Dossier

Nell'oceano della verità

A 50 anni dalla morte e a 100 dalla scoperta della Teoria della Relatività, è doveroso, anche se difficile, parlare di Albert Einstein (1879-1955). Per farlo, apriamo due delle sue opere più significative: le *Memorie e Pensieri degli anni difficili.*

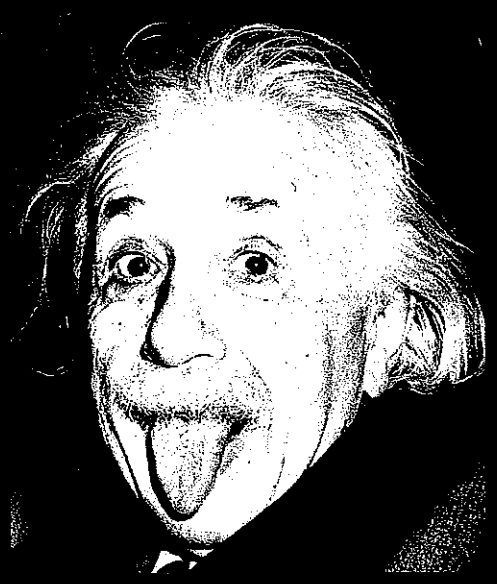
Einstein ha profondamente avuto *il senso del mistero* dell'Universo. Nelle sue *Memorie* scrive: "La cosa più bella che possiamo provare è il senso del mistero. Esso è quel sentimento profondo, sorgente di tutta la vera arte e di tutta la scienza. Colui che non ha mai provato questa emozione, colui che non sa più fermarsi a meditare e rimanere rapito, è come morto; i suoi occhi sono chiusi. Sapere che ciò che è impenetrabile, esiste realmente, è manifestazione dell'intelletto più profondo e della bellezza più radiosa, ed è accessibile alla nostra ragione solo nella forma più primitiva; questa conoscenza, è al centro della vera religiosità. In questo senso, io appartengo alla schiera degli uomini profondamente religiosi".

Einstein ebbe pure acuto *il senso dei limiti della conoscenza* e della relatività delle scoperte scientifiche. Sentì acutamente il problema, squisitamente filosofico, del valore dei nostri strumenti conoscitivi o concetti, con cui inquadriamo la conoscenza del nostro mondo e riassumiamo le nostre conclusioni: essi sono paragonabili, secondo il divertente modo di vedere le cose di Einstein, non al brodo rispetto al bue (per noi c'è un rapporto diretto tra il brodo di carne di bue, e il bue stesso, dove la carne di bue rappresenta il mondo, e il brodo i nostri concetti che estraiamo dal mondo); bensì i nostri concetti stanno in rapporto con il mondo come lo scontrino che io ricevo al guardaroba dall'addetta, andando a teatro, per il mio cappotto. Dove il cappotto di nuovo rappresenta il mondo, e lo scontrino i nostri concetti: non è che a uno scontrino nuovo debba corrispondere un cappotto nuovo e viceversa. Ma tuttavia un certo stretto rapporto tra cappotto e scontrino sussiste; e quindi noi qualcosa del mondo conosciamo, anche se molto poco e in maniera molto relativa.

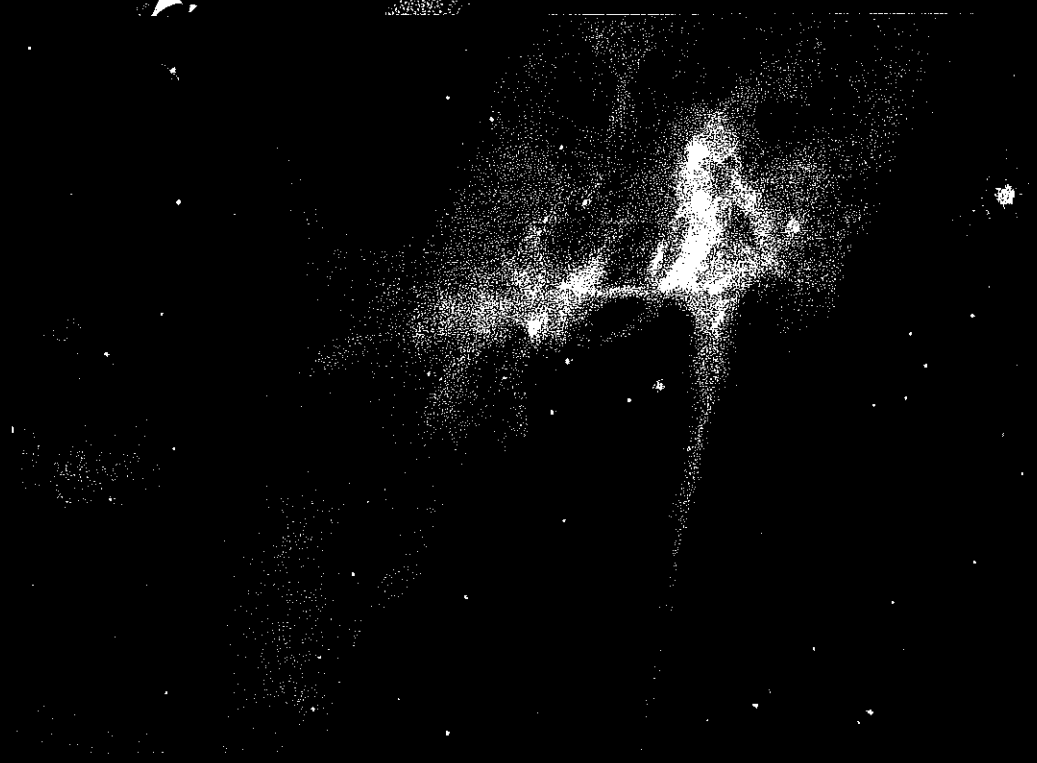
Al suo tempo, la meccanica quantistica destava grandi speranze. Si poteva leggere il mondo ma senza avere certezza di conoscenza. Per Einstein questo era assurdo, l'uomo doveva essere più umile e continuare a cercare la verità, perché era convinto che "Dio non gioca coi dadi".

Al termine della sua vita afferma: "Una cosa ho imparato nel corso della mia lunga vita: che tutta la nostra scienza, se paragonata alla realtà, è primitiva ed infantile... eppure è il bene più prezioso di cui disponiamo".

«Chiunque crede che la sua propria vita e quella dei suoi simili sia priva di significato è non soltanto infelice, ma appena capace di vivere».

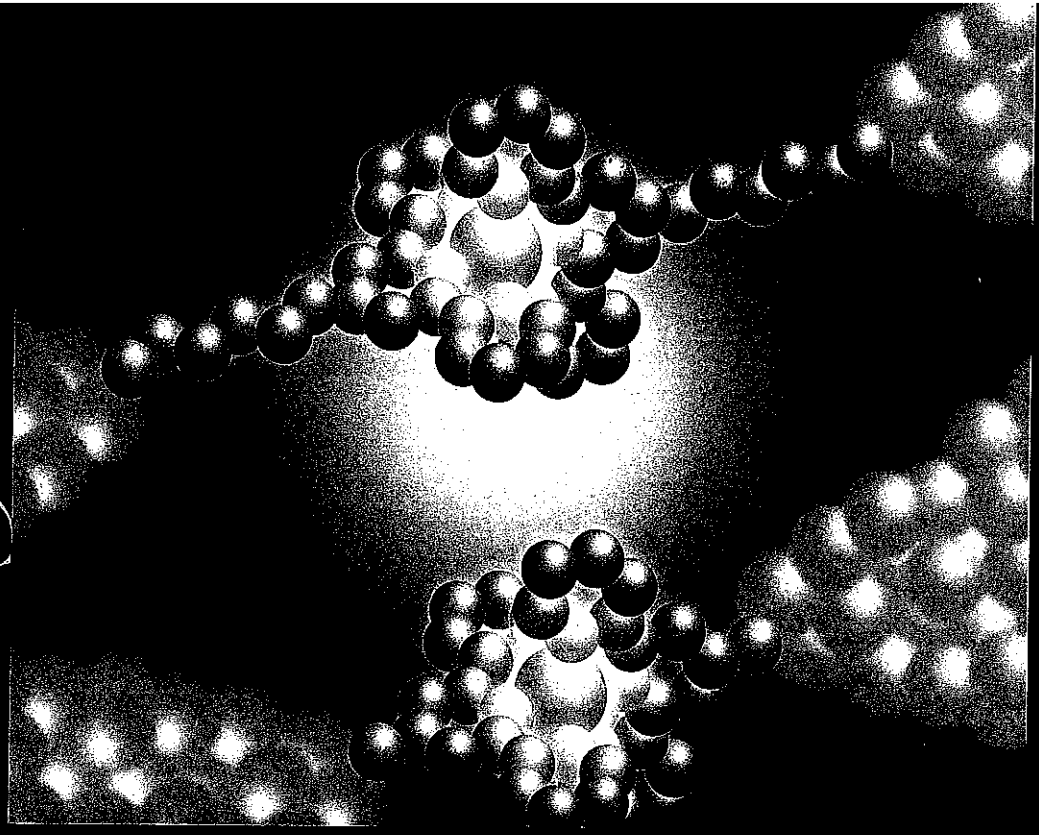


«Sono fermamente convinto che tutte le ricchezze del mondo non potrebbero spingere l'umanità più avanti anche se esse si trovassero nelle mani di un uomo totalmente consacrato all'evoluzione del genere umano.
Solo l'esempio di personalità grandi e pure può condurre a nobili pensieri e ad elette azioni.
Il denaro suscita soltanto egoismo e spinge sempre, irresistibilmente, a farne cattivo uso».



«Il benessere e la felicità non mi sono mai apparsi come la meta assoluta.
Gli ideali che hanno illuminato la mia strada e mi hanno dato costantemente un coraggio gagliardo sono stati il bene, la bellezza e la verità.
Senza la coscienza di essere in armonia con coloro che condividono le mie convinzioni, senza la affannosa ricerca del gradito, eternamente inafferrabile, dominio dell'arte e della ricerca scientifica, la vita mi sarebbe parsa assolutamente vuota.
Fin dai miei anni giovanili ho sempre considerato spregevoli le mete volgari alle quali l'umanità indirizza i suoi sforzi: il possesso di beni, il successo apparente e il lusso».

Fu profondamente *consapevole della enorme responsabilità* degli scienziati e degli usi delle loro scoperte. Condivise in pieno la convinzione dell'altro gigante contemporaneo ed esploratore degli abissi dell'uomo, Sigmund Freud, che scrisse nel 1929: "Gli uomini hanno talmente esteso il loro potere sulle forze naturali, che giovandosi di esse sarebbe facile sterminarsi a vicenda, fino all'ultimo uomo. Lo sanno, donde una buona parte della loro presente inquietudine, infelicità, apprensione. E ora c'è da aspettarsi che l'altra delle due "potenze celesti", l'Eros eterno, farà uno sforzo per affermarsi nella lotta con il suo avversario altrettanto immortale. Ma chi potrà prevedere se avrà successo e quale sarà l'esito?".
Consapevole degli orrori e immani pericoli



«Vi è una possibilità di dirigere l'evoluzione psichica degli uomini in modo che diventino capaci di resistere alle psicosi dell'odio e della distruzione?

che si sarebbero addensati sull'umanità per le terribili armi nucleari, dopo Hiroshima e Nagasaki, prese fermamente posizione a favore della pace.

Ma lo abitava un profondo senso di solitudine. Nel 1930 scrisse: "Il mio senso appassionato della giustizia sociale e della responsabilità sociale ha sempre contrastato con la mia assenza di contatti con altri esseri umani. Sono davvero un viaggiatore solitario e mai mi è stato possibile appartenere con tutto il cuore al mio Paese, alla mia casa, ai miei amici, o anche alla mia immediata famiglia".

Questo senso di mistero e di solitudine emerse ancor più chiaramente nel 1950, in occasione del suo settantunesimo compleanno, allorché scrisse: "Una sensazione di disagio mi pervade quando l'inevitabile compleanno si avvicina. Per tutto l'anno la Sfinge mi fissa con rimprovero e mi ricorda dolorosamente l'Incompreso, cancellando gli aspetti personali della vita. Poi sopraggiunge il giorno maledetto in cui l'affetto dimostratomi dal mio simile mi riduce in uno stato di disperata impotenza. La Sfinge non mi lascia libero nemmeno per un momento, e, nel frattempo, sono turbato da rimorsi di coscienza, essendo io incapace di rendere giustizia a tutto questo affetto, perché mi mancano la libertà e la distensione interiore!".

Perciò comprendiamo bene come Einstein condividesse in pieno il giudizio spassionato, umile ed insieme orgoglioso, che Newton, il suo grande precursore, aveva dato di se stesso: "Io non so come posso apparire al mondo: ma ai miei occhi mi sembra di non essere stato altro che un ragazzetto intento a giocare sulla spiaggia e a divertirsi di quando in quando a trovare un sassolino più liscio o una conchiglia più graziosa del solito, mentre il *grande oceano della verità* si stendeva dinanzi a me tutto da scoprire".

Con un gesto estremo di umiltà socratica, prima di morire, il 18 Aprile 1955, Albert Einstein aveva espressamente dichiarato che non voleva né cerimonia funebre né monumenti né tombe. Perciò, alla presenza di pochi intimi amici, venne cremato a Trenton (New Jersey). E secondo il suo esplicito umile desiderio le sue ceneri vennero sparso in un luogo segreto nell'*oceano, come richiamo all'Oceano della verità*, di cui aveva parlato il grande Newton, e come sigillo del suo desiderio di ritornare a fondersi con quell'universo, che egli aveva così appassionatamente amato ed indagato.

Giovanni Baiocco

Luce

Che cos'è la luce? Come viaggia? Qual è la sua velocità? Fin da ragazzo, Einstein fu affascinato dalla natura della luce, tanto che a 16 anni immaginava di poter cavalcare un raggio di luce. Ma poteva viaggiare veloce come la luce? O anche più veloce?
Nel 1905, rispose a queste domande con la sua Teoria della Relatività Speciale. La teoria che rivoluzionò il nostro modo di comprendere lo spazio e il tempo. Einstein affermò che la luce viaggia sempre ad una velocità costante indipendentemente da quanto veloci possiamo muoverci noi nel momento in cui la misuriamo.

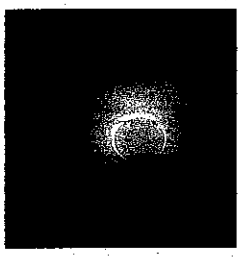
Sull'onda della luce

Albert voleva viaggiare su un raggio di luce. Ma al suo tempo, la scienza gli diceva che la luce viaggiava ad onde che si irradiavano dalla sorgente luminosa e si propagavano come le onde del mare.
Albert non si diede per vinto e iniziò a pensare: se le onde si propagano, lo fanno per mezzo dell'acqua, allora, anche le onde della luce per propagarsi hanno bisogno di un mezzo per poterlo fare. Eh sì, ma quale? Una risposta c'era, ma non era mai stata provata. L'etere. Si pensava che fosse questa la magica sostanza che permettesse alla luce di viaggiare, un po' come un tappeto sul quale la luce posasse i suoi piedi! Ed inoltre, la velocità della luce sarebbe stata influenzata dalla velocità della fonte luminosa. Insomma, più una fonte luminosa viaggiava veloce, più veloce era la luce che essa emanava. Così, di notte, un treno in corsa avrebbe emanato una luce "più veloce" di quella di un faro in mezzo al mare...

Etere o non etere?

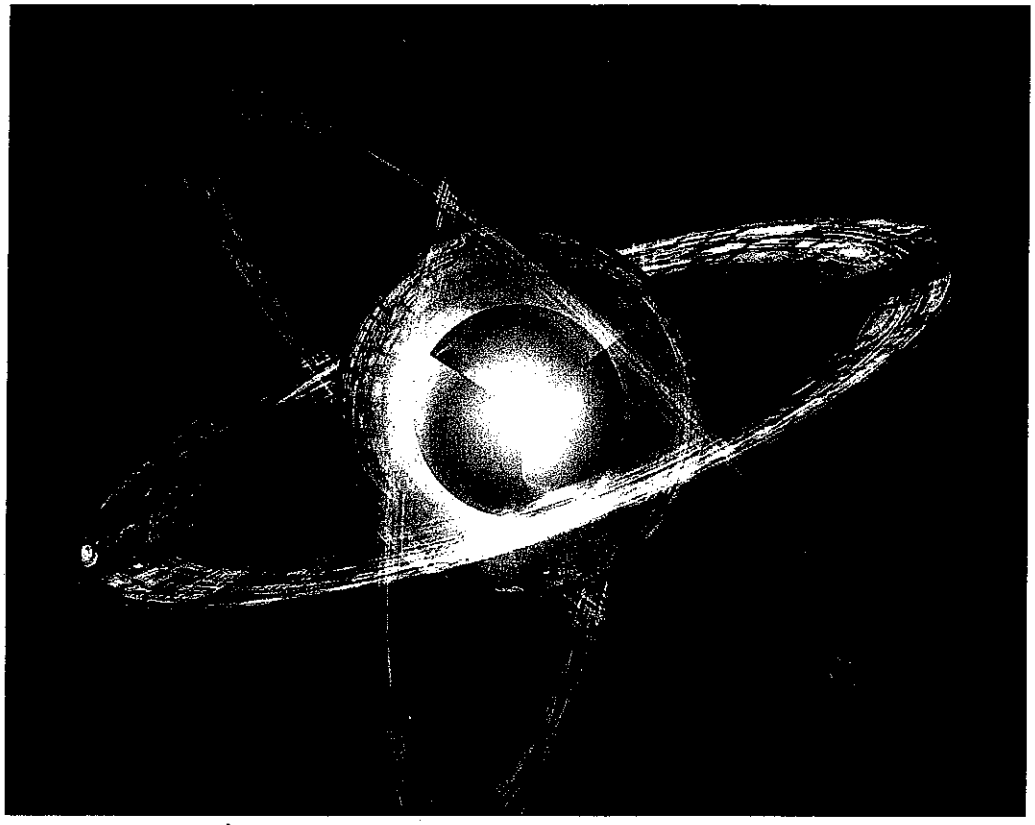
Dal 1800 fino agli inizi del '900, gli scienziati avevano cercato di capire la natura della luce. Per questo, nel 1887, due fisici americani, Albert Michelson e Edward Morley costruirono con estrema precisione uno strumento ingegnoso: l'interferometro.
Con questo magico congegno pensavano di poter provare l'esistenza dell'etere.
L'interferometro divideva in due un raggio di luce, mandando il primo in direzione del movimento della Terra e l'altro in direzione opposta. Il raggio sarebbe poi ritornato e la sua velocità sarebbe stata misurata dal tempo impiegato. Nel suo viaggio avrebbe incontrato l'etere che avrebbe modificato la velocità della luce. Il raggio inviato nella direzione del movimento terrestre sarebbe ritornato con una velocità inferiore, mentre quello inviato dalla parte opposta sarebbe dovuto ritornare con una velocità almeno pari a quella di emissione.
Purtroppo le cose non andarono così. La luce ritornava sempre alla medesima velocità sia a destra che a sinistra. Le conseguenze erano sbalorditive. Tutte le certezze della scienza sembravano crollare! Se si eliminava l'etere come spiegare l'elettricità, il magnetismo e la luce? Se invece si diceva che l'etere esisteva, bisognava pensare che la Terra fosse perfettamente immobile rispetto al Sole! L'esperimento venne ripetuto da altri

L'equazione perduta



I corpi incandescenti emettono un bagliore rosso. Se la temperatura aumenta, si cambia in arancione, giallo e alla fine diventa una luce bianca. I tentativi per spiegare come questa radiazione variasse secondo la lunghezza d'onda e la temperatura fallirono; fino a quando Max Planck pensò che l'energia radiante venisse emessa non come un flusso continuo, ma per mezzo di particelle discontinue da lui chiamate quanti.
Su basi puramente teoriche, egli concluse che ogni quanto emette un'energia data dall'equazione E=hv, dove v indica la frequenza della radiazione ed h è la cosiddetta costante di Plank, un piccolissimo numero (circa 0,00000000000 000000000000000006624), che rappresenta una delle costanti fondamentali della natura.

«Ognuno di noi è su questa terra per una breve visita. Non si riflette profondamente e ci si limita a considerare un aspetto della vita quotidiana; siamo qui per gli altri uomini: anzitutto per coloro dal cui sorriso e dal cui benessere dipende la nostra felicità, ma anche per quella moltitudine di sconosciuti alla cui sorte ci incatena un vincolo di simpatia. Ecco il mio costante pensiero di ogni giorno: la vita esteriore ed interiore dipende dal lavoro dei contemporanei e da quello dei predecessori; io devo sforzarmi di dar loro, in eguale misura, ciò che ho ricevuto e ciò che ancora ricevo».



fisici, sempre con lo stesso risultato: sembrava che la Terra non si muovesse!
Con la sua pubblicazione del 1905, Einstein affermò che sarebbe stato meglio per prima cosa, accettare che l'etere non esistesse. E per seconda cosa, iniziare a pensare che la velocità della luce sia costante.
Infatti, tutti gli esperimenti fatti hanno sempre provato che nel vuoto la velocità della luce è sempre costante. E non ha nessuna importanza come noi misuriamo la luce, essa si presenta sempre alla medesima velocità, indipendentemente dalla sua fonte luminosa.
Sembrerebbe logico sommare la velocità della luce a quella della sua fonte per determinare la velocità totale, ma nel caso della luce non funziona. Essa viaggia sempre a 300.000 chilometri al secondo sia che viaggi su un treno o sia emanata da un faro.

A tutto c'è un limite

Si può fare tutto ciò che si vuole? Forse secondo certe correnti di pensiero oggi tanto in voga sì, ma in realtà no. Questo lo dimostra anche Einstein. Per tanto tempo gli scienziati si erano illusi di poter far viaggiare un oggetto a qualunque velocità. Ma nulla può viaggiare a più di 300.000 chilometri al secondo, perché questa è la velocità massima che si ha nell'Universo. Ma non solo. C'è di più. Soltanto un corpo può viaggiare a simile velocità: la luce. È impossibile accelerare un qualunque oggetto senza un ulteriore dispendio di energia.
Questo pensiero raffreddò anche l'entusiasmo di Einstein, che dovette rinunciare all'idea di saltare su un raggio di luce e poter viaggiare gratuitamente come un turista per l'Universo!
Ma perché non si può viaggiare più veloci della luce, o come la luce? Per il semplice fatto che più un oggetto è veloce e più aumenta la sua massa. Quindi...diventa più pesante e richiede ancor più energia per aumentare la sua velocità. E per raggiungere la velocità della luce si richiederebbe una quantità infinita di energia.

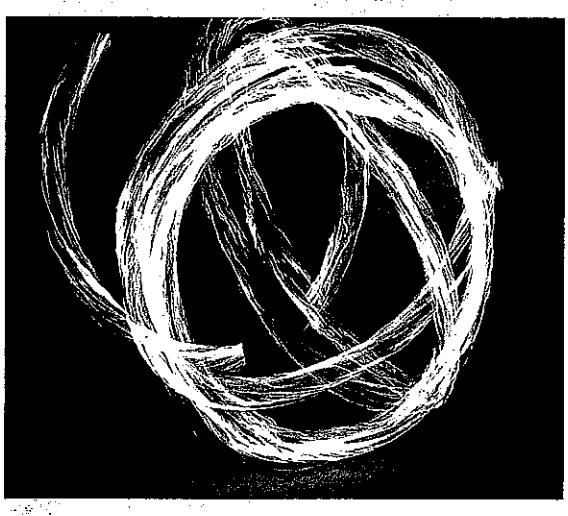
Tempo

Ottenuto finalmente un diploma, nel 1900 all'età di 21 anni, Albert Einstein trovò un lavoro presso l'ufficio brevetti della città di Berna. Non era un granché ma gli permetteva di vivere e gli lasciava ancora un po' di tempo per pensare alla fisica.
Col suo amico Michele Besso discuteva di filosofia, letteratura e fisica. Sovente passeggiavano accanto alla torre con orologio che campeggia in una piazza di Berna.
Proprio durante una discussione con Besso, che ringraziò poi particolarmente nel suo primo scritto sulla Teoria della Relatività, ebbe un'intuizione: il tempo non è un valore assoluto. È vero che per noi questo sembra un assurdo, ma in realtà nell'Universo un secondo non è sempre un secondo. Tutto dipende da dove noi ci troviamo e dalla velocità in cui ci stiamo muovendo.

Temporizziamo il tempo

Che cos'è il tempo? Semplice: è quella cosa che è misurata dagli orologi! Già la parola "cosa" avrebbe fatto rizzare tutti i bianchi capelli di Einstein, e poi l'idea di orologio

La luce del Nobel



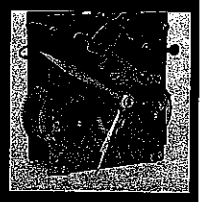
Einstein, nel 1905, pensò che l'energia radiante (luce, calore, raggi X) si trasmettesse in *quanti* separati e discontinui. La sensazione di calore che noi proviamo davanti al caminetto acceso è il risultato di un bombardamento sulla nostra pelle di innumerevoli quanti di energia radiante. Lo stesso per i colori: variano l'uno dall'altro esattamente di quanto varia la frequenza v nell'equazione $E=hv$. Completò poi quest'idea, spiegando un misterioso fenomeno: l'effetto fotoelettrico.
Non si capiva come mai una lastra di metallo, colpita da un raggio di luce violetta, emettesse uno sciame di elettroni. Se si usava luce gialla o rossa (a più bassa frequenza), gli elettroni venivano ancora emessi, ma a velocità ridotte. Per cui, la forza con la quale gli elettroni sono strappati dal metallo dipende unicamente dal colore della luce e non dalla sua intensità. Se la sorgente di luce viene allontanata ed indebolita, gli elettroni sono emessi in numero minore, ma la loro velocità non diminuisce. L'azione è istantanea anche quando la luce diventa impercettibile.
Einstein concluse che questi strani effetti si spiegavano solo supponendo che tutta la luce fosse composta da particelle individuali o grani di energia da lui chiamati fotoni; e quando uno di essi colpisce un elettrone il risultato è paragonabile all'urto di due palle da biliardo. Inoltre Einstein notò che i fotoni di radiazione violetta od ultravioletta o di altre forme di alta frequenza hanno maggior energia che non i fotoni infrarossi o rossi, e che la velocità con la quale ogni elettrone sfugge dalla lastra di metallo è proporzionale al contenuto di energia del fotone. Questo gli procurò il premio Nobel.
La televisione e le altre applicazioni della cellula fotoelettrica devono la loro esistenza alla legge fotoelettrica di Einstein.

gli avrebbe procurato un brivido stellare. Noi crediamo che da qualche parte nell'Universo ci sia un orologio cosmico che scandisce il tempo di tutto e che i nostri orologi - da collezione o usa e getta – siano una copia più o meno preziosa di questo orologio universale. Per cui è pacifico parlare di prima, durante e dopo, passato, presente e futuro. In realtà noi abbiamo temporizzato il concetto di tempo, piegandolo alle nostre esigenze umane.
Affermando che la velocità della luce rimane costante, sempre e per tutti, Einstein sconvolgeva il concetto di tempo. Come potrebbero osservatori diversi misurare la stessa velocità della luce quando gli osservatori stessi sono in movimento con diverse velocità fra loro?
La velocità è la misura della distanza diviso tempo (Km/h). Quindi se la velocità della luce è costante, nonostante la diversa velocità degli osservatori, vuol dire che il concetto di intervalli di tempo e di distanza avrebbero dovuto modificarsi in modo da mantenere il loro rapporto sempre uguale. Ma questo significava alterare il concetto di tempo. Einstein affermò che il tempo non è una continua progressione di eventi che si muove dal passato al presente e va verso il futuro. E non procede alla stessa velocità per tutti e ovunque. Il trascorrere del tempo dipende dalla velocità dell'orologio che lo misura... Più un oggetto viaggia velocemente e più lentamente passa il tempo per quell'oggetto.

«In rapporto al passato, l'Europa ospita una popolazione tre volte maggiore di quella di cento anni fa. Ma il numero di uomini dotati di temperamento geniale è diminuito senza proporzione. Solo un esiguo numero di uomini, per le loro facoltà creatrici, sono conosciuti come personalità. In una certa misura l'organizzazione ha sostituito le qualità del genio nel campo della tecnica, ma anche, e in misura notevolissima, nel campo scientifico. La penuria di personalità si fa sentire in modo particolare nel campo artistico. La pittura e la musica sono oggi nettamente degenerate e uscitano nel popolo echi assai meno intensi».

Accelerate il mondo, non voglio invecchiare!

La scuola che frequenti, la stanza in cui ti trovi (a proposito, è in ordine?), la tua gelateria preferita e persino la cuccia del tuo cane, tutto su questa Terra, sta attualmente viaggiando alla bella velocità di 107.000 Km/h, compresa la Ferrari di Schumacher. Questa è la velocità della Terra attorno al Sole. Eppure te ne stai fermo, seduto a leggere o a guardare la tivù (ma non troppo, altrimenti fa male). Ma questo "restare fermi" è solo in relazione alla Terra, però non al Sole, nei cui confronti stiamo viaggiando e anche a una bella velocità, nonostante tutti i divieti.
Questo avviene semplicemente perché noi siamo in movimento relativamente al Sole, ma fermi relativamente alla Terra. Così il concetto di movimento dipende dal quadro di riferimento rispetto al quale ci poniamo. L'idea non era nuova. L'aveva già enunciata Galileo, Einstein l'ha solo perfezionata.
La velocità a cui passa il tempo è relativa al punto in cui noi ci poniamo. Anche lo stesso avvenimento, osservato da due punti di vista diversi, viene descritto differentemente da due diversi osservatori. Un secondo può essere più o meno lungo a seconda del punto di osservazione. Più veloce è l'orologio e più lento trascorre il tempo. Nella vita ordinaria questo effetto è impercettibile, ma più ci avviciniamo alla velocità della luce e più appare evidente.
Se prendiamo due orologi atomici (quindi, di assoluta precisione) e li sincronizziamo perfettamente e uno di essi lo carichiamo su un jet e con questo facciamo il giro del mondo, vedremo alla fine che l'orologio che era sull'aereo, al suo ritorno, sarà leggermente indietro rispetto a quello rimasto sulla terra, perché si è mosso più velocemente. Quindi anche un secondo è diverso se vissuto sulla Terra rispetto a quello vissuto nell'atmosfera in quanto i nostri orologi sono più lenti di come sarebbero se spostati a velocità nello Spazio.
Quindi più veloci andiamo e più lentamente passa il tempo. Se si potesse costruire



«Il vero valore di un uomo si determina esaminando in quale misura e in che senso egli è giunto a liberarsi dall'io».

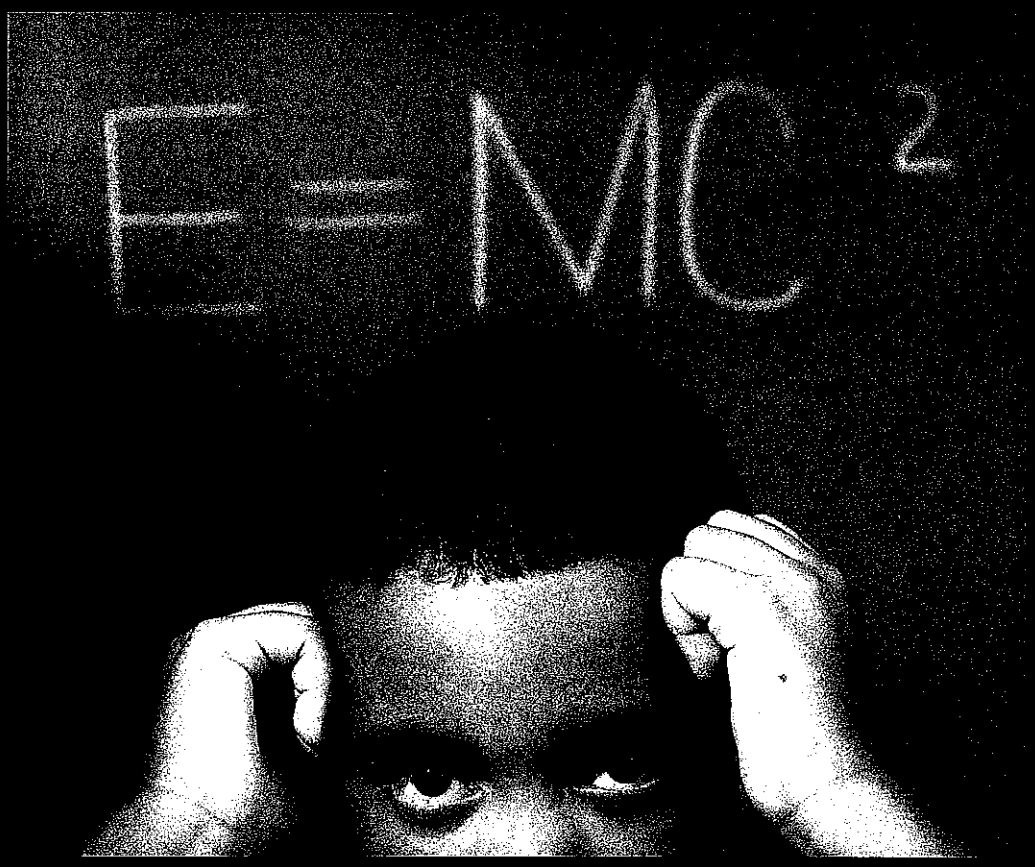
un'astronave capace di avvicinarsi al 99 per cento della velocità della luce, cinque anni di viaggio su di essa corrisponderebbero a 36 anni trascorsi sulla Terra e gli abitanti dell'astronave, una volta sulla Terra, ritornerebbero indietro di 31 anni nel loro futuro e sarebbero solo cinque anni più vecchi. Se questa astronave fosse esistita nel 1879, anno di nascita di Albert Einstein, e lui vi fosse salito sopra, ora al suo ritorno sulla Terra, avrebbe solo 18 anni... e quindi non avrebbe scoperto la teoria della relatività... Comunque consoliamoci, la più veloce navicella spaziale, oggi disponibile, viaggia allo 0.00004% della velocità della luce.
Eppure c'è già chi ha provato questo effetto: il cosmonauta russo Sergei Avdeyev ha passato 748 giorni sulla Mir in tre diverse missioni spaziali. Dato il movimento relativo della Mir rispetto alla terra, Avdeyev è 0.02 secondi più giovane di quanto sarebbe se non avesse mai viaggiato nello spazio.

Energia

Nel 1905, Einstein scrisse due articoli sulla Teoria della Relatività. Il primo, pubblicato in giugno, trattava della luce e del tempo, mentre tre mesi più tardi terminò il secondo, più breve, che era una semplice conclusione del primo. In questo secondo articolo, lui stesso annotò che ciò che aveva descritto poteva esser considerato come una conclusione molto interessante per comprendere l'energia. Formulando matematicamente la sua conclusione, Einstein scrisse: $E = mc^2$. Dove E indicava l'energia, m la massa e c (*celeritas*) la velocità della luce.
Il senso di questa misteriosa formula era che la massa e l'energia erano semplicemente differenti forme della stessa realtà. Einstein si attendeva che gli altri scienziati iniziassero un feroce dibattito attorno a questa sua definizione. Ma, allora come oggi, le più grandi scoperte passano sotto silenzio. Tuttavia, a poco a poco questo silenzio si ruppe.

Per secoli si era pensato che la materia non potesse distruggersi ma solo cambiare forma e lo stesso per l'energia. La massa era la materia mentre l'energia ciò che ne provocava il mutamento o il movimento. Massa ed energia erano considerate completamente separate e distinte. Einstein dimostrò che la massa è solo un'altra forma dell'energia così come il ghiaccio è solo un'altra forma dell'acqua. L'energia contenuta in un chilo di massa, potrebbe illuminare una lampadina da 100 Watt per 30 milioni di anni. Così l'energia di un jet che viaggi a 970 Km/h, in un'ora fa aumentare la sua massa dello 0, 000.000.000.1%. Inoltre, ogni momento che il Sole riscalda la Terra, diminuisce della sua massa, esattamente di 4 milioni di tonnellate per ogni secondo terrestre.
Per cui ogni massa poteva essere convertita in energia e l'energia poteva diventar massa. L'equazione di Einstein mostra l'interrelazione esistente fra massa ed energia, per cui la massa è una forma di energia e

«La cosa più bella che possiamo sperimentare è il mistero; è la fonte di ogni vera arte e di ogni vera scienza. Colui che non la conosce, colui che non può più provare stupore e meraviglia è come morto, ed i suoi occhi sono incapaci di vedere».



l'energia è una forma di massa.
All'inizio, Einstein scrisse la formula in un altro modo: $M = L/c^2$. Dove L (*Lagrangian*) indicava una generica forma di energia (dal fisico torinese Giuseppe Luigi Lagrange), poi, rielaborò la formula in modo da farla sembrare un'equazione. In un primo tempo, Einstein si divertì nell'aver scoperto questa realtà e disse: «Dio deve ridere di tutto questo e forse si è preso gioco di me».
L'equazione di Einstein richiama in campo la velocità della luce. È questo il fattore di conversione della massa in energia. E qui sta tutto il problema. Perché per convertire anche solo una piccola monetina in energia pura, avremmo bisogno di una quantità di temperatura e pressione più grandi di quelle che vi sono nel Sole.
Per Einstein la formula era sì interessante ma non direttamente coinvolgente la realtà del mondo ordinario. Solo più tardi sarà compresa appieno per spiegare la fusione nucleare esistente nel sole e nelle stelle, dove una parte della loro massa si muta in energia. La stessa formula sarà utilizzata per la preparazione della bomba atomica poiché lì si ha la fissione degli atomi quando una parte della massa degli atomi originari si converte in energia.
Nel Sole quattro atomi di idrogeno in seguito ad una serie di collisioni si fondono tra loro formando un atomo di elio. Questa reazione che accade nel Sole soltanto 100 milioni di quadrillioni di quadrillioni di volte al secondo rilascia una significante quantità di energia. Però la massa di un atomo di elio è soltanto leggermente più piccola della massa dei quattro atomi di idrogeno originari. La differenza è l'energia creatasi. Allo stato attuale delle cose, pare che il nostro Sole abbia una quantità sufficiente di idrogeno per continuare a splendere per almeno 5 miliardi di anni.
L'abbronzatura è garantita!

«Voglio capire come Dio ha creato il mondo. Non mi interessa questo o quel fenomeno in particolare: voglio penetrare a fondo il Suo pensiero. Il resto sono solo minuzie...».

Gravità

In un giorno del 1907, guardando fuori dal suo ufficio di Berna, Einstein immaginò cosa potesse provare uno spazzacamino se fosse caduto dal tetto. Questo pensiero era meno balzano di quanto possa sembrare. Quel giorno, da lui stesso definito come il suo momento più felice, si concluse con questo pensiero: «Il povero spazzacamino si sarebbe sentito senza peso mentre accelerando, scendeva verso il basso». Questo poiché per Einstein la gravità e l'accelerazione dovevano essere equivalenti.

«La natura nasconde i propri segreti non perché sia ingannatrice, ma perché è sublime».

Einstein aveva così scoperto il principio di equivalenza che lo avrebbe guidato, nove anni dopo (1916), ad elaborare la Teoria Generale della Relatività.

Questa nuova visione della fisica sarebbe diventata il fondamento dell'astrofisica e della moderna cosmologia.

L'idea si basava sul fatto che la gravità che tira in una direzione è completamente equivalente ad un'accelerazione nella direzione opposta.

Un gruppo di persone che si trovino su un ascensore in moto accelerato verso l'alto non possono, per principio, distinguere se la forza che avvertono è dovuta alla gravitazione o alla accelerazione costante dell'ascensore.

Secondo la sua teoria, le interazioni dei corpi vengono spiegate come l'azione e la perturbazione esercitata dai corpi sulla geometria dello spazio-tempo, uno spazio quadridimensionale che oltre alle tre dimensioni dello spazio euclideo è composto anche da una coordinata temporale.

Se dunque la gravità è equivalente all'accelerazione e se il movimento modifica la misura del tempo e dello spazio, ne segue che anche la gravità modifica lo spazio e il tempo.

Così, in prossimità della gravità solare, non solo il tempo sarebbe più lento, ma anche la somma degli angoli interni di un triangolo non darebbe più 180°.

Prima di Einstein, la gravità, descritta da Isaac Newton nel 1687, era considerata una forza che agiva contemporaneamente sopra una distanza. Il risultato era che due oggetti nell'Universo si sarebbero attratti l'un l'altro.

Ma, o era vero quanto affermava Newton o quanto asseriva Einstein. Secondo Newton la Luna era attratta dalla Terra con una forza pari a 240 mila miglia al secondo^2, il che per Einstein era semplicemente impossibile poiché sarebbe stato più veloce della luce, considerata come il limite cosmico della velocità.

Bisognava, dunque, uscire dalla visione di Newton e non considerare più la gravità come una forza.

La valle dell'attrazione

Immaginiamo di stare su un materassino. Su questo facciamo scorrere una palla. Essa sarà attratta dalla depressione formatasi col nostro corpo. La sua direzione di marcia sarà ridiretta dall'avvallamento formatosi con la nostra pressione. Secondo Einstein, dunque, gli oggetti come il Sole e i pianeti

I buchi neri

Cosa capita quando una stella immediatamente collassa e si riduce di volume? Un piccolo oggetto con una massa enorme produrrebbe un salto nella condizione spazio-temporale, una torsione enorme che crea un campo gravitazionale così forte che nulla, nemmeno la luce, è in grado di sfuggirgli. La stella, prima brillante di luce, diventa così un buco nero.

Studiando i movimenti delle stelle vicine al centro della Via Lattea, gli astronomi si sono resi conto che queste stelle orbitano attorno ad una massa invisibile, circa due milioni di volte la massa del sole.

Il punto in cui si verifica il collasso di una stella, crea una gravità così intensa che saltano tutte le teorie fisiche, persino la teoria della relatività, poiché abbiamo oltrepassato il limite della velocità della luce.

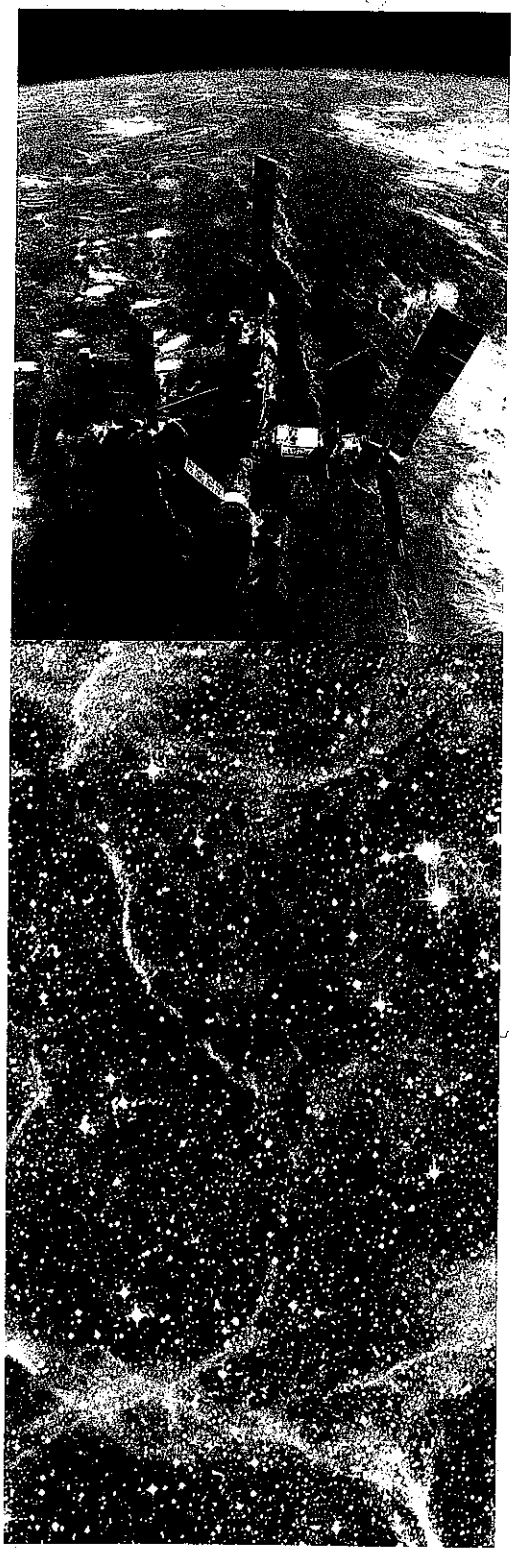
Se la terra dovesse entrare nello spazio gravitazionale di un buco nero, si ridurrebbe ad un cubetto di marmo.

«I grandi spiriti hanno sempre incontrato violenta opposizione da parte delle menti mediocri».

sono in grado di piegare lo spazio e il tempo. In tal modo, questi avvallamenti di spazio-tempo creano l'effetto della gravità. Così la depressione formata dalla massa della Terra altera il corso di un oggetto come un satellite che viaggia verso questa depressione. Ogni corpo, dotato di massa è in grado di creare questa torsione dello spazio e del tempo. E la torsione crea l'effetto della gravità di qualunque oggetto che entri nella sua sfera. La forza della gravità dipende dalla forma della torsione spazio temporale.
In questo modo, un oggetto anche grande ma di piccola massa è in grado di produrre solo una minima torsione, invece, un oggetto con una grande massa produrrà una alterazione maggiore.
Lo spazio però da solo non esiste. È sempre accompagnato dalla dimensione temporale poiché ogni oggetto si pone come tempo e spazio contemporaneamente rispetto ad altro. Questo avrebbe spiegato le variazioni del moto orbitale dei pianeti, fenomeno fino ad allora non pienamente compreso, e avrebbe permesso di prevedere la curvatura dei raggi luminosi emessi dalle stelle in prossimità di un corpo di massa elevata quale, ad esempio, il Sole. Così la luce subisce un effetto di curvatura lenticolare a causa della gravità e quando noi guardiamo le stelle e le galassie, queste sembrano poste altrove rispetto a quello che sono in realtà, poiché la luce che mettono cambia corso in quanto segue una piegatura nello spazio-tempo creato dal campo gravitazionale.

Queste idee suscitarono un gran putiferio. Sembrava impossibile che la luce si piegasse e che la gravità non fosse come Newton l'aveva spiegata due secoli e mezzo prima.

Ma una conferma di quanto Einstein aveva formulato venne nel 1919.
Nel novembre di quell'anno, Sir Arthur Eddington guidò una spedizione per catturare le immagini di un eclisse: alcune stelle che avrebbero dovuto essere invisibili, in realtà si videro perché i loro fotoni venivano deviati dal Sole secondo la quantità prevista da Einstein. Questo confermava che la gravità del Sole defletteva la luce!
L'8 novembre 1919, il mondo stanco e depresso, appena uscito da una sanguinosa guerra che aveva seminato solo miseria e distruzione, poteva alzare lo sguardo verso il cielo e credere che una legge più forte teneva insieme tutto l'Universo. Quella legge era stata scoperta da un umile impiegato di Berna che da bambino sognava di cavalcare la luce: Albert Einstein.



Altre conferme

Pur essendo stata formulata quasi un secolo fa, ancora oggi la relatività generale resta per molti un quadro piuttosto oscuro, che probabilmente ancora nessuno riesce a comprendere del tutto. Ancora oggi vengono proposti esperimenti per la conferma o meno di tale teoria, che al momento attuale ha sempre resistito, ottenendo anche qualche successo notevole.
Sono recentemente in atto alcuni esperimenti per la registrazione delle onde gravitazionali, anch'esse previste dalla teoria: tali onde si svilupperebbero quando due corpi con un enorme campo gravitazionale orbitano a distanza ravvicinata l'uno con l'altro. Uno dei più grandi rilevatori è il progetto *Virgo*, situato a Cascina, vicino a Pisa. Un altro risultato che confermerebbe la teoria è il cosiddetto *frame dragging*, ossia il trascinamento del sistema di riferimento da parte di masse in rotazione: oltre alla sonda *Gravity Probe B* della Nasa, a questo progetto lavorano i ricercatori dell'Università di Lecce e del Maryland che hanno utilizzato i dati delle orbite di alcuni satelliti, confermando entro l'errore dell'1% le previsioni della teoria.

La sfida

Alcuni anni dopo aver pubblicato la Teoria Generale della Relatività, Einstein iniziò a lavorare ad un'ipotesi ancora più ambiziosa. Il suo desiderio era quello di descrivere tutti i fenomeni fisici, dalla più piccola particella subatomica all'intero Universo, sotto l'ombrello di una Grande Teoria Unificata. Purtroppo non vi riuscì mai. Tuttavia, oggi è questo il traguardo e l'ambizione della fisica odierna.

Il grande dibattito

Che la visione di Einstein avesse modificato la fisica e il modo di vedere il mondo non c'era ormai più dubbio. Però vi era anche un'altra teoria che stava avanzando e, a poco a poco, s'imponeva nello spiegare il mondo dei fenomeni: la Teoria dei quanti, che considerava l'energia come un elemento esistente in piccole quantità. Questo permetteva di interpretare e di capire meglio i fenomeni che avvenivano fra l'energia e la materia nel mondo subatomico.
Secondo Einstein, la Teoria dei quanti era utile, sì, ma per comprendere la natura solo a livello atomico, e dubitava che fosse utilizzabile come sicura base per descrivere i fenomeni fisici. Perché per fare questo bisognava procedere con sicurezza e certezza, dalla previsione fino alla diretta osservazione. Ma l'azione del singolo quanto non può essere osservato direttamente, per cui gli scienziati che seguono questa teoria non possono far altro che procedere su base statistica e quindi affidandosi alla probabilità più che alla certezza.
Il fisico danese Niels Bohr, sfidando la posizione di Einstein, affermò che già soltanto il semplice atto di osservazione della realtà atomica modifica il risultato dell'interazione dei quanti. Per cui, soltanto una descrizione probabilistica permette di spiegare la realtà e aiuta a comprenderla così come essa è.
Einstein non poteva accettare questa posizione che lasciava aperto il campo all'indeterminazione e non permetteva la certezza della conoscenza dei fenomeni. Secondo lui questi nuovi studi non rendevano ragione del modo armonioso in cui l'Universo è stato creato: «La meccanica quantistica è degna di tutto il rispetto. Ma una voce interiore mi dice che questa non è ancora la via giusta per capire il mondo. La teoria spiega molto, ma difficilmente ci conduce vicino nel capire i segreti del Grande Vecchio, perché Dio non gioca con i dadi».
Dopo aver dato un notevole contributo allo studio dei quanti, soprattutto per quanto riguarda la composizione della luce, il 15 maggio del 1935 pubblicò un articolo sulla Physical Review, in cui rifiutava la Teoria dei quanti perché incompleta e incapace di soddisfare l'esigenza di una spiegazione totale dei fenomeni fisici. Gli esperimenti di laboratorio, però, diedero ragione a Bohr. Ma quanto scritto da Einstein nel rifiutare la Teoria dei quanti, costituisce la base delle odierne ricerche del mondo della fisica.

Il sogno di una vita

Einstein passò gli ultimi anni nel cercare una teoria che spiegasse ogni fenomeno, ma non vi riuscì: «È come se mi si fosse stata tolta la terra da sotto i piedi», affermerà. Ma resterà sempre fermamente convinto che questa fosse la strada da seguire.
Ancora oggi gli studi sono diretti in questa direzione, nel tentare di formulare una Grande Teoria Unificata che spieghi la natura della materia, dell'energia, dello spazio e del tempo. «A questa affascinante magia, lavorerò fino all'ultimo mio respiro», scrisse nel 1951. Ed è questa l'eredità che ha lasciato alle generazioni future.
Poche ore prima di morire, il 18 aprile del 1955, disse ancora: «I have done my share». Ho fatto la mia parte. La parte di un genio che aveva sempre alimentato in sé la meraviglia e i sogni di un bambino.

Chiara Busso

«La fantasia è più importante del sapere».

Gli approfondimenti di questo dossier sono sul sito: www.dimensioni.org