

# Ombre colorate

di Marcello Sala e Marco Testa

## Materiali

Una stanza in cui sia possibile ottenere il buio  
Una parete possibilmente bianca  
Un oggetto di forma allungata (un'asta o anche un manico di scopa)  
3 faretto, con la lampada più piccola possibile e senza riflettore  
Tre foglietti di gelatina colorata RGB (rossa, verde e blu)

## ATTIVITÀ 1

Disponiamo i tre faretto allineati parallelamente alla parete e distanziati tra loro. Mettiamo l'oggetto (asta o manico di scopa) in verticale tra faretto e parete. Siamo pronti per spegnere la luce e accendere i faretto, ma prima chiediamo agli studenti che cosa si aspettano che si veda sulla parete. Che cosa si vedrà quando tutti e tre i faretto saranno accesi? E quando ne saranno accesi solo uno o due?

La previsione sarà di tre, due, un'ombra. Chiediamo: di che colore saranno queste ombre?

Altre possibili domande sono: che cosa si vedrà sulla parete se variamo le distanze tra oggetto, faretto e parete? E se avviciniamo i faretto tra loro?

Raccogliamo le risposte degli studenti, rilanciamo domande e confutazioni, richiediamo di argomentare e precisare, ma non diamo spiegazioni.

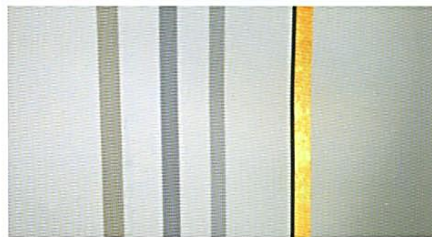
## L'esperimento

Accendiamo i tre faretto. Sulla parete ci sono tre ombre; non sono nere bensì grigie, ma è probabile che ciò non venga notato finché non si spengono due faretto, quando cioè lo sfondo diventa meno luminoso e l'ombra rimanente è nera.

Con i tre faretto accesi più vicini tra loro e/o più lontani dall'oggetto, sulla parete ci saranno aree di diverso colore: nere (A), chiare (sfondo D), grigie (B e C), o addirittura un'unica ombra dai contorni confusi.

## Come vi spiegate quello che accade?

L'area A è una vera e propria figura d'ombra, che implica l'assenza di luce sulla parete; le aree D



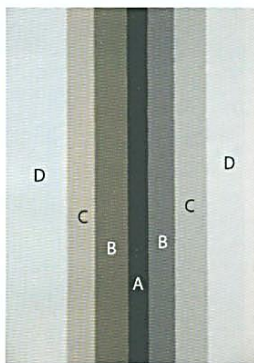
sono raggiunte dalla luce di tutti i faretto; le aree grigie, *penombre*, sono raggiunte dalla luce di alcuni dei faretto (B da uno, C da due).

A seconda delle distanze fra le sorgenti e le distanze relative schermo-oggetto-sorgenti si ottengono diverse immagini: solo un'ombra nel caso di una sorgente, solo penombre o situazioni miste con più sorgenti.

Tre sorgenti di luce piccole e vicine tra loro hanno effetto simile a un'unica sorgente più grande. Il risultato è una sovrapposizione di figure di penombra che porta a un'ombra dai contorni poco netti; possiamo quindi immaginare una sorgente grande come l'insieme di tante sorgenti "puntiformi" (è il caso del Sole). È per questo che se usiamo sorgenti di piccole dimensioni sarà più facile ottenere ombre dai contorni netti.

Ciò che cosa implica? Il cammino della luce può essere pensato come una retta (i "raggi").

Lo si può verificare con uno spago: se da un punto della parete in penombra (per esempio della zona C) tendo lo spago in modo che sia rettilineo, vedo che l'altro capo dello spago può arrivare a



due faretto, ma non al terzo perché c'è l'oggetto (cioè in questo caso l'asta) di mezzo.

## ATTIVITÀ 2

Tolto l'oggetto, distanziamo tra loro i tre faretto spenti e davanti a ciascuno mettiamo una delle tre gelatine RGB (rossa, verde e blu).

Che cosa si vedrà sulla parete se accendiamo contemporaneamente i tre faretto colorati?

E se fra sorgenti e parete si interpone un oggetto come nell'Attività 1?

Ripetiamo le prove dell'Attività 1. Cosa succede se spengo il blu? E se spengo anche il rosso? Quante ombre rimangono? Dove? Di che colore? E nelle zone che con le luci bianche erano grigie? E lo sfondo?

Molti si aspettano l'ombra di colore blu, ad esempio, in opposizione al faretto blu (ovvero, a sinistra se il faretto è a destra).

## L'esperimento

In assenza dell'oggetto, con i tre faretto accesi la parete appare praticamente bianca (per evitare di ottenere una dominante rossa si possono usare due o più strati di filtro rosso in modo da diminuire l'intensità di quella componente). Quando si interpone l'oggetto, compaiono più ombre di diversi colori (possiamo provare anche con oggetti di forme diverse o con una mano).

Nelle zone di sovrapposizione delle ombre, compaiono colori diversi da rosso, verde e blu: accendendo i faretto rosso e blu appare il magenta, accendendo quelli verde e rosso appare il giallo, con quelli verde e blu si ottiene il ciano.

## Come vi spiegate quello che accade?

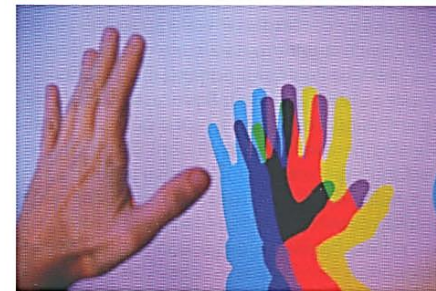
La parete è colorata perché colpita dalla luce colorata tranne nell'area in cui l'oggetto intercetta la luce.

Che fa la gelatina rossa? Fa passare solo la luce rossa e blocca (assorbe) le altre. Idem la verde e la blu.

Se sulla parete arriva luce rossa e luce blu, per riflessione e diffusione arrivano *entrambe* agli occhi e il cervello interpreta questa somma come colore magenta (*sintesi additiva*).

Le "ombre colorate" di un oggetto sono figure di vera ombra (assenza di luce) per una sorgente, illuminate però da sorgenti di un altro colore. Se dove non arriva la luce rossa arrivano la luce verde e quella blu, allora il colore che si vedrà è dato dalla somma di verde e blu, cioè ciano.

Su quale presupposto si basa questo ragionamento? Sul fatto che la luce bianca di partenza è "composta" da luci di diversi colori.



Se si sovrappongono filtro rosso e blu, dal rosso esce luce rossa, che viene però assorbita dal filtro blu, con il risultato che non esce luce.

Per mettere alla prova questi modelli si possono illuminare vari oggetti che normalmente vediamo di diverso colore (per esempio dei pennarelli rossi, verdi, ecc.) con una sorgente rossa o verde: la percezione che ne risulterà sarà alterata e oggetti che sotto la normale luce bianca sono verdi appariranno neri visti sotto la luce rossa.

Marcello, biologo, ex insegnante, e Marco, fisico, sono ideatori e tutor di progetti di formazione in ambito scientifico.