

Il documento è protetto da copyright. E' vietato qualsiasi ulteriore atto di utilizzazione (re-immissione in rete, diffusione, riproduzione in copia) senza la dovuta autorizzazione o citazione della fonte di provenienza.
Pippo Panasci www.ibeans.it

La relatività

Noi tutti abbiamo un'esperienza quotidiana del moto e di forze, della materia e dell' energia. Le sostanze chimiche, la Terra e gli organismi viventi sono cose tangibili. La relatività richiede invece un approccio astratto, e addirittura filosofico, alla scienza. Albert Einstein scoprì la relatività non eseguendo esperimenti, ma riflettendo su come la natura dev'essere. Possiamo seguire le idee di Einstein eseguendo gli stessi semplici esperimenti mentali.

La relatività è un argomento affascinante perché ci dà un modo del tutto nuovo di guardare all'universo. Eppure una quantità di scienziati, noi compresi, situerebbe la relatività piuttosto in basso nell' elenco delle cose che si devono sapere per avere una cultura scientifica di base. Einstein e la sua teoria fanno parte però della nostra eredità culturale, o se si preferisce del folklore scientifico. La relatività è divertente, ed è molto utile per fare colpo sulla gente alla feste.

Chiarimo subito una cosa. Non è assolutamente vero che in tutto il mondo ci sono solo una decina di persone in grado di capire la teoria della relatività. Quest'affermazione può essere stata vera nel 1920 (anche se-, a dire il vero, dubitiamo anche di questa versione più ristretta). Oggi i principi basilari della relatività vengono insegnati anche nelle scuole secondarie superiori, e centinaia di studenti di fisica e astronomia imparano ogni anno la relatività in modo matematicamente rigoroso.

La relatività non è difficile tecnicamente. La sua proposizione fondamentale può addirittura sorprenderci per la sua semplicità: Le leggi di natura appaiono uguali a ogni osservatore.

La relatività ha un precetto centrale: non esiste un luogo «giusto» da cui osservare l'universo: non c'è una visione privilegiata delle cose, un universo quale appare «all'occhio di Dio ». Le leggi di natura appaiono uguali a ogni osservatore, tanto all'osservatore contemplativo comodamente seduto sulla sua sedia a dondolo quanto all'astronauta che viaggia nello spazio a una velocità prossima a quella della luce. Le leggi che governano l'universo, secondo la teoria della relatività, sono le stesse dovunque le si osservi. Quest'idea sembra quasi troppo semplice; eppure molti fra i risultati ottenuti dalla teoria violano la nostra comprensione intuitiva del modo in cui il mondo dovrebbe comportarsi. La relatività ci chiede di prendere nella dovuta considerazione il fatto che il mondo non si comporta sempre come noi ci aspettiamo che si comporti, e molte persone sono turbate dall'indifferenza della natura verso il nostro senso di come dovrebbero essere le cose. Se riusciremo ad abituarci all'idea che l'universo è ciò che è, indipendentemente da come pensiamo che dovrebbe essere, non avremo alcun problema con la relatività.

Sistemi di riferimento

Quando siamo seduti in poltrona a casa nostra, osserviamo il mondo da un *sistema di riferimento* che è saldamente ancorato alla solida Terra. Se invece stiamo facendo un viaggio in automobile o su un aereo o su un'astronave, osserviamo il mondo da un sistema di riferimento in moto rispetto alla Terra. Nell'uno come nell'altro caso siamo *osservatori* in senso relativistico; tanto nell'uno quanto nell'altro sistema di riferimento potremmo allestire un laboratorio di fisica e compiere esperimenti, descrivere fenomeni fisici e dedurre le leggi della natura.

Quale che sia il nostro sistema di riferimento, possiamo pensare di essere in quiete mentre ogni altro osservatore è in movimento. Questo modo di considerare le cose potrebbe non sembrare ovvio; quando viaggiamo in macchina è difficile che pensiamo di essere immobili, attribuendo il movimento al paesaggio che sfreccia accanto a noi. La maggior parte di noi sono abituati a pensare alla Terra come al « giusto » sistema di riferimento, e noi tendiamo inconsciamente a metterci nel sistema di riferimento della Terra, sia che ci troviamo tranquilli a casa nostra sia che stiamo viaggiando più o meno velocemente. Ma ti è mai capitato, stando seduto su un aereo o su un treno in manovra, di gettare uno sguardo fuori dal finestrino e di pensare che a muoversi fossero l'aereo o il treno immobili accanto al tuo? In quel momento, prima che la tua mente cosciente avesse ripreso il sopravvento e reimposto il suo pregiudizio, eri un vero osservatore relativistico. Il tuo sistema di riferimento era il tuo centro fisso dell'universo, e ogni cosa era in movimento attorno a te.

Diversi osservatori danno descrizioni diverse di uno stesso evento. Se, mentre sei su un treno in corsa,

lasci cadere questo libro, il libro cade verticalmente, almeno ai tuoi occhi. Se però qualcuno osservasse lo stesso fenomeno dall'esterno, per esempio da una banchina di una stazione di transito, vedrebbe il libro cadere descrivendo un arco: il movimento del treno farebbe infatti percorrere al libro una certa distanza orizzontale durante il tempo che esso impiega a cadere. Tu e la persona sulla banchina daresti descrizioni diverse della sua caduta.

Supponiamo ora che tu e la persona sulla banchina vi muniate di un laboratorio di fisica ciascuno e che ognuno di voi determini le leggi che governano la caduta libera di oggetti nel suo sistema di riferimento. Quando confrontate i vostri risultati, troverete che sono identici: entrambi troverete confermate le leggi del moto di Newton. In altri termini, osservatori che si trovano in sistemi di riferimento diversi danno descrizioni diverse di eventi specifici, ma descrizioni identiche delle leggi che governano tali eventi. Questa è l'idea centrale della teoria della relatività. Se supponiamo che essa sia una verità generale, possiamo trarne le conseguenze e verificarle sperimentalmente. Vedremo allora che le previsioni che seguono da questo principio superano la prova dell'esperimento, ed è questa la ragione per cui gli scienziati accettano la teoria. Il principio di relatività può essere enunciato semplicemente nel modo seguente:

« le leggi di natura appaiono uguali a ogni osservatore », ma in pratica è più facile scomporre questo principio in due parti, fondandosi sul modo in cui stanno muovendosi gli osservatori e i loro sistemi di riferimento. La parte più facile è la cosiddetta « relatività ristretta », la quale si occupa del caso speciale di sistemi di riferimento non soggetti ad accelerazioni. Per usare la terminologia newtoniana, la relatività ristretta si occupa solo di osservatori in moto rettilineo uniforme, senza alcuna forza a modificarne il moto. La « relatività generale » si applica invece a qualsiasi sistema di riferimento, sia esso o no accelerato. La relatività generale contiene la relatività ristretta come un caso speciale ma è matematicamente molto più difficile. Noi tratteremo relatività ristretta e relatività generale separatamente, affrontando dapprima la teoria più semplice.

Dovremmo fare un'altra osservazione sul posto della relatività nella ricerca scientifica moderna. Benché la teoria della relatività dia l'impressione di essere un settore d'avanguardia nella scienza moderna, essa esiste già dal 1905 ed è oggi considerata dai fisici una parte familiare e ben verificata del loro mondo. Se si prescinde dai tentativi di fondere la relatività generale con la meccanica quantistica, di questi tempi si fa ben poca ricerca sulla relatività di per sé. I risultati della teoria sono semplicemente incorporati nelle ricerche compiute in altri campi.