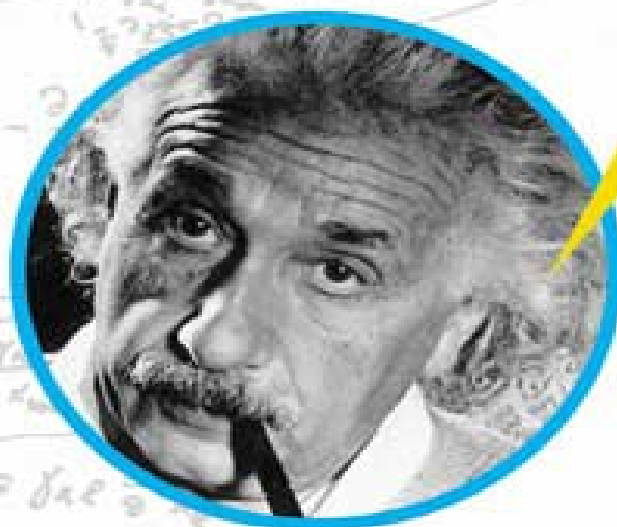


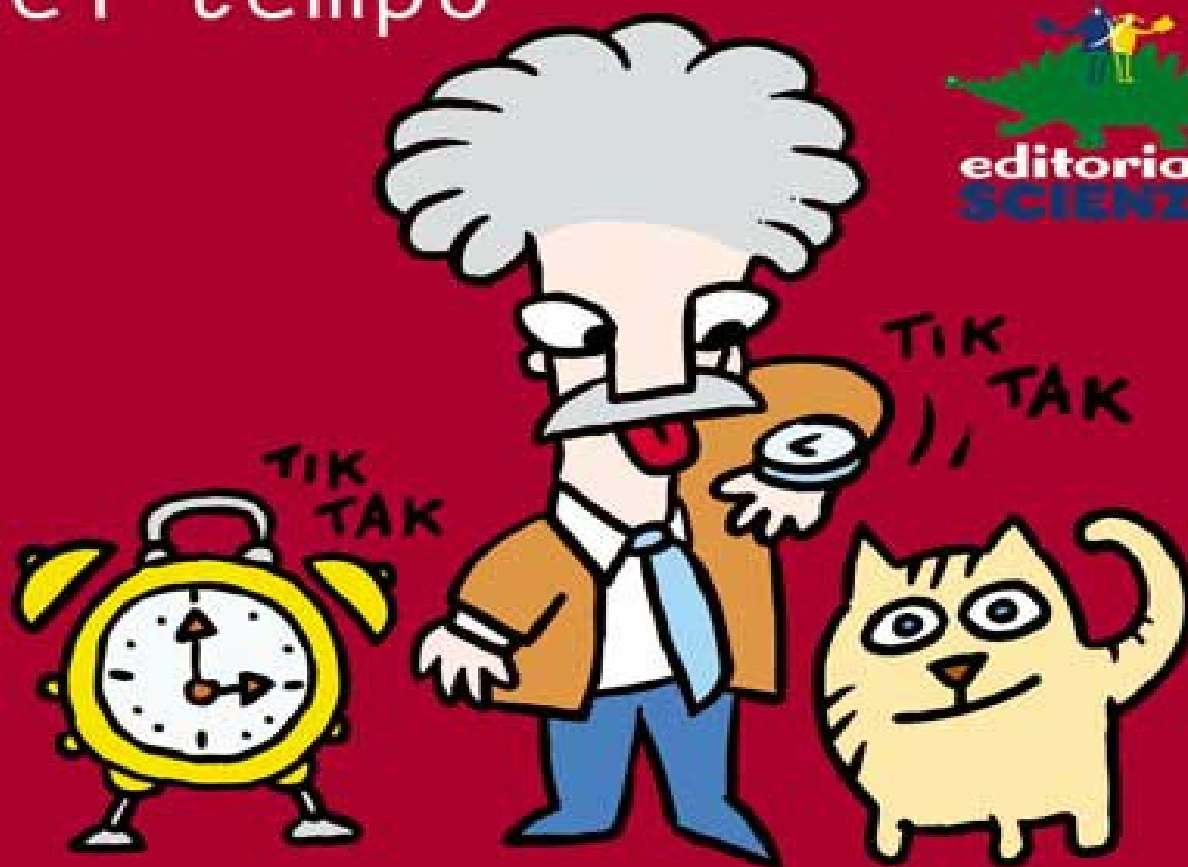
LUCA NOVELLI



LAMPI
DI GENIO

Einstein

e le macchine
del tempo



L A M P I D I G E N I O



Einstein

e le macchine del tempo





Albert Einstein

$$-\frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_i \partial x_m} - \frac{\partial^2 g_{mm}}{\partial x_i \partial x_i} \Bigg|_{\text{rel}}$$

$$-\frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_i \partial x_i} \left(\frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_m} + \frac{\partial^2 g_{mm}}{\partial x_i} - \frac{\partial^2 g_{mi}}{\partial x_i} \right)$$

$$\frac{1}{2} \frac{\partial^2 g_{mm}}{\partial x_i \partial x_i} \text{ nicht stehen}$$

$$g_{il} \left[\frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_i} \right] = g_{il} \left(2 \frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_i} - \frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_i} \right) = \sigma \left| \frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_i} \right|$$

$$g_{il} \left[\frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_i} \right] = g_{il} \left(2 \frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_i} - \frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_i} \right) = \sigma \left| \frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_i} \right|$$

$$2 g_{il} \left(\frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_i \partial x_m} + \frac{\partial^2 g_{mm}}{\partial x_i \partial x_i} - \frac{\partial^2 g_{mi}}{\partial x_i \partial x_m} \right) + \frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_m} \left(2 \frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_i} - \frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_i} \right) + \frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_i} \left(2 \frac{\partial^2 g_{mm}}{\partial x_i} - \frac{\partial^2 g_{mi}}{\partial x_i} \right)$$

$$-\frac{1}{2} g_{il} \left(\frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_m} \left(2 \frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_i} - \frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_i} \right) + \frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_i} \left(2 \frac{\partial^2 g_{mm}}{\partial x_i} - \frac{\partial^2 g_{mi}}{\partial x_i} \right) \right)$$

$$\text{zusammengefasst}$$

$$-\frac{1}{2} g_{il} \frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_m} \frac{\partial^2 g_{mm}}{\partial x_i} \Bigg|_{\text{rel}} \rightarrow \frac{\partial^2 g_{il}}{\partial x_i} \frac{\partial^2 g_{mm}}{\partial x_m} \Bigg|_{\text{rel}}$$

Albert Einstein è stato lo scienziato più importante del XX secolo. Era burbero e simpatico. Non amava la fantascienza perché la riteneva fuorviante: troppi romanzieri avevano infatti distorto il senso profondo delle sue teorie.

Approvava invece la buona divulgazione, anche se non ha mai avuto tempo per scrivere un libro per ragazzi.

Quando scriveva e raccontava sapeva essere chiaro, conciso e intrigante: ci ha lasciato centinaia di lettere, scritti e discorsi.

Questo libro si propone di raccontare la vita di Einstein cercando di rispettare il suo pensiero, ma anche giocando con i temi di cui ha rivoluzionato la percezione: il tempo, lo spazio, l'Universo.

Le pagine che seguono sono state immaginate come se fosse lo stesso Einstein a raccontarci le varie fasi della sua vita, da bambino, da giovane e da grande vecchio, quando pensava alla relatività accarezzando la testa del suo gatto Tigre.



CHE COSA C'È IN QUESTO LIBRO...

Ci sono io, Albert Einstein, voce narrante.



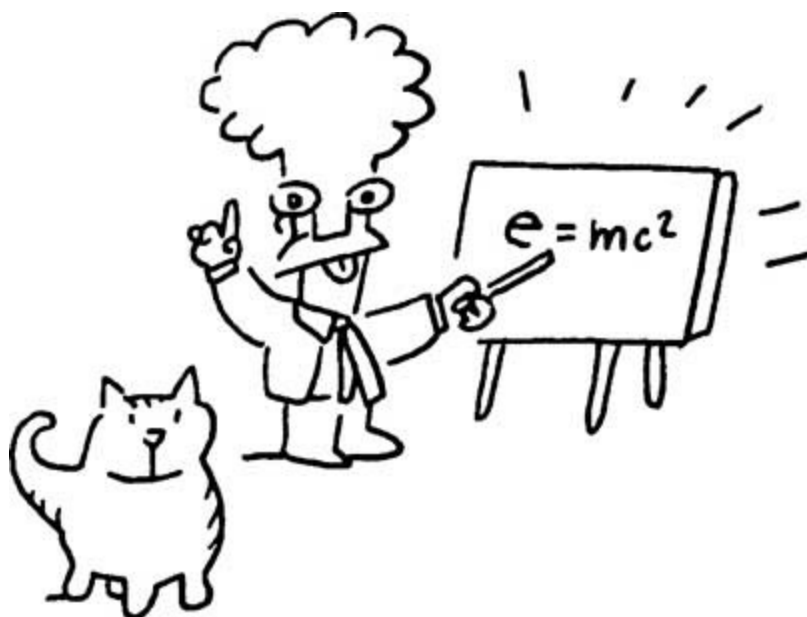
E c'è la storia della mia vita da quando da piccolo suonavo il violino.



C'è la mia teoria della relatività del tempo.



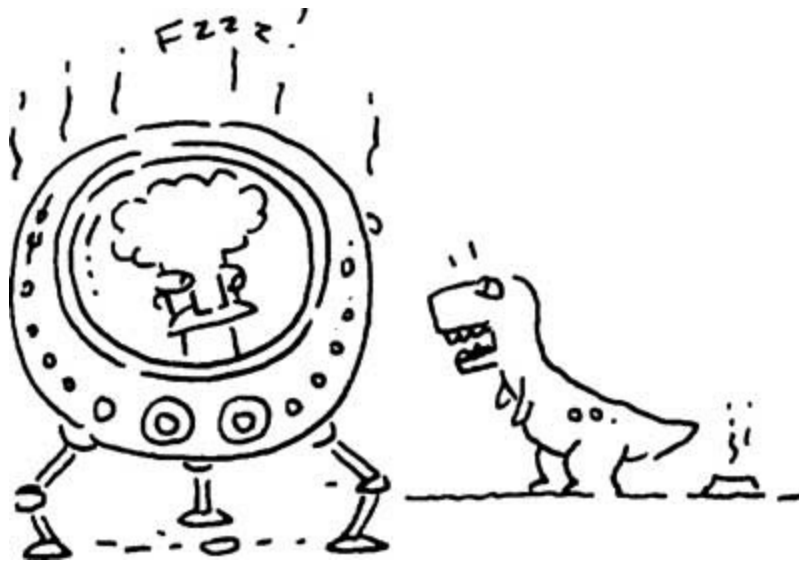
Ci sono le mie scoperte sulla materia e sull'energia.



Ci sono i miei successi e le mie prese di posizione.

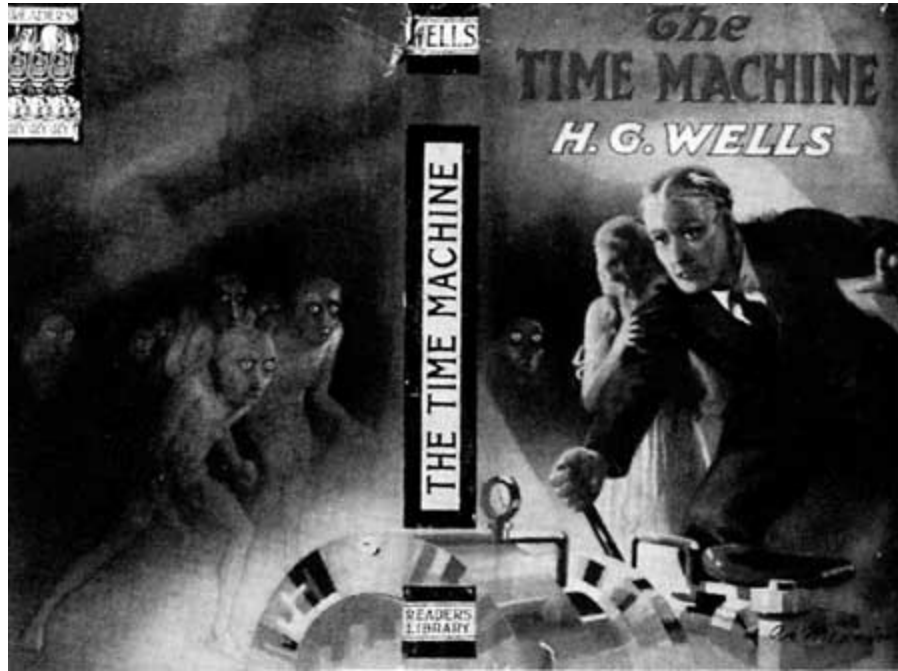


E ci sono le macchine del tempo: vere, false, possibili e impossibili. Tutti a bordo. Si parte.





Il nostro Universo è cominciato con una grande esplosione chiamata Big Bang. Con quella esplosione cominciò tutto quello che esiste ed esisterà: anche la materia di cui è composto questo libro, compreso il tempo che occorre per leggerlo o sfogliarlo.



Le macchine del tempo sono congegni capaci di farci viaggiare avanti e indietro nel tempo. Di solito s'incontrano nei romanzi e nei film d'avventura, nei fumetti e nelle storie di Paperino. La prima macchina del tempo è stata immaginata da uno scrittore inglese, Herbert George Wells, insegnante e giornalista.

Il suo romanzo fu subito premiato da un successo strepitoso. Da allora sono state immaginate e descritte centinaia di macchine del tempo. Qualcuna, almeno in teoria, può perfino funzionare. Anche questo libro - a suo modo - è una specie di macchina del tempo.

1. Io, Albert Einstein



Sono sicuro che il mio nome lo conoscete già.
Tutti nel vostro tempo sanno chi è Albert Einstein. Spesso mi sento definire “il più grande scienziato della storia”. Vi assicuro che la cosa mi imbarazza un po’. Credo di non possedere talenti particolari, sono solo appassionatamente curioso. Sono saggio nel senso che cerco di esserlo. Ricchezza e successo non sono mai state mete importanti per me.
Gli affetti, la bellezza, la verità mi hanno invece illuminato la vita, e mi hanno dato coraggio e allegria.
Non ho poteri sovrumani e se piove non posso far smettere di piovere. L’ho detto anche al mio gatto.



Sono nato a Ulm, in Germania, il 14 marzo 1879, in casa di mamma Pauline e di papà Hermann.
Sono arrivato due anni prima di Maja, la mia sorellina.



Mamma è un donnone che porta il busto con le stecche di balena e papà ha due bei baffoni a manubrio.

Sono nato nello stesso anno della prima lampadina elettrica a filamento incandescente.

Thomas Alva Edison, negli Stati Uniti, è riuscito a tenerla accesa per ben 13 ore e mezzo. Un record e una rarità, perché le case sono illuminate - e male - solo con lampade a gas o lumi a petrolio puzzolenti.



Crescerò insieme al diffondersi dell'illuminazione elettrica, fattore tutt'altro che trascurabile nella prima parte della mia vita. Papà, infatti, è comproprietario con mio zio Jakob di un'azienda elettrica che fornisce elettricità alla vicina città di Schwabing. E zio Jakob ha ideato un nuovo modello di dinamo.

In casa li sento parlare spesso di fisica, di congegni e di elettricità. Sono temi di moda, come nel 2000 lo saranno i computer e l'informatica.

Papà vuole fare di me un ingegnere elettrotecnico. E, in effetti, fin da piccolo mi interesso di fisica, geometria e matematica. Ma quando, nel 1895, tenterò l'esame di ammissione al Politecnico di Zurigo - io, Albert Einstein - non verrò ammesso.



Gli orologi meccanici, antenati dei nostri orologi da polso, sono un'invenzione abbastanza recente nella lunga storia dell'umanità.

I primi si chiamavano “svegliatori monastici” perché si diffusero nei conventi del Medioevo. Erano congegni dotati di un campanellino che al mattino dava la sveglia al monaco incaricato di suonare le campane. Ma alcuni “svegliatori” erano di modi più spicci: muovevano dei recipienti che al momento opportuno versavano sul malcapitato dell'acqua gelata.

Gli orologi meccanici si sono evoluti nel corso dei secoli per raggiungere sempre maggior precisione.

Ma per misurare il tempo nello spazio c'è bisogno di orologi ancora più precisi. Oggi gli astronomi utilizzano gli orologi atomici.



2. Infanzia da genio



Da piccolo non sono molto sveglio.

Può sembrarvi incredibile, ma io, uno dei padri della fisica moderna, sono considerato un po' tonto.

Questo perché a quattro anni non parlo ancora, e a nove faccio fatica a formulare un discorso usando le parole giuste.

Eppure, a cinque anni sono già bravo col violino: so suonare Mozart, Bach e Schubert.



Ragiono per immagini, diranno gli psicologi.

Inoltre me la cavo benissimo nelle intricate vie di Monaco di Baviera, dove si è trasferita la mia famiglia. Sono anche bravissimo a montare complesse costruzioni con i cubi di legno colorati, gli antenati dei mattoncini Lego dei vostri tempi. Insieme al violino, questo è il mio passatempo preferito.

Non c'è la televisione e non esistono neppure radio, giornalini e videogiochi.



In casa c'è solo qualche libro illustrato, colorato a mano. Zio Jakob mi racconta delle storie e mi aiuta a fare i compiti. “L'algebra – dice lui – è una scienza allegra, dove si va a caccia di un animale misterioso che chiamiamo x”.



Ma zio Jakob non è l'unico a parlarmi di scienza. Viene da noi uno studente di nome Max Talmey. È un ebreo povero che studia medicina. La mia famiglia non è proprio ricca, ma come è uso tra gli

ebrei benestanti di Monaco, ogni venerdì invita a cena qualcuno meno fortunato di noi: Max, appunto. E lui ogni volta mi porta un nuovo libro da leggere e da guardare. Sono tutti libri di divulgazione e di scienza. Ed è proprio leggendo questi libri che comincio a pormi le prime domande su come funziona l'Universo.



Sulla data di nascita del nostro Universo ci sono molte scuole di pensiero.

La scienza attuale parla di 15-20 miliardi di anni fa, ma per più di due secoli fu ritenuta buona la data indicata dall'arcivescovo Ussher, vissuto nel XVII secolo. Ussher, studiando a modo suo la Bibbia, aveva concluso che l'Universo era stato creato da Dio domenica 23 ottobre dell'anno 4004 a.C., alle nove del mattino.

Per misurare l'età dell'Universo gli scienziati contemporanei si sono serviti di diversi metodi: ne hanno studiato l'espansione cercando di tornare al momento iniziale, hanno esaminato i meteoriti e gli elementi rimasti al loro interno, hanno studiato i vecchi ammassi di stelle che si sono formati poco dopo il Big Bang. Tutti questi metodi hanno ottenuto risultati simili. Il telescopio spaziale Hubble, lanciato in orbita intorno alla Terra nel 1990, ha anche il compito di calcolare l'età dell'Universo.



3. Un piccolo libero pensatore

Per alcuni anni della mia infanzia la Bibbia ha un'importanza straordinaria. È un libro meraviglioso, che racconta la storia del mio popolo e del suo rapporto con Dio. Evoca immagini grandiose: il paradiso perduto, mari che si aprono, angeli che scendono in terra, persone trasformate in statue di sale e città distrutte da piogge di fuoco.



Frequento una scuola cattolica e sono l'unico ebreo della mia classe.

Le lezioni di Toràh, cioè di fede ebraica, me le impartisce a casa un parente.

L'Antico Testamento mi appassiona a tal punto che divento perfino più religioso dei miei genitori, che invece sono piuttosto indifferenti.



Poi, da quando ho letto i libri di scienza portati dal mio amico Max, comincio a guardare le storie contenute nella Bibbia con occhio scientifico. Non possono essere prese tutte per vere! Divento così una specie di libero pensatore, convinto che la gioventù venga tenuta intenzionalmente nell'ignoranza e nella menzogna.





A dodici anni mi trovo a contrastare tutto e tutti, dogmi, autorità e soprattutto la scuola e alcuni professori.

Detesto mettermi la divisa e andare in parata, cosa che noi piccoli prussiani siamo obbligati a fare il venerdì, il sabato e la domenica. Detesto imparare le cose a memoria. Risultato: il mio professore di greco dice che non combinerò mai nulla di buono nella vita.

Ma anche la mia famiglia non mi considera un granché.

Quando papà decide di trasferirsi in Italia per aprire una nuova attività, chiude casa e mi lascia a Monaco da solo in una pensione.

Ho quindici anni. Voi al mio posto che cosa avreste fatto?





Le galassie e le stelle della nostra volta celeste in realtà non sono più dove e come le vediamo. Quelle che vediamo sono stelle e nebulose di milioni e miliardi di anni fa, il tempo che ha impiegato la loro luce ad arrivare fino a noi.

Il cielo notturno è la visione di un passato lontanissimo, coetaneo dei dinosauri, dei trilobiti e di ere ancora più lontane.



4. La prima fuga



A Monaco – da solo e senza famiglia – dovrei finire il liceo e poi fare il militare nell'esercito prussiano.

Già mi vedo marciare, marciare, marciare prima al Ginnasio Luitpold insieme ai miei compagni di classe, poi per la Grande Germania.

Sono così depresso che riesco a procurarmi un certificato medico che attesta il mio esaurimento nervoso.

Lo presento a scuola. Il preside lo legge, poi mi guarda in faccia e mi espelle... anzi "mi lascia libero di abbandonare la scuola".



Faccio i bagagli e col mio violino attraverso le Alpi. Raggiungo mamma, papà, mia sorella Maja e zio Jakob in Italia.

A Monaco non ho lasciato nulla: la grande casa dove vivevamo è stata venduta a un costruttore che ha tagliato tutti gli alberi secolari del giardino e l'ha trasformata in un condominio anonimo.

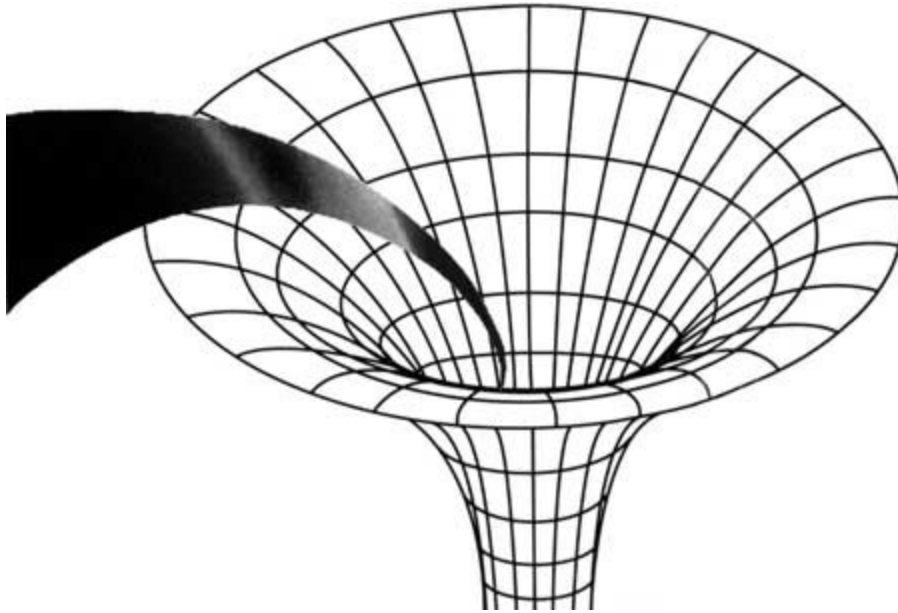


I miei compagni di liceo mi erano ormai estranei; la città era percorsa sempre più frequentemente da truppe in parata; perfino l'insegnante di greco mi ha detto che faccio bene ad andarmene. Secondo lui sono troppo disfattista e irriverente.

Però sono anche un tipo curioso: certe parti d'Italia, mi hanno detto i miei cugini che vivono a Genova, sono proprio un paradiso in terra.

Voglio vedere il mare, godermi il sole e la mia famiglia.





Anche Mark Twain (autore del celebre ‘Tom Sawyer’) in un suo romanzo del 1889 descrisse un viaggio nel tempo.

Non immaginò congegni strani, ma si divertì a far precipitare un suo contemporaneo alla corte di Re Artù, con tutte le complicazioni del caso.

Questa idea di porte, buchi o gallerie che si aprono nel passato o nel futuro non è più così “fantasiosa”.

La fisica moderna non esclude questa possibilità e chiama queste porte nel tempo “cunicoli spazio-temporali”.

5. Vacanza in Italia



Così arrivo a Pavia, una piccola città sul fiume Ticino, con una bella piazza centrale e molti palazzi medioevali.

Il fiume che l'attraversa non è grande, ma lo è abbastanza per essere navigato da piccole barche. Grandi chiatte fanno avanti e indietro lungo il Naviglio, il canale che collega Pavia a Milano.

L'acqua mi è sempre piaciuta. Da piccolo mi divertivo con le mie barchette-giocattolo nella vasca da bagno di casa. Da grande la vela sarà il mio unico hobby: mi comprerò una barchetta grande come un guscio di noce, che chiamerò "Quattro soldi". La vela mi piace come sport perché non c'è da faticare molto.



A Pavia la mia famiglia vive in una casa importante, dove ha abitato il celebre poeta Ugo Foscolo.



È estate, il clima è gradevole, ma le persone che visitano casa nostra non mi piacciono molto. In particolare le signore: imbustate e rigide come se avessero ingoiato un manico di scopa, vogliono farmi suonare il violino come piace a loro e non come piace a me. Io suono e sto zitto. È il modo migliore per fare musica!



Papà non mi dà molta retta, anzi è molto irritato perché ho lasciato Monaco, contravvenendo ai suoi ordini. Vuole che frequenti il Politecnico e qui in Italia - dice - non ci sono scuole adatte a me. Per lui rappresento una scocciatura imprevista. E al momento non vuole altre preoccupazioni perché sta costruendo una centrale elettrica con zio Jakob e altri soci. Sarà la prima qui a Pavia.

Insomma, papà non mi vuole tra i piedi. Così mi manda a sostenere l'esame di ammissione al Politecnico di Zurigo, facendomi perfino raccomandare. Anche se non ne ho molta voglia, anche se è troppo presto.

VAI, E TORNA
INGEGNERE
E - AL - LA - SVEL - TA !



Che anno è? Che giorno è?

Che ora è? È facile dirlo, basta dare un'occhiata all'orologio e al calendario. Molto più difficile è dire ciò che è il tempo.

Ci si potrebbe accontentare di questa definizione: il tempo è un concetto... che ci permette di distinguere, tra gli eventi, quale avviene per primo, per secondo, e così via.

Noi passiamo attraverso il tempo: prima siamo bambini, poi adulti e infine anziani. Ma è anche vero che il tempo “passa con noi” e si muove nello spazio.

Se facciamo un viaggio in treno, mentre ci muoviamo nello spazio, ci muoviamo anche nel tempo. Alla fine del viaggio siamo un po' più vecchi. Tempo e spazio sono due concetti

strettamente legati.



6. Non ammesso!



Einstein in tedesco vuol dire “una pietra”.
Ma io, “Albert Una Pietra”, non sono affatto di pietra; sono invece molto dispiaciuto di non aver superato l’esame di ammissione al Politecnico.
Mi spiace anche se l’ho sostenuto con due anni d’anticipo rispetto al previsto: a sedici anni, e non a diciotto come richiede il piano di studi. Il direttore mi ha chiamato “bambino prodigio” e io ci sono rimasto proprio male.



Ora sono iscritto alla scuola cantonale di Aarau, in Svizzera, per prepararmi aspettando gli anni giusti per poter essere ammesso al Politecnico.

La mia famiglia mi manca un po', soprattutto la mamma e mia sorella Maja, ma mi ritengo comunque fortunato.

Sono ospite della famiglia Winteler, gente proprio simpatica.

Il signor Jost Winteler è un insegnante di greco, ma sa tutto sugli uccelli: parla perfino con loro, fa trilli e cinguettii. In poche parole, è un ornitologo dilettante.



La signora Winteler cucina divinamente e con me è gentilissima.

Infine Marie, la più carina delle sue tre figlie, è poco più grande di me. Con lei suono il pianoforte a quattro mani, cosa che mi diverte molto.

Quando sono con lei, il tempo passa velocissimo.

Ieri ho visto un raggio di sole sfiorare i suoi capelli e mi è sembrata un'immagine bellissima.

Che strana cosa è la luce! Che strana cosa è il tempo!





La Svizzera è il paese degli orologi e gli svizzeri sono orgogliosi della loro precisione. Gli orologi, in fondo, sono macchine del tempo. Non lo fermano, non lo fanno andare avanti o indietro, ma lo misurano, con imparzialità.

Eppure due orologi uguali, anche svizzeri e precisissimi, caricati alla stessa ora, in due punti diversi dell'Universo, dopo un po' segnerebbero ore diverse.

Tutti gli orologi hanno in comune la caratteristica di avere un sistema oscillante che dà il ritmo del tempo; negli orologi a pendolo, questo sistema è il pendolo, negli orologi a bilanciere, è il bilanciere.



La precisione dell'orologio dipende dalla regolarità delle oscillazioni. Negli orologi atomici gli oscillatori sono atomi.

Il margine di errore del tempo segnato da un orologio atomico è di 1 secondo ogni 3 milioni di

anni!

Utilizzando questi orologi è stato possibile fare delle verifiche sperimentali della teoria di Einstein.

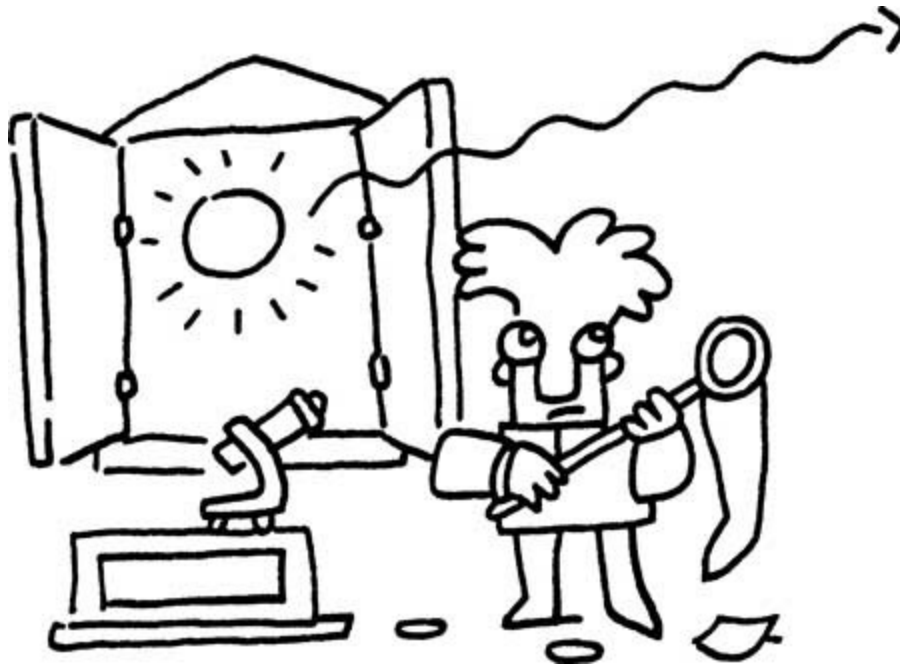


7. La prima volta di Albert



Aarau è una cittadina svizzera molto graziosa. Si possono fare delle bellissime escursioni sulle montagne vicine: il panorama delle Alpi è straordinario! Qui sto proprio bene. La famiglia Winteler è deliziosa, a tavola è sempre una festa, e - cosa molto importante - sono simpatico a Marie, che è sempre molto affettuosa con me.

La scuola a cui sono iscritto non è affatto male: c'è un laboratorio di fisica nuovo e molto attrezzato. È qui che mi viene in mente per la prima volta quanto sarebbe bello poter inseguire un raggio di sole.



Ora sono a Zurigo, solo soletto. Da ottobre sono iscritto al Politecnico. Mi sono messo in pari con gli esami. Ho rinunciato anche alla cittadinanza tedesca e al momento sono apolide, cioè senza patria. Mio padre è scandalizzato dalla cosa: “apolide” per lui è quasi un’offesa.



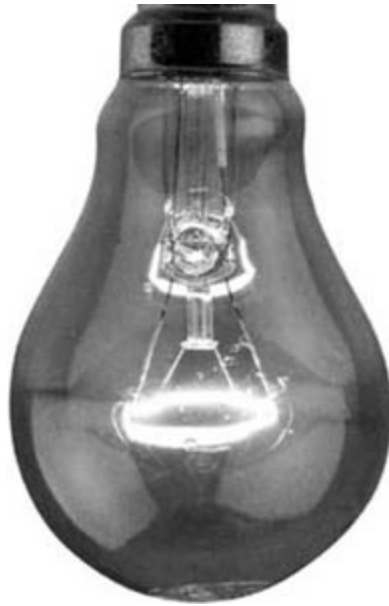
Durante le vacanze scolastiche, da Aarau prima e poi da Zurigo, sono andato a trovarlo spesso a Milano, dove ha trasferito attività e famiglia. Ora abita in una via non lontano dal Duomo e da Piazza della Scala, in un antico palazzo di proprietà di una contessa. Sono andato a spasso per la città e in Galleria, a comprare giornali in lingua tedesca.



Ho anche fatto un'escursione a Genova, dove ho visitato i miei cugini. È stato un viaggio bellissimo: ho attraversato a piedi l'Appennino fino al mare.

E là ho avuto una visione straordinaria: tante case colorate, immerse in una vegetazione lussureggiante, affacciate su una distesa d'acqua senza confini, e poi una luce... una luce così non l'avevo mai vista!





La luce è la cosa che rende possibile la visione dei corpi. La sua segreta natura ha sempre appassionato gli uomini.

Anche Einstein a sedici anni si chiede “che cosa vedrei se potessi viaggiare a cavallo di un raggio di luce?”.

Ai tempi di Einstein alcuni scienziati pensano che la luce sia fatta di minuscole particelle, e che abbia un carattere discontinuo, altri, che vanno per la maggiore, sostengono che si comporti come le onde elettromagnetiche e abbia carattere continuo.

Einstein non risolve completamente il problema, ma dimostra che la luce ha caratteristiche che appartengono sia alle particelle che alle onde. Infatti la luce si comporta come un'onda continua quando nel cielo si forma un arcobaleno, mentre agisce come un insieme discontinuo di piccoli pacchetti di energia quando, per esempio, si accende una lampadina. La sua velocità, però, è l'unica cosa che non cambia mai: è sempre costante in qualsiasi punto dell'Universo (300 000 km al secondo).

8. Einstein innamorato



Ormai sono un giovanotto, frequento il Politecnico di Zurigo e mi sono fatto crescere dei bei baffi. Ho anche conosciuto una ragazza che si chiama Mileva e ha tre anni e mezzo più di me. È serba, della Vojvodina, e vive in una casa per studentesse, lontano dalla sua famiglia. È brava, pensa agli esami e studia sodo. Abbiamo preparato insieme calcolo, geometria e meccanica. Insieme mangiamo chili di salsicce e ingolliamo litri di caffè.



Quando vado in Italia, in vacanza dai miei, le scrivo lettere affettuose, ma le parlo anche di molecole e di gas. Mileva mi aiuta a scrivere il mio primo trattato scientifico che tratta di capillarità, delle curve che i liquidi fanno nei pressi dei solidi. Vorrei sposarla, ma non abbiamo i soldi neppure per

comprare due biciclette per fare delle passeggiate in campagna.

E poi i miei genitori sono contrari al nostro matrimonio; ma la sposerò lo stesso, ho già deciso.

Siamo anche andati in vacanza insieme: ci siamo dati appuntamento a Como, siamo saliti sul battello, abbiamo visitato Villa Carlotta e passeggiato nel suo parco.



Devo proprio trovare un lavoro per poter sposare Mileva.

Ma l'unica possibilità che intravedo è quella di farmi assumere come impiegato all'Ufficio Brevetti di Berna.

Non escludo altri tentativi: faccio domande di assunzione alle università di mezza Europa, da Stoccarda a Pisa, ma anche a una compagnia d'assicurazioni e a una scuola convitto.

Io, giovane e promettente fisico, ho già inventato un'interessante teoria sugli elettroni.

Ma sono disoccupato e senza un soldo in tasca.

Do lezioni private di matematica, ma guadagnerei di più se facessi il suonatore ambulante di violino.

Ci posso sempre pensare!

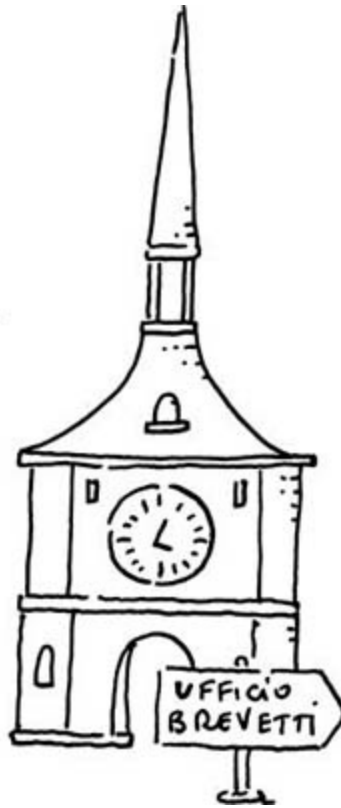


La fantascienza è piena di viaggi interstellari che finiscono con una sorpresa. L'astronauta parte per una stella lontana e raggiunge una velocità vicina a quella della luce (300 000 km al secondo). Ma il tempo nello spazio interstellare scorre più lentamente. Al ritorno sul nostro pianeta per il viaggiatore spaziale sono trascorsi pochi mesi, ma sulla Terra sono trascorsi secoli. I suoi cari sono già polvere da generazioni.

L'astronauta ha fatto un salto nel tempo e la sua astronave funziona come una macchina del tempo.

Ma non è solo fantascienza; è un effetto della relatività.

9. Einstein inventore



Sono a Berna. Dal 16 giugno 1902 lavoro all'Ufficio Brevetti come esperto tecnico di terza classe, precario e in prova. È un lavoro semplice, io dico "da calzolaio", con tutto il rispetto per i calzolai. In ufficio arrivano i progetti più strani e i personaggi più insoliti. Di ogni nuova invenzione va stabilita l'originalità e il campo di applicazione.

Io stesso depositerò diversi brevetti a mio nome: quello di un cornetto acustico e quello di un frigorifero che non fa rumore.





Berna è una bella città e ci vivo bene. Ho preso la cittadinanza svizzera, ma non dovrò fare il servizio militare perché mi hanno riformato... per piedi piatti.

Con alcuni amici ho fondato l'Accademia Olimpia, della quale sono il presidente onorario. Scopo di questa associazione è parlare di fisica e mangiare bene.

Finalmente ho sposato Mileva. Ora abitiamo in un appartamento nel centro medioevale, vicino alla Torre dell'Orologio.



Lei mi dà una mano nei miei studi, ma fa la mamma a tempo pieno perché è nato Hans, il nostro primo figlio. Era già sovraccarica di camicie e di pentole da pulire; ora ha anche fasce da bollire e pappe da scaldare.



In casa ristagna il fumo dei miei sigari che lei definisce “puzzolenti”. Anche tra i panni stesi, i biberon e gli strilli del piccolo Hans, riesco a riempire fogli su fogli. Su di essi prendono forma le idee scientifiche più rivoluzionarie della storia dell’umanità, quelle della mia teoria della relatività.



Tempo e spazio sono relativi. Immagina di essere su un treno che si muove a 50 m al secondo e che un tuo amico sia fermo fuori dal treno e osservi quello che stai facendo. Fai rotolare una biglia nel corridoio del treno nella direzione in cui il treno si muove. Per te che sei fermo sul treno, la tua biglia si muove a 2 metri al secondo.

Per il tuo amico che ti guarda da fermo, fuori dal treno, la tua biglia si muoverà a 52 metri al secondo, cioè alla velocità del treno più quella della biglia.

Secondo la teoria della relatività - rispetto a un osservatore fermo o che va piano - più si va veloci, più il tempo rallenta. Albert Einstein fa l’esempio di un uomo che va a spasso col cane: l’uomo va piano, il cane va avanti e indietro e scodinzola continuamente. Alla fine della passeggiata, se l’uomo ha fatto qualche chilometro, il cane ne ha fatti di più ed è invecchiato

meno del suo padrone. Inoltre la coda del cane è invecchiata meno della punta del suo naso.



10. La teoria della relatività (ristretta)



È il 1905: ho ventisei anni, lavoro all'Ufficio Brevetti, ma continuo a pensare alla fisica.
E continuo a riempire quaderni di formule.

Pubblico le mie teorie su un giornale per addetti ai lavori, *Annalen der Physik*, diretto da Max Planck.

Nel primo articolo, che invio alla rivista tre giorni dopo il mio compleanno, dimostro che la luce, pur avendo le stesse proprietà delle onde elettromagnetiche, è costituita da particelle microscopiche.



Nel secondo articolo spiego un misterioso movimento molecolare che era stato osservato da Robert Brown (il moto browniano).

Nel terzo articolo, che spedisco a giugno, dimostro che lo spazio e il tempo sono relativi rispetto a un osservatore.



Lo spazio si contrae avvicinandosi alla velocità della luce.



Un orologio in movimento batte il tempo più lentamente di quello che ha al polso l'osservatore. È quella che Max Planck chiamerà la teoria della relatività.

“Il minuto è in pericolo!” titola un giornale viennese commentando il mio articolo.



A settembre invio al giornale un ulteriore articolo che rivoluziona definitivamente anche i concetti di materia e di energia.



L'equivalenza è definita dalla famosissima formula: $E = mc^2$.



Energia = massa x velocità della luce al quadrato.

C = costante, è la velocità della luce, un valore altissimo: 300 000 km al secondo. Una massa (M), anche piccolissima, moltiplicata per l'enorme valore della velocità della luce (C) al quadrato, libera una grandissima quantità di energia (E). Su questo concetto si basa (ma Einstein non ci aveva pensato) la bomba atomica.

Delle piccole quantità di materia possono essere trasformate in grandi quantità di energia. Nelle centrali nucleari la massa di combustibile radioattivo (uranio o plutonio) viene trasformata in energia termica.



11. Einstein incompreso



Niente. Per alcuni anni dopo aver enunciato la teoria della relatività (che verrà poi definita “ristretta”), nella mia vita non cambia niente.

Sembra quasi che della mia teoria non importi nulla a nessuno, soprattutto ai fisici. Anzi, quando la presento insieme alla domanda di assunzione all’Università di Berna, viene definita “incomprensibile” dal titolare della cattedra di fisica teorica.

Il peggio è che non mi assumono. Così per diversi anni continuo a fare l’impiegato all’Ufficio Brevetti. In pratica da tutti sono considerato uno “scienziato dilettante” anche se nel 1906 ho conseguito il dottorato all’Università di Zurigo.



Una novità: l’Ufficio Brevetti mi promuove tecnico di seconda classe. Questo è un bene: qualche soldino in più che arriva in famiglia.



Solo nel 1908, tre anni dopo aver pubblicato una teoria che rivoluziona la fisica moderna, finalmente entro a far parte della comunità scientifica ufficiale. Divento “docente privato”: in pratica all’Università di Berna tengo alcune lezioni a pochi studenti e a qualche amico.



In compenso, mentre lavoro all’Ufficio Brevetti e guardo fuori dalla finestra, vedo qualcosa cadere davanti a me. Ho una folgorazione. Penso: una persona in caduta libera non sente il suo peso, cioè non pesa nulla. Non vi dico che dovete buttarvi dalla finestra direttamente con una bilancia, ma la cosa è facilmente dimostrabile.

Oggi basta guardare un astronauta all’interno della sua navicella in orbita attorno alla Terra: lontano dall’attrazione terrestre non pesa nulla.

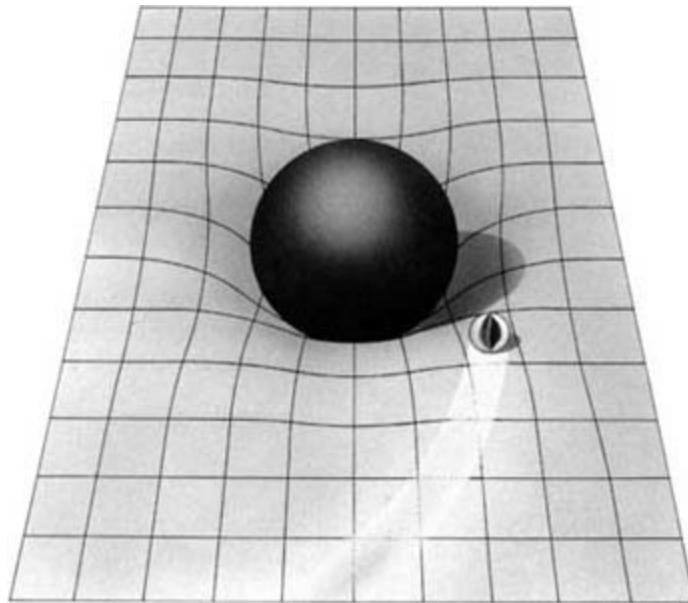
Cosa ne deduco? Che gravità e accelerazione sono equivalenti. Ho il sospetto che la mia teoria della relatività dovrà essere... allargata.

GRAVITA' =
ACCELERAZIONE



PESO
ZERO

Nello spazio, il tempo cambia anche in relazione alla gravità, dirà Albert Einstein. Più si è attratti da un corpo e più il tempo rallenta.



Più grande è la massa del corpo che esercita l'attrazione, più forte sarà l'attrazione e più lento lo scorrere del tempo. Così il tempo è più lento sulla superficie di Giove che sulla Terra. E ancora più lento sulla superficie del Sole o di una stella più grande. Per non parlare dei buchi neri, dove il tempo si ferma proprio.

La gravità è quella forza per cui i corpi si attraggono tra loro. Per capire come agiscono la gravità e la massa nello spazio, immaginiamo lo spazio come un sottile foglio di gomma e immaginiamo di appoggiarvi sopra un oggetto pesante: l'oggetto affonderà sul foglio e provocherà un avvallamento tanto più profondo quanto più pesante è l'oggetto. Ma lo spazio stellare comprende tra le sue dimensioni anche il tempo. La massa, quindi, incurva lo spazio-

tempo.



12. Ora sono professore



Incontro i primi fisici veri nel 1909 al Congresso di Fisica di Salisburgo. Smetto così di essere un dilettante tra dilettanti. Nel maggio dello stesso anno l'Università di Zurigo mi conferisce l'incarico di "professore associato di fisica teorica".

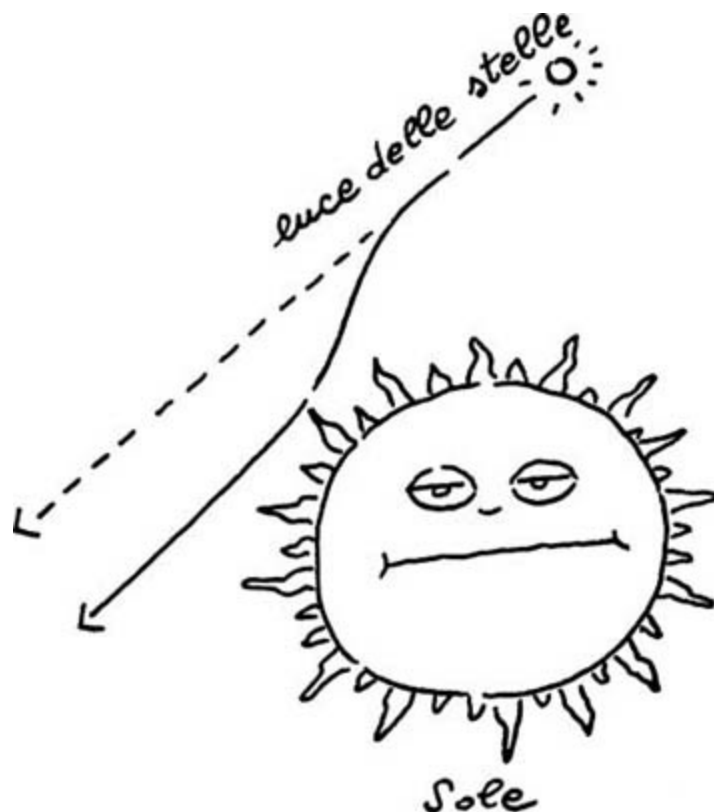
Sono certo di questo nuovo lavoro, ma per prudenza do le dimissioni dall'Ufficio Brevetti solo a giugno. Mai tagliare i ponti se non si è sicuri di essere arrivati dall'altra parte.



Mileva dà alla luce Eduard, il nostro secondo figlio. Con due bambini da mantenere mi rendo conto che devo fare un po' di carriera: i soldi in famiglia non bastano mai!
Così accetto un incarico all'Università tedesca di Praga. È piuttosto lontana da tutti i miei affetti, ma si tratta di un'ottima occasione. Così mi trasferisco con tutta la famiglia.
Praga è una bella città ma fa parte dell'Impero austro-ungarico.
Le varie etnie, tedeschi, cechi, ebrei, si guardano con diffidenza. La città è cupa e piuttosto sporca: in casa dobbiamo combattere con le pulci!
In compenso si mangia egregiamente. L'uniforme dell'Università tedesca di Praga mi sta a pennello e - anche se me la metto poche volte - mi fa sembrare un ammiraglio.



C'è un laboratorio attrezzatissimo dove posso fare esperimenti e lavorare alle mie teorie. Così ne penso un'altra delle mie: se la luce - come ho detto - ha massa, vuol dire che viene attratta da masse più grandi. Chiedo un parere ai miei amici astronomi. Mi danno ragione: la luce delle stelle viene deviata dal Sole.



I buchi neri erano stelle, come il nostro Sole. A un certo punto sono esplose e poi si sono riconcentrate intorno a un nucleo di massa enormemente grande. Un cucchiaino di atomi di un buco nero equivarrebbe alla massa di una portaerei.



La forza di gravità che esercitano è tale che neppure la luce riesce ad allontanarsi da essi. Per questo sono detti “buchi neri”.

Non emettono né riflettono luce, l’attirano soltanto. Anzi attirano tutto, perfino il tempo, che nei loro pressi si comporterebbe in modo molto rallentato, anzi si fermerebbe.

Un orologio per quanto preciso, gettato in un buco nero, non arriverebbe mai a segnare mezzogiorno. Il tempo si fermerebbe anche per un astronauta (o un turista) che finisse per caso nei suoi pressi. Va detto che sia l’orologio sia il turista sarebbero ridotti a lunghissimi spaghetti schiacciati dall’enorme forza di gravità.



13. Tutti mi vogliono!



Il vento per me sta cambiando: mi offrono un incarico l'Università di Utrecht, quella di Vienna e quella di Leiden. Mi chiama perfino il Politecnico di Zurigo, dove fino a poco tempo fa mi consideravano un dilettante. Ma accetto quest'ultimo incarico e torno con la famiglia a Zurigo. Ora studio geometria, non quella del greco Euclide, ma quella di un certo dottor Riemann, che prevede un mondo dove due parallele non riescono ad essere sempre parallele e dove sono curvi persino gli angoli retti di un quadrato.

Con squadra e compasso è piuttosto difficile descriverla, ma con la matematica è possibile esplorarla. Molti matematici l'hanno fatto prima di me, senza alcun fine preciso.



Io invece penso che l'Universo sia un tutt'uno di spazio e tempo, e che sia descrivibile da questa geometria dove tutto - prima o poi - s'incurva.



Max Planck mi offre una cattedra all'Università di Scienze di Berlino.
Non posso rifiutare perché è diventato il più importante centro di ricerca del mondo.



Purtroppo è scoppiata la prima guerra mondiale, la Grande Guerra come verrà chiamata più tardi. Si allarga a dismisura tra violenze inaudite, in nome di patriottismi che non condivido.



Accadono cose tremende. Un mio collega dell'Università di Berlino ha persino collaudato dei gas

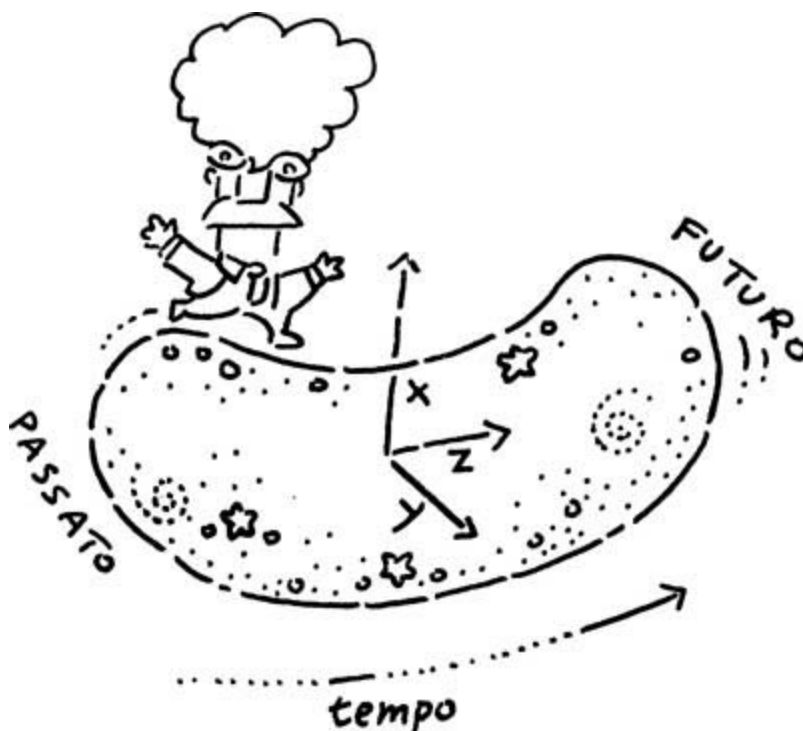
mortali sul fronte orientale.



Poteva farlo anche il nemico, non sarebbe cambiato nulla: la guerra non è un gioco da salotto nel quale i giocatori rispettano le regole; sono in ballo la vita e la morte. Contro gli orrori della guerra può essere utile solo il suo ripudio totale.



L'Universo può essere descritto come un immenso salsicciotto in espansione. Ogni oggetto che contiene e lui stesso è definibile con tre dimensioni (altezza, larghezza e profondità) che cambiano nel tempo.



Il nostro Universo ha infatti quattro dimensioni (tre spaziali e una temporale). Si estende senza interruzioni di spazio o durata. I fisici lo definiscono un “continuum spazio-tempo”. Secondo la Teoria della Relatività, la gravità incurva questo “continuum” e l’Universo stesso.



L’Universo è così curvo che se fosse possibile percorrerlo da una parte all’altra ci si troverebbe al punto e all’anno di partenza. Dovreste però mettere in conto un viaggetto di parecchi miliardi di anni... e buona fortuna!

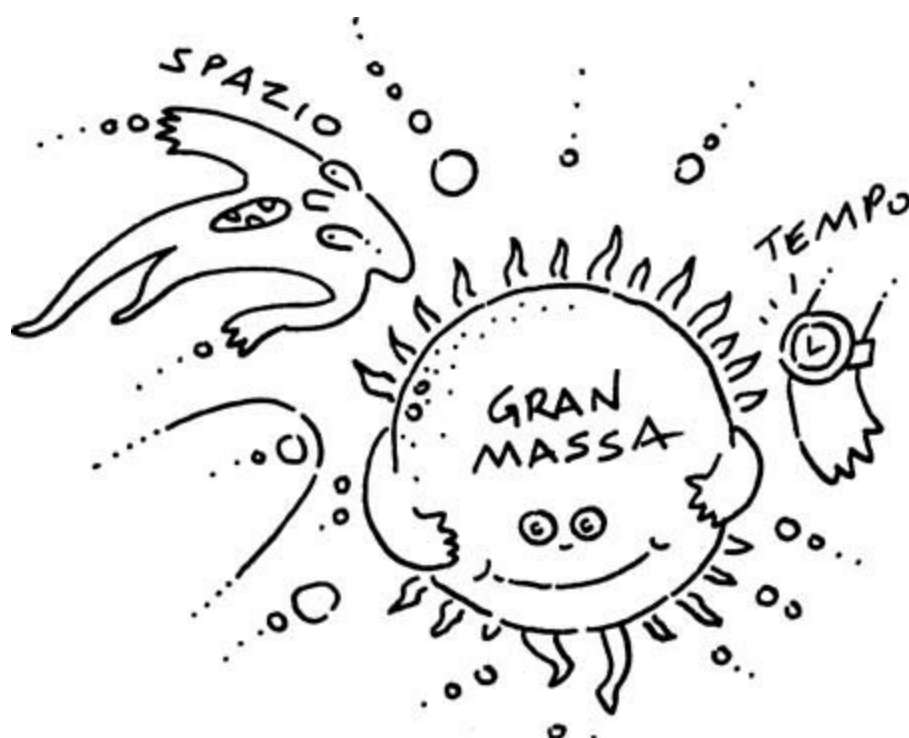
14. Il mistero di Mercurio

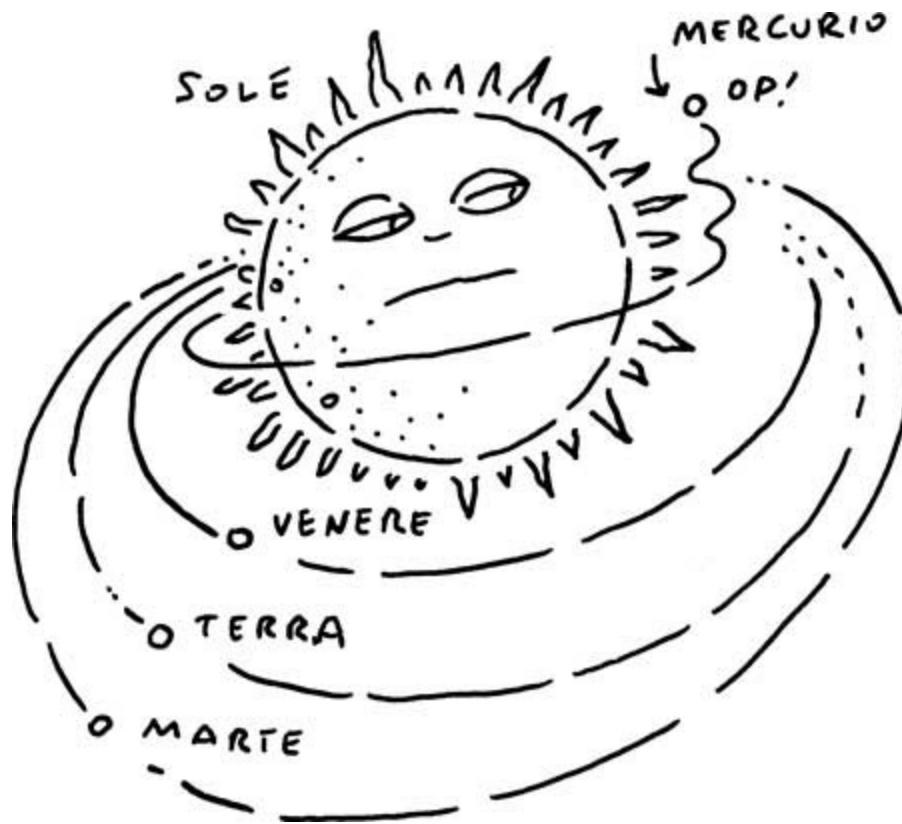
Il conflitto in Europa si estende. La guerra è sempre più feroce e insulsa.



Io lavoro ancora attorno alla Teoria Generale della Relatività. La gravità – dico – non è una semplice forza esercitata su un corpo da un altro, ma una proprietà del nostro Universo, del “continuum spazio-tempo”.

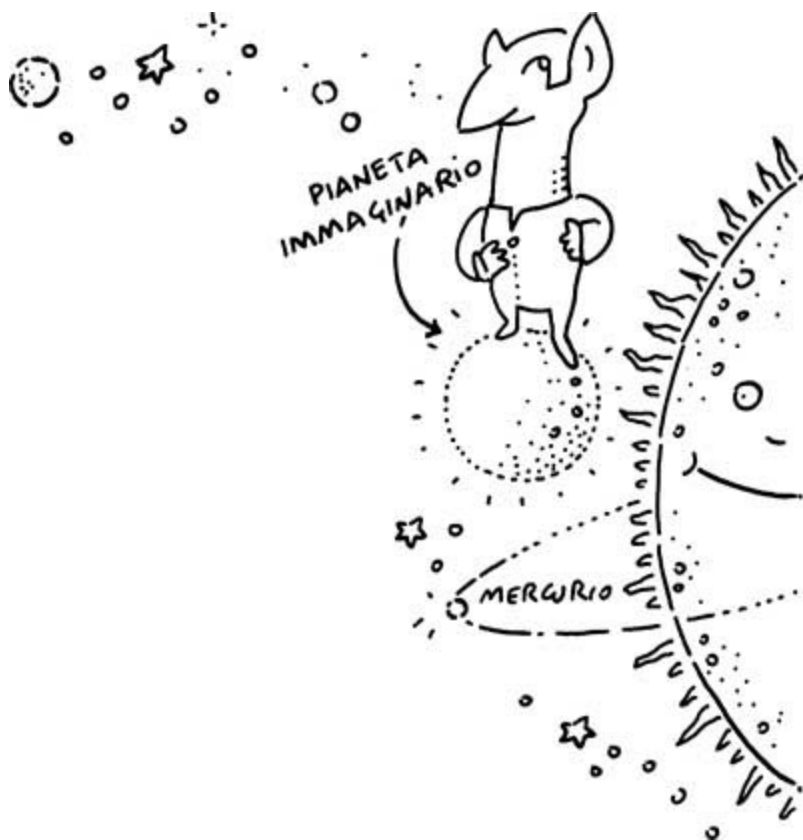
Tutti gli oggetti con grande massa creano distorsioni nello spazio e nel tempo intorno a loro. Posso dimostrarlo grazie a Mercurio.





Mercurio è il pianeta più vicino al Sole: ha un comportamento che è stato definito bizzarro da un paio di generazioni di astronomi. La sua orbita sembra non obbedire alle leggi della fisica. Era stata persino ipotizzata l'esistenza di un pianeta invisibile e immaginario: Vulcano (poi patria del dottor Spok, della serie televisiva *Star Trek*). Era la presenza di questo pianeta fantascientifico che alterava l'orbita di Mercurio in modo... strampalato?





Applico la mia teoria generale della relatività al comportamento di Mercurio. Le mie equazioni (che vi risparmio) spiegano e rendono prevedibili le sue stranezze.

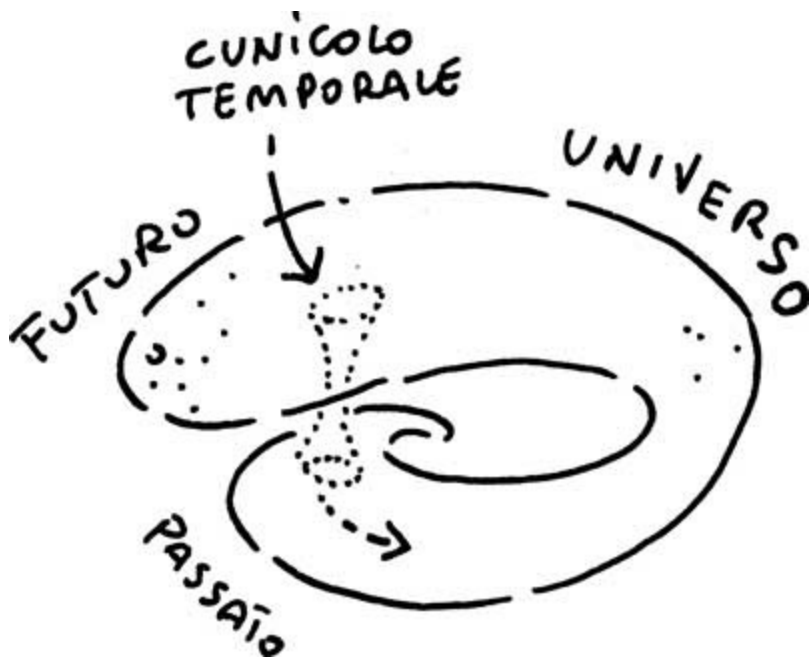
In pratica, in certi punti della sua orbita, Mercurio è troppo vicino all'immensa massa del Sole.

In questi istanti, se ci fosse un orologio su Mercurio lo vedremmo addirittura fermarsi. Vedremmo anche gli oggetti sulla sua superficie incurvarsi verso il Sole. Il tempo rallenta o accelera, lo spazio s'incurva e fa avvicinare o allontanare le galassie... sono cose che accadono in molti luoghi dell'Universo.





Secondo la teoria della relatività generale l'Universo è incurvato su se stesso. In questo caso due parti di esso, una del passato e una del futuro, potrebbero venire a contatto rendendo possibile una scorciatoia, un cunicolo spazio-temporale. L'astronave Enterprise di Star Trek -per ora fantascientifica- talvolta finisce in cunicoli di questo tipo, teoricamente possibili.



15. Il Premio Nobel



La Grande Guerra è finita: finalmente i cannoni tacciono. C'è una grande euforia nell'aria. E l'idea della relatività è un'idea che piace.

Le danno spazio il *New York Times* e i maggiori quotidiani europei. La relatività sta diventando popolare come il charleston.

Il rapporto con Mileva, la mia prima moglie, è peggiorato. Mi spiace per i ragazzi, ma divorzio da lei. Vado a vivere a Berlino con la mia seconda moglie, Elsa, già mamma di due bambine.



Siccome sono goloso, ingrasso un po'. Sono diventato un personaggio pubblico e importante, e

frequento gente importante, perciò sono costretto a vestire in modo meno trasandato del solito. Divento amico anche di Charlie Chaplin.



Nel 1921 mi viene assegnato il Premio Nobel, curiosamente non per la teoria della relatività, ma per la scoperta dell'effetto fotoelettrico. È quasi un premio di consolazione, però è accompagnato da un assegno consistente di 22.000 dollari. Lo do ai miei figli e alla mia prima moglie, credo che se lo meritino.



Ora la mia vita potrebbe essere serena e gradevole: lavoro e carriera vanno bene, ho anche comprato una casetta su un lago vicino a Berlino. Ma purtroppo qui in Germania sta accadendo qualcosa di terribile: gli Ebrei sono accusati di essere

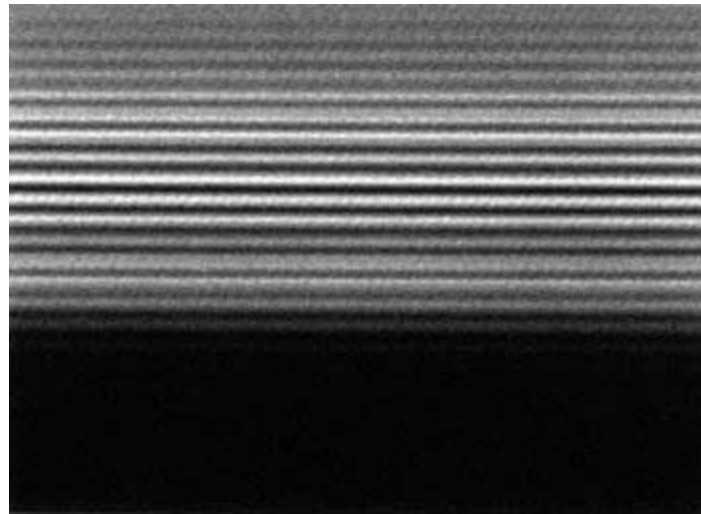
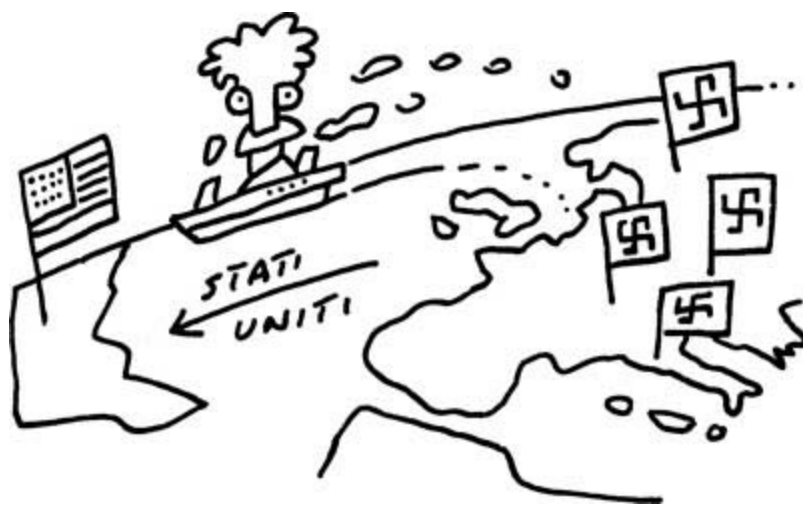
la causa di tutti i mali del paese. Hitler ha conquistato il potere.
In piazza vengono bruciati i libri che contengono le idee che non piacciono al regime nazista.
La teoria della relatività è una di queste.



All'università c'è chi attacca la "fisica ebrea" (cioè la mia teoria) e le camicie brune fanno un'incursione nella casa sul lago, buttando all'aria tutte le mie cose.

Per fortuna sono all'estero, con mia moglie e le sue figlie, per un giro di conferenze, così ne approfitto e mi fermo in Belgio.

Poi decido di accettare un incarico all'Institute of Advanced Studies di Princeton e parto per gli Stati Uniti. In Germania non voglio più tornare.



Albert Einstein ha introdotto in fisica il concetto dei ‘quanti di luce’ (particelle-pacchetto di energia che hanno le capacità delle onde elettromagnetiche) dando l’avvio alla fisica o meccanica quantistica.

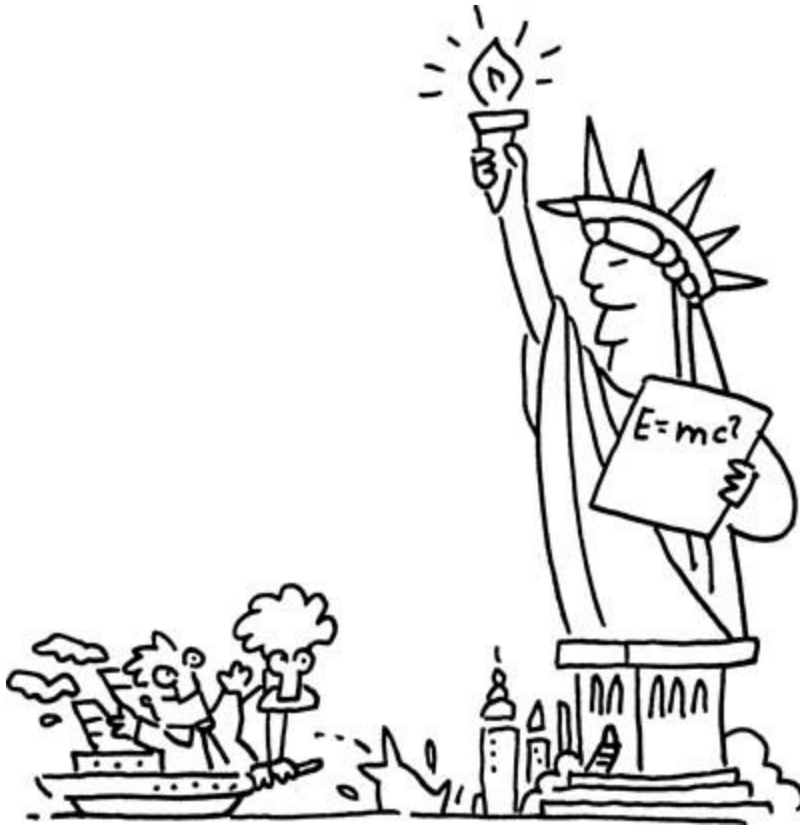
La meccanica quantistica propone una descrizione “probabilistica” dell’infinitamente piccolo. La materia sarebbe composta di particelle che statisticamente sono lì, ma non è detto che ci siano veramente; un evento probabilmente accade in quel momento, ma non è detto che sia così. Estremizzando questa concezione, il fisico Erwin Schrödinger, riuscì a dimostrare che nello stesso Universo un gatto può essere vivo e morto nello stesso tempo.



16. Einstein in America

Non sono il solo a chiedere rifugio agli Stati Uniti. Negli anni a cavallo del 1940 migliaia di scienziati europei, perseguitati dalle leggi razziste imposte da Hitler e dai suoi alleati, sono costretti a lasciare i loro paesi.

Tra loro ci sono due miei colleghi fisici: l'italiano Enrico Fermi e l'ungherese Leo Szilard. Neppure immaginano che il loro lavoro negli Stati Uniti cambierà la storia del pianeta Terra.

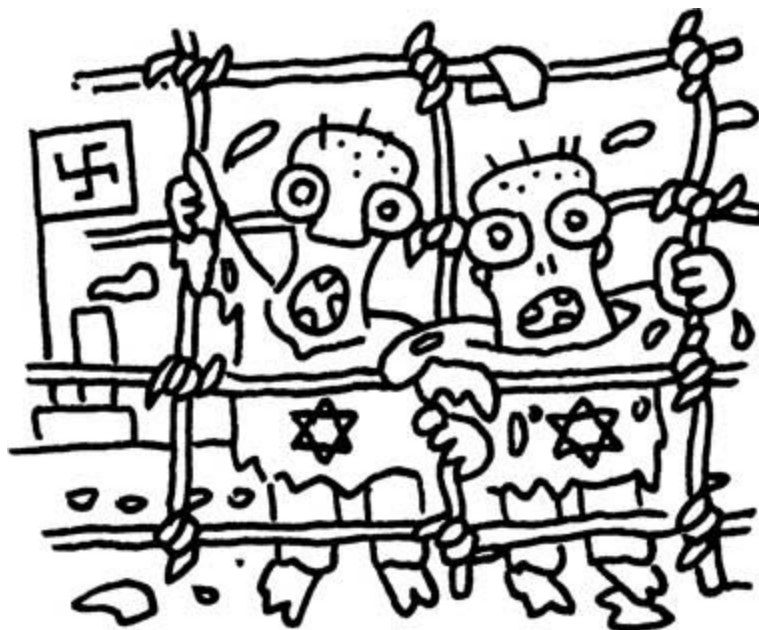


In America mi trovo bene.

Pensate che durante una delle mie prime visite in questo paese sono stato nominato “Grande Parente” (Great Relative) da una tribù di indiani Hopi.

Scelgo di vivere in una grande casa in legno a Princeton, non lontano dall’Università. Vi abiterò con mia moglie Elsa, sua figlia Margot, mia sorella Maya ed Helen Dukas, una segretaria-amica in grado di mettere ordine anche nella mia vita.

Ho anche un cane e un gatto.



Invece dall’Europa mi giungono notizie sempre più sconvolgenti: milioni di persone vengono perseguitate, deportate e fatte sparire per le loro idee, per la loro religione o per la loro razza.

Nel 1939 la Germania di Hitler invade la Polonia: è l’inizio della seconda guerra mondiale. Nel giro di pochi mesi la guerra travolge Olanda, Belgio, Francia, Balcani, Russia e dilaga in tutto il mondo.

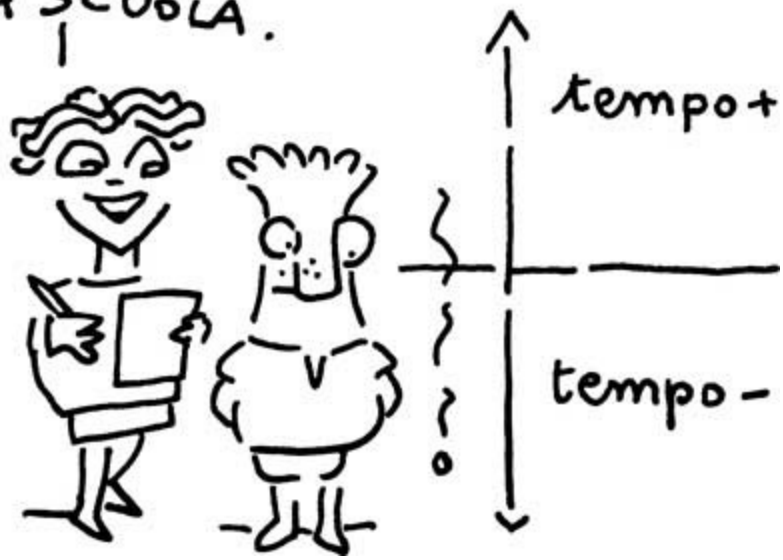


La fisica quantistica considera la materia composta da particelle elementari che hanno le stesse proprietà delle onde elettromagnetiche.

Ne sono state identificate tra i cinquanta e i duecento tipi, dall'elettrone al protone, dal gravitone al fotone.

Alcune particelle hanno un comportamento veramente straordinario. Qualcuna è persino capace di andare indietro nel tempo...

COME TU
A SCUOLA.

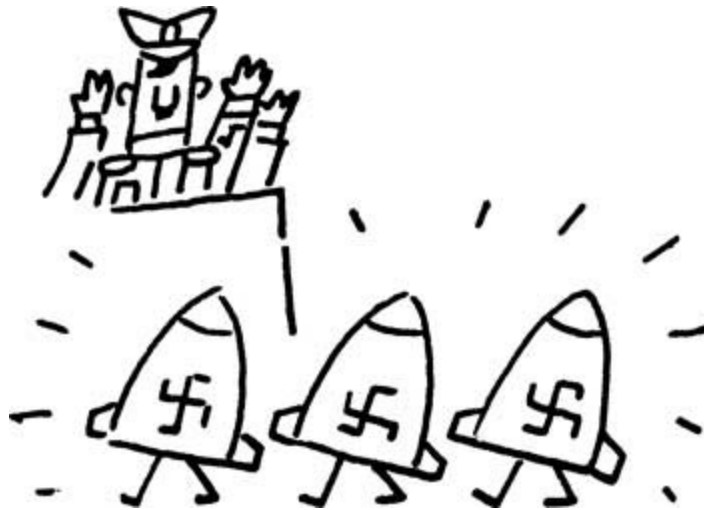


17. La bomba

Non ho mai pensato che la teoria della relatività potesse avere applicazioni militari. Solo nel 1939, leggendo un manoscritto di Enrico Fermi e Leo Szilard, intravedo un pericolo sconvolgente.



Capisco che gli atomi di uranio potrebbero essere trasformati in un'importante forma di energia, quindi anche in un'arma potente e tremenda in mano ai nazisti.



Questo mi porta a scrivere al presidente Franklin Delano Roosevelt per invitarlo a vigilare, in pratica a investire ricerca e denaro sulla bomba.



Nel 1940, a Trenton, nel New Jersey giuro fedeltà agli Stati Uniti e divento cittadino americano a tutti gli effetti, ma conserverò sempre la cittadinanza svizzera. Non mi dispiace essere ancora un po' svizzero.

Purtroppo la situazione mondiale peggiora ulteriormente: il Giappone attacca le forze americane di stanza nel Pacifico bombardando Pearl Harbour. Così nel 1941 anche gli Stati Uniti entrano in guerra.



Enrico Fermi, con Leo Szilard e altri, ha costruito la prima “pila” atomica a Chicago. Dal loro gruppo nasce il progetto di costruzione della prima bomba nucleare.



Riscrivo a mano l’articolo originale del 1905 sulla teoria della relatività ristretta. Il manoscritto viene messo all’asta e venduto per 6 milioni di dollari. Il ricavato viene versato come mio contributo allo sforzo bellico degli Stati Uniti. Ma non ho mai lavorato alla bomba atomica e al cosiddetto progetto Manhattan.

Credevo anzi che non ce l’avrebbero fatta a costruire una bomba così piccola da poter essere caricata su un aereo. E invece... il 6 agosto 1945 la radio annuncia che sulla città giapponese di Hiroshima è stata sganciata la prima bomba atomica.

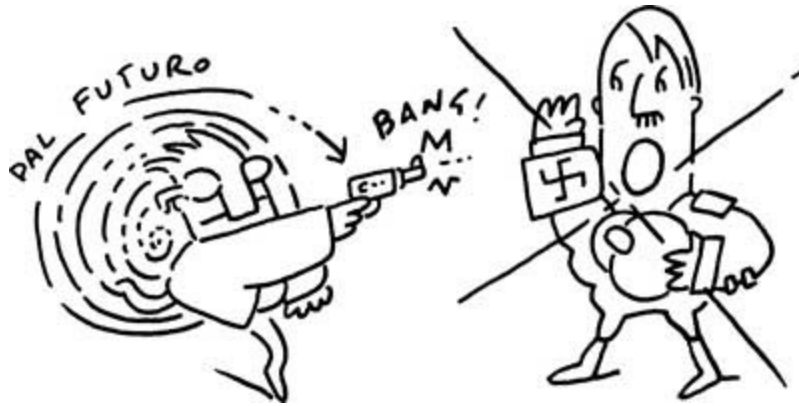


Ammettiamo per ipotesi che sia possibile viaggiare all'indietro nel tempo.

Si potrebbe subito pensare di tornare nel passato per correggere i grandi errori della Storia, per esempio impedendo a Hitler di prendere il potere. Si eviterebbero così tutti gli orrori che ne sono seguiti.

Ma eliminando questa successione di eventi si eliminerebbe nel futuro anche la motivazione di questo viaggio... e lo stesso viaggiatore nel passato.

Meditate, viaggiatori del tempo, meditate...



18. Pensando alla pace

La guerra è finita, ma la pace non è più quella di una volta: le bombe atomiche si moltiplicano in tutto il mondo.



Lavoro ancora intorno alla mia teoria della relatività. So che le manca qualcosa, ma non so se riuscirò a completarla...



Intanto cerco di mettere in ordine la mia vita e le mie cose, come prima di un lungo viaggio. Ho fatto testamento. E ho fatto in modo che tutte le mie lettere e i miei manoscritti siano donati all'Università ebraica di Gerusalemme.



Mi è stata anche offerta la presidenza del nuovo Stato di Israele. La proposta mi onora, ma ho rifiutato.



Nel corso di mezzo secolo sono diventato lo scienziato più popolare del pianeta. Sono vecchio e stanco, ma mi fa piacere essere ascoltato non solo per le mie teorie ma anche per le mie opinioni, soprattutto quelle sulle armi atomiche.

Abbiamo liberato la potenza dell'atomo ed è cambiato tutto, ma se non cambiamo il nostro modo di pensare, andremo verso catastrofi inaudite.

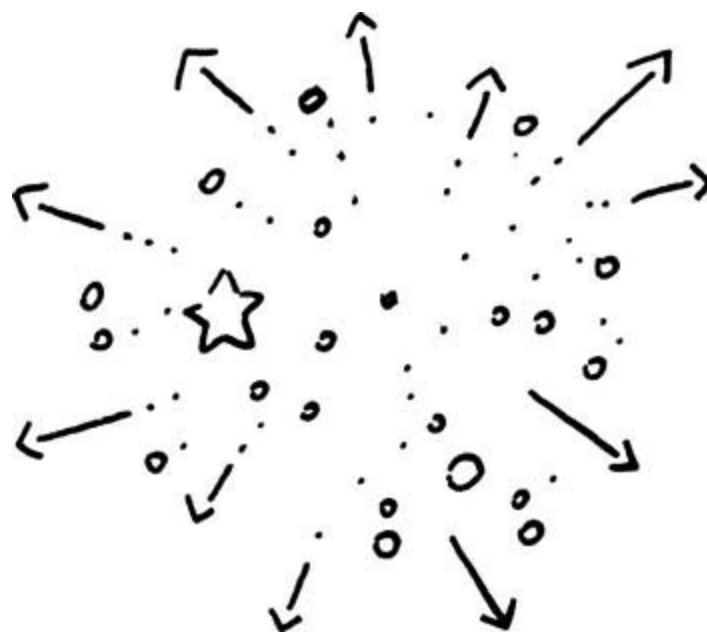


Non so con quali armi si combatterà la terza guerra mondiale; so però con quali si combatterà la quarta: con asce e bastoni.

Per questo l'11 aprile 1955 scrivo all'amico Bertrand Russell firmando un manifesto che solleciti tutte le nazioni a rinunciare alle armi atomiche.

È la mia ultima lettera. Il mio ultimo gesto.

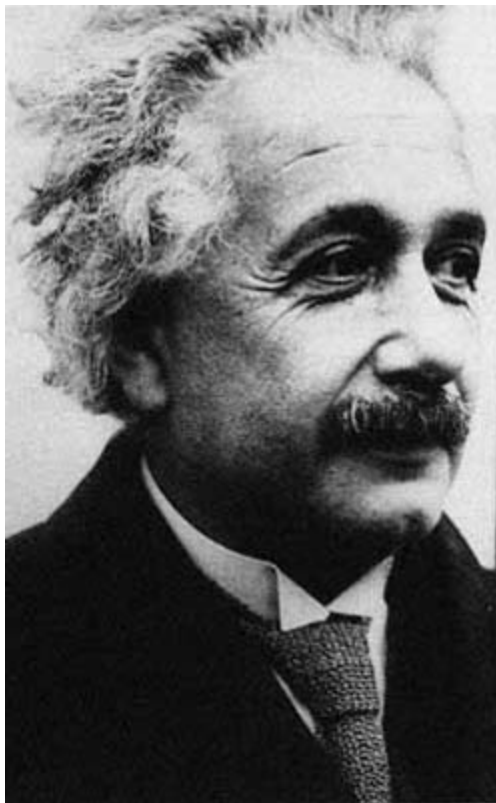




Albert Einstein ha lasciato questo tempo relativo il 18 aprile 1955. Durante la sua vita, l'Universo si è espanso ulteriormente, sono nati e morti miliardi di stelle. Sul nostro piccolo pianeta sono state scoperte molte nuove cose sulla materia e sull'energia, ma le sue teorie non sono state superate. Anzi, sono tuttora un valido strumento per esplorare la natura segreta dell'Universo.

Le ceneri di Albert Einstein sono state sparse in un luogo sconosciuto. I suoi atomi sono tornati alla terra e al cosmo. Il suo cervello e i suoi occhi sono stati estratti e sono tuttora conservati in istituti di ricerca americani.

Fino all'ultimo, Albert Einstein ha cercato di completare la sua teoria. Molti altri hanno tentato e stanno tentando di farlo. Einstein ha aperto una porta sullo spazio e sul tempo. Il futuro - grazie a lui - ci riserva infinite sorprese.



Dizionarietto relativo



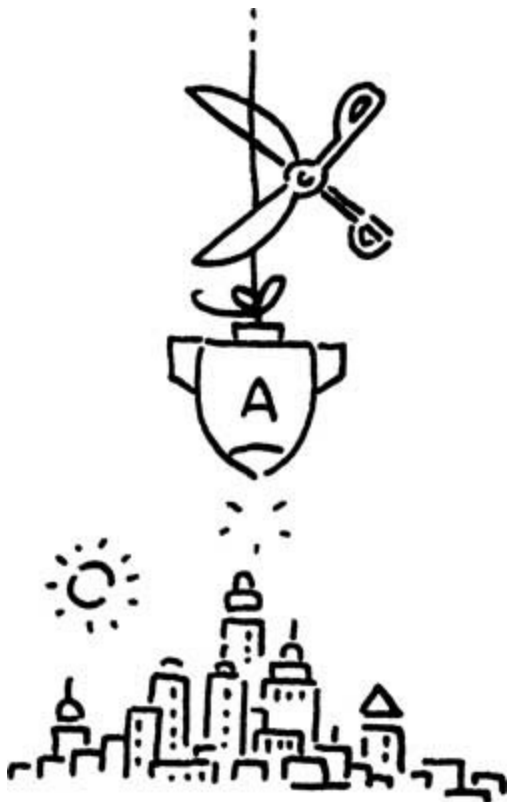
ALBERT EINSTEIN

Da piccolo è un ragazzino come tanti, abbastanza studioso ma senza esagerare. A Monaco frequenta il ginnasio del liceo Luitpold, fino al 1894.
Nella foto di classe è quello in basso a destra.



ATOMICA

Ordigno di grande potenza esplosiva che sfrutta reazioni nucleari in grado di trasformare una piccola parte di materia in una grande quantità di energia. Sono dette “atomiche” sia le bombe all’uranio e al plutonio, sia quelle all’idrogeno. Le prime sfruttano un fenomeno di fissione, le seconde la fusione atomica. Di entrambi i tipi faremmo volentieri a meno.



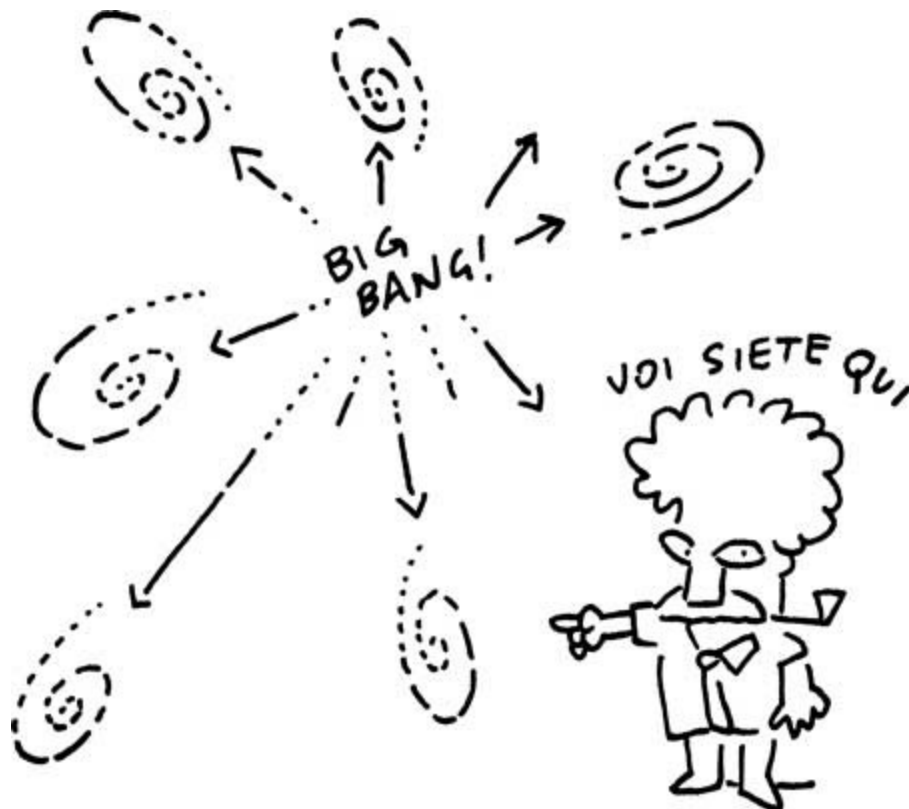
ATOMO

Un tempo era ritenuto la parte più piccola e indivisibile della materia. Ora è considerato divisibilissimo in particelle sempre più piccole, alcune così piccole e così mobili da non essere più considerabili “particelle” ma pacchetti (detti *quanti*) di energia.



BIG BANG

È la grande esplosione dalla quale è nato l'Universo, almeno secondo le attuali concezioni e conoscenze. Quando Einstein formulò la sua teoria, l'Universo era considerato statico e infinito. La teoria del Big Bang è confermata dal fatto che tutte le galassie si stanno allontanando da uno stesso punto dell'Universo.



BOHR, NIELS

(1885-1962). Fisico danese, fu tra i fondatori della meccanica quantistica. Fu talvolta avversato

dall'amico e collega Albert Einstein. Nell'ultima parte della sua vita cercò di applicare le sue teorie quantistiche alle scienze della vita.



BROWNIANO, MOTO

Studiato dal naturalista scozzese Robert Brown, è un moto incessante e disordinato di piccole particelle sulla superficie dei liquidi. Einstein scoprì che a provocarlo era l'agitazione delle molecole del liquido stesso.



BUCO NERO

Ex stella esplosa e collassata su se stessa, diffusissima nell'Universo. La sua forza di gravità è così forte che attira tutto e non lascia sfuggire neppure la luce: per questo è nero. Sulla sua superficie, rispetto ai nostri orologi, il tempo è fermo.



CAPILLARITÀ

Serie di fenomeni che i liquidi presentano in tubi di piccolissimo diametro. Fu studiata in gioventù da Albert Einstein insieme a Mileva Maric, che diventerà poi sua moglie.

CARICATURE

Albert Einstein fu ritratto in migliaia di ritratti e di caricature, molte amabili, alcune molto aggressive.

In questo disegno satirico distribuito a un ballo di giornalisti a Vienna nel 1931 lo vediamo ritratto insieme a Freud e Steinach, medici allora molto famosi.



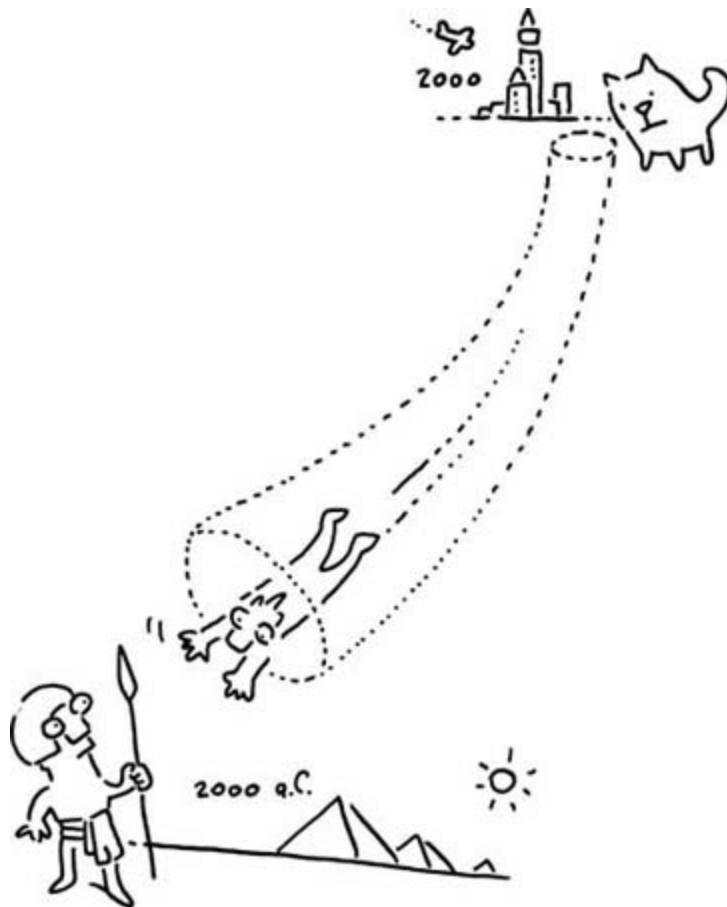


COSMO

Tutto lo spazio abitato da galassie, stelle e pianeti. È un altro modo per dire “Universo”.

CUNICOLI SPAZIO-TEMPORALI

Per i fisici sono possibili passaggi tra l’Universo passato e l’Universo futuro, e viceversa, grazie alla “curvatura dell’Universo”. Sono teoricamente possibili, ma è molto improbabile poterli percorrere.





CURIE, MARIE

Marie Skłodowska Curie (1867-1934), fisica e chimica francese di origine polacca. Esule a Parigi sposò Pierre Curie con il quale studiò la radioattività. Albert Einstein la stimò come amica e collega. Nella foto in alto, al convegno Solvay di Bruxelles del 1911, Madame Curie è l'unica donna. Il giovane Albert Einstein è in piedi a destra.

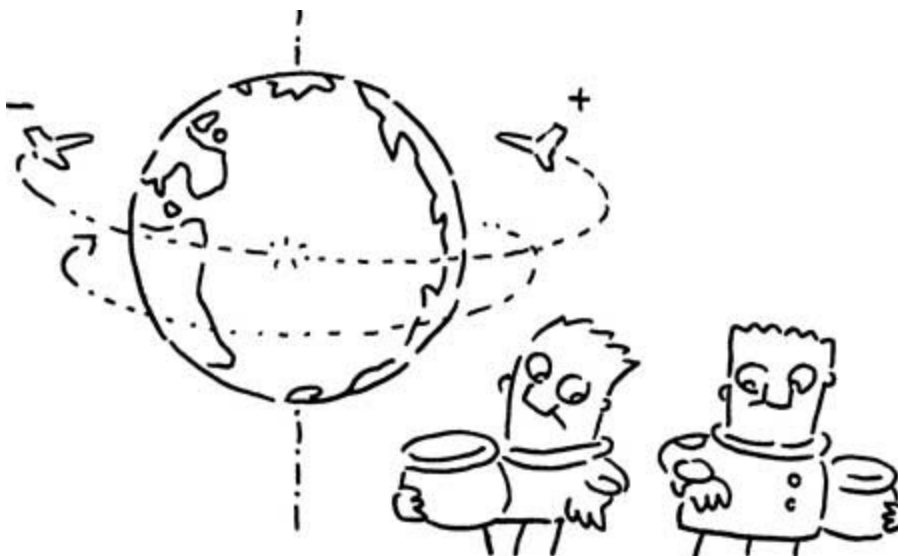
DIMOSTRAZIONE

Un piccolo viaggio nel tempo e una plateale dimostrazione degli effetti della teoria della relatività furono ottenuti facendo fare a due gruppi di scienziati - su due aerei diversi - il giro del mondo.

Alla partenza tutti gli orologi furono sincronizzati.

Il primo aereo viaggiò nel senso di rotazione della Terra, verso oriente. Il secondo volò in senso contrario alla rotazione terrestre, verso occidente: rispetto alla Terra, che scorreva sotto di lui, viaggiò molto più velocemente.

Quando i due gruppi si ritrovarono al punto di partenza, gli orologi del primo gruppo erano tutti avanti di un paio di minuti rispetto a quelli del secondo gruppo. Questi erano stati più veloci, per loro il tempo era trascorso più lentamente.



EFFETTO FOTOELETTRICO

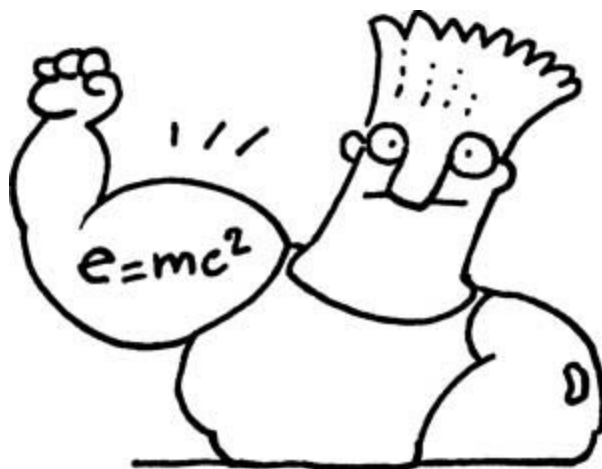
Scoperto da Albert Einstein, consiste nel fatto che un metallo colpito dalla luce emette elettroni. Questo effetto conferma l'intuizione di Einstein che la luce, pur avendo natura ondulatoria, è composta di particelle-pacchetto di energia (fotoni).

Su questo effetto si basa anche la possibilità di trasformare la luce solare in energia elettrica.



ENERGIA

Si presenta sotto forme diverse (termica, nucleare, meccanica, elettrica...). È definibile come la capacità di compiere lavoro. La vera fonte primaria di energia nell'Universo è la materia che, annullando la sua massa, si trasforma in energia, come vuole la formula di Einstein. Tutte le altre fonti di energia - anche quelle "sfruttabili" come l'energia solare, gravitazionale e biologica - sono riconducibili alla prima.



FERMI, ENRICO

(1901-1954). Fisico italiano, Premio Nobel nel 1938, costruì a Chicago la prima pila atomica,

dimostrando che la reazione di fissione dell'atomo era controllabile. Fu tra i collaboratori del progetto Manhattan. Vide la nascita delle prime bombe atomiche. Morì, poco più che cinquantenne, nel 1954. Una particella porta il suo nome: il fermione.



FISICA

Per gli antichi Greci era la scienza che cercava di spiegare la natura essenziale delle cose. Oggi la fisica cerca di scoprire le leggi che governano l'estremamente grande (l'Universo) e l'estremamente piccolo (all'interno degli atomi).



FOTONE

Particella-pacchetto di energia costituente la luce, ipotizzata da Einstein nel 1905.



FREUD, SIGMUND

(1856-1939). Psichiatra e filosofo austriaco.

I suoi libri furono condannati al rogo dal regime di Hitler. Insieme ad Einstein, nel 1933, scrisse il libro *Perché la guerra?*



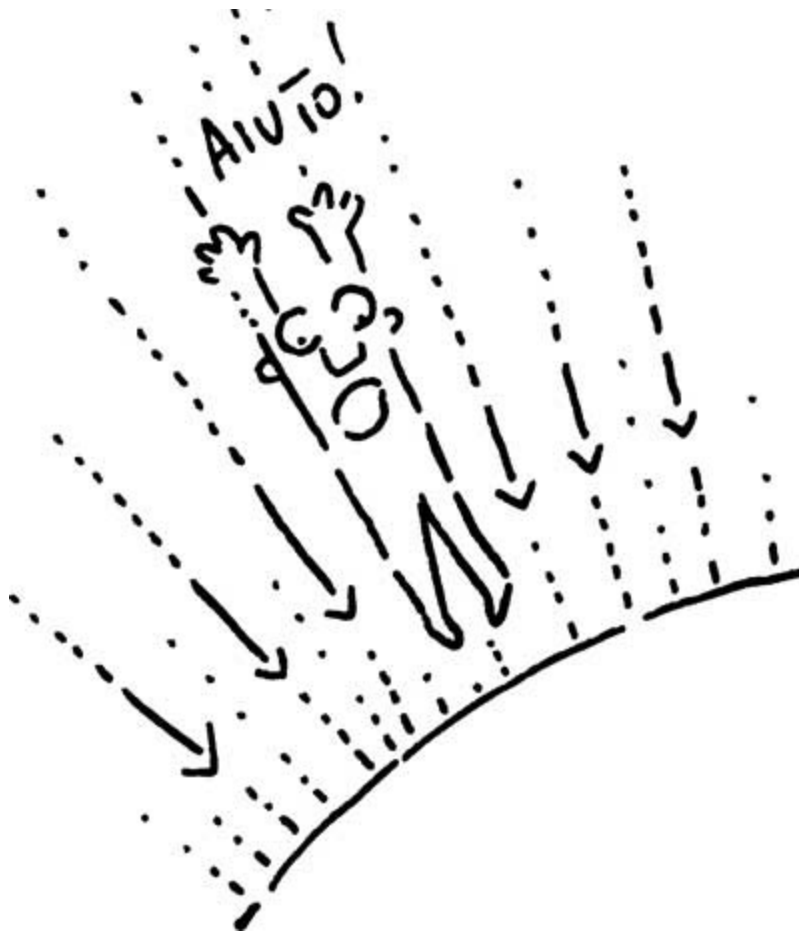
GRANDE PARENTE

Albert Einstein quando fu insignito del titolo di Grande Parente (Great Relative) da una tribù di indiani Hopi. Accanto a lui la moglie Elsa, che sorride.



GRAVITÀ

Accelerazione alla quale sono sottoposti tutti i corpi che si trovano nel campo gravitazionale di un pianeta o di un astro qualsiasi.



LA MACCHINA DEL TEMPO

Titolo del romanzo di Herbert George Wells, pubblicato nel 1895. Descrisse il XX secolo in modo

poco incoraggiante. La popolazione - diceva - sarà divisa nettamente in due livelli e in due caste. Nel sottosuolo vivrà una classe di lavoratori abbruttiti e miserabili, in superficie una classe di fantocci incoscienti.



MASSA

Numericamente quantifica l'inerzia, ovvero la tendenza di un corpo a mantenere invariata la sua direzione e velocità. È una grandezza fisica indipendente dallo stato del corpo. Un astronauta ha stessa massa nello spazio, dove il suo peso è zero, e sulla Terra, dove pesa 100 chilogrammi.



MATERIA

Secondo la fisica classica è materia tutto ciò che è dotato di massa. Ma quando si scende nell'infinitamente piccolo, il concetto di materia si confonde con quello di energia.

MAXWELL, JAMES CLERK

(1831-1879). Fisico scozzese, per primo formulò una teoria sulla luce in cui equiparava le onde luminose a quelle elettromagnetiche. Formulò anche il concetto di campo elettromagnetico. Per primo fece intravedere la possibilità che il tempo non fosse uguale dappertutto. Dai suoi lavori e dalle sue equazioni Einstein elaborò la sua teoria della relatività.



MECCANICA QUANTISTICA

Parte della fisica che studia e spiega il comportamento delle particelle *quanti di energia*. Lo spiega statisticamente, ricorrendo al calcolo delle probabilità. Questo metodo non fu sempre condiviso da Albert Einstein.



MILANO

A Milano è sepolto il padre di Albert, Hermann, morto nell'ottobre del 1901.

La famiglia Einstein visse per vari anni in via Bigli, nella casa di proprietà della contessa Clara Maffei.



NOBEL, PREMIO

Prestigioso premio istituito dall'industriale svedese Alfred Bernhard Nobel. Albert Einstein lo ricevette per la fisica nel 1921.

PILA ATOMICA

Sfrutta e controlla le reazioni nucleari, durante le quali una piccola parte di materia sprigiona sotto controllo una enorme quantità di energia.

La prima - costruita impilando blocchi di grafite e uranio - fu costruita a Chicago da Enrico Fermi, sotto lo stadio dell'università, nel 1942.

Le pile atomiche sono il componente principale delle centrali nucleari.



PLANCK, MAX

(1858-1947). Fisico tedesco, formulò per primo l'ipotesi dei quanti (particelle-pacchetto di energia) poi ripresa da Albert Einstein.

PROGETTO MANHATTAN

Portò alla costruzione della prima bomba atomica, fatta esplodere sperimentalmente alla base aerea di Alamogordo, nel Nuovo Messico, il 16 luglio 1945. Il 6 agosto dello stesso anno venne sganciata sulla città di Hiroshima, in Giappone.



QUANTI

Secondo la fisica moderna, particelle-pacchetto di energia costituenti ultimi della materia.



RIEMANN, BERNHARD

(1826-1866). Matematico tedesco. Introdusse l'idea di una geometria non-euclidea, dove i piani e le rette s'incurvano, dove gli angoli hanno più dimensioni, dove all'infinito due parallele si possono incontrare... Il suo lavoro influenzò quello di Albert Einstein nella sua descrizione dell'Universo.

RUSSELL, BERTRAND

(1872-1970). Filosofo e matematico inglese. Lottò sempre contro ogni tipo di regime assolutistico e per il disarmo atomico. Einstein indirizzò a lui la sua ultima lettera.



STILE

“Stile trasandato”, così Albert Einstein definì il suo taglio di capelli. Detestava portare i calzini e la sua calzatura preferita erano i sandali. Ma quand’era il caso non rifiutava lo smoking, che indossava con naturale eleganza.



SVILUPPO RITARDATO

“Un adulto normale non si ferma mai a riflettere sui problemi dello spazio tempo, perché queste sono cose su cui ha pensato da bambino. Ma il mio sviluppo intellettuale fu tardivo e di conseguenza ho cominciato a interrogarmi sullo spazio e sul tempo soltanto da adulto”.

Albert Einstein

SUCCESSO

Einstein non lo rincorse mai. Anzi era sempre sinceramente stupito della sua popolarità.



SZILARD, LEO

(1898-1964). Fisico nucleare ungherese. Negli Stati Uniti prese parte al progetto Manhattan, vide esplodere le prime bombe atomiche e fu sempre decisamente contrario all'impiego delle armi atomiche per scopi militari.



TEORIA DEI QUANTI

Teoria della fisica moderna che spiega matematicamente (e statisticamente) le leggi che governano la folla di particelle e non particelle che popolano il mondo sub-atomico. Per tutta la seconda parte della sua vita Albert Einstein cercò di trovare i punti di raccordo tra la sua teoria e questa nuova concezione della fisica.

Attualmente ogni nuova scoperta nell'ambito dei quanti rappresenta un ulteriore passo verso una teoria unificata, da lui impostata più di mezzo secolo fa, delle quattro forze presenti in natura: gravitazionale, elettromagnetica, nucleare forte, nucleare debole.



TEORIA DELLA RELATIVITÀ

In realtà Einstein voleva chiamarla con un nome meno affascinante: teoria dell'invarianza. Fu Max Planck a darle il nome di teoria della relatività.

UNIVERSO

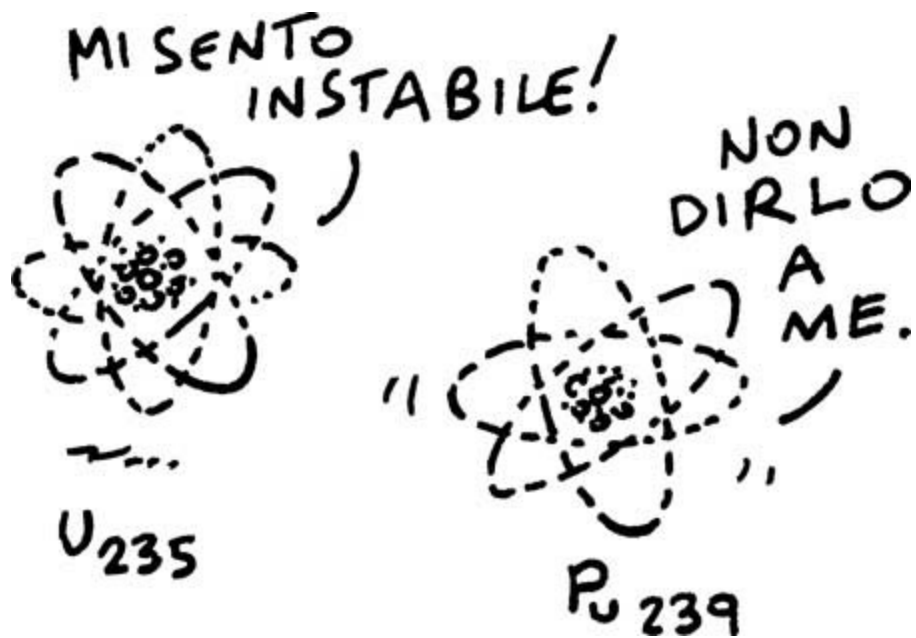
Dell'Universo vediamo e conosciamo solo una piccola parte. L'idea che si sia formato dopo il Big Bang oggi è la più accreditata.



URANIO

Per la sua instabilità atomica, questo elemento è in grado di dar luogo a una reazione nucleare nella quale una parte di materia si trasforma in energia.

L'isotopo 235 dell'uranio, insieme al plutonio 239, è la principale materia prima delle bombe atomiche.



VELOCITÀ DELLA LUCE

È costante nell'Universo. Corrisponde alla notevole velocità di quasi 300 000 km al secondo. Recenti studi hanno dimostrato che si può superare.



VIAGGI NEL TEMPO

Fare un viaggio nel futuro non è impossibile. Per esempio, basta andare molto veloci, magari a bordo di una navicella che viaggi a una velocità vicina a quella della luce. Tornare nel passato invece è piuttosto improbabile. L'unica possibilità che oggi si può immaginare può trarre spunto dalla meccanica quantistica. Le macchine del tempo usate dai personaggi di *Timeline*, romanzo di Crichton, tornano nel passato viaggiando sulle onde di una "schiuma" quantica. Ma nello stesso romanzo si apre un dubbio: si torna veramente nel passato o si viene trasferiti nel simil-nostro-passato di un altro Universo, uno degli infiniti universi possibili?

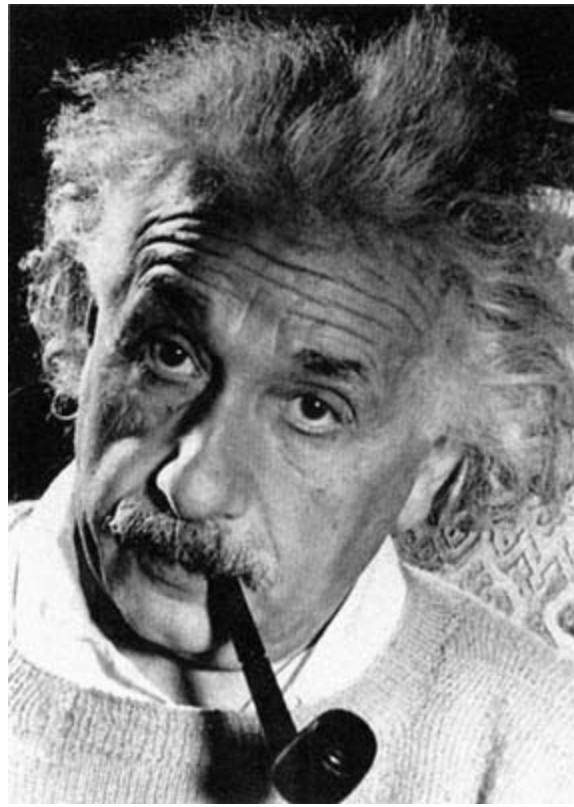


VIOLINO

Albert suonava il piano, ma soprattutto il violino. Il suo l'aveva battezzato "Lina": aveva imparato a suonarlo da piccolissimo.

L'ha lasciato in eredità a suo nipote Bernhard.





L'UNIVERSO PER
DEFINIZIONE
CONTIENE TUTTO
CIO' CHE ESISTE.



Nachmalige Berechnung des Elemententensors

$$\frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 y_{im}}{\partial x_i \partial x_l} + \frac{\partial^2 y_{el}}{\partial x_l \partial x_m} - \frac{\partial^2 y_{il}}{\partial x_l \partial x_m} - \frac{\partial^2 y_{em}}{\partial x_i \partial x_l} \right) - \frac{1}{4} \gamma_{ic} \left(\frac{\partial y_{ic}}{\partial x_l} + \frac{\partial y_{lc}}{\partial x_i} - \frac{\partial y_{il}}{\partial x_c} \right) \left(\frac{\partial y_{lc}}{\partial x_m} + \frac{\partial y_{mc}}{\partial x_l} - \frac{\partial y_{ml}}{\partial x_c} \right) \Big|_{\text{gel}}$$

$$\frac{1}{2} \gamma_{ic} \frac{\partial^2 y_{im}}{\partial x_l \partial x_l} \text{ bleibt stehen.}$$

$$\gamma_{ic} \left[\frac{\partial^2 y_{il}}{\partial x_l} \right] = \gamma_{ic} \left(2 \frac{\partial y_{il}}{\partial x_l} - \frac{\partial y_{il}}{\partial x_l} \right) = \sigma \left[\frac{\partial y_{il}}{\partial x_m} \right]$$

$$\gamma_{ic} \left[\frac{\partial^2 y_{ml}}{\partial x_l} \right] = \gamma_{ic} \left(2 \frac{\partial y_{ml}}{\partial x_l} - \frac{\partial y_{ml}}{\partial x_l} \right) = \sigma \left[\frac{\partial y_{ml}}{\partial x_i} \right]$$

$$2 \gamma_{ic} \left(\frac{\partial^2 y_{il}}{\partial x_l \partial x_m} + \frac{\partial^2 y_{ml}}{\partial x_l \partial x_l} - \frac{\partial^2 y_{il}}{\partial x_l \partial x_m} \right) + \frac{\partial y_{il}}{\partial x_m} \left(2 \frac{\partial y_{il}}{\partial x_l} - \frac{\partial y_{il}}{\partial x_l} \right) + \frac{\partial y_{ml}}{\partial x_l} \left(2 \frac{\partial y_{ml}}{\partial x_l} - \frac{\partial y_{ml}}{\partial x_l} \right) - \frac{1}{2} \gamma_{ic} \left(\frac{\partial y_{ic}}{\partial x_l} + \frac{\partial y_{lc}}{\partial x_i} - \frac{\partial y_{il}}{\partial x_c} \right) \left(\frac{\partial y_{lc}}{\partial x_m} + \frac{\partial y_{mc}}{\partial x_l} - \frac{\partial y_{ml}}{\partial x_c} \right)$$

zweites Glied:

$$- \frac{1}{4} \gamma_{ic} \frac{\partial y_{lc}}{\partial x_i} \frac{\partial y_{mc}}{\partial x_m} \gamma_{ic} \left(\frac{\partial y_{ic}}{\partial x_l} + \frac{\partial y_{lc}}{\partial x_i} - \frac{\partial y_{il}}{\partial x_c} \right) \left(\frac{\partial y_{lc}}{\partial x_m} + \frac{\partial y_{mc}}{\partial x_l} - \frac{\partial y_{ml}}{\partial x_c} \right)$$

$$- \frac{1}{4} \gamma_{ic} \left(\frac{\partial y_{ic}}{\partial x_l} + \frac{\partial y_{lc}}{\partial x_i} - \frac{\partial y_{il}}{\partial x_c} \right) \left(\frac{\partial y_{lc}}{\partial x_m} + \frac{\partial y_{mc}}{\partial x_l} - \frac{\partial y_{ml}}{\partial x_c} \right) \gamma_{ic}$$

$$= - \frac{1}{2} \gamma_{ic} \gamma_{ic} \frac{\partial y_{lc}}{\partial x_l} \frac{\partial y_{mc}}{\partial x_m} + \frac{1}{2} \gamma_{ic} \gamma_{ic} \frac{\partial y_{il}}{\partial x_l} \frac{\partial y_{mc}}{\partial x_m}$$

Da mit 2 multipliziert, Elemententensor erhält also die Form:

$$\gamma_{ic} \frac{\partial^2 y_{im}}{\partial x_l \partial x_l} - \frac{1}{2} \gamma_{ic} \frac{\partial y_{lc}}{\partial x_l} \frac{\partial y_{mc}}{\partial x_m} + \frac{\partial y_{il}}{\partial x_m} \frac{\partial y_{il}}{\partial x_l} + \frac{\partial y_{ml}}{\partial x_l} \frac{\partial y_{ml}}{\partial x_i}$$

$$= \gamma_{ic} \gamma_{ic} \frac{\partial y_{lc}}{\partial x_l} \frac{\partial y_{mc}}{\partial x_m} + \gamma_{ic} \gamma_{ic} \frac{\partial y_{il}}{\partial x_l} \frac{\partial y_{mc}}{\partial x_m}$$

Resultat sicher. Gilt für Koordinaten, die der Gl. $\Delta \varphi = 0$ genügen.

Indice

Introduzione

Che cosa c'è in questo libro

Big Bang

1. Io, Albert Einstein
2. Infanzia da genio
3. Un piccolo libero pensatore
4. La prima fuga
5. Vacanza in Italia
6. Non ammesso!
7. La prima volta di Albert
8. Einstein innamorato
9. Einstein inventore
10. La teoria della relatività (ristretta)
11. Einstein incompreso
12. Ora sono professore
13. Tutti mi vogliono!
14. Il mistero di Mercurio
15. Il Premio Nobel
16. Einstein in America
17. La bomba
18. Pensando alla pace

Fine

Dizionarietto relativo

LUCA NOVELLI

Scrittore e disegnatore, è autore di libri di scienza e di natura tradotti in tutto il mondo. Collabora con la Rai e come giornalista ha diretto per dieci anni G&D, periodico di Grafica e Design.



È premiato come migliore autore di divulgazione per ragazzi: nel 2001 da Legambiente e nel 2004 dal Premio Andersen.

Le sue opere sono state pubblicate in 20 lingue.

Altre notizie, immagini e link su Luca Novelli e i suoi libri: www.lucanovelli.eu

LAMPI DI GENIO

Una serie di biografie di grandi scienziati – tutte scritte e disegnate da Luca Novelli – raccontate in prima persona. Il modo più divertente e coinvolgente per avvicinarsi alla scienza e per conoscere i grandi che hanno cambiato la storia dell'umanità. La collana ha vinto il premio Legambiente nel 2004.

