

L'angolo di zio Albert Primi passi nella Fisica

GLI SCHERZI DELLA LUCE: I MIRAGGI

Di Sergio Musazzi *

Una rubrica per guidare i bambini della scuola primaria ad «accorgersi» della varietà dei fenomeni fisici presenti nella realtà quotidiana.

Per dare soddisfazione a quella curiosità infantile, definita «sacra» da Albert Einstein e tipica dei grandi scienziati, ma che è spesso mortificata da approcci ludici o fantasiosi se non addirittura aridamente formalistici. Una sfida che l'autore ha raccolto, coniugando semplicità e rigore concettuale e linguistico.

In questo incontro «Zio Albert» spiega ai suoi piccoli lettori uno strano fenomeno chiamato miraggio che in estate si può vedere percorrendo un'autostrada, se si è capaci di osservare con attenzione.

* Ricercatore e divulgatore scientifico

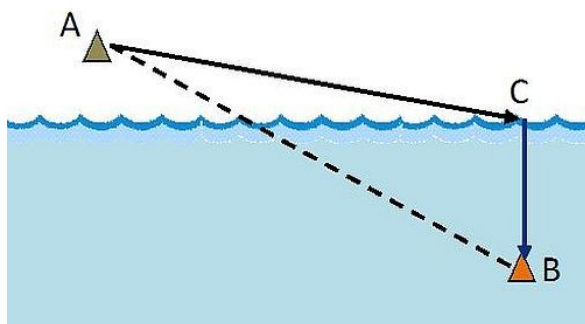
Un caro saluto ai miei piccoli lettori. Questa volta vorrei soffermarmi su uno dei tanti straordinari fenomeni che la luce è in grado di causare: mi riferisco alla formazione dei miraggi.

Si, avete capito bene, voglio parlare proprio dei miraggi, quelle illusioni ottiche che generalmente vengono attribuite a personaggi (di solito nei fumetti o nelle vignette umoristiche) che, assetati stanno vagando fra le dune di un deserto sotto i raggi cocenti del Sole.

In realtà, se ci pensate bene, anche voi avete avuto modo di osservare un miraggio percorrendo una strada, o meglio ancora una autostrada, in una calda giornata estiva. In questi casi, infatti, guardando in lontananza si nota spesso la presenza di qualcosa che a prima vista sembra una pozzanghera d'acqua che riflette la luce del Sole, ma che poi scompare quando ci si avvicina al punto in cui credevate di trovarla.

Questo strano effetto è una conseguenza del fatto che i raggi luminosi non seguono il percorso più breve per muoversi nello spazio, ma scelgono sempre quello più veloce, che molte volte non coincide con quello più corto. Cerco di spiegarvi meglio con un esempio.

Immaginate di essere un bagnino sulla spiaggia di Rimini e di dover soccorrere un bagnante che si trova in difficoltà fra le onde. La situazione è schematizzata nella figura sottostante.



Il bagnino si trova nel punto A sulla spiaggia, mentre il bagnante in pericolo si trova nel punto B in acqua, a una certa distanza dalla riva. È evidente che il bagnino deve fare il più in fretta possibile per raggiungere il povero bagnante.

Il percorso più breve è quello che congiunge il punto A direttamente con il punto B (linea tratteggiata). Ma questo non è il percorso più veloce! Infatti, poiché il bagnino si muove più velocemente quando corre sulla spiaggia di quando nuota, per guadagnare tempo gli conviene rendere minimo il tratto in acqua.

Il bagnino, allora, deve correre dal punto A al punto C sulla spiaggia e poi percorrere a nuoto il tratto CB, che è quello più breve fra tutti i possibili tracciati che congiungono la riva al bagnante in pericolo. In questo modo, il bagnino percorre un tragitto più lungo, ma in un tempo minore.

La luce si comporta proprio come questo bagnino, sceglie sempre il percorso più veloce, anche se non è quello più breve (in fisica questo comportamento è noto come *principio di Fermat*).

Le finte pozzanghere

Vediamo ora come questa particolare prerogativa della luce ha a che fare con le finte pozzanghere osservate in autostrada. Iniziamo subito col dire che il responsabile di questa illusione ottica è il riscaldamento dell'aria sovrastante il suolo stradale.

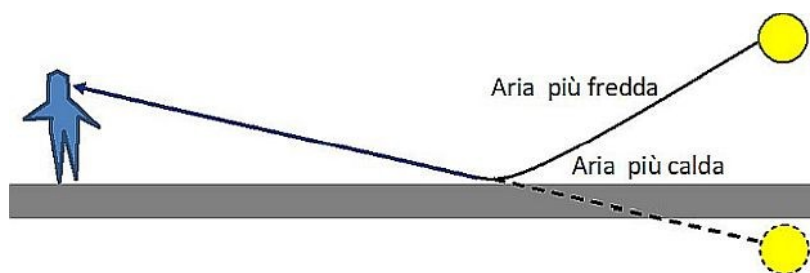
La presenza dell'aria calda provoca, infatti, una deviazione dei raggi luminosi provenienti dal Sole, che modificano il proprio percorso comportandosi alla fine come se fossero riflessi da una pozza d'acqua.

Analizziamo un po' più in dettaglio questo fenomeno.

Ricordiamo innanzitutto che la velocità della luce non è sempre la stessa, ma dipende dall'ambiente in cui si propaga: è massima nel vuoto e si riduce progressivamente all'aumentare della densità del mezzo attraversato. Nell'acqua, per esempio, la velocità della luce si riduce quasi di un terzo rispetto a quella nel vuoto.

Cosa accade allora in prossimità del suolo stradale riscaldato dal Sole? Come abbiamo già accennato, anche l'aria in prossimità dell'asfalto si riscalda ma – e questo è molto importante – non in modo uniforme. La temperatura dell'aria più vicina al suolo è infatti più alta di quella degli strati superiori e quindi anche meno densa perché, riscaldandosi, si dilata occupando a parità di massa un volume maggiore.

Questo significa che la velocità della luce è maggiore proprio in questa regione più calda. Un raggio di luce che incide obliquamente sul terreno, pertanto, incontra strati d'aria via via più caldi e perciò via via meno densi, e quindi, dovendo seguire la via più veloce, anziché muoversi in linea retta modifica progressivamente la propria direzione di propagazione diventando sempre più parallelo al suolo stradale, senza arrivare mai a toccarlo (come mostrato nella figura sottostante).



Il risultato finale per chi lo osserva sarà perciò di vederlo arrivare ai propri occhi come se provenisse dalla superficie della strada anziché dal cielo. Ma questo è proprio ciò che accade quando un raggio luminoso viene riflesso da una pozzanghera d'acqua posta lungo la strada.

Ecco spiegato il perché dei miraggi osservati durante i viaggi in autostrada nelle calde giornate estive.

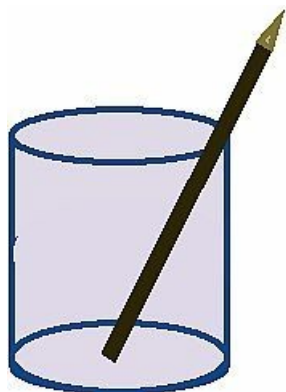
Il fenomeno che abbiamo appena descritto, vale a dire la deviazione dei raggi luminosi dalla propria direzione di propagazione quando incontrano sul loro percorso una sostanza con una diversa densità, prende il nome di *rifrazione*.



Potete verificare anche voi l'esistenza di questo fenomeno con un semplice esperimento, utilizzando un bicchiere, una matita e un po' d'acqua.

Primo passo

Per prima cosa prendete un bicchiere di forma regolare, possibilmente cilindrico, e appoggiate al suo interno la matita.



Secondo passo

Riempite per metà il bicchiere d'acqua e osservate la matita attraverso il vetro del bicchiere.

La matita vi apparirà spezzata in corrispondenza della superficie dell'acqua.



Spiegazione

I raggi luminosi provenienti dalla parte della matita immersa nell'acqua hanno subito il fenomeno della rifrazione quando hanno attraversato la superficie di separazione fra l'acqua e l'aria (meno densa dell'acqua) e quindi hanno modificato la propria direzione di propagazione.

Pertanto, quando li osserviamo, essi ci appaiono provenire da una direzione diversa da quella originale, in assenza di acqua, e questo genera l'illusione che la parte immersa della matita sia posta in una posizione diversa rispetto a quella in cui realmente si trova: per questo vediamo la matita spezzata in corrispondenza della superficie dell'acqua.

Sergio Musazzi (Ricercatore e divulgatore scientifico)

