

Sensazione e percezione

Tutti gli esseri viventi pluricellulari raccolgono gli stimoli, ossia particolari manifestazioni delle diverse forme di energia, come radiazioni luminose, onde sonore, etc., che provengono dal mondo esterno tramite tessuti specializzati che, negli organismi più complessi, prendono il nome di **organi di senso**.

In tutti gli animali i sistemi sensoriali si sono evoluti allo scopo di guidarne il comportamento. Per poter sopravvivere e riprodursi un animale deve rispondere agli oggetti e agli eventi presenti nel suo mondo; deve, ad esempio, avvicinarsi alle fonti di cibo e ai partner sessuali, e allontanarsi dai predatori e dagli altri pericoli.

I sistemi sensoriali non si sono evoluti per fornire a un animale una conoscenza completa, oggettiva, delle proprietà fisiche del mondo, ma *per fornirgli lo specifico tipo di informazioni di cui ha bisogno per sopravvivere e riprodursi*. Conoscere i sistemi sensoriali di un animale significa conoscerne il modo di vivere.

Sensazione e percezione

*If we had the sensory apparatus of some of other of the of earth's organisms, 'reality', would seem quite different — **Irvin Rock***

Come li vediamo
noi

(a)



Come li vedono
le api

(b)



Sensazione e percezione

La realtà fisica esterna viene colta nella sua interezza solo per le parti di essa che riescono ad essere recepite dagli organi di senso.

Ogni organo di senso è una specie di finestra che fa passare solo alcuni dei segnali esterni e ne esclude altri. Il tipo di informazione che viene elaborata dipende dall'architettura del organo di senso di un determinato organismo (vedi principio dell'energia nervosa specifica).

Per esempio, nella modalità uditiva, se usiamo un fischietto a ultrasuoni ($>20.000\text{Hz}$), un cane lo sente perfettamente, perché la sua finestra per i suoni è più ampia della nostra, mentre noi non sentiamo nulla. Altrettanto, per una persona sorda, qualunque suono (presente nella realtà) è inattivo come stimolo: soggettivamente non esiste.

Sensazione e percezione

Sensazione: detezione di energia fisica proveniente dagli oggetti da parte dei nostri organi di senso e recettori sensoriali, cellule specializzate che traducono gli stimoli in impulsi elettrici che il cervello utilizza. (es. sento qualcosa)

Processo per cui cambiamenti nello stato del mondo provocano cambiamenti nel cervello.

Percezione: processo che implica il riconoscimento e l'interpretazione degli stimoli registrati da i nostri sensi; interessa primariamente aree della corteccia cerebrale. (es. sento una voce)

Processo per cui cambiamenti nel cervello danno vita all'esperienza del mondo reale.

Sensazione e percezione

Il funzionamento dell'**attività percettiva** può essere considerato come l'**insieme concatenato dei processi di raccolta, elaborazione, trasformazione e organizzazione delle informazioni disponibili nell'ambiente in cui viviamo.**

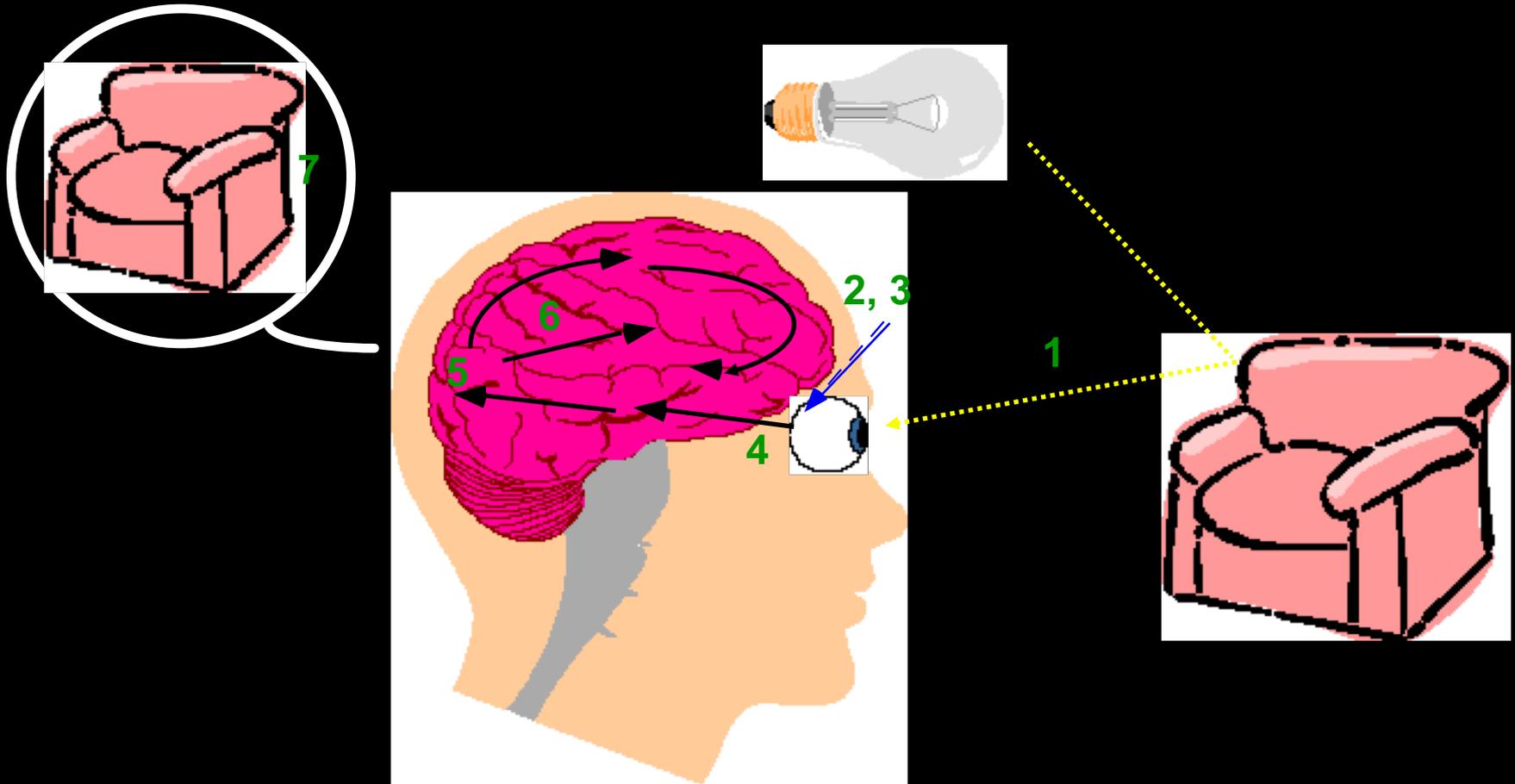
L'interazione con il mondo e con i nostri simili è possibile solo grazie all'attività percettiva.

Perché abbia luogo una percezione devono sussistere contemporaneamente 3 condizioni, in mancanza anche di una sola il processo non può avere luogo.

Le condizioni sono:

1. un pezzo di mondo che emetta e/o rifletta qualche tipo di energia
2. un tipo di energia che sia in grado di modificare gli organi sensoriali di un essere vivente
3. un sistema di elaborazione che sia in grado di decodificare e interpretare le modificazioni che l'energia ha prodotto negli organi periferici di registrazione sensoriale

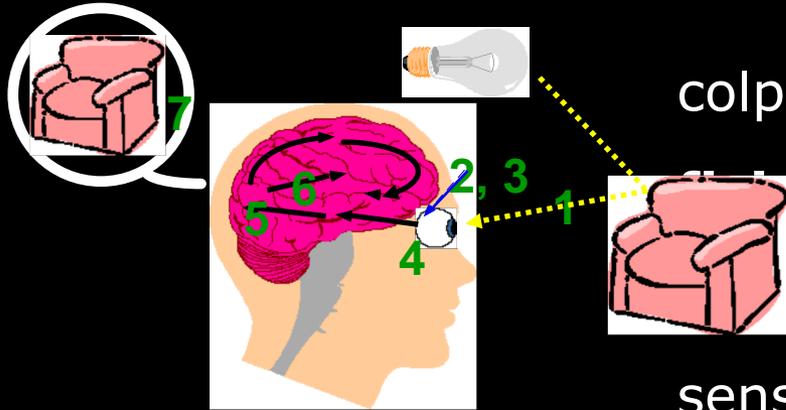
Stimolo distale, stimolo prossimale e realtà soggettiva: la catena psicofisica



- 1 - La luce che viene riflessa dall'oggetto arriva all'occhio dell'osservatore,
- 2 - forma un'immagine sulla retina
- 3 - e genera impulsi elettrici nei recettori;
- 4 - gli impulsi nervosi viaggiano attraverso le fibre nervose,
- 5 - raggiungono il cervello
- 6 - dove vengono "elaborati"
- 7 - e il percettore vede l'oggetto

Stimolo distale, stimolo prossimale e realtà soggettiva: la catena psicofisica

La catena psicofisica può essere così schematizzata:



Stimolo distale (fisico): energia che colpisce i nostri organi di senso.

Stimolo prossimale (risposta biologica): attività chimiche ed elettriche scattate dallo stimolo negli organi di senso, poi trasmesse dai nervi al cervello.

Percetto (esperienza sensoriale): sensazione soggettiva (sapore, suono, visione, etc.) esperita dal soggetto.

Il percetto ci dice qualcosa dello stimolo fisico, ma qualcosa di diverso dallo stimolo fisico in sé.

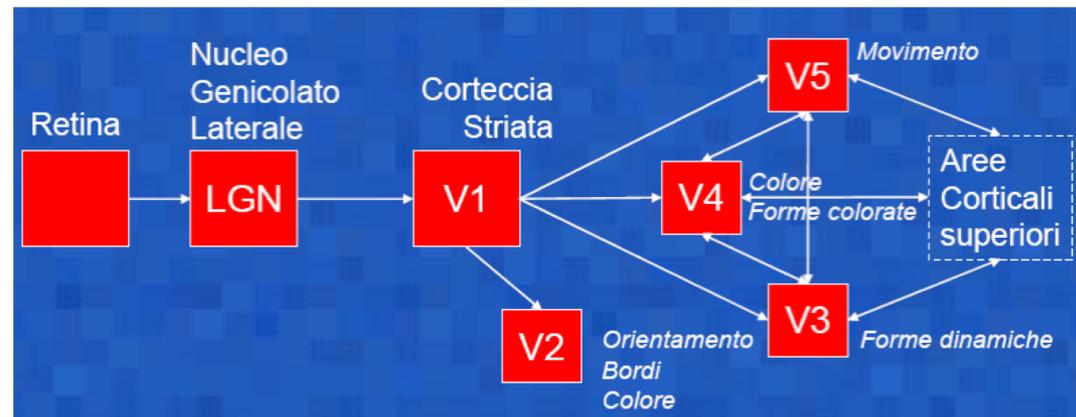
Ad esempio, quando siamo raggiunti da energia elettromagnetica di una certa lunghezza d'onda (620nm), facciamo l'esperienza del colore rosso.

Il colore **non** è una proprietà intrinseca dell'energia elettromagnetica, ma è piuttosto l'esperienza sensoriale/percettiva che noi ne facciamo.

L'architettura generale del sistema nervoso è basata su vie nervose che partono da recettori periferici specializzati e che raggiungono, con una o più stazioni o nodi intermedi, delle aree specializzate della corteccia.

Il segnale, tuttavia, non arriva solo in quelle aree corticali ma, grazie alle connessioni intermedie poste lunghe il suo percorso, percorre anche alcune altre strade. Attraverso questi percorsi paralleli e associati il segnale sensoriale può essere memorizzato, confrontato con altre esperienze memorizzate in precedenza, organizzato in relazione ad altri segnali sensoriali per costruire una percezione, può acquisire una connotazione affettiva, etc.

La stessa corteccia cerebrale, dato che è composta da strati di cellule collegati fra loro sia verticalmente sia orizzontalmente, si comporta come una rete attraverso la quale i segnali possono essere diffusi nelle più diverse regioni e associati fra loro.



La percezione visiva

I primi psicologi sperimentali hanno tentato di spiegare la percezione visiva nei termini di una corrispondenza puntuale tra stimolo distale e percetto (vedi Associazione). Tuttavia, numerose evidenze empiriche hanno messo in discussione questo tipo di approccio.

Fondamentale a questo riguardo è il contributo della psicologia della Gestalt.

L'assunzione di base della Psicologia della Gestalt era che l'esperienza cosciente non poteva essere considerata una semplice somma delle parti che la costituiscono: **"il tutto è diverso dalla somma delle parti"**.

Nel 1912 Wertheimer pubblicò il suo celebre lavoro sul ***movimento stroboscopico*** (movimento apparente), che segnò l'inizio formale della Psicologia della Gestalt.



La percezione visiva

I primi psicologi sperimentali hanno tentato di spiegare la percezione visiva nei termini di una corrispondenza puntuale tra stimolo distale e percetto (vedi Associazione). Tuttavia, numerose evidenze empiriche hanno messo in discussione questo tipo di approccio.

Fondamentale a questo riguardo è il contributo della psicologia della Gestalt.

L'assunzione di base della Psicologia della Gestalt era che l'esperienza cosciente non poteva essere considerata una semplice somma delle parti che la costituiscono: **"il tutto è diverso dalla somma delle parti"**.

Nel 1912 Wertheimer pubblicò il suo celebre lavoro sul ***movimento stroboscopico*** (movimento apparente), che segnò l'inizio formale della Psicologia della Gestalt.



Questa dimostrazione inferse un duro colpo a Wundt, perché veniva dimostrato che era possibile percepire qualcosa anche in assenza di una stimolazione diretta.

Wundt replicò dicendo che, quando si osserva il movimento apparente, il punto di fissazione degli occhi cambia ad ogni presentazione successiva dello stimolo visivo e pertanto i muscoli che controllano il movimento degli occhi causano sensazioni identiche a quelle che verrebbero provocate in presenza di un movimento reale.

Wertheimer, utilizzando una dimostrazione molto ingegnosa, dimostrò che una spiegazione basata sui movimenti oculari non era plausibile.



Questa dimostrazione inferse un duro colpo a Wundt, perché veniva dimostrato che era possibile percepire qualcosa anche in assenza di una stimolazione diretta.

Wundt replicò dicendo che, quando si osserva il movimento apparente, il punto di fissazione degli occhi cambia ad ogni presentazione successiva dello stimolo visivo e pertanto i muscoli che controllano il movimento degli occhi causano sensazioni identiche a quelle che verrebbero provocate in presenza di un movimento reale.

Wertheimer, utilizzando una dimostrazione molto ingegnosa, dimostrò che una spiegazione basata sui movimenti oculari non era plausibile.



L'organizzazione figura/sfondo

La figura di RUBIN (1921) è costituita da aree bianche e nere omogenee, contigue e poste sullo stesso piano.

Tipicamente, si vede un vaso nero su uno sfondo bianco.

Tuttavia, seguendo i contorni del vaso, è possibile notare che costituiscono anche i profili di due volti bianchi su uno sfondo nero; questi sono invisibili, nonostante siano presenti nelle condizioni di stimolazione ed emergano dopo opportuno suggerimento.

Le due immagini non sono visibili contemporaneamente: quando si percepisce una l'altra non è visibile; il risalto che assume una delle due immagini causa la perdita del carattere di "figura" dell'altra, che diventa "sfondo" e pare estendersi dietro alla "figura", nonostante la stimolazione retinica resti immutata.

I margini quindi sembrano avere una funzione unilaterale, servirebbero cioè a delimitare solo le parti del campo visivo che hanno carattere di figura, mentre la zona interfigurale, che assume fenomenicamente il carattere di sfondo, è priva di forma e non ha margini distinti (KANIZSA, 1975).

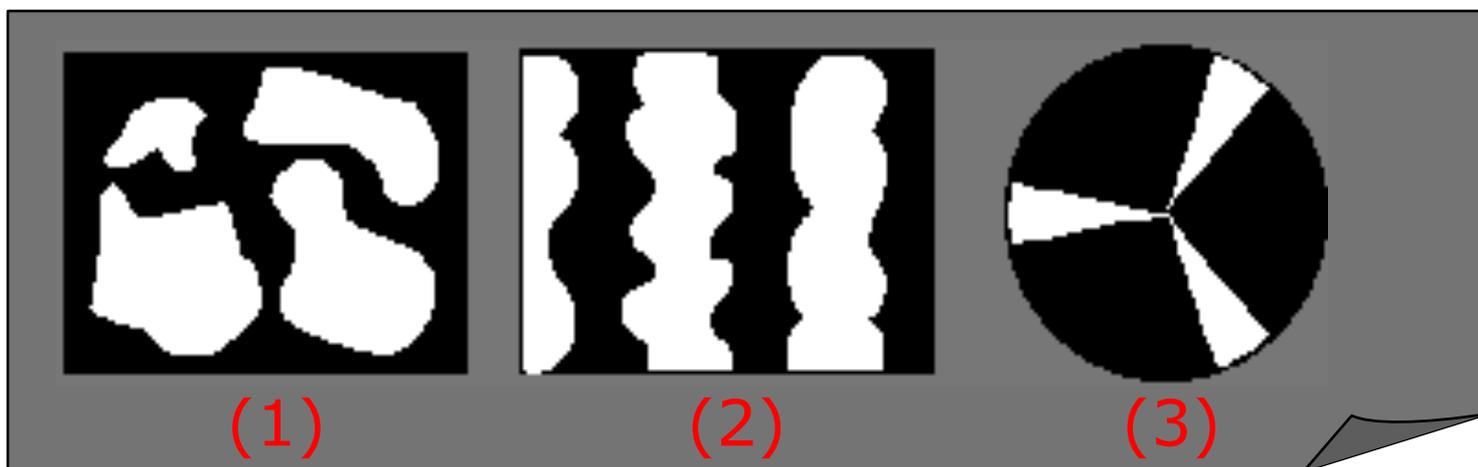


L'organizzazione figura/sfondo

RUBIN ha individuato le condizioni che favoriscono l'articolazione di certe zone del campo visivo come **figure** e di altre come **sfondo**.

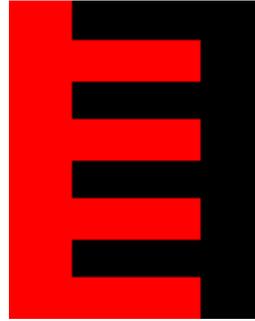
Tra le più importanti ci sono la **grandezza relativa**, **i rapporti topologici** e **i tipi di margini**: a parità di condizioni, tenderà a emergere come figura la zona più piccola(3), una zona inclusa(1) e circondata da altre aree, che assumeranno, invece, il carattere di sfondo.

Altre condizioni che influiscono sulla segregazione figura/sfondo sono la **convessità**(2), che favorisce l'emergere di una figura, e la **concavità** dei margini, che invece tende a provocare la percezione di sfondo.



L'organizzazione figura/sfondo

Quando nessuna di queste condizioni privilegia una parte del campo visivo rispetto alle altre, si ha una situazione di ***instabilità*** e una continua ***reversibilità*** del rapporto figura/sfondo.



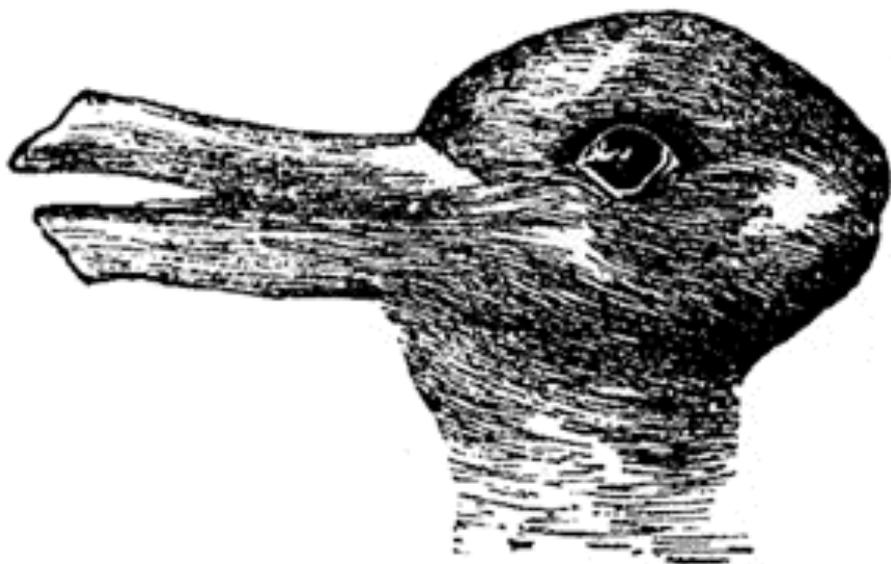
La regione del campo visivo che diventa figura assume anche carattere oggettuale; mentre lo sfondo tende a essere vissuto come spazio vuoto.

La figura ha un aspetto più solido, colore più compatto, maggior risalto, attira maggiormente l'attenzione, ha un contorno; mentre lo sfondo tende a passare dietro alla figura, che, pertanto, tende a stare sopra o davanti allo sfondo



L'organizzazione figura/sfondo

Nel caso delle **figure bistabili**, quindi, assume rilevanza anche l'impostazione soggettiva dell'osservatore, che determina la segregazione figura/sfondo sulla base di uno spostamento dell'attenzione (KANIZSA, 1975).



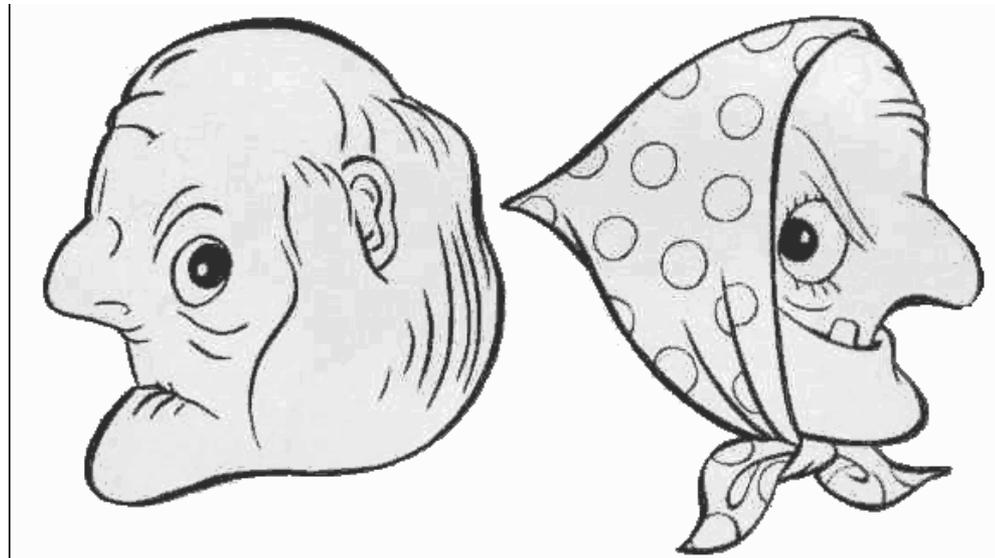
anatra/coniglio



vecchia/giovane

L'organizzazione figura/sfondo

Le **figure bistabili** e *ambigue* in generale, dimostrano che l'attività percettiva è un processo attivo, dinamico e automatico, in cui entrano in gioco processi di riorganizzazione e di reinterpretazione.



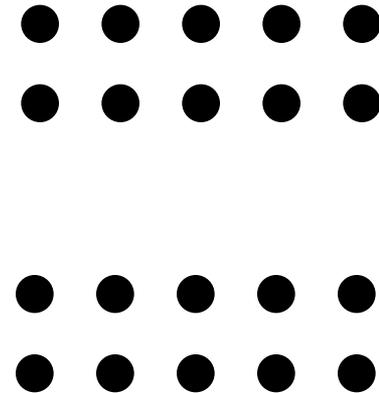
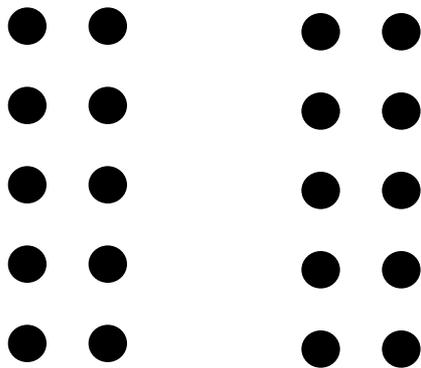
I principi di organizzazione formale

- ❖ *vicinanza*
- ❖ *somiglianza*
- ❖ *destino comune*
- ❖ *buona continuazione*
- ❖ *chiusura*
- ❖ *pregnanza*
- ❖ *esperienza passata*

I principi di organizzazione formale

vicinanza

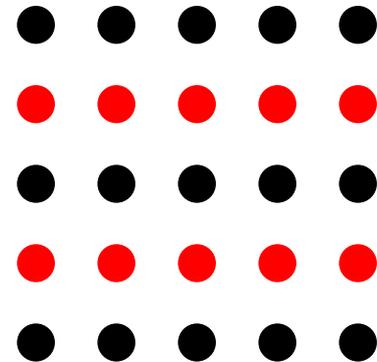
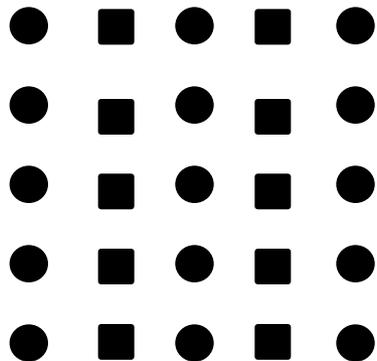
A parità di condizioni, tendono ad essere vissuti come costituenti un'unità percettiva elementi **vicini** piuttosto che lontani.



I principi di organizzazione formale

somiglianza

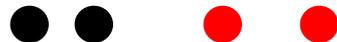
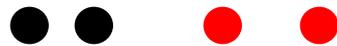
A parità di condizioni, tendono a unificarsi tra di loro elementi che possiedono un qualche tipo di **somiglianza**.



I principi di organizzazione formale

destino comune

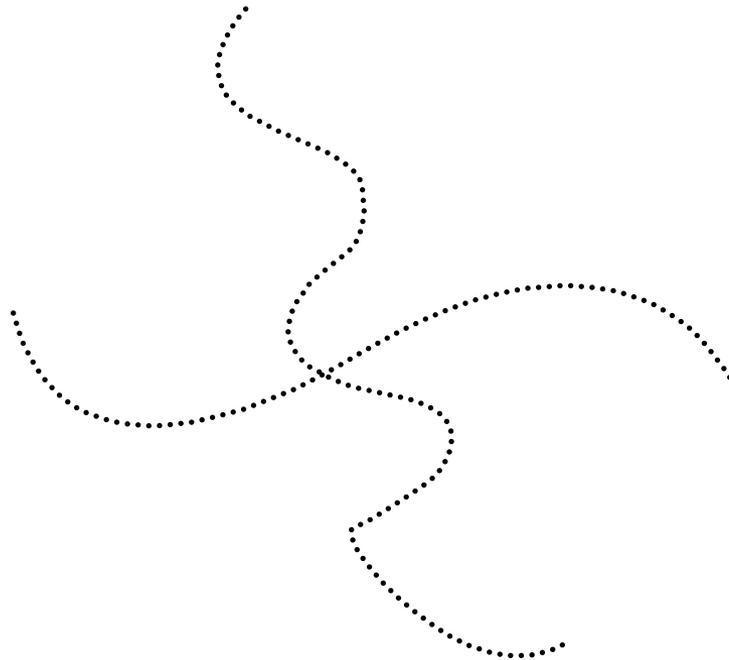
Parti del campo visivo che si **muovono insieme**, o **in modo simile**, o che comunque **si muovono a differenza di altre parti** del campo, tendono a costituirsi come unità segregate.



I principi di organizzazione formale

buona continuazione

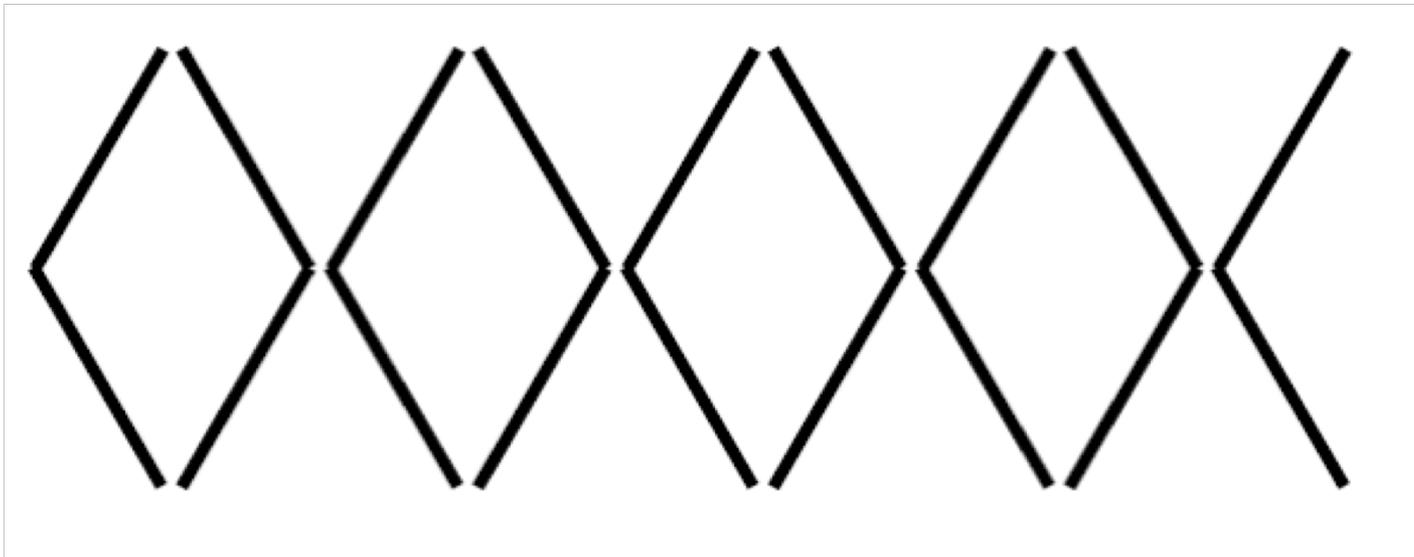
Punti che, quando connessi, risultano in una linea retta o in una linea che curva gradualmente, formano un'unità percettiva.



I principi di organizzazione formale

chiusura

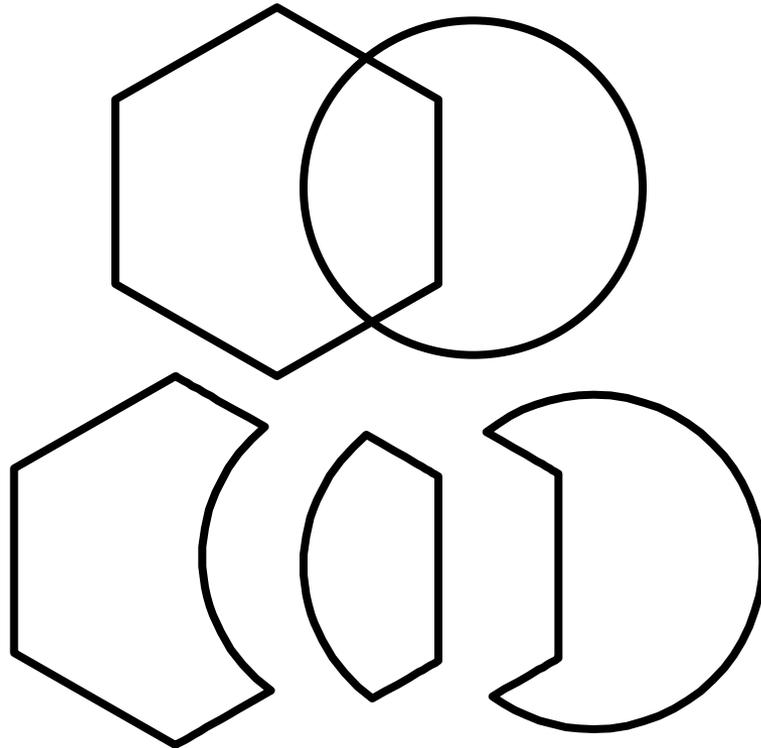
A parità di altre condizioni, viene vissuta come un'unità percettiva una zona **chiusa** piuttosto che aperta.



I principi di organizzazione formale

pregnanza

Il campo percettivo si segmenta in modo che ne risultino unità e oggetti percettivi per quanto possibile equilibrati, armonici, costruiti secondo un medesimo principio in tutte le loro parti, che in tal modo "si appartengono" reciprocamente.

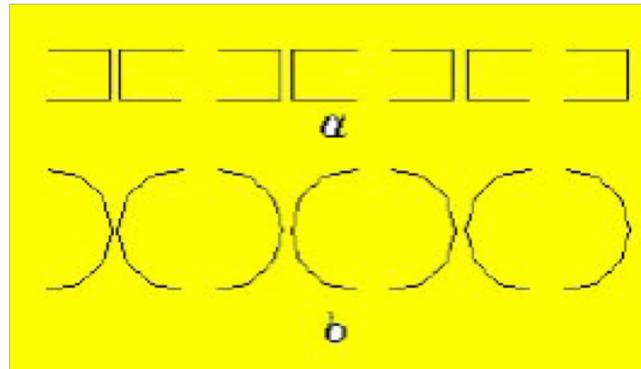


I principi di organizzazione formale

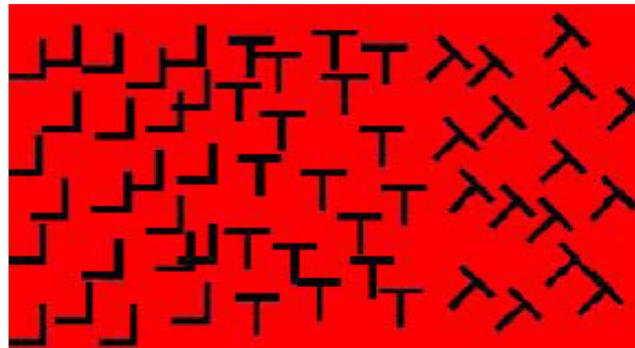
Conflitto tra leggi

In caso di conflitto tra leggi diverse, principio di parsimonia: si impone il principio che dà origine alla configurazione più semplice.

Vicinanza contro chiusura



Orientamento contro somiglianza

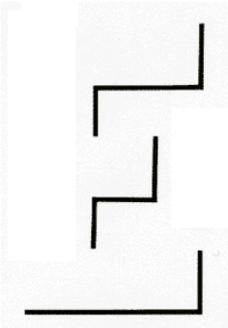


I principi di organizzazione formale

Esperienza passata

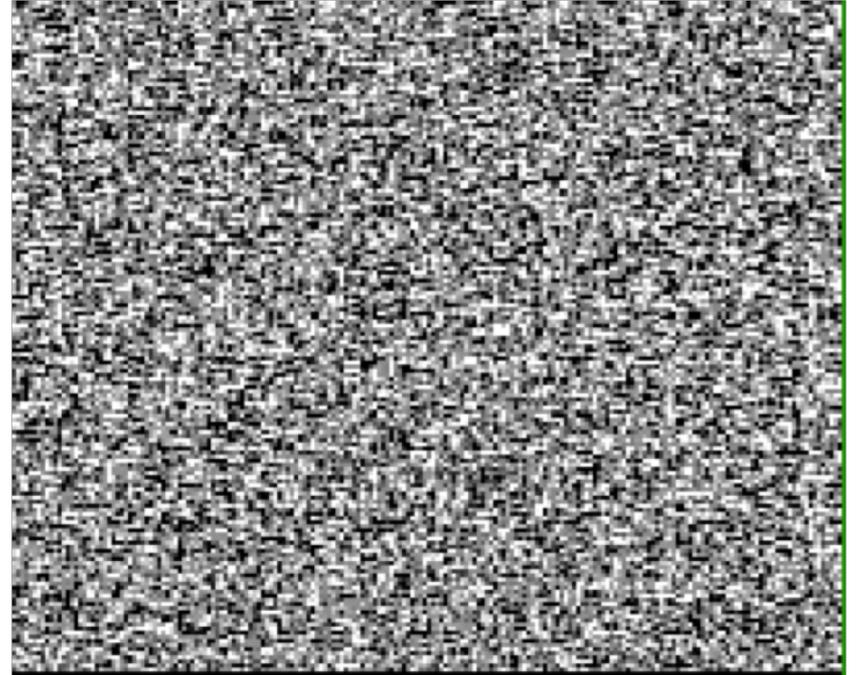
Wertheimer ha aggiunto anche un fattore empirico: la segmentazione del campo avverrebbe, a parità delle altre condizioni, anche in funzione delle nostre esperienze passate, in modo che sarebbe favorita la costituzione di oggetti con i quali abbiamo più familiarità, che abbiamo già visto, piuttosto che di forme sconosciute o poco familiari.

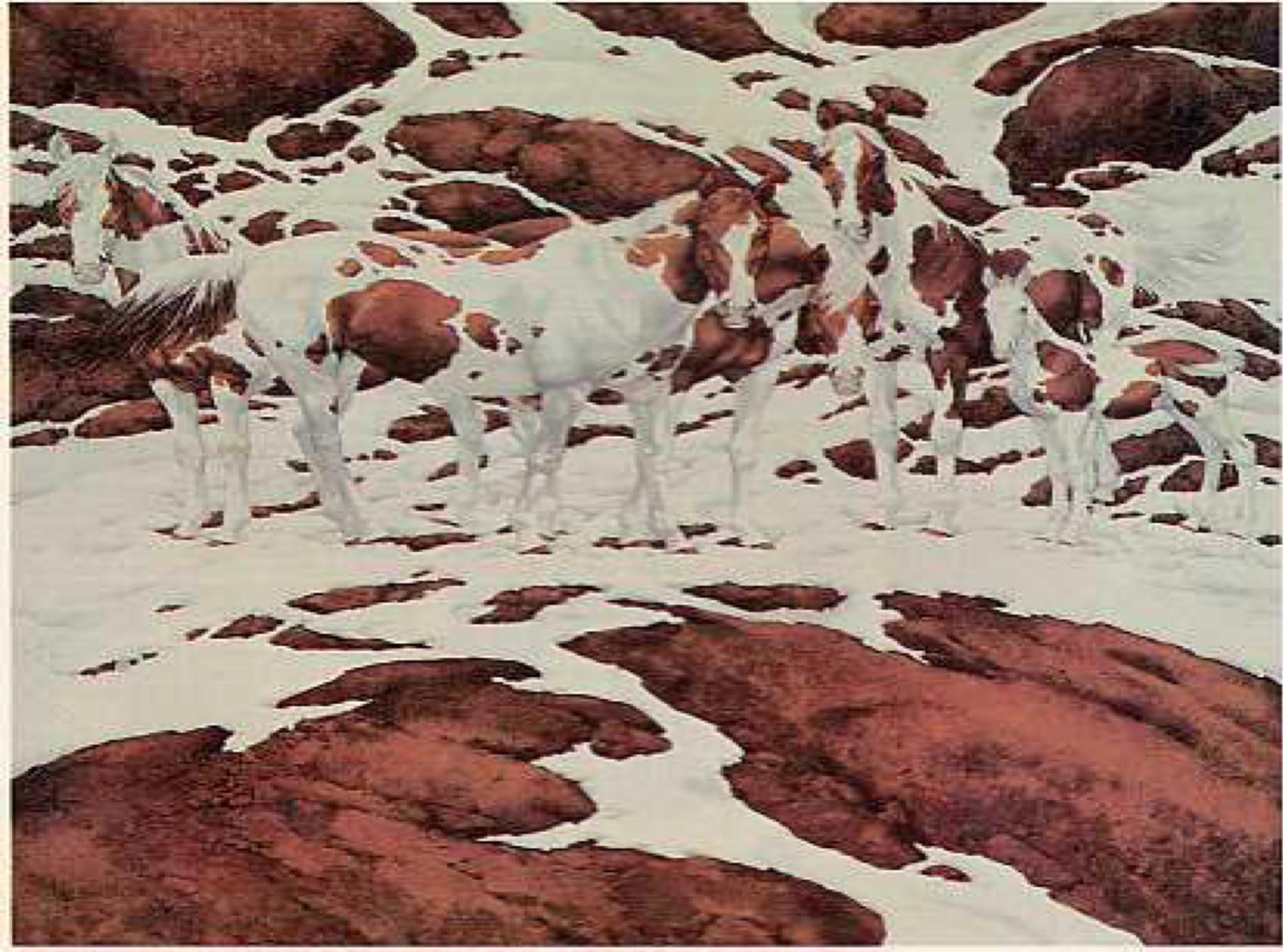
In un'accezione più moderata, i gestaltisti consideravano che l'esperienza passata non influisse sui processi di base ma che influisse sull'orientare tali processi in particolari direzioni rispetto ad altre.



I principi di organizzazione formale

Esperienza passata











Le illusioni ottiche

Che cos'è un'illusione?

- ❖ Una situazione in cui la percezione di uno stimolo da parte di un osservatore non corrisponde alle proprietà fisiche di tale stimolo.

Esempio:

Le illusioni ottiche

Che cos'è un'illusione?

- ❖ Una situazione in cui la percezione di uno stimolo da parte di un osservatore non corrisponde alle proprietà fisiche di tale stimolo.

Esempio:

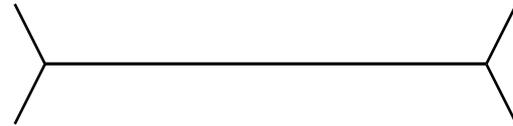
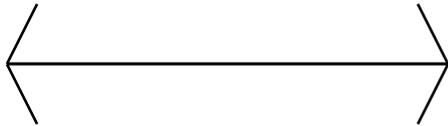


Le illusioni ottiche

Che cos'è un'illusione?

- ❖ Una situazione in cui la percezione di uno stimolo da parte di un osservatore non corrisponde alle proprietà fisiche di tale stimolo

Esempio:



Le illusioni ottiche

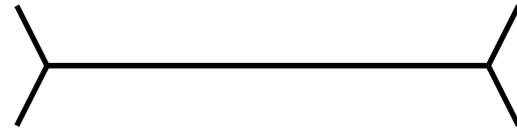
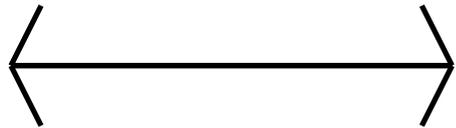
Una tassonomia delle illusioni bidimensionali:

- ❖ *Illusioni di estensione*
- ❖ *Illusioni di area*
- ❖ *Illusioni di direzione*
- ❖ *Illusioni di posizione*
- ❖ *Illusioni di forma*

Le illusioni ottiche

Illusioni di estensione

Nell'**illusione di Mueller-Lyer** la variante con frecce verso dentro appare più corta della variante con frecce verso fuori.



I fattori importanti sono:

L'angolo delle frecce - diminuendo l'angolo, diminuisce l'effetto.

La lunghezza delle frecce - aumentando la lunghezza, aumenta l'effetto. Oltre una certa lunghezza, l'effetto diminuisce.

Le illusioni ottiche

Illusioni di estensione

Nell'**illusione della verticale/orizzontale** la linea verticale appare più lunga dell'orizzontale nonostante le due linee siano fisicamente uguali.

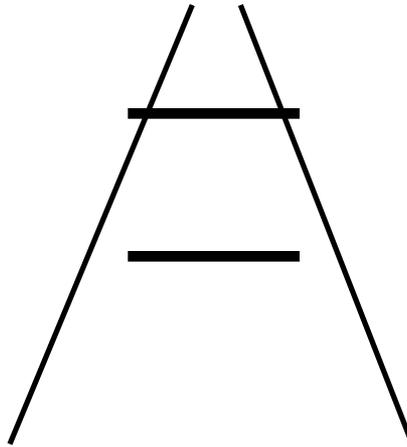


Inclinazioni intermedie tra l'orizzontale e la verticale producono illusioni intermedie.

Le illusioni ottiche

Illusioni di estensione

Nell'**illusione di Ponzo** linee vicine all'apice di un angolo vengono viste più lunghe di linee identiche poste all'interno dell'angolo.

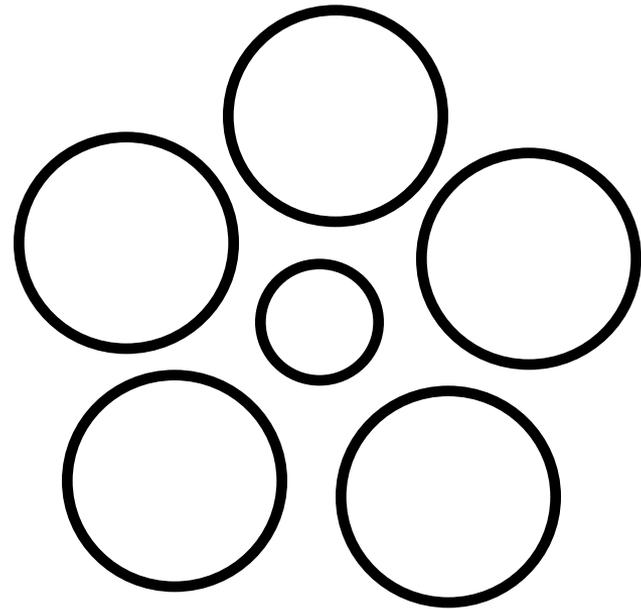
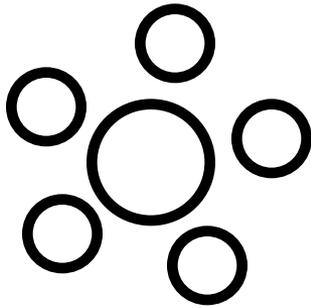


Il fattore critico è la **prossimità** dell'elemento ai contorni adiacenti. Un altro fattore importante è la **convergenza** delle linee, che suggerisce un'interpretazione prospettica.

Le illusioni ottiche

Illusioni di area

Nell'**illusione di Ebbinghaus** il disco centrale circondato dai dischetti piccoli appare più grande di quello circondato dai dischi grandi.



I fattori importanti sono:

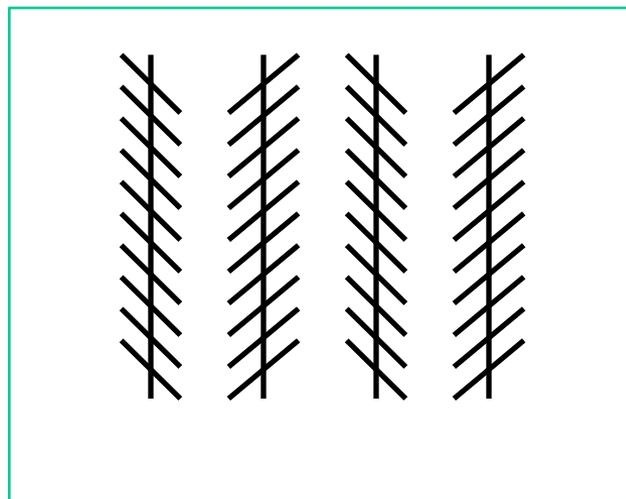
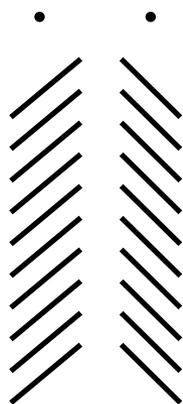
Il **numero di dischi inducenti** - aumentando il numero, aumenta l'effetto.

La loro **distanza dal disco centrale** - aumentando la distanza, diminuisce l'effetto.

Le illusioni ottiche

Illusioni di direzione e di posizione

Nell'**illusione di Zoellner** se una linea è intersecata da altre linee che formano con essa un angolo acuto, essa sembra inclinata in direzione opposta alla direzione delle linee intersecanti.



I fattori importanti sono:

Il numero degli elementi - aumentando il numero, aumenta l'effetto.

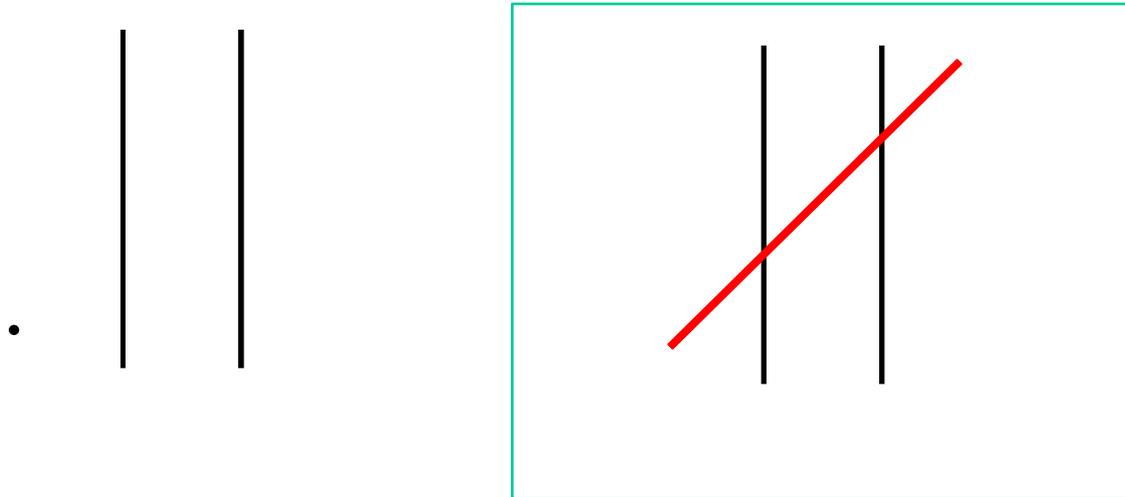
L'angolo di intersezione - quanto più è acuto, più forte è l'effetto.

Oltre un certo limite, l'illusione si inverte.

Le illusioni ottiche

Illusioni di direzione e di posizione

Nell'**illusione di Poggendorff** sebbene entrambe le linee oblique siano collineari, quella in alto a destra sembra troppo alta.



I fattori importanti sono:

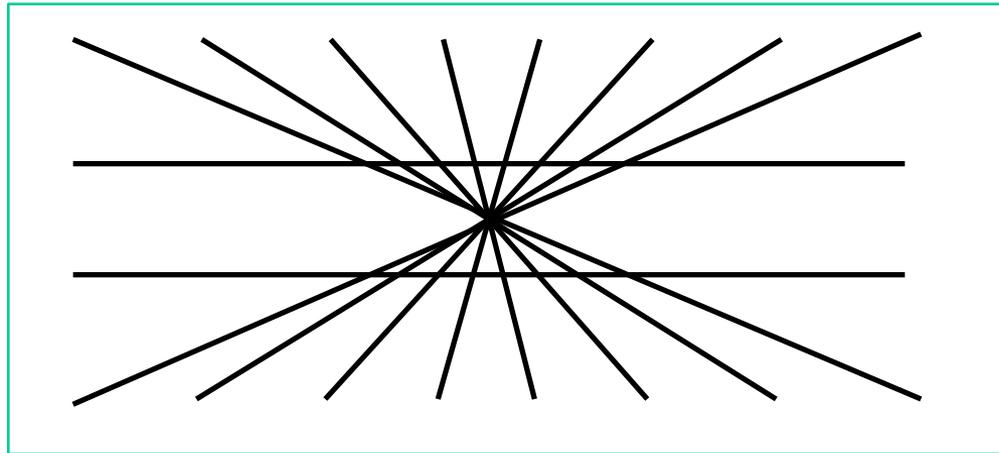
L'angolo di intersezione - quanto più è acuto, più forte è l'effetto. A 90° , l'illusione è assente.

La **distanza tra le parallele** - aumentando la distanza, aumenta l'effetto.

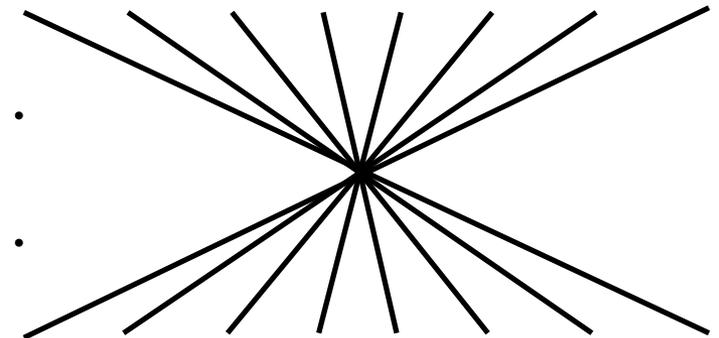
Le illusioni ottiche

Illusioni di forma

Nell'**illusione di Wundt-Hering** le linee orizzontali sono diritte e parallele ma sembrano curvarsi al centro.



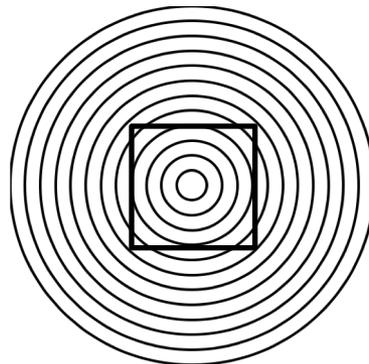
Un fattore importante è *l'angolo* di intersezione.



Le illusioni ottiche

Illusioni di forma

Nell'**illusione di Orbison** i lati del quadrato posto al centro di un insieme di cerchi concentrici sembrano piegarsi verso l'interno.

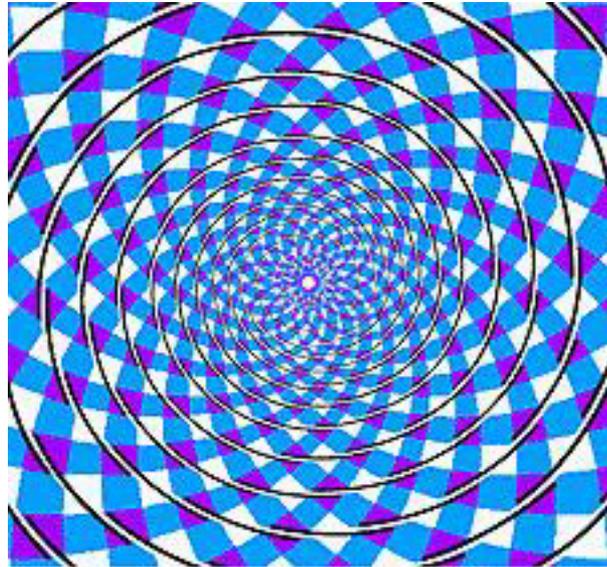


L'illusione varia a seconda della zona e della struttura geometrica su cui il quadrato viene posto (cerchi concentrici, linee radianti, etc.). Sono importanti le relazioni tra i bordi della forma dell'oggetto e il suo sfondo, cioè gli **angoli**, **l'orientamento** e la **direzione** degli elementi lineari che intersecano le linee che definiscono la forma.

Le illusioni ottiche

Illusioni di forma

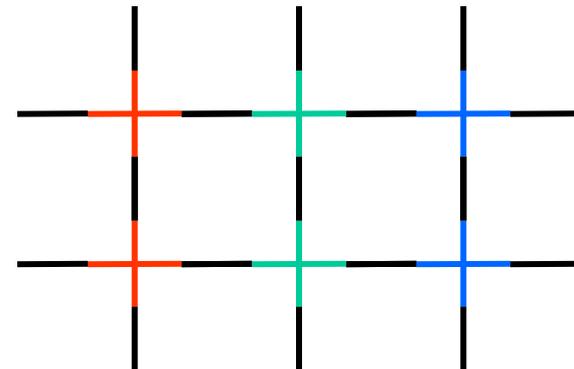
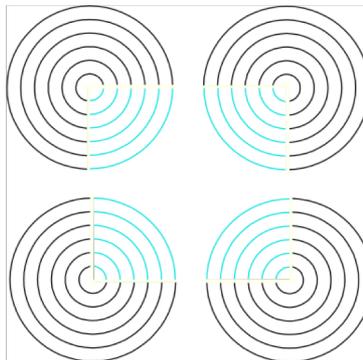
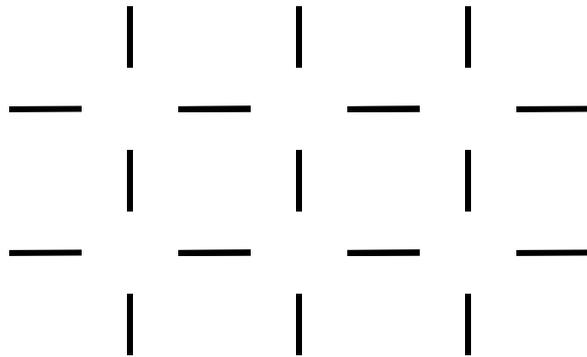
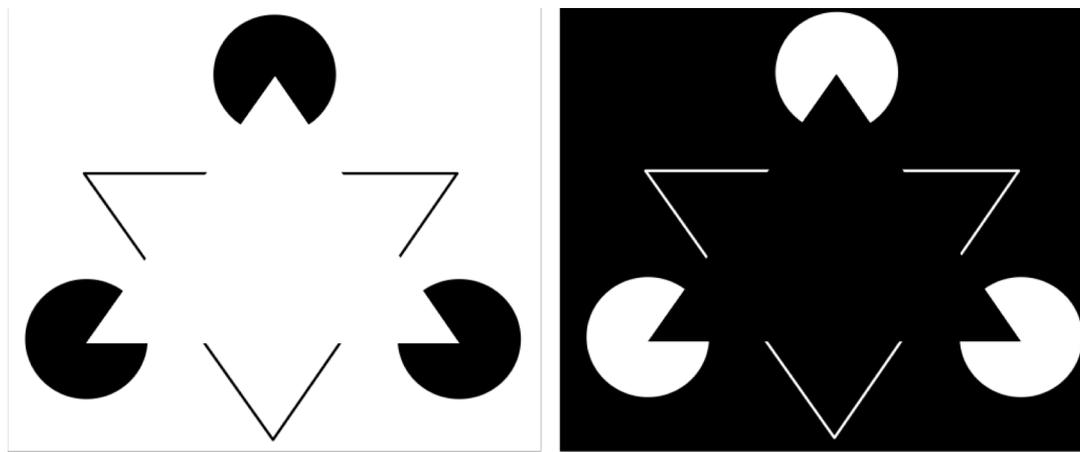
Nell'**illusione di Fraser** pur essendo i cerchi concentrici si percepisce una spirale.



Le illusioni ottiche

Illusioni di forma

Nelle **illusioni dei contorni illusori** il triangolo che viene percepito nel centro della configurazione non è definito da margini fisicamente presenti.



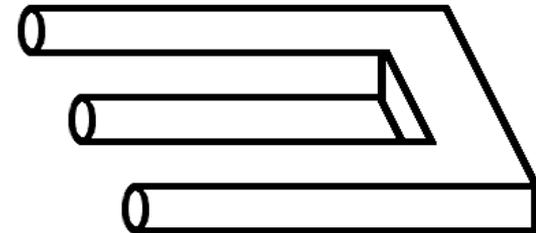
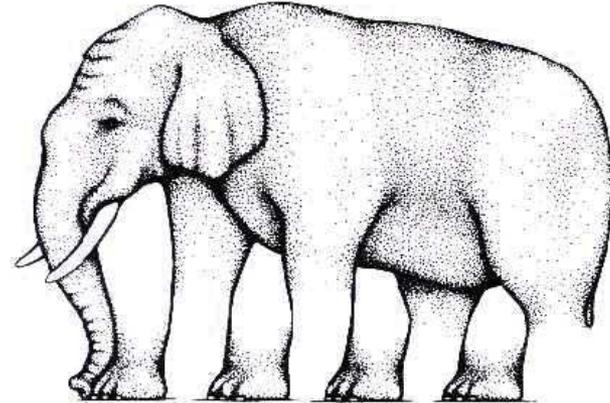
Le illusioni ottiche

Le illusioni sono importanti per le teorie della percezione perché:

- ❖ Permettono di comprendere il funzionamento normale del sistema percettivo. Sono i casi in cui non c'è accordo con la realtà che sono particolarmente istruttivi per scoprire le leggi dei processi della percezione normale.
 - ❖ BALDWIN (1895) affermò che lo studio delle illusioni è, per la comprensione della percezione "normale", importante quanto lo studio degli stati patologici lo è per la comprensione del funzionamento normale del corpo.
- ❖ Sono uno strumento utile per la verifica delle teorie.
- ❖ Permettono il confronto tra teorie diverse.
- ❖ Suggestiscono nuovi esperimenti, nuove spiegazioni, nuove illusioni.

EFFETTI FUNZIONALI DELLA ORGANIZZAZIONE PERCETTIVA

effetti paradossali



Colore di superficie e illuminazione

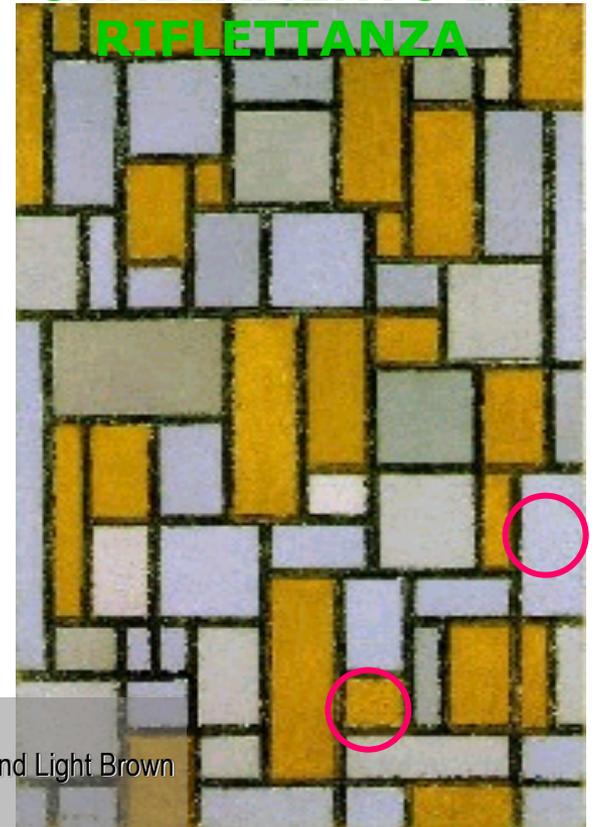
La luce che arriva dalle superfici alla retina può essere prodotta o da cambiamenti nel livello della luce incidente, cioè dall'intensità dell'**ILLUMINAZIONE**, o da cambiamenti di **RIFLETTANZA**, cioè della pigmentazione delle superfici.

CAMBIAMENTO DI ILLUMINAZIONE



Tina Modotti
Stadium, Mexico City
1927

CAMBIAMENTO DI RIFLETTANZA



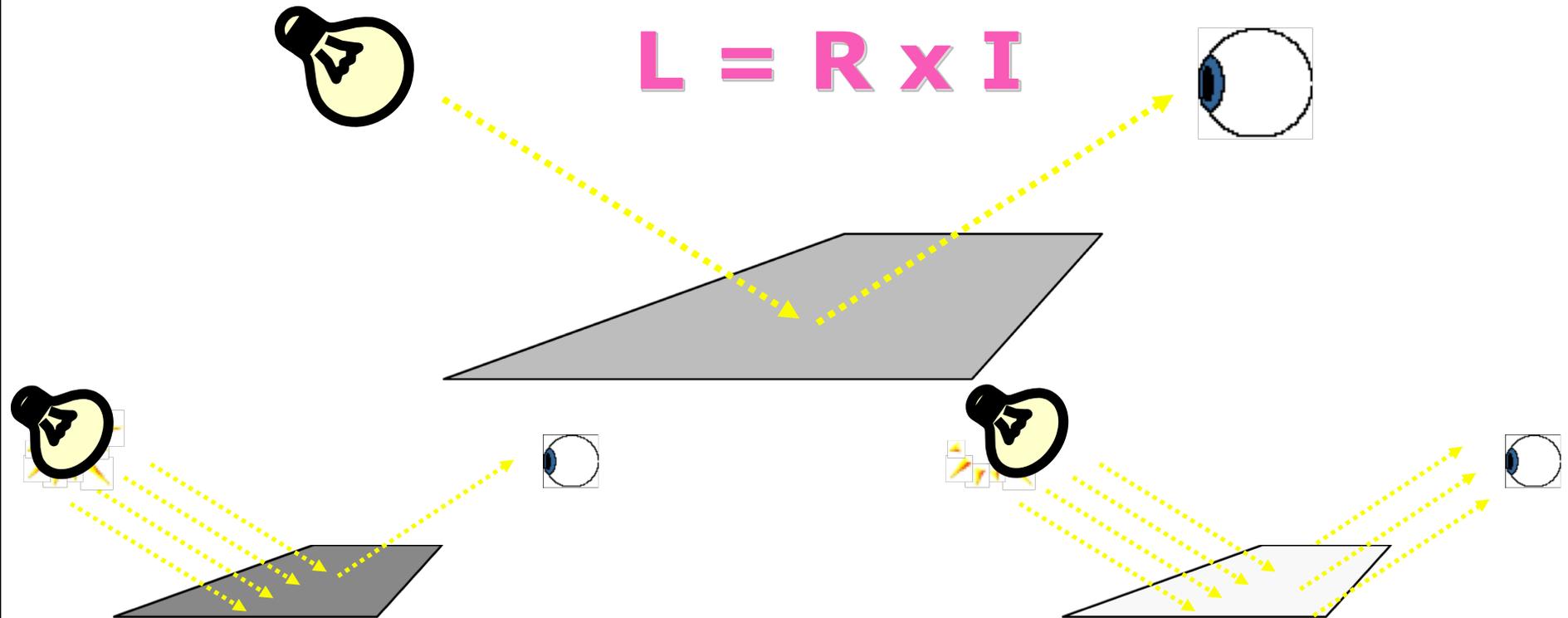
Piet Mondrian
Composition with Gray and Light Brown
1918

Colore di superficie e illuminazione

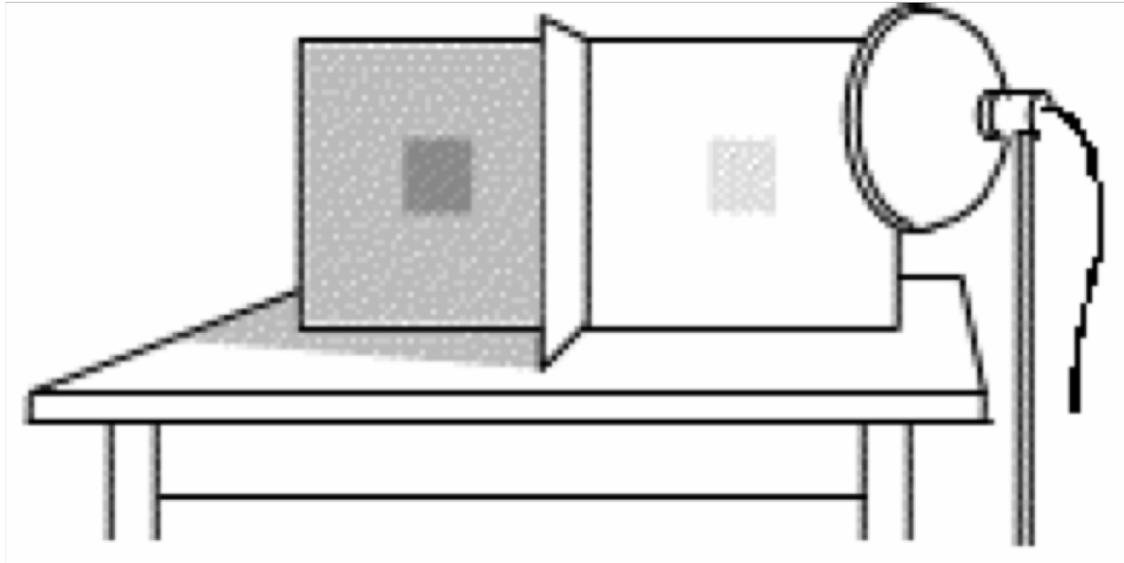
Più modi di apparenza, un'unica informazione

Di che informazioni dispone il sistema visivo per percepire i colori nelle diverse modalità?

*Unicamente della quantità della luce che, riflessa dalle superfici, raggiunge i recettori retinici dell'occhio. Tale valore viene definito **luminanza**, che è data dalla **riflettanza** moltiplicata per l'intensità di **illuminazione**.*



La costanza cromatica



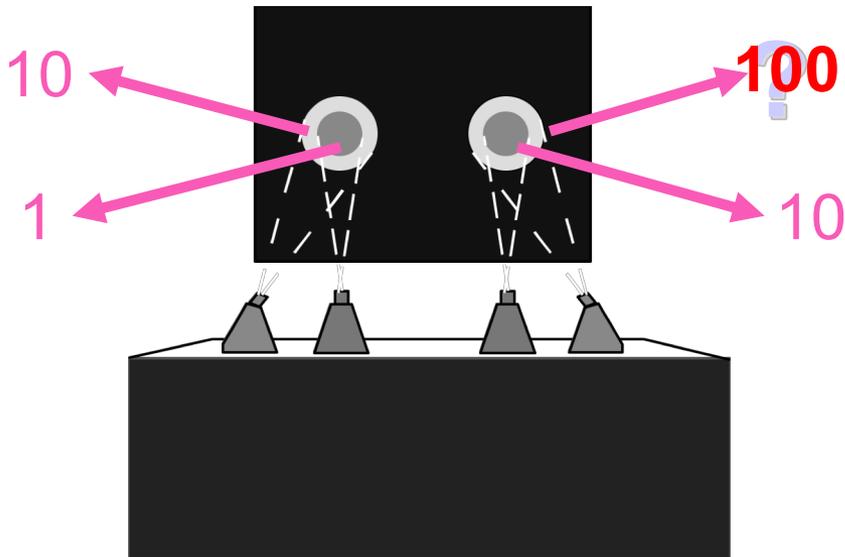
Nel fenomeno della **costanza** la percezione del colore di una superficie tende a non modificarsi al variare dell'illuminazione, quindi della stimolazione locale.

Katz (1935) aveva osservato che due quadrati grigi identici in riflettanza, posti uno in un ambiente illuminato e uno in un ambiente in ombra, cambia di poco con la variazione dell'illuminazione. Fenomenicamente i due quadrati apparivano quasi uguali in colore.

La costanza cromatica

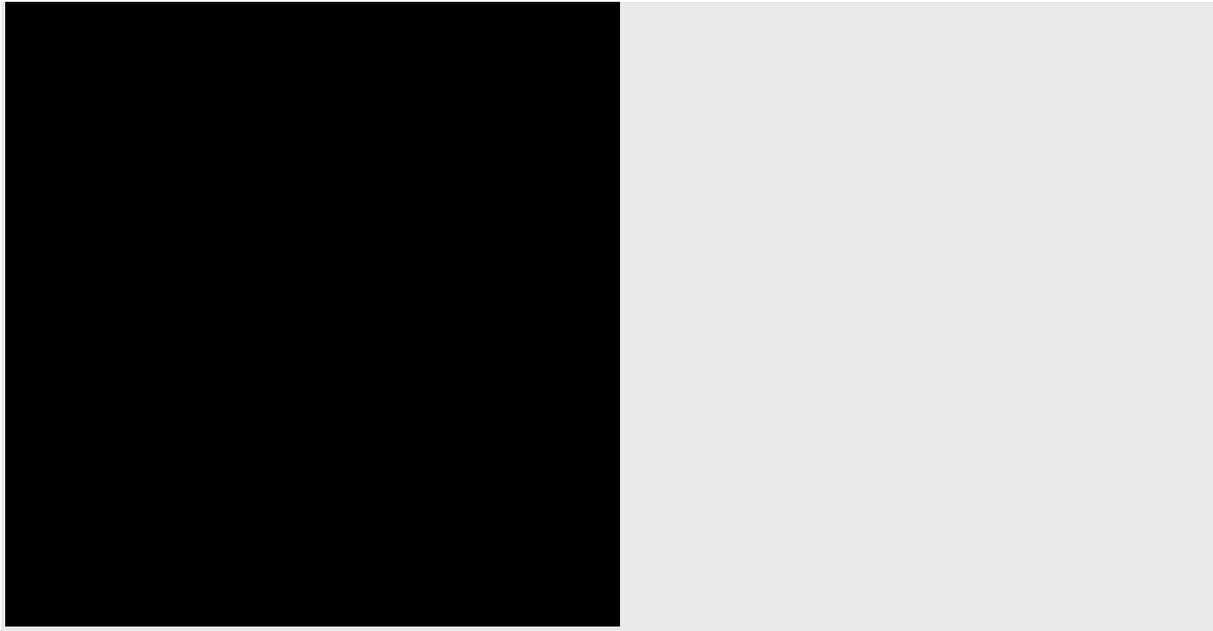
Wallach (1948) ha proposto il **principio del rapporto** tra luminanze adiacenti.

In una stanza completamente buia, egli aveva posto quattro proiettori, a intensità variabile, ognuno dei quali proiettava un fascio di luce che si distribuiva su di uno schermo. Prima d'iniziare l'esperimento veniva fissata la luminanza di uno dei due anelli e quella dei due dischi. Il compito degli osservatori era quello di regolare la luminanza dell'altro anello in modo tale che la bianchezza dei dischi fosse uguale. I risultati ottenuti indicano una corrispondenza quasi perfetta tra la bianchezza del disco e il rapporto tra la sua luminanza e quella dell'anello che lo circonda.



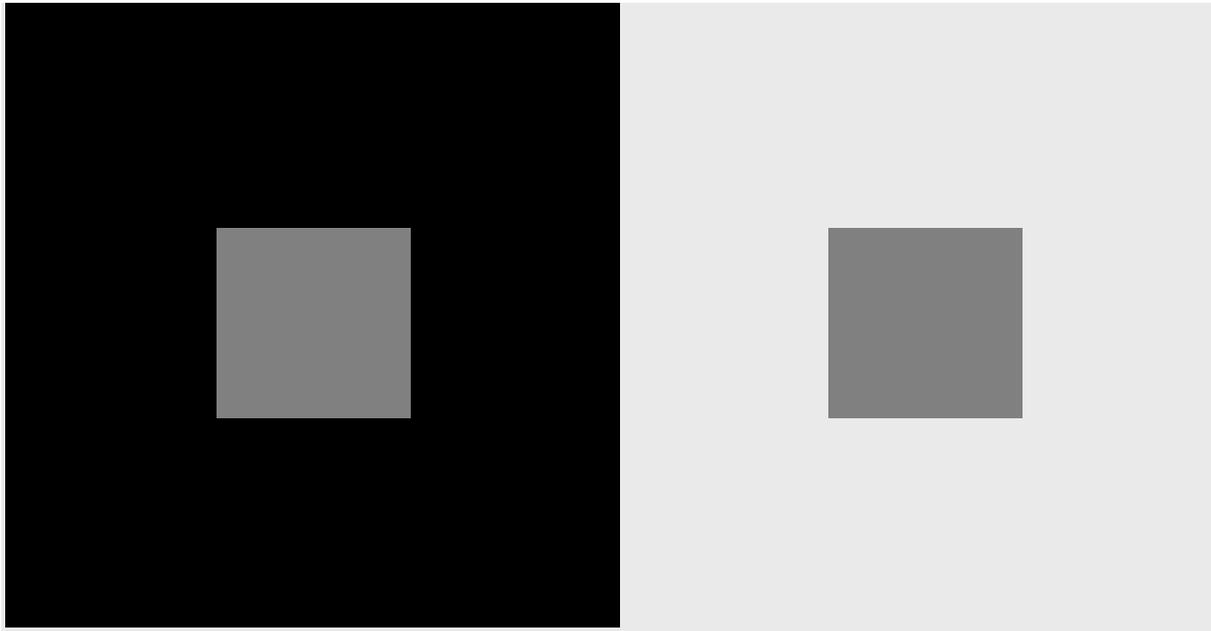
Quindi la costanza verrebbe spiegata dalla constatazione che il **rapporto tra luminanze** adiacenti rimane costante al variare dell'illuminazione comune, mentre il contrasto sarebbe dovuto alla differenza del rapporto tra la luminanza dei target e dei rispettivi sfondi.

Il contrasto cromatico



Il contrasto cromatico

Nel fenomeno del contrasto simultaneo, il grigio sullo sfondo di destra appare più nero del grigio sullo sfondo di sinistra.

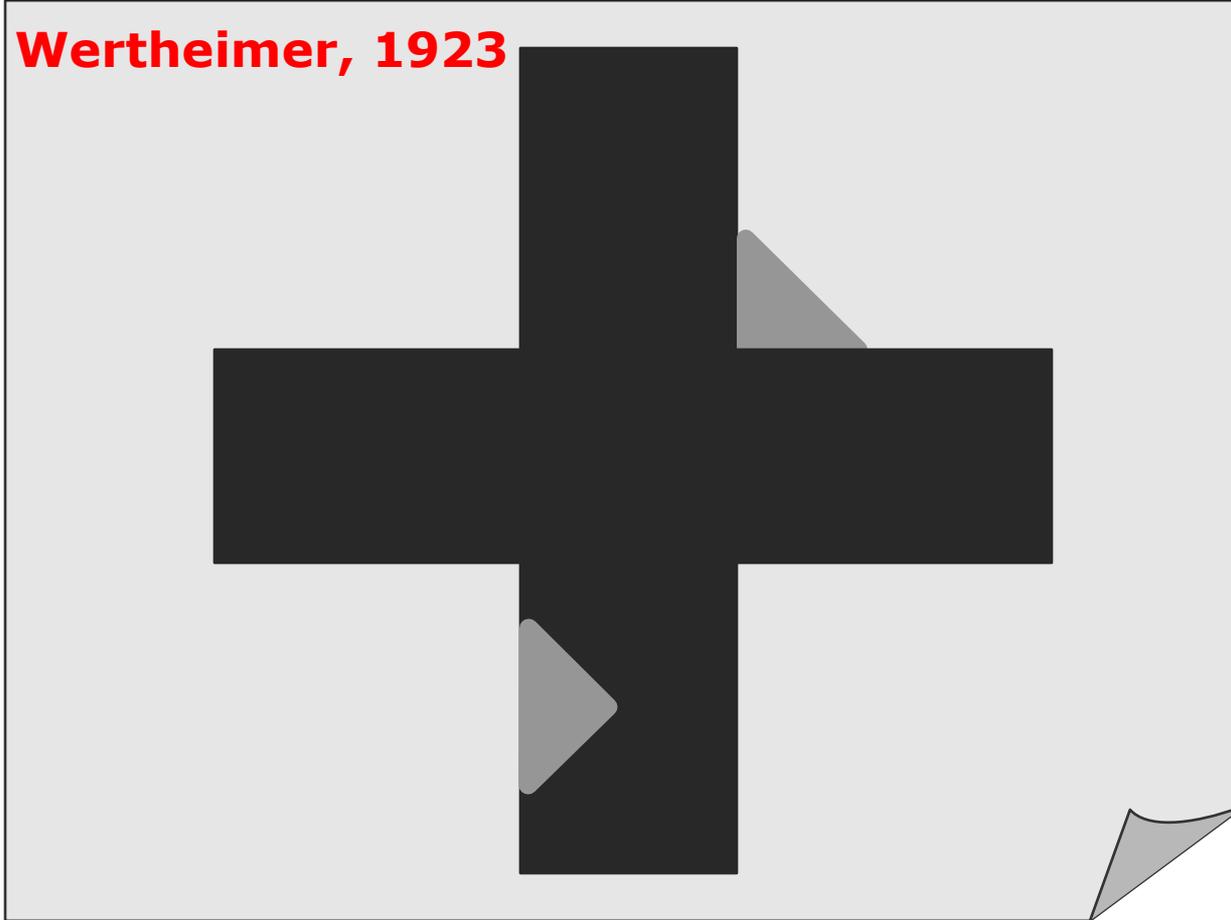


Questo effetto è stato spiegato sulla base di meccanismi locali a livello retinico di ***inibizione laterale***.

Le caratteristiche cromatiche di elementi posti su sfondi ad alta riflettanza verrebbero maggiormente inibite rispetto a quelle di elementi posti su sfondi a bassa riflettanza, provocando, a livello percettivo, un effetto di scurimento delle prime.

PERÒ...

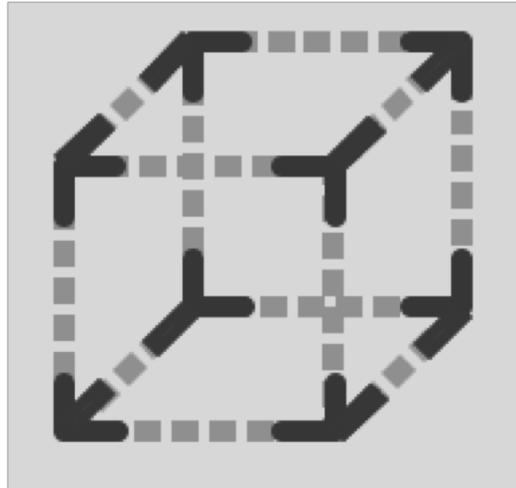
Il contrasto cromatico



Il triangolino inserito tra le braccia della croce appare più nero di quello che sta nella croce, nonostante i cateti di entrambi confinino con una zona a bassa riflettanza e le loro ipotenuse con una zona ad alta riflettanza.

Il contrasto cromatico

Agostini & Galmonte, 2002



Nonostante siano completamente circondate da uno sfondo ad alta riflettanza, le linee tratteggiate del cubo di sinistra vengono viste più bianche di quelle del cubo di destra, perché appartengono agli angoli a bassa riflettanza.

Viceversa per il cubo di destra.

L'effetto di contrasto è determinato dalle relazioni di appartenenza e non dall'adiacenza spaziale.

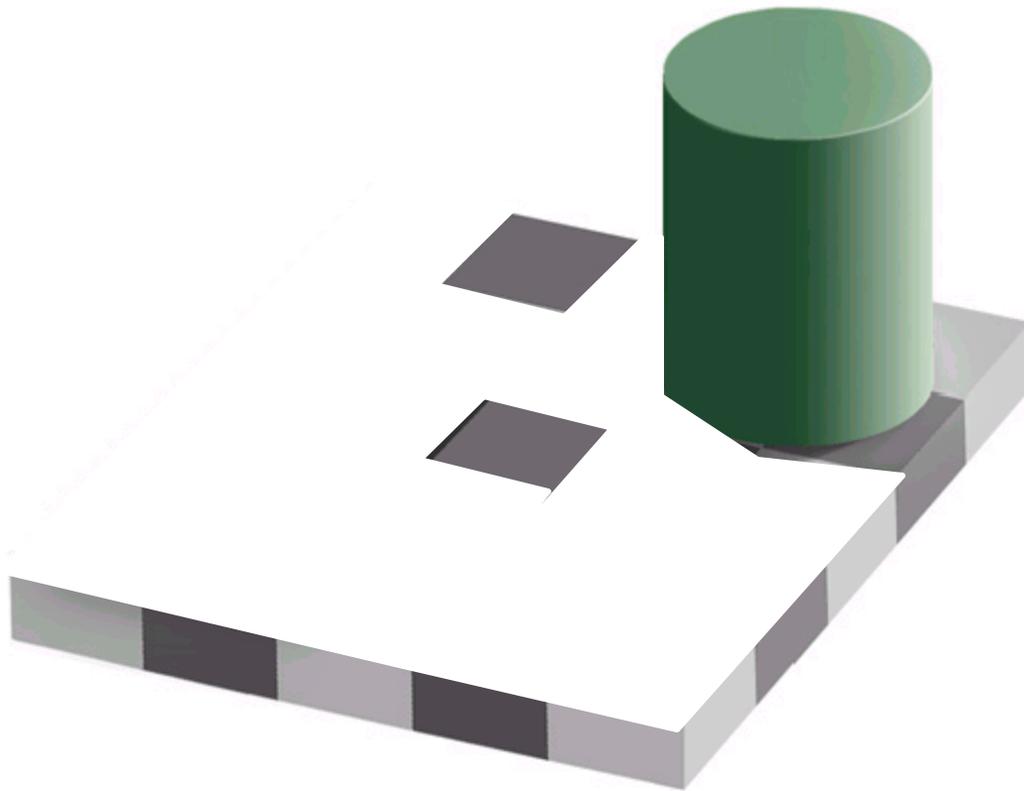
Il contrasto cromatico

Altre illusioni di contrasto



Il contrasto cromatico

Altre illusioni di contrasto



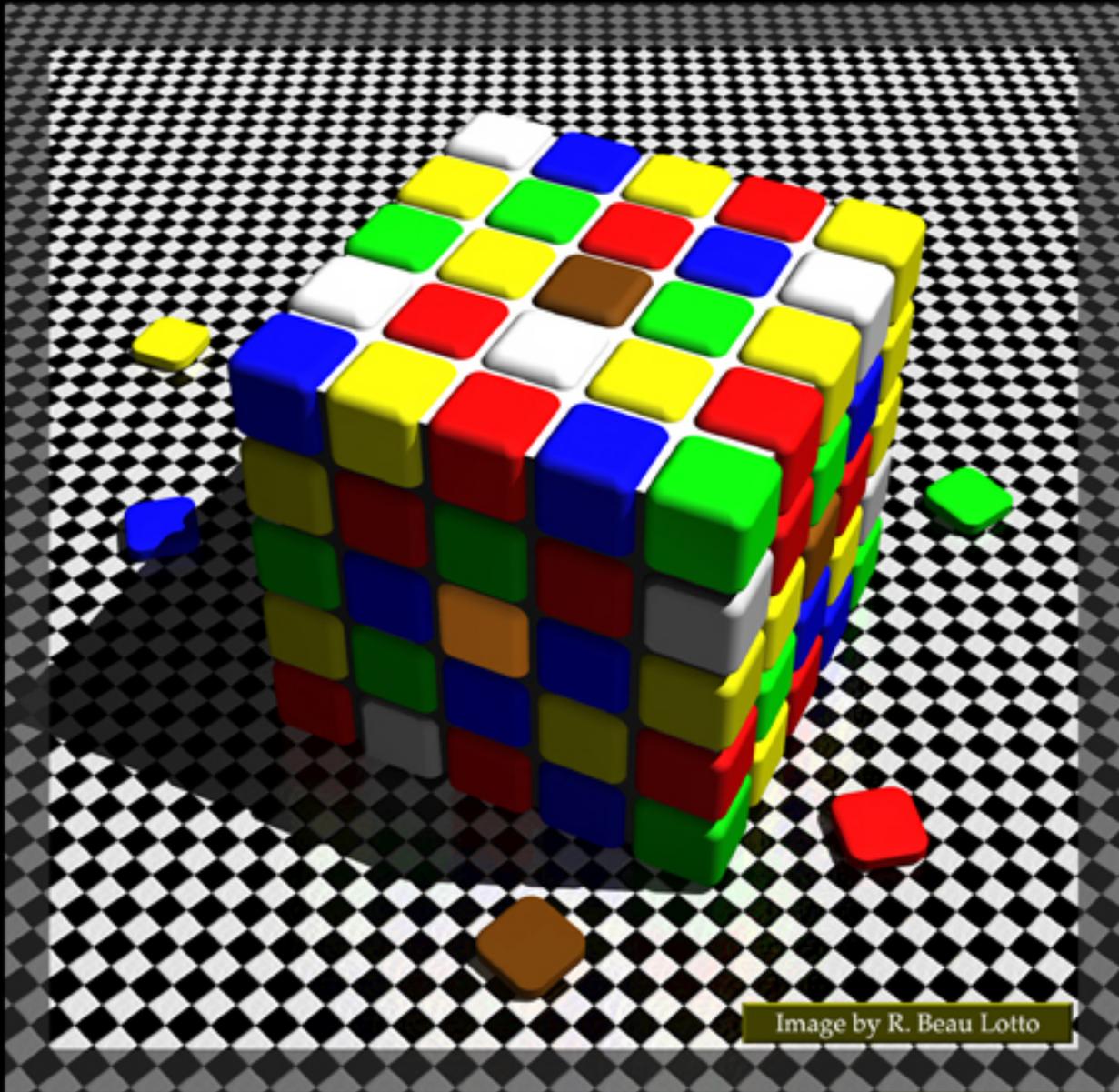
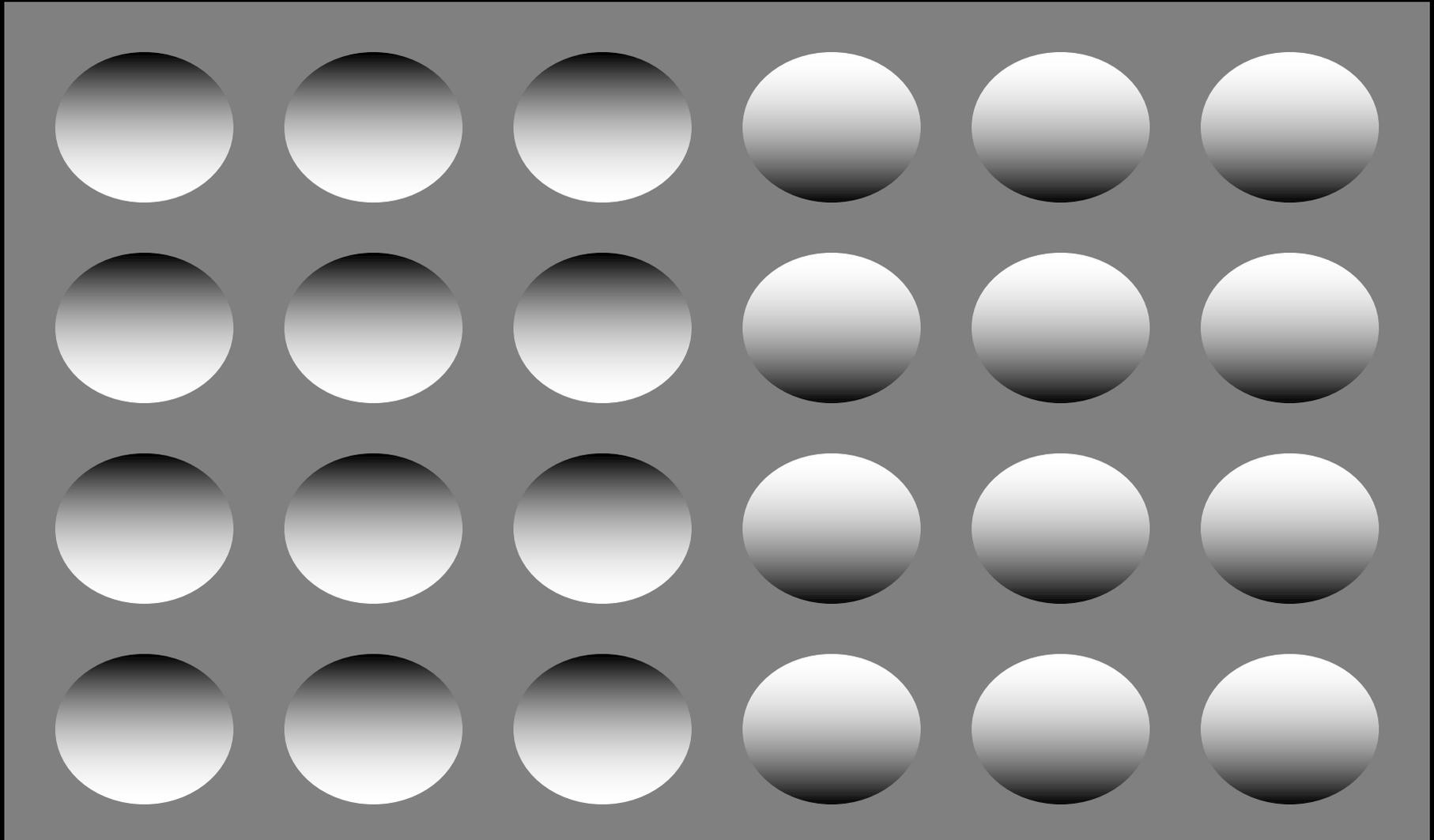


Image by R. Beau Lotto

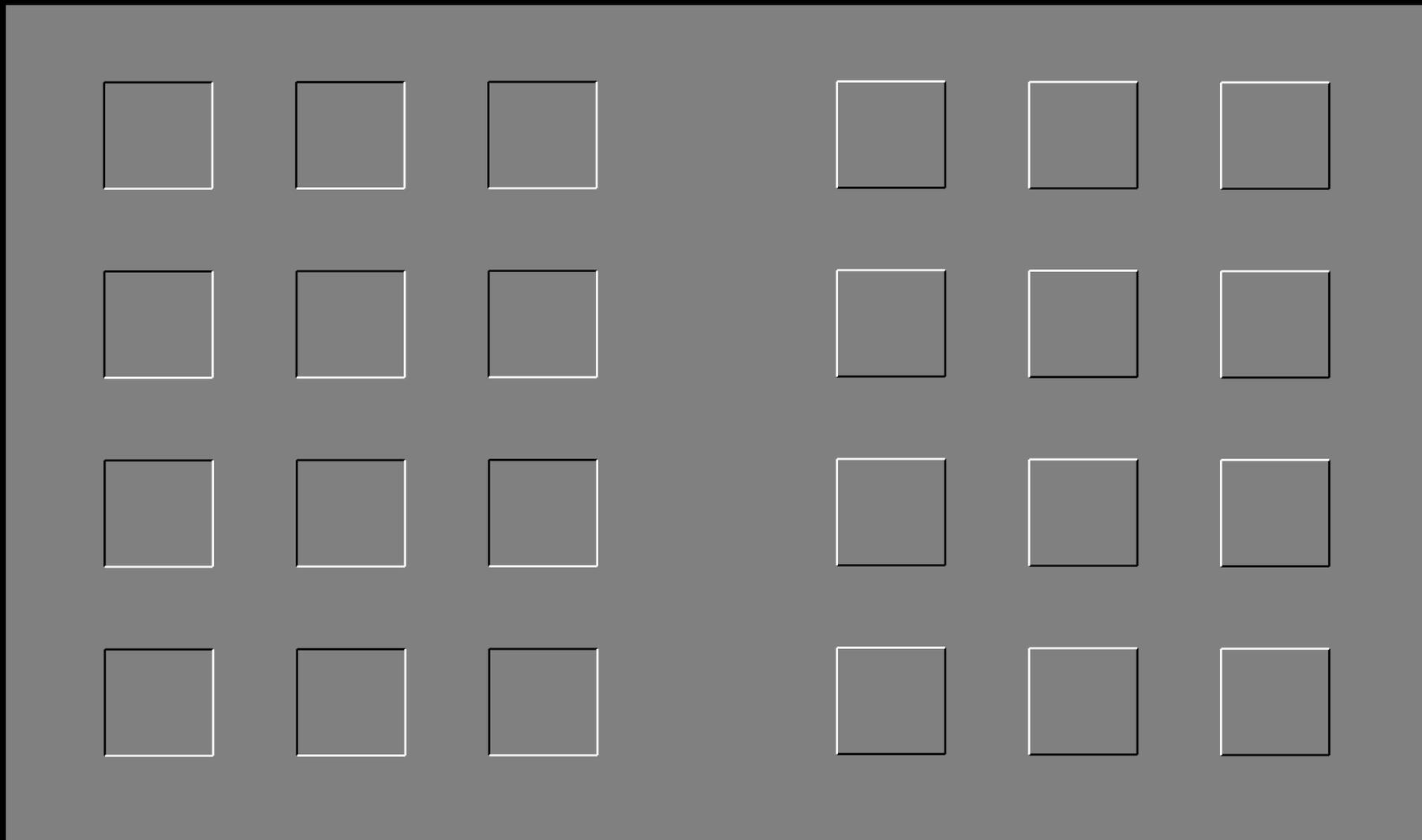
Illuminazione apparente e ombre

Il sistema percettivo assume che la fonte di luce provenga dall'alto.



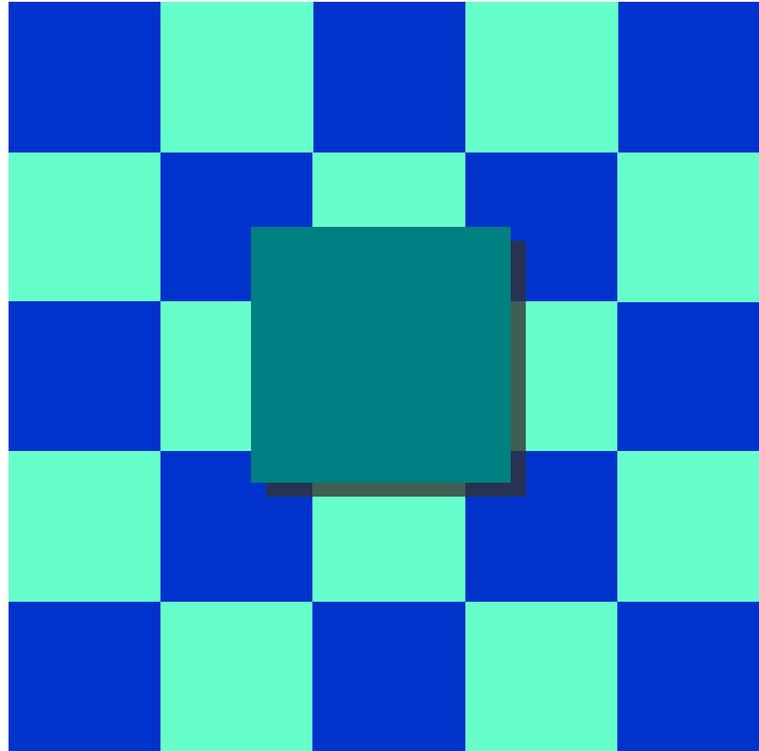
Illuminazione apparente e ombre

Il sistema percettivo assume che la fonte di luce provenga dall'alto.



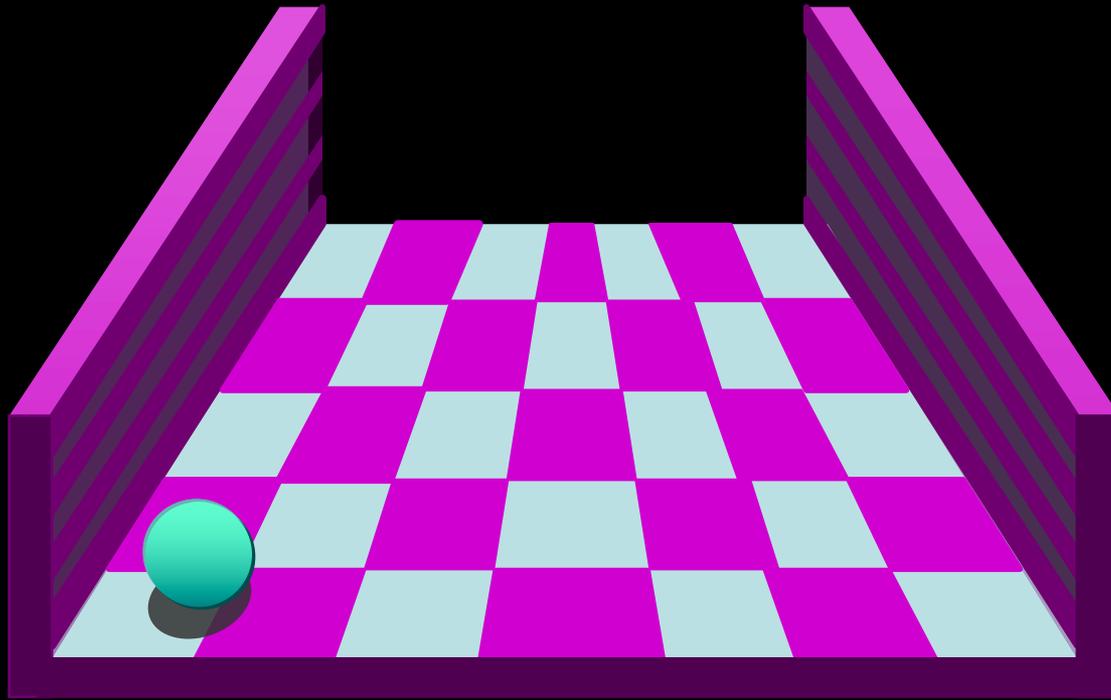
illuminazione apparente e ombre

L'orientamento delle ombre (**proprie**) determina il modo in cui le variazioni di una superficie saranno viste.



Illuminazione apparente e ombre

L'orientamento delle **ombre** (**proprie**) determina il modo in cui le variazioni di una superficie saranno viste.



Kersten, Mamassian & Knill (1991)

illuminazione apparente e ombre

L'orientamento delle ombre (**proprie**) determina il modo in cui le variazioni di una superficie saranno viste.



La percezione del colore



Cos'è il colore

Il colore non è una proprietà degli oggetti, ma un'esperienza soggettiva.

L'esperienza del colore dipende da due fattori:

- 1) la luce riflessa dagli oggetti
- 2) le proprietà dell'occhio e del sistema nervoso

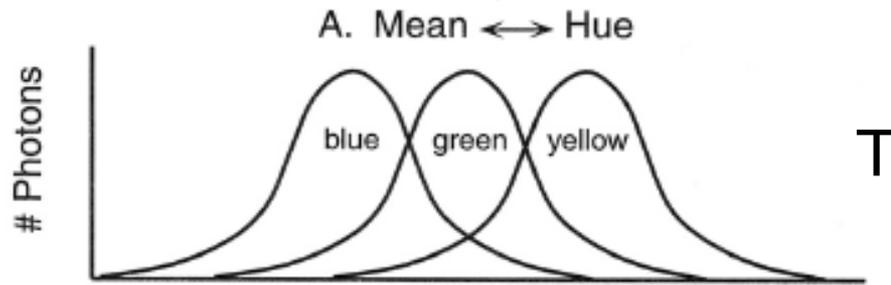
Come si descrive il colore

I colori si differenziano sulla base di tre caratteristiche diverse:

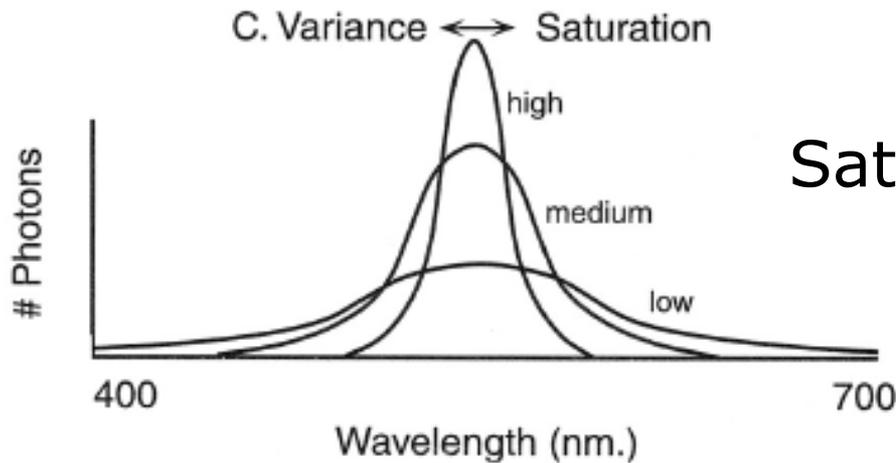
- **tinta** (*hue*)
- **saturazione** (*saturation*)
- **bianchezza** (*lightness*)

Come si descrive il colore

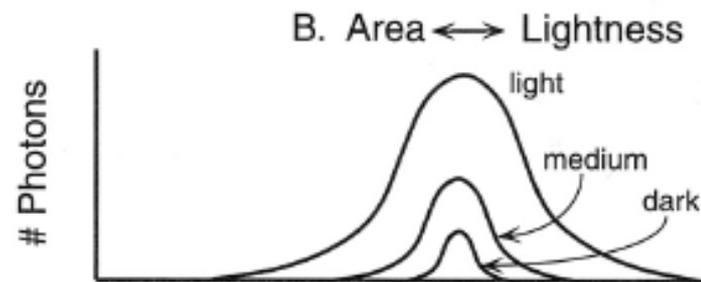
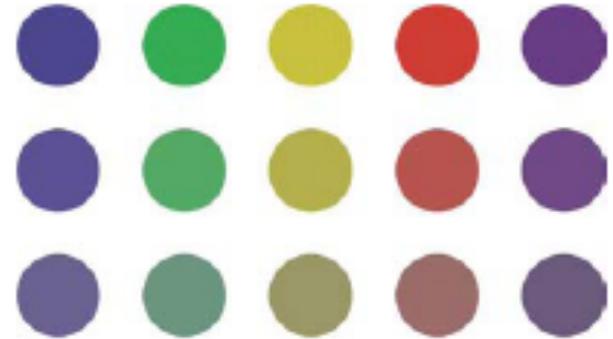
I parametri del colore



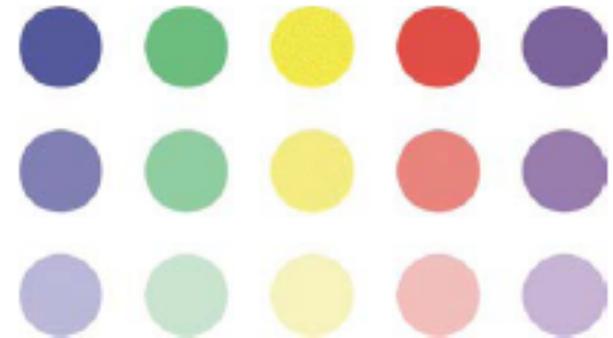
Tinta



Saturazione



Bianchezza



Come si descrive il colore

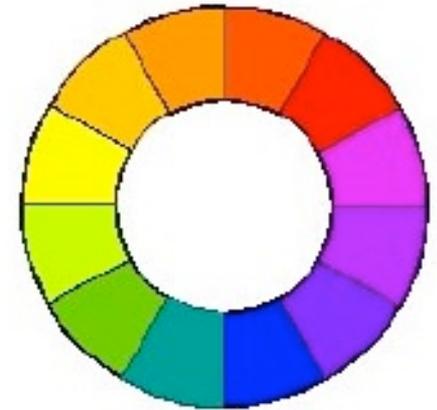
TINTA (*HUE*)

È la **qualità che permette di distinguere un colore dall'altro**, il rosso dal giallo, dal blu, etc.

Viene calcolata come una posizione sulla ruota dei colori ed è espressa in gradi da 0° a 360°.

È il colore riflesso da un oggetto.

La grandezza fisica corrispondente è la lunghezza d'onda.



Differenze di tinta (con saturazione e bianchezza costanti) ⁶⁸

Come si descrive il colore

SATURAZIONE (*SATURATION*)

Si riferisce a **quanto il colore è vivido** (**intenso, vivace, puro**) o **pallido** (**sbiadito, slavato, scolorito**).

Alta saturazione equivale a un colore intenso.

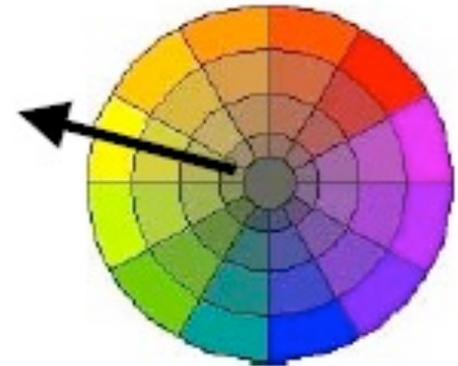
Tecnicamente si riferisce a quanto il colore si differenzia da un grigio della stessa chiarezza.

Quando i colori si desaturano tendono al grigio.

Sulla ruota dei colori, la saturazione aumenta dal centro verso l'esterno.

È calcolata come percentuale da 0% (grigio) a 100% (saturazione completa).

La grandezza fisica corrispondente è la forma d'onda.



Differenze di saturazione (con tinta e bianchezza costanti)⁶⁹

Come si descrive il colore

BIANCHEZZA (*LIGHTNESS*)

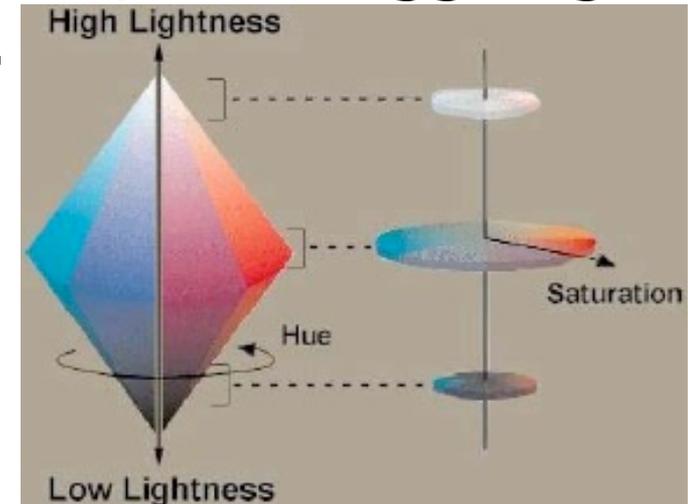
Si riferisce a **quanto un colore è chiaro o scuro** ed è legata alla percentuale di luce riflessa fisicamente dalla superficie.

Il suo valore più alto corrisponde al bianco e il più basso al nero.

Cambiare la bianchezza equivale o ad aggiungere bianco, rendendo il colore più chiaro, o ad aggiungere nero, rendendo il colore più scuro.

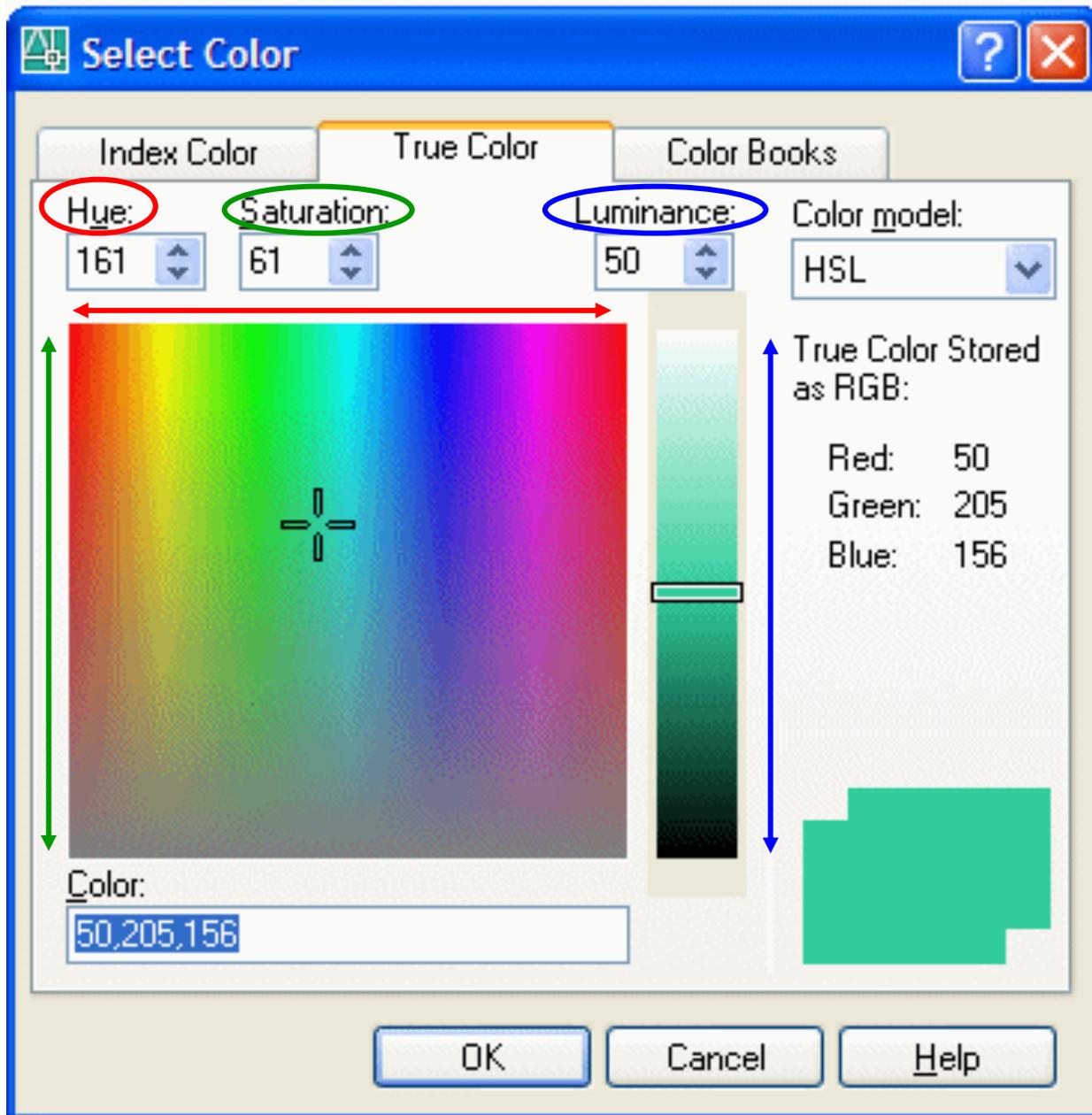
È generalmente misurata come percentuale da 0% (nero) a 100% (bianco).

La grandezza corrispondente è l'ampiezza dell'onda.

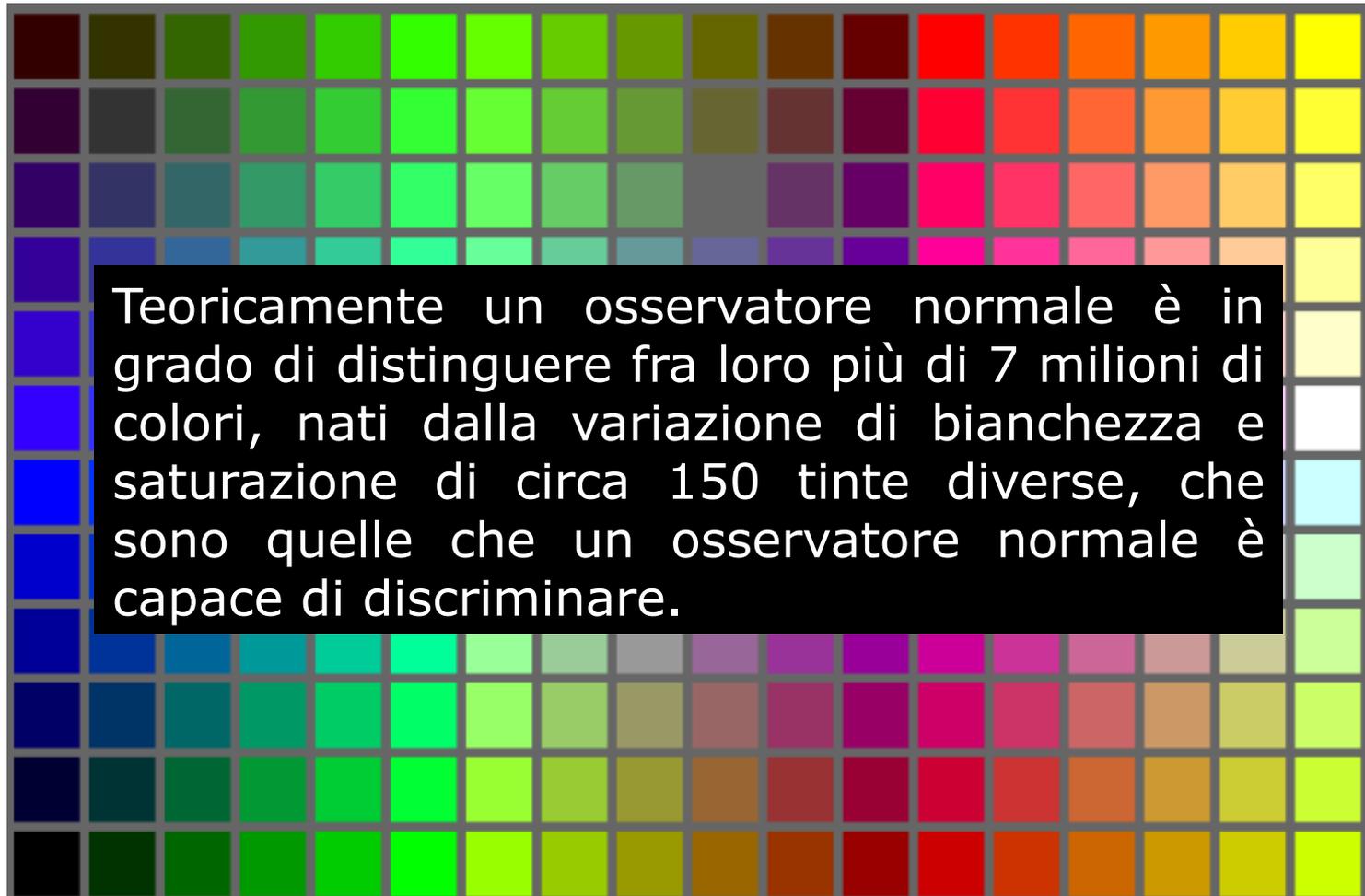


Differenze di bianchezza (con tinta e saturazione costanti)

Come si descrive il colore



Quanti colori possiamo vedere?

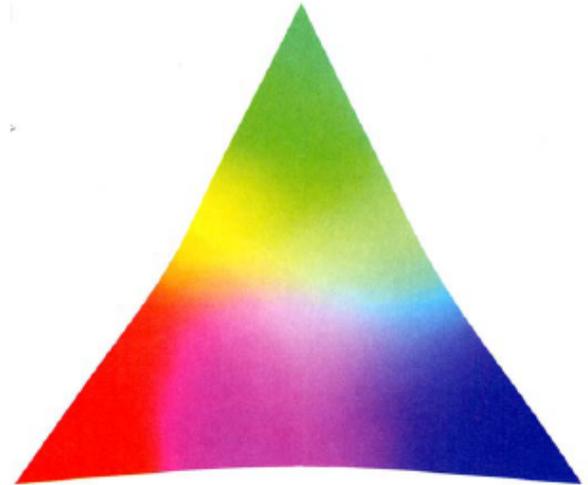


Percezione dei colori

Quanti recettori sensibili alle lunghezze d'onda servono?

Non un numero uguale a quello dei colori che possono essere distinti, ne bastano *tre* perché *i colori si possono mescolare*.

Ogni tipo di colore infatti può essere ottenuto dalla miscela di tre colori.



Percezione dei colori

MESCOLANZA DI COLORI

Ci sono due tipi di mescolanze:

- **Mescolanze additive**: mescolanze *di luci di lunghezza d'onda diversa* (es., tv, monitor pc, ...). Quando luci di lunghezza d'onda diversa vengono mescolate, noi non vediamo più i singoli colori, ma un nuovo colore.
- **Mescolanze sottrattive**: mescolanze *di pigmenti* (es. stampe), sostanze colorate.

Miscela additiva

È il tipo di mescolanza che usa l'occhio.

È definita come il fenomeno per cui luci di differente lunghezza d'onda, che, viste singolarmente, ci appaiono ciascuna colorata in modo diverso, generano, sommate insieme, la visione del bianco.

Ai fini della creazione di un sistema affidabile per la generazione di colori ottenuti miscelando luci colorate, si ricorre solitamente all'uso di **tre colori**, che sono definiti **primari**.

I primari utilizzati oggi nei televisori, nei monitor dei computer e nei sistemi di grafica digitale sono il **rosso**, il **verde** e il **blu**.

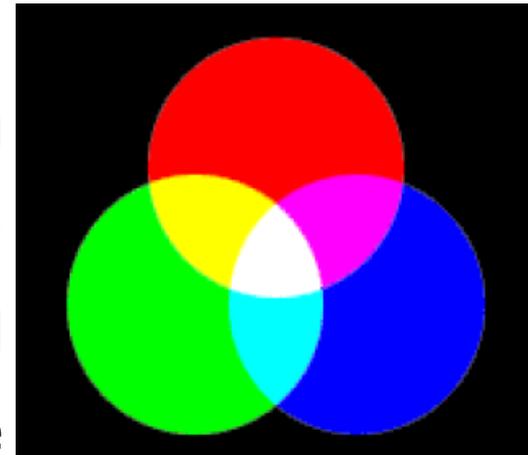
È caratterizzata dal fatto che le lunghezze d'onda contenute in ciascuna luce raggiungono tutte l'occhio quando le luci vengono sovrapposte:

Dove tre raggi rosso, verde e blu si sovrappongono, appare il bianco.

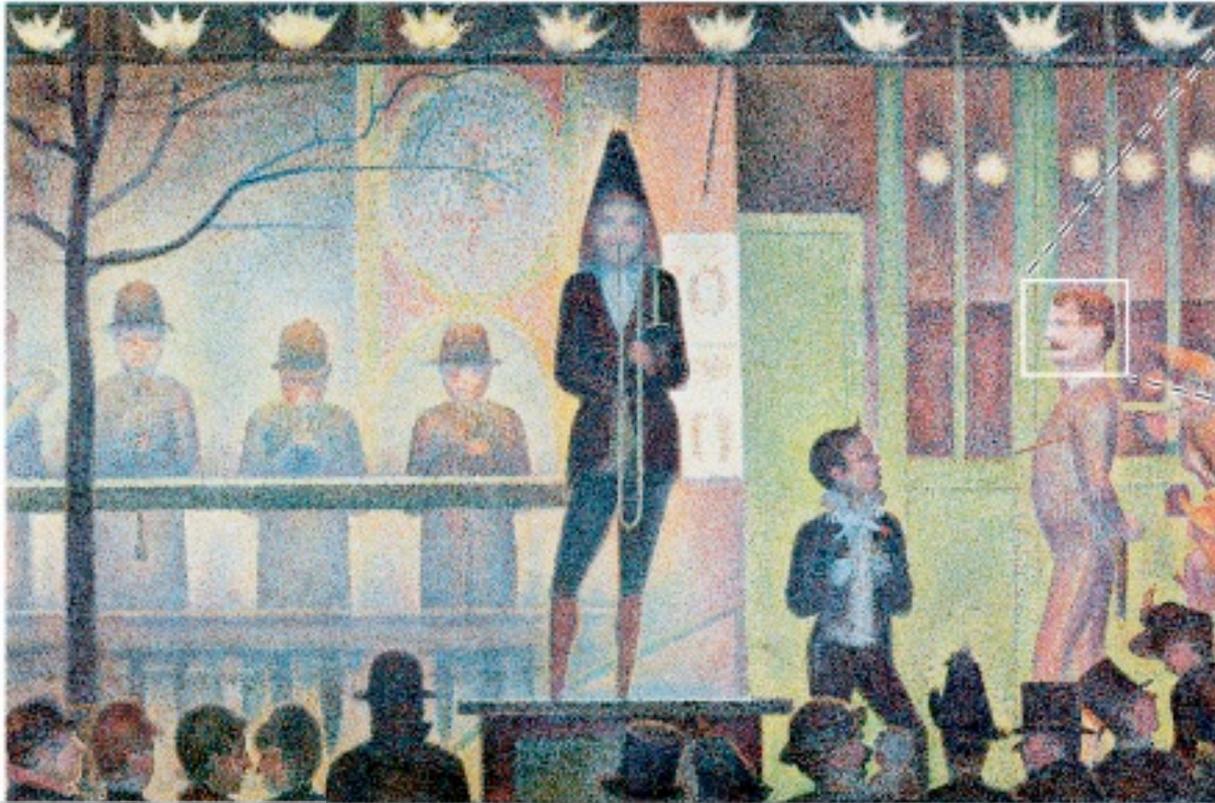
Dove, invece, si sovrappongono solo la luce rossa e quella verde, vediamo il giallo.

Nella zona di sovrapposizione tra verde e blu, il colore percepito è il ciano.

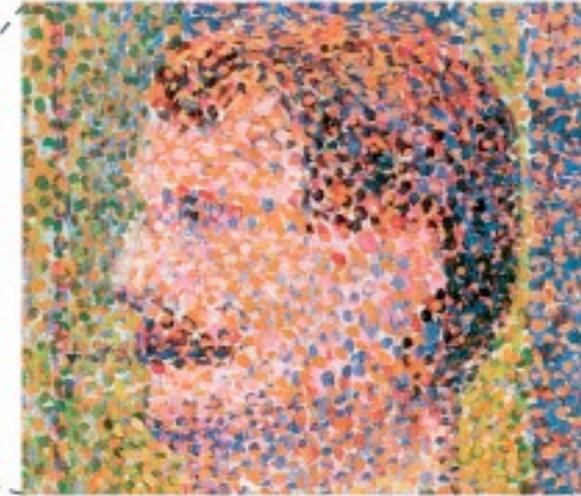
Dove si mescolano il rosso e il blu, il colore percepito è il magenta.



Combinazione additiva di pigmenti



George Seurat
La parata del circo
1887-1888



Miscela sottrattiva

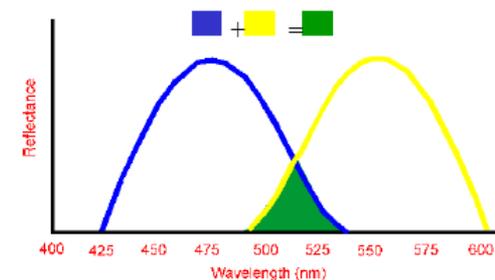
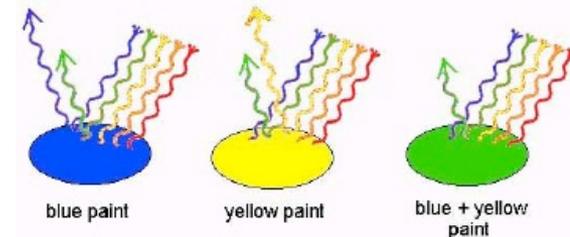
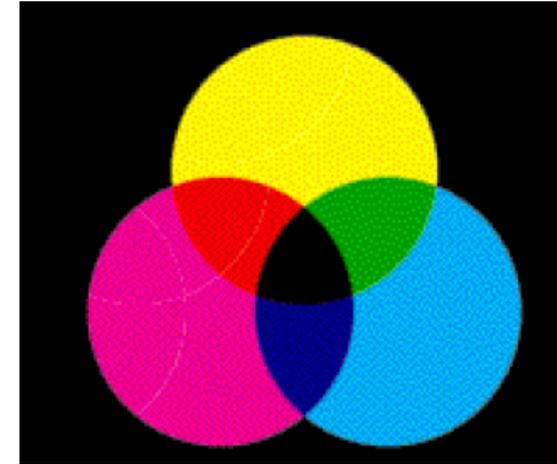
Se vogliamo assegnare un colore ad un oggetto usando dei pigmenti colorati, di fatto stabiliamo quali lunghezze d'onda saranno assorbite da quell'oggetto. Più saranno i pigmenti colorati miscelati fra loro e maggiore sarà la quantità di luce *assorbita* dalla miscela.

Esempio:

Il pigmento giallo riflette le lunghezze d'onda corrispondenti al giallo e una parte di quelle corrispondenti al verde e assorbe le altre (rosso, arancio, blu).

Il pigmento blu riflette quelle corrispondenti al blu e una parte di quelle corrispondenti al verde e assorbe le altre (rosso, arancio, giallo).

Il verde è l'unica componente riflessa, dato che veniva riflessa separatamente da entrambi i pigmenti.

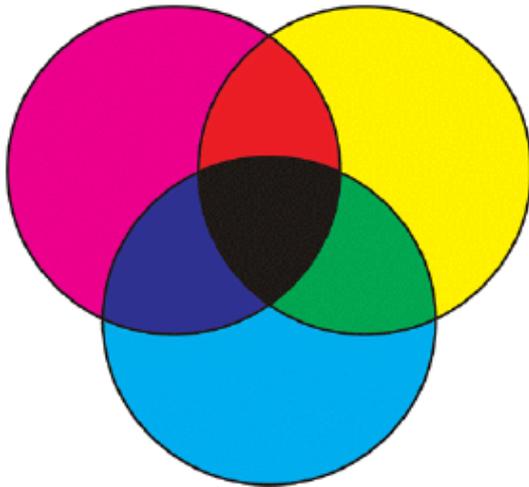


Percezione dei colori

Mescolanze sottrattive

mescolanze di pigmenti

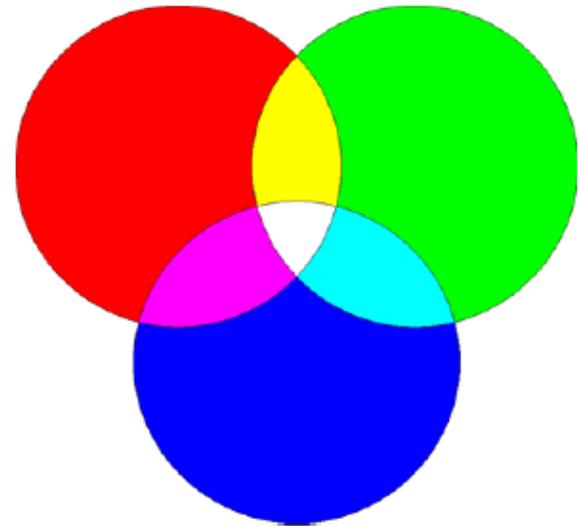
I colori primari sono:
magenta, giallo, ciano



Mescolanze additive

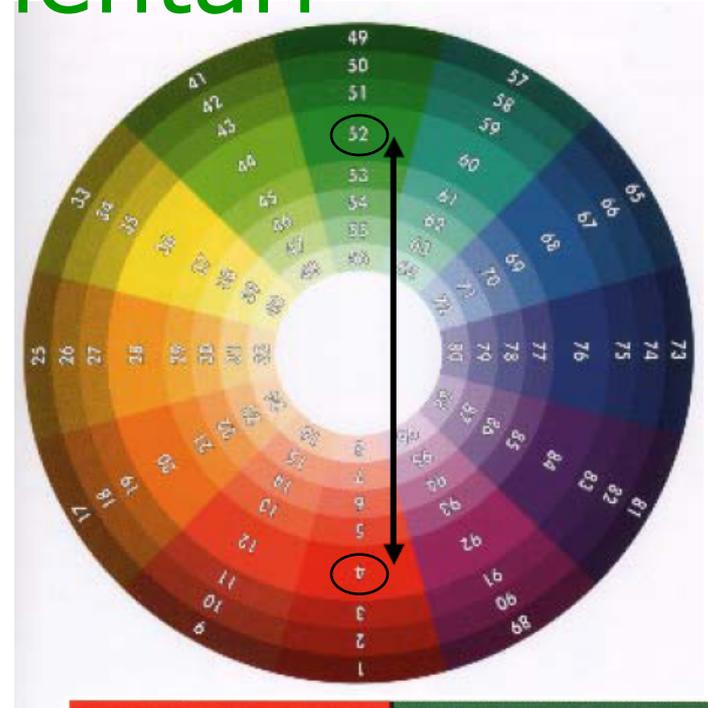
mescolanze di luci

I colori primari sono:
rosso, verde, blu

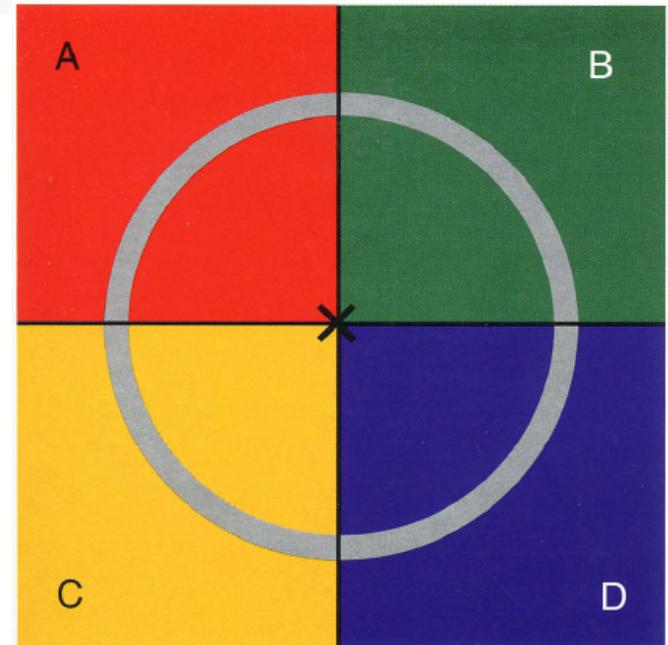


Colori complementari

Sono i colori opposti nella ruota dei colori (es. il 4 e il 52).

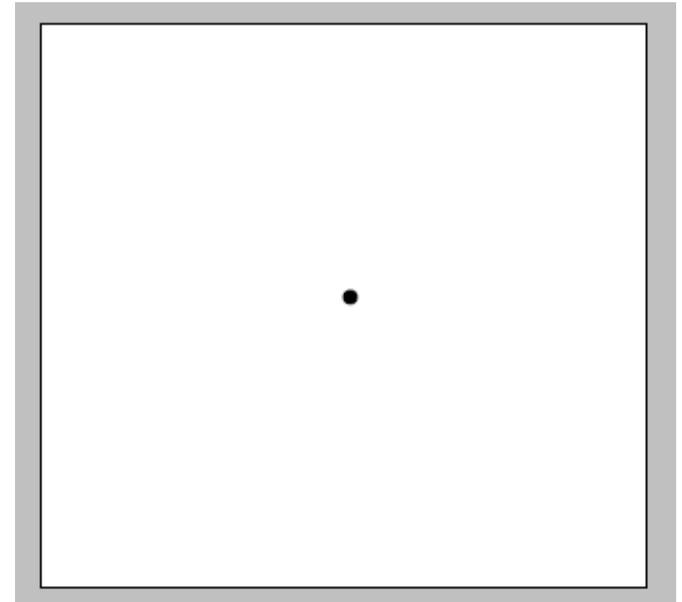
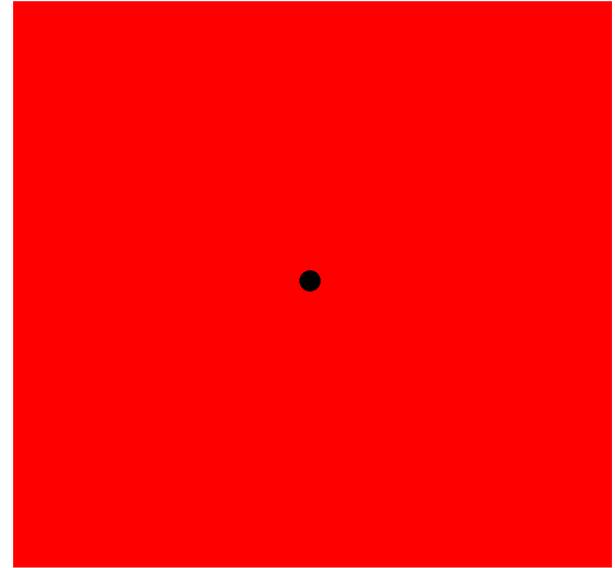


Contrasto simultaneo cromatico:
Nonostante il cerchio grigio sia di un colore uniforme, quando è sovrapposto ad un quadrato colorato tenderà ad apparire più simile al colore opposto.



Colori consecutivi

Fissate per 30 s il puntino nero all'interno del rettangolo rosso e poi fissate il puntino nero all'interno del rettangolo bianco.



Anomalie nella visione dei colori

L'esperienza del colore non è la stessa per tutti:

- la normale visione dei colori è detta TRICROMATICA ed è variabile da individuo a individuo
- a parte le variazioni fra individuo e individuo, vi sono persone la cui visione del colore differisce notevolmente dalla norma

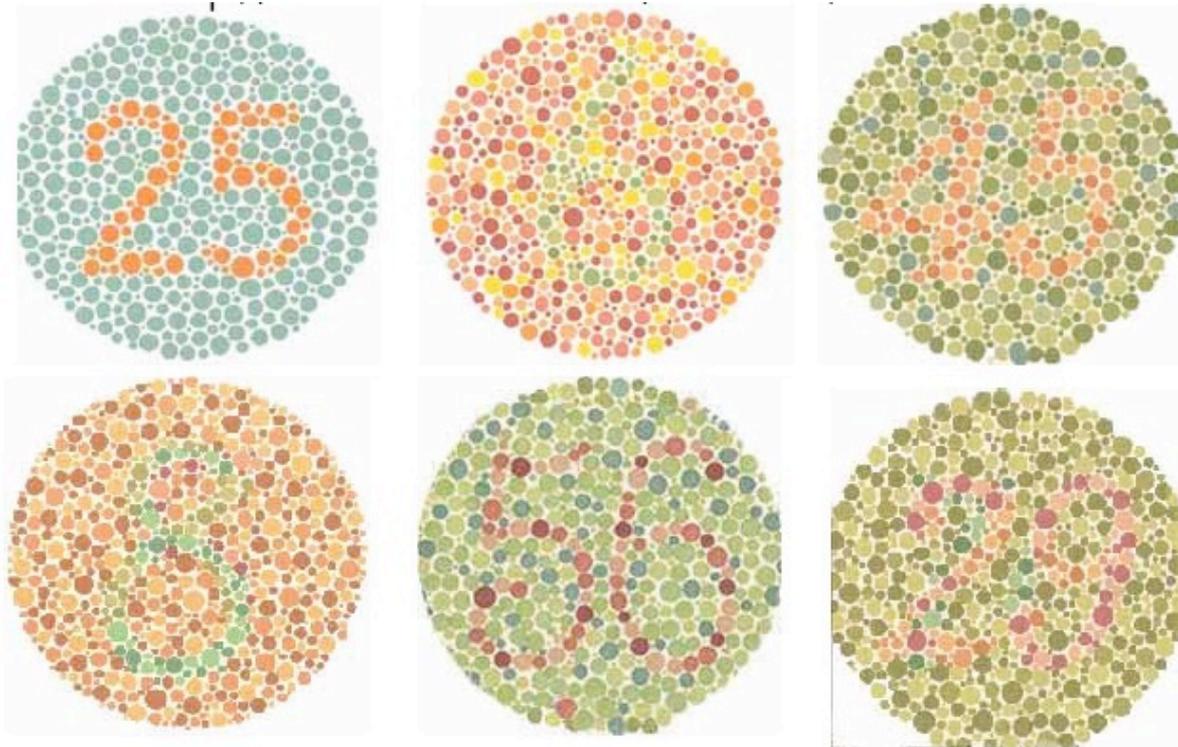
Queste persone soffrono di **acromatopsia** o **discromatopsia**, cioè non sono rispettivamente in grado di distinguere i colori o certi colori.

L'incidenza di tale fenomeno varia con la razza (fra i bianchi è doppia rispetto ai neri) e con il sesso (nei maschi è 100 volte più frequente che nelle femmine) ed è in molti casi ereditario.

Anomalie nella visione dei colori

TAVOLE DI ISHIHARA

usate per valutare anomalie nella visione rosso-verde

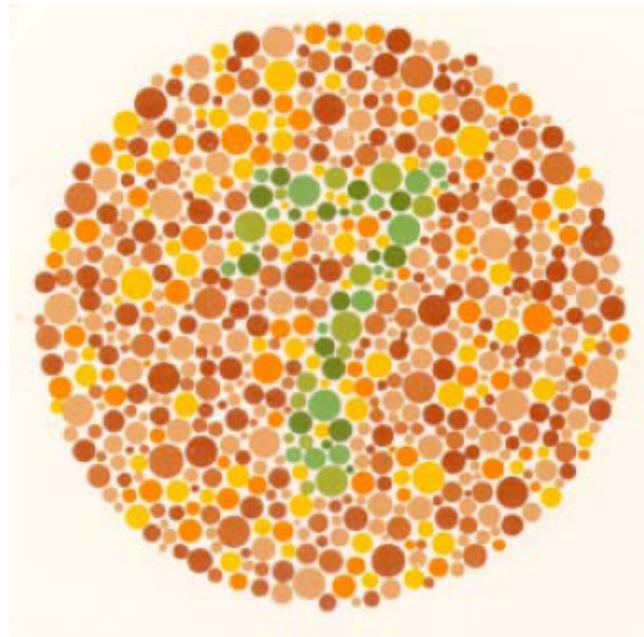


Le persone affette da daltonismo non vedono i numeri:
29, 45, 6, 8

Anomalie nella visione dei colori

TAVOLE DI ISHIHARA

Queste tavole sono create in modo da permettere un raggruppamento degli elementi basato sul colore. Solo potendo riconoscere i colori è possibile segregare la figura dallo sfondo.

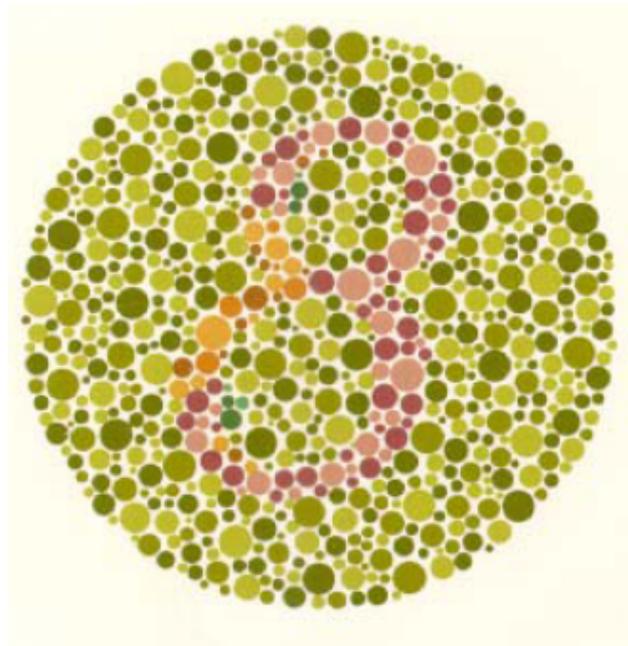


Il 7 in questa tavola non viene visto dalla maggior parte dei Daltonici.

Anomalie nella visione dei colori

TAVOLE DI ISHIHARA

Mentre la maggior parte delle persone vede 8, i daltonici protanopi vedono nettamente 3.



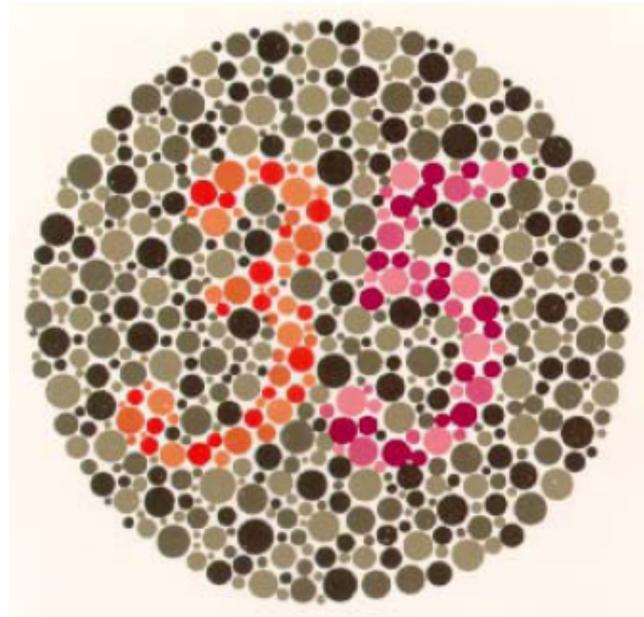
Anomalie nella visione dei colori

TAVOLE DI ISHIHARA

I daltonici protanopi vedono solo il 5.

I daltonici deuteranopi vedono solo il 3.

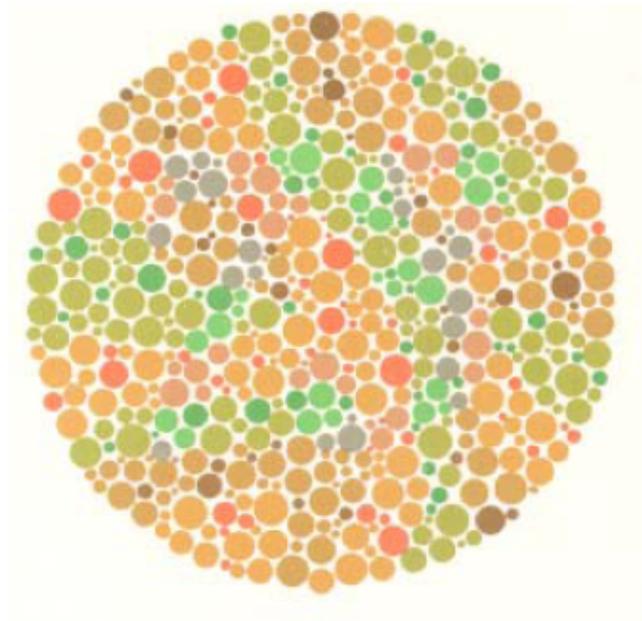
Solo i non daltonici possono vedere entrambi i numeri.



Anomalie nella visione dei colori

TAVOLE DI ISHIHARA

Qui non si vede proprio nulla...
I daltonici protanopi però vedono il numero 73!



Anomalie nella visione dei colori

Normale



Protanopia



Deuteranopia



Normale



Protanopia



Tritanopia



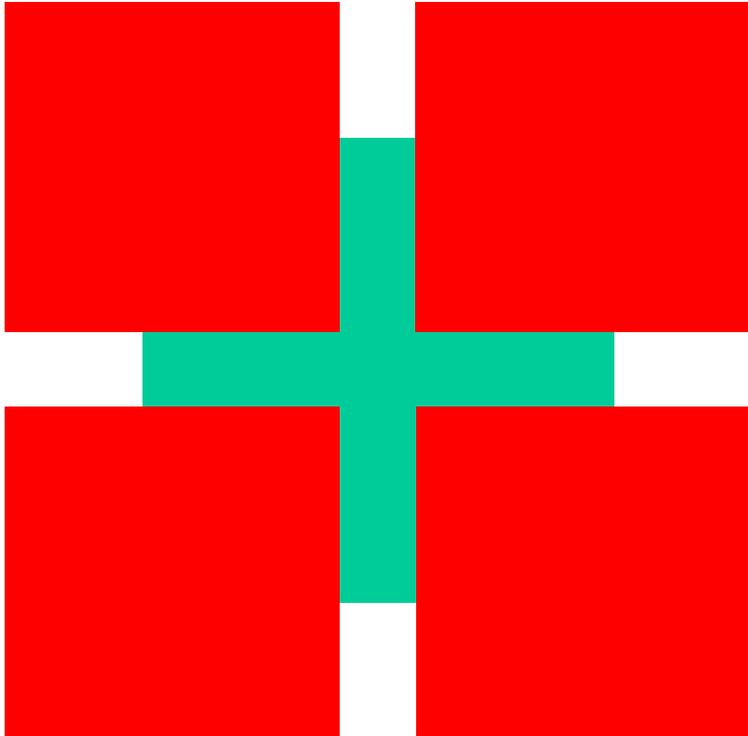
Distanza e Movimento

La percezione del movimento si collega direttamente alla percezione della distanza e della profondità di un oggetto.

Possiamo percepire un oggetto in movimento verso di noi se la sua immagine proiettata sulla retina diventa sempre più grande, come, ad esempio, percorrendo un viale alberato con l'automobile, vediamo gli alberi diventare sempre più grandi al nostro avvicinarsi.

Ciò non è sempre vero:

Distanza e Movimento



Nell'illusione del **breathing square** sono assenti gli *indizi fisiologici* e *pittorici* di profondità, che sono invece normalmente presenti nel nostro ambiente.

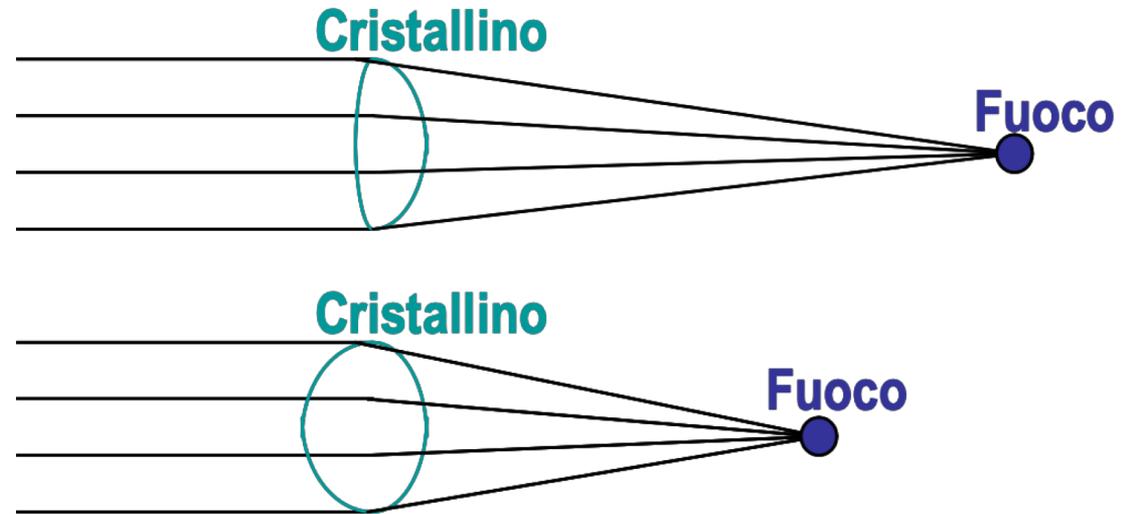
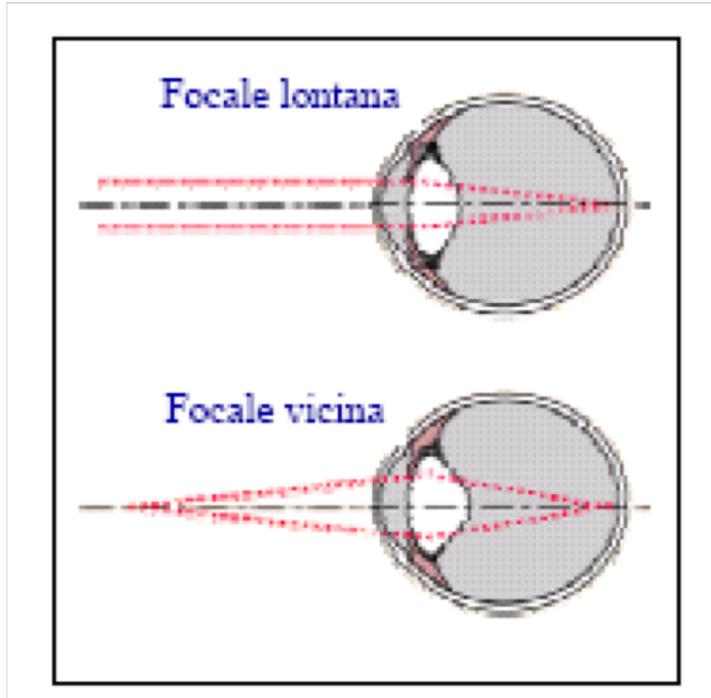
Distanza e Movimento

Gli *indizi fisiologici* sono:

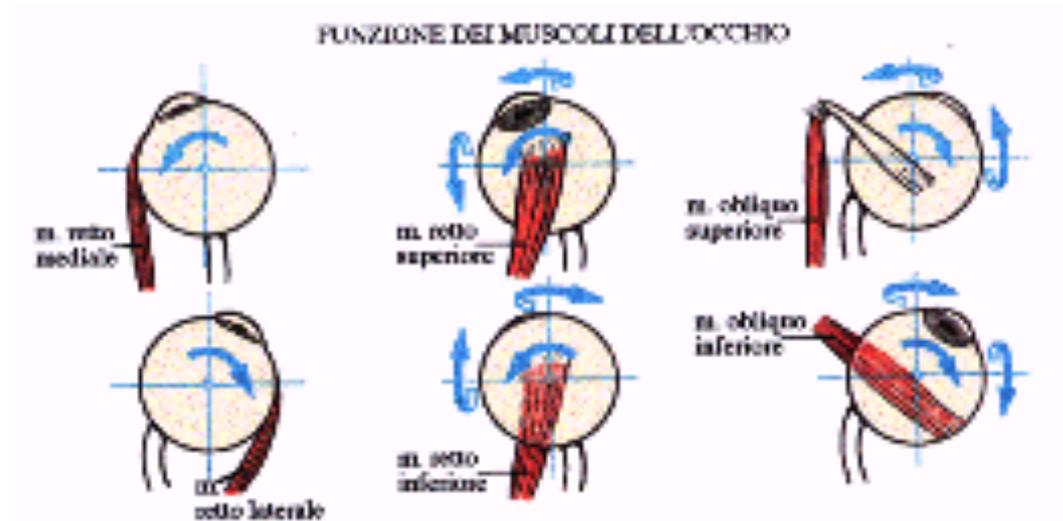
- l'**accomodamento** del cristallino: il cristallino modifica la sua forma in funzione della distanza del fuoco
- la **vergenza** degli occhi: l'azione coordinata dei muscoli che controllano il movimento degli occhi
- la **disparità binoculare**: l'occhio destro vede infatti l'oggetto un po' più a destra, l'occhio sinistro un po' più a sinistra
- la **parallasse di movimento**: rispetto al punto di fissazione, gli oggetti più lontani appaiono muoversi nella stessa direzione del movimento dell'osservatore, mentre quelli più vicini sembra che si muovano in direzione opposta

→ **Rispecchiano il funzionamento dei recettori sensoriali.**

L'accomodamento del cristallino: il cristallino modifica la sua forma in funzione della distanza del fuoco



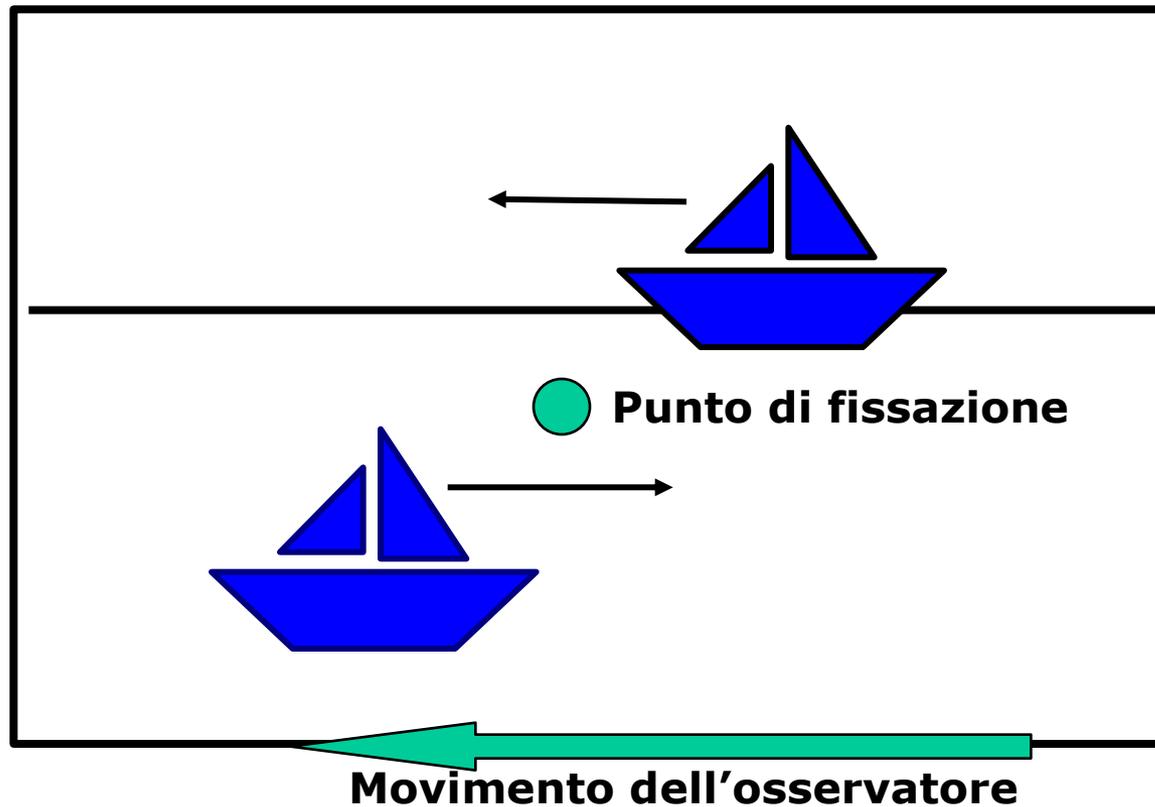
La **verggenza** degli occhi: l'azione coordinata dei muscoli che controllano il movimento degli occhi



La **parallasse di movimento**: rispetto al punto di fissazione, gli oggetti più lontani appaiono muoversi nella stessa direzione del movimento dell'osservatore, mentre quelli più vicini sembra che si muovano in direzione opposta.

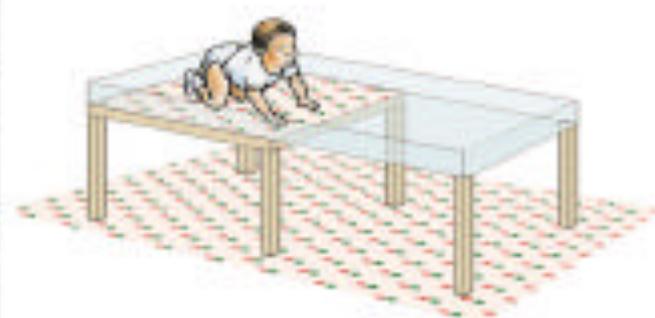
La velocità del movimento di un oggetto fornisce un indizio sulla sua distanza.

Gli oggetti più lontani appaiono muoversi più lentamente.



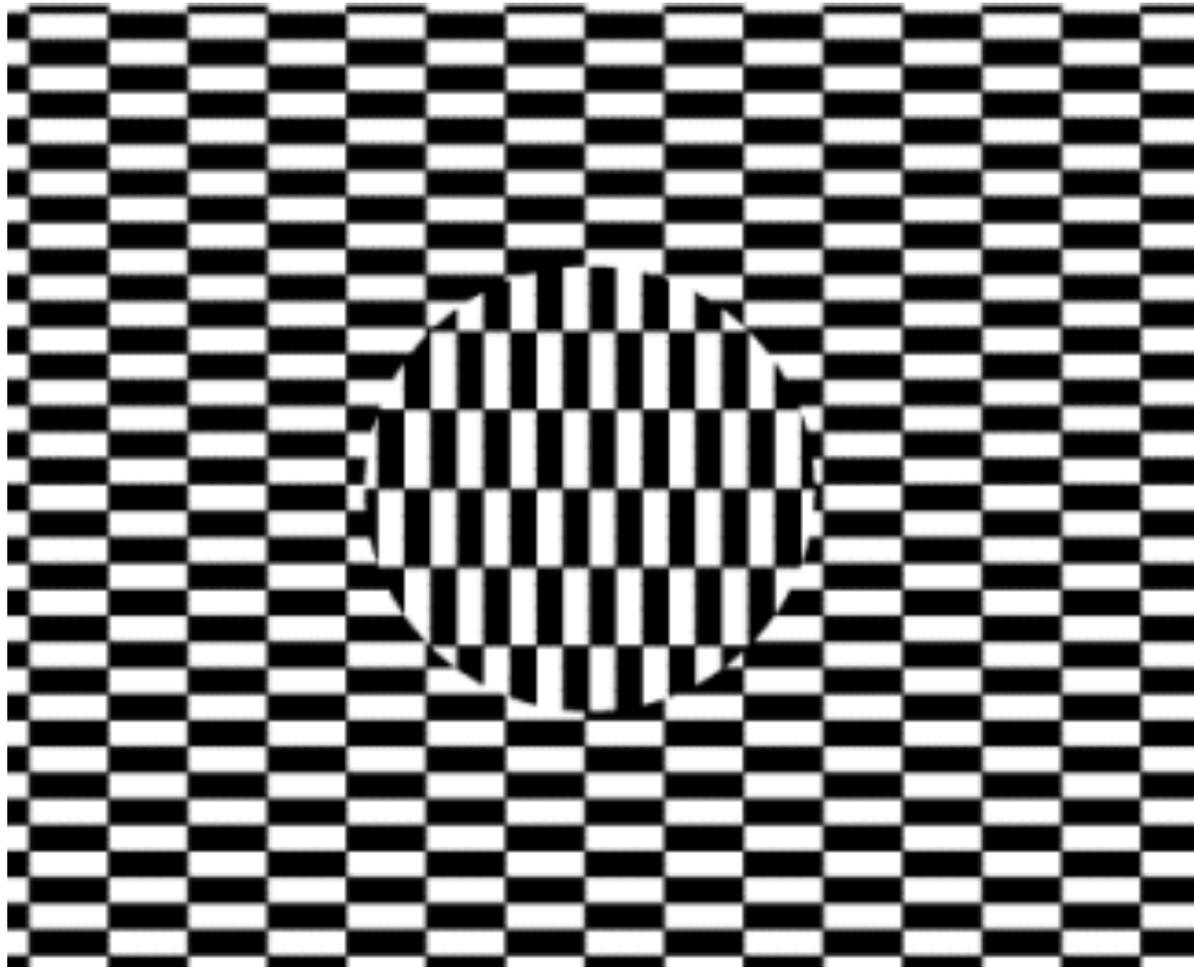
Distanza e Movimento

Sulla base degli indici fisiologici agiscono comportamenti innati, che si manifestano nei bambini e negli animali, come nel caso dell'esperimento di Gibson e Walk (1960), che hanno dimostrato che di fronte ad un **visual cliff**, cioè un pavimento di vetro trasparente sotto il quale vi è, a un certo punto, una buca, i bambini, già a 6 mesi, evitano di passarci sopra.

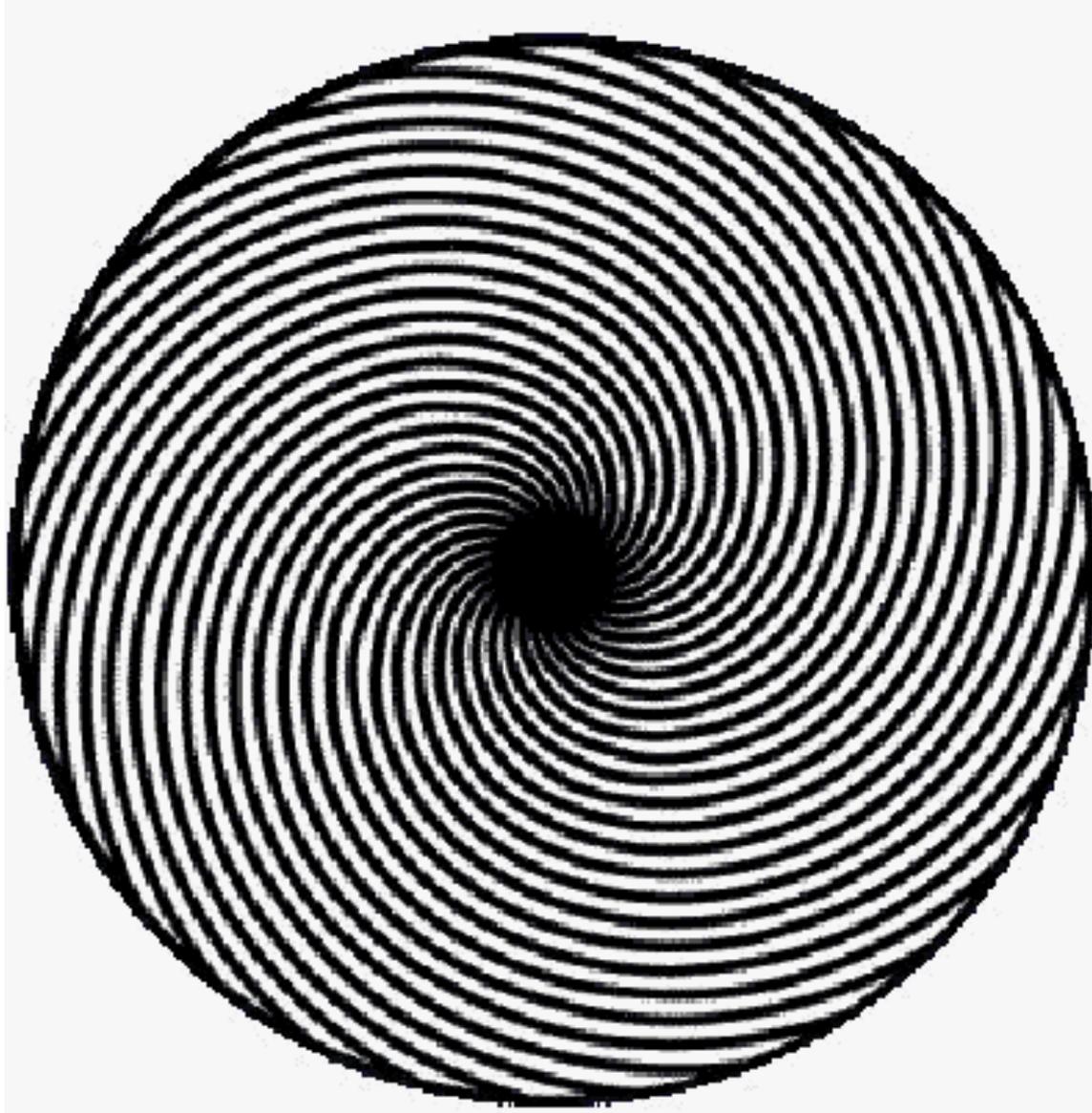


*il testo in blu appare più lontano che
il testo in rosso appare più vicino che
il testo in blu appare più lontano che
il testo in rosso appare più vicino che
il testo in blu appare più lontano che
il testo in rosso appare più vicino che
il testo in blu appare più lontano che
il testo in rosso appare più vicino che*

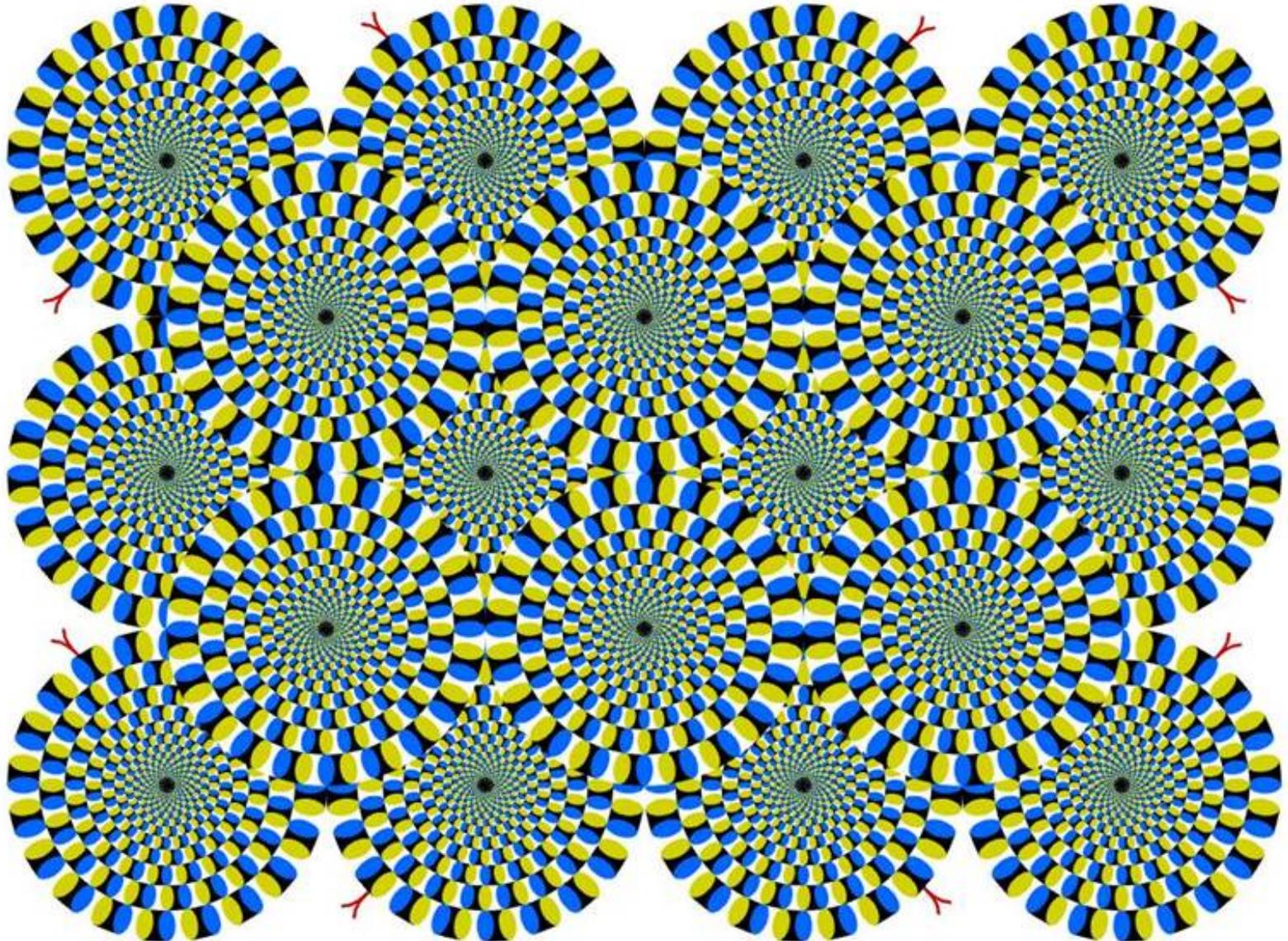
Distanza e Movimento



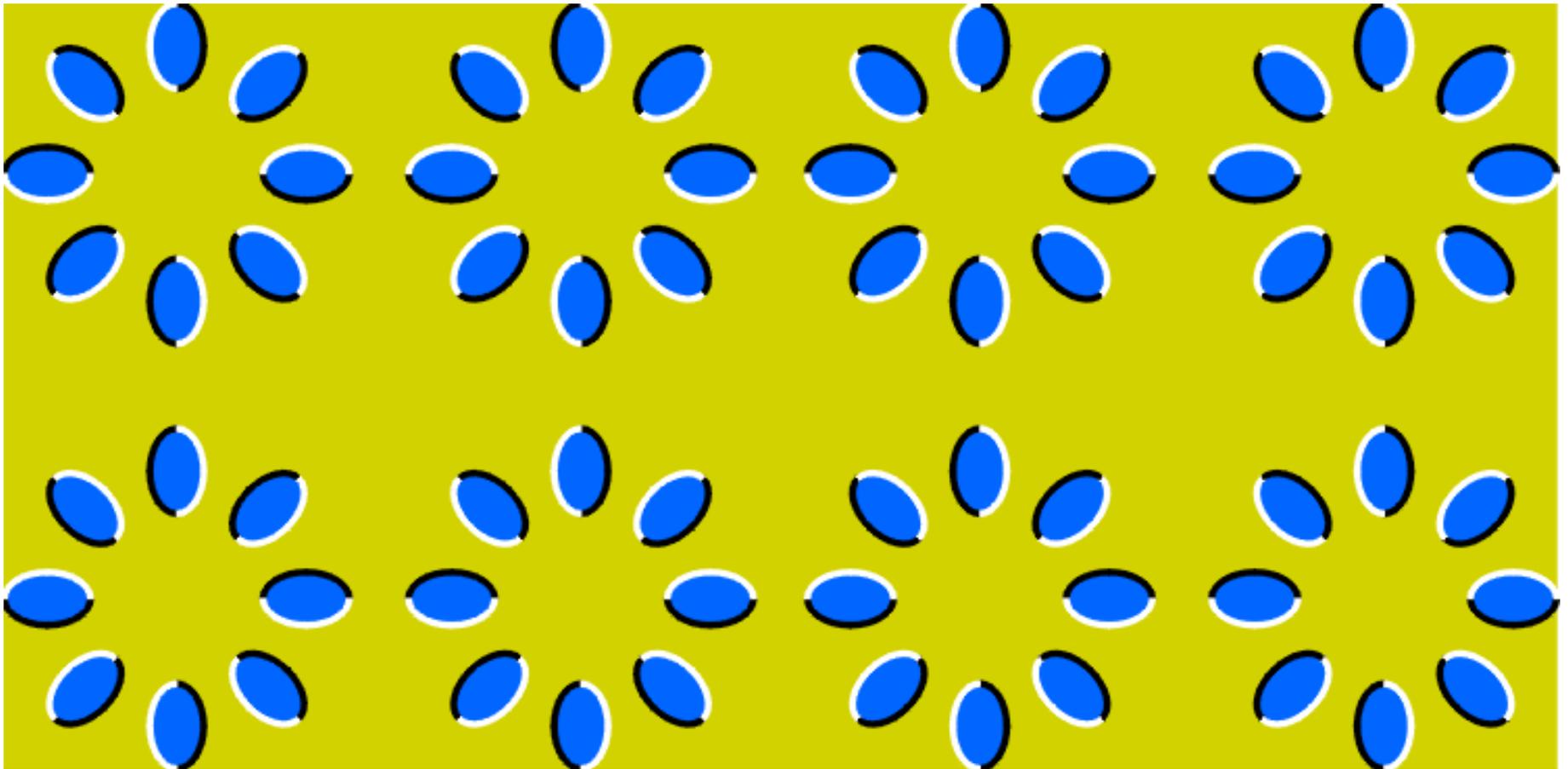
Distanza e Movimento



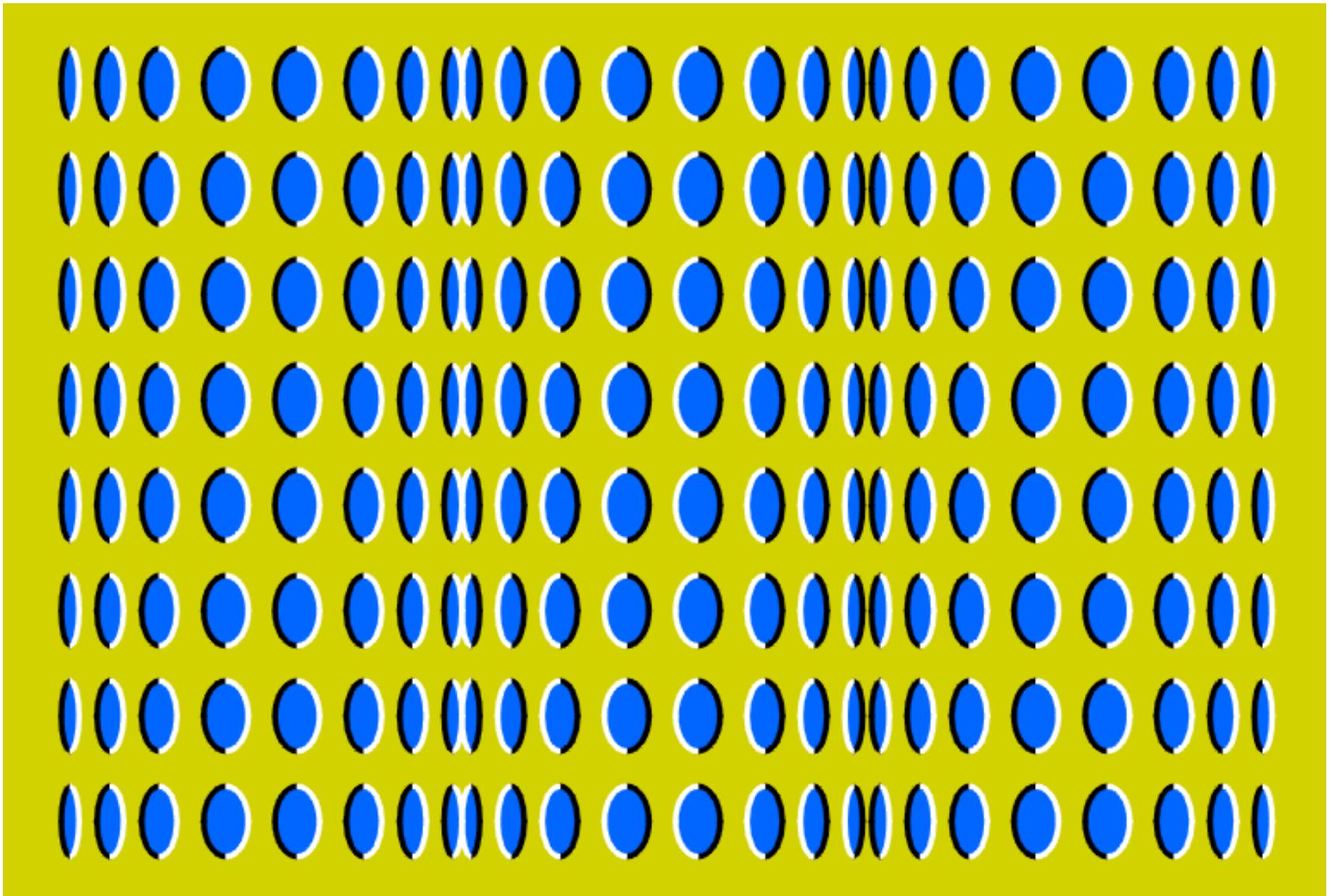
Distanza e Movimento



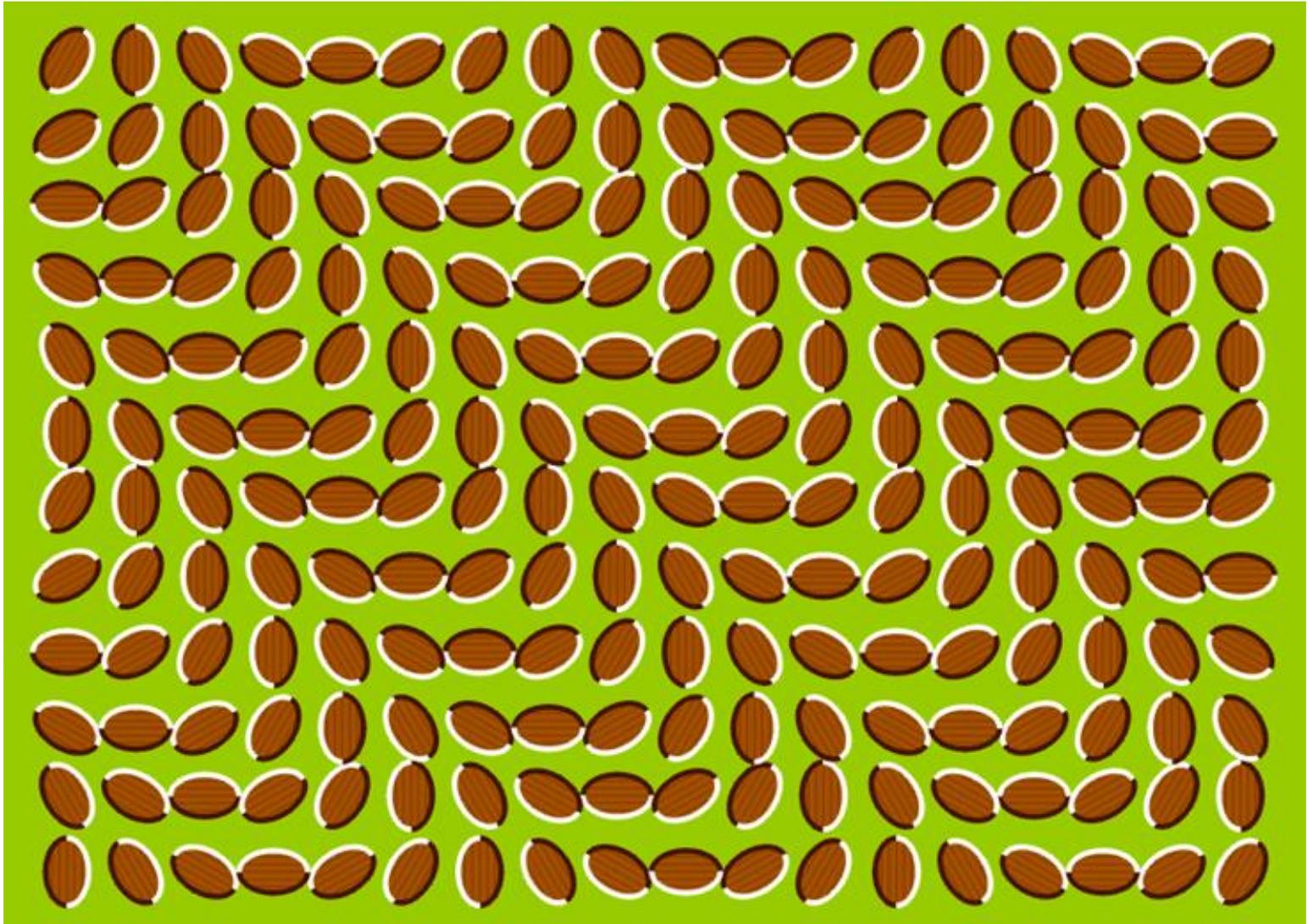
Distanza e Movimento



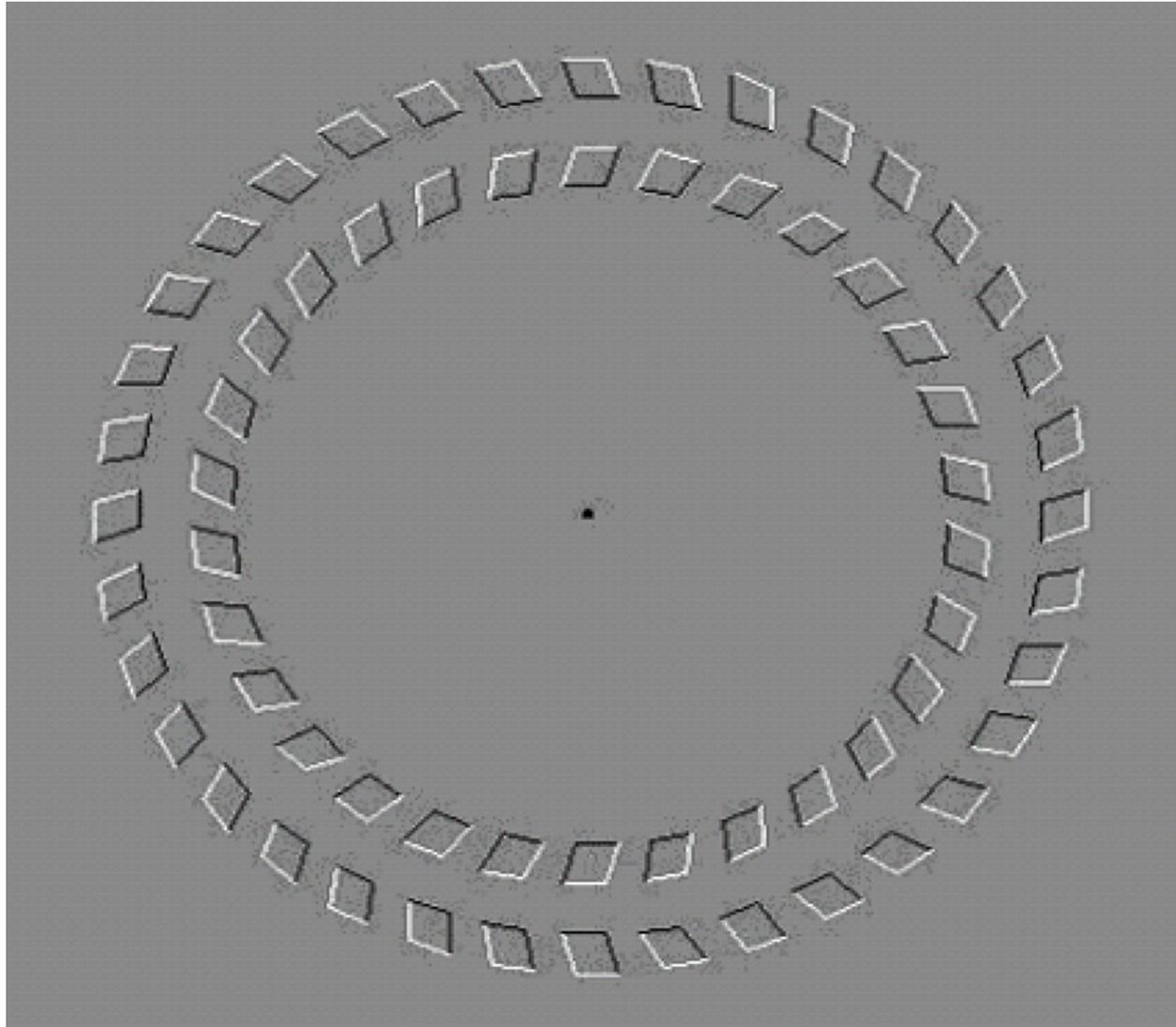
Distanza e Movimento



Distanza e Movimento



Distanza e Movimento



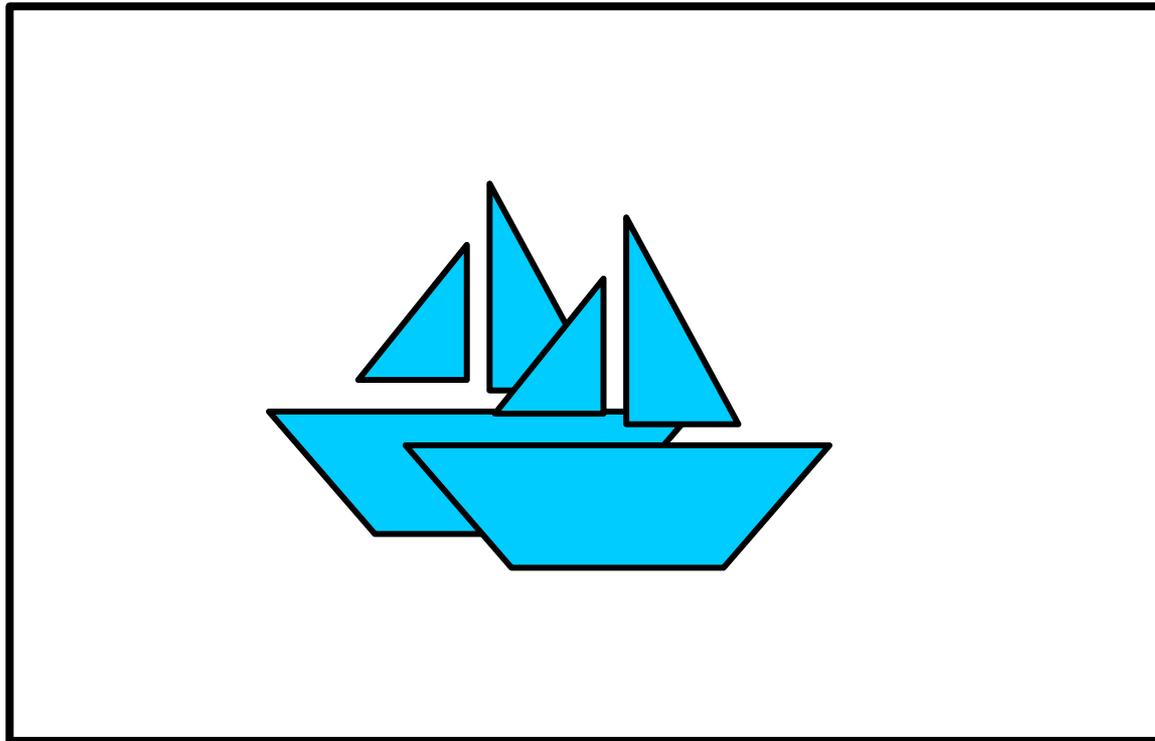
Distanza e Movimento

Gli *indizi pittorici* (o *psicologici*) sono:

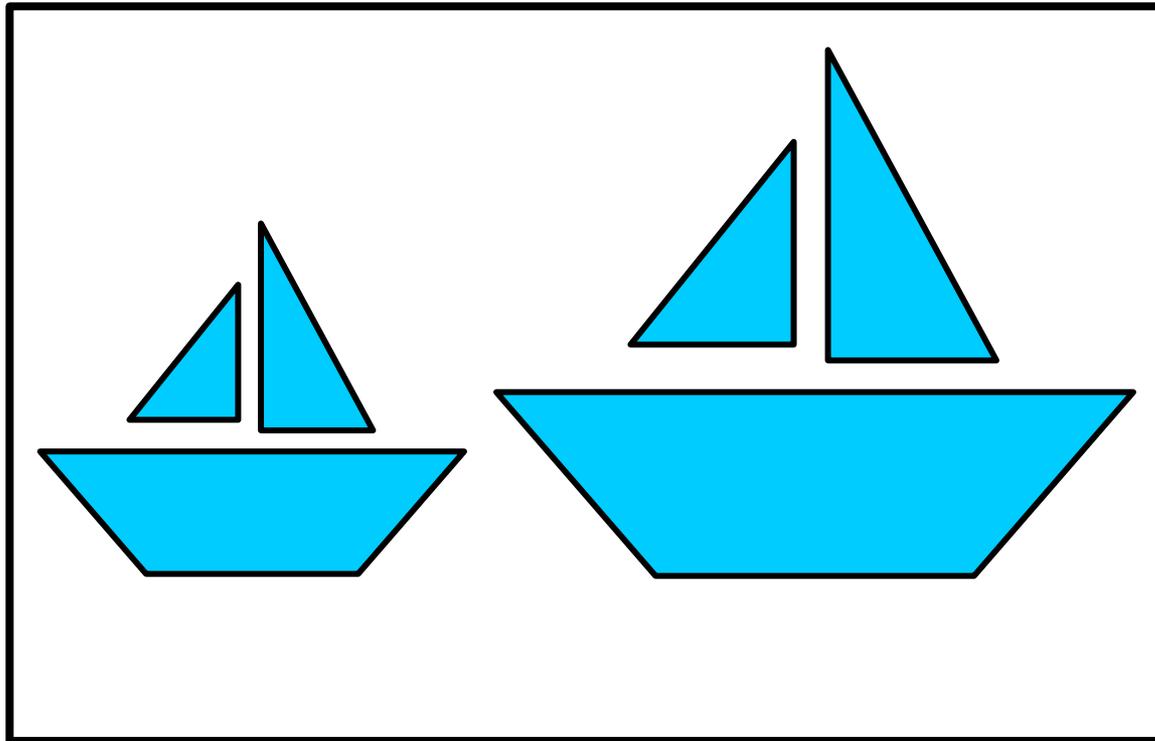
- L'**occlusione**: quando un oggetto è interposto, nascondendone quindi in parte un altro, il secondo viene automaticamente percepito come più lontano.
- La **grandezza relativa**: a parità di condizioni, l'oggetto più grande viene visto più vicino.
- L'**altezza relativa**: sotto all'orizzonte, oggetti più in alto nel campo visivo appaiono più lontani.
- La **luminosità**: l'oggetto più luminoso appare più vicino.
- La **prospettiva aerea**: gli oggetti più nitidi e brillanti sono visti più vicini.
- La **prospettiva lineare**: le linee parallele tendono a convergere all'aumentare della distanza.
- Il **gradiente di tessitura**: gli oggetti con trama più fitta appaiono più lontani.
- La **dimensione familiare**: la conoscenza delle dimensioni degli oggetti aiuta a giudicare la distanza da essi e da quelli che li circondano.

→ **Rispecchiano il funzionamento della mente nell'organizzare i dati sensoriali.**

L'**occlusione** (o **interposizione** o **sovrapposizione**): quando un oggetto nasconde in parte un altro, il secondo (oggetto occluso) viene automaticamente percepito come più lontano, dietro all'oggetto che lo copre (oggetto occludente). Notare che per l'oggetto occluso vale anche un altro fenomeno percettivo, il **completamento amodale**: "completamento" perché l'oggetto occluso appare completarsi dietro l'occludente, e "amodale" perché la parte nascosta è presente nella nostra esperienza ma non è specificata nella modalità sensoriale.



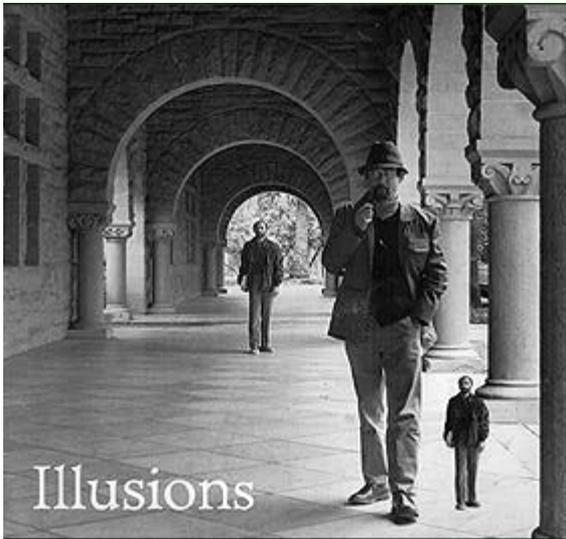
La **grandezza relativa**: a parità di condizioni, l'oggetto più grande viene visto più vicino.



La **grandezza relativa**: a parità di condizioni, l'oggetto più grande viene visto più vicino.

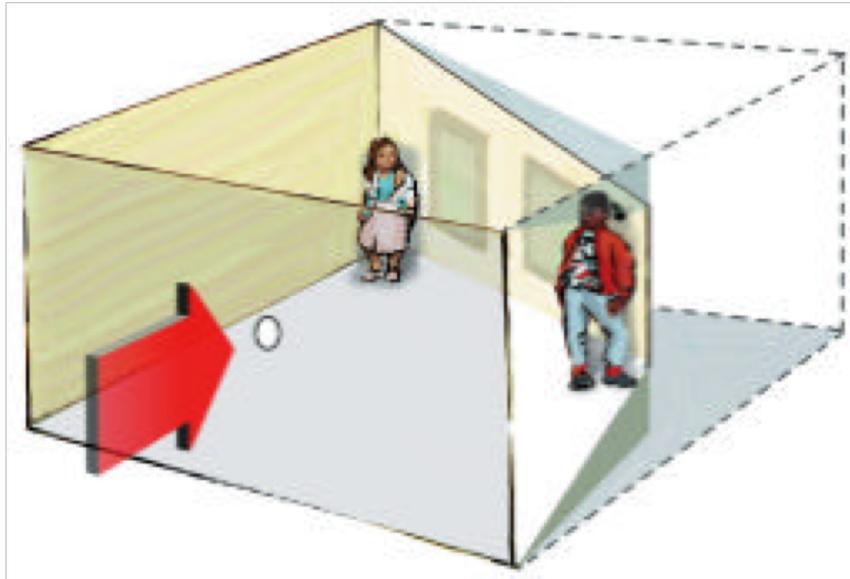
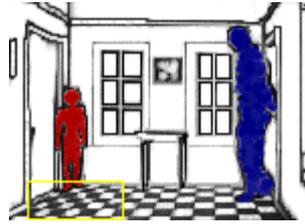
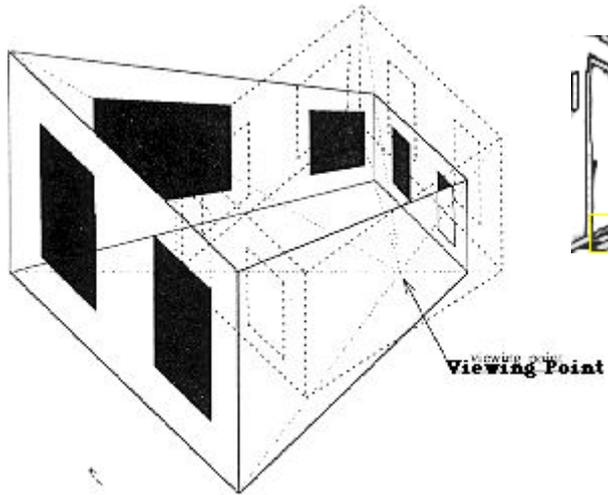


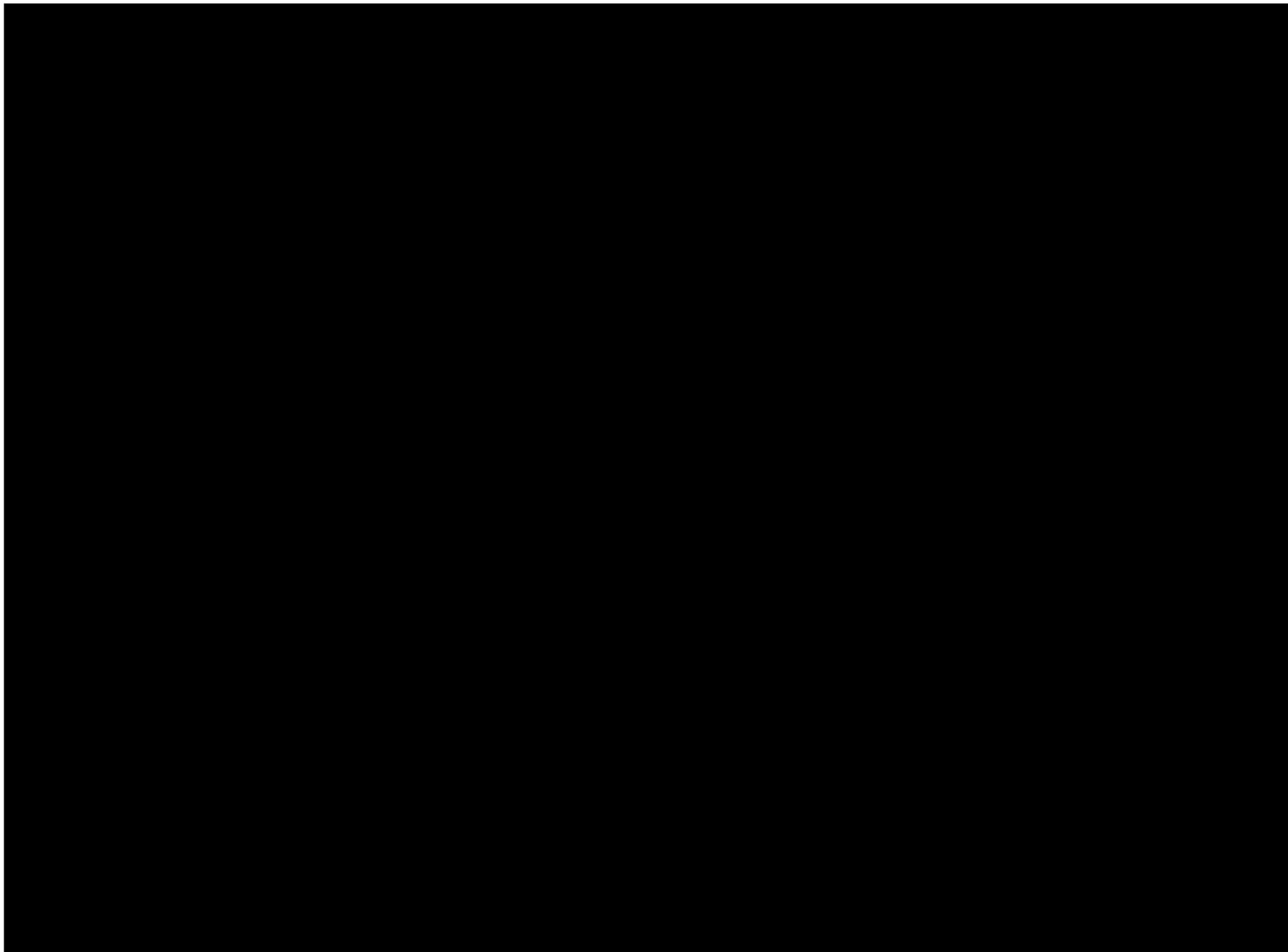
Per effetto della **costanza di grandezza**, un uomo viene visto più lontano e non più piccolo.



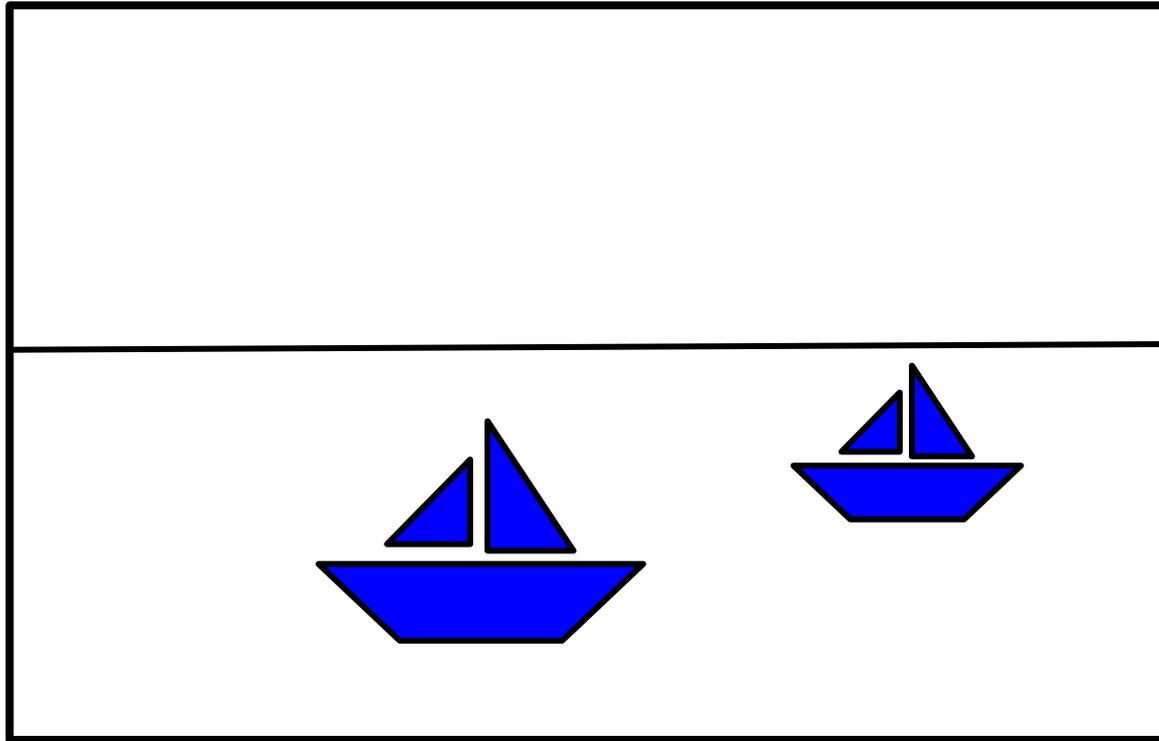
Infatti, le variazioni registrate di grandezza sono percepite come variazioni di distanza, mentre la grandezza percepita si mantiene costante.

Tranne che... (**Stanza di Ames**)

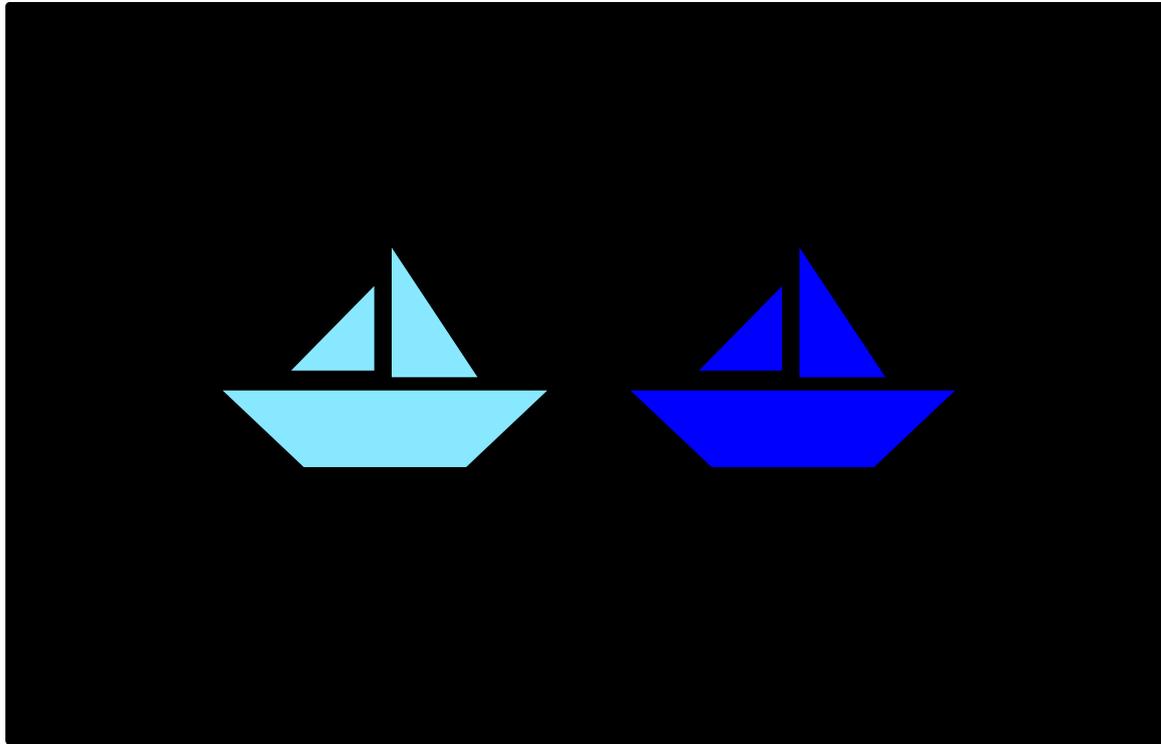




L'altezza relativa: sotto all'orizzonte, oggetti più in alto nel campo visivo appaiono più lontani. Quando un osservatore giudica la distanza di un oggetto, considera la sua altezza nel campo visivo in relazione all'altro oggetto.

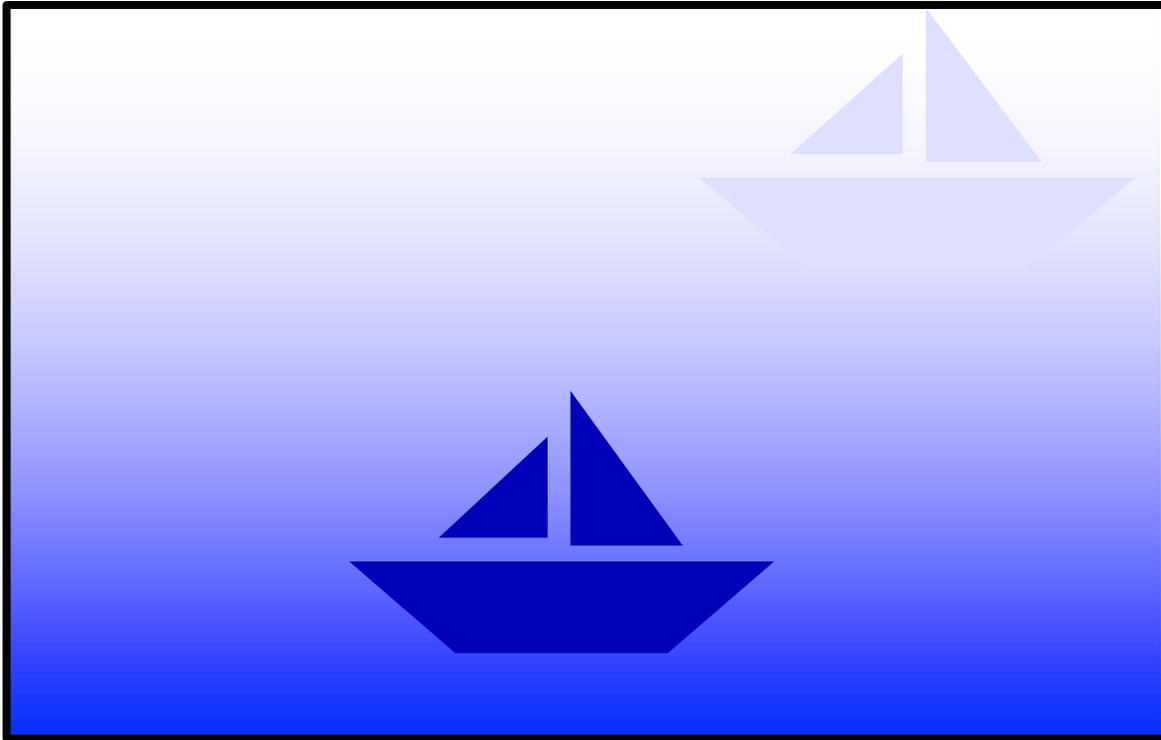


La **luminosità**: l'oggetto più luminoso appare più vicino.

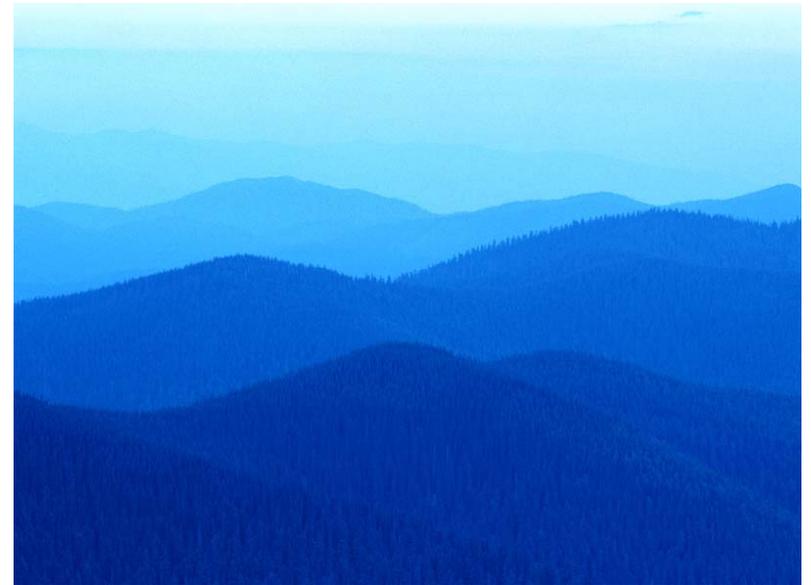


La **prospettiva aerea**: gli oggetti più nitidi e brillanti sono visti più vicini.

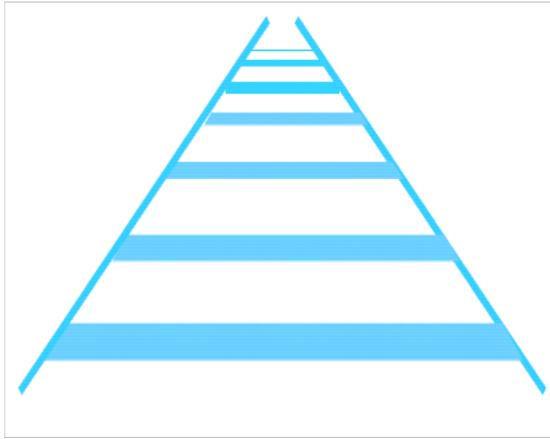
L'aria contiene particelle microscopiche di polvere e umidità che fanno apparire gli oggetti lontani sfuocati o nebbiosi, e questo effetto viene usato per giudicare la distanza.



La **prospettiva aerea**: le montagne più lontane appaiono grigio-azzurro.



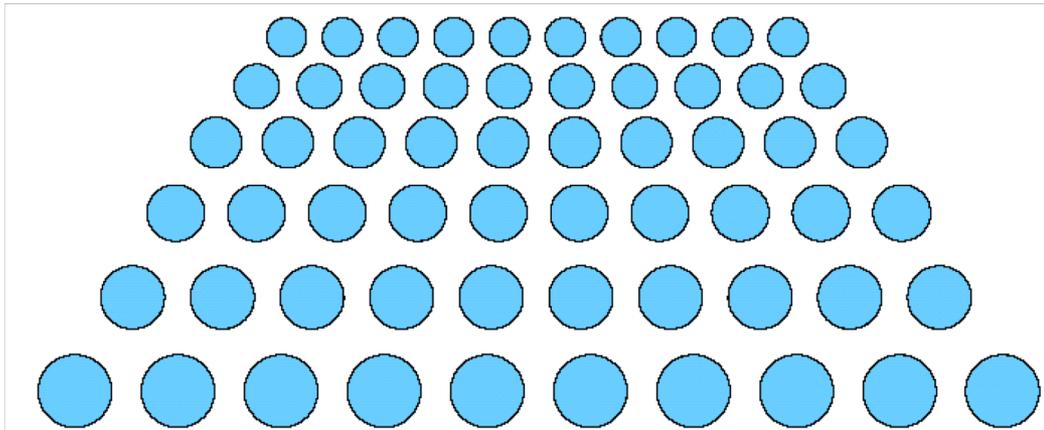
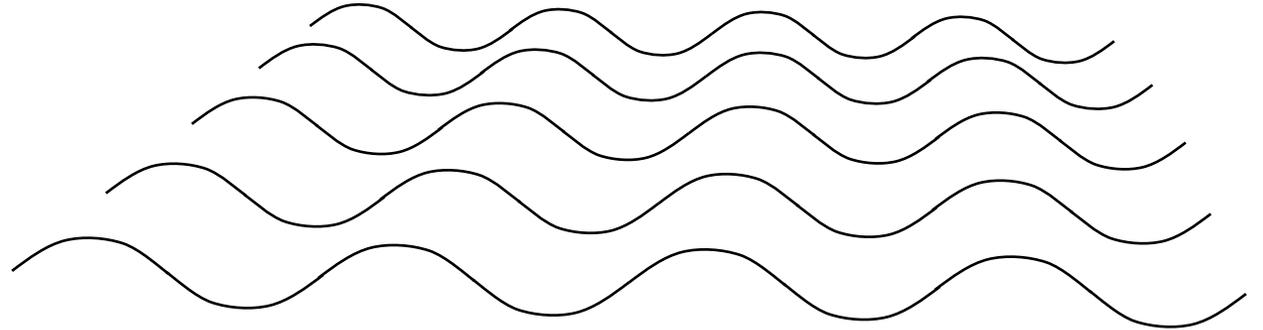
La **prospettiva lineare**: le linee parallele tendono a convergere all'aumentare della distanza.



Il gradiente di tessitura: gli oggetti con trama più fitta appaiono più lontani.

Un gradiente di tessitura si osserva ogni volta che una superficie viene vista in prospettiva invece che direttamente dall'alto.

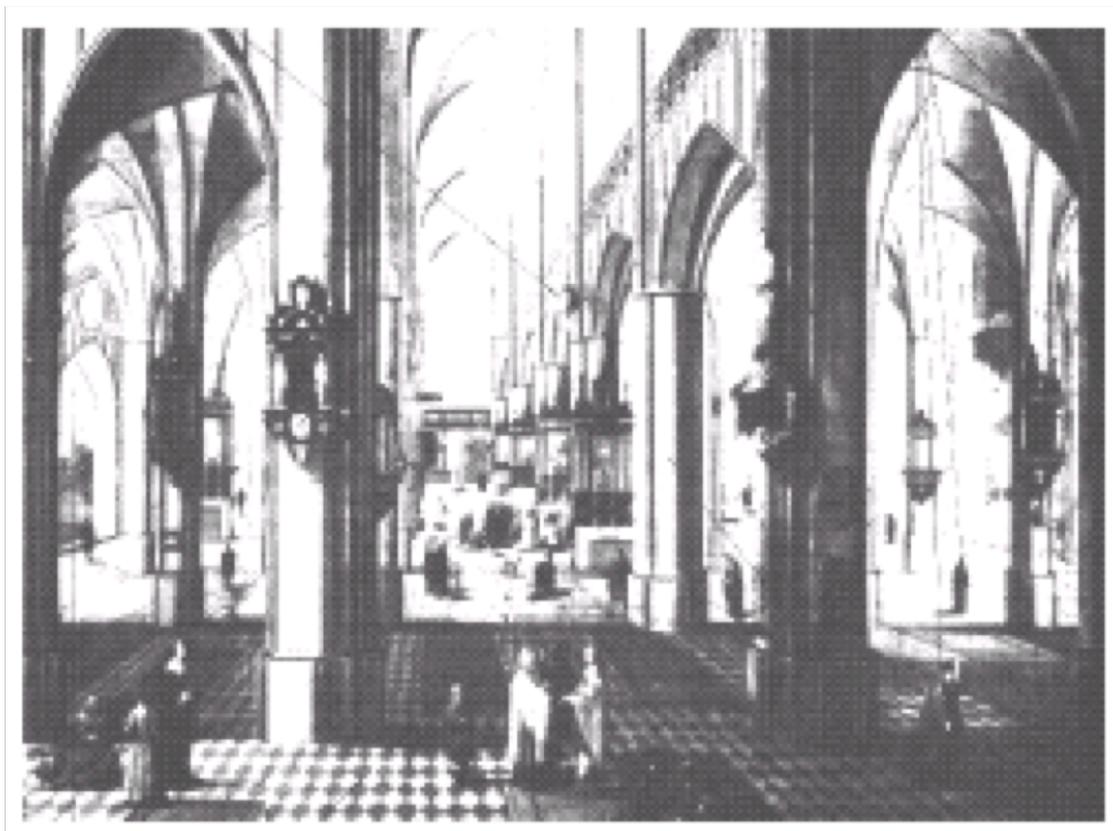
La tessitura diviene più densa e meno dettagliata mano a mano che la superficie si allontana sullo sfondo, e questa trasformazione aiuta a giudicare la profondità.



Il gradiente di tessitura: gli oggetti con trama più fitta appaiono più lontani.

Un gradiente di tessitura si osserva ogni volta che una superficie viene vista in prospettiva invece che direttamente dall'alto.

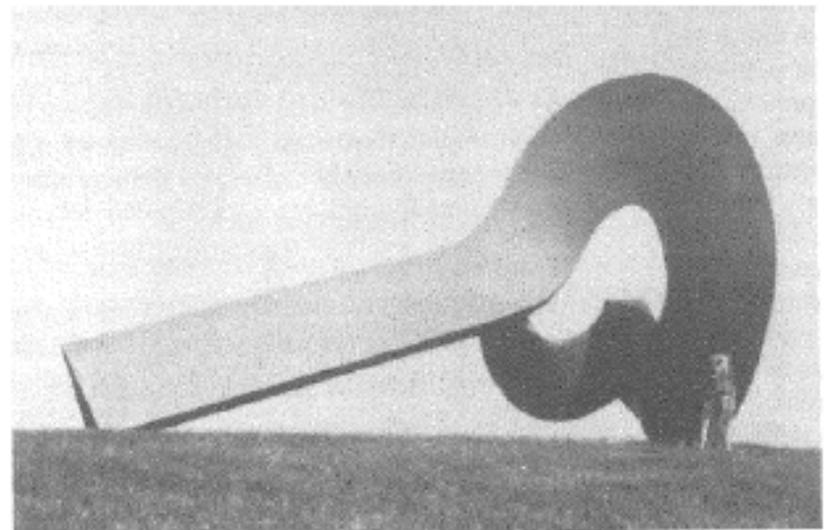
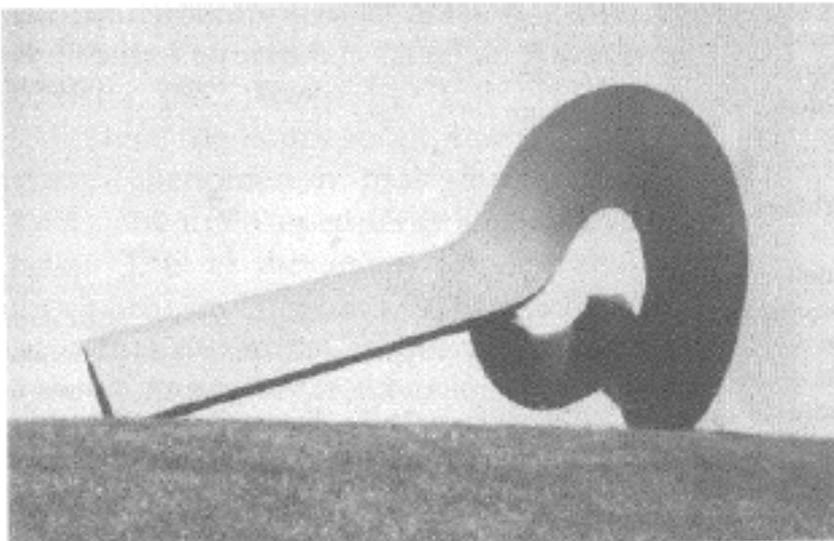
La tessitura diviene più densa e meno dettagliata mano a mano che la superficie si allontana sullo sfondo, e questa trasformazione aiuta a giudicare la profondità.



Dimensione familiare

A prescindere dall'angolo visivo che ricoprono, è molto difficile stimare la distanza di oggetti nuovi, che non abbiamo mai visto prima.

Questa operazione diventa immediatamente più facile se abbiamo a disposizione degli oggetti familiari che possono essere usati come riferimento.



Distanza e Movimento

Gli indizi fisiologici sono meno forti di quelli psicologici, e in caso di contrasto, prevalgono i secondi sui primi.

Studiare la visione stereoscopica

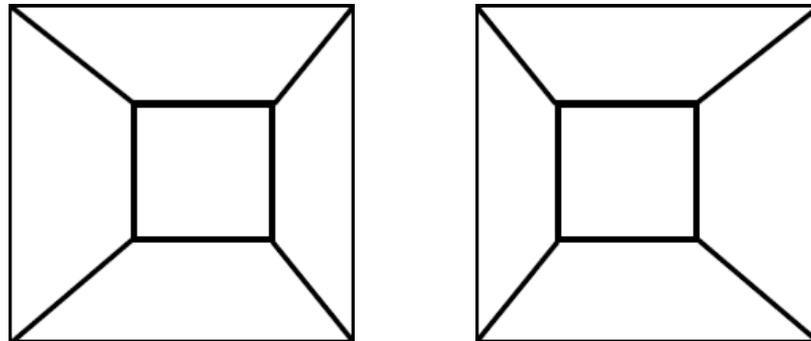
Molti ma non tutti percepiscono la profondità ottenuta dalla stereopsi, una condizione conosciuta come **stereoblindness**.

Può esser causata per esempio di disturbi visivi patiti durante l'infanzia, come lo strabismo, che consiste in un errato allineamento dei due occhi.

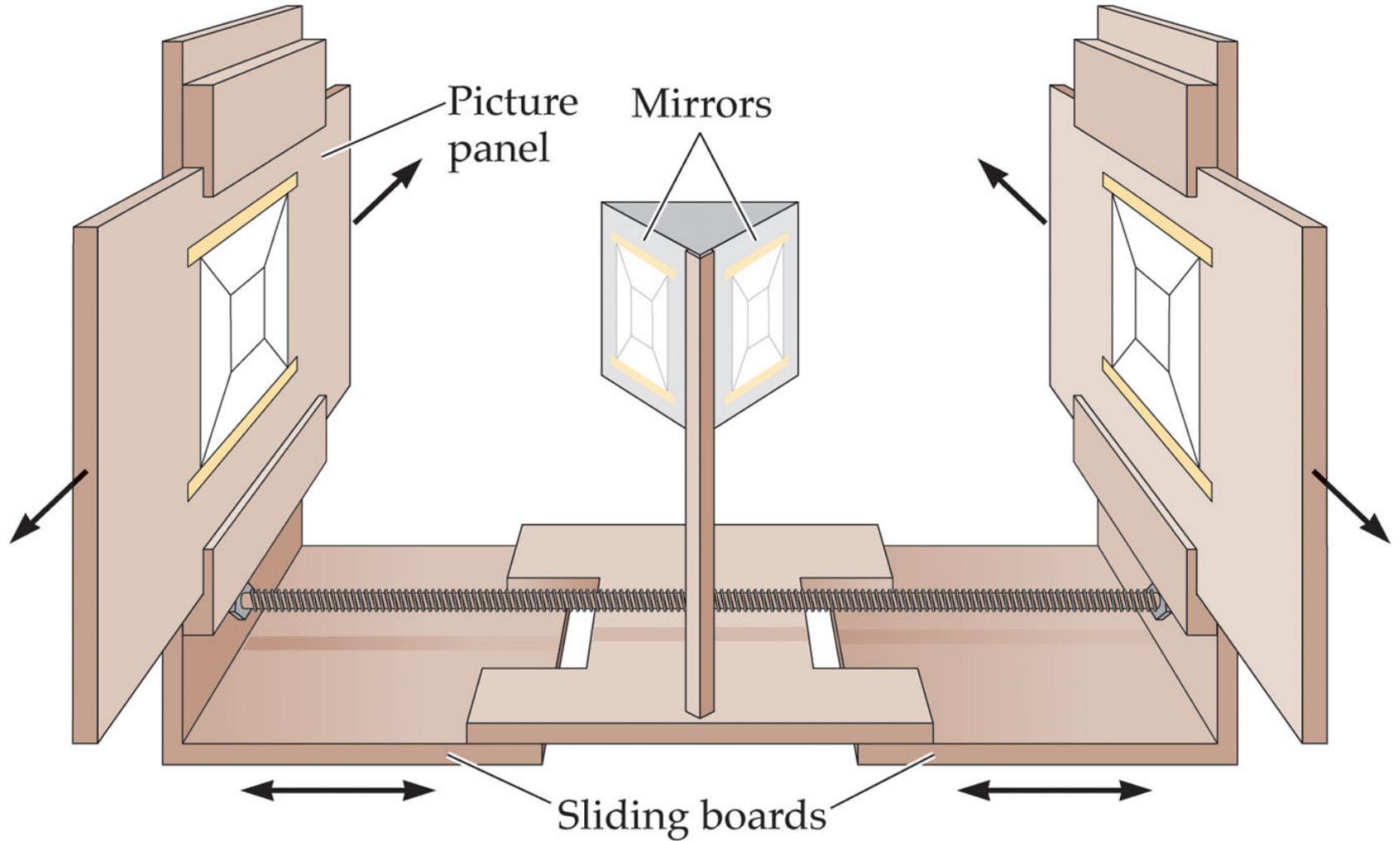
Gli stereogrammi

Sono delle immagini che differiscono fra loro quanto potrebbero differire se fossero osservate dai nostri due occhi separatamente.

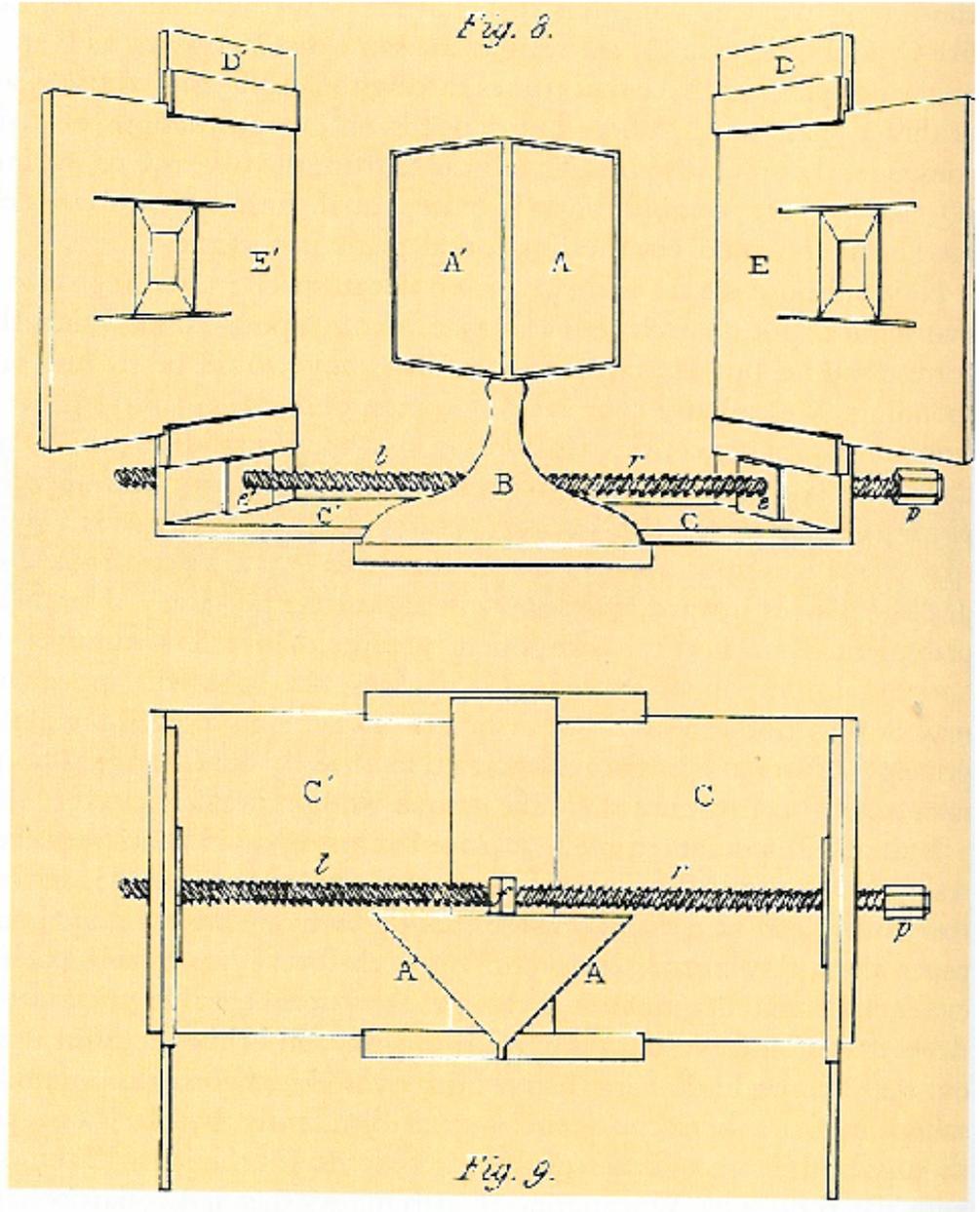
I primi stereogrammi risalgono al 1838 ad opera del fisico inglese Charles Wheatstone, che inventò lo **stereoscopio**, apparecchio che ricomponeva, grazie ad un sistema di specchi, due immagini poste a pochi centimetri l'una dall'altra e raffiguranti lo stesso oggetto, ma con un angolo di visuale leggermente diverso.



Lo stereoscopio di Wheatstone



Lo stereoscopio di Wheatstone

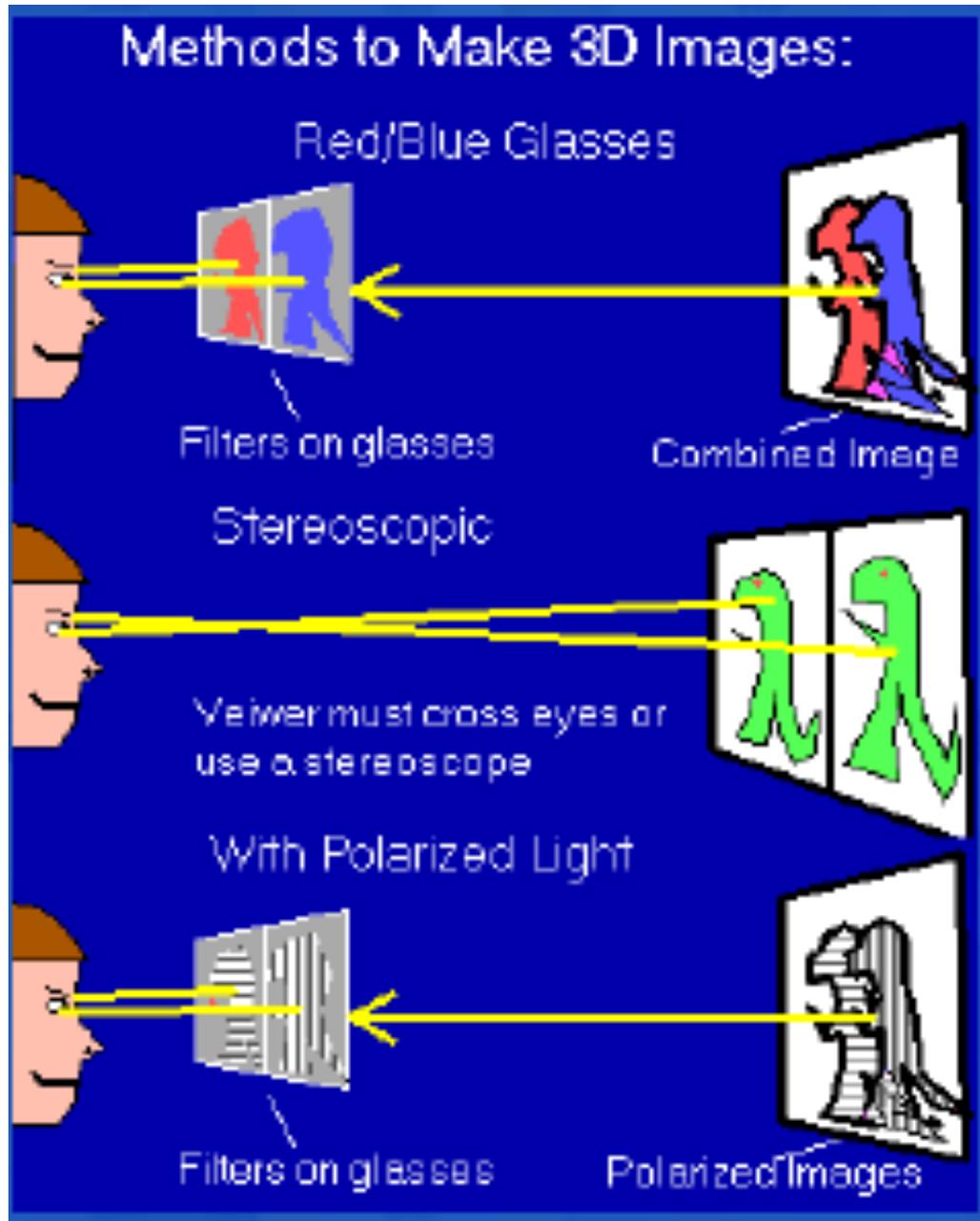


Vedere gli stereogrammi

Il modo più efficace per vedere la tridimensionalità generata dagli stereogrammi è usare uno *stereoscopio*, che mostrando le due immagini separatamente ad ogni occhio ci porta a fondere le due immagini in una sola, tridimensionale.



Vedere gli stereogrammi



Gli anaglifi

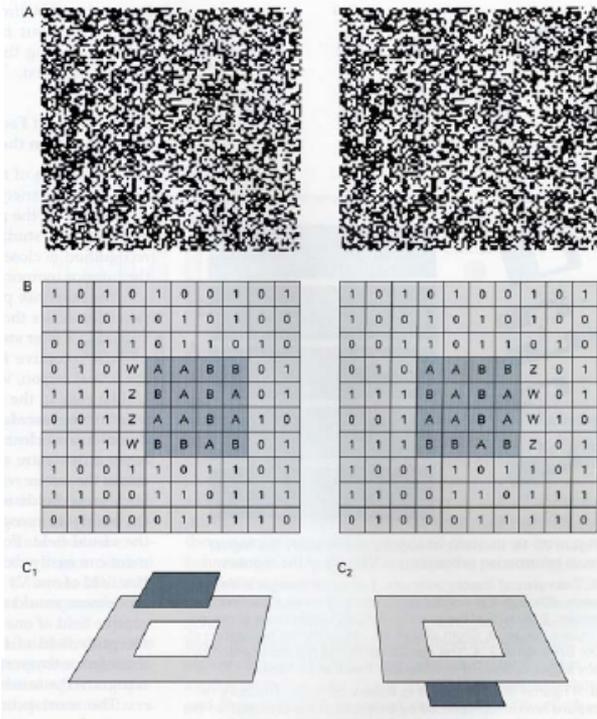
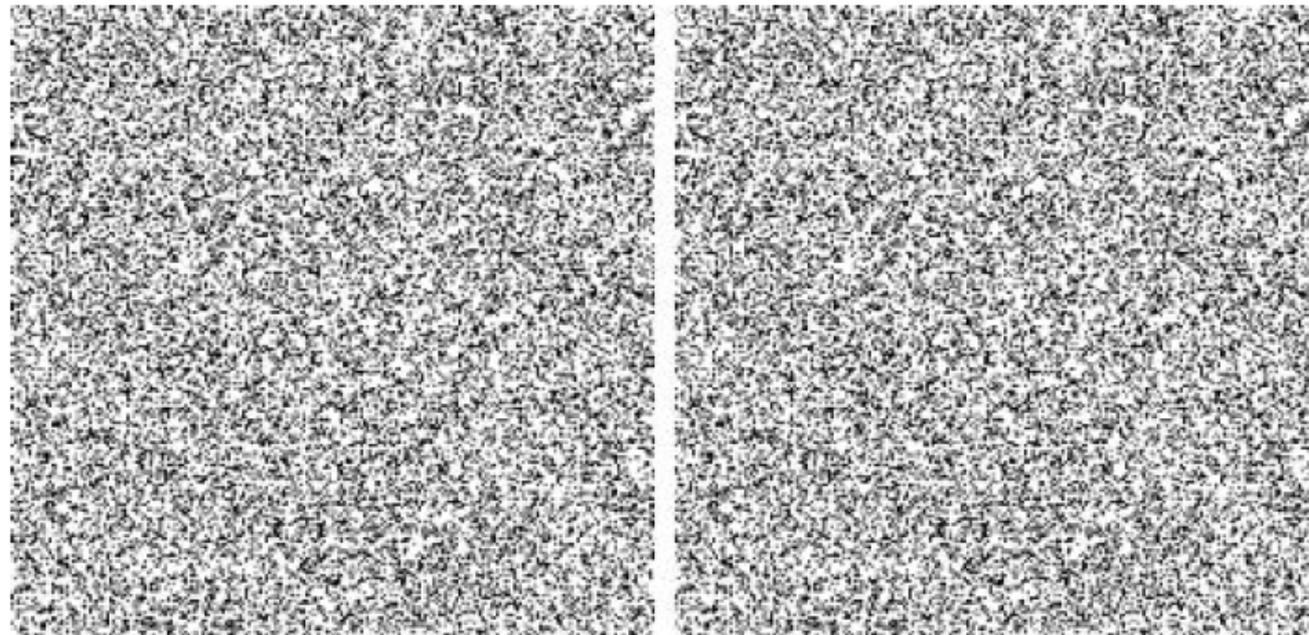
Indossando degli occhiali con una lente rossa e una verde (o blu) le linee rosse vengono viste da un occhio e quelle verdi (o blu) dall'altro, creando un'illusione di profondità stereoscopica.



I random-dot stereograms (Julesz)

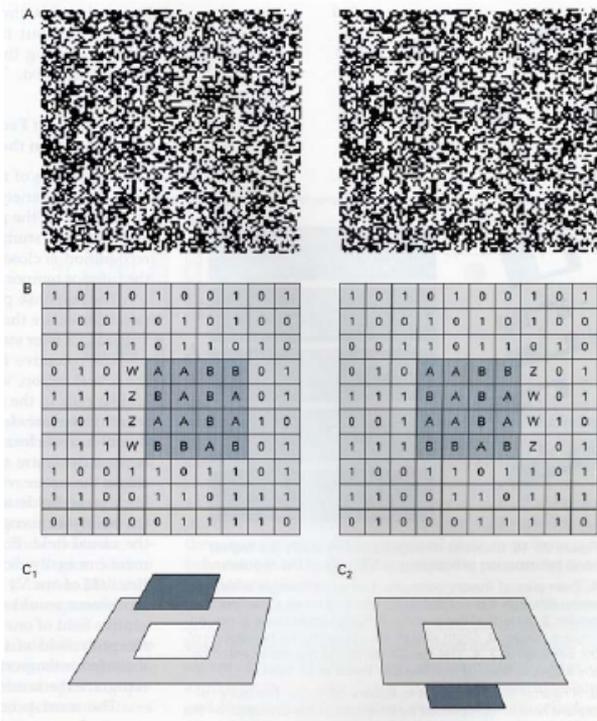
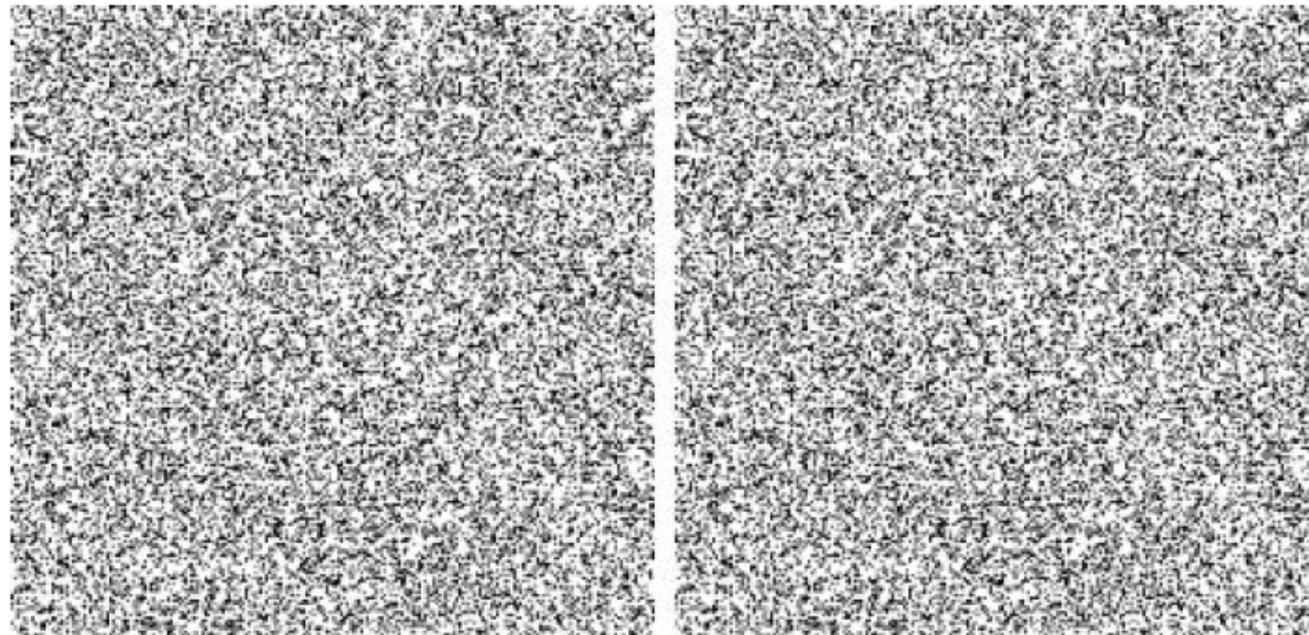
La visione della tridimensionalità può essere ottenuta anche usando stereogrammi molto semplificati.

Risalgono agli anni '70, e consistono in un'apparente coppia di disegni puntiformi casuali che invece forniscono, in particolari condizioni di osservazione, una singola immagine tridimensionale.



I random-dot stereograms (Julesz)

Gli stereogrammi “Random dot” possono solo essere visti utilizzando indici di profondità binoculari: essi infatti non contengono indici di profondità monoculari.



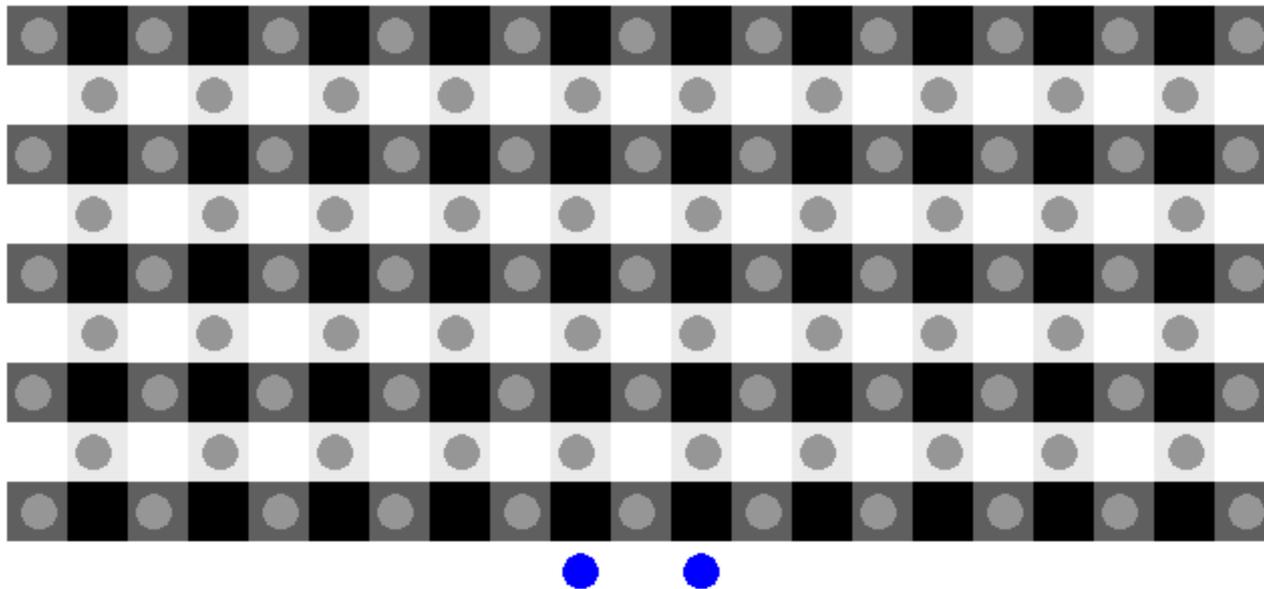
Autostereogrammi

Un autostereogramma è uno stereogramma a immagine singola, studiato per creare l'illusione visiva di una scena 3D da un'immagine 2D.

Quando visti con la vergenza appropriata i pattern appaiono galleggiare sopra o sotto lo sfondo. Ogni pixel dell'immagine è calcolato da una mappa di profondità.

Gli autostereogrammi sono simili agli stereogrammi normali solo che non devono essere visti tramite uno stereoscopio.

Possono essere visti in uno di due modi: in uno è richiesto che gli occhi adottino un angolo il più possibile parallelo, nell'altro viene richiesto di convergere gli occhi.

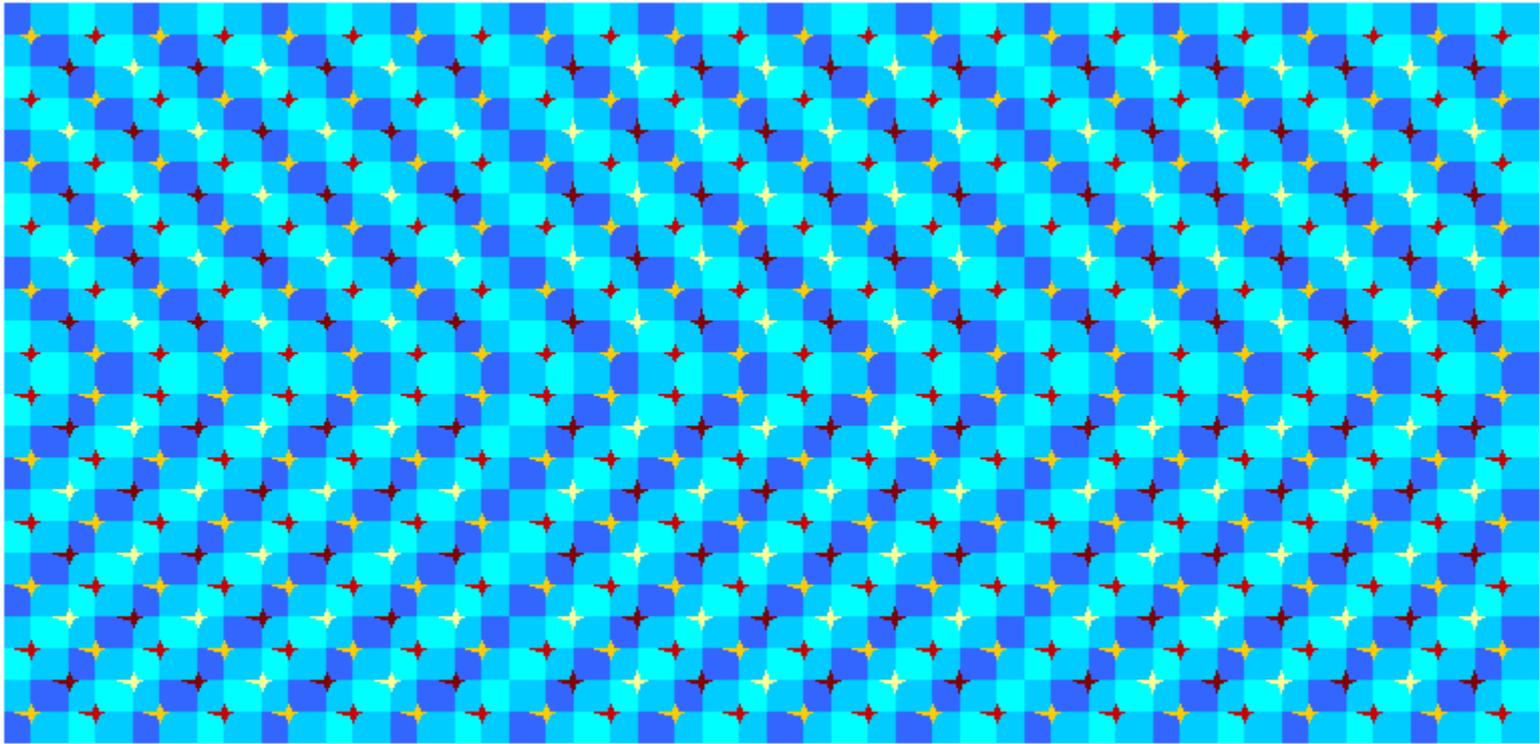


In questo autostereogramma i punti appaiono a diverse profondità.

Autostereogrammi

I SIS (Single Image Stereograms) riescono ad incorporare in una singola immagine le informazioni di due RDS.

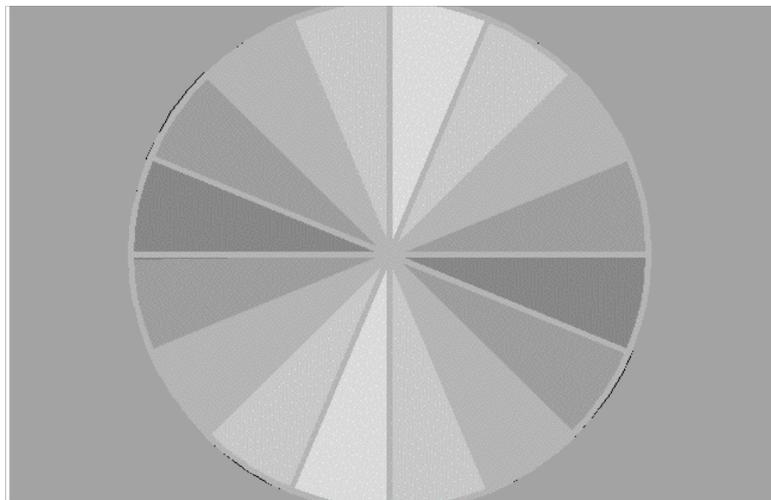
L'immagine viene creata tramite un pattern di punti apparentemente casuali, ma che invece, sapientemente disposti, formano il profilo della figura nascosta.



L'autostereogramma 'Rankyo' di Kitaoka rappresenta un fiume con foglie che galleggiano.

Distanza e Movimento

Alcuni esempi di illusioni di movimento:



Distanza e Movimento

Alcuni esempi di illusioni di movimento:



La percezione del movimento

Movimento biologico

Movimento biologico o biomeccanico (Johansson, 1973).

Un attore vestito di nero, al buio, con 12 punti luminosi posti sulle giunture significative.

Se è fermo è irriconoscibile, mentre se si muove, in 100 msec si capisce che è una persona.

Abbiamo anche la capacità di identificarne il genere. E siamo in grado anche di distinguere diversi animali.

<https://www.biomotionlab.ca/Demos/BMLwalker.html>



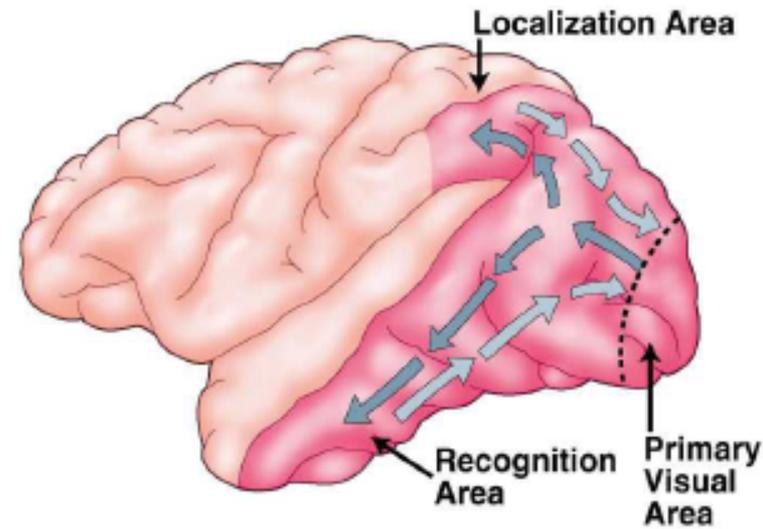
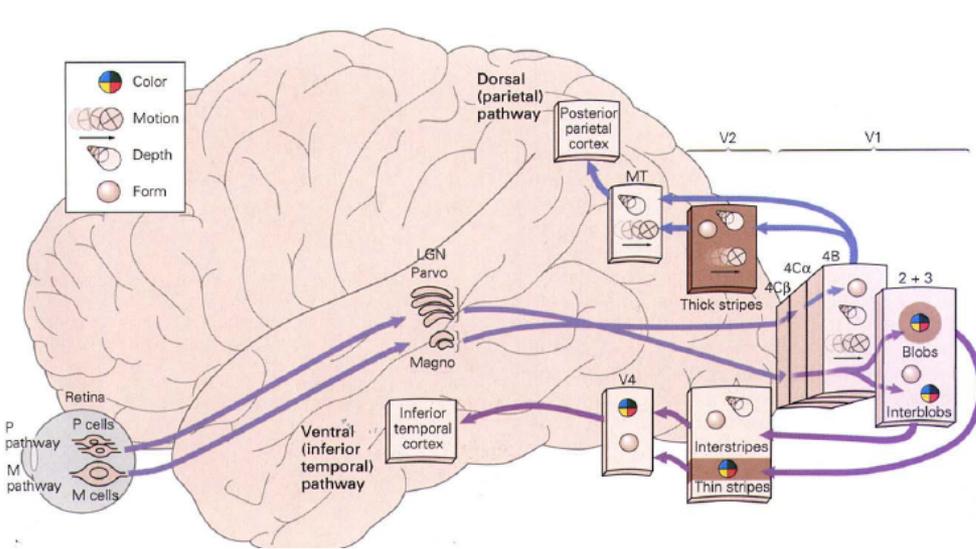
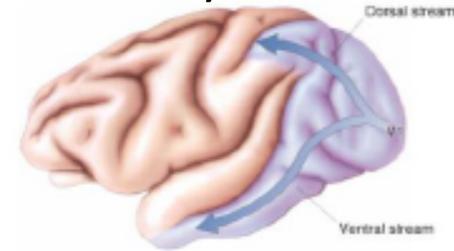


Percepire per ri-conoscere, percepire per agire

Ci sono due vie visione-azione (Goodale e Milner, 1995):

1. una via diretta visione-azione, mediata dal sistema **dorsale** *how-come* (affordances?)

2. una via indiretta visione-semantic-azione, mediata dal sistema **ventrale** *what-cosa*



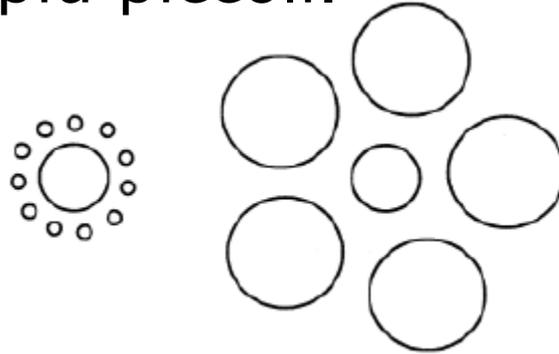
Percezione e azione

Una corretta percezione dell'ambiente circostante è fondamentale per consentire la preparazione e l'esecuzione di movimenti appropriati.

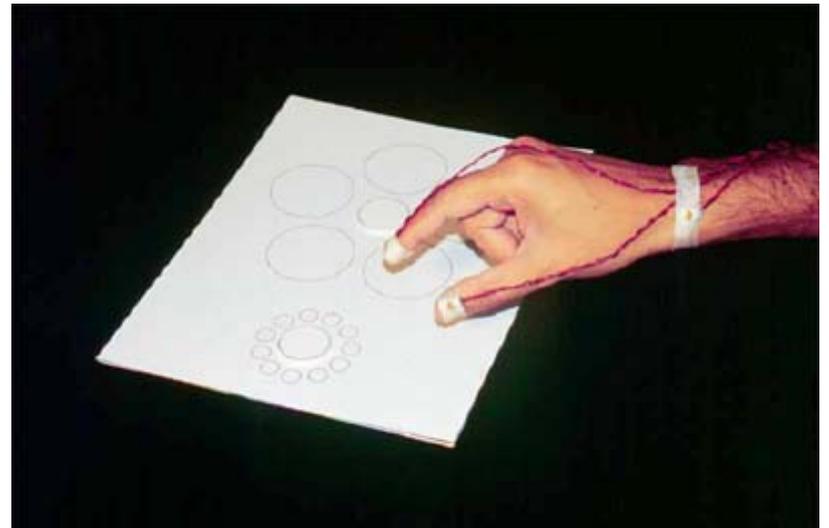
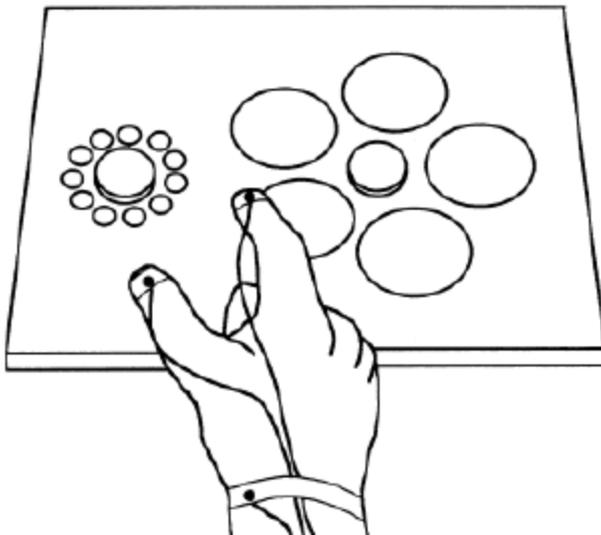
Una parte del sistema visivo è principalmente coinvolta nel tradurre le informazioni sensoriali in codici utilizzabili per guidare il comportamento.

Percezione "passiva" e "attiva"

Nell'illusione di Ebbinghaus vediamo più grande il cerchio circondato da dischi più piccoli.



Se però il cerchio è un disco da afferrare, la nostra mano assumerà la forma più adatta per raccogliere il disco nella sua dimensione *reale*, indipendentemente da quella percepita.



Il sistema mirror

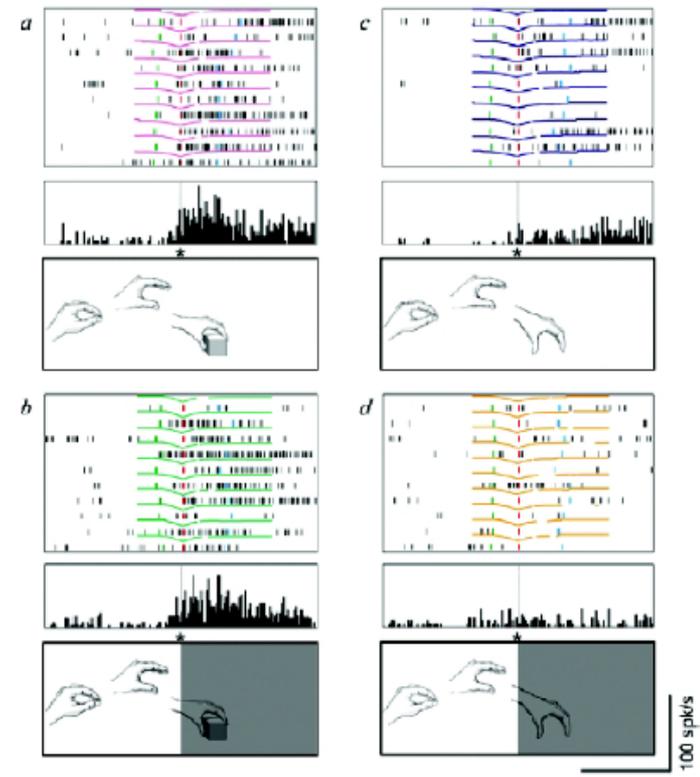
L'area premotoria F5 fa parte di un sistema detto **mirror**, che contiene neuroni che rispondono durante l'esecuzione di movimenti di afferramento, anche quando questi movimenti sono compiuti da altri individui.

Per questo vengono chiamati **neuroni specchio**.

La loro esistenza è stata rilevata per la prima volta verso la metà degli anni '90 dal gruppo di ricerca di Giacomo Rizzolatti presso il dipartimento di neuroscienze dell'Università di Parma.

Per ottenere attivazione nei neuroni mirror è necessario che l'azione sia *finalizzata* all'afferramento dell'oggetto.

In questo caso i neuroni rispondono anche quando il movimento effettivo *non è visibile*.



Il sistema mirror

I neuroni specchio, più in generale, sono neuroni specifici che si attivano sia quando si compie un'azione sia quando la si osserva mentre è compiuta da altri (in particolare conspecifici).

I neuroni dell'osservatore "rispecchiano" quindi il comportamento dell'osservato, come se stesse compiendo l'azione egli stesso.

Non è necessaria un'effettiva interazione con gli oggetti: i neuroni-specchio si attivano anche quando l'azione è semplicemente mimata.

Sono stati individuati nei primati, in alcuni uccelli e nell'uomo. Nell'uomo, oltre ad essere localizzati in aree motorie e premotorie, si trovano anche nell'area di Broca e nella corteccia parietale inferiore. Ramachandran ha scritto un saggio sulla loro importanza potenziale nello studio dell'imitazione e del linguaggio.

Il sistema umano dei neuroni specchio codifica atti motori transitivi e intransitivi, è cioè capace di codificare sia il tipo di azione che la sequenza dei movimenti di cui essa è composta. Anche se il loro ruolo primario rimane quello di comprendere le azioni altrui, il contesto umano è evidentemente più complesso.



Due siti

<https://www.michaelbach.de/ot/>

<https://www.illusionsindex.org/>