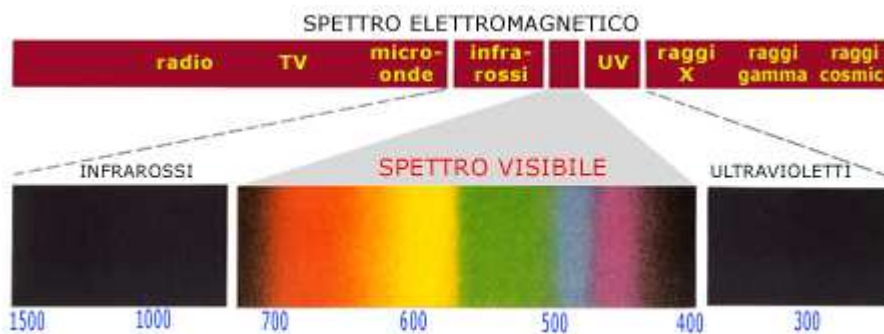


## Lo spettro visibile e il nostro occhio

Lo spettro elettromagnetico comprende l'intera gamma delle lunghezze d'onda esistenti in natura, dalle onde lunghissime, poco energetiche (10.000 Km di lunghezza, 30 Hz di frequenza), alle onde cortissime (0,00001 Angström di lunghezza,  $3 \times 10^{23}$  Hz), dotate di straordinaria energia. Fenomeni fisici apparentemente diversissimi, come le onde radio che trasportano suoni e voci nell'etere e i raggi X che impressionano le lastre radiografiche, appartengono in realtà alla medesima dimensione, quella delle onde elettromagnetiche.

All'interno dello spettro elettromagnetico, solo una piccolissima porzione appartiene al cosiddetto **spettro visibile**, cioè all'insieme delle lunghezze d'onda a cui l'occhio umano è sensibile e che sono alla base della percezione dei colori. Le differenze individuali possono far variare leggermente l'ampiezza dello spettro visibile. In linea di massima, comunque, esso si situa **tra i 380 e i 780 nanometri**: alla lunghezza d'onda minore corrisponde la gamma cromatica del blu-violetto, alla lunghezza d'onda maggiore corrisponde invece la gamma dei rossi.



**Fig. 2** – Lo spettro della luce visibile è solo una piccola porzione dell'intero spettro elettromagnetico

Per avere un'idea dell'ordine di grandezze di cui stiamo parlando, consideriamo l'esempio della luce rossa, fatto poco sopra. Una radiazione della lunghezza d'onda di 700 nanometri, percepita dall'occhio umano in condizioni normali come rossa, è un'onda in cui due creste successive (o due avvallamenti successivi) distano tra loro  $700 \times 10^{-9}$  metri: per capire quanto sia piccola in termini umani questa distanza, si tenga presente che occorre **un milione di nanometri** per fare un solo millimetro!

Ancora più impressionanti, a paragone delle grandezze a cui siamo abituati, sono i numeri relativi alle frequenze della luce visibile. Sappiamo che la tecnologia informatica ha sviluppato solo di recente gli strumenti per produrre in serie processori per computer in grado di lavorare alla velocità di 1 Gigahertz (Ghz). Un processore da 1 Ghz compie in un secondo la bellezza di un miliardo di cicli di elaborazione completi! Ma nello stesso tempo – un secondo – un'onda elettromagnetica della lunghezza di 700 nm, cioè quella che per l'occhio umano è una luce rossa, esegue **428.570** miliardi di oscillazioni! Quest'onda, cioè, ha una frequenza 428.570 volte superiore a quella di un processore da 1 Ghz! Si può capire, dunque, quale progresso per la tecnologia informatica sarebbe riuscire a costruire – come alcuni ricercatori stanno tentando di fare - processori che utilizzano la luce piuttosto che i transistor per eseguire i loro calcoli.

## Coni e bastoncelli

Assodato che solo le radiazioni comprese nella gamma di lunghezze d'onda tra 380 e 780 nm sono in grado di produrre nell'uomo percezioni visive, in che modo questo tipo di radiazioni elettromagnetiche agisce sul sistema occhio-cervello?

E' evidente che deve esserci un meccanismo biologico, sensibile alla luce, in grado di trasformare la radiazione in una serie di prodotti chimici, suscettibili di essere elaborati dal cervello e trasformati in sensazioni visive. Tale sistema di recettori biologici – è stato scoperto - ha sede sulla **retina**, cioè su quella complessa membrana che tappezza la parete interna posteriore dell'occhio. Si tratta di due tipi di recettori: i coni e i bastoncelli. Ciascun tipo, quando stimolato dalla radiazione elettromagnetica, produce un particolare pigmento – la **iodopsina** i coni e la **rodopsina** i bastoncelli – che dà l'avvio ad una serie di reazioni chimiche e stimolazioni nervose, il cui esito finale è la percezione di luci e colori.

In ogni occhio vi sono circa 6 milioni di coni e 120 milioni di bastoncelli: un numero di elementi fotosensibili di gran lunga maggiore di quello presente nel più sofisticato dei monitor in commercio. I **coni** sono responsabili della visione diurna (detta **fotopica**), hanno la massima concentrazione – fino a 160.000 per millimetro quadrato! - in una piccola zona della retina, completamente priva di bastoncelli, detta **fovea**, e presiedono alla percezione del colore e alla nitidezza dei contrasti. Ciascun cono presente nella fovea è collegato ad una cellula nervosa: a questa via privilegiata di comunicazione con il cervello si deve la maggiore capacità di discriminazione dei dettagli che è associata con la stimolazione dei coni della fovea.

I **bastoncelli**, dal canto loro, benché molto più sensibili dei coni alla stimolazione da parte della luce, sono collegati alle cellule nervose solo a gruppi e questo fa sì che l'immagine che essi veicolano sia più confusa. Tuttavia la loro maggiore sensibilità permette all'occhio di vedere anche in condizioni di scarsa luminosità, quando ormai i coni non riescono più a fornire informazioni utili al cervello: quando si entra, ad esempio, nella sala buia di un cinema, dopo un periodo di cecità quasi completa nel corso del quale avviene l'assuefazione degli occhi all'oscurità, entrano progressivamente in funzione i bastoncelli, consentendoci di vedere sufficientemente bene per trovare posto senza problemi. La visione resa possibile dai bastoncelli è una visione **non cromatica**; assume importanza primaria in condizioni di scarsa luminosità ed è detta **scotopica**.

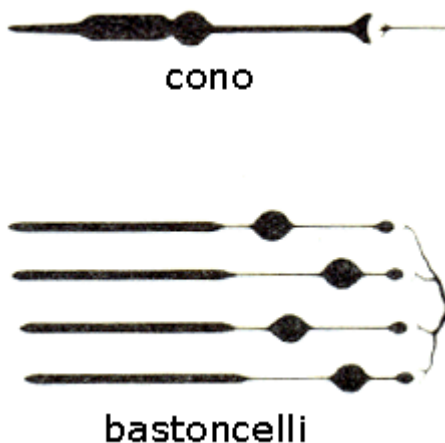


Fig. 3 – Differenze strutturali tra coni e bastoncelli