MODULO 4

L'OCCHIO E LA VISIONE

OBIETTIVO:

Esercitazioni : definire le funzioni dell'occhio tramite esperienze

Teoria: conoscere la biochimica della visione

TARGET:

Scuola elementare e media

TEORIA:

Introduzione al modulo:

Questo modulo per quanto riguarda i contenuti didattici significativi, può essere considerato in un certo senso il prolungamento del modulo precedente "Luce e colori". Dopo aver parlato della luce, ho deciso che poteva essere importante soffermarsi sull'organo deputato alla sua percezione. Le nozioni sull'occhio sono infatti fondamentali per completare il nostro discorso sulla luce. Tuttavia, in funzione di tale approfondimento consiglio vivamente di rifarsi all'allegato di questo modulo, dove l'argomento viene trattato in modo esaustivo. Tale allegato è realizzato in modo da offrire una conoscenza molto estesa sul nostro organo della vista e si presenta abbastanza semplice a parte qualche dettaglio riguardo la biochimica del processo trasduttivo che volendo potrebbe anche essere completamente saltato. Nella scuola primaria è importante parlare dell'occhio, come tra l'altro, di qualsiasi altro organo di senso. Gli studenti devono raccogliere le informazioni preziose, che oltre ad essere motivo di conoscenza culturale, devono fornire le nozioni scientifiche necessarie a predisporre il loro comportamento futuro alla tutela, al rispetto e alla preservazione di questo organo così importante e fondamentale.

La parte laboratori di questo modulo è costituita da pochi esempi pratici ma, come potete vedere, mi sono prodigato al massimo per offrirvi dei simpatici motivi di stimolo attraverso i paragrafi che illustreranno i disegni sulle illusioni. Queste immagini mostrate in aula con una lavagna luminosa, vi permetteranno di effettuare una lezione molto innovativa e stimolante e potrete certamente penetrare con molta facilità negli argomenti della visione e del colore.

LABORATORI

1°Laboratorio Costruiamo una camera oscura

TARGET:

Scuola primaria

Materiale occorrente:

Una lente di ingrandimento biconvessa da 10 cm di diametro, una scatola di cartone, una candela.

L'esperimento che proporremo in questo laboratorio è estremamente semplice e nel contempo di grandissimo effetto didattico. Bisogna solo procurarsi una lente di ingrandimento da 10 o 12 cm di diametro e una scatola di cartone che abbia una lunghezza di circa 30 cm. Prima di procedere nel montaggio, assicuratevi che la scatola abbia la profondità giusta in relazione al tipo di lente che adoperate. In pratica, come avete già capito, bisogna realizzare una camera oscura ed essendo la lente a fuoco fisso, dovete decidere con precisione la distanza alla quale volete mettere il soggetto da osservare. Per cui, è necessario stabilire la precisa lunghezza della scatola. In ogni caso per essere sicuri di poter ottenere sempre una proiezione nitida e a fuoco, stabilite una lunghezza di massima e poi eventualmente aggiungerete una seconda paratia al fondo della scatola di cartone in modo da poterne variare le dimensioni a seconda delle esigenze focali richieste dal caso. La figura mostra come deve essere realizzato il nostro sistema.

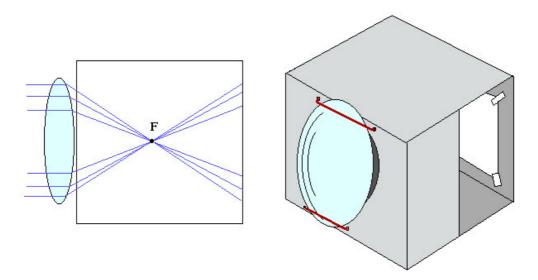


Fig. 1.4 - Camera oscura realizzata con una scatola di cartone -

Bisogna dire subito, che per far funzionare una camera oscura non è necessaria la lente di ingrandimento. Un semplice forellino (foro stenopeico) in una scatola di cartone è già in grado di produrre l'effetto desiderato ma bisogna curarne con precisione le dimensioni e non sempre l'effetto che si ottiene è soddisfacente. Per cui, nella realizzazione di questa esperienza conviene

sicuramente utilizzare la lente che risulta essere di gran lunga la soluzione più semplice. Procurata la scatola si procede ad annerirla internamente, mentre il fondo, dove sarà visibile l'immagine, deve restare di colore bianco. Abbiate cura di mantenere aperto una finestra laterale della scatola nella zona posteriore, per poter osservare l'immagine che si focalizzerà -vedi figura. Sul lato anteriore dovrà essere realizzato un foro centrale dal diametro di un centimetro più corto di quello della lente. Se la lente è di 12 cm di diametro, il foro potrà essere di 11 o 10 cm al massimo. La lente verrà fissata al foro grazie ad un sistema di fili di ferro più o meno come mostra la figura 1.4 in ogni caso, qualsiasi soluzione può andar bene. Avere un foro d'ingresso con una dimensione fissa così grande, significa lavorare a diaframma tutto aperto, esprimendoci da un punto di vista fotografico diremo anche con la profondità di campo più piccola. Oppure, in analogia a quanto succede nel nostro occhio, significa avere la pupilla completamente aperta. Visto che il soggetto principale che utilizzeremo nelle nostre osservazioni è costituito da una candela accesa che emette una fievole luce in una stanza in penombra questa condizione di diaframma tutto aperto è preferibile. Per tarare la vostra camera oscura, dovete portare la scatola e la lente di ingrandimento perfettamente montata su di un tavolo. Abbassate la luce nell'ambiente e ponete la candela accesa ad una certa distanza. Ponete un cartoncino bianco mobile sul fondo della scatola e con la mano spostatelo più avanti o più indietro in modo da stabilire il punto in cui la candela risulta ben nitida. Segnate accuratamente questa posizione e collocate in quel punto con qualsiasi artificio a vostra disposizione la paratia di cartone. Oppure, effettuando comunque alcune prove preventive per non sbagliare, montate la scatola in modo completo e regolate successivamente la posizione della candela per ottenere un immagine nitida. Una lente di ingrandimento ha una distanza focale che dipende dal suo raggio di curvatura. In modo abbastanza grossolano posso aiutarvi dicendo che, le lenti biconvesse da circa 10 o 12 cm acquistabili in cartoleria hanno la capacità di mettere a fuoco immagini provenienti da lontano su una lunghezza di circa 25 o 28 cm. Se riuscite a fare un buon lavoro, vedrete che la vostra camera oscura sarà in grado di mettere a fuoco qualsiasi immagine. Con essa, ad esempio, potete osservare la finestra dell'aula ed eventualmente il panorama esterno situandovi in una condizione opportuna per l'osservazione. Spiegate ai vostri allievi le proprietà della camera oscura riferendovi al nostro organo visivo facendo dei paralleli con camera oscura fotografica. Attingete quindi dalla vostra poliedrica e interdisciplinare conoscenza, tutto lo scibile relativo all'argomento in questione. Un'idea molto interessante potrebbe addirittura essere quella di preparare un simulacro di occhio con tanto di retina e cristallino. Da un vecchio mappamondo in disuso, oppure realizzato in carta pesta, che costituirebbe il globo oculare, cioè la sclera dell'occhio, potremo montare tutto il necessario per simulare le fattezze di un grosso occhio umano. Con l'uso di vernice e di idee molto ingegnose per quanto riguarda la struttura, potete creare un modello grande e molto attraente di organo visivo di un mammifero. La figura 1.4.2 mostra un esempio di quello che sto cercando di proporvi.

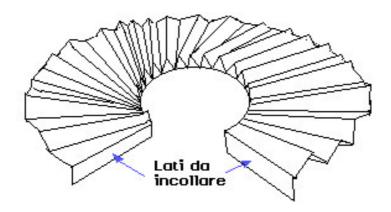


Fig. 1.4.1 - Preparazione in cartoncino dell'Iride del modello -

Utilizzando la tecnica di incollare strisce di carta di giornale miste a strisce di carta bianca sottile, una dopo l'altra poste uniformemente in più strati sopra ad un palloncino, si può realizzare il globo oculare. Per il collante potrà essere utilizzata la tipica soluzione di acqua e colla vinavil, avendo cura di mescolare bene una parte di colla e due parti di acqua. Dopo aver aspettato un tempo sufficiente affinché l'involucro si sia asciugato completamente, si potrà verniciarlo di bianco e con un tocco di fine arte anatomica, potrà essere adornato disegnando anche venuzze e muscoli. A questo punto praticherete un foro circolare ad una estremità dell'involucro nel quale sarà inserito una particolare gruppo che avete avuto modo di completare molto prima. Questo dispositivo dovrà in pratica simulare la struttura della cornea, della pupilla e del cristallino. Per il cristallino potete adoperare una lente di ingrandimento di 5 o 6 cm di diametro che incollerete su un cartoncino forato che simulerà il corpo ciliare. Dietro questo cartoncino metterete un diaframma di cartone nero che deve simulare la pupilla. Per realizzare quest'ultimo, potete per esempio prendere una striscia di cartone scuro e piegarlo in modo da ottenere una fisarmonica. A

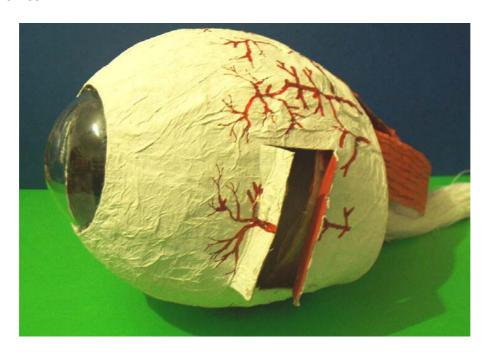


Fig. 1.4.2 - Modello completamente funzionante dell'occhio -

questo punto incollerete i due lembi in modo da fargli assumere una forma circolare vedi figura 1.4.1. La cornea potrà essere simulata da una mezza sfera di plexiglas molto trasparente che avete avuto modo di acquistare presso un negozio di vernici ed articoli d'arte. La figura 1.4.3 mostra l'interno dell'occhio perfettamente montato, in cui si scorge la parte inferiore del gruppo ottico che sto descrivendovi dove appare il cartoncino che simula come abbiamo già detto il corpo ciliare.

Per completare il vostro lavoro dovete praticare lateralmente una feritoia per poter osservare l'immagine che si produrrà sulla retina. Quest'ultima, sempre realizzata con la tecnica della carta pesta, è ben illustrata dalla figura 1.4.3 /A che mostra anche una simulazione di nervo ottico realizzata al solo scopo di abbellimento con del cotone. La retina deve quindi essere collocata all'interno dell'involucro oculare e spostandola avanti o indietro con una mano si potrà ottenere la condizione per osservare l'immagine sulla sua superficie perfettamente nitida. Se preparate la vostra retina con un cartoncino bianco così come mostra la figura 1.4.3 /A, potete anche divertirvi a puntare un fascio di luce dall'esterno dell'occhio in direzione della pupilla per osservare da lontano il fenomeno degli occhi fluorescenti (vedi l'allegato del modulo a proposito del concetto del "tapetum lucidum"). Provare per credere.

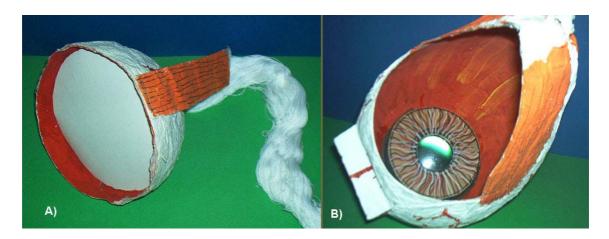


Fig 1.4.3 - Fasi intermedie per la preparazione dell'occhio di cartapesta -

2°Laboratorio Illusioni ottiche

TARGET:

Scuola primaria

Materiale occorrente:

Riprodurre in qualche modo le immagine allegate e proiettarle con una lavagna luminosa.

L'insegnante di una scuola primaria può utilizzare il materiale che sto per mostrarvi per realizzare una serie di lezioni che mostrano esattamente come funziona il nostro occhio e come esso risulta sensibilmente influenzato dalle interpretazioni fornite dal nostro cervello. Le slides, che il docente deve mostrare, assumono anche il compito di incuriosire le giovani leve al meraviglioso mondo della visione. Come è ormai consuetudine di questo testo, voglio ricordarvi che questo laboratorio è studiato per darvi delle idee. Le slides che vi sto mostrando riguardano solo pochissimi esempi, mi auguro, anzi sono certo, che voi stessi ne produrrete ex novo delle altre.



Fig. 2.4 - Illusione dimensionale prodotta dalla prospettiva -

La figura n. 2.4, mostra come il nostro occhio o meglio come il nostro cervello può darci una interpretazione errata delle dimensioni. In essa sono raffigurati due topi perfettamente identici nello loro dimensioni grafiche. Tuttavia la prospettiva della scena, costringe il nostro cervello a supporre che il topo in primo piano sia più piccolo del topo visibile dopo il lampione.

La seconda figura mostra lo stesso tipo di problema dimensionale. Questa volta l'illusione riguarda due linee colorate di dimensione identica. Il nostro cervello, tradito dalla posizione delle frecce, è pronto a dichiarare che la linea blu e più grande della linea rossa.

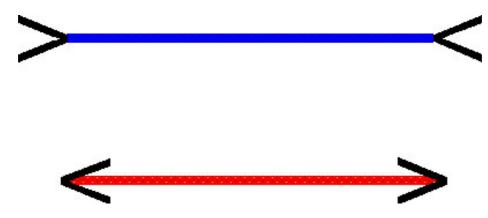


Fig. 3.4 - Lunghezza apparente -

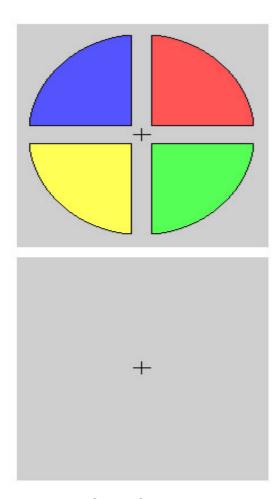


Fig. 4.4 - Colori Complementari -

La figura n. 4.4 mostra qualcosa estremamente interessante.

Si deve osservare l'immagine superiore della figura cercando di dirigere l'occhio più o meno al centro degli spicchi colorati facendosi aiutare dalla piccola croce scura fissandola per alcuni secondi senza staccare mai lo sguardo. Non è un problema battere le palpebre, l'importante è osservare l'immagine per circa un minuto. Alla fine di guesto tempo, bisogna dirigere lo sguardo verso il riquadro grigio. Dopo qualche istante nel riquadro grigio apparirà la immagine del riquadro superiore ma con i colori complementari rispetto alla foto originale. Questo significa, che vedremo al posto del colore blu, il colore giallo e al posto del giallo, il colore blu. Il rosso sarà sostituito dal colore verde e al posto del verde vedremo il colore rosso. La spiegazione di questo interessante fenomeno è da ricercarsi nella dinamica di azione dei nostri recettori sensibili al colore.

Anzi, approfitterete dell'occasione per parlare dei coni che sono disseminati sulla retina del nostro occhio e ci permettono di distinguere le tonalità cromatiche. Troverete informazioni preziose nell'allegato di questo modulo. In ogni caso, l'illusione fornita dalla figura si genera perché quando osserviamo a lungo l'immagine colorata, provochiamo una saturazione degli stimoli prodotti dai coni deputati allo specifico colore che stiamo fissando. Nel nostro occhio esistono infatti, tre tipi di coni, ognuno sensibile a uno dei tre colori fondamentali. Nel momento in cui riposiamo lo sguardo, puntando il nostro occhio nel riquadro grigio, i coni sensibili a quel preciso colore che guardavano poco prima intensamente, subiscono un rilassamento.

In pratica, il cono specifico si inattiva o riduce fortemente la sua attività elettrica. I segnali biochimici degli altri due coni prendono a questo punto il sopravvento e il cervello elabora di conseguenza una sensazione di colore complementare.

C'è un altro interessante esperimento che mostra invece, come la nostra capacità di discendere i colori sia influenzata dall'analisi effettuata dal nostro cervello su tutta l'immagine. Osservate la figura n. 5.4 essa rappresenta un gruppo di bambine. La Foto però è stata corretta da un filtro di colore verde. Provate a stabilire quale potrebbe essere il colore originale del panciotto portato dalla bambina situata sulla sinistra della foto. Senza pensarci due volte la maggior parte delle persone interrogate è portata a dire che il panciotto della bambina era originariamente di colore giallo. Il colore giallo viene visto dal nostro cervello anche se nella figura predomina il colore verde.



Fig. 5.4 - Qual è il colore del panciotto della bambina a sinistra ? -

Anzi è proprio questa condizione che permette al nostro cervello di stabilire che il colore del panciotto doveva essere in origine giallo. Infatti, il nostro cervello, elaborando il colore predominante che appare nella figura, è pronto a correggersi automaticamente ed a giungere alla conseguenza che il colore del panciotto deve essere giallo.

La figura n. 6.4/ A mostra la foto originale e conferma la nostra asserzione sul colore giallo del panciotto. Il nostro cervello non si è sbagliato, in fondo il colore era proprio il giallo. Tuttavia se prendiamo il panciotto della bambina della foto n. 5.4, e con l'uso di programma di fotoritocco un sovrapponiamo al panciotto giallo della foto originale, cioè la foto 6.4/A, otteniamo una foto modificata che ho posto a destra della foto 6.4/A cioè la foto 6.4/B.

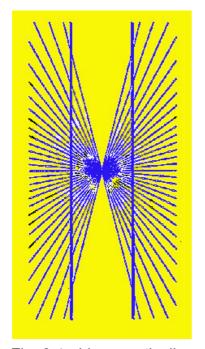
In questa immagine appare evidente che il colore del panciotto che noi osservavamo, guardando la foto 5.4 con il filtro verde, è di colore verde. Eppure osservando quel panciotto all'interno della figura 5.4 lo vedevamo giallo. Il nostro cervello è quindi ingannato dalla valutazione percettiva di un colore, poiché esso risulta sensibilmente influenzato dalle condizioni dell'immagine cioè dagli altri colori della scena che si sta osservando.



Fig. 6.4 - A) Foto originale e B) foto ritoccata sulla quale è stato posto il panciotto ottenuto ritagliando quello della figura 5.4 -

Il nostro occhio quindi, vede le immagini rielaborate e modificate grazie alla partecipazione attiva del nostro cervello.

Per continuare i nostri esempi sulle illusioni che produce il nostro cervello quando vediamo certi tipi di immagini, voglio mostrarvi alcuni motivi di linee perfettamente rette che invece per particolari condizioni dell'immagine assumono conformazioni curve.



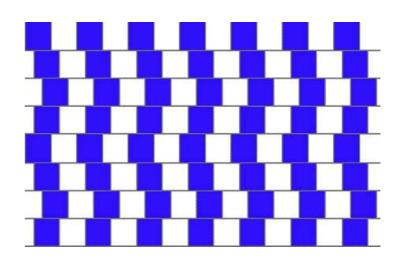


Fig. 9.4 - motivo di linee orizzontali -

Fig. 8.4 - Linee verticali -

Le figure n. 8.4 e 9.4 sono infatti un esempio di come la conformazione del fondo presente nelle due immagini, ci costringono a giudicare curve delle linee che sono in realtà perfettamente diritte. Le due linee verticali della figura n. 8.4 appaiono infatti curvate al centro, mentre tutte le linee orizzontali della figura n. 9.4 sembrano non essere parallele.

3°Laboratorio Percezione dei Colori 1 (come vedono gli animali)

TARGET:

Scuola primaria e secondaria

Materiale occorrente:

Riprodurre in qualche modo le immagine allegate e proiettarle con una lavagna luminosa.

Il fatto che il colore non esiste come entità assoluta, ma che risulta essere una sensazione elaborata dal nostro cervello appena riceve uno stimolo elettromagnetico di opportuna frequenza, è un concetto veramente molto difficile da propinare a giovani studenti dei primi anni di una scuola primaria. Tuttavia alcune esperienze preparate in modo opportuno così come mostrato nei laboratori del modulo precedente, possono aiutarvi in questa impresa. È evidente che non è molto importante che questi concetti siano realmente assimilati e digeriti dagli studenti delle prime classi. È importante comunque parlarne per creare un percorso iniziale nelle loro giovani menti.

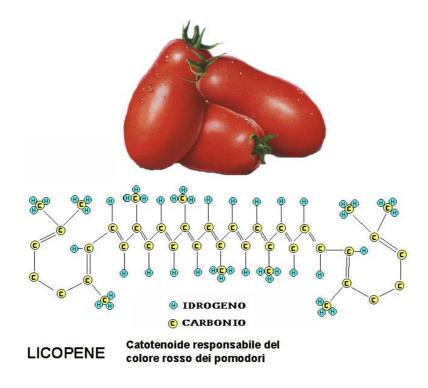


Fig. 10.4 - Struttura del licopene (colorante naturale del pomodoro) -

L'obiettivo conclusivo sarà raggiunto soltanto nei corsi di studio successivi. Nella scuola media inferiore, infatti, esiste l'appropriato terreno fertile affinché questi concetti attecchiscano. La figura n. 10.4 è un esempio che sovente utilizzo anche in seminari più impegnativi per stabilire il concetto che i corpi sono colorati da pigmenti. Il soggetto è un pomodoro. Quest'ultimo è un campione facilmente riconoscibile da tutti gli studenti. Il pigmento che ci permette di osservare il pomodoro con il suo colore rosso saturo, si chiama "licopene". Nella figura è stata rappresentata anche la struttura chimica di questo pigmento. Il pomodoro appartiene alla famiglia delle solanacee, la stessa famiglia dei peperoni, delle melanzane e delle patate. Approfittando della situazione potrete impartire anche tutta una serie di nozioni o di considerazioni sull'ortaggio ricordandone le proprietà nutritive, magari aggiungendo un pizzico di curiosità nel far osservare che la pianta del pomodoro è velenosa tranne che per il frutto rosso maturo che utilizziamo nelle nostre salse e nelle nostre insalate. Quindi i bambini non devono mangiare le foglie verdi della pianta poiché esse contengono un alcaloide chiamato solanina, tossico per il nostro organismo.

Riferendovi al licopene, potete ricordare che oggi alcune recenti ricerche in campo alimentare hanno scoperto che questa sostanza ha proprietà antiossidanti. Ma la cosa più importante per l'argomento di questo modulo, è far capire agli allievi presenti, che il licopene con la sua struttura chimica, reagisce nei confronti delle radiazioni elettromagnetiche della luce che lo illumina, assorbendo gran parte di tutte le radiazioni colorate e rimandando verso di noi solo quelle rosse. Ecco la ragione per la quale il pomodoro ci appare dotato di questa tipica colorazione. Le foglie, come nella maggior parte delle piante, sono invece verdi, poiché la clorofilla è il pigmento che, contrariamente al licopene, assorbe le radiazioni rossa e blu rimandando indietro quella di colore verde.

Sia nel modulo "Luce e colori" che all'interno dell'allegato di questo modulo, si specifica il fatto che lo spettro della luce visibile è caratterizzato dalle sole radiazioni che vanno dal violetto al rosso. Le radiazioni che si estendono oltre questi limiti, si chiamano rispettivamente, radiazioni ultraviolette e radiazioni infrarosse. Noi umani non percepiamo queste frequenze che si estendono oltre i limiti appena considerati diversamente da molti animali che hanno invece capacità sensoriali in grado di avvertire queste radiazioni. Diciamo ancora che, la percezione dei colori effettuata da primati, come l'uomo e le scimmie non sempre è identica a quella di altri mammiferi. A questo punto potreste mostrare ai vostri allievi una slide, simile a quella presentata dalla figura n. 11.4, che evidenzia come per i cani e per i gatti le percezioni cromatiche sono alquanto diverse da quelle dell'uomo.

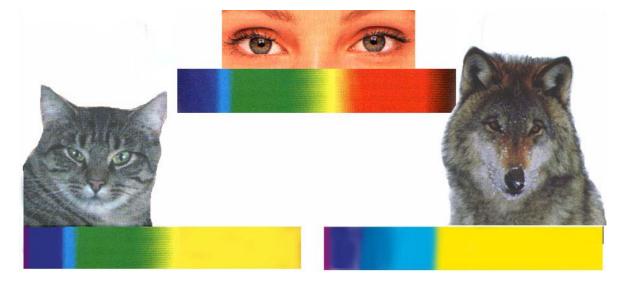


Fig. 11.4 - Visione cromatica dell'uomo confrontata con quella di alcuni animali -

In questa figura si vede chiaramente che i gatti non vedono il colore rosso, mentre i cani hanno una certa difficoltà a percepire il colore verde. Se fate questa lezione in una scuola primaria, qualcuno potrebbe chiedervi come mai il proprio cane riesce a giocare senza troppe difficoltà anche con una palla di colore verde ? (spesso una domanda del genere può sorgere spontanea anche nella mente di un adulto). È evidente che il fatto di non vedere il verde, non esclude che il fedele amico dell'uomo possa in qualche modo percepire la palla. L'oggetto, infatti, si presenterà con una sfumatura completamente diversa agli occhi del cane, ma sarà comunque da egli ben percepito. È probabile che in un ambiente poco illuminato e soprattutto dotato di sfondo di colore verde, il

cane possa avere problemi a percepire il contrasto creato dall'oggetto. Ma il cane possiede anche un senso molto più sviluppato della vista, e cioè l'olfatto.

In natura, esistono anche specie animali che percepiscono le radiazioni ultraviolette e infrarosse che sono comunque sempre presenti nell'ambiente. Questa peculiarità percettiva consente loro di ottenere dei vantaggi nella caccia, quando devono procurarsi il cibo o quando devono difendersi dai nemici. Un esempio in tal senso è offerto da alcuni tipi di insetti. Le api o le vespe, che appartengono alla famiglia degli imenotteri, sono in grado di percepire radiazioni cromatiche che si estendono oltre la soglia del colore violetto. Questi animaletti percepiscono radiazioni che hanno una frequenza superiore a 750 THz oppure, che risulta essere la stessa cosa, una lunghezza d'onda inferiore a 400 nm. A tal proposito volevo sottolineare il fatto che in natura ci sono dei fiori, che non hanno un aspetto estremamente appariscente se guardati con occhi umani. Con questo non voglio dire che non sono belli a vedersi. Noi umani giudichiamo la bellezza con una logica che si estende oltre lo stimolo unicamente visivo. Ma certamente questi tipi di fiori non sembrano comunicarci una sorta di particolare ammirazione. E infatti, tali piante dalle infiorescenze quasi insignificanti si sono selezionate per una un'altra importante caratteristica, e cioè quella di risultare attraenti per animali che percepiscono le radiazioni ultraviolette. Questi fiori presentano contrasti molto più evidenti in questa gamma di radiazioni a noi invisibile. Le api e le vespe, che riescono a percepire in questo intervallo di colori, valutano con un altro metro di giudizio l'aspetto di questi fiori. La figura n. 12.4 mostra come esempio una vespa che osserva un fiore di pastinaca sativa.

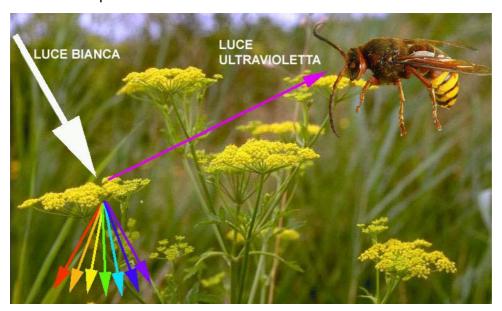


Fig. 12.4 - Percezione della radiazione ultravioletta di alcuni tipi di insetti -

Nella foto successiva n. 13.4 con un elevato sforzo della fantasia è stato visualizzato come apparirebbe il paesaggio floreale ad una vespa oppure ad un ape che percependo queste radiazioni si appresta a raccogliere il polline offerto da questi tipi di fiori.



Fig. 13.4 - probabile visione del campo floreale da parte di un'ape -

Gli scienziati ipotizzano che, grazie alla sensibilità nella gamma degli ultravioletti, questi insetti sono in grado di percepire con maggiore rilievo questi fiori nella scena campestre che si mostra ai loro occhi. Alcuni fiori, inoltre, presentano dei disegni sui petali che si presentano come delle vere e proprie rampe di atterraggio visibili solo ed esclusivamente a chi dotato di percezione ultravioletta. Queste figure permettono a questi animali di dirigersi, senza difficoltà direttamente nei punti di raccolta del polline.

Mentre le api hanno una percezione spiccatamente protesa per le regioni dell'ultravioletto dello spettro della luce visibile, molti tipi di serpenti sono in grado di percepire gli infrarossi. Come sappiamo gli infrarossi sono radiazioni che si estendono nella regione precedente alla radiazione rossa a noi visibile. Queste radiazioni sono anche chiamate radiazioni termiche. Esse vengono generate da tutti i corpi in base al valore della loro temperatura superficiale. Poiché i corpi dei mammiferi sono tipicamente molto più caldi dell'ambiente dove vivono, un predatore in grado di percepire le radiazioni infrarosse, può individuare facilmente la preda che li produce. Il calore emanato dal corpo dei mammiferi, quindi parliamo della radiazione infrarossa, è piuttosto elevato anche di notte, per cui, per un predatore avere questa sensibilità costituisce un grande vantaggio. Molti serpenti possiedono un recettore ad infrarossi, chiamato organo a fossetta situato sul muso dell'animale. Questo sensore è in grado di percepire lo stato termico di una superficie dotata di differenze di temperature di appena 0,003 °C. Grazie a questa proprietà il serpente è in grado facilmente di stanare la sua preda muovendosi nel buio più profondo e utilizzando sia l'organo a fossetta (recettore ad infrarossi) che l'organo di Jacobson che consiste in un sensibilissimo organo olfattivo.

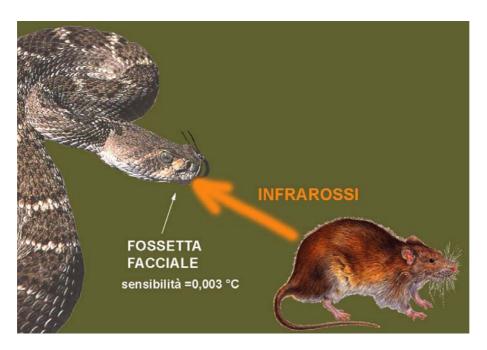


Fig. 14.4 - Percezione su gamma infrarossa di un serpente a sonagli -

Mostrare queste immagini ad un pubblico di allievi di scuola primaria, lo considero un'azione formativa estremamente educativa. L'insegnante, non deve solo pensare all'elemento nozionistico generato da tali informazioni, è molto importante, infatti, anche il profilo educativo del pensiero. Il giovane studente in questo modo impara a considerare con maggior perfezione gli spazi sensoriali ed è in grado di recepire meglio il messaggio dell'ambiente che lo circonda. Inoltre, egli impara, che altri esseri viventi possono percepire cose a noi sconosciute, perlomeno da un punto di vista sensoriale. Tutto questo permette di comprendere anche le limitazioni dell'apparato sensoriale umano.

Ma facciamo ancora altri esempi interessanti. Sempre restando nel campo degli infrarossi, recentemente è stato scoperto che un coleottero americano chiamato **Menalophila** acuminata ha dei sensori termici sulle zampe posteriori in grado di rilevare gli infrarossi generati da incendi boschivi fino a **50 km** di distanza. L'insetto, che appartiene alla famiglia dei blattidi, si serve di questa capacità sensoriale per dirigersi verso i tronchi degli alberi carbonizzati per deporre le sue uova.

Gli aerei caccia delle aviazioni militari di diverse nazioni presenti nel mondo, possiedono un'arma micidiale per il combattimento aria-aria che utilizza un sofisticato sistema di ricerca del calore. Questi missili, chiamati **sidewinter**, sono normalmente in dotazione agli aerei per difendersi dall'attacco di altri aerei nemici. Il missile ha una portata di circa 25 km ed è in grado di dirigersi verso l'aereo nemico seguendo il calore prodotto dai suoi motori. La figura 15.4 mostra un prototipo in cartone in scala 2:1 realizzato dal sottoscritto in occasione di una conferenza sulle armi tenuta nel 1998 a Caserta. La foto, mostra l'ogiva del missile. Nel caso del vero sidewinter questa ogiva è costituita da una finestra a sua volta realizzata di fluoruro di magnesio che risulta trasparente alle radiazioni infrarosse. Il sensore, collocato



Fig. 15.4 - Modello di AIM 9L - missile di intercettazione aria/aria che mostra sull'ogiva il sensore a raggi infrarossi -

al suo interno è in grado di fornire informazioni al sistema direzionale del razzo per permettergli di cambiare direzione e seguire quindi le manovre diversive che eventualmente potrebbero essere effettuate dall'aeroplano che subisce l'attacco.

Ho voluto mostrare anche questo esempio di tipo militare, legato purtroppo alle nefandezze prodotte da tali armi, poiché questa condizione può essere facilmente utilizzata dal docente per imprimere un maggior grado di attenzione alla eventuale platea di giovani discenti. I ragazzi, specie i maschietti, diventano estremamente eccitati quando durante una lezione, gli argomenti scivolano lungo una direzione di questo tipo. Non esiste migliore occasione per un bravo insegnante, sfruttare anche questa situazione a favore ovviamente del profitto, che potrà trarre, per la maggiore attenzione della platea sugli argomenti legati alla lezione.

Nel tema della percezione animale, non dobbiamo dimenticare la vista straordinaria dell'aquila e dei falconiformi. Questi uccelli hanno un'acutezza visiva circa otto volte superiore a quella umana. Un'aquila che pesa 7 kg ha occhi grandi come un uomo che ne pesa 80 kg. Inoltre, mentre la densità delle cellule visive nella fovea di un occhio umano non supera i 200.000 coni per mm², nei falconiformi questa densità può arrivare anche a 1.000.000 di coni per mm². Ma c'è un'altra cosa interessante che gli studiosi hanno scoperto circa la biologia dell'occhio di questi rapaci. A seguito della struttura del cristallino e della sua capacità di messa a fuoco delle immagini, nonché a causa della depressione della fovea rispetto alla curvatura interna dell'occhio, è probabile che questi uccelli possano vedere un'immagine composta, costituita da un campo visivo base unita ad un'immagine telescopica ingrandita. In pratica gli studi effettuati sull'occhio dei rapaci fanno ritenere che l'immagine ingrandita che questi uccelli percepiscono, si presenterebbe verso il centro del campo visivo e mostrerebbe al falconiforme, che sorvola a diverse centinaia di metri d'altezza, il suo territorio di caccia e tutto quello che si muove nell'erba. Anche in guesto caso, mi sono permesso di creare un'immagine che mostri nei limiti dell'azzardo e delle mie libertà creative, come potrebbe essere la visione del territorio di caccia visibile da una certa altezza da un'aquila che sta per stanare, per esempio, una determinata preda.



Fig. 16.4 - A) visione normale - B) campo visivo di un'aquila -

La figura 16.4 A) mostra uno scorcio di una radura più o meno come potrebbe essere visto da un occhio umano. La figura 16.4 B) mostra lo stesso scorcio del paesaggio come potrebbe essere visto da un aquila che ha puntato la sua attenzione su di un piccolo mammifero presente poco disotto nell'erba. È noto infatti, che l'aquila ha la capacità di scorgere un roditore da **10 cm** di lunghezza da una distanza di **1,5 km.**

Esiste ancora un esempio interessante sul quale gli studiosi stanno ancora cercando di capire la dinamica percettiva. Si tratta di un altro volatile dotato di un organo di senso estremamente straordinario. Stiamo parlando del pellicano e della sua vista. Gli studiosi hanno recentemente analizzato parte della struttura della rete nervosa visiva di questo uccello, dimostrando che nel suo cervello ci sono alcune cellule deputate all'orientamento magnetico (vedi note di fine paragrafo), queste cellule a loro volta hanno le sinapsi intrecciate in circuiti che sono connesse sul chiasma ottico del cervello del pellicano. In poche parole, dall'analisi di questa struttura gli studiosi hanno stabilito che questo circuito nervoso produce una sorta di riferimento che determina l'apparizione di una macchia colorata nel campo visivo del volatile esattamente nella direzione del nord geografico. In questo modo l'uccello è in grado di orientarsi quando si trova in mare aperto. Gli esperti, hanno determinato che il pellicano dovrebbe percepire una macchia di colore rosso violacea presente nel suo campo visivo in direzione nord. A tale proposito voglio mostrare una figura, la numero 17.4, che illustrerebbero come il pellicano è in grado di percepire questo riferimento colorato nel suo campo visivo. Anche questa volta, l'immagine deve essere considerata solo un tentativo, per il suo contenuto fortemente persuasivo, di avvicinarsi a quello che potrebbe essere la realtà. Gli esperti, per esempio, non possono essere matematicamente sicuri del tipo di colore che appare nella visione del volatile, anche se molte ricerche fanno ritenere che la biologia del sistema possa generare proprio questo tipo di contrasto cromatico.



Fig. 17.4 - Percezione visiva di un pellicano della direzione del nord magnetico -

Voglio comunque precisare che tutte le figure realizzate in questo laboratorio, che si riferiscono alla visione degli animali, riproducono fedelmente risultati di studi specifici per l'approfondimento dei quali si rimanda agli articoli mostrati in bibliografia. La mia riproduzione fotografica è stata quanto più vicina alle ipotesi e alle ricerche che si stanno ancora completando in questo campo di studi. La figura n. 17.4 è uno degli esempi che tratta appunto questi specifici casi.

La foto 18.4 invece, vuole effettuare un confronto interessante tra la visione del pellicano e i moderni schermi laser in uso nei caccia militari chiamati HUD - Head Up Display -.



Fig. 18.4 - HUD di un caccia militare tipo EF2000 -

A bordo di un caccia di moderna generazione, sono presenti dei sofisticati sistemi inerziali che si preoccupano di calcolare le informazioni di orientamento e di rotta. Queste informazioni sono fornite al pilota sottoforma digitale tramite lo schermo HUD. Questo schermo trasparente copre la visuale anteriore del pilota e permette di aggiornare quest'ultimo di tutte le informazioni relative alla rotta, alla posizione del veicolo ed anche a tante altre informazioni relative ai sistemi d'arma e di emergenza. In effetti, il pilota riesce a percepire, oltre al campo visivo naturale, anche i riferimenti di orientamento elaborati dai sofisticati sistemi elettronici presenti a bordo del caccia. Ancora una volta ci troviamo di fronte ad una divagazione che può realizzare in aula interesse ed attenzione.

NOTE 1:

Il fatto che alcuni batteri, si orientino tramite il campo magnetico è un fatto ormai acquisito dalla biologia ufficiale. Nel 1975 nel Massachusetts in America, furono osservati dei batteri delle paludi che avevano dei cristalli di magnetite racchiusi da una membrana a sua volta contenuta nel loro citoplasma. Tramite questi magneti, il batterio riusciva a direzionare il suo flagello in modo da dirigersi verso il polo nord. Poiché, la componente verticale del campo magnetico terrestre è sempre presente nelle regioni che si discostano dall'equatore terrestre, questi batteri avevano la possibilità di giudicare la direzione per risalire sulla superficie della palude.

4°Laboratorio Percezione dei Colori 2 (daltonismo)

TARGET:

Scuola primaria e secondaria e oltre

Materiale occorrente:

Riprodurre in qualche modo le immagini allegate e proiettarle con una lavagna luminosa.

Questo laboratorio è molto semplice da realizzare e contemporaneamente molto efficace riguardo i contenuti che si prefigge di trasmettere. Come da tutti è ampiamente risaputo, esistono alcune malattie a carico della visione dei colori da parte dell'occhio che interessano le cellule sensibili presenti nella retina chiamate coni. Lo 0.04% delle donne e l'8% dei maschi, sono soggetti ad una malattia genetica chiamata daltonismo. Questa malattia comporta una certa difficoltà della percezione dei colori da parte di chi, purtroppo, ne risulta affetto. È molto importante, soprattutto nei primissimi anni di una scuola primaria, che l'insegnante possa in un certo senso riuscire a determinare se fra i presenti esiste qualche studente che ha questo tipo di problema. È ovvio che l'indicazione dell'insegnante deve essere assolutamente confermata da un esperto ed in ogni caso mai e poi mai l'insegnante deve in qualche modo mettere in condizione di criticità psicologica l'eventuale allievo che ne possa presentare i sintomi. Scoprire un daltonico in aula può invece essere molto importante per capire i limiti percettivi dell'allievo ed aiutarlo a superare le sue

difficoltà. In questo laboratorio le slides che mostreremo avranno solo un valore educativo e saranno utilizzate per creare interesse e informazione alla platea degli ascoltatori. Mi preme ribadire che in nessun modo l'insegnante dovrà sostituirsi ad un esperto, che saprà certamente determinare con maggiore perizia l'eventuale problema.

Poiché nella retina dell'occhio ci sono tre tipi diversi di cellule sensibili al colore, cioè ci sono coni sensibili al colore blu, coni sensibili al colore rosso e infine coni sensibili al colore verde, esistono tre tipi fondamentali di malattie legate ciascuna al rispettivo recettore. Inoltre c'è anche una rara forma di anomalia percettiva, che riguarda il cattivo funzionamento di tutta l'apparato cromatico. Nel caso specifico: la **deuteranopia** è il daltonismo che provoca una ridotta sensibilità al colore verde. La **tritanopia**, coinvolge i coni sensibili al colore blu. La **protanopia**, interessa i coni sensibili al rosso. Infine la **acromatopsia** è quella malattia che impedisce di vedere tutti i colori.

Per mostrare ai nostri discenti come potrebbe apparire un mondo senza la presenza di alcuni colori e quindi calarsi nei panni di una persona che ha difficoltà a percepire uno dei tre colori fondamentali, possiamo preparare alcune slides a colori in cui, il soggetto grafico, può anche essere diverso da quello che è stato preparato per queste pagine. Vorrei farvi notare che quando ho scritto la frase "...Calarsi nei panni di una persona che ha difficoltà.... ecc " non ho adoperato il termine; " ... Calarsi nei panni dello sventurato che ha difficoltà ...ecc" che spontaneamente poteva venire facile ad ogni persona sensibile all'atto di descrivere questa forma di handicap. Non ho adoperato questo termine per assicurarmi fin d'ora la vostra umana collaborazione a gestire questi discorsi con la massima delicatezza. Il fatto che mi ripeta su questi punti, vuole essere un monito e un consiglio per quanti di voi intraprenderanno una lezione di questo tipo per un pubblico di bambini. È ovvio che tutte queste attenzioni possono essere ridotte se la lezione viene eseguita ad un pubblico di persone adulte. Ma quando dico ridotte, intendo appunto concedervi maggiore comodità al dialogo. Non ho detto di annullare qualsiasi forma di controllo. Ricordatevi di tenere sempre un grande rispetto per il pubblico che sta attorno a voi. L'insegnante non è solo un erogatore di informazioni, ma è soprattutto l'immagine di riflesso della conoscenza e di una grande umanità. Se la ragion vera, il fine ultimo dell'insegnamento è appunto diffondere la conoscenza, l'insegnante deve calarsi in un personaggio che deve diffondere serenità, saggezza, etica morale, professionalità e rispetto. In questo modo, gli astanti si convinceranno che se il sapere è portato dalla bocca del giusto, conoscenza e sapienza devono essere certamente virtù molto preziose. Ma torniamo ora alle slides che vi ho preparato.

Per sperimentare con la platea i problemi del daltonismo di cui prima parlavamo, la figura n.19.4 mostra una foto generica che ritrae una scena con tutte le sfumature cromatiche che una persona normale dovrebbe vedere tranquillamente senza alcun problema. Questa slide verrà presa come riferimento per poi generare successivamente lo stesso paesaggio simulando i vari casi di daltonismo prima indicati.



Fig. 19.4 - Visione normale -

Le foto successive non necessitano alcun commento. Esse mostrano la stessa immagine osservata nei soggetti con riduzione di sensibilità per uno dei colori fondamentali.



Fig. 20.4

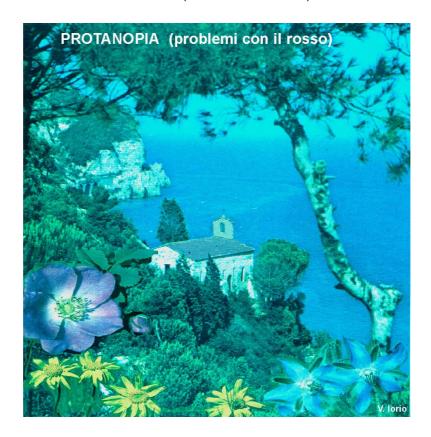


Fig. 21.4



Fig. 22.4

La foto n. 23.4 invece è un esempio di test molto semplice per verificare eventuali problemi che esistono bella percezione del colore verde e il blu. Infatti, nei due riquadri rappresentati, una persona con vista perfettamente normale, riesce a vedere abbastanza chiaramente la cifra 5 e la cifra 7. Persone che invece hanno problemi circa la percezione tramite i coni blu e verde hanno difficoltà a percepire i due numeri. Nell'appendice di modulo è stata riportata una tabella molto completa che mostra il vari test sul daltonismo, essa è fornita solo come esempio, come già ribadito in precedenza, la tabella può anche essere adoperata per un primo controllo, ma non è espressamene consigliato che il docente tragga risultati. Solo un medico specialista, attraverso una verifica e una diagnosi molto più specifica e con tabelle cromatiche rigorosamente controllate, potrà eventualmente comprovare una diagnosi di daltonismo.

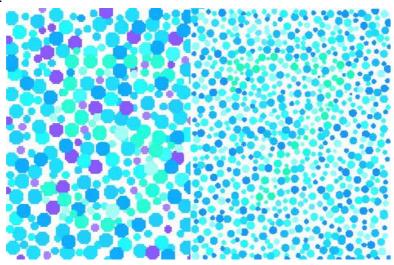


Fig. 23.4 - problemi di percezione fra il verde e il blu (vedi testo) -

NOTA 1:

Recenti ricerche degli anni 70 dei coniugi Wolfang e Roswitha Wiltschko dell'Università di Francoforte hanno dimostrato che anche altri volatili oltre il già citato pellicano sono in grado di vedere il campo magnetico terrestre. In particolare i pettirossi rilevano la componente inclinata del campo magnetico terrestre utilizzando tale proprietà per orientarsi. Se gli occhi dei pettirossi venivano coperti questi ultimi non erano più in grado di rilevare la componente inclinata del campo. Nel 2000 il fisico Thorsten Ritz, all'epoca alla University of Southern Florida, propose una spiegazione molto interessante fondata sull'Entanglement Quantistico per spiegare questa proprietà. Secondo Ritz, che si basava su precedenti ricerche di Klaus Schulten dell'Università dell'Illinois. l'occhio di un uccello ha una molecola in cui due elettroni formano una coppia entangled con momento angolare totale nullo. Quanto la molecola assorbe la luce visibile, gli elettroni assorbono sufficiente energia da separarsi e quindi da essere suscettibili a influenze esterne, come il campo magnetico terrestre. Se il campo magnetico è inclinato, influisce in modo diverso sui due elettroni, creando uno squilibrio che modifica la reazione chimica a cui è soggetta la molecola. Le reazioni chimiche dell'occhio traducono questa differenza in un impulso neurologico, che a sua volta produce un immagine del campo magnetico nel cervello dell'animale.

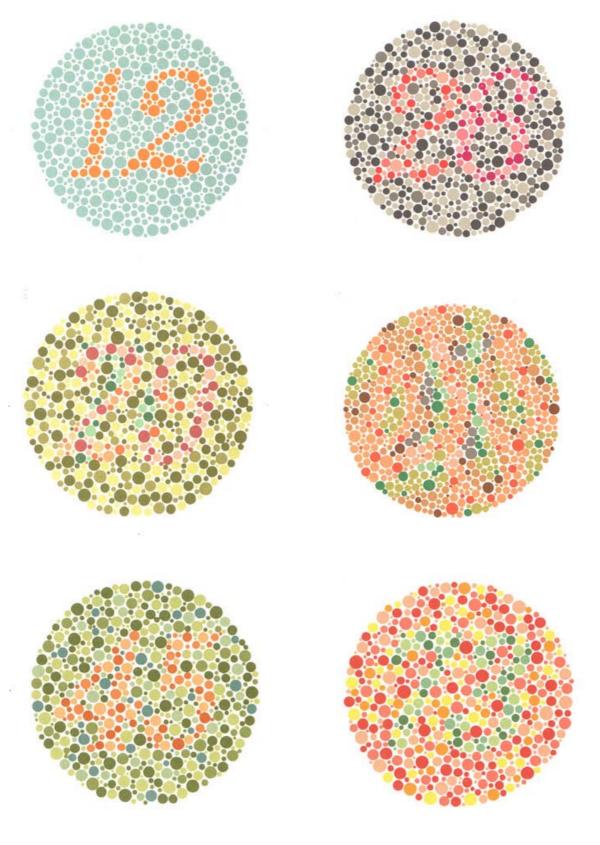
APPENDICE

Alcune patologie dell'occhio

ORGANO	PATOLOGIA	DESCRIZIONE
CONGIUNTIVA	CONGIUNTIVITE	Affezione infiammatoria dolorosa
		caratterizzata da arrossamento e secrezione
		oculare; di natura batterica, virale o allergica
	TRACOMA	Malattia infettiva contagiosa causata da
		chiamydia trachomatis, molto diffusa nei paesi
		orientali e nell' Africa settentrionale
CORNEA	CHERATITE	Lesione infettiva; può essere superficiale,
		profonda e interstiziale (da allergia)
	FOTOCHERATITE	Infiammazione della cornea da raggi UV
	DISTROFIA	Affezione non infiammatoria senza
	CORNEALE	proliferazione di vasi, è distinta in forme
		ereditarie e forme acquisite
SCLERA	EPISCLERITE e	Lesioni modulari di natura allergica, infettiva o
	SCLERITE	reumatica
UVEA		Infiammazione dolorose dell'iride e/o del corpo
	O UVEITE	ciliare con abbassamento della vista e
		intolleranza alla luce (fotofobia); sono causate
		da batteri, virus o malattie auto-immuni
	COROIDITE	
DETINIA		Infiammazione acuta o cronica della coroide
RETINA		Malattia degenerativa ereditaria caratterizzata da
	RETINITE	calo della vista in caso di bassa luminosità (emeralopia), difetti del campo visivo e anomalie
	PIGMENTOSA	del fondo oculare
		Scollamento dei due foglietti epiteliali
	DISTACCO DI	(pigmentato e sensoriale) più frequente in
	RETINA	caso di grave miopia, arteriosclerosi o
		malformazioni retiniche
	DELITEDANIODIA	Incapacità a distinguere il verde
	DEUTERANOPIA	Incapacità a distinguere il blu
	TRITANOPIA	Incapacità a distinguere il rosso
	PROTANOPIA	Incapacità a distinguere tutti i colori (visione B/W)
CDICTALLING	ACROMATOPSIA	,
CRISTALLINO	CATARATTA	Opacizzazione del cristallino, frequente negli anziani (cataratta senile); si distinguono inoltre
		cataratte da cause endocrine (diabete, terapia
		cortisonica ecc,) tossiche, fisiche (raggi X,
		infrarossi ecc.), traumatiche e congenite
		Dislocazione della lente per rottura del punto
	LUSSAZIONE DEL	di inserzione (o zonula)
DI II DO	CRISTALLINO	,
BULBO	GLAUCOMA	Aumento del tono oculare per ostacolo meccanico
OCULARE		al deflusso dell'umore acqueo, con crisi dolorose e alterazioni della vista
	I .	מונכומבוטווו עכוומ יוטנמ

La tabella successiva mostra in progressione i numeri seguenti che risultano perfettamente visibili ad una persona normale. Nei cerchi è possibile scorgere rispettivamente, 12, 26, 29, (non c'è nessun numero), 45, 73

Tabella di verifica del daltonismo



ALLEGATO:

LA VISIONE

Tutti i mammiferi e la maggior parte degli animali sono in grado di riconoscere attraverso gli occhi le caratteristiche principali del mondo esterno. Nell'uomo, il senso della vista, per le sue caratteristiche stereoscopiche e per la percezione dei colori, è uno degli organi di senso più importante.

È tramite l'arrivo dell'energia luminosa sull'organismo che noi otteniamo l'informazione visiva riguardante il mondo esterno. Il trasduttore che converte questa energia in una forma utilizzabile dal corpo umano è costituito dall'occhio, l'organo della visione. Gli occhi ricevono la luce riflessa o emessa dalle superfici degli oggetti e danno l'avvio alla conseguente sensazione visiva. Nel modulo relativo alla luce e colore abbiamo già detto che la gamma delle lunghezze d'onda dello spettro elettromagnetico che compongono la luce visibile, si estende approssimativamente da **700 a 400 nm**: le lunghezze d'onda più lunghe provocano una sensazione di rosso (700 nm) le più brevi (400 nm), una sensazione di violetto, mentre le lunghezze d'onda intermedie producono tutte le altre gradazioni di arancio, giallo, verde e azzurro.

La ragione per cui il nostro occhio sia configurato per funzionare con questa banda di colori riguarda direttamente il processo evolutivo dei primi esseri viventi. Gli organismi che si sono selezionati dall'inizio della storia evolutiva della vita sulla Terra, dovevano certamente percepire le radiazioni elettromagnetiche che rimbalzavano all'interno dell'ambiente circostante a opera del Sole e dell'atmosfera che circondava il pianeta. Tuttavia la nostra atmosfera determina sulle radiazioni provenienti dal sole un determinato filtraggio. A causa di questa azione discriminante, non tutte le radiazioni solari riescono a giungere sulla superficie. Guarda caso, la maggior parte di quelle che riescono a oltrepassare gli spessi strati di atmosfera, sono comprese proprio nella banda di quelle appartenenti al visibile. Ovvero proprio quelle che si estendono tra 400 e 700 nm. Risulta quindi semplice comprendere perché l'occhio si è evoluto nella percezione di quella particolare gamma di frequenze. La foto successiva mostra l'opacità della nostra atmosfera a seconda

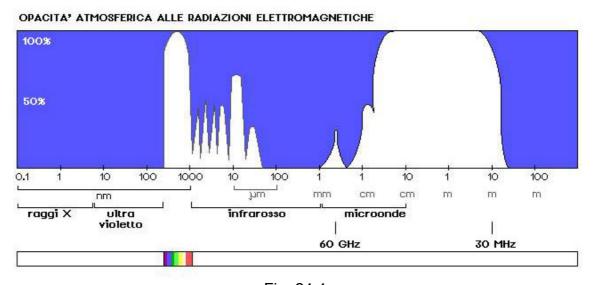


Fig. 24.4

della lunghezza d'onda che giunge dall'esterno di essa.

Il grafico successivo mostra l'irraggiamento solare medio a livello del mare disegnato con una risoluzione tale che ci permette di individuare i dettagli relativi alle radiazioni naturali che colpiscono i nostri occhi. È facile osservare che le radiazioni giallo verde sono quelle ad ampiezza maggiore.

Il funzionamento dell'occhio

L'utilità dell'informazione riguardante il mondo esterno che riceviamo grazie agli occhi è di gran lunga superiore a quella che ci deriva da qualsiasi altro organo di senso: ciò è dovuto in gran parte alla estrema precisione con cui è possibile localizzare lo stimolo visivo nello spazio. Tutto questo, sommato alla rapida decodifica del segnale luminoso, fa della vista un organo di senso assolutamente indispensabile.

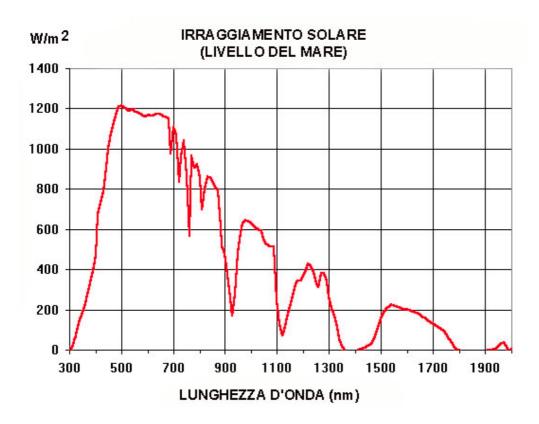


Fig. 26.4

L'occhio è costituito da tre strati di tessuto che formano una sfera piena di liquido (**umore vitreo**). Lo strato esterno, la **sclera** (24.5 mm di diametro), è formato da tessuto connettivo fibroso di colore biancastro e ha funzioni protettive. La parte anteriore della sclera, la **cornea**, è trasparente.

Lo strato intermedio, chiamato **coroide**, si trova fra la retina e la sclera e contiene vasi sanguigni. La sua parte anteriore si modifica formando il **corpo ciliare**, i legamenti sospensori e **l'iride**. L'insieme della coroide dell'**iride** e del **corpo ciliare** si chiama **uvea**.

Il corpo ciliare è un anello di tessuto muscolare liscio dal quale s'irradiano i legamenti sospensori che mantengono il **cristallino** nella sua posizione.

La parte colorata dell'occhio, l'iride, è una formazione anulare unita al corpo ciliare. La **pupilla** è un foro al centro dell'iride in grado di contrarsi o dilatarsi a seconda della quantità di luce che deve lasciare entrare nell'occhio. Essa funziona come il diaframma di una macchina fotografica.

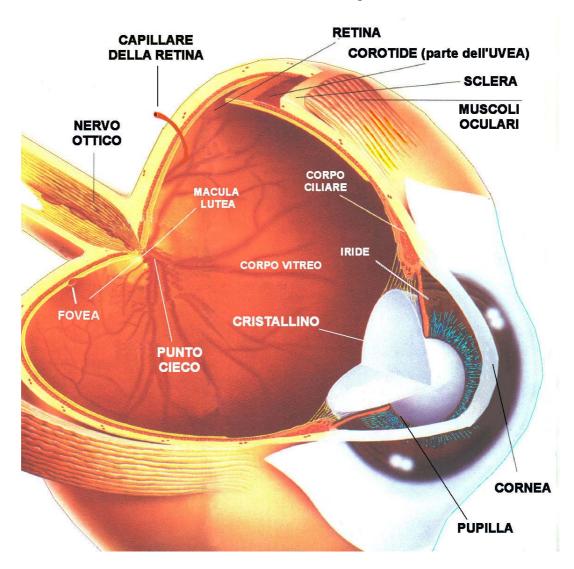


Fig. 27.4 - Struttura dell'occhio -

Lo strato più interno dell'occhio, la retina, contiene le cellule fotorecettrici, ossia i coni e i bastoncelli. I coni sono le cellule sensibili ai colori, mentre i bastoncelli sono recettori monocromatici sensibili a condizioni di illuminamento molto basse. Normalmente i bastoncelli lavorano in condizioni di luce notturne. Un occhio normale possiede 3.000.000 di coni e 100.000.000 di bastoncelli. La fovea, prossima al centro della retina, è la regione di maggiore acutezza visiva (in genere la zona circostante la fovea viene detta macula lutea ed è la zona dell'occhio dove è maggiore la capacita' di risolvere un immagine). Questa peculiarità è dovuta al fatto che presso la fovea, si ha la massima densità di recettori luminosi. La foto successiva mostra la disposizione dei coni presso le aree della fovea di un occhio normale. È interessante notare la disposizione randomica a rattoppi (cosi come è normalmente chiamata).

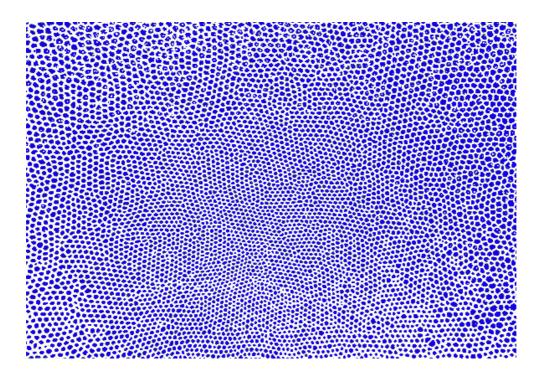


Fig. 28.4 - Mosaico della fovea detto a "rattoppi" -

Come abbiamo già avuto modo di notare in precedenza, l'occhio dei vertebrati ha un tipo di funzionamento molto simile a quello di una macchina fotografica. La luce proveniente dagli oggetti osservati attraversa prima la cornea e poi il cristallino (che insieme formano il sistema diottrico dell'occhio). Il cristallino a sua volta focalizza un'immagine capovolta dell'oggetto sulla retina. Quest'ultima, che riveste la parte posteriore del globo oculare è sensibile alla luce tramite delle cellule sensoriali specializzate, i già citati coni e bastoncelli, che sono disposti a matrice di punti.

Altra caratteristica fondamentale della visione nei vertebrati è data dal fatto che essi possiedono due occhi; nell'uomo essi sono disposti frontalmente, per cui garantiscono un campo visivo selettivo di 180°, anche se è possibile allargare leggermente questo campo grazie alla rotazione degli occhi nelle loro orbite. Gli animali nella loro varietà possiedono conformazioni oculari molto variabili a seconda del percorso evolutivo intrapreso, ad esempio, le specie dotate di una disposizione laterale degli occhi hanno un campo visivo molto più ampio rispetto a quello dell'uomo e ciò rappresenta un vantaggio: conigli e cervi, per esempio, sono in grado di individuare il pericolo da qualunque direzione esso provenga.

Gli occhi frontali hanno però un altro vantaggio, quello di assicurare una visione stereoscopica (tridimensionale), che permette all'animale di valutare le distanze con notevole precisione. La visione stereoscopica è resa possibile dal fatto che ciascun occhio vede gli oggetti con un'angolazione leggermente diversa rispetto all'altro: le diverse immagini vengono poi fuse nel cervello così da fornire un'unica sensazione di tridimensionalità diversa da ciascuna di quelle prodotte separatamente da ogni occhio. Ciò consente sia la percezione della forma tridimensionale degli oggetti sia la percezione dei loro rapporti reciproci nello spazio. Affinché il cervello possa fondere correttamente le immagini provenienti dai due occhi, questi devono essere costantemente diretti verso uno

stesso punto dello spazio, il cosiddetto punto visivo. Ciascun occhio ha l'innata tendenza a portare l'immagine dell'oggetto in questione sulla macula lutea, la zona della retina dove maggiore è la discriminazione; per far ciò il bulbo oculare è provvisto di un complesso di sei muscoli che gli consentono di ruotare in modo da mantenere l'oggetto in questione costantemente in corrispondenza della macula.

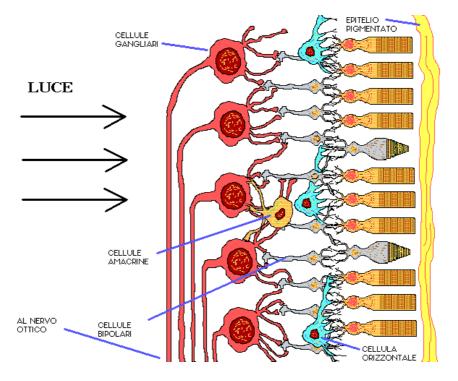


Fig. 29.4 - Cellule che costituiscono la retina -

Questi muscoli sono controllati da quella parte del cervello che riceve gli stimoli dalla retina, per cui, anche se si muove l'oggetto oppure il corpo, gli occhi possono essere costantemente diretti sull'oggetto. Per far si che gli occhi si muovano di pari passo, una data porzione del cervello è in grado di controllare i muscoli di entrambi gli occhi, il che è possibile grazie a una particolare disposizione dei nervi (decussazione parziale): quando un oggetto si trova, per esempio, nella parte destra del campo visivo, gli stimoli di entrambi gli occhi passano alla corteccia occipitale di sinistra, proprio la parte del cervello che controlla i movimenti dei due occhi delegata alla visione della parte destra del campo visivo.

Un controllo difettoso dei movimenti degli occhi può provocare la condizione dello strabismo, per la quale i due occhi non si accentrano sullo stesso punto. In questo caso, il cervello, riceve "immagini" completamente diverse del mondo esterno ed è incapace di fonderle in un'unica percezione: si ha di conseguenza una visione doppia e se ciò dovesse perdurare, il cervello tenderebbe a sopprimere un'immagine fino a far diventare uno dei due occhi effettivamente cieco (ambliopia monoculare). Se lo strabismo si verifica nella prima infanzia, tale soppressione provoca la cecità monoculare permanente.

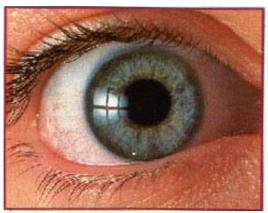




Fig. 30.4 - Contrazione della pupilla per adattamento alla luce -

Percezione del colore

L'occhio umano, come si è già detto in precedenza è un formidabile strumento che non solo è in grado di percepire l'esistenza degli oggetti e i loro rapporti spaziali, ma anche di riconoscerne i colori emessi dalle loro superfici; questa percezione del colore nell'uomo, così come nei pesci e negli insetti, è sviluppatissima mentre non lo è in altre. Nell'uomo tale facoltà di distinguere diverse lunghezze d'onda, o miscugli delle stesse, è molto raffinata per cui è possibile distinguere tra migliaia di diverse "gradazioni". Il particolare più interessante, tuttavia, è che tutte queste diverse sensazioni evocate da migliaia di diverse gradazioni possono essere uguagliate o imitate mescolando tre soli colori fondamentali, il rosso, il verde e il blu. Disponendo di tre sorgenti luminose - rossa, verde e blu - e proiettando su uno schermo bianco la loro luce possiamo ottenere sullo schermo tutti i colori desiderati con una semplice variazione delle intensità relative.

In determinate proporzioni di intensità i tre colori danno uno schermo bianco: la luce bianca è infatti una mescolanza di tutte le lunghezze d'onda dello spettro visibile da 760 nm a 400 nm, per cui il suo effetto sulla retina e sul cervello può essere imitato dagli effetti di tre soli stimoli colorati, appunto il rosso, il verde e il blu (principio della tricromia). Per ulteriori informazioni relative a questo argomento il lettore può consultare il modulo luce e colori. La figura successiva (Fig. n. 31.4) mostra la sensibilità spettrale dei tre coni relativa ai vari colori. I valori riportati dal grafico sono espressi in nm. La figura rappresenta anche la sensibilità spettrale dei bastoncelli che lavorano approssimativamente nella regione del verde. Voglio ricordare inoltre al lettore che i coni sono più propriamente definiti con le lettere "L", "M" e "S" che identificano rispettivamente i recettori rosso, verde e blu. Il diagramma di figura n.31.4 deve essere considerato solo indicativamente, infatti, le curve di sensibilità dei vari recettori risentono delle condizioni di illuminazione dell'ambiente. Normalmente la risposta del cono blu è sensibilmente più bassa di quella degli altri due recettori.

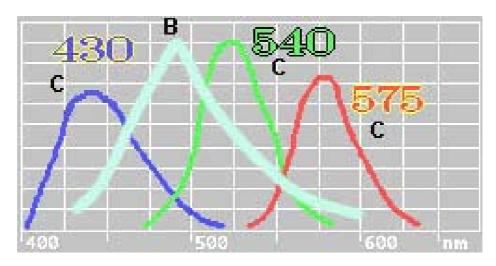


Fig. 31.4 - Sensibilità cromatiche dei bastoncelli e dei coni (retina umana) -

Visione notturna

Non sempre l'occhio umano distingue i colori; in determinate condizioni questa caratteristica si affievolisce fino ad annullarsi, ad esempio attenuando gradualmente l'illuminazione di una scena a colori, si nota da principio un'alterazione dei valori dei colori per cui i blu diventano più luminosi mentre i rossi e i gialli diventano più scuri; alla fine si raggiunge un punto in cui tutti i colori scompaiono.

In queste condizioni l'occhio si comporta in maniera del tutto diversa: il mondo appare acromatico e anche molto indistinto, per cui non è più possibile leggere la stampa a caratteri piccoli e la visione migliore si ottiene mettendo a fuoco l'immagine sulla retina periferica, cioè fuori della macula lutea. Durante questa graduale transizione l'occhio diviene molto più sensibile alla luce di quanto non lo sia normalmente in condizioni di illuminazione diurna. In queste condizioni, dopo un certo lasso di tempo necessario a raggiungere un completo adattamento all'oscurità l'occhio è in grado di discernere oggetti che gli sarebbero stati invisibili immediatamente dopo aver lasciato la luce.

La base per questo cambiamento del tipo di visione (da **fotopica**, o visione diurna, a **scotopica**, o visione notturna) sono i due tipi di recettori già incontrati in precedenza che costituiscono la retina: i **bastoncelli** ed i **coni**. I **bastoncelli** sono recettori sensibilissimi, ma inattivi alla luce del giorno, i **coni** non sono altrettanto sensibili e richiedono perciò elevate intensità di luce per poter funzionare.

È tramite i **coni** che siamo in grado di apprezzare le differenze di colore, ed essi sono molto importanti anche per ottenere una visione molto precisa e definita. Per esempio, grazie ad essi possiamo permetterci di infilare un filo sottile nella cruna di un ago. In un ambiente scarsamente illuminato in cui non c'è luce a sufficienza perché i coni possano funzionare, intervengono invece i bastoncelli. Tuttavia, nel passaggio da un ambiente all'altro, occorre un certo periodo di tempo affinché i bastoncelli possano cominciare a funzionare con la piena sensibilità. Questo tempo è chiamato periodo di adattamento all'oscurità e può durare anche alcuni minuti. Ai bastoncelli come già precedentemente accennato, manca la capacità di distinguere i colori; inoltre, essi sono assenti

sulla macula lutea quindi, per percepire gli oggetti scarsamente illuminati dobbiamo metterne a fuoco le immagini sulla periferia della retina; in parole povere, per riuscire a vedere un oggetto al buio, come può essere una stella poco luminosa, dobbiamo evitare di guardarla direttamente, distogliendo lo sguardo da essa e facendo in modo di osservarle con "la coda dell'occhio". Ovviamente il funzionamento di coni e bastoncelli non è così nettamente separato, infatti, anche in condizioni di scarsa illuminazione i coni seppur non a piena efficienza sono comunque pronti a entrare in funzione se ricevono luce a sufficienza, per cui di una stella luminosa, fissandola direttamente possiamo percepirne in qualche parte anche i colori se questi sono sufficientemente luminosi.

A questo punto potete suggerire ai vostri allievi di sperimentare questo fenomeno approfittando di condizioni opportune di visione del cielo di notte, oppure tentare in aula questo esperimento osservando la lavagna in penombra dopo averla puntellata con il gesso tramite piccoli punti bianchi.

Pertanto risulta chiaro che l'occhio umano è provvisto di due sistemi di visione: uno sensibilissimo alla luce e adatto per trovare la strada al buio, ma non per un'accurata valutazione della natura del mondo, l'altro dotato di un'elevata capacità di discriminazione per quello che concerne forme e colori ma a condizione che vi sia molta luce.

Alcuni animali fanno affidamento quasi esclusivamente sulla visione notturna, per esempio le civette e i topi e come conseguenza evolutiva si osserva che le loro retine contengono solo **bastoncelli**, mentre altri come i piccioni sono diurni e hanno una retina composta praticamente di soli **coni**. Il grafico seguente, mostra la curva di sensibilità dei coni al variare dell'intensità dello stimolo luminoso.

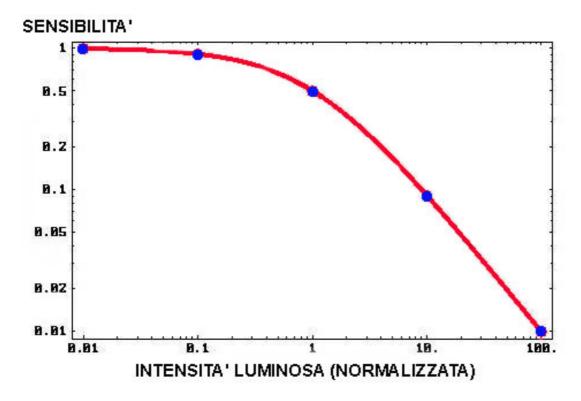


Fig. 32.4 - Sensibilità logaritmica dei coni alla variazione dell'illuminazione -

Processo trasduttivo

In questo paragrafo ci occuperemo di capire il modo in cui i segnali luminosi, proiettati sulla retina, si trasformano in impulsi nervosi e a loro volta trasportati al cervello ci permettono di compiere il processo visivo.

Quando per esempio, osserviamo l'occhio ben aperto di una rana che è stata poco prima in un ambiente buio, possiamo scorgere una colorazione viola all'interno dell'occhio stesso. Questa è la colorazione normale della retina dell'occhio della rana. Se invece riusciamo a percepire il colore del fondo dell'occhio di una rana che è stata precedentemente esposta alla luce, ci accorgiamo che il colore è invece giallastro. Questo fatto è dovuto alla presenza di un pigmento, la **rodopsina** contenuto nei bastoncelli. La luce, cadendo sui bastoncelli, è assorbita dalla **rodopsina** e l'energia luminosa è trasformata in energia chimica che provoca alterazioni elettriche nel bastoncello. La colorazione giallastra della retina è un segnale della presenza di queste modificazioni biochimiche. Tali modificazioni, conducono a scariche nervose nella retina, le quali vengono convogliate al cervello. Vediamo più in dettaglio questo processo.

La luce che raggiunge i fotocettori è solo il 10% di quella entrante dalla pupilla, perché la retina dei vertebrati è per così dire "invertita" in quanto i coni e i bastoncelli sono rivolti verso il fondo dell'occhio e la luce per raggiungerli deve attraversare diversi strati di altri neuroni della retina. Vedi la figura 29.4

Per ovviare a questa dispersione di luce, molti animali notturni (come i felini o le civette) hanno uno strato riflettente proprio dietro a fotocettori, detto **tapetum lucidum**, che aumenta la probabilità che le deboli luci notturne stimolino le cellule fotosensibili. Infatti, se qualche fotone che penetra all'interno della retina non interagisce con la cellula visiva, può essere facilmente riflesso all'indietro aumentando le possibilità statistiche di rilevazione.

I fotorecettori comunicano, mediante i neuroni, con le cellule gangliari i cui assoni formano il nervo ottico. Quando la luce è catturata dai coni o dai bastoncelli, in essi si avvia una serie di reazioni che fa cambiare il potenziale elettrico di membrana; questo cambiamento influenza la liberazione di neurotrasmettitori in corrispondenza delle sinapsi che queste formano con un gruppo di cellule note come cellule bipolari. La liberazione di neurotrasmettirtori in corrispondenza di queste sinapsi causa, a sua volta, un cambiamento nella polarità di membrana delle cellule bipolari e influenza la liberazione da parte di queste di neurotrasmettitori a livello delle sinapsi con le cellule gangliari. Il risultato finale della stimolazione da parte della luce è un cambiamento dei potenziali d'azione che consente la trasmissione degli impulsi agli assoni delle cellule gangliari. Gli assoni delle cellule gangliari provenienti da tutta la retina convergono nel fondo dell'occhio, riunendosi in un fascio, che costituisce il nervo ottico che collega la retina al resto dell'encefalo. Vedi figura 29.4.

Una volta che la rodopsina ha assorbito la sua quantità di energia luminosa, essa viene chimicamente trasformata, per cui non è disponibile per la visione fino a quando non viene rigenerata per mezzo di appropriati processi biochimici. La base per l'adattamento all'oscurità che abbiamo visto prima è essenzialmente il tempo che occorre alla **rodopsina** decolorata per rigenerarsi. Quando l'occhio è rimasto esposto per un certo periodo di tempo a una luce molto forte, tutta la **rodopsina** si è decolorata e i bastoncelli non sono

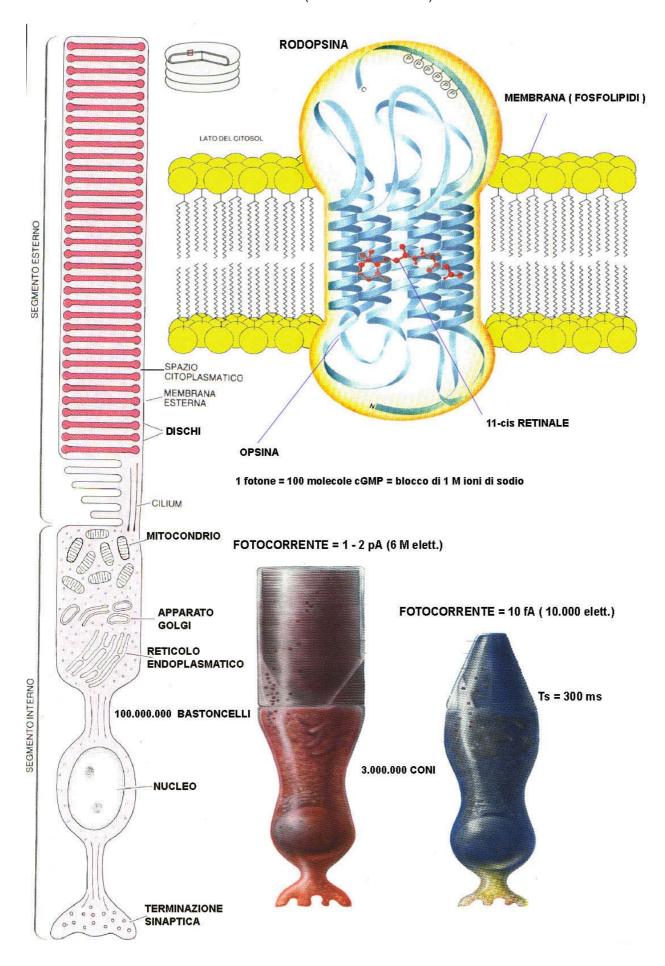


Fig. 33.4 - Struttura funzionale dei bastoncelli e dei coni -

- Vincenzo Iorio - Caserta 2011 -

funzionali, per cui, per la visione, l'occhio si affida ai coni. Anche i coni hanno un pigmento fotosensibile simile alla rodopsina, il quale è invece in grado di sopportare intensità luminose molto più elevate prima di decolorarsi completamente. Inoltre, vi sono tre tipi di coni, ognuno dei quali ha un pigmento diverso in grado di assorbire la luce prevalentemente in una determinata gamma dello spettro: in quella rossa, in quella verde, oppure in quella blu. La discriminazione dei colori è possibile grazie alla molteplicità dei tipi di coni

La discriminazione dei colori è possibile grazie alla molteplicità dei tipi di coni, mentre proprio perché i bastoncelli sono tutti di un unico tipo, la visione colorata non è possibile.

È possibile formare tutti i colori con le tre fondamentali lunghezze d'onda, la rossa, la verde e la blu, proprio perché vi sono tre tipi di coni; in tal modo una sensazione di giallo è evocata dalla luce gialla perché questa lunghezza d'onda viene assorbita sia dai coni "rossi" sia da quelli "verdi", ed è proprio il loro impulso combinato che evoca nel cervello la sensazione del giallo.

Per proteggere un organo tanto delicato e complesso come l'occhio, esistono diversi sistemi che si sono evoluti con lo sviluppo delle forme di vita su questo pianeta. Oltre ad una protezione meccanica, tramite le palpebre e la complessa funzione delle ciglia, abbiamo l'irrorazione, tramite una ghiandola opportuna, di liquido lacrimale. Questo liquido di complessa composizione deterge costantemente l'occhio e lo protegge da eventuali aggressioni esterne.

COMPOSIZIONE CHIMICA DELLE LACRIME

Na	144 - 146 meq/L
K	15 - 29 meq/L
CI	122 - 124 meq/l
HC03	26 meq/L
Ca	0.7 - 1.58 meq/L
Glucosio	2.6 - 10 mg/100 ml
Proteine totali	670 - 800 mg/100 ml
Albumina	395 mg/100 ml
Globuline	275 mg/100 ml
lg G	15 mg/100 ml
lg A	17 mg/100 ml
lg M	15 mg/100 ml
lg D	1 mg/100 ml
lg E	200 mg/100 ml
Acido ascorbico	0.14 mg/100 ml
Lisozima	70 - 200 mg/100 ml

Dettagli sul processo trasduttivo:

Questo breve paragrafo è stato preparato per quei lettori che sono curiosi di conoscere con maggiore dettaglio il funzionamento delle cellule otticamente sensibili. Il discorso è più o meno simile sia per i coni, che per i bastoncelli. Ricordiamo che nei bastoncelli il pigmento fotosensibile è la **rodopsina**, mentre nei coni ci sono tre pigmenti diversi a seconda del colore nei confronti del quale il cono è sensibile. La figura n. 33.4 mostra la struttura di un bastoncello. In

questa figura si vede come la parte superiore del bastoncello è caratterizzata da una struttura a dischi un po' simile a quella che si osserva nei tilacoidi dei cloroplasti (gli organelli che costituiscono una cellula vegetale). Sulla membrana di questi dischi sono collocate le molecole di **rodopsina**. La rodopsina è costituita da una parte esterna, chiamata "**opsina**" e una parte interna chiamata "**11-cis-retinale**". Quest'ultima è la molecola sensibile alla luce. All'interno del citoplasma di un bastoncello si trova anche un importante mediatore chiamato

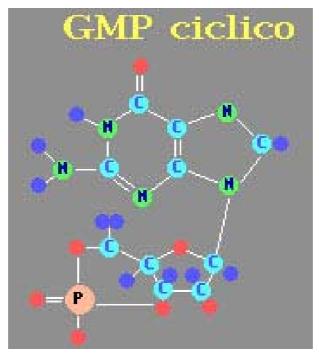


Fig. 34.4 - Guanosinmonofosfato ciclico inattivo -

"guanosinmonofosfato ciclico" o anche "GMP-ciclico". Questo mediatore ha una struttura particolare mostrata dalla figura n. 34.4

Ci sono moltissime molecole di GMP-ciclico che navigano all'interno del citoplasma di un bastocello. Queste molecole, se opportunamente attivate, possono indurre i canali di sodio e potassio, che sono disposti sulla membrana della cellula, a chiudersi. È la luce che attiva il GMP-ciclico attraverso un complicato meccanismo biochimico che vede come protagonisti di questo evento la rodopsina e due proteine enzimatiche disposte presso la membrana cellulare. Le proteine coinvolte sono la "trasducina" e la "fosfodiesterasi". Vediamo di capire come avviene il processo.

All'inizio, supponiamo che l'occhio sia al buio. In queste condizioni i canali di sodio e potassio disposti sulla membrana del bastoncello sono aperti. Tramite questi canali si genera un flusso di sodio e di potassio costante che porta la membrana ad avere un potenziale elettrico costante di circa 40 mV. Appena un fotone luce penetra all'interno della rodopsina e colpisce la molecola di 11-cis-retinale posta al suo interno, quest'ultima subisce una deformazione sul 11 esimo atomo di carbonio. Questa deformazione effettua una vera è propria escalation di eventi biochimici. Inizialmente si deforma la struttura dell'opsina. Questa deformazione coinvolge la trasducina che è sempre collocata in prossimità della rodopsina stessa. La trasducina attivata si divide in due unità. L'unità mobile si reca nel sito della fosfodiesterasi e attiva

quest'ultima. La fostodiesterasi attivata a sua volta è in grado di intervenire sul GMP-ciclico aprendo l'anello ciclico di questa molecola.

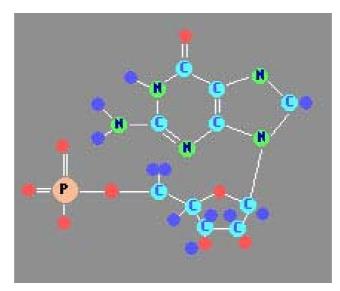


Fig. 35.4 - Guanosinmonofosfato ciclico attivo -

La figura n. 35.4 mostra la molecola di GMP-ciclica aperta grazie all'azione catalitica della fosfodiesterasi.

Pare che l'attività enzimatica della fosfodiesterasi raggiunge le 4000 molecole al secondo. A questo punto svariate migliaia di molecole di GMPciclico si trovano a circolare all'interno del lume cellulare. I canali sodio/potassio si chiudono, l'arresto del flusso dei cationi innalza il potenziale interno della cellula a -70 mV. Queste condizioni rilasciano lungo la terminazione dendritica della cellula un impulso elettrico che raggiunge infine la struttura nervosa e poi il cervello. Una cellula della retina non dovrebbe emettere alcun impulso o fotocorrente quando è al buio. Tuttavia se chiudiamo gli occhi in una stanza buia ci accorgiamo che il nostro cervello percepisce delle sensazioni. Vediamo infatti delle tenue figure di luce, a volte colorate, scagliarsi nel buio dei nostri occhi. I tecnici chiamano queste sensazioni "rumore di fondo dell'occhio". Questa fotocorrente difettosa è molto piccola, il suo valore è di circa 10 fA. Per avere un' idea del valore estremamente piccolo di questa corrente e giudicare la sensibilità bioelettrica del nostro cervello, basti pensare che questo valore di corrente interessa la circolazione di circa 10.000 elettroni al secondo. Queste sensazioni sono un difetto dell'occhio che però non arrecano nessun inconveniente fisiologico.

L'occhio come camera oscura

Questo brevissimo paragrafo, l'ho voluto produrre sulla base di quanto è stato detto nel primo laboratorio di questo modulo. Come ricorderete, in quelle pagine vi ho impegnato nella realizzazione di una semplice camera oscura simile, per molti casi, al funzionamento del nostro occhio. Semplicemente per essere conforme con quelle che sono le leggi dell'ottica, voglio ricordarvi che una camera oscura funziona anche se pratichiamo un semplice foro (detto foro stenopeico) sulla superficie della scatola di cartone. Il foro deve essere però particolarmente piccolo in modo che i raggi luminosi possono utilizzare la sua

piccola dimensione per convergere in un'immagine rovesciata dall'altro lato della scatola. Un foro molto piccolo è però in grado di far passare una piccola quantità di luce. Per questo motivo camere oscure fatte unicamente da un foro senza la lente sono piuttosto rare. Inoltre, in queste condizioni abbiamo una profondità di campo molto elevata. Se però l'immagine da proiettare nella camera è molto luminosa ed è anche molto lontana dalla camera oscura, il sistema costituito da una semplice scatola di cartone forata può funzionare piuttosto bene. A tal proposito, saprete certamente che per osservare un'eclisse di Sole, gli appassionati di astronomia spesso preferiscono usare un cartone dotato di un piccolo foro e proiettare quindi in questo modo la figura del Sole sopra una superficie chiara di dimensioni più elevate.

Per consentirvi una semplice realizzazione della prova con la camera oscura e soprattutto per essere sicuri del successo operativo dell'impresa, nel primo laboratorio abbiamo utilizzato una lente di ingrandimento e un foro di entrata molto grande. In questo modo, siete stati in grado di mettere a fuoco, sulla base della scatola di cartone, immagini anche poco luminose e provenienti da soggetti posti anche a distanze relativamente vicine alla camera oscura. La lente adoperata per ottenere il funzionamento della camera oscura è una lente biconvessa. In questo caso, le leggi che permettono di focalizzare l'immagine ad una determinata distanza all'interno della nostra camera oscura sono le leggi dell'ottica. Per non confonderci chiameremo "distanza focale" la distanza, alla quale l'immagine è ben nitida, che coincide con lo spazio misurato tra il centro ottico di una lente sottile ed il punto di focalizzazione dei raggi paralleli entranti, emessi da un punto luce posto all'infinito.

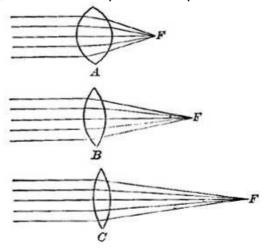


Fig. 36.4 - Distanza focale e parametri geometrici di messa a fuoco -

Questa distanza è funzione del fuoco della lente e della distanza del soggetto. Questa distanza corrisponda con il fuoco "F" della lente. Il fuoco "F" della lente in realtà è chiamato fuoco geometrico e dipende dalle caratteristiche geometriche della lente posta come obiettivo. Tale fuoco "F" corrisponde al punto di convergenza dei raggi luminosi che provengono dal soggetto. Questa distanza è la risultante della focalizzazione di tutti i raggi luminosi che provengono dal soggetto.

NOTE 1:

È importante precisare che una delle funzioni più importanti della visione e quella di discriminare le variazioni. Nell'ambiente, in cui vivono le specie animali più diffuse, si verificano un numero elevato di aggressioni predatorie. Ogni animale per procurarsi il cibo deve effettuare una tecnica di caccia che prevede un agguato ed infine un'aggressione. È quindi fondamentale per l'occhio riuscire a percepire il movimento. Questa funzione è assicurata da una logica elaborata a livello delle terminazioni gangliari che assicura un impulso nervoso più elevato quando il segnale subisce una brusca variazione. Un esempio molto interessante di tale caratteristica peculiare al movimento è offerto dalla visione da parte del toro, che tutti pensano in grado di percepire i colori, in particolare il rosso. In effetti il toro non riesce in alcun modo a distinguere i colori in quanto la sua sensibilità è unicamente sviluppata per essere rivolta al movimento del panno colorato. Un panno blu o giallo sortirebbe lo stesso effetto del panno di colore rosso usato nelle corride. Il toro, quindi, ma questo riguarda quasi tutti gli animali, è solo molto sensibile al movimento (variazioni dell'immagine).

Un effetto analogo al riconoscimento del movimento come improvvisa variazione è ottenibile anche mediante un'immagine statica, purché questa venga strutturata con una rete fissa di elementi ad alto contrasto, in tali condizioni si esercita uno stimolo molto intenso alle cellule retiniche preposte alla visione analogamente a ciò che succederebbe con un movimento improvviso .

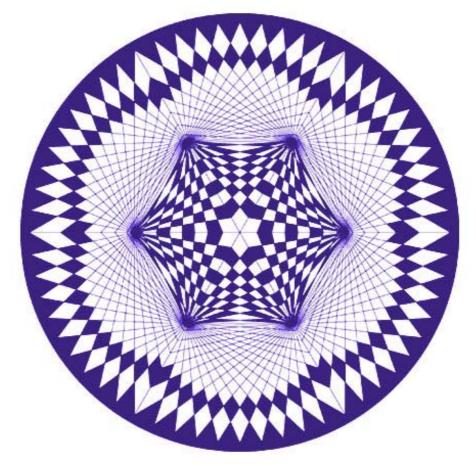


Fig. 37.4

La figura 37.4 mostra un esempio di immagine fortemente contrastata che costringe l'occhio ad un lavoro di analisi molto intenso. Questa è la ragione che ci porta ad osservare, in modo illusorio, parti della figura che si muovono anche se essa è in realtà perfettamente immobile.

La figura 37.4 è apparsa in Inghilterra nel 2001 ed è nota come un esempio dello sconcertante fenomeno dei cerchi nel grano. Non voglio assolutamente commentare questo genere di avvenimenti che potrebbero avere qualsiasi tipo di spiegazione logica.

Le figure n. 38.4, e 39.4 mostrano invece un esempio di immagini bidimensionali che ingannano la nostra percezione visiva apparendo come strutture tridimensionali. Soggetti ben allenati, con l'uso contemporaneo di tutti e due gli occhi, possono percepire un'immagine.nelle confusioni di punti colorati solo apparentemente disposti a caso,

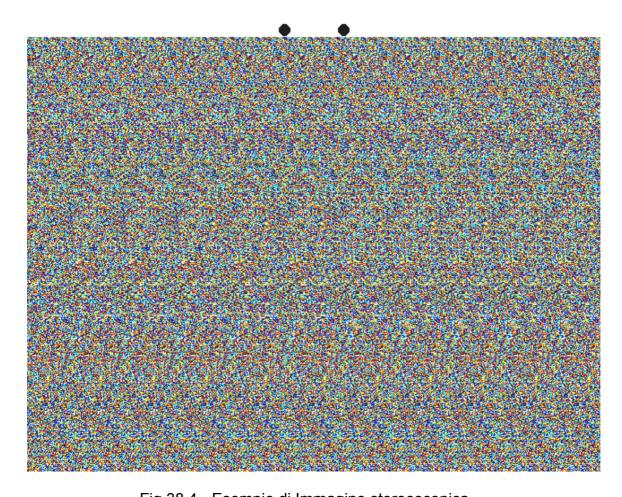


Fig 38.4 - Esempio di Immagine stereoscopica -

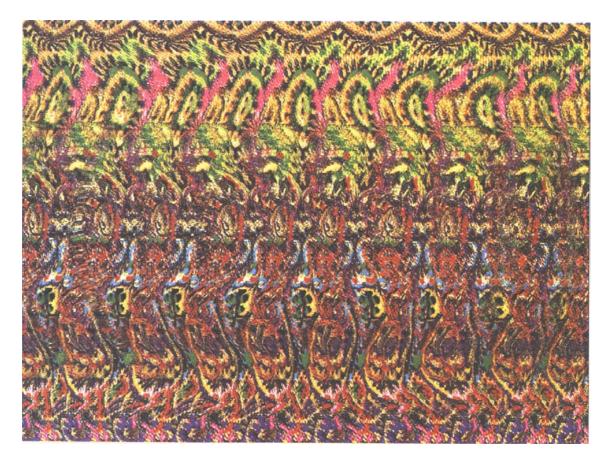


Fig. 39.4 - Secondo esempio di immagine stereoscopica -

NOTE 2:

Quando parlavamo della retina e della sua complessa struttura gangliare, non abbiamo fatto riferimento ad alcune recenti scoperte che permettono di inquadrare in maniera molto più estesa la funzione di quest'ultima. Oggi, grazie anche agli studi di Frank Werblin e Botond Roska dell'Università di Berkeley in California, la rete neurale della retina viene concepita come un'estensione della rete celebrale preposta all'elaborazione delle immagini provenienti dall'occhio (un estensione del cervello quindi). La retina elabora una quantità di informazioni molto più elevata di quanto si sia mai immaginato, inviando al cervello una decina di rappresentazioni diverse in ogni scena. Questa preelaborazione visiva che svolge il complesso apparato di cellule retiniche, si traduce in una sorta di brevi filmati che sono a loro volta mandati al cervello con lo scopo di separare elementi particolari della scena e discernere le informazioni necessarie per la visione. Tutto questo processo è attualmente ancora in fase di studio.

NOTE 3:

Al Carnege Institution a Stanford è stato scoperto che un batterio "Brucella Melitentis", un patogeno responsabile della brucellosi, si attiva se la cultura viene illuminata da luce blu. In pratica il batterio prolifera a dismisura

diventando letale per gli esseri umani. La luce blu attiva, in particolare, alcune proteine chiamate LOV le stesse proteine che sono responsabili del cambiamento di direzione della crescita di alcune piante (Girasole). Se la fonte luminosa viene schermata il batterio perde rapidamente forza e la sua capacità riproduttiva si riduce fino anche al 90%. Questa ricerca mette in diretto risalto il fatto che probabilmente non può essere del tutto escluso che fonti di luci opportunamente colorate possono influenzare in qualche modo alcune reazioni biochimiche. Rivista "Le Scienze" ottobre 2007.

NOTE 4:

Il colore della pelle degli animali che vivono in questo nostro meraviglioso pianeta, assume graduazioni, intensità e motivi diversi a seconda dell'habitat e delle abitudini della specie che lo indossa. Andrebbero scritte numerose pagine su questo argomento visto che è anche grazie al colore della pelle che un animale può sopravvivere. Infatti, il colore della sua livrea è certamente una causa della sua capacità di mimetizzarsi nel suo ambiente e quindi di difendersi dai predatori, nello stesso tempo tramite il motivo della sua livrea una determinata specie può fornire adequati e specifici segnali per l'accoppiamento, può competere con le condizioni estreme del suo ambiente, può comunicare e altro ancora. Il colore e il motivo del manto che ricopre la specie animale ha quindi un fascino molto particolare analizzato in ambito delle scienze naturali. Gli studenti si mostreranno certamente curiosi e attenti se il loro insegnante chiarisse quale vantaggio ottengono le zebre nell'avere un manto a strisce bianche e nere, e perché un leone è tipicamente sul beige scuro. Perché i roditori della specie Octodon degus hanno un urina che riflette i raggi ultravioletti e soprattutto quale vantaggio ne potranno trarre i rapaci loro tipici predatori? Inoltre, perché certe farfalle e certi pesci hanno gli occhi disegnati sulla loro livrea? Ancora, perché certi animali come la rana dentrobatesazurea è dotata di colori così luminosi e vivaci ? Perché infine, il serpente del latte è tanto rassomigliante al serpente corallo ? Sarebbe uno stimolo interessante per i discenti che sono stati attenti ad una siffatta lezione sul colore se l'insegnante potesse estendere a questo livello interdisciplinare la teoria.



Fig 40.4 - Ipotetica livrea per un leone che certamente sarà non molto vantaggiosa ai fini della sua sopravvivenza -