione dei colori (3 tipi di pigmenti) in condizioni di buona illuminazione
  - ▶ Sono circa 7 milioni, concentrati nella fovea
- ▶ I bastoncelli permettono la visione in bianco e nero in condizioni di scarsa illuminazione
  - ▶ Sono circa 125 milioni, distribuiti sulla retina (nessuno nella fovea)
  - ▶ Hanno il solo tipo di fotocettore (rodopsina)



<http://www.iapb.it/>

# Distribuzione spaziale dei fotorecettori

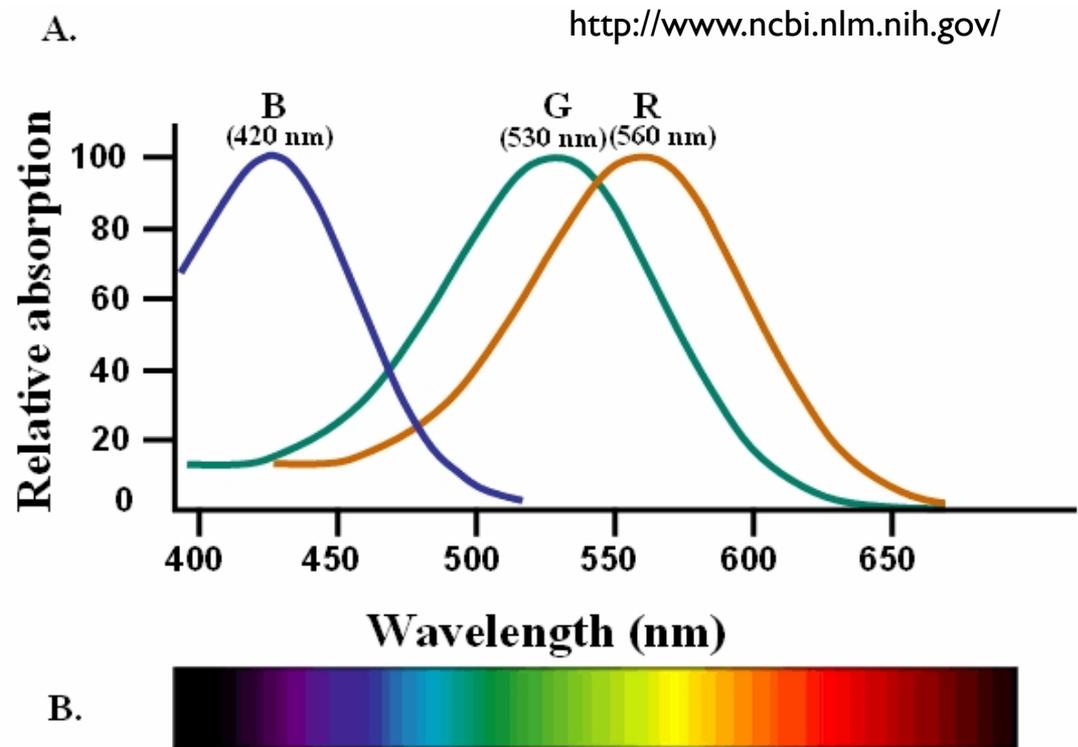


- ▶ In corrispondenza del nervo ottico c'è un'area priva di fotorecettori
- ▶ “Punto cieco”



# I coni

- ▶ Contengono tre proteine fotorecetrici diverse (opsine con alcuni aminoacidi di differenza): una sensibile soprattutto al rosso, una al verde e una al blu
- ▶ Ogni cellula a cono esprime un solo tipo di recettore opsina, capace di assorbire la luce in una regione dello spettro
- ▶ L'uomo distingue colori e sfumature integrando i segnali che provengono dai tre tipi di coni



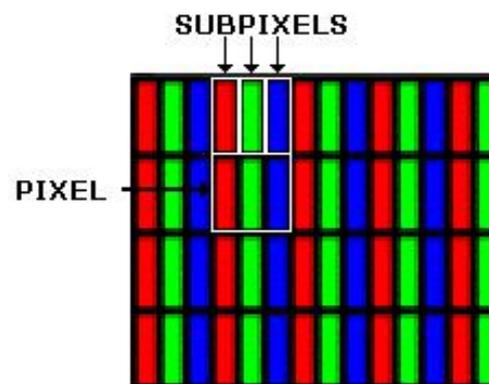
# Sintesi additiva dei colori

- ▶ Mescolanza di luci colorate
- ▶ Punto di partenza: nero, cioè assenza di luce
- ▶ Colori primari: rosso, verde, blu
- ▶ La mescolanza di due colori primari produce un colore secondario
- ▶ Colori secondari: giallo, magenta e ciano



<http://www.ilcorto.it/>

- ▶ Usata nei monitor RGB
  - ▶ Es: monitor LCD

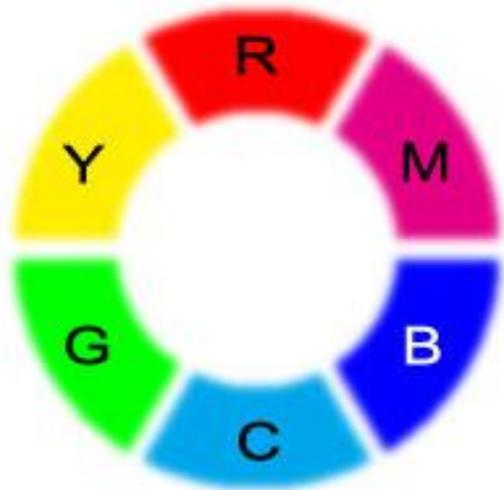


<http://www.mirai.eu/>

# Colori complementari

---

- ▶ I colori complementari sono mutuamente esclusivi
- ▶ Quando la miscela di due radiazioni dà luce bianca, i colori sono complementari

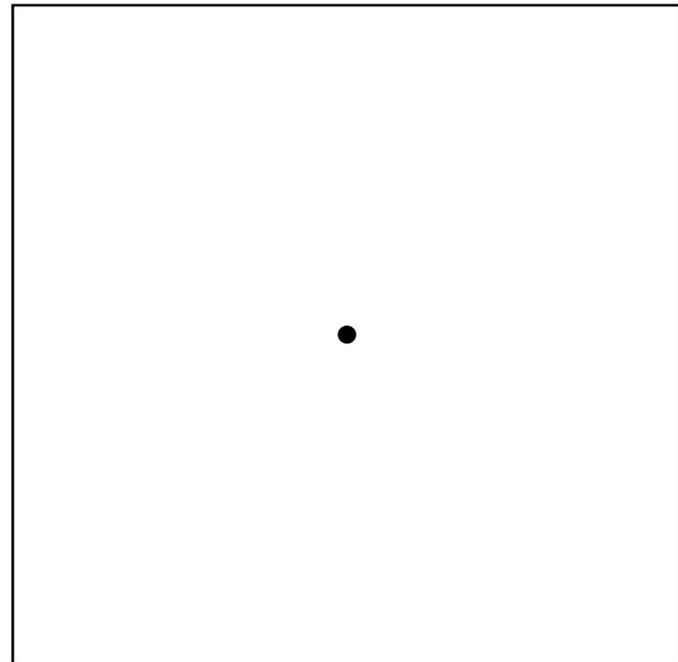
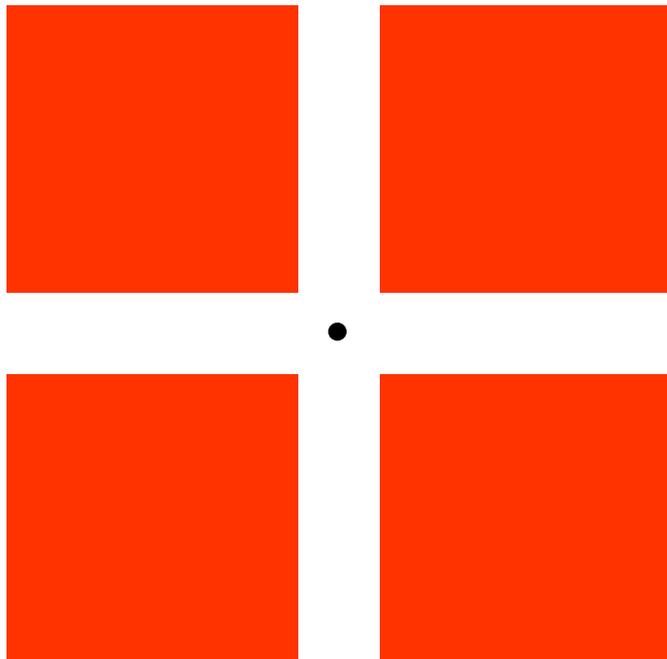


verde & magenta  
rosso & ciano  
blu & giallo

<http://www.photorevolt.com/>

# Effetti consecutivi

---

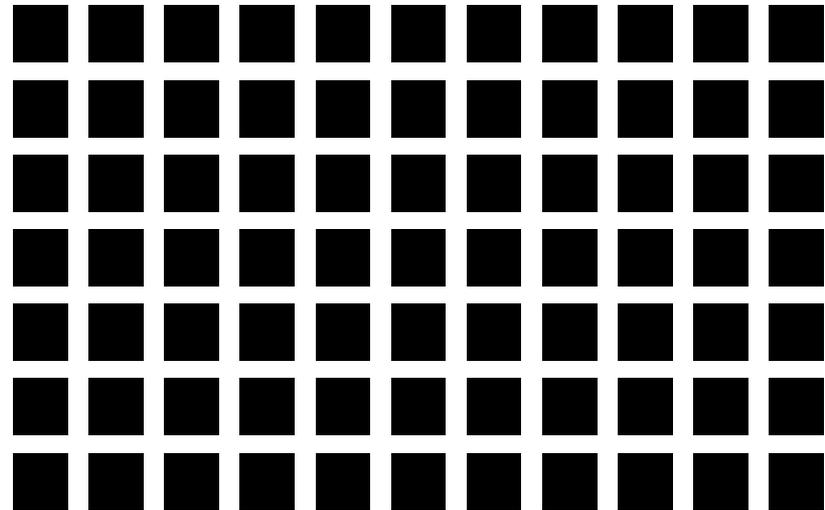


# Griglia di Hermann

---

## ► Fenomeno dell'inibizione laterale

- L'intensità di un punto percepita dall'occhio non è semplicemente quella percepita da un singolo neurone, ma è il risultato dell'interazione di un gruppo di recettori che costituiscono il campo recettivo
- Il centro del campo recettivo ha valore eccitatorio sul segnale nervoso prodotto, mentre i recettori circostanti hanno attività inibitoria
- Poiché nella griglia di Hermann il punto di incrocio tra due linee è circondato da un'intensità luminosa totale maggiore, rispetto agli altri punti delle linee, ciò comporta un maggiore effetto inibitorio dovuto ai recettori periferici e l'area appare più scura



<http://it.wikipedia.org/>

# Disturbi nella percezione dei colori

---

- ▶ Tricromatismo = visione normale
- ▶ Dicromatismo = mancanza di uno dei 3 tipi di ricettore
- ▶ Monocromatismo = impossibilità della visione a colori
- ▶ Il termine comunemente usato, “daltonismo”, prende origine da John Dalton, un fisico e chimico inglese che nel 1798 descrisse un’anomalia congenita della visione dei colori di cui era affetto lui stesso.
- ▶ Possono essere congeniti o acquisiti
- ▶ Alcuni difetti congeniti (visione rosso-verde) sono piuttosto comuni
  - ▶ Legati ad un gene recessivo
  - ▶ Nella popolazione caucasica, circa l’8% della popolazione maschile e lo 0,5% di quella femminile, mentre il 15% della popolazione femminile è portatrice sana (eterozigote)
  - ▶ Molto meno frequente negli altri gruppi di popolazione (3-4%)

# Disturbi nella percezione dei colori

---

- ▶ Raggruppati in quattro grandi classi
- ▶ Acromatopsia (o monocromatismo dei bastoncelli): difetto generalizzato in tutti i cono, indipendentemente dal tipo
  - ▶ Cecità ai colori completa o parziale, acuità visiva ridotta, fotofobia, nistagmo (movimenti oscillatori, ritmici e involontari dei globi oculari)
  - ▶ Può essere congenita (genetica, trasmessa come carattere autosomico dominante), degenerativa (distrofia dei cono) o cerebrale
- ▶ Monocromatismo dei cono blu: i cono si sviluppano normalmente, ma la retina non è in grado di produrre né il pigmento verde né quello rosso, per cui solo i cono sensibili al blu funzionano normalmente
  - ▶ Aspetti clinici simili all'acromatopsia ma meno severi
  - ▶ Difetto (molto raro) trasmesso con ereditarietà recessiva associata al cromosoma X

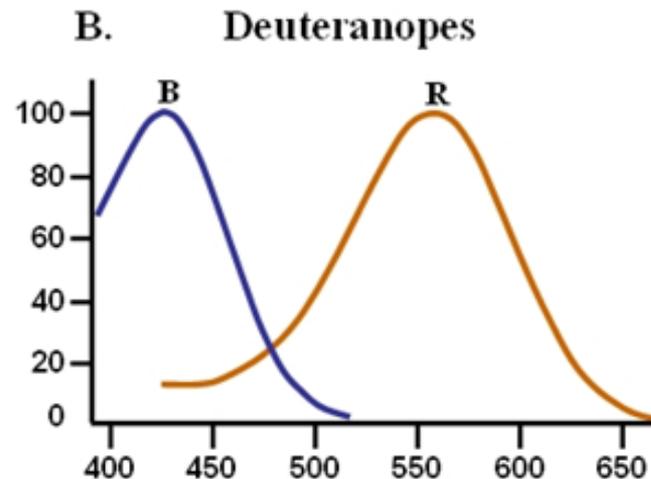
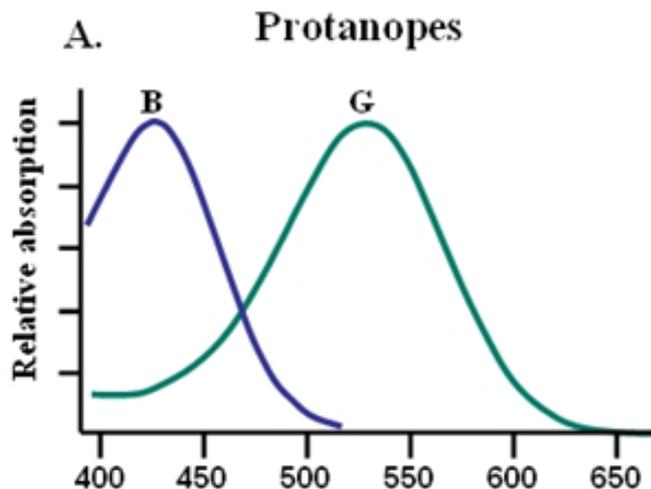
# Disturbi nella percezione dei colori

---

- ▶ **Tritanopia: rara anomalia associata a mutazioni del gene delle opsine dei coni blu**
  - ▶ Difetti nella discriminazione dei colori a bassa frequenza (blu-giallo), acuità visiva normale
  - ▶ Congenita (genetica, trasmessa come carattere autosomico dominante)
- ▶ **Difetti legati alla visione del rosso-verde**
  - ▶ I più comuni
  - ▶ Difetti trasmessi con ereditarietà recessiva associata al cromosoma X
  - ▶ Suddivisi in quattro classi basate sulla severità e sul tipo di fotorecettore coinvolto (gene delle opsine dei coni verdi o dei coni rossi)

# Disturbi dei recettori rosso-verde

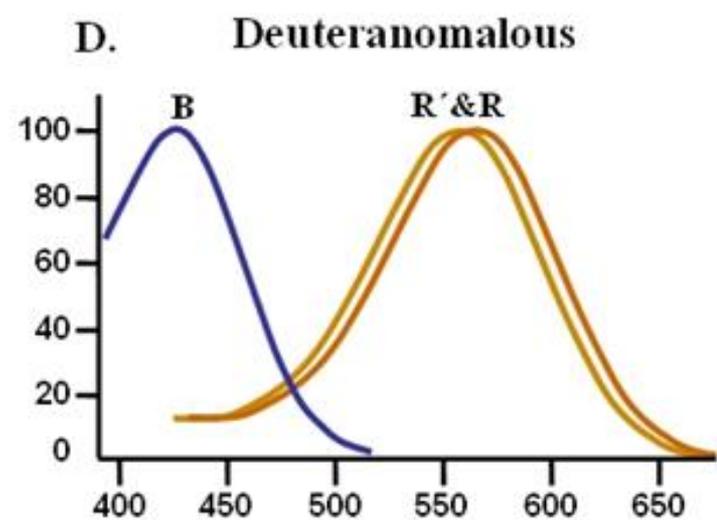
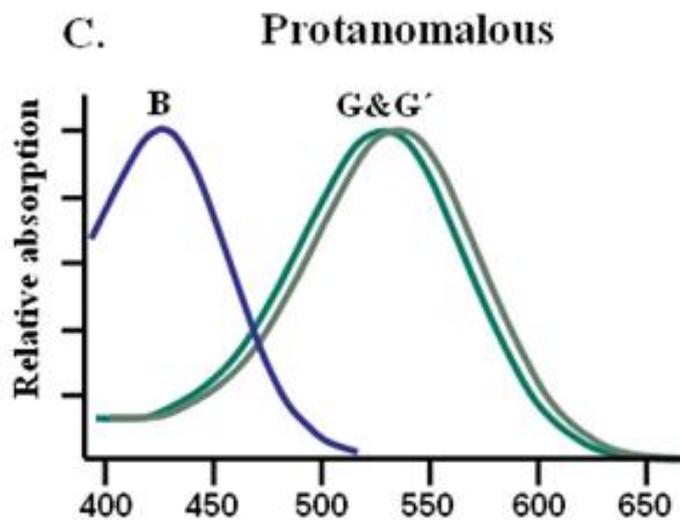
- ▶ Difetti severi: presenza di due tipi di fotoricettori, visione dicromatica
  - ▶ Protanopia: solo coni blu e verdi, nessun cono rosso funzionante (~1% della popolazione caucasica maschile)
  - ▶ Deuteranopia: solo coni blu e rossi, nessun cono verde funzionante (~1% della popolazione caucasica maschile)



<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

# Disturbi dei recettori rosso-verde

- ▶ Difetti più leggeri: presenza dei tre tipi di fotoricettori, visione tricromatica anomala
  - ▶ Protanomalia: coni blu e verdi normali, più coni simil-verde anomali (~1% della popolazione caucasica maschile), diminuita sensibilità al rosso
  - ▶ Deuteranomalia: coni blu e rossi normali, più coni simil-rosso anomali (~5% della popolazione caucasica maschile), diminuita sensibilità al verde



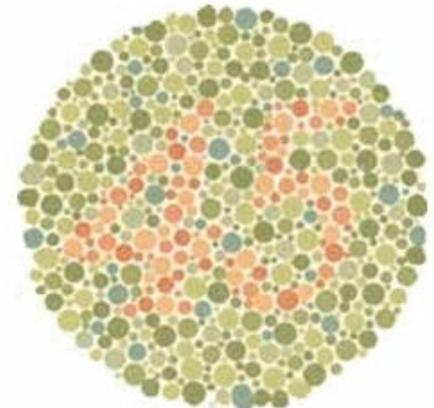
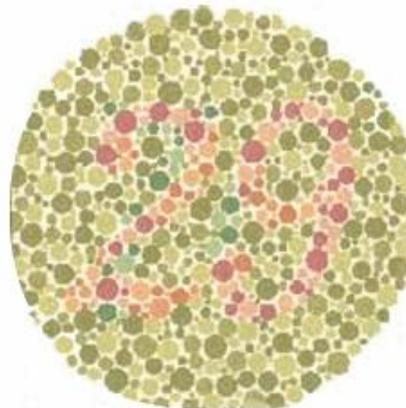
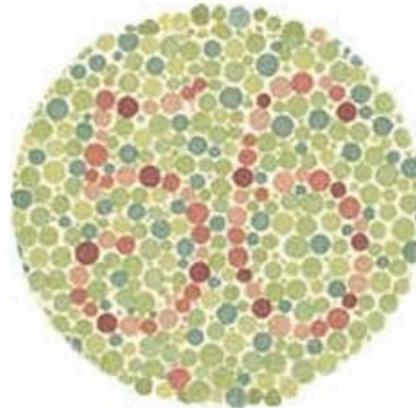
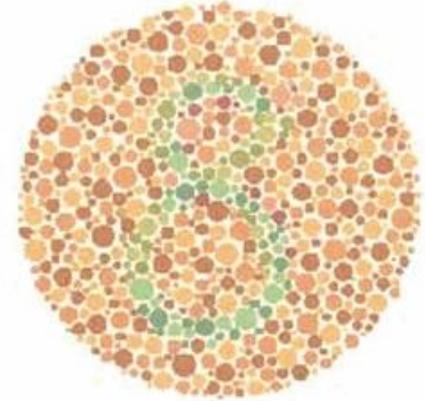
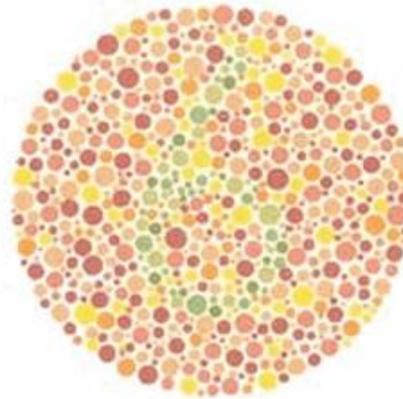
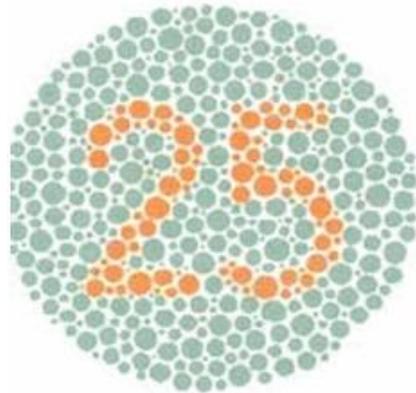
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

# Riepilogo

<b>Classe</b>	<b>Coni</b>			<b>Frequenza</b>
Visione normale				
Protanopia			—	1%
Protanomalia				1%
Deuteranopia		—		1%
Deuteranomalia				5%
Tritanopia	—			~1 su $10^3$
Monocromatismo dei cono blu		—	—	~1 su $10^5$
Acromatopsia	—	—	—	~1 su $3 \times 10^4$

# Test di Ishihara

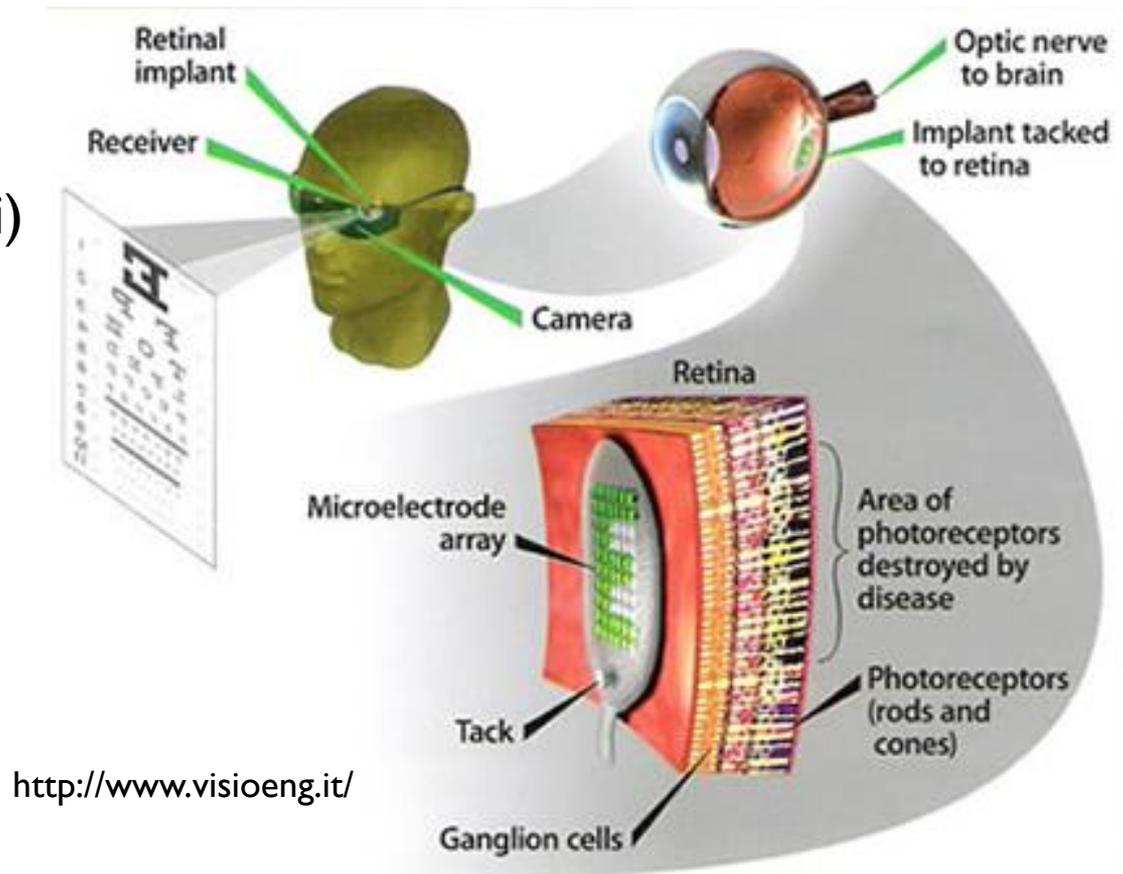
---



<http://www.colour-blindness.com/>

# Impianto retinico o retina artificiale

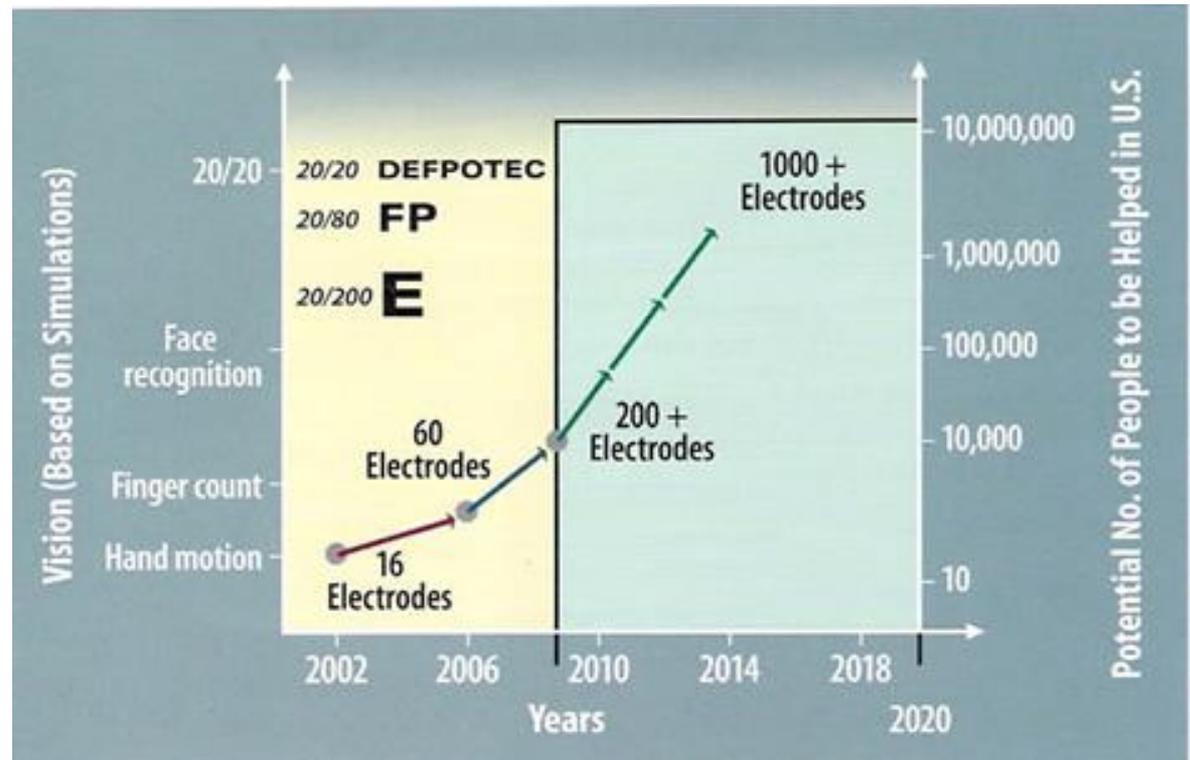
- ▶ Ha lo scopo di “sostituire” i fotoricettori della retina danneggiata, così da ripristinare un’adeguata sensazione luminosa.
- ▶ Schematicamente consta di una griglia di micro-elettrodi (fotorecettori artificiali) che vengono attivati dalla stimolazione luminosa e danno così via all’attivazione del segnale luminoso che percorre la via ottica fisiologica fino alla corteccia visiva



# Impianto retinico o retina artificiale

- ▶ Fattore indispensabile per procedere con l'impianto: retina danneggiata ma nervo ottico sano (es: retinite pigmentosa)
- ▶ Stima:

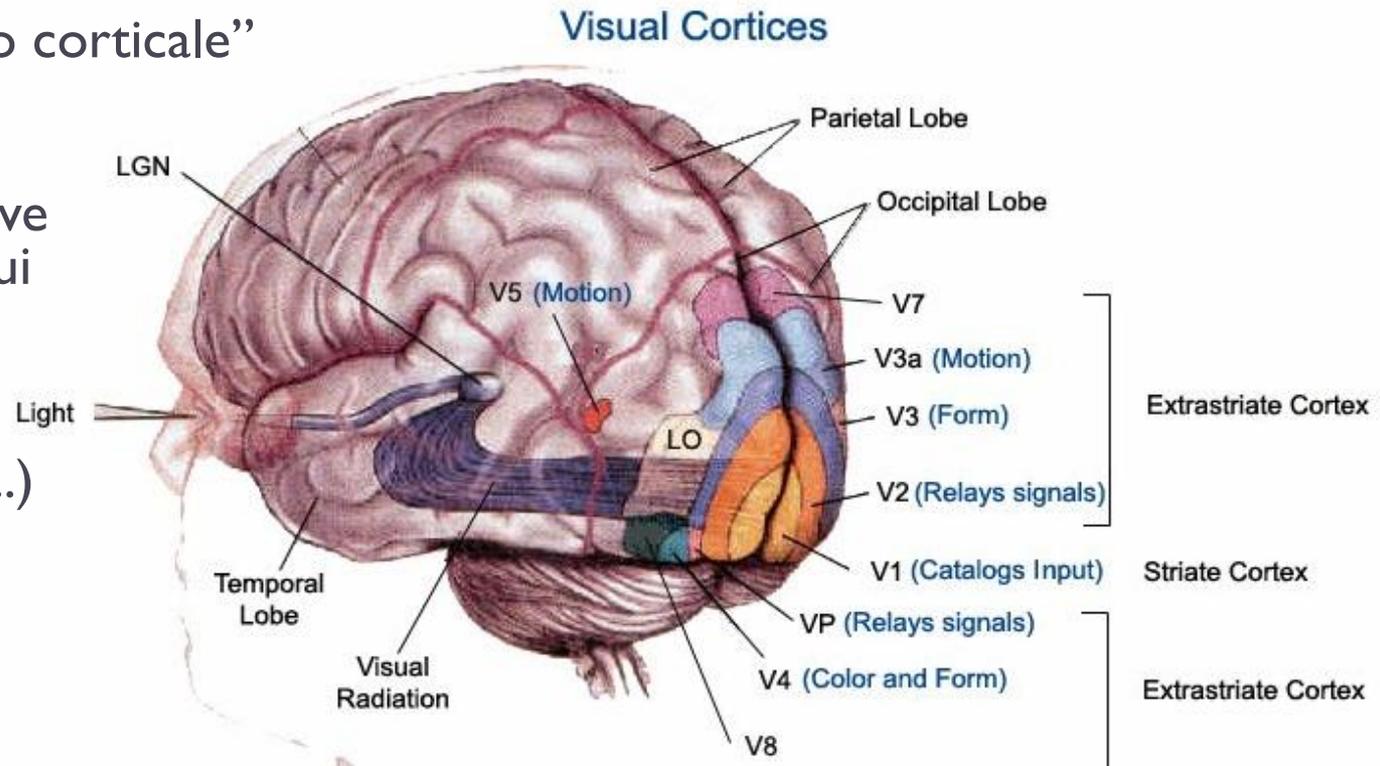
<http://www.visioeng.it/>



- ▶ <http://www.ingegneriabiomedica.org/news/tessuti/retina-artificiale-biocompatibile/>

# La corteccia visiva

- ▶ Il termine corteccia visiva si riferisce principalmente alla corteccia visiva primaria (nota anche come corteccia striata o VI)
  - ▶ possiede una mappa molto ben definita dell'informazione spaziale nella visione:  
“ingrandimento corticale”
  - ▶ L'area VI invia informazioni a molte aree visive secondarie a cui sono stati attribuiti svariati nomi (V2, V3, V4, V5...)



<http://www.iapb.it/>

# Cecità

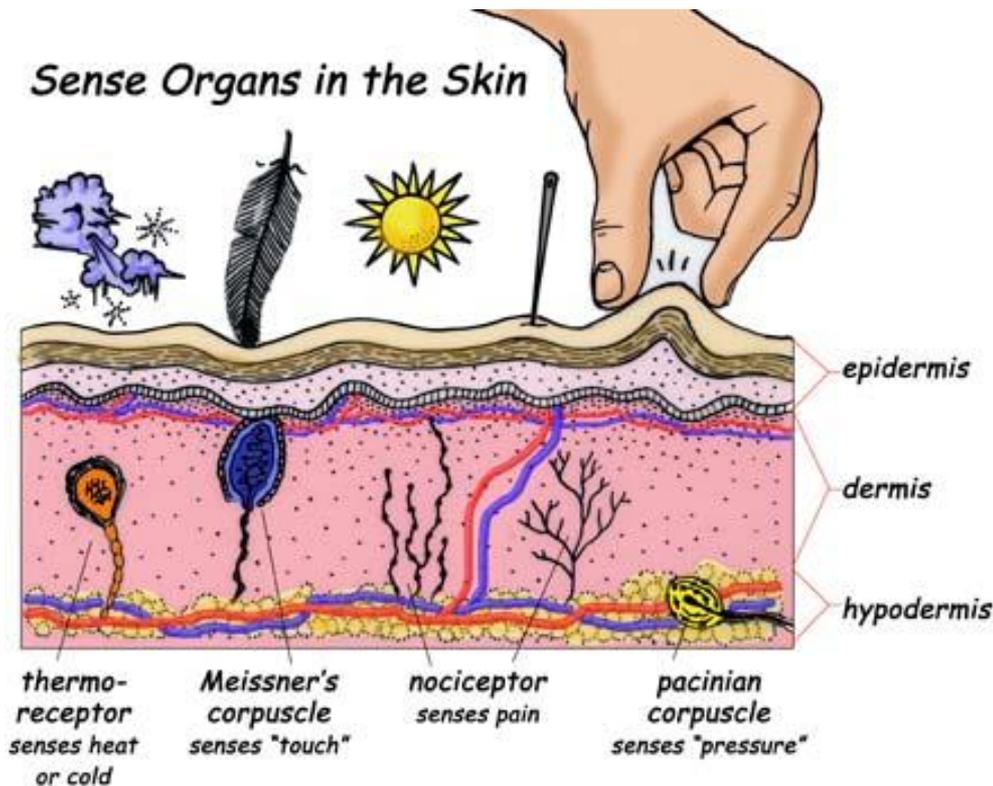
---

- ▶ Percezione ottico-visiva ridottissima o nulla (cecità parziale o totale)
  - ▶ Congenita
  - ▶ Derivata da gravi affezioni dell'apparato visivo: cataratta (rende opaco il cristallino), degenerazione maculare legata all'età (colpisce la zona centrale della retina), glaucoma (provoca un danno cronico e progressivo del nervo ottico e dello strato delle fibre nervose retiniche), ...
  - ▶ In seguito a traumi: distacco della retina



# Il tatto

- ▶ Su ogni centimetro quadrato di pelle si trovano mediamente circa 130 recettori tattili



## Distribuzione dei recettori cutanei

Recettori	Estensione
Recettori per il freddo	3/cm <sup>2</sup>
Recettori per il caldo	1/cm <sup>2</sup>
Cellule di Merkel	20/cm <sup>2</sup>
Corpuscoli di Meissner	100/cm <sup>2</sup>
Corpuscoli di Ruffini	10/cm <sup>2</sup>
Corpuscoli di Vater-Pacini	2/cm <sup>2</sup>
Recettori per il dolore	100/cm <sup>2</sup>

Recettori tattili

<http://www.benessere.com/>

# Il tatto

---

- ▶ **Cellule di Merkel o sensori proporzionali (sensori P),**
  - ▶ Registrano semplicemente la pressione esercitata sulla cute
- ▶ **Corpuscoli di Meissner o sensori differenziali (sensori D)**
  - ▶ Non reagiscono a una pressione persistente, ma solo a variazioni di pressione: rispondono in modo particolarmente intenso alle variazioni di pressione sulla cute, ma reagiscono poco se questa rimane costante
- ▶ **Corpuscoli di Ruffini o sensori proporzionali - differenziali (sensori PD)**
  - ▶ Reagiscono maggiormente agli stimoli veloci che a quelli lenti, ma non si adattano mai completamente: misurano la tensione del derma e sono ancora più sensibili alle variazioni di tensione
- ▶ **Corpuscoli di Vater-Pacini o sensori di accelerazione (sensori PC)**
  - ▶ Rispondono solo a stimoli tattili che variano rapidamente, ad esempio le vibrazioni

# Disturbi della sensibilità tattile

---

- ▶ Possono essere associati a tutte le condizioni patologiche che comportino lesioni delle vie o dei centri nervosi relativi, o possono comparire anche in malattie generali dell'organismo
- ▶ Possono essere più o meno estesi
  - ▶ Ipoestesia: riduzione della sensibilità
  - ▶ Anestesia: scomparsa della sensibilità
  - ▶ Iperestesia: aumento abnorme della sensibilità
  - ▶ Parestesia: alterazioni qualitative della sensibilità
- ▶ Le lesioni della corteccia cerebrale parietale comportano disturbi negli aspetti più complessi della sensibilità tattile, con perdita della capacità di riconoscere la forma e la natura degli oggetti mediante la palpazione ad occhi chiusi (astereognosia o agnosia tattile)

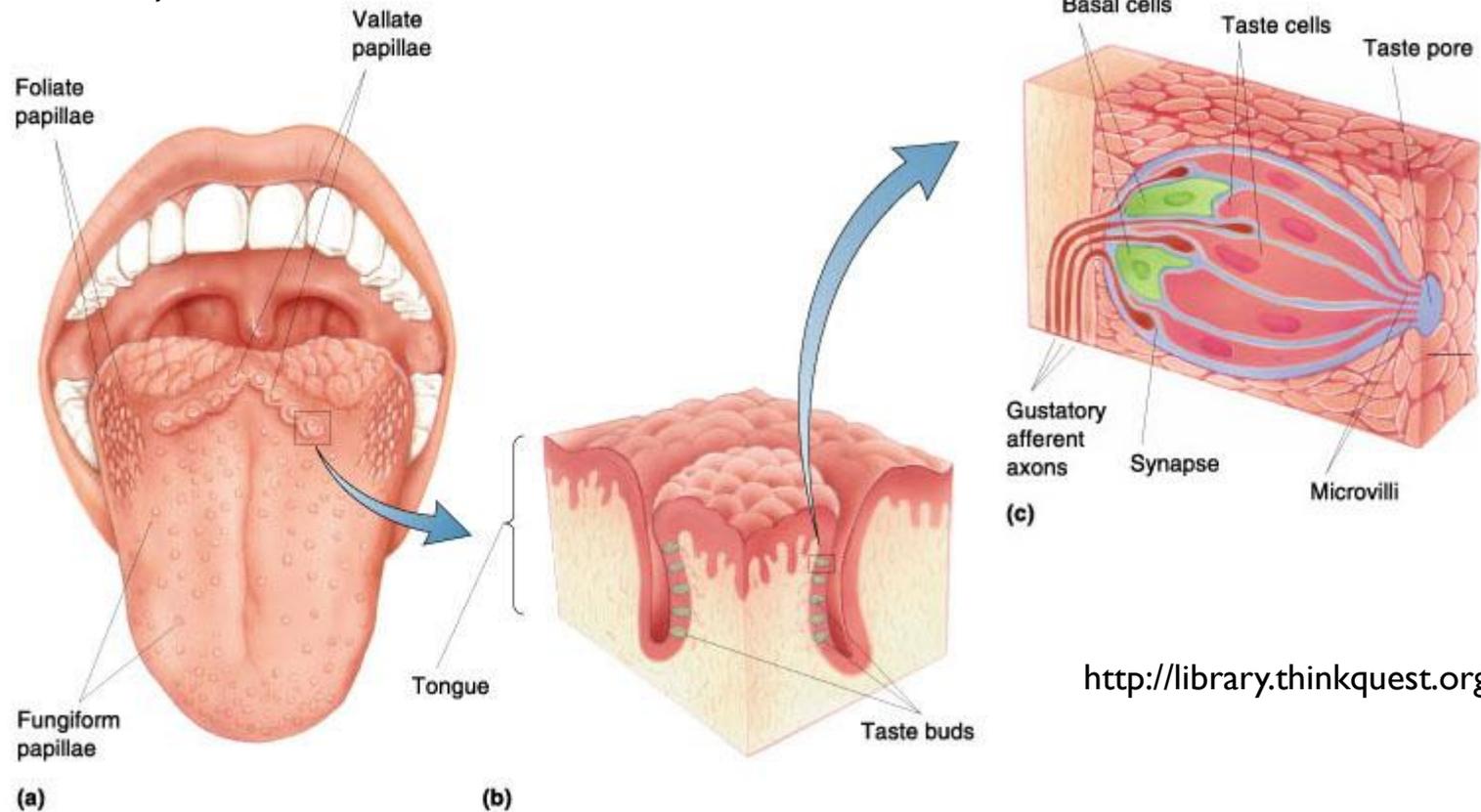
# Il gusto

---

- ▶ I chemorecettori del gusto, le gemme gustative, sono distribuite nel cavo orale (palato, arcate palatine, faringe e laringe), con una maggiore concentrazione sulla superficie dorsale della lingua
- ▶ Le gemme gustative, riunite in gruppi da 1 a 5, formano le papille gustative
- ▶ Ciascuna gemma è costituita da 40-50 cellule con la capacità di trasmettere il segnale chimico percepito in impulso nervoso, che fibre nervose ad esse connesse trasporteranno fino al cervello

# Il gusto

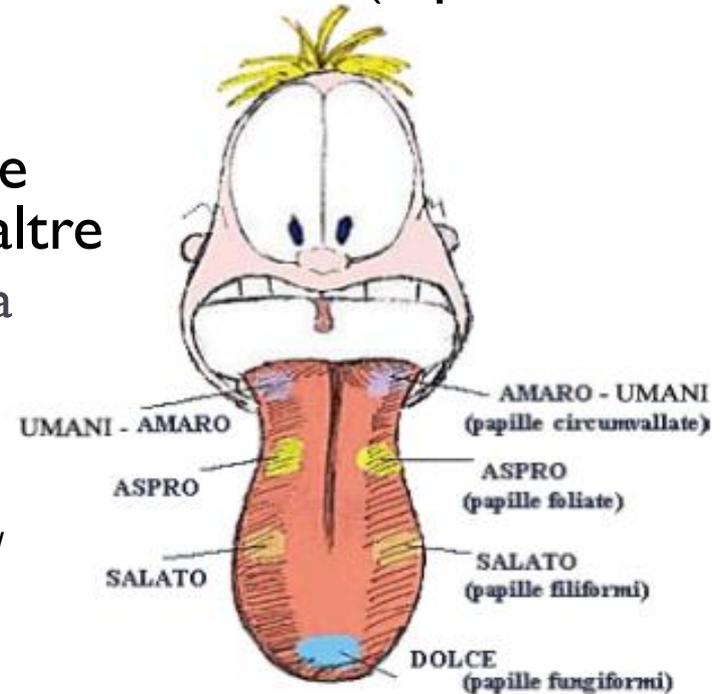
- ▶ Quattro tipi di papille gustative: fungiformi, foliate, circumvallate e filiformi (che però non contengono recettori gustativi)



<http://library.thinkquest.org/>

# Il gusto

- ▶ Il gusto dipende dalla percezione sinergica di cinque gusti fondamentali: amaro, aspro, dolce, salato e umami (sapore di glutammato)
- ▶ Un tempo si credeva che le papille gustative che si trovano nelle diverse zone fossero differenti le une dalle altre
  - ▶ “Mappe”: una semplificazione eccessiva



<http://classe2c.pbworks.com/>

- ▶ Recenti studi di elettrofisiologia dimostrano invece che tutti i recettori gustativi sono più o meno strutturalmente simili e che ogni recettore è in grado di venir stimolato da sapori diversi

# Il gusto

- ▶ Ciascuna gemma gustativa pur essendo in grado di rispondere a tutti i sapori fondamentali possiede una sua “preferenza” che la rende in grado di essere stimolata anche da bassissime concentrazioni del suo sapore preferito
  - ▶ Le gemme per il dolce sono particolarmente concentrate sulla punta della lingua, per l’amaro alla base, per l’acido sui bordi, mentre la sensibilità per il salato sarebbe distribuita uniformemente su tutta la superficie della lingua
- ▶ Esempi di soglia di percezione

M = mole, quantità di sostanza che contiene un numero di Avogadro di particelle ( $6,022 \cdot 10^{23}$ )

Gusto	Sostanza	Soglia
Salato	Cloruro di sodio	0,01 M
Acido	Acido cloridrico	0,0009 M
Dolce	Saccarosio	0,01 M
Amaro	Chinino	0,000008 M
Umami	Glutammato	0,0007 M

# Disturbi del gusto

---

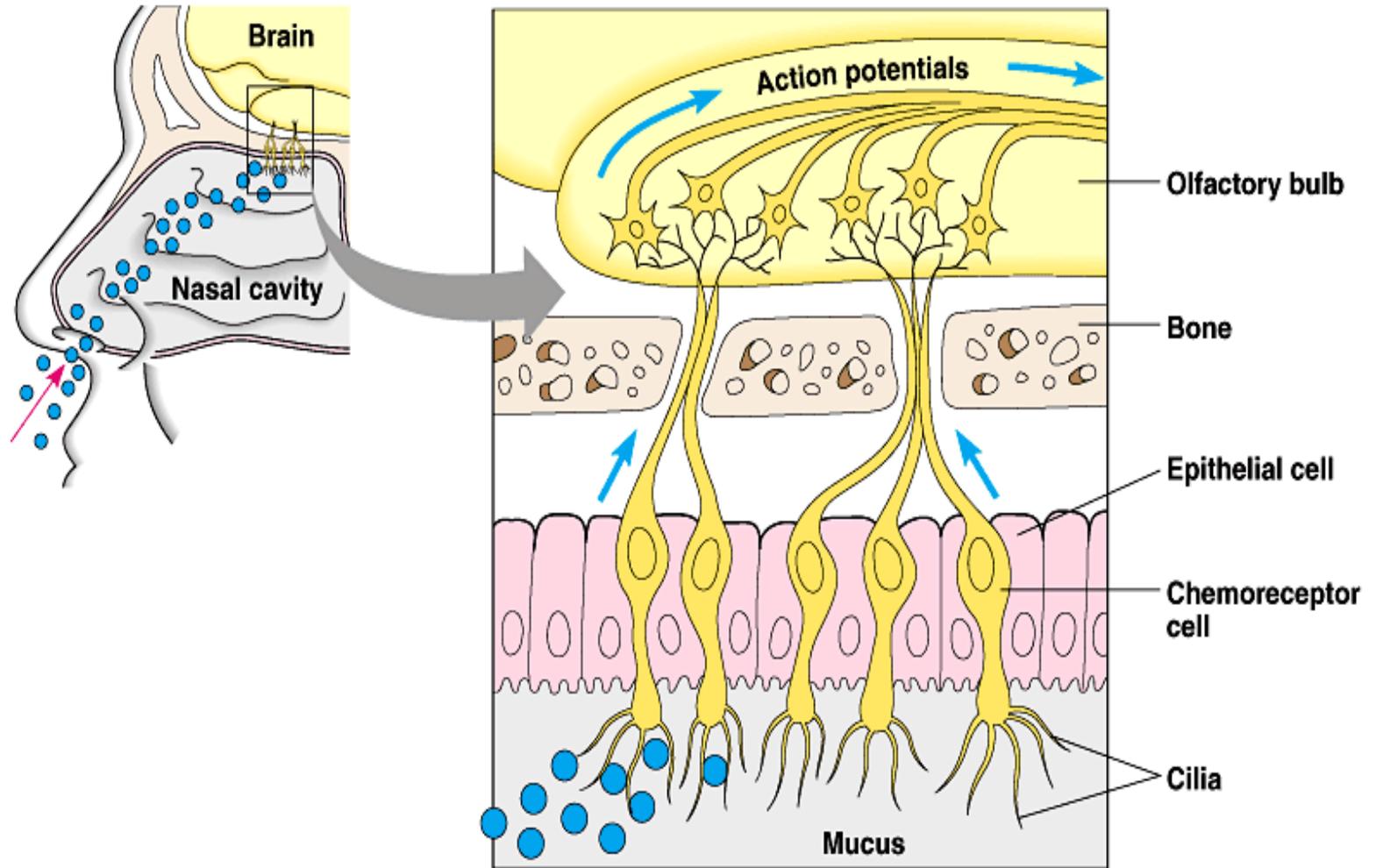
- ▶ **Ageusia: perdita completa della sensibilità al gusto**
  - ▶ Può essere parziale (insensibilità al dolce, salato, ...) o totale
- ▶ **Disgeusia: alterazione del senso del gusto**
  - ▶ Ipergeusia: sensibilità in eccesso
  - ▶ Ipogeusia: sensibilità in difetto
- ▶ **Molteplici cause, congenite o acquisite**
  - ▶ Assenza totale o parziale dei recettori gustativi
  - ▶ Processi tossinfettivi sia locali che generali e malattie neuro-endocrine
  - ▶ Affezioni del sistema nervoso, ad esempio lesione del nervo trigemino e glossofaringeo, paralisi facciale
  - ▶ Traumi cranici, neoplasie, dermatopatie
  - ▶ Tabagismo, carenze vitaminiche, effetti collaterali di alcuni farmaci

# L'olfatto

---

- ▶ La mucosa olfattiva è situata nel tetto delle cavità nasali
- ▶ Gli assoni delle cellule sensoriali primarie della mucosa olfattiva penetrano nella lamina cribrosa tramite fori e prendono contatto con i grossi neuroni del bulbo olfattivo
- ▶ Molte centinaia di cellule sensoriali prendono contatto con una sola cellula nervosa
- ▶ Un odore viene riconosciuto solo quando tutte le cellule sensoriali contigue scaricano contemporaneamente

# L'olfatto



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

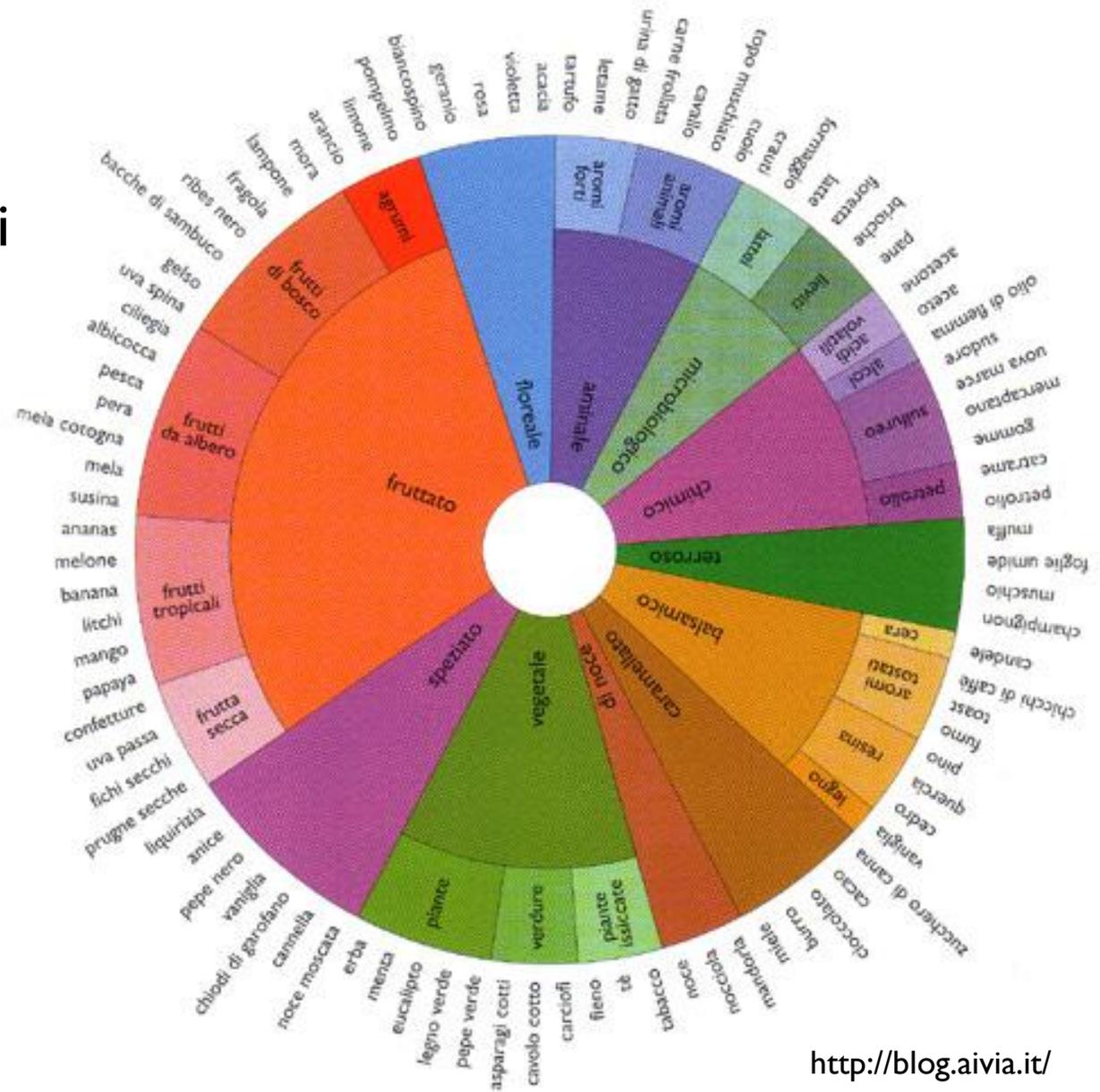
# L'olfatto

---

- ▶ Tutti i tentativi di classificare le qualità olfattive sono finora falliti
- ▶ In passato si pensava che ogni odore potesse essere descritto con appena sette caratteristiche distintive (canfora, muschio, fiori, menta, etereo, pungente, putrido)
- ▶ Attualmente si sa che esistono almeno 50 differenti “odori primari”, ma il nostro linguaggio non ci permette di descrivere correttamente le sensazioni provate
- ▶ È certo che la capacità olfattiva dell'uomo è assolutamente insignificante in rapporto a quella degli animali, i quali sono in grado di distinguere migliaia di odori

# L'olfatto

- ▶ “Ruota” degli odori
- ▶ Usata nella degustazione del vino



<http://blog.aivia.it/>

# Disturbi dell'olfatto

---

- ▶ **Modificazioni qualitative**
  - ▶ Parosmia: percezione di un odore che non esiste nell'ambiente (allucinazione olfattiva) oppure percezione erronea di un odore reale
- ▶ **Modificazioni quantitative**
  - ▶ Iperosmia: aumentata percezione degli odori
  - ▶ Iposmia: diminuita percezione degli odori
  - ▶ Anosmia: perdita totale della percezione degli odori
- ▶ **Possono dipendere da**
  - ▶ Cause meccaniche (rinite allergica, rinite vasomotoria, polipi etmoidali, tumori nasali e rinofaringei che impediscono all'aria inspirata di raggiungere e stimolare l'area olfattiva)
  - ▶ Cause traumatiche (fratture dell'etmoide, traumi occipitali o frontali con strappamento per contraccolpo dei nervi olfattivi)
  - ▶ Cause infettive (tifo, riniti, sinusiti, influenza)
  - ▶ Atrofia della mucosa olfattiva (rinopatia atrofica ozenatosa)
  - ▶ Disendocrinie (acromegalia, ipotiroidismo)
  - ▶ Processi morbosi del sistema nervoso centrale (processi neoplastici o degenerativi)

# Una lettura interessante

---

- ▶ **Oliver Sacks, Un antropologo su Marte: Sette racconti paradossali. Adelphi, 1995**
  - ▶ Oliver Sacks racconta la storia di 7 suoi pazienti
  - ▶ Il caso del pittore che non vedeva i colori
  - ▶ L'ultimo hippie
  - ▶ Vita di un chirurgo
  - ▶ Vedere e non vedere
  - ▶ Il paesaggio dei suoi sogni
  - ▶ Prodiggi
  - ▶ Un antropologo su Marte

# Licenza d'uso



- ▶ Queste diapositive sono distribuite con licenza Creative Commons “Attribuzione - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 2.5 Italia (CC BY-NC-SA 2.5)”
- ▶ Sei libero:
  - ▶ di riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico, esporre in pubblico, rappresentare, eseguire e recitare quest'opera 
  - ▶ di modificare quest'opera 
- ▶ Alle seguenti condizioni:
  - ▶ **Attribuzione** — Devi attribuire la paternità dell'opera agli autori originali e in modo tale da non suggerire che essi avallino te o il modo in cui tu usi l'opera. 
  - ▶ **Non commerciale** — Non puoi usare quest'opera per fini commerciali. 
  - ▶ **Condividi allo stesso modo** — Se alteri o trasformi quest'opera, o se la usi per crearne un'altra, puoi distribuire l'opera risultante solo con una licenza identica o equivalente a questa. 
- ▶ <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/it/>