

## Il processo della VISIONE:

### DALL' OCCHIO AL CERVELLO

By Maria Teresa Tuccio

Tratto da: <http://server1.fisica.unige.it/~tuccio/SSIS/visione.html>  
Traccia di alcuni argomenti trattati a lezione

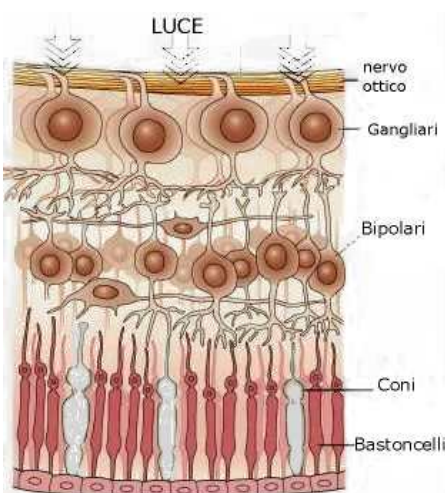
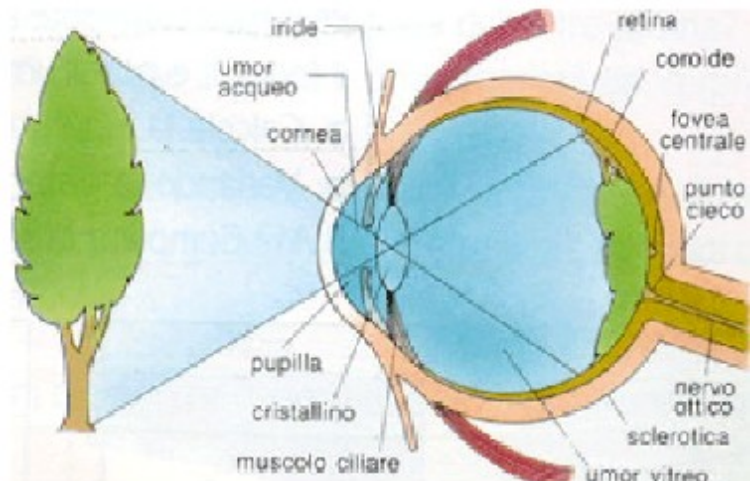
Per capire il meccanismo della visione umana dobbiamo distinguere tre parti:

- L'**occhio**: un sistema ottico che forma e proietta le immagini su una superficie sensibile
- La **retina**: una superficie sensibile che raccoglie le immagini, ne fa una prima elaborazione e trasmette l'informazione ai centri superiori (corpo genicolato laterale, corteccia cerebrale visiva)
- Il **cervello**: un elaboratore dei dati provenienti dalla retina che li elabora ulteriormente e "forma" l'immagine definitiva.

Quando ci saremo fatti un'idea del funzionamento di questi tre sistemi, potremo studiare la **percezione visiva**, facendo un cenno ai **movimenti oculari**, essenziali per la raccolta di informazioni utili per elaborare la scena visiva.

#### Occhio

L'occhio umano è un sistema ottico relativamente semplice, costituito da un diottrio (*cornea, umor acqueo, e umor vitreo*) di indice di rifrazione 1.33 e da una lente biconvessa, il *cristallino*, di indice di rifrazione 1.44, in cui la curvatura della faccia anteriore può essere modificata dalla contrazione dei muscoli ciliari, variando così la distanza focale della lente (accomodamento). Cornea, camera anteriore, cristallino e camera posteriore nel loro complesso formano una lente convergente (provvista di una distanza focale variabile fra 2,4 e 1,7 cm) che proietta le immagini sulla retina, rimpicciolite e capovolte. Una membrana muscolare, l'*iride*, al cui centro è ricavata un'apertura, la *pupilla*, serve a diaframmare, cioè a regolare la quantità di luce che entra nell'occhio.



#### Retina

La superficie sensibile dell'occhio è costituita dai **fotorecettori** (i *bastoncelli* ed i *coni*), il cui compito è quello di trasformare in impulsi elettrici le informazioni ricevute dalle reazioni fotochimiche che vengono attivate dalla radiazione luminosa e di inviare questi segnali ai **neuroni retinici** - le cellule *orizzontali*, *bipolari*, *amacrine* e *ganglionari* - che sono variamente connessi fra di loro ed effettuano una prima elaborazione del segnale visivo. Gli assoni delle cellule gangliari si riuniscono in modo da formare il *nervo ottico*, un cavo che conduce l'informazione visiva fuori dalla retina fino ai centri superiori, dapprima al corpo genicolato laterale e da qui alle aree corticali.

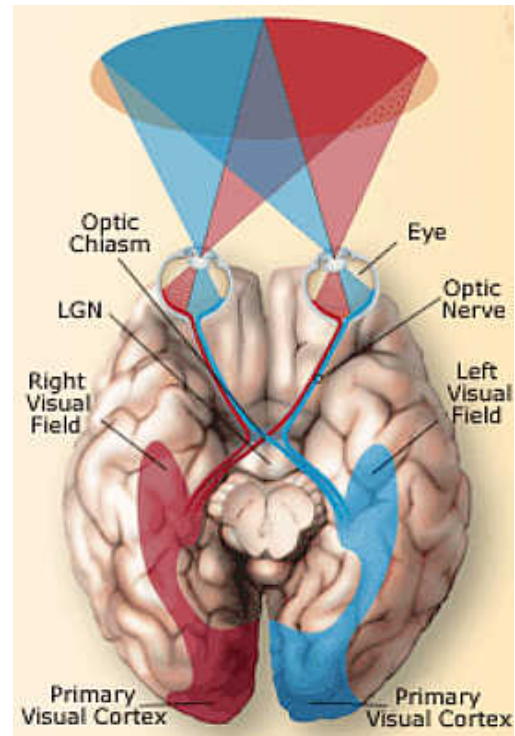
Le fibre nervose provenienti da punti diversi della retina si dirigono verso punti diversi del nucleo genicolato (LGN) e della corteccia, ricreando così una mappa cerebrale della retina nel cervello.

Da puntualizzare:

- Coni e bastoncelli (6 e 120 milioni), iodopsina e rodopsina, diversa sensibilità spettrale, diverso adattamento al buio
- Fovea
- Punto cieco
- Connessioni retiniche: recettori-bipolari-amacrine-gangliari; le cellule orizzontali stabiliscono contatti tra diversi recettori
- Visione scotopica e visione fotopica
- Campi recettivi center-ON e center-OFF delle cellule gangliari

## Cervello

- Vie ottiche: chiasma, corpo genicolato, corteccia visiva area 17
- Interazione fra i due occhi
- Elaborazione ed organizzazione dell'informazione visiva:
- Nel corpo genicolato l'immagine subisce una prima elaborazione che cerca di mettere in evidenza l'oggetto rispetto allo sfondo, i suoi contorni, le differenze di contrasto.
- Studi elettrofisiologici di Hubel e Wiesel sulla corteccia visiva del gatto e della scimmia: cellule semplici (campi recettivi ON-OFF di forma allungata) selettive per l'orientamento dello stimolo; cellule complesse rispondono alla direzione di movimento dello stimolo; cellule ipercomplesse selezionano anche le dimensioni dello stimolo. Ipercolonne.



## La percezione visiva

Ognuno di noi ha un "buco" nel proprio campo visivo, uno per occhio, e non lo percepisce: la parte di immagine che manca viene ricostruita deducendola da ciò che si vede intorno.

Tutto il fondo dell'occhio è ricoperto dai fotorecettori, tranne che in un punto, un'area di 1,5 millimetri di diametro, dove convergono i nervi e i vasi sanguigni della retina, pertanto questo punto non è sensibile alla luce, e' una zona senza informazioni. Tuttavia il cervello riesce a ricostruire l'immagine mancante attraverso un processo chiamato "filling in" (riempimento) studiato da ricercatori americani, svizzeri, olandesi e giapponesi. Con grande sorpresa essi hanno scoperto che la parte di corteccia visiva che corrisponde al punto cieco è attiva durante il processo di riempimento, anche se, direttamente, non riceve alcuna informazione dalla retina.

La percezione è una simulazione ricostruttiva generata dal cervello, sotto il controllo di una determinante genetica, delle interazioni tra noi e l'ambiente materiale che ci circonda e in base alle nostre conoscenze e alle nostre esperienze precedenti: ciò che è percepito è diverso dall'oggetto esterno che rappresenta. Con una bella espressione della Programmazione NeuroLinguistica possiamo dire: *la mappa non è il territorio*, e ognuno di noi costruisce mappe

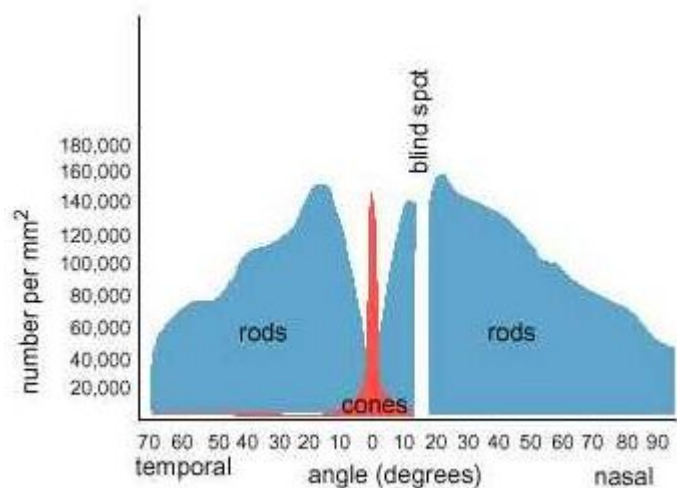
diverse dello stesso territorio e anche mappe diverse da momento a momento, in base al nostro grado di attenzione, ai nostri bisogni, alle nostre motivazioni.

Richiami:

- La psicologia della Gestalt e le leggi di raggruppamento percettivo
- L'articolazione figura/sfondo; contorni illusori del triangolo di Kanizsa
- Le illusioni ottiche
- Basi neurofisiologiche: neuroni "features detectors"
- Specializzazione funzionale della corteccia visiva: elaborazione separata di movimento, colore, forma, ....
- Integrazione dell'informazione visiva  $\Leftrightarrow$  rete di connessioni anatomico ad ogni livello, anche connessioni di ritorno, che consentono il flusso di informazioni nei due sensi fra aree diverse (essenziali per risolvere conflitti fra cellule che hanno capacità differenti, ma reagiscono allo stesso stimolo)
- Metodi d'indagine: elettrofisiologia nel gatto e nella scimmia vs. risposte percettive nell'uomo, studi degli effetti prodotti da lesioni (ferite o asportazioni chirurgiche) o patologie cerebrali, studi di immagini cerebrali umane ottenute con la tomografia a emissione di positroni (PET) o con la risonanza magnetica (RM).

## I Movimenti oculari

La percezione visiva dipende dalla capacità di formare e memorizzare immagini cerebrali, tramite le informazioni ricevute dall'occhio. Le parti più periferiche della retina contengono solo bastoncelli e non distinguono né la forma, né i colori degli oggetti, ma quando un oggetto entra nel campo visivo dell'occhio, determinano il movimento istintivo della testa e dell'occhio stesso al fine di portare l'immagine nella zona centrale della retina, ove si ha la massima capacità di "vedere". Man mano che ci si sposta verso la zona centrale della retina si ha una visione sempre più nitida, sino a raggiungere il massimo nella fovea, al centro della macchia lutea, dove sono presenti solo coni.



Se la visione totale dell'occhio fermo abbraccia un campo di 140° in senso orizzontale e di circa 120° in senso verticale, la visione della macchia lutea abbraccia un campo rispettivamente di 8 e 6 gradi, mentre quello della fovea poco più di 1 grado.

L'analisi di una scena visiva, come l'osservazione di un quadro o di un panorama, è strettamente associata alla visione foveale. Pertanto quando si osserva una scena stazionaria, gli occhi eseguono una scansione del campo visivo con movimenti rapidi - detti *movimenti saccadici* - alternati a fissazioni. In generale la scansione del campo visivo non è regolare, tranne casi particolari come la lettura, in cui c'è un'organizzazione seriale dell'informazione visiva. Così, in generale, le fissazioni non sono distribuite uniformemente sulla figura osservata: alcune zone sono ignorate e altre sono visitate (fissate) frequentemente.

L'informazione visiva può essere acquisita dal sistema nervoso centrale solo durante le fissazioni, dato che durante i movimenti saccadici sono attivi meccanismi inibitori. Pertanto lo studio della *strategia di osservazione* adottata durante l'esplorazione di una figura o di una scena visiva, può dare utili informazioni sui processi percettivi e cognitivi:

- la *distribuzione spaziale delle fissazioni* indica quali sono le zone della figura visitate maggiormente e, in generale, si può assumere che queste zone siano quelle a contenuto di informazione più elevato per l'osservatore, durante l'esecuzione di quel particolare compito.
- la *durata delle fissazioni* dà informazioni sulla quantità di informazione utile localizzata nell'area osservata e sul tempo necessario a elaborare l'informazione prelevata
- la *sequenza delle fissazioni* ci permette di studiare la successione temporale dell'analisi dell'informazione visiva fatta dal Sistema Nervoso Centrale

sequenza, durata e distribuzione spaziale delle fissazioni, dipendono molto dalle aspettative e dai compiti che ha l'osservatore (v. [esempio1](#) [esempio2](#) [esempio3](#))

Altri tipi di movimenti oculari:

- movimenti di inseguimento (pursuit)
- micromovimenti durante le fissazioni x impedire che la risposta delle cellule nervose si attenui