

- **1791.** Nasce l'idea del metro. L'Accademia delle Scienze di Parigi lo definisce come la decimilionesima parte dell'arco di meridiano terrestre tra il Polo Nord e l'Equatore.
- **1795.** Il metro diventa unità di misura ufficiale in Francia.
- **1799.** Viene realizzato il primo campione del metro: *una sbarra di platino*.
- **1889.** Viene ridefinito il metro come la distanza tra due linee incise su una barra di platino-iridio.
- **1960.** Il metro viene definito in base alla lunghezza d'onda di una particolare radiazione emessa da un atomo di cripton.
- **1983.** L'attuale definizione: *il metro è la lunghezza del percorso compiuto dalla luce nel vuoto nell'intervallo di tempo pari a  $\frac{1}{299\,792\,458}$  di secondo.*

## OSSERVAZIONE.

La necessità di una misurazione precisa e universale delle lunghezze ha spinto gli scienziati a cercare una definizione sempre più rigorosa e immutabile del metro. Le prime definizioni, legate alle dimensioni della Terra, si sono rivelate poco pratiche e difficili da replicare. Con l'avvento della metrologia moderna, si è passati a definizioni basate su oggetti fisici (come le barre di metallo) e successivamente su fenomeni fisici fondamentali (come la velocità della luce).

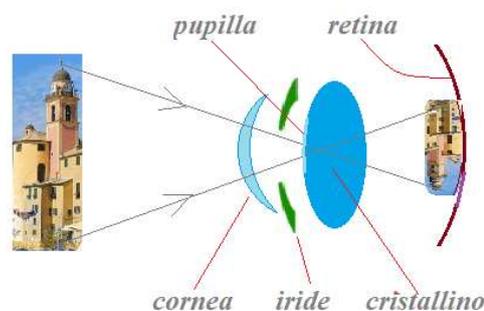
### 1. L'OCCHIO.

Nel processo della visione, l'immagine che si forma sulla retina è capovolta rispetto all'oggetto reale: essa è poi raddrizzata attraverso la sua elaborazione nel cervello.

Questo fenomeno, controintuitivo ovvero che non rispecchia i procedimenti e i meccanismi logici di un'intuizione, è un aspetto fondamentale del processo visivo. Vediamo come avviene questo "*prodigio*" e come il nostro cervello riesce a rimettere tutto a posto.

#### Come si forma l'immagine sulla retina?

- L'occhio umano può essere paragonato a una camera oscura. La luce proveniente da un oggetto passa attraverso la pupilla, viene focalizzata dal cristallino e proiettata sulla retina, che è la pellicola sensibile all'interno dell'occhio.
- Poiché la luce viaggia in linea retta, l'immagine che si forma sulla retina è un'inversione speculare dell'oggetto reale: ciò che è in alto appare in basso e viceversa.



#### Come il cervello "raddrizza" l'immagine?

- Sulla retina sono presenti delle cellule specializzate chiamate *cellule gangliari*, che raccolgono le informazioni visive provenienti dai fotorecettori (coni e bastoncelli) e le trasmettono al cervello attraverso il nervo ottico.
- Le informazioni visive raggiungono la corteccia visiva primaria, una regione del cervello situata nel lobo occipitale. Qui, le cellule nervose iniziano a elaborare le informazioni visive in modo complesso, ricostruendo l'immagine tridimensionale e orientata correttamente.
- Il processo di "*raddrizzamento*" dell'immagine è in gran parte inconscio e si sviluppa fin dalla nascita. Grazie all'esperienza visiva e all'apprendimento, il cervello impara a interpretare correttamente le informazioni provenienti dalla retina e a costruire una rappresentazione accurata del mondo esterno.
- Il nostro cervello non percepisce direttamente l'immagine sulla retina, ma costruisce una rappresentazione mentale del mondo esterno basandosi sulle informazioni visive. Questa rappresentazione è corretta e coerente con la nostra esperienza, anche se l'immagine iniziale sulla retina è capovolta.
- Il raddrizzamento dell'immagine è un processo così rapido e automatico di cui non ne siamo consapevoli.

In definitiva l'inversione dell'immagine sulla retina è un fenomeno affascinante che dimostra la complessità del nostro sistema visivo. Grazie all'elaborazione delle informazioni da parte del cervello, siamo in grado di percepire il mondo in modo corretto e orientato, senza renderci conto delle complesse trasformazioni che avvengono a livello neurale.

### **OSSERVAZIONE 1.**

La precedente spiegazione è una semplificazione del processo visivo, che in realtà è molto più complesso e coinvolge numerose aree del cervello.

### **OSSERVAZIONE 2.**

Il nostro cervello, a volte, può ingannarsi nell'interpretazione delle informazioni visive tanto da nascere le illusioni ottiche.

### **ILLUSIONI OTTICHE**

Le illusioni ottiche sono un modo affascinante di ingannare il nostro cervello e creare effetti visivi sorprendenti. E quando si combinano con il disegno, le possibilità diventano infinite.

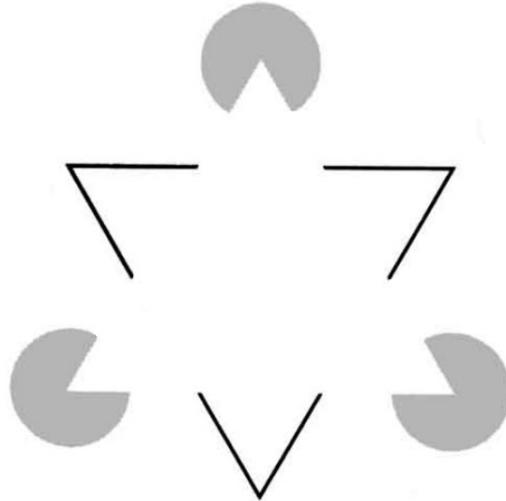
Le illusioni ottiche sono immagini che ingannano la nostra percezione visiva, facendoci vedere cose che in realtà non ci sono o percepire in modo diverso le forme e i colori. Questo accade perché il nostro cervello cerca costantemente di dare un senso al mondo che ci circonda, a volte facendo degli "errori" di interpretazione

### **ESEMPI DI ILLUSIONI OTTICHE.**

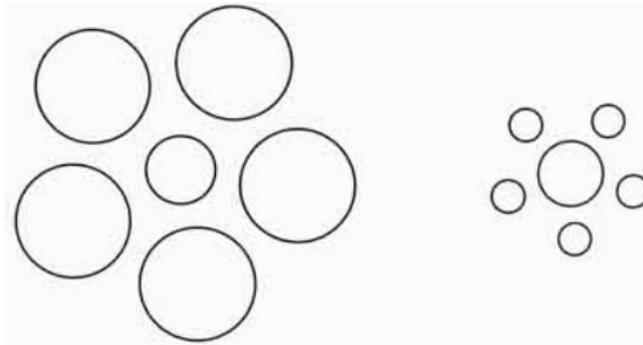
► Il **triangolo di Kanizsa** è una illusione ottica, descritta per la prima volta nel 1955 dallo psicologo italiano Gaetano Kanizsa.

Della figura "vediamo" due triangoli equilateri bianchi, l'uno sovrapposto all'altro, anche se nessuno dei due triangoli è effettivamente disegnato. Questo effetto è conosciuto come *profilo soggettivo* o *illusorio*. Inoltre il triangolo bianco inesistente sembra essere più luminoso rispetto alla zona circostante, mentre quell'area ha la stessa luminosità delle zone adiacenti. Questo fenomeno

avviene in quanto il nostro apparato percettivo ha una tendenza organizzativa innata costituita dall'articolazione figura/sfondo secondo cui non c'è una figura senza sfondo; ciò avviene anche con figure ottenute con margini fisicamente inesistenti come appunto questo triangolo. Ciò perché la nostra valutazione percettiva ha bisogno di contrasto figura/sfondo e anche quando questo non c'è si crea lo stesso.



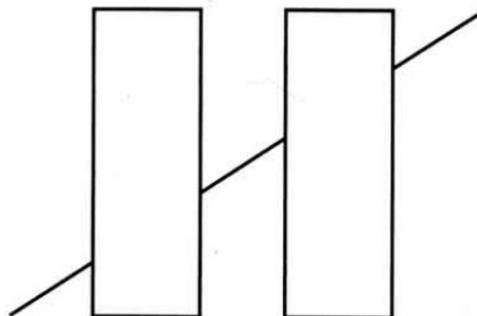
► **Theodor Lipps** (1851-1914) filosofo e psicologo tedesco e i suoi cerchi



La valutazione delle grandezze dipende fortemente dai riferimenti.

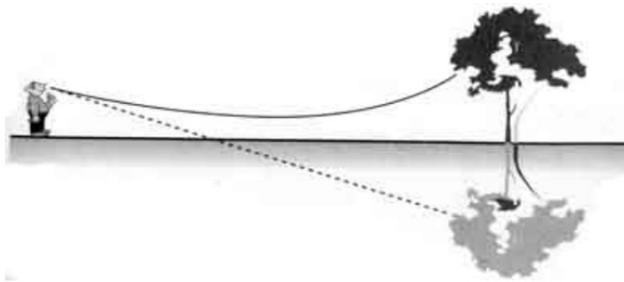
Uno stesso cerchio appare più piccolo se circondato da cerchi grandi, e più grande se circondato da cerchi piccoli. Passando un dito sui due cerchi centrali, non si registrano invece differenze: questo paradosso interessa la vista, ma non il tatto.

► **Johann Christian Poggendorff** (1796 – 1877) fisico tedesco. Il suo lavoro riguardava l'elettricità e il magnetismo. È interessante il seguente suo disegno

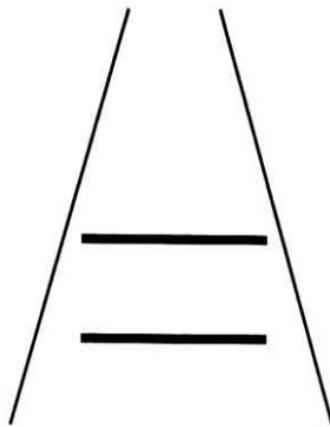


nel quale, per illusione ottica, i tre segmenti che appartengono ad una stessa retta, appaiono sfalsati.

► Principio, enunciato da Pierre de Fermat nel 1657: *la luce segue sempre il cammino più veloce per congiungere due punti*. Poiché l'aria calda ha minore densità e minore indice di rifrazione di quella fredda, la luce vi viaggia più velocemente. Quando la temperatura vicino al terreno è più alta di quella dell'ambiente circostante, come succede d'estate, la luce del cielo può dunque arrivare ai nostri occhi non seguendo la normale linea retta, bensì attraverso una linea curva concava che passa rasente al suolo. Il cervello scambia questa immagine del cielo con quella di una pozza d'acqua, provocando così la sensazione del miraggio. Per questo motivo, l'immagine di una palma può sembrare più bassa del normale e arrivare addirittura dal terreno, dando l'impressione di essere riflessa nell'acqua (identico fenomeno le finte pozze d'acqua che si vedono a volte sulle autostrade).



► **Mario Ponzo** (1882-1960) psicologo italiano e i suoi segmenti



benché uguali appaiono di lunghezza diversa.

La stanza dell'oftalmologo (specialistico nella prevenzione, diagnosi, riabilitazione medica e chirurgica dell'apparato visivo) americano Adelbert Ames del 1946 su una idea di Hermann Helmholtz (medico, fisiologo e fisico tedesco)

Il trucco sta nel costruire una stanza deformata in modo tale che uno dei due spigoli verticali della parete di fondo sia più vicino e più basso dell'altro, ma nel dipingerla in modo tale da farla apparire normale. Benché le due persone abbiano la stessa altezza e si trovino a distanza diversa dall'osservatore, esse appaiono di altezza diversa ma alla stessa distanza, come nel quadro *La gigantessa* di René Magritte.

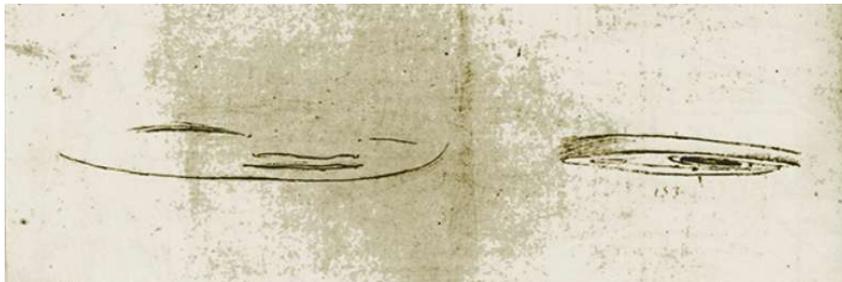


come nei quadri di René Magritte



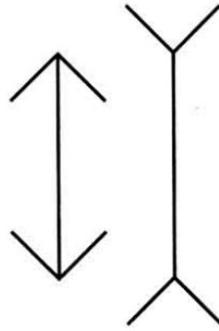
## OSSERVAZIONE

**Leonardo da Vinci** ha diritto di primogenitura anche nei confronti dell'anamorfose. “Due disegni allungati, quello del viso di bambino e quello di un occhio, che troviamo su un foglio del Codice atlantico (1483-1518) con i segni appena percettibili delle linee di proiezione gradualmente crescenti, completano l'insegnamento del grande artista. Sono le anamorfose più antiche che attualmente si conoscano.



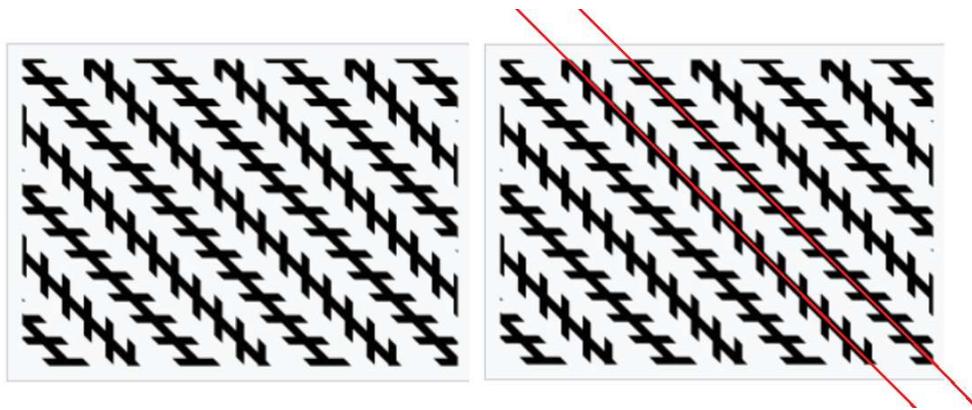
► **Franz Carl Müller-Lyer**, all'anagrafe **Francis Xavier Hermann Müller** (1857 – 1916) psicologo e sociologo tedesco.

La più famosa delle illusioni sulle lunghezze è costituita dalle sue frecce anch'esse sono uguali, ma le direzioni delle punte ce le fanno percepire differenti, dovute al verso opposto delle frecce nei due segmenti



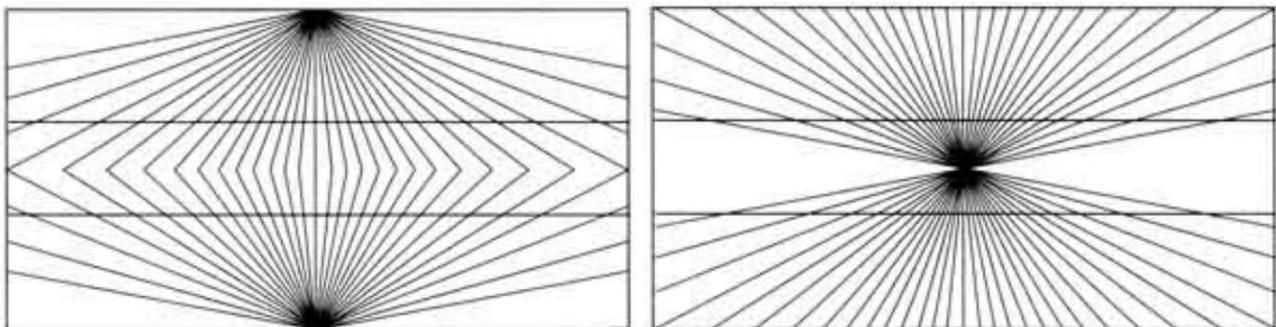
► **Johann Karl Friedrich Zöllner** (1834 – 1882) astrofisico tedesco e la sua illusione ottica.

L'illusione consiste in una serie di linee diagonali parallele che sono attraversate da linee brevi e ripetute, la direzione delle linee di attraversamento si alterna tra orizzontale e verticale. Questo crea l'illusione che le linee nere non siano parallele.



Nella seconda figura la sovrapposizione di due rette parallele di colore rosso sovrapposte a due linee nere contigue ne confermano il parallelismo.

► **Karl Ewald Konstantin Hering** (1834 – 1918) fisiologo tedesco e la sua illusione

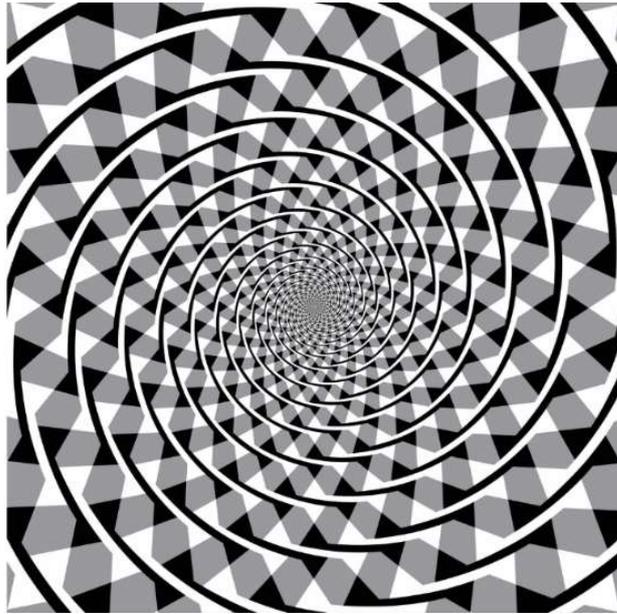


*fig.1*

*fig.2*

Nella *fig.1* le due rette sembrano curvate verso l'interno, mentre nella *fig.2* sembrano piegate verso l'esterno.

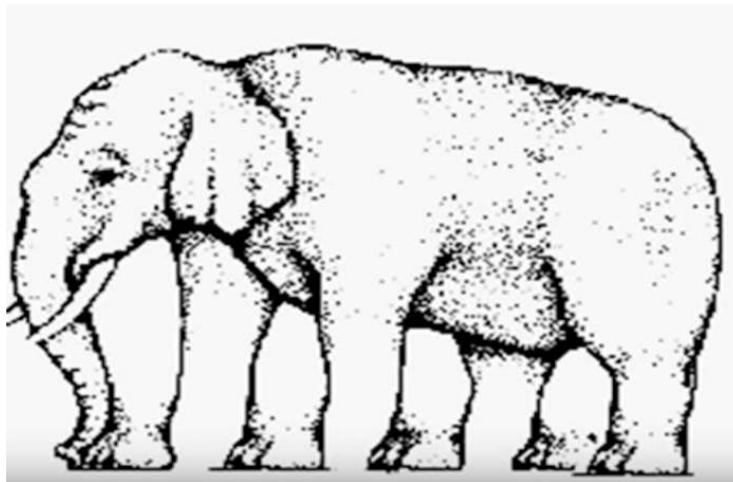
► **Spirale o falsa spirale di James George Fraser** (1854-1941) antropologo e storico scozzese



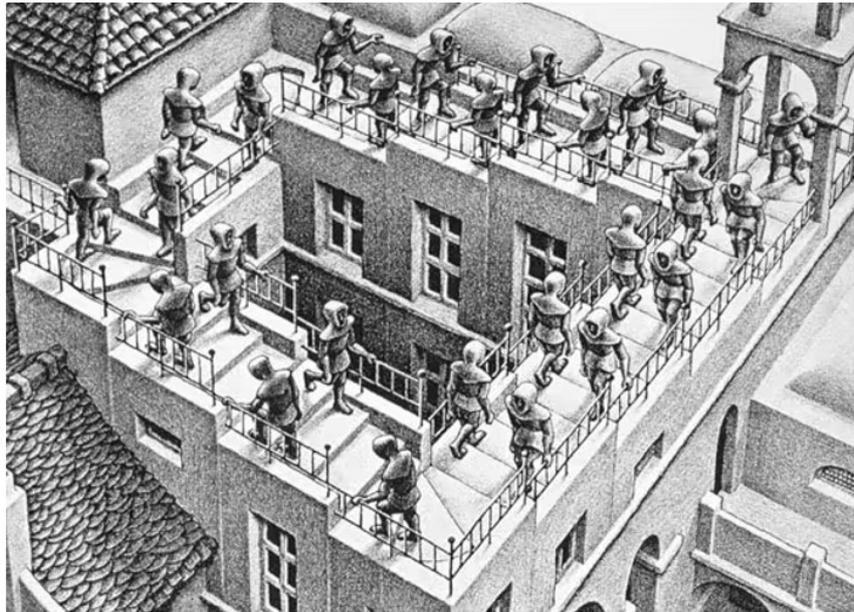
A prima vista sembra effettivamente una spirale, ma in verità è composta da circonferenze concentriche che ingannano il nostro cervello, dando l'impressione di una spirale che converge verso il centro. Praticamente il nostro cervello non riesce a percepire le circonferenze come separate le une dalle altre.

La distorsione visiva, che è tale a causa del modo in cui retina e cervello elaborano le immagini, è prodotta combinando un modello di linea regolare (le circonferenze) con parti disallineate (le linee di tonalità diversa), un effetto potenziato dalle componenti a spirale dello sfondo.

► Provare a contare le gambe di questo elefante



► Mi ha sempre affascinato la seguente scalinata chiusa che percorsa in un senso si sale sempre e percorsa nell'altro si scende sempre



L'autore è Maurits Cornelis Escher (1898-1972), incisore e grafico olandese; è noto per la sua straordinaria abilità nel combinare il realismo con elementi di impossibilità apparente e prospettiva distorta. Il suo interesse era per le figure impossibili, come quella della figura prima riportata dove le scale sembrano salire o scendere all'infinito.

### **OSSERVAZIONE.**

Fino ad ora abbiamo parlato delle *illusioni ottiche cognitive*, dovute all'interpretazione che il nostro cervello dà delle immagini, ovvero ai processi cognitivi che intervengono nella percezione. Per esempio nell'illusione di Karl Ewald Konstantin Hering, due rette parallele possono essere interpretate con curvatura verso l'interno o verso l'esterno a seconda del loro contorno.

► Ed ecco un altro tipo di illusioni ottiche: le *illusioni ottiche fisiche*.

Esse sono causate da fenomeni puramente ottici, come la *rifrazione* della luce e la *diffrazione*. Sono spesso indipendenti dalla fisiologia dell'occhio e dal nostro cervello, e possono essere osservate da chiunque in condizioni controllate.

### **ESEMPIO sulla rifrazione**

Una posata immersa nell'acqua contenuta in un bicchiere, sembra spezzata a causa della rifrazione della luce.



### **ESEMPIO sulla diffrazione**

Parliamo della stella che ci dà la vita: il Sole e, in particolare, della sua corona.

La corona solare di cui parliamo non è da confondersi con l'omonima parte esterna dell'atmosfera del Sole; quella che descriviamo è un fenomeno ottico che si verifica quando i raggi del Sole vengono diffratti (il termine “*diffrangere*” proviene dal latino “*diffringere = spezzare in più parti*”) attraversando minuscole goccioline d'acqua sospese nell'atmosfera della Terra, come quelle presenti nella nebbia o nelle nuvole.

Le goccioline d'acqua agiscono come piccoli prismi in cui la luce bianca del Sole si diffrange ovvero la luce bianca si scompone nei suoi colori componenti dando origine proprio a quell'anello colorato che abbiamo chiamato **corona solare**. I colori più interni solitamente vanno dal viola al blu, mentre quelli più esterni sono di colore rosso (figura presa da internet)



La dimensione, la nitidezza e i colori della corona solare dipendono dalla grandezza delle goccioline d'acqua e da come esse sono distribuite nell'atmosfera della Terra.

► Un mio amico mi disse: non capisco come mai quando fu inventato il cinema a colori fu chiamato proprio “*cinema a colori*”, come se il cinema in bianco e nero non fosse a colori ... i colori erano il *bianco* e il *nero*.

► Ed ecco di seguito la mia risposta.

Il bianco e il nero non hanno una lunghezza d'onda specifica, ed in particolare è:

- il bianco è la combinazione di tutte le lunghezze d'onda visibili,
- il nero è l'assenza di qualunque lunghezza d'onda.

Pertanto, dal punto di vista della fisica, il bianco e il nero non sono considerati colori.

Dal punto di vista fisico il colore è legato alla luce: i colori che vediamo sono il risultato delle diverse lunghezze d'onda della luce che vengono riflesse dalle cose e che raggiungono i nostri occhi.

La gamma completa dei colori visibili dall'occhio umano è ottenuta dalla scomposizione della luce bianca chiamato *spettro cromatico*.

I principali colori di tale spettro sono:

- rosso, il colore con la lunghezza d'onda più lunga;
- arancione, situato tra il rosso e il giallo;

- giallo, colore luminoso e caldo;
- verde, colore che evoca la natura;
- blu, colore fresco e calmo;
- indaco, colore scuro, tra il blu e il violetto;
- violetto, colore con la lunghezza d'onda più corta.

### OSSERVAZIONE.

- Newton (\*) fu il primo a dividere lo spettro nei precedenti sette colori; è però da considerarsi il fatto che la percezione dei colori non è la stessa per tutte le persone, ma può variare da persona a persona;
- lo spettro visibile non comprende tutti i colori che percepiamo, come per esempio il rosa che è ottenuto dalla combinazione di diverse lunghezze d'onda.

---

(\*) Sir **Isaac Newton**, italianizzato in Isacco Newton (1642-1726), considerato uno dei più grandi scienziati di tutti i tempi, era matematico, fisico, astronomo e filosofo inglese. Uomo sì di cultura ma anche di attività sociali e politiche avendo ricoperto i ruoli:

- di presidente della Royal Society dal 1703 al 1726,
- di direttore della Zecca inglese dal 1699 al 1701,
- di membro del Parlamento dal 1689 al 1690 e nel 1701.

Assolutamente! Le illusioni ottiche sono un modo affascinante di ingannare il nostro cervello e creare effetti visivi sorprendenti. E quando si combinano con il disegno, le possibilità diventano infinite.

**Cosa sono le illusioni ottiche?** Le illusioni ottiche sono immagini che ingannano la nostra percezione visiva, facendoci vedere cose che in realtà non ci sono o percepire in modo diverso le forme e i colori. Questo accade perché il nostro cervello cerca costantemente di dare un senso al mondo che ci circonda, a volte facendo degli "errori" di interpretazione.

Le illusioni ottiche possono essere suddivise in due categorie principali:

- **Illusioni ottiche fisiche:**
  - **Causa:** Sono causate da fenomeni puramente ottici, come la rifrazione della luce o la diffrazione.
  - **Esempio:** Un bastone immerso nell'acqua sembra piegato a causa della rifrazione della luce.
  - **Caratteristiche:** Sono spesso indipendenti dalla fisiologia dell'occhio e dal nostro cervello, e possono essere osservate da chiunque in condizioni controllate.
- **Illusioni ottiche cognitive:**
  - **Causa:** Sono dovute all'interpretazione che il nostro cervello dà delle immagini, ovvero ai processi cognitivi che intervengono nella percezione.
  - **Esempio:** L'illusione di Müller-Lyer, dove due linee della stessa lunghezza sembrano avere lunghezze diverse a causa delle frecce alle loro estremità.
  - **Caratteristiche:** Sono fortemente influenzate dalle nostre esperienze passate, dalle nostre aspettative e dalle conoscenze che abbiamo del mondo.