

## LA LUCE E I COLORI

### Percorso della mostra

#### 1° Parte

La mostra inizia il suo percorso con una semplice osservazione e una domanda (Liceo Europeo Umberto 1°).

**Esperimento n°1:** *Un raggio di luce bianca viene inviato prima su uno schermo bianco e poi su uno specchio.*

La domanda è: “ Perché sullo schermo si vede la traccia lasciata dal raggio luminoso, mentre sullo specchio essa non è visibile? ”.

Di qui prende avvio una prima elementare riflessione sul comportamento dei materiali di fronte alla luce e sul processo della visione. L'attenzione si concentra su questo ultimo punto con un rapido percorso storico che parte dall'epoca classica, attraversa il medio evo e si conclude con i primi anni della rivoluzione scientifica (Keplero).

Nell'epoca classica si sottolinea la presenza di 2 concezioni:

- **Concezione attiva** che fa riferimento soprattutto alla teoria dei raggi visuali che partono dall'occhio e raggiungono l'oggetto riportando indietro l'informazione. La teoria, condivisa da importanti scienziati dell'epoca (Euclide, Tolomeo ed Erone), molto lontana dalla concezione attuale, produce però i migliori risultati in quanto utilizza la matematica dell'epoca (la geometria) e consente un buon sviluppo dell'ottica geometrica, soprattutto per quanto riguarda lo studio degli specchi piani e sferici. Non è esente da contraddizioni in quanto non spiega in modo convincente perché non sia possibile ad es. la visione al buio.
- **Concezione passiva** (Aristotele, Epicuro...). Secondo la quale è l'oggetto ad emettere dei segnali che raggiungono l'occhio, o direttamente (i simulacra di Epicuro) o indirettamente attraverso la perturbazione del mezzo *diáfano*, indotta dall'oggetto e percepita dall'occhio(Aristotele).

La situazione è illustrata mediante la ricostruzione libera di 3 esperimenti storici, che vengono interpretati in 2 modi differenti, secondo la antica concezione dei raggi visuali e secondo la più moderna concezione dei raggi di luce diffusi dagli oggetti:

**Esperimento n° 2:** Riflessione su uno specchio piano (Liceo Europeo Umberto 1°).

**Esperimento n° 3:** Esperimento della moneta sommersa dall'acqua, citato da Euclide (Liceo Europeo Umberto 1° ).

**Esperimento n° 4:** Rifrazione (ricostruzione abbastanza fedele dell'esperimento originale di Tolomeo)

**Esperimenti n°5-12:** Posizione apparente dell'immagine, riflessione multipla, specchi circolari e parabolici... E' un tavolo con alcuni curiosi esperimenti di applicazione dell'ottica geometrica ed in particolare della riflessione su specchi piani e curvi (Liceo A. Moro di Rivarolo). Questi esperimenti offriranno tra l'altro l'occasione per riflettere sul principio di minimo, introdotto inizialmente da Erone per giustificare la legge della riflessione nell'ambito della teoria dei raggi visuali e generalizzato alcuni secoli più tardi da Fermat nell'ambito della teoria dei raggi di luce.

Il percorso storico prosegue con il medioevo che vede approfondire lo studio dell'anatomia dell'occhio e la costruzione delle prime lenti. Si sottolinea in particolare il ruolo di Alhazen che capovolge la teoria dei raggi visuali. Secondo Alhazen ogni punto dell'oggetto è il vertice di un cono di raggi

luminosi (diffusi dall'oggetto) che hanno la base nell'occhio. L'immagine, però, secondo Alhazen, non si forma sulla retina, ma nel cristallino perché altrimenti risulterebbe capovolta. Il problema è risolto da Keplero che nel suo trattato di Ottica pone un primo punto fermo anche sul processo della visione: l'immagine si forma capovolta sulla retina, ma il cervello riesce ad interpretarla correttamente.

Questa parte del percorso è corredata da un interessante esperimento.

**Esperimento n° 13:** modello funzionale di occhio (Liceo A. Moro di Rivarolo) . Un semplice modello, di occhio consente di cogliere gli elementi essenziali del processo della visione. Una sorgente a forma di freccia, emette raggi luminosi che passano attraverso una lente (cristallino) che li fa convergere sulla retina. Si osserva che l'immagine risulta capovolta. Il modello offre anche la possibilità di variare la forma dell'occhio alterando la distanza tra cristallino e retina per studiare e comprendere alcuni importanti difetti della vista.

## 2° Parte

La seconda parte della mostra inizia richiamando lo storico esperimento di Newton che diede avvio a un nuovo percorso di approfondimento del processo della visione: lo studio della percezione dei colori.

**Esperimento n° 14:** Semplice osservazione dello spettro della luce emessa da una lampada ad incandescenza.

In questa sezione della mostra un prima parziale interpretazione del fenomeno osservato viene ricondotta ai modelli utilizzati per descrivere la natura della luce (ondulatorio e corpuscolare), soffermandosi in particolare sui concetti di energia e lunghezza d'onda.

**Esperimento n° 15:** Esperimenti con l'ondoscopio. Diffrazione da una fenditura e da un ostacolo.

Con questo classico esperimento si vuole sottolineare il fenomeno della diffrazione come elemento caratterizzante del comportamento ondulatorio e la sua dipendenza dall'ampiezza della fenditura (o dell'ostacolo) in rapporto alla lunghezza d'onda.

Il fenomeno viene ripreso per la luce monocromatica nei successivi 2 esperimenti.

**Esperimento n° 16:** Fenditura variabile. Diffrazione della luce monocromatica emessa da un laser attraverso una fenditura variabile.

**Esperimento n° 17:** Diffrazione da un capello. Si osserva la diffrazione della luce emessa dal laser ad opera di un capello. La presenza di una scala graduata consentirà a chi lo desidera di misurare la sezione di un proprio capello.

**Esperimento n° 18:** Semplici esperimenti con uno slinky ed una griglia, servono ad introdurre, nell'ambito delle onde meccaniche i concetti di onda longitudinale e trasversale e di polarizzazione.

Il modello corpuscolare verrà introdotto analizzando il trasporto di energia e prevede due esperimenti:

**Esperimento n° 19:** Cella fotoelettrica.

**Esperimento n° 20:** Questo esperimento permette di vedere come la luce di un lampadina può produrre luce azzurro-violetta in particolari materiali detti scintillanti. Questo fenomeno è conseguenza della natura corpuscolare della luce.

**Esperimento n° 21:** L'energia dello spettro. Si torna sull'esperimento iniziale (spettro della luce bianca) con una domanda: "Come è distribuita l'energia sui vari colori (lunghezze d'onda) dello spettro?" Si chiede agli studenti di rispondere in base alla semplice osservazione del fenomeno. In base alla nostra esperienze si prevedono due tipi di risposte:

- L'energia è maggiore nell'area verde-gialla dello spettro (questa risposta si basa

sull'osservazione che al nostro occhio questa parte dello spettro appare più luminosa)

- L'energia è massima nel violetto (questa risposta non si basa sull'osservazione ma su conoscenze acquisite nello studio della fisica o dell'astronomia e mal interpretate)

L'esperimento consente di confutare queste ipotesi misurando mediante un fotodiodo l'intensità della radiazione nelle varie aree dello spettro e scoprire da un lato che l'intensità è massima in una zona ai confini tra rosso-infrarosso (poco luminosa all'osservazione) e dall'altro che l'intensità della radiazione è comunque notevole anche in aree (infrarosso) dello spettro non percepibile dal nostro occhio.

Il problema si sposta dunque nuovamente sul ruolo dell'occhio (e del cervello che ne interpreta i segnali) nella percezione dei colori, aprendo la strada alle parti successive della mostra.

### **3° Parte**

In questa parte della mostra verrà anche affrontato il tema dell'interpretazione del colore secondo la chimica e di come il colore sia alla base di varie tecniche analitiche; a questo scopo verranno proposti semplici esperimenti effettuati da studenti "

### **4° Parte: Visione dei colori**

**Si affronta il problema di capire in che modo il colore che percepiamo guardando un oggetto è determinato dal colore della luce che lo illumina e in che modo dalle capacità di diffusione – assorbimento della luce da parte dell'oggetto stesso. Cominciamo osservando come si compongono diverse luci monocromatiche e come esse interagiscono con gli oggetti.**

#### **Esperimento 22: SINTESI ADDITIVA DI COLORI**

Facendo sovrapporre fasci di luce monocromatica su uno schermo bianco, otterremo,

- il bianco come somma dei 3 colori primari *rosso, verde, blu*
- i colori complementari (*giallo, cian, magenta*) come somma di 2 primari
- il bianco come somma di 1 colore primario e del suo complementare.

#### **Esperimento 23: OMBRE COLORATE**

Con 3 luci dei colori primari, un piccolo corpo opaco e uno schermo bianco effettueremo una *sintesi sottrattiva* di colore *per trasmissione selettiva*.

Otterremo così ombre non solo nere, ma di tutti i colori.

#### **Esperimento 24: I COLORI DELLA FRUTTA**

Illuminando dei frutti di plastica variopinta con differenti luci monocromatiche, questi appaiono di colori diversi da quelli usuali, per effetto di una *sintesi sottrattiva* di colore *per diffusione selettiva*.

Si può anche notare come, per certi particolarissimi materiali, non occorre l'illuminazione con la luce bianca (o sue componenti) per renderli visibili.

**Vediamo poi come anche i meccanismi di percezione del nostro occhio contribuiscono a determinare il colore che vediamo quando guardiamo un oggetto.**

#### **Esperimento 25: CONTRASTO DI COLORE**

Si chiama *contrasto simultaneo* (o *spaziale*) di colore il fenomeno per cui lo stesso colore può sembrare di due tonalità diverse se osservato su due sfondi di diverso colore.

**Esperimento 26: LA BACCHETTA MAGICA**

La *persistenza delle immagini* nel sistema occhio-cervello consente di assemblare frammenti di immagini in rapida successione a formare l'intera immagine.

(N.B. questa esperienza non riguarda direttamente i colori, ma serve ad evidenziare bene il fenomeno della persistenza, necessario per il seguito).

**Esperimento 27: IL DISCO DI NEWTON**

Ancora la persistenza delle immagini provoca il mescolamento dei colori degli spicchi del disco in rapidissima rotazione.

**Esperimento 28:IL DISCO DI BENHAM**

Un'altra conseguenza della persistenza delle immagini è di causare la comparsa di colori su un disco in bianco e nero (con opportuna distribuzione del bianco e del nero) che ruota molto velocemente.

**Esperimento 29: PESCIOLINI NELL'ACQUARIO**

L'*immagine postuma negativa* di un pesciolino colorato consente di "vederne" uno di colore complementare guardando il disegno bianco di un acquario vuoto.

**E' anche interessante verificare come la percezione del colore nella visione laterale presenti limiti angolari più ristretti di quella generica di una luce o di un movimento.**

**Esperimento 30: VISIONE PERIFERICA DEI COLORI**

Con un maxi-goniometro, a cui si appoggia il viso, si misurano le ampiezze dei *campi visivi* per, rispettivamente - la luce

- il movimento

- *i colori*

- le forme

**La mostra si conclude con una sezione dedicate alla fisiologia della percezione dei colori.**