

LA CONCEZIONE ATTUALE DEL TEMPO di *Claudio Censori*

Alla fine del 19° secolo il tempo era considerato una grandezza fisica misurabile, che poteva essere rappresentata geometricamente in modo molto semplice e intuitivo mediante una retta, per ogni punto della quale corrisponde un istante. Fissato sulla retta un tempo iniziale, i punti sulla sua destra rappresentano il futuro e quelli sulla sua sinistra il passato. Secondo la concezione newtoniana, lo scorrere del tempo era indipendente dai processi e dagli eventi che si verificano nell'Universo e da questi non poteva essere influenzato. Si tratta dell'idea di tempo assoluto, che si accorda con la nostra intuizione del tempo derivante dalle esperienze di tutti i giorni.

Nel 1881, un esperimento sulla velocità della luce, effettuato dai due scienziati A.B. Michelson ed E.W. Morley, avrebbe avuto ripercussioni decisive su questa concezione del tempo. La luce era un argomento molto interessante per quell'epoca, perché non si riusciva a capire bene come si propagasse. Per questo era stata ipotizzata l'esistenza di una sostanza, l'etere, che pervadeva l'intero spazio, attraverso la quale si sarebbe propagata la luce, come il suono si propaga nell'aria. L'esperimento dimostrò che l'etere non esisteva: il risultato fu che la velocità della luce, ossia 300.000 km/s, è sempre la stessa, sia che la si misuri stando fermi, sia che la si misuri andandole incontro o allontanandosi da essa!

Questa cosa è molto strana per la nostra esperienza quotidiana. Se ci troviamo in macchina in autostrada, viaggiando per esempio alla velocità di 100 km/h, e veniamo sorpassati da un'altra automobile, che si muove per esempio a 120 km/h, calcoliamo subito che rispetto a noi la velocità della macchina che ci ha sorpassato è $(120-100) \text{ km/h} = 20 \text{ km/h}$ e che dopo un'ora questa macchina si troverà a 20 km da noi. Se stiamo salendo su una scala mobile, è esperienza comune che se camminiamo arriviamo prima in cima.

Orbene, alla velocità della luce tutto ciò non è più vero!

Se ipoteticamente avessimo a disposizione una macchina che si muovesse alla velocità di, diciamo, 150.000 km/s e rincorressimo un raggio di luce, quest'ultimo si allontanerebbe da noi sempre alla stessa velocità, ossia a 300.000 km/s, cioè dopo un secondo il raggio di luce si troverebbe da noi sempre a 300.000 km, nonostante noi lo stiamo rincorrendo! Ancora, se esistesse una scala mobile molto speciale che andasse alla velocità della luce, ci troveremmo di fronte a questa situazione molto bizzarra: si arriverebbe in cima nello stesso istante sia stando fermi sia camminando!

La spiegazione di queste 'stranezze' deriva dal fatto che la velocità della luce è la massima possibile, cioè non può esistere un oggetto che si muova più velocemente della luce. Per muovere un corpo bisogna imprimergli energia, tanto maggiore quanto più velocemente il corpo si muove: si calcola che alla velocità della luce l'energia fornita al corpo diventa infinita, per cui il corpo non può andare più veloce, perché avrebbe bisogno di altra energia, che non ha a disposizione. La velocità della luce è la massima possibile per un fatto di natura; è la natura che

ha imposto questa condizione e noi non possiamo far altro che prenderne atto e accettarne le conseguenze.

Ma che c'entra la velocità della luce con il tempo?

La velocità è una grandezza fisica che è strettamente connessa con il tempo; è definita infatti come il rapporto tra lo spazio percorso e il tempo impiegato a percorrerlo. Se fissiamo una distanza, per esempio 160 km, sappiamo che muovendoci alla velocità di 80 km/h la percorreremo in 2 ore, mentre muovendoci a 40 km/h in 4 ore. Come si vede, variando la velocità varia anche il tempo. Vediamo che succede se fissiamo invece la velocità, per esempio a 100 km/h. In questo caso, se varia la distanza deve variare anche il tempo: 200 km saranno percorsi in 2 ore, 300 km in 3 ore, 450 km in 4 ore e mezza, e così via. Einstein nel 1905 si basò proprio su questo ragionamento.

Egli pose fine a una serie di dibattiti e tentativi infruttosi di spiegare l'esperimento di Michelson e Morley, che nel frattempo era stato ripetuto sempre con lo stesso risultato, prendendo questa posizione: accettiamo i risultati dell'esperimento, disse, e vediamo quali sono le conseguenze. Ragionò così: se la luce si allontana con la stessa velocità da più persone, qualcuna ferma, qualcun'altra in moto verso di essa o nel verso opposto, allora il tempo di tutte queste persone non può essere lo stesso. Einstein disse: se dopo un secondo la luce si trova a 300.000 km da una persona che è rimasta ferma e anche da una persona che le è andata incontro, anche muovendosi molto velocemente, allora per la persona in movimento non è passato un secondo, ma meno!

Questa teoria strana, cioè il fatto che gli orologi vengono rallentati dal movimento (non nel senso che il movimento danneggia il meccanismo di funzionamento!) ha naturalmente trovato molti oppositori, perché non si concilia con le nostre esperienze quotidiane. I nostri orologi non sono infatti in grado di valutare le piccolissime differenze di tempo che si verificano alle nostre piccole velocità. Negli anni Settanta la teoria è stata però provata, utilizzando orologi atomici (un tipo è mostrato nell'immagine in alto a destra), i più precisi a nostra disposizione (in grado di misurare anche miliardesimi di secondo), e aerei velocissimi. Due orologi atomici sono stati posti a terra, mentre altri due sono stati messi a bordo degli aerei e fatti viaggiare per un po': al ritorno, gli orologi in movimento segnavano qualche miliardesimo di secondo in meno rispetto a quelli fermi. Era la prova che il tempo scorre meno per chi si muove! Se fossimo in grado di costruire astronavi che si muovano a velocità prossime a quella della luce, sperimeremmo effetti per noi strani. Il più famoso è il cosiddetto 'paradosso dei gemelli': un gemello che torni dopo essere stato in viaggio per diversi anni su un'astronave troverà al suo ritorno il gemello rimasto sulla Terra invecchiato rispetto a lui, tanto più quanto più velocemente egli si è mosso (potrebbe trovare il gemello invecchiato di anni oppure, per velocità elevatissime, vicinissime a quella della luce, potrebbe trovare generazioni successive). Facciamo un esempio numerico: alla velocità di 260.000 km/s il gemello sulla Terra al ritorno sarà invecchiato il doppio di quello in moto, per cui se alla partenza i due gemelli avevano 30 anni, dopo un viaggio di 20 anni il gemello in moto avrà 50 anni e quello fermo 70.

La situazione è apparentemente contraddittoria (è per questo che si parla di paradosso): infatti, al suo ritorno il gemello in viaggio sarebbe meno vecchio dell'altro, mentre, essendo l'allontanamento relativo (quindi i due gemelli indistinguibili), la stessa cosa dovrebbe accadere all'altro gemello! Il paradosso è risolto considerando che, per partire e tornare sulla Terra, il gemello in moto deve necessariamente subire delle accelerazioni (inversione della velocità), i cui effetti lo distinguono dal gemello fermo.

In conclusione, l'idea di un tempo assoluto, cioè esterno e indipendente dai fenomeni che

avvengono nel mondo, va abbandonata. Il senso comune, cioè l'insieme delle esperienze che proviamo ogni giorno ci porta a conclusioni errate. Le nostre esperienze sono limitate e spesso non ci consentono di formulare in modo corretto le leggi che regolano i fenomeni della natura, che in tal caso dobbiamo ricavare per altre vie, per esempio con ragionamenti teorici.