

FISICAST

per
SxT

Il tempo

di

**Riccardo Faccini,
Dipartimento di Fisica Sapienza di Roma**



Il Tempo

Riccardo Faccini

Abstract:

Cosa è il tempo? La risposta a questa domanda apparentemente elementare è estremamente difficile da dare in modo rigoroso. Così come definire i concetti di "prima e di dopo". Questa prima puntata di Fisicast vi permetterà di comprendere il tempo ed il suo evolvere introducendovi nientepopo'dimeno che alla termodinamica ed alla entropia!

INIZIO

"Cos'è il tempo? Chi saprebbe spiegarlo in forma piana e breve? Chi saprebbe formarsene anche solo il concetto nella mente, per poi esprimerlo a parole? Eppure, quale parola più familiare e nota del tempo ritorna nelle nostre conversazioni? Cos'è dunque il tempo? Se nessuno m'interroga, lo so; se volessi spiegarlo a chi m'interroga, non lo so." Questo è un brano delle confessioni di S. agostino che parla del concetto di tempo, concetto di cui parleremo oggi con Riccardo Faccini del Dipartimento di Fisica dell'Università "Sapienza" di Roma.

Q: Lei ci saprebbe spiegare cosa è il tempo?

A: Non meglio di S. Agostino, nel senso che lui rende molto bene la difficoltà di definire rigorosamente il tempo come percepito da tutti noi. Per curiosità e per prepararmi per oggi sono andato a consultare un dizionario ed ho trovato la seguente definizione: "il tempo è la successione illimitata di istanti in cui si svolgono gli eventi e le variazioni delle cose". Solo che poi alla voce "istante" ho trovato: "breve intervallo di tempo" e sono così rimasto con una definizione altamente insoddisfacente. Ho anche trovato altrove una definizione forse più esauriente: "il tempo è il succedersi di diversi stati dello spirito".

Q: Beh Non è proprio una definizione da Fisico.

A: Esatto, però in questa definizione c'è una parola chiave per il fisico: "stati". Per noi lo stato di un insieme di corpi è l'insieme delle posizioni e delle velocità di ciascuno di essi. Ora, se non ci fossero molteplici stati non esisterebbe il tempo. Se cioè tutti i corpi fossero sempre alla stessa distanza tra loro, non succederebbe nulla e non potrei parlare di prima, ora o dopo. Dunque il tempo è qualcosa di legato al fatto che esistono molti stati: il tempo è l'etichetta che si assegna ad ognuno di essi. E' come quando numerando degli oggetti (siano essi barattoli di marmellata o sedili a teatro) se ne stabilisce inevitabilmente una sequenza, così un'opportuna numerazione degli stati può riflettere l'evoluzione del tempo.

Quale sia questa numerazione è ciò che fa del tempo una grandezza fisica. Una grandezza fisica è infatti una quantità della quale ho definito una procedura di misura.

Nel caso del tempo infatti posso quantificare quanti secondi, minuti od ore sono trascorsi. Secondi, minuti od ore sono possibili unità di misura.

Q: Va bene, ma allora come si misura il tempo? Rispondere "con l'orologio" non sarebbe certo soddisfacente!

A: Si misura facendo uso di fenomeni periodici, che si ripetono identici indefinitamente. Esempi di fenomeni periodici (o quasi ad essere pignoli) sono la rotazione della terra, la rivoluzione della terra attorno al sole, l'oscillazione del pendolo e così via. Il tempo che passa prima che il fenomeno si ripeta (per esempio il tempo che intercorre tra due momenti in cui il pendolo è alla massima altezza dal suolo) è detto periodo ed esso può essere utilizzato come unità di misura.

Q: Come, potrebbe farci un esempio concreto?

A: Certo, immaginiamo di essere alla fermata dell'autobus e di non avere l'orologio, ma di voler quantificare per quanto tempo si attende l'autobus. Immaginiamo di volerlo fare per confrontare la situazione tra i vari giorni della settimana. Non avendo un orologio a disposizione devo trovare un fenomeno periodico alternativo. Potrei immaginare di usare l'alternarsi del rosso e del verde al semaforo. Contando dunque il numero di volte in cui scatta il verde durante l'attesa dell'autobus potrei quantificare l'attesa stessa. Eseguirei dunque una misura del tempo di attesa usando come unità di misura il periodo del semaforo. Arrivato in ufficio, potrei raccontare di aver atteso 10 semafori, ovvero di essere stato fortunato e di averne attesi solo 5 o che a causa dello sciopero se ne sono attesi 20.

Q: Un aspetto interessante e per certi versi affascinante del tempo è anche il fatto che esiste un prima ed un dopo. Cosa permette di dire cosa viene prima e cosa viene dopo?

A: Anche qui verrebbe la tentazione di seguire S. Agostino ed arrenderci di fronte l'evidenza che la percezione del prima e del dopo è ovvia, ma impossibile da formalizzare. In realtà la fisica è in grado di specificare anche questo concetto, ma per farlo occorre addentrarsi in due concetti che spaventano: il concetto di termodinamica e, peggio mi sento, di entropia.

Q: La termodinamica, a parte il nome ostico, sembra avere a che fare per lo più con il calore, non con il tempo ...

A: Beh il fatto che la termodinamica abbia a che fare con il calore è da un lato un fatto storico, rispecchiato dal nome, in quando la termodinamica si è sviluppata durante la rivoluzione industriale per studiare ed ottimizzare le macchine termiche; dall'altro è legato al fatto che il calore ed i fenomeni ad esso connessi si possono spiegare esclusivamente con la termodinamica. Ma non è vero il contrario, ovvero la termodinamica può spiegare più che i soli processi con scambio di calore. Mi spiego meglio: le leggi di Newton, cioè i principi fondanti della meccanica classica, si applicano sia alla singola particella che a sistemi di più particelle interagenti. Nell'ultimo caso però, quando cioè ci sono più di due particelle che interagiscono tra loro, le equazioni della meccanica classica non sono risolvibili. Se dunque, come capita quasi sempre, abbiamo a che fare con sistemi a più corpi (quali per esempio le particelle di un gas, che sono milioni di miliardi di miliardi in ogni volumetto, o le stelle di una galassia), scrivere le equazioni del moto per ogni singola particella e tentare di risolverle non è un approccio destinato al successo. Allora subentra la termodinamica

che descrive le relazioni tra proprietà del sistema di corpi, quali la temperatura, la pressione, ...

Q: Ancora non capisco perché non possiamo fare le cose semplici e studiare la singola particella. Ci sta dicendo che il prima ed il dopo esistono solo se si hanno molte particelle?

A: In pratica, sì'. Nel senso che se si ha una singola particella, ogni processo è invertibile, cioè se esiste un processo che porta da uno stato ad un altro, allora esiste un processo fisico che riporta allo stato iniziale. Per esempio se ho una palla ferma in cima ad una discesa e la lascio cadere, essa arriverà in fondo ad essa con una determinata velocità. Se però la stessa palla viene lanciata dalla base della discesa con quella stessa velocità essa arriverà ferma al punto da cui è partita originariamente. Il tutto a meno di effetti di attrito che sono sempre reali, ma non argomento di questa discussione. Un altro esempio, che ci verrà utile più in là è quello del foglio di carta. Immaginiamo di avere un foglio su di un tavolo ed immaginiamo che un refolo di vento lo faccia spostare in un altro punto del tavolo. Esisterà un modo con un diverso refolo di vento per riportare l'oggetto al punto di partenza. Se dunque studio la singola particella, il prima ed il dopo sono scambiabili. Mi serve studiare più corpi e dunque mi serve la termodinamica! Vediamo brevemente le leggi della termodinamica che riguardano il tema di oggi. La prima legge è l'estensione del principio di conservazione dell'energia. Esso dice che in presenza di un numero elevato di corpi l'energia totale si conserva se si tiene conto anche del calore, oltre alle altre fonti già note di energia (meccanica, chimica e così' via...). Le varie forme di energia si possono trasformare le une nelle altre. Per esempio se sfrego le mani tra loro esse si riscaldano. L'energia meccanica che mette in moto le mani viene trasformata, tramite l'attrito, in calore che riscalda le mani.

Q: Beh però anche questa legge è reversibile.

A: Esatto, anche questa legge non vieta alcun processo a patto che l'energia venga conservata.

Q: Però c'è qualcosa di sbagliato! Riprendendo l'esempio delle mani che si riscaldano strofinandosi, non è possibile mettere in moto le mani raffreddandole! E' come se l'energia accumulata nelle mani non potesse tornare ad essere meccanica!

A: Esattamente e qui entra in gioco la seconda legge della termodinamica, che identifica quali processi pur conservando l'energia non possono in realtà avvenire. In realtà, come chiarirò in seguito, non è che non possono avvenire, ma sono talmente improbabili che si ha praticamente la certezza di non osservarli mai. Per capire il secondo principio, riprendiamo l'esempio del foglio di carta estendendolo a tanti fogli di carta. Se essi sono inizialmente impilati, dopo un refolo di vento è altamente probabile che siano sparpagliati su tutto il tavolo. E' a questo punto altamente improbabile, anzi direi praticamente impossibile, che un refolo di vento riporti tutti i fogli ad essere impilati. Ovviamente questo a meno di interventi esterni di qualcuno che riordini la pila.

Q: Dunque il secondo principio della termodinamica dice che alcuni fenomeni sono impossibili perché è altamente improbabile che si possa tornare alla situazione iniziale.

A: Esatto, è praticamente impossibile che un processo porti da uno stato probabile (fogli sparpagliati sul tavolo) ad uno improbabile (fogli impilati). Per quantificare il concetto di probabilità è necessario contare in quante configurazioni i corpi che compongono un sistema si possono posizionare per dare un particolare stato. Per chiarire, il numero di configurazioni in cui dei fogli stanno in posizioni qualunque sul tavolo è molto superiore al numero di configurazioni in cui i fogli sono impilati, dunque è molto più probabile che i fogli siano sparpagliati piuttosto che impilati. L'entropia è, a meno di dettagli matematici, questo numero di configurazioni che caratterizzano uno stato. E' complesso calcolare questa quantità a partire da temperatura, volume, pressione, e così via, però il concetto è semplice: l'entropia è la misura del disordine nell'universo. Matematicamente la seconda legge della termodinamica dice che in un sistema privo di influenze esterne l'entropia cresce sempre. Ma ora vi dovrebbe essere chiaro che questo vuol dire che se non agisco dall'esterno il sistema con il tempo evolverà verso uno stato più probabile, cioè più semplice da realizzare.

Q: Ah ecco, ora comincio ad intravedere il prima ed il dopo

A: Esatto, se osservi due stati in mezzo ai quali non c'è stato alcun intervento esterno, puoi dire qual è venuto prima e qual è venuto dopo valutando quanto sono probabili. Un istante "Dopo" è sempre più probabile (e dunque disordinato) dell'istante "prima". Se dunque vostra moglie vi sgrida che il cassetto delle calze era ordinato ed ora è disordinato, potete sempre invocare il secondo principio della termodinamica.

FINE