

Silvia Lavagnino
SSIS 1°anno a.a.2001/2002
Indirizzo matematico scientifico
Classe A059

DIDATTICA DELLA FISICA E LABORATORIO

(Progettazione di una unità didattica di scienze sperimentali)

DALL'OCCHIO AL CERVELLO

(La percezione visiva umana)

1. Introduzione.....	3
2. Contestualizzazione del modulo.....	4
2.1 <i>Costruzione della mappa iniziale.....</i>	<i>4</i>
3. Dall'occhio al cervello: contenuti.....	5
3.1 <i>Gli occhi e la vista.....</i>	<i>5</i>
3.2 <i>Struttura e funzionamento dell'occhio umano.....</i>	<i>6</i>
3.3 <i>Le vie ottiche e la corteccia visiva.....</i>	<i>8</i>
3.4 <i>Il punto cieco.....</i>	<i>11</i>
3.5 <i>La visione binoculare.....</i>	<i>12</i>
3.6 <i>L'occhio e la macchina fotografica.....</i>	<i>13</i>
3.7 <i>Persistenza delle immagini sulla retina.....</i>	<i>15</i>
3.8 <i>I movimenti oculari.....</i>	<i>15</i>
4. Dall'occhio al cervello: insegnamento/apprendimento.....	19
4.1 Insegnamento.....	20
4.1.1 <i>Tempi.....</i>	<i>20</i>
4.1.2 <i>Spazi.....</i>	<i>20</i>
4.1.3 <i>Strumenti e materiali.....</i>	<i>20</i>
4.1.4 <i>Metodologia e didattica.....</i>	<i>20</i>
4.1.5 <i>Sistemi di valutazione.....</i>	<i>24</i>
4.2 Apprendimento.....	25
4.2.1 <i>Fase di ricerca. Produzioni culturali.....</i>	<i>25</i>
4.2.2 <i>Verifica del comportamento terminale.....</i>	<i>25</i>
4.2.3 <i>Interventi di recupero.....</i>	<i>25</i>

Allegato: Mappa concettuale

1. Introduzione

Lo studio delle scienze non deve essere solo un arido apprendimento di nozioni e di informazioni, ma è necessario stimolare la curiosità dei ragazzi partendo da semplici osservazioni sui fatti quotidiani e sul mondo che ci circonda, per coinvolgerli poi attivamente nello studio di un fenomeno.

Quindi l'insegnante deve far acquisire ai propri alunni conoscenze scientifiche in modo che essi scoprano procedimenti e verifichino ipotesi, imparino cioè ad usare un metodo scientifico che sarà loro utile anche in ambiti diversi da quello scolastico.

Il modulo riguardante l'occhio e la percezione visiva, può essere inserito nella programmazione didattica di una terza media. La trattazione delle tematiche presenti permette agli alunni non solo di stabilire una relazione tra gli strumenti ottici e l'occhio, ma anche di capire che, nonostante le informazioni che riceviamo dal mondo esterno siano condizionate dalle caratteristiche del nostro occhio, spesso possiamo correggere con la mente i limiti strutturali del nostro organo visivo (capire che un oggetto che vediamo in un certo modo in realtà è diverso).

Essenziale ai fini dello svolgimento delle attività è catturare l'interesse e la curiosità dei ragazzi, cominciando ad esempio a sperimentare e a far riflettere sulle prestazioni dei propri occhi.

2. Contestualizzazione del modulo

Mi piace particolarmente la programmazione per mappe concettuali sia per la flessibilità che essa permette sia per la visione globale delle conoscenze che un alunno può aver raggiunto dopo la trattazione.

In tal modo potrò aggiungere o, altresì, escludere concetti in itinere relativamente alla motivazione e all'interesse che i ragazzi dimostreranno sull'argomento così come potrò anche tenere conto delle loro esigenze di conoscenza.

Poiché, in questo tipo di struttura, i concetti fungono da nodi e sono collegati tra loro tramite legami (visualizzati con frecce), risulta abbastanza semplice per gli studenti collegare le informazioni ricevute alla rete scoprendo così nuove relazioni e mettere a frutto l'importante processo metacognitivo di autocontrollo del proprio apprendimento.

2.1 Costruzione della mappa iniziale

Ho costruito una mappa dei concetti che intendo sviluppare suddividendo il modulo in questione in più unità didattiche, contraddistinte da un diverso colore, che verranno affrontate in modo sequenziale così da creare sempre conoscenze di base per trattare gli argomenti che seguono (vedi grafico allegato).

In **verde** è segnata l'unità didattica che riguarda l'ottica. Questa trattazione permetterà ai ragazzi di conoscere il modo in cui si propaga la luce e i principali fenomeni luminosi: riflessione, rifrazione. Inoltre porranno l'attenzione sui materiali e le sostanze che determinano l'uno o l'altro fenomeno.

Tenendo presente le conoscenze degli alunni in merito alla geometria per quanto riguarda gli enti fondamentali, la misurazione degli angoli e la semplice esecuzione di costruzioni geometriche (per le quali si può effettuare un collegamento interdisciplinare con educazione tecnica), è utile far comprendere agli alunni la differenza tra immagine reale e immagine virtuale determinando sperimentalmente il fuoco di una lente e giocando con gli specchi.

Interessante e molto coinvolgente per gli studenti è scomporre la luce nei sette colori dell'iride. In tal modo si può giungere alla comprensione della visione dei colori.

Un approfondimento segnato in **rosso**, riguarda i colori primari e secondari che possono essere trattati o meno a seconda del grado di interesse dei discenti senza comunque compromettere le trattazioni future. In questo caso, però, i collegamenti interdisciplinari diventano molteplici. Evidenti in educazione artistica, ma anche possibili in italiano e musica, in particolare per quanto riguarda i grandi poeti e musicisti che si sono ispirati ai colori per i loro componimenti.

La zona **azzurra** riguarda l'occhio e la percezione visiva (trattazione più dettagliata nelle pagine seguenti). Gli alunni saranno in grado di conoscere non solo la struttura e le funzioni dell'occhio così come le eventuali malattie, ma anche di comprendere i meccanismi della visione. Pertanto risulta importante inoltrarsi in quel mondo affascinante che è il cervello. Negli ultimi dieci-vent'anni sono stati fatti progressi giganteschi nella conoscenza del cervello, particolarmente per quel che riguarda l'elaborazione delle immagini trasmesse dall'occhio. Ora non è più possibile separare il processo della visione da quello della comprensione, né è possibile separare l'acquisizione della conoscenza visiva dalla coscienza. In effetti, quest'ultima non è che una proprietà del complesso apparato nervoso che il cervello ha sviluppato per acquisire conoscenza.

Ciò non significa certo che comprendere il funzionamento del sistema visivo equivalga a risolvere i problemi della coscienza, tuttavia potrebbe essere un buon punto di partenza.

3. Dall'occhio al cervello: contenuti

3.1 Gli occhi e la vista

Il senso della vista ci dà immediata conoscenza dello spazio che ci circonda, vicino e lontano. Il mondo che vediamo è dentro di noi, una illusione, ma noi condividiamo la stessa percezione interna di un reale e fisico universo al di fuori di noi.

Tale senso è così ben adattato al suo scopo, da farci assumere normalmente che, quello che noi percepiamo, siano le cose reali, come se le toccassimo. Proprio per questo ottimo adattamento, molti filosofi in passato ebbero una notevole difficoltà nel superare questa erronea credenza.

Il mondo visivo è un'altra illusione, come il movimento del sole e della luna attraverso il cielo. Infatti, bisogna effettuare uno sforzo del pensiero per realizzare che non è il cielo che si muove, ma la Terra. Ciò che è apparente non è sempre vero.

Il senso della vista combina in modo continuo la memoria personale con gli stimoli esterni.

Gli occhi sono le porte attraverso le quali la luce, che proviene dal nostro ambiente, ha ingresso nel sistema visivo. La gran parte della visione avviene nel cervello, ma essa comincia sulla retina dove i segnali provenienti dai recettori periferici sono confrontati e codificati in un messaggio poi inviato, mediante i nervi ottici, alla corteccia occipitale, dietro le orecchie. Qui il messaggio viene decodificato e messo a disposizione delle attività di processo del cervello.

Per tutti gli esseri viventi che ne hanno dotazione, l'occhio è essenzialmente un rilevatore di movimento, ossia il suo scopo originale da quando primitive cavità foto sensibili si svilupparono in occhi nel periodo pre-Cambriano. Una evidenza di questo fatto la possiamo riscontrare negli occhi composti di molti insetti i quali rilevano solo gli oggetti in movimento. Tale caratteristica è riscontrabile anche nell'uomo.

Infatti, nonostante il fatto che i nostri occhi siano principalmente usati per l'identificazione di oggetti statici e per stabilire relazioni spaziali, la loro funzione di base resta ancora la comparazione degli stimoli provenienti dalle cellule periferiche (funzione tipica per la rilevazione del movimento).

Mentre osservano una scena statica, gli occhi compiono piccoli movimenti ripetitivi, detti *saccadi* (saccade significa scossone) che muovono i recettori vicino ai bordi. Quando una immagine è stabile sulla retina, essa presto si oscura e scompare, per il fatto che il rilevatore di moto risponde solo al movimento. La stessa cosa accade se l'occhio viene esposto ad una scena neutrale senza punti di riferimento. Le stelle appena percettibili scompaiono se le fissi, ma ritornano non appena l'immagine si muove sulla retina. I vasi sanguigni di fronte alla retina sicuramente formano delle ombre su di essa, ma queste non sono mai viste poiché ogni stimolo *costante* viene ignorato.

I segnali codificati e inviati al cervello attraverso i nervi ottici, sono usati per riconoscere oggetti, e il riconoscimento è fondamentale per la vista. Questo dipende anche dalle esperienze passate e dall'apprendimento, pertanto la vista non è un senso istintivo. Il potenziale di tutto il sistema, come le sue generali caratteristiche, è certamente innato, ma il

senso completo deve essere sviluppato attraverso l'esperienza. Ciò avviene molto facilmente nei bambini attraverso il confronto delle informazioni provenienti dagli altri sensi, principalmente il tatto e l'olfatto, con le corrispondenti percezioni visive.

E' importante comprendere che la visione è principalmente una funzione di processo del cervello e che le immagini giocano un ruolo poco importante. Molti oggetti sono riconosciuti dalla forma, il resto è supposto. Il senso della vista è, quindi, una caratteristica della coscienza ed è profondamente coinvolta nel funzionamento del cervello.

3.2 Struttura e funzionamento dell'occhio umano

La luce è radiazione elettromagnetica alla quale gli occhi rispondono. Le radiazioni infrarosse non possono entrare nell'occhio e si limitano a scaldarne la superficie. Anche i raggi ultravioletti non possono penetrare, ma irritano la congiuntiva, parte interna della palpebra che copre il lato dell'occhio esposto agli agenti esterni. Gli ultravioletti sono dannosi per l'occhio perché causano mutamenti irreversibili.

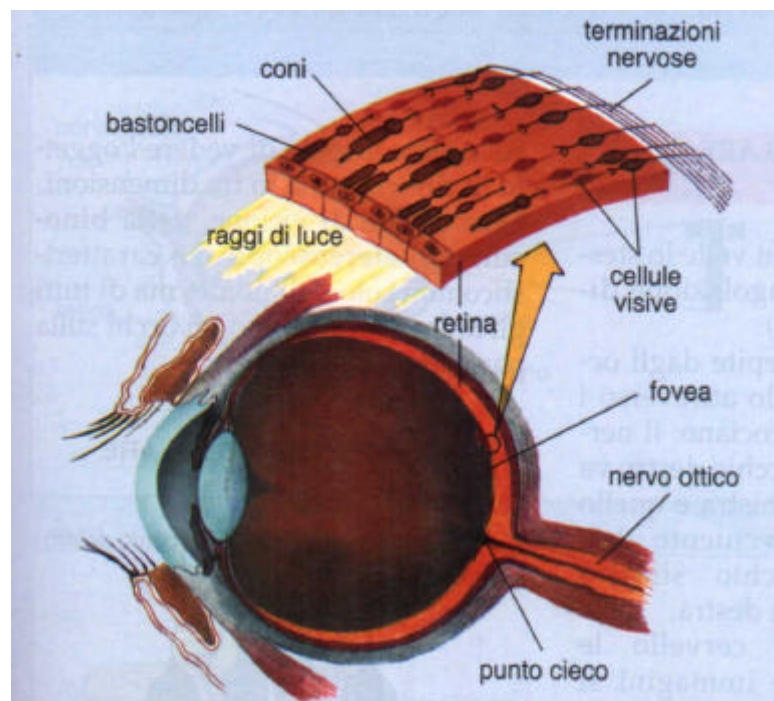


Fig.1 Retina e recettori visivi

La retina è la parte fotosensibile dell'occhio. Sulla retina ci sono due tipi di recettori, i *coni* e i *bastoncelli*. Gli uccelli e i rettili hanno solo coni e alcuni animali notturni solo bastoncelli. I bastoncelli sono sensitivi alla luce debole e inefficaci in quella forte, al contrario dei coni ai quali è dovuta la visione dei colori. I coni sono concentrati maggiormente in un' area ristretta, detta *fovea*, situata nella zona temporale del nervo ottico. La loro densità diminuisce come ci si allontana dalla fovea. I bastoncelli sono invece localizzati in tutte le parti della retina al di fuori della fovea e sono molto sensibili al movimento, ma non forniscono alcuna informazione sul colore.

La retina è anche fornita di numerose cellule ganglionari. Ciò indica come essa sia luogo di elaborazione dei segnali visivi.

L'occhio è paragonabile ad una sfera, di circa 12 mm di raggio, costituita da tre strati. Lo strato più esterno è la *sclera*. Questo resistente involucro di colore bianco, si fonde nella *cornea*.

Il *coroide* è l'intermedio strato assorbente di colore nero irrorato, in abbondanza, mediante una fitta rete di vasi sanguigni. La prosecuzione naturale del coroide è l'iride, che forma la pupilla dell'occhio ed è dotata di muscoli radiali e circonferenziali per l'adeguamento continuo della sua stessa dimensione.

Il *corpo ciliare* contiene i muscoli per il controllo del *cristallino*, ad esso unito mediante fibre dette *zonule*. Il cristallino è una vera e propria lente a fuoco variabile. Questa proprietà viene detta *accomodazione*.

L'ultimo e più interno dei tre strati comprende la retina ed il cristallino.

La dimensione della pupilla varia a seconda delle differenti condizioni di luminosità: espandendosi in presenza di luce debole, contraendosi all'aumentare del livello della stessa oppure quando l'oggetto fissato è molto vicino all'occhio.

La variazione delle dimensioni della pupilla è compresa tra i 4 e gli 8 mm.

La sua funzione è quella di limitare i raggi in ingresso dal centro dell'apertura quando l'illuminazione è sufficiente, riducendo aberrazioni ed incrementando la profondità del campo visivo, potendo però garantire la massima apertura in condizioni di scarsa luminosità.

La luce che entra in prossimità del bordo della pupilla ha meno efficacia, per unità di area, nel produrre l'illuminazione della retina rispetto alla luce entrante attraverso il centro della stessa.

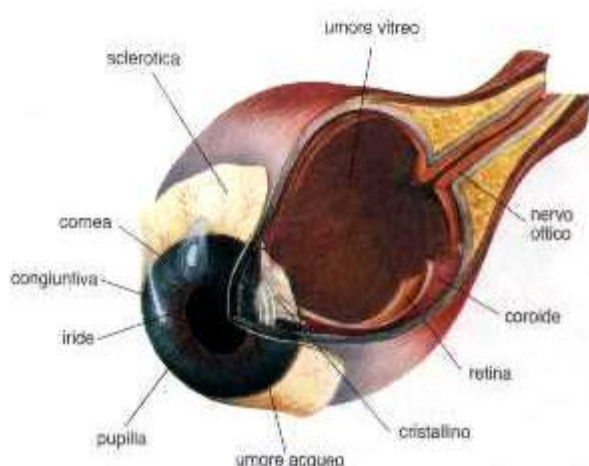


Fig.2 Struttura dell'occhio

La *cornea* presenta un raggio di curvatura di circa 8mm. ed è la zona attraverso la quale la luce entra nell'occhio. La maggior parte della rifrazione della luce avviene al livello della superficie della cornea. Chiara evidenza di ciò si ha, ad esempio, constatando la notevole riduzione di capacità visiva quando l'occhio è immerso nell'acqua mentre si sta nuotando. Superata la cornea, la luce incontra una zona tra cornea stessa e cristallino che contiene il liquido detto *umore acqueo*.

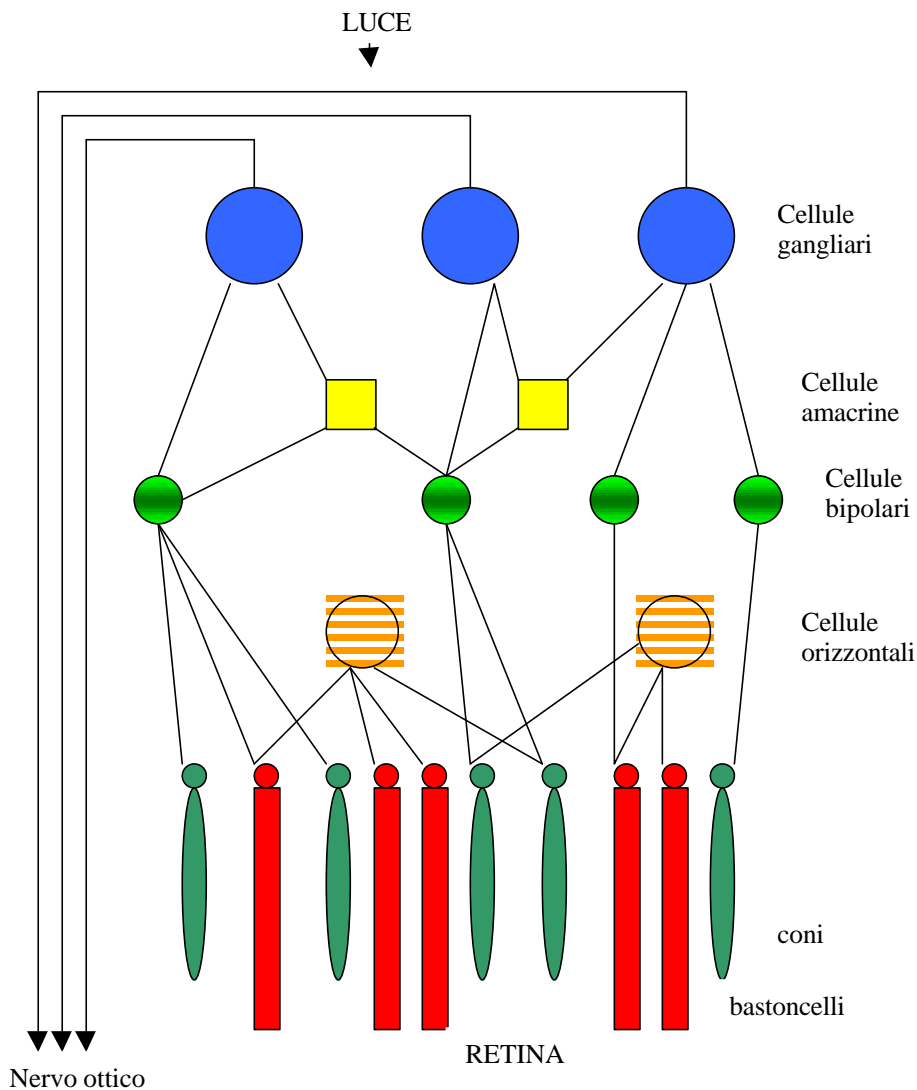
Tale liquido nutre sia la cornea sia il cristallino, entrambi sprovvisti di apporto di sangue diretto.

Superato il cristallino, la luce passa attraverso l'*umore vitreo*, sostanza gelatinosa che ha indice di rifrazione prossimo a quello dell'acqua, per raggiungere finalmente la retina, posta nella parte posteriore dell'occhio ove l'immagine viene invertita. Quest'ultimo fenomeno, quando venne scoperto, causò molti dibattiti fra gli studiosi fino a quando si capì che l'orientamento dell'immagine non ha nulla a che fare con la sua interpretazione.

3.3 Le vie ottiche e la corteccia visiva

Prima di trasformarsi in segnale nervoso, lo stimolo luminoso cade sui recettori e lì inizia un complesso processo fotochimico dovuto al cambiamento di colore del pigmento del quale i coni e bastoncelli sono dotati.

Oltre al fatto che la funzione dei recettori dipende dalla quantità di energia luminosa che ricevono, tra coni e bastoncelli vi è un'altra sostanziale differenza derivante dalle connessioni con le altre cellule della retina.

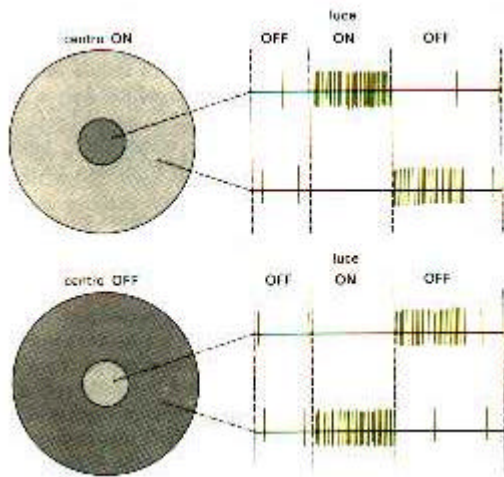


Le connessioni fra cellule sono ben visibili dal grafico a fianco. I recettori sono collegati tra loro tramite le cellule orizzontali e bipolari le quali sono in contatto con le cellule amacrine che possono ricevere ma anche rinviare l'informazione alla bipolare. La periferia della retina, dove è massiccia la presenza di bastoncelli, è maggiormente collegata alle cellule bipolari. Ciò fa comprendere come la visione bastoncellare sia estremamente sensibile all'energia luminosa. Ciò va comunque a discapito della capacità dei bastoncelli di distinguere un oggetto nello spazio rispetto ad un altro.

Fig.3 Strati cellulari della retina

Tale proprietà rimane alla fovea, che presenta una più bassa sensibilità all'energia luminosa, ma una maggiore acuità visiva.

La retina si serve di due tipi di cellule gangliari per trasmettere l'informazione visiva: cellule che aumentano la loro scarica allo stimolo luminoso, dette cellule ON e cellule che la diminuiscono, dette cellule OFF (Fig.4).



Le cellule gangliari a centro ON scaricano alla comparsa della luce (ON) al centro del campo recettivo, mentre le cellule gangliari a centro OFF scaricano alla comparsa della luce (ON) in periferia e alla scomparsa della luce (OFF) al centro.

Fig.4 Cellule gangliari

Questa organizzazione delle cellule gangliari sembra ottimale per la trasmissione dell'informazione "chiaro scuro" cioè del contrasto visivo.

Gli assoni delle cellule gangliari formano il nervo ottico che conduce l'informazione fuori dalla retina ai centri superiori.

Le funzioni cerebrali sono localizzate in precise aree degli emisferi del cervello. La corteccia cerebrale visiva è situata nei lobi occipitali del cervello (Fig.5).

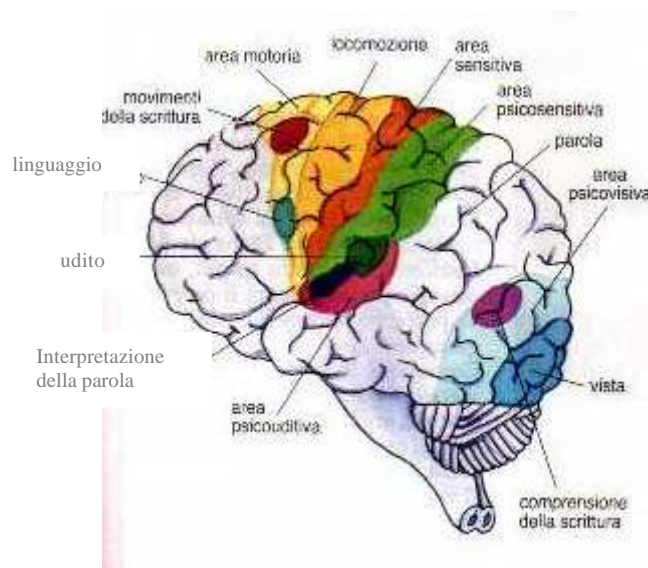


Fig.5 Funzioni cerebrali

Essa è costituita da un centinaio di milioni di cellule nelle quali si verifica una ulteriore rielaborazione dell'informazione visiva. Queste si dividono in tre gruppi principali: le cellule semplici, le cellule complesse e le cellule ipercomplesse.

Le cellule semplici presentano una suddivisione del campo recettivo in regioni eccitatorie e inibitorie come le cellule gangliari, ma principalmente disposte su strisce che possono assumere tutte le inclinazioni possibili (Fig.6).

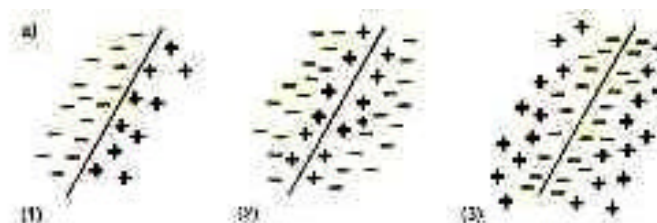


Fig.6 Campi recettivi delle cellule semplici

Se l'orientamento dello stimolo corrisponde a quello del campo recettivo della cellula, allora essa ha un massimo di scarica.

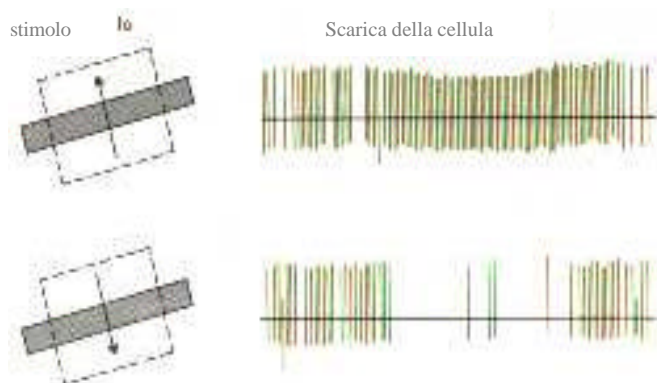


Fig.7 Selettività alla direzione di movimento di una cellula complessa

Le cellule complesse rispondono prevalentemente a stimoli luminosi in movimento in una determinata direzione. In Figura 7 si può vedere che la cellula complessa scarica quando lo stimolo si muove dal basso verso l'alto, ma non viceversa.

Le cellule ipercomplesse non hanno solo una specificità di orientamento e movimento.

Per avere la risposta ottimale, infatti, lo stimolo luminoso deve avere anche dimensioni e forma differenti (Fig.8).

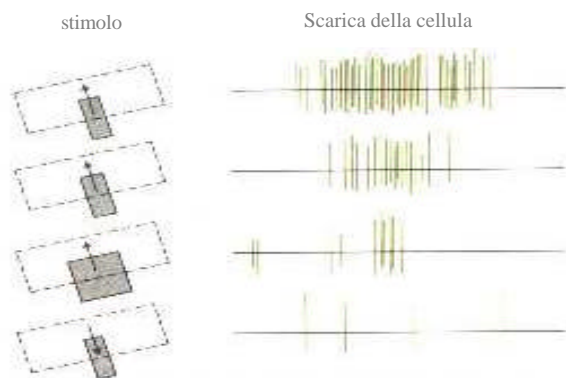


Fig.8 Selettività alle dimensioni e al movimento di una cellula ipercomplessa

Studi recenti hanno condotto al concetto di specializzazione funzionale della corteccia visiva, secondo il quale il colore, la forma, il movimento e forse altri attributi del mondo visibile vengono elaborati separatamente. Questa nuova scoperta ha trovato maggiore riscontro con l'introduzione della tomografia a emissione di positroni (PET), che permette di misurare l'aumento del flusso di sangue in certe zone del cervello durante l'esecuzione di compiti specifici.

Tale notevole separazione di funzioni si rispecchia in alcune delle patologie che colpiscono la corteccia visiva. Lesioni di aree corticali specifiche producono sindromi visive altrettanto specifiche che, pur essendo molto meno debilitanti di una cecità totale, possono essere abbastanza gravi da portare i pazienti alla disperazione: alcuni pazienti perdono la percezione del colore, altri del mondo in movimento, altri ancora, come le persone avvelenate da monossido di carbonio, percepiscono solo i colori e non la forma e allora tentano, spesso vanamente, di identificare ogni oggetto in base al colore, definendo, per esempio, tutti gli oggetti blu come "mare".

3.4 Il punto cieco

In basso rispetto alla fovea, verso il setto nasale, si trova la *papilla*, la zona dove il nervo ottico fuoriesce dall'occhio. Qui non vi sono recettori di alcun tipo. Pertanto ognuno di noi ha un "buco" nel proprio campo visivo, uno per occhio, ma la cosa più straordinaria è che ciascuno di noi viene ingannato dal proprio sistema nervoso centrale che fa di tutto per mascherare questo buco ricostruendo la parte di immagine che manca.

Ogni punto della retina sensibile alla luce è collegato ad un punto specifico nella parte posteriore del cervello, la corteccia visiva primaria, attraverso un fascio di nervi. Così, l'immagine ricevuta attraverso la retina viene letteralmente proiettata così com'è nella corteccia; ma poiché il punto cieco non è sensibile alla luce, non manda alcuna immagine alla corteccia visiva, che si trova quindi ad avere una zona senza informazioni. Eppure, il cervello, riesce a ricostruire l'immagine mancante attraverso un processo chiamato *filling in* (riempimento). In sostanza il cervello si comporta come un restauratore che deve riempire una lacuna di colore di un quadro e "immagina" cosa avrebbe potuto dipingervi l'artista deducendolo da ciò che si vede intorno.

Ciò accade perché ogni neurone che riceve l'informazione visiva, ne fa partecipe anche molti altri neuroni attraverso un processo di controllo incrociato. Così, quelli che corrispondono al punto cieco ricevono le stesse informazioni dei "vicini", ed è semplice, per la corteccia visiva, completare l'immagine riempiendo ciò che manca con le informazioni ricavate tutto intorno alla zona del buco.

Questo processo si verifica rapidamente anche nel caso di punti ciechi provocati da lesioni, come le bruciature dei raggi solari. Quando appare un nuovo punto cieco, il cervello impiega solo due giorni per riempirlo, come se fosse naturale.

La ricerca su questo fenomeno servirà non solo a curare meglio le lesioni oculari, ma anche a comprendere meccanismi generali del cervello ancora poco conosciuti.

3.5 La visione binoculare

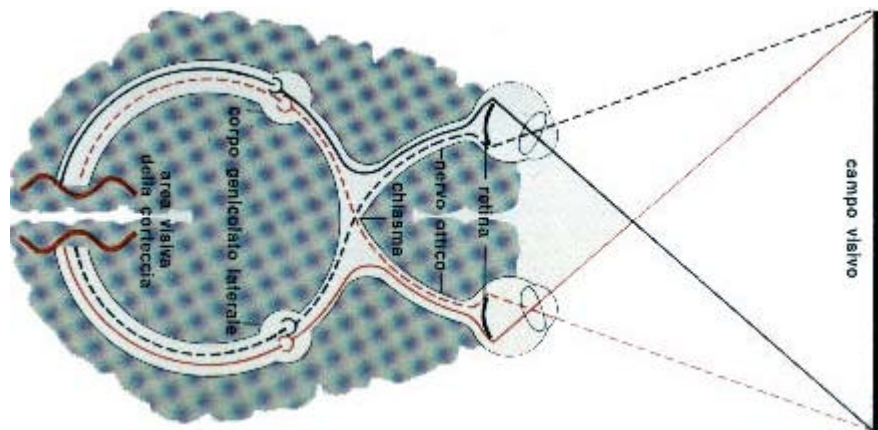


Fig.9 Fibre nervose visive

L'incrocio delle fibre nervose visive (Fig.9) è dimostrato dal fatto che la parte sinistra del cervello "vede" la metà destra del campo visivo, e la parte destra "vede" la metà sinistra. La retina di ogni occhio riceve l'immagine intera di un oggetto, come indicato dalle righe intere e punteggiate che attraversano il cristallino (marrone per l'occhio destro e nere per il sinistro). Gli impulsi generati sulle retine dalle immagini sono portati dagli occhi lungo i nervi ottici. Tuttavia, al chiasma, le fibre di ogni nervo ottico si dividono in due fasci. La diramazione interna che viene dall'occhio destro (linea tratteggiata marrone) passa oltre e si congiunge alla diramazione esterna che viene dall'occhio sinistro (linea nera continua) prima di continuare verso il corpo genicolato laterale sinistro. Le altre diramazioni si avviano verso il corpo genicolato laterale destro. Entrambi i fasci continuano poi fino all'area visiva della corteccia. Ciascuno dei due occhi vede lo stesso oggetto con una angolazione diversa. Le due immagini recepite dagli occhi arrivano al cervello attraverso i nervi ottici che si incrociano: il nervo proveniente dall'occhio destro va a sinistra e quello proveniente dall'occhio sinistro va a destra. Nel cervello le due immagini si sovrappongono e si fondono in una sola: è questa la visione binoculare.

Il senso della profondità e l'effetto tridimensionale dipendono esclusivamente da questa visione: un oggetto viene riconosciuto dal cervello solo quando le due immagini provenienti dagli occhi sono ormai elaborate in una sola.

Gli stereogrammi, affascinanti immagini coloratissime e prive di senso, assumono tridimensionalità proprio perché gli esseri umani possiedono due occhi e ogni occhio vede zone diverse dal vero. Tale discrepanza viene gestita dal cervello, che la utilizza per dedurre che l'oggetto osservato è tridimensionale e per attribuirgli una profondità. Non è ancora ben chiaro come faccia la corteccia cerebrale a fondere assieme le due immagini in modo così perfetto, benché sia una delle questioni fondamentali della visione in rilievo.

3.6 L'occhio e la macchina fotografica

L'occhio umano, semplificando al massimo, può essere paragonato ad una macchina fotografica, se non altro perchè dispone di un obiettivo (il cristallino), con regolazione dell'apertura (iride e pupilla) e di una superficie sensibile alla luce su cui viene messa a fuoco l'immagine (la retina). L'occhio inoltre è una vera e propria camera oscura formata da un bulbo annerito all'interno in modo che tutti i raggi parassiti vengano assorbiti e non influenzino negativamente la ricezione della retina (Fig.10)

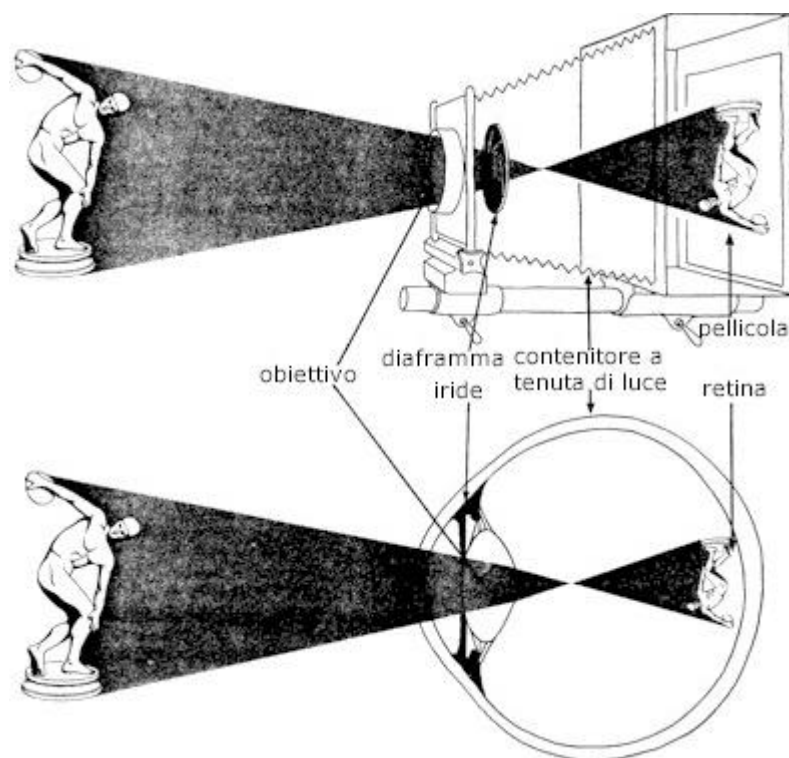


Fig.10 Analogia macchina fotografica-occhio

La retina potrebbe essere paragonata alla pellicola fotografica, ma c'è una prima enorme differenza.

Nella retina non si ha una distribuzione omogenea della capacità visiva, come invece per la pellicola, ma una differenziazione di compiti.

Le parti più periferiche della retina 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.

Osservando un punto qualsiasi di un foglio di carta scritto e fissando una delle lettere che stanno davanti, possiamo accorgerci subito che il campo abbracciato dall'occhio è piuttosto

piccolo. Infatti non riusciamo a leggere più di una lettera o due. Accanto al punto in cui "vediamo" in modo chiaro sta un vasto campo dove le immagini si vedono ma non si leggono, o meglio esse si leggono solo spostando l'occhio. Questo è un concetto fondamentale: noi vediamo per punti, che il nostro occhio analizza uno per uno per formare, grazie all'elaboratore dei dati che è il cervello, le immagini. Un pò come fa uno scanner per digitalizzare le immagini. Per di più non bisogna credere che la retina sia semplicemente una superficie sensibile che raccoglie imparzialmente i dati e li invia al cervello tramite il nervo ottico. Essa è attualmente considerata come una parte stessa del cervello. I dati che essa invia al "cervellone centrale" sono dunque già filtrati, in un certo qual modo "pensati". Visto sotto questo aspetto l'occhio umano è uno strumento meraviglioso che non reggerebbe il confronto neppure con il più sofisticato e costoso apparecchio fotografico. Dunque l'occhio umano vede ciò che vuole vedere, e la sua visione è condizionata anche dal vissuto e dalla cultura della persona. I dati che arrivano al cervello attraverso il sistema occhio-retina-nervo ottico vengono infatti confrontati nel cervello stesso con le informazioni in esso contenute, con il risultato che di fronte allo stesso panorama ogni persona avrà una "visione" differente, mentre due macchine fotografiche diverse ma con due obiettivi uguali produrranno la stessa, identica immagine.



3.7 Persistenza delle immagini sulla retina

“Se un ottico volesse vendermi uno strumento che avesse tutti questi difetti, non avrei nessuno scrupolo a biasimare la sua leggerezza con le rimozioni più energiche”. Così scriveva, a proposito dell'occhio umano, Hermann von Helmholtz, massima autorità dell'Ottocento nel campo della visione. Pur avendo un po' di ragione, l'occhio è comunque uno strumento quanto mai versatile. Può seguire una pallina da tennis che "viaggia" quasi a 100 km l'ora e a parecchi metri di distanza. Cambiare il fuoco in un istante per leggere il giornale a pochi centimetri dal naso, controllare il punteggio sul tabellone segna punti a centinaia di metri. L'occhio può adattarsi rapidamente a variazioni dell'intensità della luce e distinguere migliaia di sfumature cromatiche. Ma, a paragone della moderna macchina fotografica o degli attuali telescopi, l'occhio presenta diverse limitazioni ottiche. Esso vede distintamente soltanto nella luce buona e solo in una piccola area centrale. Quando la luce è fioca, l'occhio vede poco e perde ogni percezione del colore. Ha un altro "difetto": la persistenza dell'immagine retinica. La tecnica e l'arte del cinematografo è possibile in quanto fisiologicamente le immagini sulla retina dell'occhio umano persistono per un tempo che in media è di 1/10 di secondo per ogni immagine. Riproducendo, disegni o fotografie successive in movimento e facendole scorrere davanti all'occhio pressappoco con la stessa velocità o superiore a 1/10 di secondo, l'uomo percepisce le immagini in movimento come nella realtà. Questa osservazione ha permesso l'invenzione e la crescita del cinema, della televisione e della realtà virtuale.

3.8 I movimenti oculari

Ho già fatto riferimento alle saccadi, i movimenti rapidi degli occhi che permettono di spostarsi immediatamente da un punto all'altro del campo visivo. Vediamo di capirne meglio l'utilità.



Si consideri la scena sopra riportata e, in particolare, il numero di differenti oggetti che sono presenti (le persone, gli edifici, gli alberi, i sentieri, ecc.) e le loro posizioni relative. Molte scene come questa contengono un buon insieme di dettagli e sono quindi ricche di informazioni. Osservandole attentamente, noi possiamo costruire una descrizione interna del mondo esterno.

L'insieme dei dettagli presenta considerevoli difficoltà per le creature biologiche: infatti, come può la nostra mente percepire, rappresentare e comprendere un mondo così complesso? La natura avrebbe potuto fornirci di occhi larghi come piatti da cucina per avere la sensibilità di ampie regioni visive a prima vista. Fortunatamente ci ha donato una soluzione più sofisticata, efficace ed esteticamente migliore.

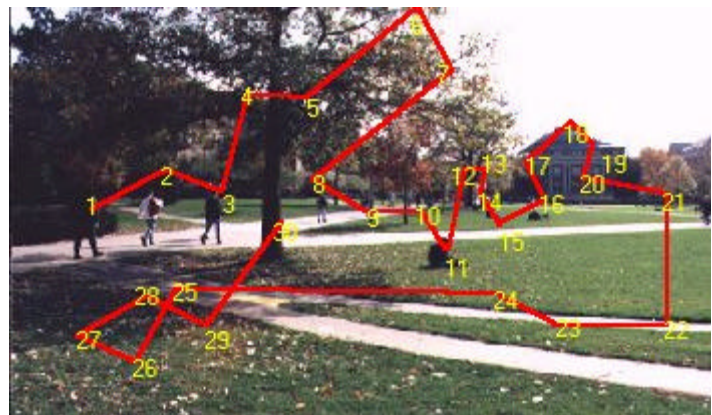
Mentre è vero che i nostri occhi hanno un esteso campo visivo è altrettanto vero che possiamo percepire dettagli e colori specifici solo in una limitata zona della scena.



Ciò che vediamo con i nostri occhi è simile a quello raffigurato a fianco. Distinguiamo i dettagli e il colore pieno solo in una regione limitata. Al contrario, alla periferia del nostro campo visivo, gli oggetti si sfuocano così come diventa meno nitida la percezione del colore.

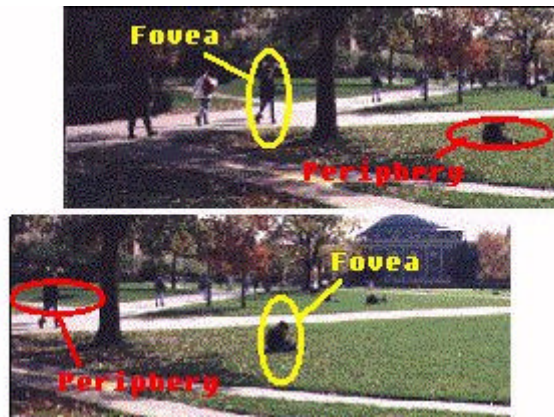
Per compensare le limitazioni dei nostri occhi, “scannerizziamo” una scena muovendo il nostro sguardo da una posizione all'altra successiva.

Sulla destra è mostrata una ipotetica traccia di sguardi che una persona può effettuare esaminando la scena. Tali sguardi possono essere registrati da un osservatore che controlla il movimento degli occhi. In tal modo si può constatare che non muoviamo rapidamente il nostro sguardo da una parte all'altra della



scena e neppure guardiamo a caso aree differenti della stessa, ne esaminiamo, invece, vari punti per noi particolarmente interessanti.

I movimenti oculari causano due tipi di eventi sulla retina.



L'immagine di un oggetto può trovarsi da qualche parte al di fuori della fovea nella visione periferica, ma dopo una saccade, improvvisamente si troverà sulla fovea e ciò che si trovava al centro della fovea è ora situato nella zona periferica della retina (vedi figura in alto). Di solito, solo gli oggetti visualizzati sulla fovea danno sufficienti informazioni per essere riconosciuti.

Inoltre, durante la saccade, si è essenzialmente ciechi. Quando l'immagine si muove attraverso la retina durante una saccade, essa raggiunge velocità altissime e poichè la retina non è in grado di organizzare informazioni riguardanti i dettagli degli oggetti a velocità così eccessive, il risultato è una visione confusa dell'immagine, come nella figura sottostante.



Quindi le saccadi rappresentano un periodo nel quale non è necessario percepire le informazioni visive in modo significativo.

Pertanto, nonostante l'immagine retinica sia spostata qua e là ad ogni saccade, nonostante il nostro sistema visualizzi per fotogrammi, separati da un piccolo periodo nel quale siamo praticamente ciechi, noi vediamo con continuità non solo per la persistenza dell'immagine sulla retina, ma anche per l'elaborazione cerebrale, come già precedentemente detto.

Esistono altri movimenti oculari. Per curiosità vorrei accennare il movimento di inseguimento che avviene quando veniamo attratti da un oggetto in movimento e il nostro sguardo si dirige su di esso mediante una saccade per poi seguire l'oggetto mantenendo la fissazione su di esso. Anche il nostro medico oculista fa un esame muovendo un dito attorno ai nostri occhi. Questo per stabilire il buon funzionamento del nostro labirinto. Ciò può sembrare strano, ma chi soffre di labirintite non riesce a mantenere fisso lo sguardo su un oggetto in movimento

perché gli occhi si muovono più rapidamente dello stesso. Da qui le grandi nausea che tale infiammazione produce.

Un altro tipo di movimento oculare è quello che si verifica quando noi ci spostiamo con rapido movimento trasversale rispetto a ciò che ci sta dinanzi, come ad esempio quando guardiamo un paesaggio da un treno in corsa. Se il nostro sguardo si fissa su un punto del paesaggio gli occhi ruotano per mantenere la fissazione su questo punto, con un movimento di inseguimento che compensa la nostra velocità di spostamento. Tuttavia, dopo qualche istante, l'angolo di rotazione degli occhi diviene eccessivo e allora lo sguardo viene riportato su un altro punto del paesaggio con una saccade.

4. Dall'occhio al cervello: insegnamento/apprendimento

Suppongo di lavorare in una classe di 24 ragazzi.

Per cominciare la trattazione degli argomenti riguardanti l'unità didattica in esame, gli alunni dovranno avere realmente compreso le tematiche relative all'ottica segnate in verde sulla mappa.

Tematica dell'unità didattica:

DALL'OCCHIO AL CERVELLO

Classe:

III MEDIA

Contenuti:

- Struttura e funzionamento dell'occhio umano.
- L'occhio e la macchina fotografica (web cam)
- La persistenza delle immagini sulla retina (TV, cinema, realtà virtuale)
- I recettori visivi (coni e bastoncelli)
- I neuroni retinici
- Le vie ottiche
- Il punto cieco
- La visione binoculare
- I movimenti oculari

Obiettivi:

- Conoscere la struttura anatomica dell'occhio
- Conoscere i meccanismi della percezione visiva
- Stimolare la formulazione di ipotesi raccogliendo e analizzando dati
- Stimolare la verifica delle ipotesi attraverso il confronto in classe (aumento delle capacità di verbalizzazione e sintesi)
- Stimolare il lavoro di gruppo
- Elaborare contributi personali (relazioni oggettive e soggettive)
- Guidare a compiere collegamenti interdisciplinari (inglese, arte...)
- Sviluppare la capacità di gestire un PC multimediale, singolo e in rete, a livello di software di base (file, cartelle, unità di archiviazione)
- Saper utilizzare, ad un primo livello, software applicativo per l'elaborazione grafica di immagini statiche e animate e per l'edizione di pagine ipertestuali in codice html
- Ricercare e prelevare informazioni in Internet con l'ausilio dei motori di ricerca
- Sviluppare le capacità manuali

4.1 Insegnamento

4.1.1 Tempi

Per trattare questa unità didattica ritengo siano necessarie almeno 30 ore, tenendo conto anche delle discussioni in classe che mi daranno modo di capire l'interesse degli alunni in merito all'argomento nonché delle loro conoscenze pregresse. Inoltre credo che sia necessario anche un po' di tempo per un eventuale recupero. E' bene fare i conti con il tempo disponibile, ma anche considerare le esigenze dei ragazzi, quindi bisogna sempre tenere un margine per ulteriori interventi: a volte i problemi di apprendimento sono proprio dovuti ad un calcolo inesatto dei tempi.

4.1.2 Spazi

Intendo lavorare principalmente nel laboratorio di informatica, dove verranno svolte le attività relative alla ricerca su Internet, alla visione e utilizzo di software didattici e applicativi. In classe disporrò i banchi in modo da favorire le attività di gruppo e la realizzazione di cartelloni.

4.1.3 Strumenti e materiali

E' necessario procurare il materiale per tempo in modo tale che le attività vengano condotte agevolmente.

Per la realizzazione dei cartelloni sono necessari: libri, articoli, colori, carta oleata, cartoncini colorati, forbici, colla, puntine da disegno.

Suppongo che nei laboratori di informatica siano presenti anche uno scanner, una stampante e che sia agevole il collegamento ad Internet.

Verrà utilizzato un software interattivo relativo alla struttura dell'occhio e alla percezione visiva. Inoltre si useranno software specifici per editare le pagine in codice html, al fine di poterle, eventualmente, pubblicare in Internet.

Vorrei anche utilizzare una lavagna a fogli in modo tale da segnare tutti gli interventi pertinenti dei ragazzi durante le conversazioni collettive, così tutti avranno una visione dell'argomento che si vuole trattare e degli eventuali dubbi che possono sorgere.

Un vocabolario di inglese e uno di Italiano aiuteranno nella comprensione dei testi e nella traduzioni. La prof. di inglese aiuterà i ragazzi nello svolgimento del compito.

4.1.4 Metodologia e didattica

L'approccio all'argomento sarà provocatorio al fine di suscitare l'interesse e la curiosità degli alunni. A tal fine proporrò ai ragazzi la visione di illusioni ottiche e di figure impossibili, invitandoli ad osservarle e a descriverle. In questo modo spero che gli alunni si rendano conto che "vedere" non è una azione banale e "oggettiva", puramente sensoriale, ma interessa la mente di ognuno e, pertanto, va educata.

Si cercheranno su Internet le figure impossibili di Escher. Così si potrà subito effettuare un collegamento interdisciplinare con l'insegnante di ed. artistica.

Dopo questa introduzione, vorrei che la classe si dividesse in gruppi, spontanei ma omogenei (in caso contrario interverrò a modificare gli elementi) in modo che ogni gruppo approfondisca un aspetto fra quelli evidenziati durante l'esame dei casi osservati.

In sostanza si dovrebbero avere 4 o 5 gruppi che trattino i seguenti argomenti:

- Struttura esterna dell'occhio
- Struttura interna dell'occhio
- Vie ottiche

Le vie ottiche non sono di facile comprensione pertanto suppongo siano necessari più gruppi che si occupino di questo argomento.

Il lavoro continuerà in classe dove i gruppi formati acquisiranno informazioni dai libri e dalle riviste loro fornite in modo tale che possano costruire cartelloni in merito alla parte di argomento scelto, utilizzando forbici, colla e carta oleata per la duplicazione manuale delle immagini.

Dopo aver fatto visionare il CD *Human Vision* all'intera classe, intendo svolgere un lavoro con l'insegnante di inglese in modo che ogni gruppo traduca la parte relativa al proprio argomento. Tutti gli alunni non potranno svolgere lo stesso lavoro contemporaneamente. Si potrà decidere di effettuare la traduzione per gruppi mentre gli altri continueranno la realizzazione dei cartelloni.

Il CD è interattivo. I ragazzi potranno "navigare" all'interno dell'occhio umano scegliendo la via che preferiscono. Ciò potrebbe dargli una idea più realistica dell'occhio sia come organo in sé sia come funzionamento.

Le discussioni in classe ci porteranno ad affrontare temi curiosi.

Avendo appreso che il nervo ottico fuoriesce dall'occhio e che ivi non vi sono recettori, posso far capire ai miei alunni come non ce ne accorgiamo "giocando" con alcuni esempi.



Chiudi l'occhio sinistro, e con il destro fissa la croce. Spostandoti ad una distanza di circa 30 cm. Dalla figura, il puntino nero dovrebbe scomparire lasciando al suo posto un'area bianca.

Il cervello, infatti, si fa "prestare" le informazioni che gli giungono dai recettori vicini al "buco" (e quindi, in questo caso lo sfondo bianco). Per convincerci di questo, ripetiamo l'esperimento con il disegno sotto.



Il punto colorato, viene sostituito dalla barra nera.

Un'altra particolarità è l'analogia dell'occhio con la macchina fotografica . Poichè risulta poco pratico aspettare la stampa di un rullino di fotografie, intendo utilizzare una macchina fotografica digitale in modo tale da avere in tempo reale le foto fatte da ciascun alunno. Così saremo in grado di vedere che le foto di ognuno non sempre emozionano anche gli altri. Se facciamo attenzione a ciò che succede in noi davanti ad una scena ci accorgiamo che il nostro occhio la analizza punto per punto spostandosi rapidissimamente (qui si può già parlare di movimenti oculari), la “pensa”, filtra ciò che non gli interessa e “vede” solo ciò che vuole vedere.

Il classico palo della luce che pare spuntare dalla testa del nostro soggetto e che ci ha rovinato tante fotografie non è stato giudicato importante dal nostro occhio, che non gli ha dato importanza poiché non era l'oggetto della sua visione e non lo ha letteralmente "visto". Ma la nostra macchina fotografica che non sceglie, lo ha immortalato implacabilmente con la stessa nitidezza e importanza del resto dell'immagine. La nostra fotografia è forse tecnicamente ineccepibile, a fuoco, con bei colori, ecc. Ma l'immagine è brutta, insignificante, soprattutto se viene osservata da chi non ha scattato la fotografia o non era presente di fronte a quella scena. Tutto questo è abbastanza normale, proprio perché la maggior parte delle persone ignora o non tiene in debito conto le differenze tra visione umana e fotografia.

Ci si può soffermare ora su questa “visione per punti” che però il cervello riesce ad amalgamare così bene che non ce ne accorgiamo neppure.

Invito i miei alunni a visionare una vecchia pellicola Super 8. In questo modo potranno rendersi conto che il cinema non ci sarebbe se l'uomo non avesse saputo in qualche modo sfruttare i propri limiti fisiologici. Con l'aiuto della tecnologia siamo giunti a compensare e ad estendere i nostri sensi.

Può essere divertente e nello stesso tempo istruttivo creare un cartone animato utilizzando un block notes e una penna.

Abbiamo due occhi, ma vediamo una sola immagine e tridimensionale! Non si sa ancora come il nostro cervello riesca a fondere le due immagini viste dai due occhi in modo così perfetto, però il senso della profondità è proprio dato dalla visione binoculare.

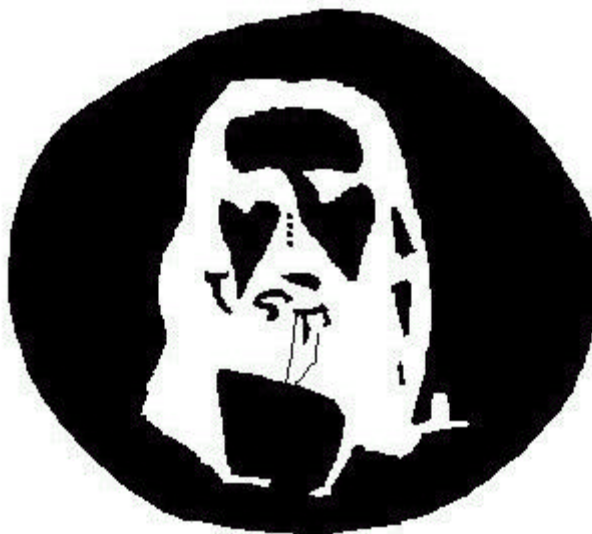
Per far vedere questo ai ragazzi vorrei di nuovo “giocare” con gli stereogrammi come quello riportato sotto.

Per vedere l'immagine tridimensionale porsi a meno di 10 cm. dal foglio, guardare fisso al centro dell'immagine, allontanarsi lentamente senza modificare la messa a fuoco dello sguardo. Si focalizza oltre il piano dell'immagine.



Un'altra bella illusione da osservare è quella che si ottiene iperstimolando le cellule che si trovano sulla retina.

Rilassatevi e fissate pigramente i 4 piccoli puntini nella figura sotto per almeno 30/45 secondi. Lentamente rivolgete lo sguardo dal foglio ad una parete bianca. Vedrete un cerchio di luce prendere forma sul muro. Incominciate ad aprire e a chiudere gli occhi fino a che non vedrete una figura prendere forma all'interno del cerchio. Chi vedete? Incredibile!!!



Ciò è dovuto alle cellule retinee che producono immagini di colore complementare a quello della figura su una superficie bianca.

4.1.5 Sistemi di valutazione

La valutazione è una fase molto importante della programmazione didattica, perché deve aiutarmi a capire se il metodo di insegnamento che sto adottando è efficace oppure se devo cercare di correggerlo o ipotizzare interventi di recupero.

Terrò conto di tutto il percorso e considererò anche l'interesse e la motivazione di ciascun alunno nonché il grado di preparazione iniziale in merito all'argomento.

Dopo ogni attività i ragazzi dovranno scrivere una relazione dettagliata che verrà poi discussa in classe. Esprimerò un giudizio per ogni alunno che analizzerà il linguaggio utilizzato per esprimersi, il grado di comprensione dell'argomento trattato, l'interesse e l'attenzione dimostrati durante il laboratorio di informatica e le attività in aula e le discussioni collettive. Tutte le relazioni verranno inserite in un portfolio: ciascun alunno avrà la propria cartellina nella quale raccoglierà le verifiche effettuate in itinere.

Sarà anche necessaria una verifica finale oggettiva basata su test a risposta multipla (ad esempio effettuata al computer), completamento, vero/falso, ma anche domande a risposta aperta che mi permettano di valutare in modo più ampio il livello di comprensione raggiunto dagli allievi.

4.2 Apprendimento

4.2.1 Fase di ricerca. Produzioni culturali

Come già detto in precedenza, i ragazzi dovranno realizzare, come lavoro a casa, delle relazioni in merito alle esperienze effettuate. Dovranno quindi aver partecipato con attenzione alle attività proposte ed aver correttamente preso gli appunti necessari allo svolgimento del compito. Potrò così valutare le capacità di sintesi degli alunni e l'utilizzo corretto della terminologia scientifica. Queste relazioni verranno lette e discusse in classe in modo da fare emergere le difficoltà e puntualizzare i concetti non compresi.

Come ultimo obiettivo del progetto (se il tempo non è tiranno e i ragazzi sono molto motivati) vorrei aggiungere la realizzazione di un ipertesto su CD sul tema della "Percezione Visiva" in cui il fruitore verrà portato a scoprire le leggi e i fattori che determinano il fenomeno studiato. Pertanto un certo numero di ore sarà dedicato all'apprendimento dell'uso del software grafico necessario per elaborare e animare le immagini, in modo che sia possibile passare alla composizione dei testi e delle immagini elaborati con il software specifico per editare le pagine in codice html. Il lavoro verrà effettuato a gruppi e tutti dovranno apportare il loro contributo.

4.2.2 Verifica del comportamento terminale

L'interesse dimostrato durante tutte le attività proposte e l'impegno nel realizzare le relazioni scritte, saranno il mio primo punto di partenza per una valutazione globale.

Durante le attività di gruppo e le discussioni compilerò griglie osservative nelle quali saranno presenti voci riguardanti la partecipazione, la comprensione, la capacità di lavorare in comunità rispettando le idee altrui.

L'apporto di ognuno alla costruzione del CD mi permetterà di differenziare ulteriormente le valutazioni.

4.2.3 Interventi di recupero

Le attività di recupero possono essere molteplici, secondo il livello di difficoltà nell'apprendere del soggetto. Se l'alunno ha già un insegnante di sostegno, allora cercherò insieme al docente di trovare una strategia che permetta al ragazzo di comprendere almeno una parte dei concetti trattati. In tal modo diventa indispensabile una valutazione differenziata che verrà discussa di volta in volta con l'altro insegnante in relazione ai progressi ottenuti. In altri casi può essere sufficiente inserire l'alunno in gruppi tali che gli stessi compagni possano aiutarlo nella comprensione degli argomenti trattati.

mappa concettuale

