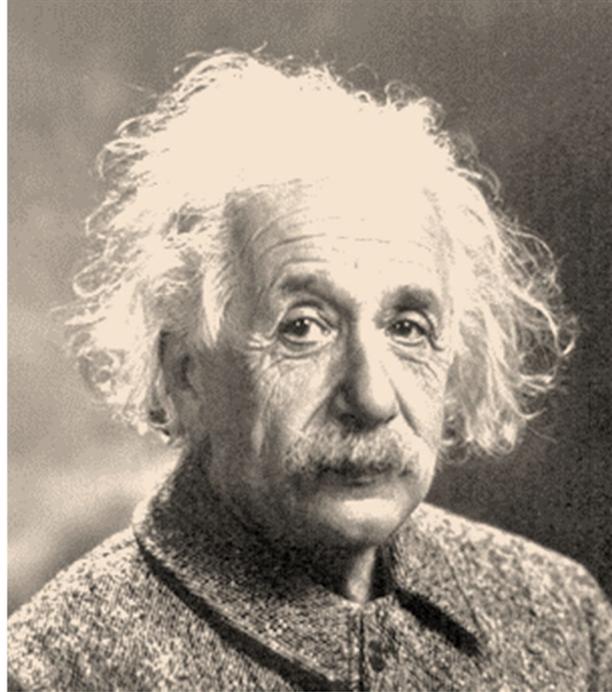


# **“APPARENZE,, RELATIVISTICHE**



## **APPARENZE E REALTÀ NELLA TEORIA DELLA RELATIVITÀ DI EINSTEIN**

A cura di

Fiorenzo Zampieri  
Circolo di Psicobiofisica  
“Amici di Marco Todeschini”

## **PREMESSA**

Questo opuscolo nasce da alcune riflessioni sorte nel leggere una lettera che il prof. Bruno Finzi (ingegnere, matematico, fisico italiano, 1899-1974) scrisse in risposta ad una comunicazione del nostro Marco Todeschini nella quale discuteva di Relatività Einsteniana. In questa lettera il prof. Finzi scrive che i ben noti effetti relativistici di allungamento e/o contrazione degli spazi e dei tempi non sarebbero altro che finzioni che nulla hanno a che fare con la realtà.

Subito vengono alla mente le “Apparenze” del Todeschini e perciò sembra davvero curioso che anche nella celebrata Relatività di Einstein, vi possano essere dei fenomeni che abbiano caratteristiche ingannevoli.

Sorge perciò l'esigenza di approfondire l'argomento interpellando, oltre il nostro Todeschini, anche chi a suo tempo ebbe modo di sollevare la questione, ovvero il filosofo Carmelo Ottaviano (già di nostra conoscenza) che, con capacità non comune, dedicò grande impegno allo studio critico dell'opera di Einstein.

A supporto di tutto ciò pubblichiamo in questo lavoro la seguente documentazione:

- lettera autografa del prof. F. Finzi al Ing. M. Todeschini;
- stralcio del paragrafo del volume dal titolo “Revisione delle basi sperimentali e teoriche della fisica moderna” del prof. Marco Todeschini, anno 1955, nel quale egli riporta quanto scrittogli dal prof. Finzi con le appropriate controdeduzioni;
- il capitolo dal titolo “Crolla l'idolo Einsteniano”, scritto dal Prof. Carmelo Ottaviano e contenuto nella rivista “Sophia”, anno XXVII – n. 2 – aprile/giugno 1960, edizioni Cedam di Padova, diretta dallo stesso prof. Ottaviano;
- gran parte del capitolo dal titolo “Come integrare la dottrina relativistica di Einstein”, scritto dal Prof. Carmelo Ottaviano e contenuto nella rivista “Sophia”, anno XXXIV – n. 3-4 – luglio/dicembre 1966, edizioni Cedam di Padova, diretta dallo stesso prof. Ottaviano.

Milano 12 gennaio 1954

Caro Todeschini,  
rispondo con molto ritardo alla tua lettera gentile che simpaticamente mi ricorda i tempi (purtroppo lontani) della nostra adolescenza.

Vedo con sorpresa che ti diletta di scienza e addirittura di relatività. Ma come fai con tutti i tuoi impegni tecnici e professionali? Io, che dedico tutta la mia vita a questi studi, appena appena ce la faccio a non perdere i contatti con la valanga di ricerche in questo campo.

Ho letto il tuo opuscolo. Guarda però che gli allungamenti, le contrazioni, ecc., introdotti da Lorentz per accordare l'esperienza di Michelson con le nozioni di spazio assoluto e tempo assoluto, e conseguente composizione delle velocità secondo la regola del parallelogrammo, sono finzioni, definizioni se vuoi, che non hanno in sé nulla di reale e che se ne possono dare quante se ne vogliono.

Il fatto essenziale è soltanto questo: pas=  
sando da un osservatore ad un altro, le  
velocità non si sommano con la  
solita regola del parallelogrammo, e in  
particolare la velocità della luce resta  
sempre la stessa, passando da un osser=  
vatore ad un altro in moto traslatorio  
rettilineo uniforme rispetto al primo.

La storia poi dell'etere trascinato  
non sta in piedi, come l'esperienza  
ampiamente dimostra.

Sono comunque lieto che per  
colpa di Einstein si siano ripresi  
i nostri rapporti. Con viva cordialità  
credimi tuo aff<sup>mo</sup>  
Bruno Finzi

**Dal volume dal titolo “Revisione delle basi sperimentali e teoriche della fisica moderna” del prof. Marco Todeschini, anno 1955**

a pag. 3 e seguenti:

...omissis...A questo punto Einstein, sino allora sconosciuto, intervenne nel dibattito ed abbandonando del tutto la nozione di etere e delle sue pressioni sui corpi, sostenne invece che : « E' il movimento di una sbarra o di un orologio che produce l'accorciamento dell'una ed il rallentamento dell'altro».

Questa strabiliante conclusione non ha mai convinto nessuno, ed ancor oggi i più grandi scienziati, richiesti di dare chiarimenti del come e del perché si verificano tali contrazioni e ritardi a bordo di un sistema mobile, restano perplessi e muti, ben sapendo che questa è una mera fazione per mettere d'accordo i risultati dell'esperimento Michelson, con quelli a cui porta il calcolo basato sulla relatività di Galilei; ben sapendo insomma che tali contrazioni e ritardi non sono spiegabili né con la fisica, né con la geometria, né con l'algebra, né con la cinematica classica, né con la dinamica. Né si può dire, come L. Berchler, che dobbiamo accettarli perché oggi la matematica precede e supera la logica, in quanto è proprio il calcolo che è in contrasto con l'esperimento.

Discussioni interminabili sono state fatte per stabilire se tali contrazioni e ritardi siano reali o apparenze; perché se, come disse il Lorentz, «per non contravvenire ai due principi citati, devono essere reali», ciò porta, come vedremo, ad assurdi insostenibili; d'altra parte il ritenerli illusivi, o salva la costanza della velocità della luce, ed infrange la relatività di Galilei, o viceversa. Dalle corna di questo dilemma non si sfugge.

\* \* \*

B — L'ERRORE DI EINSTEIN. - Esaminiamo prima se possono essere reali.

- 1) - Il Langevin ha osservato che in questo caso un viaggiatore che abbandoni la Terra a bordo di un razzo che possieda una velocità pari a 15 Km/sec, e ritorni su di essa dopo due anni, misurati col suo orologio mobile, troverà il nostro pianeta invecchiato di due secoli e abitato da generazioni discendenti da quelle da lui conosciute prima della partenza.
- 2) - Se poi si volesse considerare un pianeta che corre alla velocità della luce, il tempo su di esso non passerebbe mai, ed i corpi perderebbero le dimensioni disposte nel senso del movimento, cioè sparirebbero nel nulla.
- 3) - Andando poi ad una velocità superiore a quella della luce, il tempo ritornerebbe indietro, tutti i fenomeni si svolgerebbero alla rovescia e noi rientreremmo nel seno di nostra madre e questa nel seno di sua madre, e così via.
- 4) - Se due osservatori sono a bordo di due sistemi in movimento reciproco rettilineo uniforme, ciascuno di essi può considerarsi in quiete rispetto all'altro che si muove. Ne segue che la contrazione postulata da Einstein è attribuita da ciascuno dei due osservatori al sistema dell'altro. Così la dimensione disposta nel senso del movimento di ciascun sistema dovrebbe assumere contemporaneamente due valori diversi a seconda che è computata dall'uno o dall'altro osservatore, il che è un palese assurdo.
- 5) - Un corpo osservato da un sistema che accelera rispetto ad esso, dovrebbe assumere dimensioni nel senso del moto che variano al variare della velocità relativa tra il corpo ed il sistema, il che è un paradosso insostenibile.
- 6) - Un corpo osservato da infiniti sistemi che abbiano rispetto ad esso velocità uniformi rettilinee di eguale direzione e senso, ma di valore diverso, dovrebbe assumere contemporaneamente infinite lunghezze diverse nel senso del moto, il che è un altro assurdo insostenibile,
- 7) - Una sfera materiale osservata nello stesso istante da infiniti sistemi che abbiano rispetto ad essa velocità diverse, non solo come intensità, ma anche come direzione e senso, dovrebbe assumere infinite contrazioni diverse in tutte le sue dimensioni comunque orientate. I raggi che escono a stella

dal suo centro sarebbero tutti diseguali, ed inoltre ciascuno di essi dovrebbe avere contemporaneamente infinite lunghezze diverse, il che è un altro paradosso inammissibile.

8) - Il tempo a bordo dei corpi sopra considerati dovrebbe avere infiniti valori differenti a seconda del sistema dal quale viene computato, e dovrebbe anche variare se riferito a sistemi accelerati. Dunque considerando reali le contrazioni di spazio e le dilatazioni di tempo, come richiede la salvaguardia dei principi della invarianza della velocità della luce e della relatività classica, si perviene ad assurdi insostenibili. Si è costretti perciò ad ammettere che le variazioni spazio-temporali in parola siano solamente apparenze o finzioni per mettere d'accordo il calcolo con l'esperimento. Infatti il Chiar. Prof. Bruno Finzi, ordinario di meccanica razionale al Politecnico di Milano, mio carissimo amico d'infanzia, in una sua lettera del 12 gennaio 1954 così mi scrisse in merito: *...Ho letto il tuo opuscolo intitolato « L'errore di Einstein ». Guarda però che le dilatazioni e le contrazioni introdotte dal Lorentz per accordare l'esperienza Michelson con le nozioni di spazio assoluto e di tempo assoluto e conseguenti composizioni di velocità secondo la regola del parallelogramma, sono finzioni, definizioni se vuoi, che non hanno in sé nulla di reale e che se ne possono dare quante se ne vogliono, di fatto essenziale è soltanto questo: passando da un osservatore all'altro le velocità non si sommano con la solita regola del parallelogramma, e in particolare la velocità della luce resta sempre la stessa, passando da un osservatore ad un altro in moto traslatorio rettilineo uniforme rispetto al primo...*

Ma se le dilatazioni e le contrazioni sono finzioni, sono cioè irreali anche la relatività einsteiniana basata su di esse è finzione che non risponde alla realtà fisica. Infatti l'invarianza della velocità della luce è già per se stessa un'infrazione alla relatività di Galilei: infrazione che si può evitare appunto solamente se le contrazioni dei corpi in moto sono reali. Da ciò consegue che se esse invece sono finzioni, allora: o l'invarianza della velocità della luce non è reale, oppure la relatività di Galilei è falsa. Allora non è affatto vero che la teoria einsteiniana sia sorta per salvare entrambi questi principi, come si è voluto far credere e come qualche illuso ancora ritiene. Einstein ed i suoi seguaci, serrati dalle branche di questa contraddizione, hanno sempre tergiversato, e solamente i più avveduti e coerenti hanno finito per confessare apertamente come Finzi, che la relatività di Einstein infrange quella di Galilei e la discredita, benché questa sia basata sul rigore e la precisione della logica matematica e confermata da secoli di esperienze. In sostanza si è rinnegato Galilei per non smentire l'invarianza della velocità della luce. Ma tale invarianza da quali responsi sperimentali è comprovata? In verità, l'aberrazione della luce che ci proviene dalle stelle, ci dimostra che la sua velocità si compone con quella del nostro pianeta, sicché rispetto a noi, che ci consideriamo in quiete, quel raggio ha una velocità risultante che si attiene proprio con la regola del parallelogramma  $c$  che risulta maggiore di quella propria della luce. Non è vero quindi che tale velocità si mantenga invariata rispetto a qualsiasi osservatore e che la regola del parallelogramma sia infranta, come ritiene il mio caro amico Finzi e gli altri einsteiniani.

9) - Può sorgere infine il pensiero che la molteplicità delle contrazioni predette si abbia solamente riferendo il moto del corpo a svariati sistemi, ma che da ciascuno si possa tuttavia computare una contrazione ben determinata in base alla sua velocità relativa al corpo considerato, e, se ciò fosse, le contrazioni si potrebbero considerare apparenze dovute al moto relativo, determinabili tutte con l'unica trasformazione del Lorentz; ma come dimostrerò nelle pagine seguenti, anche contemplando il moto di un corpo da un solo sistema, si arriva a trovare una molteplicità contemporanea di contrazioni che conciliano tutte il calcolo con l'esperimento Michelson, per cui la trasformazione Lorentz perde la sua validità, e quello che è peggio, esse non possono essere considerate nemmeno come apparenze o finzioni se non cadendo in assurdi fisico-matematici insostenibili.

Il ritenere apparenze o finzioni le contrazioni e le dilatazioni implica che siano svelabili le cause che ci fanno sorgere queste illusioni, siano esse di natura fisica, oppure dovute ad artifici matematici, od a negligenza di qualche dato relativistico. Così, ad esempio se volessimo misurare la lunghezza di un treno dal tempo che impiega un automobile a velocità costante a sorpassare, dalla coda alla testa il convoglio di vagoni, troveremmo due tempi differenti a seconda che il treno è fermo, oppure si

muove ad una certa velocità, e questo ci apparirebbe avere due lunghezze differenti. Ma noi scopriremo subito che la diversità dei tempi e delle lunghezze sono apparenze dovute al fatto che non abbiamo tenuto conto che la velocità relativa dell'automezzo rispetto al treno è variata nei due casi considerati.

Parimenti misurando la lunghezza di un corpo dal tempo che impiega a descriverla un raggio di luce, dovremmo trovare valori spazio-temporali differenti a seconda che il corpo sia in quiete od in moto rispetto all'etere nel quale si propaga la luce. Del pari dovremmo scoprire che ciò è dovuto al fatto che la velocità relativa della luce è variata.



Capitolo dal titolo "Crolla l'idolo Einsteniano", scritto dal Prof. Carmelo Ottaviano e contenuto nella rivista "Sophia", anno XXVII - n. 2 - aprile/giugno 1960, edizioni Cedam di Padova

## CROLLA L' IDOLO EINSTEINIANO

La consorteria laica internazionale, accolta di gentiluomini tutti intenti ad elevare un contr'altare alla visione cristiana della vita, onde celebrare le delizie soprattutto « commerciali » (e affini) del Dio Mammona, crea, come ho rilevato altre volte, il suo idolo, da proporre volta a volta all'adorazione dei popoli. Questo idolo deve essere, naturalmente, un uomo di genialità così luminosa da offuscare il sole e le stelle, bello, puro, integerrimo, miracoloso, da contrapporre a Gesù, o senz'altro a Dio Padre. Nell'antichità esso, sulla bocca di un Porfirio o di un Proclo o di un Giamblico, si chiamava Pitagora o Platone o Empedocle o Apollonio o Plotino; nei tempi moderni si è chiamato, di volta in volta, o Cartesio o Berkeley, o Giordano Bruno o G. C. Vanini, o Hume o Kant, o Fichte o Hegel, o Lamarck o Darwin, o Comte o Spencer, o Mach o Einstein.

Specie dopo la seconda guerra mondiale quest'ultimo personaggio, Albert Einstein, è assunto agli onori di un culto internazionale, tanto più osannante quanto più cieco e pazzamente frenetico. Non c'è stato matematico o fisico, anche se appena capace di risolvere un'equazione o di concepire un esperimento, che non si sia abbandonato a genuflessioni profonde e a striduli evviva almeno tre volte al giorno, come i muezzin maomettani. Gli sono state perfino attribuite delle scoperte, come quella della famigerata bomba atomica, suprema espressione della inciviltà del cosiddetto uomo moderno (di mille milioni di miglia più selvaggio dell'uomo di Neanderthal), nella quale egli non entrava nè punto nè poco. Lo schiamazzo degli idioti è diventato a un certo punto tale, da arrecare un notevole fastidio anche alle ben costrutte e abituate orecchie di chi, uso a coltivare soprattutto il senso critico, ama smantellare le sciocche montature, rivolte a un solo scopo: ottenere pubblicità sui giornali (altro elemento di grande corruzione della vita moderna) e monopolizzare ricchi premi e pingui prebende (gira e rigira, la lite nasce sempre per la vile moneta, e quanto essa procura, come dice il proverbio).

Ora uno dei postulati della teoria relativistica einsteiniana consiste nell'affermare che le dimensioni spaziali e le misure temporali di un sistema in moto *appaiono* a un osservatore in quiete come contratte quelle, e come dilatate queste, e che, in quanto appaiono come contratte e dilatate, *sono di conseguenza realmente contratte e dilatate*.

Questa ridicola affermazione, frutto dell'insegnamento di un assai scarso filosofo, Mach, il maestro di Einstein — e che non ha nemmeno il pregio della novità, risalendo, almeno in parte, a buon'anima di Protagora, cioè a cinque secoli circa prima della nascita di Cristo! — costituisce l'intera novità, e comunque il fondamento « scientifico », della celeberrima dottrina della Relatività. E' bene qui notare che Einstein fu un pessimo matematico (teneva vicino a sè due tecnici che gli face-

vano i calcoli, come posso documentare) e un pessimo fisico: fu soltanto un filosofo, ma, ahimè, un filosofo da strapazzo, privo di preparazione specifica e soprattutto di senso critico (ho dato in altro fascicolo uno *specimen* delle sue « dottrine filosofiche », cfr. 1954, 3-4, pp. 260-274). Di qui la sua grande fortuna presso la consorte degli incompetenti.

E' evidente che la contrazione delle dimensioni spaziali di un corpo in moto è una mera illusione ottica: comunque, quand'anche essa avvenisse (è la famosa contrazione postulata da Lorentz per spiegare l'esito negativo dell'esperimento di Michelson-Morley, rivolto ad accertare il movimento della Terra rispetto all'etere), non si potrebbe certo dimostrarne la realtà con l'inconsistente e specioso argomento einsteiniano, che *così è perchè così appare*. Tanto più che la constatazione è relativa, cioè reversibile: all'osservatore in moto il sistema in quiete appare contratto, così come all'osservatore in quiete appare contratto il sistema in moto. Quale dei due realmente si contrae? Evidentemente, nessuno. Quando poi si pensi che moto e quiete sono due fenomeni meramente relativi, non avendo alcun senso parlare di una quiete assoluta, e quindi di un moto assoluto (l'uno o l'altro indifferentemente dei due sistemi può essere in moto), si comprende a pieno la chiara inconsistenza di queste affermazioni. Le argomentazioni del tipo « *Così è, perchè così appare* » stanno bene a teatro, per passare un paio d'ore diverse dalle solite, ma non stanno bene quando si fa sul serio, cioè in fisica.

Lo stesso si dica della dilatazione del tempo o istante temporale, ossia, in concreto, del battito dell'orologio. Il battito dell'orologio collegato al sistema in moto *0* appare all'osservatore collegato al sistema in quiete *0'* come più esteso, o, se così posso dire, « più lungo », o di durata più lunga o più lenta, del battito del suo orologio, così come all'osservatore legato al sistema in moto *0* appare invece « più lungo » il battito dell'orologio collegato al sistema in quiete *0'*. Quale dei due orologi ha il battito « più lungo »? Ovviamente, nessuno: si tratta di un puro giuoco di apparenze. Infatti, perchè sarebbe « più lungo » il battito dell'orologio collegato al sistema in moto? Per un evidente artificio: essendo il tempo funzione dello spazio e della velocità, l'orologio collegato al sistema in moto avrebbe un battito « più lungo », perchè la componente spazio sarebbe rappresentata da un valore numerico più alto di quello del battito dell'orologio in quiete, evidentemente uguale a zero. Basta riflettere che moto e quiete sono fenomeni relativi, per cui nessuno può sapere quale dei due sistemi in moto uniforme sia in quiete e quale in moto, perchè tutto ciò appaia inconsistente e fatuo, una mera baggianata.

Or è bene notare a questo punto che, come per il caso della contrazione delle misure, può effettivamente darsi che esistano sistemi o serie temporali, nei quali la durata dell'istante elementare (la cosiddetta « durata elementare ») sia diversa. Io penso che le cose stiano realmente così, come ho dimostrato nella mia *Metafisica*. Ad es., l'eternità o infinità temporale, in cui vive Dio, non è certamente rappresentata da una successione infinita di istanti temporali, distinti l'uno dall'altro, come comunemente si pensa: è questa una visione empirica, che non regge all'esame critico della ragione. Essa è invece da pensare come un *istante dilatato interiormente all'infinito*. Nulla vieta quindi di pensare che gli enti creati o creature vivano in serie temporali, costituite di unità o durate temporali diverse l'una dall'altra, capaci quindi sì di estendersi in una serie indefinita (non mai infinita), *ma non certo capaci di*

avere ciò da sè stesse (ogni serie o successione empirica può infatti bruscamente interrompersi, il che non può ovviamente dirsi di un istante dilatato *interiormente* all'infinito). Ciò permette di conseguenza di pensare ad una pluralità di tempi, ossia di serie di durate elementari, diverse l'una dall'altra. Sta qui forse il motivo per il quale (per indulgere a delle estrapolazioni, magari inopportune in questa sede) ci è impossibile comunicare con i defunti: il fatto, cioè, che essi vivano in una serie temporale diversa dalla nostra, e quindi non coincidente con essa (perchè ad es. l'istante elementare della loro serie temporale può essere esteso, poniamo, quanto o più della durata dell'intera nostra vita, e quindi non si dà comunicazione o coincidenza possibile tra le due serie).

Ma che si possa dimostrare questa tesi con lo specioso e inconsistente argomento einsteiniano, per il quale la durata temporale elementare connessa a un sistema in moto è più lunga della durata elementare connessa a un sistema in quiete *perchè così appare* all'osservatore collegato al sistema in quiete, questo è del tutto inaccettabile, ed è anch'esso una mera baggianata.

Or gli einsteiniani, poveretti, queste cose non le capiscono: come potrebbero capirle? Non hanno nemmeno l'ombra della preparazione critica a ciò necessaria (è notorio che fisici e matematici sono di regola dei meri dogmatici, che esercitano l'occhio della critica tanto quanto la talpa esercita il suo occhio, mancando del tutto di preparazione filosofica). «Sophia», infatti, cioè una Rivista di filosofia, per opera del sottoscritto, è stata la prima a proclamare il vuoto pneumatico della celebrata Relatività einsteiniana: abituato a combattere le ben più radicali confusioni tra apparenza e realtà, proprie dell'idealismo immanentistico, rilevare la confusione relativistica era per me impresa banale. Intanto accertare questa confusione basta per distruggere la Relatività. E questo è accaduto proprio negli anni in cui, subito dopo il 1945, la consorteria laica internazionale elevava i suoi ragli potenti ad esaltazione dell'idolo. E' così avvenuto che, posso dirlo senza falsa modestia, mi capitasse per la seconda volta di essere il solo veggente in una serie di fanatici, ciechi nell'intelletto: la prima volta cadde, dieci anni prima, quando tutti, perfino i paracarri, inneggiavano all'idealismo immanentistico, proclamato come il « verbo filosofico », che fu invece da me ridotto al livello di una inconsistente illusione.

Or ecco gli einsteiniani pertinaci intenti a tradurre in termini concreti le loro imperfette illusioni. Poichè l'orologio collegato ad un sistema in moto dilata interiormente il suo battito agli occhi di un osservatore in quiete, eccoli ad immaginare, per bocca del prof. Frank Crawford, fisico dell'Università di California, e della pur autorevole Rivista medica inglese *The Lancet*, quanto segue. Ora che sono venuti di moda i missili intercontinentali e le astronavi interplanetarie, i viaggiatori interplanetari, i quali si recassero in visita nell'astro più vicino, tornando alla Terra, sarebbero di due anni e mezzo *più giovani* che se fossero rimasti sul nostro Pianeta, nel quale nel frattempo sarebbero trascorsi 17 anni. Infatti il loro orologio, avendo un battito di durata più lungo, avrebbe segnato le ore non già di 17 anni, ma soltanto di 14 anni e mezzo. Cioè, essi sarebbero invecchiati di due anni e mezzo in meno degli uomini rimasti sulla Terra: cioè, sarebbero « ringiovaniti » di due anni e mezzo.

Magari così fosse!, viene fatto di esclamare. Basterebbe viaggiare sempre e a velocità sempre crescente, per non... morire mai! E' però facile rilevare subito che non di « ringiovanimento », se mai, si tratterebbe, ma di ritardato invecchiamento; nè, d'altra parte, si sa se la « durata più lenta » dell'istante temporale dei fortunati viaggiatori non comporterebbe in 14 anni e mezzo un logorio dei loro organismi uguale a quello realizzatosi per i « terrestri » in 17 anni. Il deterioramento dell'organismo non è, come chiunque capisce, in funzione del mero scorrere del tempo, bensì degli avvenimenti o « accadimenti », o relazioni tra « accadimenti », che si collocano in un dato lasso di tempo. Una grave malattia, ad es., che colpisse un viaggiatore durante il suo viaggio, potrebbe portarlo ad un deterioramento, e quindi ad un invecchiamento, assai maggiore di quello di un « terrestre » non ammalatosi. Non è il tempo che conta nell'invecchiare: conta quello che accade interiormente ad esso!

Ma il colpo di grazia alla ipotesi è dato dalla riflessione seguente: i viaggiatori interplanetari non hanno vissuta *realmente* la durata di 14 anni e mezzo, ma così è apparso ai « terrestri »; a loro volta ai viaggiatori è apparso che i terrestri abbiano vissuta *realmente* la durata di 14 anni e mezzo, mentre essi avrebbero vissuta la durata di 17 anni. Chi avrebbe vissuto *realmente* 14 anni e mezzo? Nessuno.

Or mi piace qui riportare, a conferma di quanto dico, un bellissimo e calzante articolo del matematico Francesco Severi (questo, sì, un grande matematico, dotato quindi di alta mentalità matematica e nel contempo di alto senso critico), pubblicato nel *Tempo* del 2-9-1959, che mette al bando queste stravaganze che « screditano la scienza per le persone di senno », e sottolinea il carattere di « mere apparenze » proprio delle cosiddette contrazioni spaziali e dilatazioni temporali.

*« Il Tempo riproduce con quel leggero increspamento di scetticismo, che spesso salva gl'Italiani da peccati contro il buon senso, un passo della Rivista medica londinese Lancet sulle veloci navi siderali, che offrirebbero un mezzo per non invecchiare. »*

*E' questa un'antica estrapolazione della teoria di Einstein, che torna di quando in quando alla ribalta, screditando la scienza per le persone di senno. Così, tuttavia, fantasticava romanticamente Wells nella sua macchina del tempo, con ingegnose trasformazioni d'idee che, miracolosamente, per divino intuito del poeta, precedevano di circa un decennio la relatività.*

*La dilatazione dei tempi, il ritardo degli orologi, le contrazioni delle lunghezze sono fruste, fantasiose diavolerie, che nascono da equivoci o da contraffazioni della relatività. Apparenze, niente altro che apparenze. E tale loro carattere è accentuato dal fatto ch'esse si manifestano allo stesso modo, e nella stessa misura, a due osservatori in reciproco moto. Per esempio, a ciascuno dei due l'unità di misura dell'uno apparisce accorciata all'altro nello stesso rapporto (parrebbe cosa assurda; eppure si dimostra con un piccolo calcolo). La reciprocità delle impressioni di moto di due osservatori isolati nello spazio è tale che nessuno dei due ha più diritto dell'altro di dire che è lui che sta fermo e che è l'altro che si muove.*

Noi abbiamo l'illusione della quiete e del moto, perchè la colleghiamo a impressioni individuali dei sensi (sforzi muscolari, giuochi di luci ed ombre, cangiamenti panoramici, eccetera). « Sto fermo » è una frase che ha mero valore antropomorfo, null'altro. Il fatto è che noi non possiamo possedere in concreto nulla, al di là delle nostre misure; perciò più che della relatività del tempo o dello spazio, dovremmo parlare di relatività delle misure spazio-temporali.

S. Agostino diceva che le sue idee sul tempo erano chiarissime, finchè qualcuno non gli domandava che cosa è il tempo. In verità esso è la sola entità dell'Universo avente carattere puramente spirituale, senza alcun appiglio materiale, fuori di noi.

Il tempo cioè vive in noi e soltanto in noi, e le sue prime radici sono i rapporti tra il decorrere dei pensieri e le sensazioni. Esso esiste soltanto nelle memorie del passato e nelle speranze o aspettative dell'avvenire, non nel presente, che è l'istante che si consuma, realizzando il futuro mentre sfuma nel passato.

Ecco in proposito un incisivo pensiero di Leonardo: « *Infra le cose, l'essere del nulla tiene il principato; e 'l suo ofizio s'estende infra le cose che non hanno l'essere, e la sua essenza risiede apresso del tempo infra 'l preterito e 'l futuro e nulla possiede del presente* ».

Non bisogna invero confondere il tempo con la sua durata, la sola qualità che ci permette di porre a raffronto il nostro tempo psicologico con quello degli altri e col moto dei corpi.

Come si può dunque assennatamente pensare che il moto di una astronave possa influire sul più lento o più rapido decorso della vita, che è indipendente dall'orologio più o meno perfetto che l'astronauta possa recare seco e di cui potrà avvertire la differenza coll'orologio di altro astronauta, soltanto quando i due s'incontreranno con identici strumenti di misura nello stesso istante e nella stessa sede spaziale?

Aggiungasi che nulla di assoluto esiste nella marcia di un orologio, il quale è soltanto un istrumento dotato di moto uniforme rispetto ad un moto fondamentale, uniforme per nostra definizione. La marcia dell'orologio, che può esser considerata regolare, è soltanto quella che si concilia con tutte le nostre conoscenze e che non provoca alcuna contraddizione nelle espressioni delle leggi inquadranti in ogni stadio delle conoscenze la fenomenologia fisica (ciò è discusso e dimostrato, per esempio, in un mio lavoro del 1956 delle *Commentationes della Pontificia Accademia delle Scienze*).

La vita umana in tutto ciò che ha di spirituale, ivi compresa la durata temporale, si svolge nell'eternità, dominata e regolata dalle leggi della creazione, non modificabili con mezzi umani ».

Univ. Catania.

CARMELO OTTAVIANO

Capitolo dal titolo "Come integrare la dottrina relativistica di Einstein", scritto dal Prof. Carmelo Ottaviano e contenuto nella rivista "Sophia", anno XXXIV - n. 3-4 - luglio/dicembre 1966, edizioni Cedam di Padova

## COME INTEGRARE LA DOTTRINA RELATIVISTICA DI EINSTEIN

Le riflessioni che seguono mi sono state suggerite dalla lettura di due libretti, pubblicati rispettivamente nel 1963 e nel 1964, sulla dottrina della Relatività di Alberto Einstein, il primo di LEOPOLD INFELD dal titolo « *Albert Einstein, L'uomo e lo scienziato. La teoria della Relatività e la sua influenza sul mondo contemporaneo* » (Einaudi, Torino 1963, 4<sup>a</sup> ed., pp. 151, trad. a cura di ORAZIO NICOTRA dal testo originale americano, Ed. Charles Scribner's Sons, New York); il secondo di UMBERTO FORRI dal titolo « *Einstein, Il pensiero, Concetti fondamentali ed evoluzione storica* » (Nuova Accademia Editrice, Milano 1964 (1), pp. 207).

Quanto verrò esponendo non risponde tanto allo scopo di dimostrare l'assoluta insostenibilità delle argomentazioni con cui Einstein vuole comprovare la sua teoria nei suoi vari aspetti — assunto che ho già assolto in studi precedenti —, quanto, nel riprendere e ribadire queste considerazioni, di mostrare in qual modo si possa giungere ad alcuni risultati terminali accettabili delle sue teorie — quali la relatività delle dimensioni spaziali e delle durate temporali alla massa o, come io amo dire nel mio linguaggio, alla « quantità di essere » degli enti — per vie e per argomentazioni valide, e non vane e apparenti come le sue.

La dottrina di Einstein, infatti, non è una dottrina né fisica, né matematica (egli era un matematico certamente non eccelso, e teneva accanto a sé dei tecnici, i quali gli traducevano in termini di calcolo le espressioni fisiche che a mano a mano egli ideava). E' invece una dottrina filosofica (2), ed è precisamente un'applicazione dell'empirio-cri-

---

(1) Il libro figura edito nel 1964 a p. 208, nel 1961 (certo per errore) a p. 8.

(2) A quanto ci testimonia L. INFELD, suo collaboratore e intimo amico per lunghi anni, EINSTEIN si considerava egli stesso un filosofo e non un fisico. Ved. a pag. 134 dell'opera di INFELD questa esplicita dichiarazione: « *Einstein non è considerato soltanto un grande fisico, ma anche un grande filosofo. Egli stesso si considerava un filosofo. Spesso mi diceva: 'Io sono più un filosofo che un fisico'* ».

Sulla sua scarsa vocazione come matematico è esplicito ancora l'INFELD, p. 77: « *Questa parte della struttura, la parte matematica, richiese il massimo tempo e il massimo sforzo negli studi di Einstein. Einstein non si è mai considerato un matematico. Egli si considera giustamente un filosofo, perchè i problemi fisici che egli ha affrontato sono in stretta relazione con i problemi*

ticismo del suo vero ispiratore e maestro Ernesto Mach ai problemi della fisica, quale si presentava ai suoi tempi, cioè nel chiudersi del sec. XIX e al primo aprirsi del sec. XX, che è quanto dire nel chiudersi della fisica del macrocosmo e nell'iniziarsi della fisica del microcosmo.

Ora l'empirio-criticismo di Mach è una banalità in filosofia, in quanto è un'espressione di relativismo sensoriale che, confondendo e scambiando l'apparenza con la realtà, conduce ad espressioni che interiormente si contraddicono e per ciò stesso sono inaccettabili. Einstein, che non ha avuta alcuna formazione filosofica, e quindi non ha avuto alcun sentore di quello che in filosofia si chiama « il rasoio o coltello della critica », ha applicato pari pari, e senza esitazione alcuna, il relativismo sensoriale di Mach ai problemi della fisica e ne ha ricavato con grande coraggio delle conseguenze straordinarie, che hanno messo in subbuglio e qua e là addirittura capovolta la struttura stessa della fisica classica.

Se posso fare un paragone storico, Einstein appare alla mia mente come un'espressione in termini moderni della mentalità e della metodologia scientifica dei filosofi Presocratici, e tra essi di quelli in cui la forma mentale del « filosofo naturale » o « fisiologo » (per usare la terminologia di Aristotele) prevaleva sulla forma mentale del filosofo speculativo, ad es. di un Melisso, di un Leucippo, di un Democrito, di un Empedocle, di un Anassagora (per tacere degli Ionici, e in particolare di Anassimandro e Anassimene), piuttosto che di un Eraclito, di un Parmenide, di uno Zenone Eleate, che sono soprattutto dei filosofi puri.

---

*filosofici che hanno occupato la mente dei pensatori in tutta la storia della nostra civiltà. Ma questi problemi, come quelli del tempo, dello spazio, della geometria, vennero trasportati da Einstein dal campo della speculazione nel campo della fisica, nel campo della scienza e del ragionamento rigoroso, il cui strumento è la matematica. Einstein apprese la matematica quando ne ebbe bisogno e per gli scopi a cui gli serviva. L'apprese? Sarebbe meglio dire che egli la reinventò, preferendo sempre pensare con la sua testa anziché leggere nei libri. Nel caso della teoria della relatività generale, l'apparato matematico di cui ebbe bisogno in un primo tempo era ancora immaturo, quasi nella sua infanzia. In seguito esso si sviluppò rapidamente per i bisogni sempre maggiori della teoria della relatività generale.*

E' ben nota l'arbitrarietà convenzionale dei postulati di partenza della matematica: una teoria matematica inventata « dalla propria testa », e non dai libri, al fine di soddisfare i bisogni di una teoria più filosofica che fisica, ha tutto l'aspetto di un artificio, in ogni caso di qualcosa di meramente astratto. Costruzioni matematiche è possibile farne quante se ne vogliono: come sa chi se ne intende, basta sostituire volta a volta i postulati di partenza; la deduzione rigorosa da essi, che tanto impressiona i profani, è cosa assai agevole. In definitiva, si tratta di circoli viziosi. Il punto importante è che i postulati stessi siano rispondenti ai dati dell'esperienza: si esce allora dal circolo vizioso. Ma se i dati dell'esperienza sono costituiti da « teorie più filosofiche che fisiche », cioè più astratte o fantastiche o a priori che concrete verificabili e a posteriori, si naviga nell'astratto delle nubi, un po' come il Socrate posto nel cestello da Aristofane.

Come quegli antichi filosofi applicavano ai problemi della speculazione le loro intuizioni meramente fisiche ricavate dall'apparenza del macrocosmo, così Einstein ha costruito l'intero suo sistema scambiando con grande ardore l'apparenza sensibile con la realtà oggettiva: nessuna meraviglia che i risultati ottenuti siano stati davvero originali, e abbiano insegnato ai fisici una virtù che prima non possedevano, l'audacia speculativa, ossia l'audacia del « tutto osare ». E come accade a quei tiratori che, sparando a caso molti colpi, imbroccano talora il bersaglio, le innovazioni einsteiniane hanno messo l'accento su considerazioni che sono idonee a rendere dei servizi, anche se per giustificazioni e motivazioni del tutto diverse da quelle da lui addotte.

Per aggiunta alla derrata, le nuove espressioni sperimentali della fisica sub-atomica manifestandosi in contrasto almeno iniziale con le leggi fisiche tradizionalmente accettate, come la conservazione dell'energia, l'invariabilità della massa dei corpi ecc., hanno offerto il destro a molti cultori della fisica di introdurre i nuovi risultati sperimentali come conseguenze, e quindi prove, della dottrina einsteiniana, prendendo così — come suol dirsi — due piccioni con una fava: presentare la dottrina relativistica come comprovata dai più aggiornati risultati sperimentali, e nel contempo salvare adattandole « relativisticamente » le leggi fondamentali della fisica classica or elencate (ed altre con esse), a cui la loro mentalità di materialisti, ossia di filosofi un po' improvvisati sostenitori dell'autosufficienza meccanicistica del mondo fisico, mal saprebbe rinunciare.

Ciò premesso, il presente studio si propone di raggiungere un duplice scopo:

1) ribadire possibilmente con le parole stesse dei sostenitori delle dottrine einsteiniane, cioè in particolare dei due autori sopra citati, la contraddittorietà delle dottrine di Einstein (si badi: dico *la contraddittorietà*, non la ripugnanza al senso comune, o a questa o quella dottrina o esigenza filosofica);

2) mostrare come le più cospicue espressioni della fisica più aggiornata non solo non si inquadrano nella teoria relativistica, ma si spiegano agevolmente su altre basi, cioè sulla piattaforma di altre dottrine o visioni del mondo.

\* \* \*

E' bene qui inserire una parentesi, onde sgombrare il terreno dai soliti equivoci, quali sogliono nascere quando mentalità eterogenee, come quelle dei filosofi, dei fisici, dei matematici ecc., vengono a incontrarsi.

Data l'auto-professione di filosofo messa in bocca ad Einstein, e rispondente in realtà al procedimento metodologico da lui seguito, sono

\* \* \*

Passando ora nella sede strettamente fisica all'esame critico delle dottrine relativistiche, è bene premettere una importante considerazione.

Sia l'INFELD che il FORTI hanno rinunciato del tutto ad una esposizione matematica della dottrina relativistica, mirando invece ad esporre il pensiero di Einstein (4). E ben a ragione. Le formule matematiche non sono che espressioni di un particolare linguaggio abbreviato, le quali descrivono dei rapporti tra grandezze misurabili: questi rapporti si esprimono in termini di pensiero, in quanto sono pensieri della mente dell'uomo. Il loro vero contenuto non è quindi matematico: è la forma esteriore che è matematica, allo stesso modo come il pensiero di un libro scritto in inglese è sempre lo stesso quando il libro è fedelmente tradotto in francese o in italiano, mentre la sola forma o espressione esteriore è cambiata. La veste matematica è quindi utile in quanto presenta misure tendenti all'esattezza, ed è per ciò stesso vantaggiosa nel momento espositivo o formulativo di una teoria, ma è superflua nella sede critica, cioè nel momento valutativo, e volerla sbandierare a tutti i costi come frutto di genialità ecc. (i matematici e i fisici sono di solito un po' troppo iperbolici, quando lodano sè stessi) è un poco come voler dare fumo negli occhi.

Or quali sono le considerazioni critiche, che a mio giudizio vietano di ammettere la validità delle teorie relativistiche?

Sono quattro, e cioè:

1) Una confusione tra apparenza e realtà, che Einstein derivò — come ho detto — dall'insegnamento di Mach e che, se dovesse essere generalizzata come criterio dell'umano conoscere, porterebbe a conseguenze nettamente contrastanti con i dati dell'esperienza oltre che viziate logicamente (la conclusione supera nettamente la portata delle premesse).

---

(4) Il FORTI si propone esplicitamente di « evitare il calcolo matematico », p. 9, di « approfondire i concetti e lo sviluppo storico delle idee », *ibid.*, e di « sintetizzare i significati filosofici generali » della teoria, p. 10. L'INFELD dichiara di volersi attenere allo stesso procedimento seguito da EINSTEIN nello scrivere la sintesi del 1916 intitolata « Relatività: la teoria speciale e generale », cfr. p. 13: « Nel 1916, quando la teoria della relatività era nota principalmente ai fisici e ai matematici tedeschi, ma pressochè sconosciuta al gran pubblico, Einstein scrisse un libriccino, privo di carattere tecnico, sulla teoria della relatività speciale e generale. Ecco alcuni brani della sua prefazione: quasi le stesse cose che vorrei scrivere come introduzione a questo libro: — Il libro è scritto per coloro... che si interessano... al punto di vista filosofico generale e non hanno conoscenza del formalismo matematico...; esso presume una grande pazienza e forza di volontà da parte del lettore. L'autore si è molto preoccupato di esporre la idee in maniera chiara e semplice — ».

Einstein afferma infatti, come sarà precisato più ampiamente, 1) che un segmento collegato a un sistema in moto appare contratto ad un osservatore collegato a un sistema in quiete, e quindi si è *realmente contratto* a causa del moto, crescendo per giunta tale contrazione con il crescere della velocità del sistema; 2) e che il battito di un orologio collegato a un sistema in moto appare a un osservatore collegato a un sistema in quiete dilatato, e quindi si è *realmente dilatato* a causa del moto e in proporzione diretta alla velocità del sistema. Or è facile osservare che apparire non è essere, e che dall'apparire non deriva l'essere. A meno di introdurre una armonia prestabilita tra l'apparire e l'essere, e postulare quindi una variazione reale *priva di causa*. Che è quello che comunemente chiamasi « miracolo ». Ed io non credo che la fisica moderna, sorta all'insegna dell'autosufficienza dell'universo, voglia proprio finire i suoi giorni come « fisica miracolistica ».

2) *Una assolutizzazione della nozione di movimento*. E' a tutti noto che, non avendo senso alcuno parlare dell'esistenza nell'universo di un punto fisso di riferimento, non ha senso parlare di un movimento assoluto o reale di un corpo: è questa la conquista essenziale della fisica moderna rispetto alla fisica aristotelico-tolemaica. Si può quindi parlare di movimento soltanto come « variazione della distanza reciproca tra due corpi, il corpo A e il corpo B ». Di conseguenza il movimento è *irreale* e, tolto il riferimento al corpo B, non ha senso alcuno parlare del movimento di A, e viceversa. Ciò posto, non ha alcun significato reale parlare di velocità maggiore di un corpo rispetto alla velocità di un altro corpo. Come l'essere il padre « più grande in età » del figlio è un rapporto relativo soltanto al padre e al figlio e in sé privo di senso, così non ha significato alcuno parlare di una velocità *in sé* maggiore o minore, essendo questa la variazione di una entità irreale, e quindi essendo una variazione irreale (che cosa significa « più grande » in sé, quando si tolgano il padre e il figlio?). Di conseguenza, è assurdo pensare che tra la velocità di un corpo e la variazione delle dimensioni spaziali e delle durate temporali possa darsi un qualsiasi rapporto. Se, viceversa, la variazione della velocità dovesse ritenersi come la causa delle variazioni delle dimensioni e delle durate, essa sarebbe la causa reale di effetti reali, e quindi il movimento ritornerebbe ad essere un valore assoluto, come nella fisica aristotelico-tolemaica.

3) *Una assolutizzazione della nozione di spazio*, quale è supposta da Einstein nella Relatività generale, là dove egli ammette apertamente l'esistenza di uno « spazio in sé » prescindendo dai corpi, spazio dotato di sue proprietà capaci di fornire una spiegazione dei fenomeni gravitazionali. Che cosa mai possa essere uno spazio in sé, non si comprende: è finito o infinito? è divisibile in parti divisibili o in parti indivisibili? Ci sono argomenti di uguale forza per ammettere che è l'una cosa e l'altra a un tempo, cioè per farne un *quid* impensabile con il solo attribuirgli attributi contraddittori. E', insomma, il vecchio, l'antico « re-

cipiente dei corpi», che Einstein richiama in vita dall'abisso dei secoli, così come ha richiamato in vita il movimento in sè e la velocità in sè.

4) *Una assolutizzazione della nozione di tempo* attraverso la nozione di cronotopo, da lui accettata da Minkowski, per cui il tempo è pensato come una dimensione, alla stessa guisa delle tre dimensioni dello spazio (la « quarta dimensione »), mentre è ovvio che esso non può essere in alcun modo una dimensione, poichè nulla può collocarsi in esso, alla stessa guisa di come noi collochiamo e includiamo un punto nella linea, una linea nella superficie, una superficie nel volume. Il tempo può essere una coordinata, giammai una dimensione: ossia esso può servire soltanto a descrivere la « storia di un fenomeno », la successione degli istanti della sua vita. Se esso dovesse essere, come la teoria del cronotopo pretende, una dimensione dello spazio, parteciperebbe dell'assolutezza dello spazio, di cui al punto precedente, e si potrebbe a buon diritto parlare di un tempo assoluto, richiamando ancora da morte a vita un'entità propria della fisica aristotelico-tolemaica.

\* \* \*

Seguiamo ora con simpatia, ma armati del vigile controllo dell'analisi critica, l'elenco delle ragioni addotte dagli espositori a dimostrazione delle dottrine di Einstein, cercando di vedere « il fascino dei grandi orizzonti cosmologici, a cui si volgono tanto Einstein, quanto i grandi che lo precedettero e che lo continuarono », come si esprime il FORTI (5).

Ecco con quali argomentazioni il FORTI affronta il fondamento stesso della dottrina relativistica einsteiniana, la contrazione delle lunghezze e l'allungamento delle durate temporali, pp. 17-18:

« Come Einstein ha pienamente provato, tanto la relatività della lunghezza come quella della durata temporale non sono semplicemente di tipo psicologico, come quelle che noi sperimentiamo dinanzi a un semaforo rosso quando abbiamo paura di perdere il treno, ma appartengono alla reale natura delle cose; fanno parte cioè della fisica, non della psicologia: del mondo oggettivo, e non già del temperamento calmo o frettoloso, annoiato o divertito, dell'osservatore.

Se due astronauti, A e B, si muovono nello spazio con moto uniforme e rettilineo, l'uno rispetto all'altro, gli oggetti di B — se osservati da A — appaiono più corti. Ma la proposizione è perfettamente invertibile: gli oggetti di A, se osservati da B, appaiono anch'essi raccorciati. Lo stesso si dica del ritmo del tempo: quello di B osservato da A appare più lento; e viceversa (vedi la prova nel Cap. III).

Ma, così stando le cose, possiamo dire veramente « appare », o dobbiamo invece dire « è? » Prendiamo un esempio semplice: noi misuriamo una vettura ferroviaria ferma sul binario, notiamo che essa è lunga, diciamo, venti metri.

---

(5) U. FORTI, p. 10.

Ma se la stessa vettura passa davanti a noi correndo rapidamente, la sua lunghezza — misurata con tutta precisione — risulta alquanto minore. Gli orologi che battono il tempo sulla vettura, se confrontati con il nostro, appaiono alquanto rallentati, ma non certo per un qualche difetto del loro meccanismo, prodotto dal movimento del treno: lo prova il fatto, ancora più stupefacente, che un viaggiatore che svolgesse, dal treno, le nostre stesse misurazioni, giungerebbe a risultati opposti ai nostri: egli cioè troverebbe che le distanze sul terreno sono più brevi (di quanto non risultino a noi che siamo a terra) e che i nostri orologi sono più lenti ».

Questo argomento è — come ho già osservato — assai poco convincente. Se l'apparire di una cosa a un osservatore fosse segno indubitato del suo essere tale, allora il bastone, che appare spezzato quando è immerso nell'acqua, e, tolto dall'acqua, appare intero e dritto, sarebbe a un tempo spezzato e intero o dritto, il che è contrario all'esperienza (dire che esso si spezzi entrando nell'acqua e si raddrizzi uscendone, è ridicolo). Se io mi pongo sulla spiaggia del mare con una gamba immersa nell'acqua sino a metà ginocchio, la mia tibia appare spezzata: ma la tolgo dall'acqua, e appare subito integra o dritta. Che cosa debbo dire della mia gamba? L'immersione nell'acqua ne ha causato veramente la rottura? Ma se io inciampo su uno scoglio e la gamba mi si spezza, allo stesso modo secondo cui mi appare spezzata nell'acqua, io sento un atroce dolore, che non sento affatto quando immergo la gamba nell'acqua! E questa è la prova palmare che altra cosa è l'apparenza, altra cosa è la realtà, come tutti sanno, ad eccezione di Einstein e dei suoi troppo entusiasti seguaci, a quanto pare.

Al macchinista che, affetto da daltonismo, il rosso appare verde, ragion per cui egli, ingannato, conduce il treno a scontrarsi con un altro treno, assai poco gioverà per discolarsi il dire che il disco gli apparve verde, e quindi era verde! E così, per addurre i due famosi esempi cari a Cartesio, la torre quadrata che da lontano appare rotonda, il sole grandissimo che ai nostri occhi appare assai piccolo, sono veramente rotonda quella e assai piccolo questo? O sono a un tempo rotonda e quadrata quella, e grandissimo e assai piccolo questo?

Nè è di alcun vantaggio alla logicità del ragionamento il dire che le variazioni dell'apparenza di A appaiono a B le stesse di come quelle di B appaiono ad A. Che cosa significa ciò? Apparenza è questa e apparenza è quella. Non perchè un osservatore posto nell'acqua vede gli oggetti posti fuori dell'acqua spezzati e distorti, ciò significa che essi siano veramente tali. Se ciò che appare a me fosse causa di ciò che è fuori di me, cioè causa di un accadere fuori di me, si darebbe un accadere fisico privo di causa fisica, in quanto nascente da un accadere psicologico: cioè, si avrebbe un miracolo, come ho detto sopra. E un miracolo parimenti si avrebbe se si supponesse, alla Leibniz, un'armonia prestabilita, per cui a quanto accade nell'*ordo idearum*, o ordine appa-

rente, corrispondesse l'identico fenomeno nell'ordo rerum, o ordine reale (6).

Per ciò stesso io non riesco a capire come il FORTI possa parlare di un invariante identico per tutti gli osservatori che si trovino nelle stesse condizioni. Egli così si esprime, p. 21:

« Nella Teoria della Relatività Particolare (1905), come vedremo, accorciamenti degli intervalli spaziali, e allungamenti delle durate temporali per i vari osservatori, si compensano così esattamente da dar luogo ad un nuovo invariante (il cosiddetto « intervallo spazio-temporale ») identico per tutti gli osservatori che si trovano in condizioni di moto uniforme e rettilineo l'uno rispetto all'altro. Un determinato valore di tale intervallo può benissimo prendere il posto del metro e del secondo, e costituire così una vera unità di misura invariante (cioè assoluta) capace di illuminarci sul reale svolgimento dei fenomeni fisici assai più di quanto non potessero fare i « falsi assoluti » del metro e del secondo: i quali appunto, come vedremo, involgevano le indagini del fisico in contraddizioni inestricabili ».

Ma l'apparenza, essendo identica come tale data la parità di condizioni, costituisce un invariante apparente, ma non reale. Sarebbe come se tutti i macchinisti daltonici convenissero che il segnale che ognuno di essi fa all'altro con la sua lanterna appare a tutti verde. Naturale: era questo il dato di partenza e non si è andati al di là di esso. Ma se il segnale fosse, invece, rosso, a che cosa servirebbe l'invarianza del loro accordo? (7)

(6) Esponendo daccapo in sede di critica della nozione di contemporaneità la teoria della contrazione della lunghezza il FORTI si esprime così, p. 100: « Come giudica la situazione un osservatore posto nel centro O di CD? La luce proveniente dal lampeggiatore D gli giunge prima di quella proveniente da C (vedi paragrafo precedente); e perciò egli giudica che D ha toccato B, mentre C ancora non ha toccato A: dunque egli giudica il proprio decmetro CD più lungo del mio. In altre parole: un metro mio è più lungo di un metro per lui (suo); dunque un metro suo è meno di un metro per me; cioè ancora: io vedo un suo metro lungo, per me, meno di un metro; un corpo mi appare contratto nel senso del moto, allorchè si muove rispetto a me. Vedremo, in base ad una formula precisa, che questa contrazione relativistica è minima per velocità « piccole »: tale da sfuggire alla esperienza comune ».

Ma perchè il metro, che a me osservatore in moto « appare contratto nel senso del moto », rappresenta la reale lunghezza del metro, piuttosto che il metro non contratto, quale appare all'osservatore in quiete? Noi sappiamo che all'osservatore in quiete le lunghezze appaiono in maniera diversa, a seconda che siano in quiete rispetto a lui o in moto: non potendo ambedue queste apparenze opposte rappresentare la reale lunghezza del metro, una di essere deve essere fittizia o falsa; ed essendo il moto un valore relativo e quindi apparente, è logico che fittizia sia l'apparenza che nasce da esso. Ciò che segue dal ragionamento comparativo delle due apparenze è quindi, a rigor di logica, questo: che io, osservatore in moto, mi inganno e l'osservatore in quiete no, e che quindi io sono nell'obbligo di correggere il mio errore.

(7) Alle pp. 121-122 il FORTI ritorna sull'argomento dell'invarianza dell'intervallo, e lo espone con formule in cui entra la velocità della luce intesa come

Il FORRI adduce anche l'esempio degli antipodi come prova di apparenze che sono realtà, pp. 19-20:

« Studiosi profondi come Platone ed Aristotele non ebbero alcun dubbio che l'alto e il basso fossero « assoluti », e ancora nel sec. XV i dottori dell'Università di Salamanca opponevano ai progetti di Colombo la impossibilità degli antipodi: strani esseri costretti a vivere perpetuamente con i piedi in alto e la testa in basso; cosa, per loro, assolutamente inconcepibile...

Qual'è la vera situazione? Alto e basso esistono certamente, ma noi abbiamo appreso a porre il nostro pensiero e il nostro linguaggio al corrente con le successive osservazioni e riflessioni della scienza, cioè abbiamo relativizzato quei concetti. Prima si poteva pensare che il campo gravitazionale indicasse una direzione assoluta dello spazio, e perciò una frase come *la mia testa è al di sopra dei miei piedi* aveva un significato definito che non supposeva alcuna qualificazione. Ma ora questo significato può apparire confuso al punto che due osservatori dotati ugualmente di buon senso possono pervenire ad asserzioni contraddittorie: e questa è sempre, appunto, la conseguenza di ogni relativizzazione. « Ho la testa sulle spalle! », mi telefona convintissimo un antipode durante una discussione. « Ti illudi », gli rispondo indignato per tanta sicumera, « la tua testa è sotto i tuoi piedi ». Entrambi abbiamo ragione, ma dove si è andata a cacciare quella benedetta testa? La risposta è molto semplice: il mio antipode avrebbe dovuto dire (o almeno sottintendere): « La mia testa è al di sopra dei miei piedi, *relativamente al verso del campo gravitazionale locale* ».

Ma che la testa del mio antipode sia nel verso dei miei piedi non è apparenza, è realtà. Quello che fu corretto nel giudizio degli antichi era la qualifica di *impossibilità* che essi davano a questa realtà, perchè non avevano l'esatta nozione della sfericità della terra e della tendenza dei gravi al centro. Corretta questa attribuzione di impossibilità, non c'è qui alcuna apparenza che valga come realtà. C'è solo una realtà.

Rispondendo a questo proposito alla ben nota obiezione antirelativistica, che va sotto la denominazione di « paradosso dei due gemelli », o paradosso di Langevin, e che è stata addotta per dimostrare il valore

---

costante: questo, si sa, è il postulato che sta alla base della teoria di EINSTEIN. In tal modo la dimostrazione si risolve in un circolo vizioso, in quanto EINSTEIN si giustifica con EINSTEIN.

E' noto che EINSTEIN assunse il postulato delle costanza della velocità della luce per spiegare l'esito negativo dell'esperienza di MICHELSON e MORLEY: è questa una delle tante ipotesi che possono spiegare il fatto, ma ciò non prova che sia la vera. Essa è anzi la meno accettabile, perchè contrasta con il teorema della composizione delle velocità, che è attestato dall'esperienza, ad es. nell'effetto Doppler, che pur i relativisti ammettono, cfr. U. FORRI, pp. 190-191.

E ciò per non dire che, se pur è comprensibile che a una velocità supposta come insuperabile nessuna altra velocità possa sommarsi per una supposta impossibilità fisica, non è comprensibile l'asserzione opposta, che ad essa velocità insuperabile nessuna altra velocità possa sottrarsi (se una velocità maggiore è possibile, è possibile una velocità minore): la prima asserzione non è contraddittoria, ma la seconda lo è.

apparente e non reale della dilatazione degli intervalli temporali a causa del movimento, il FORTI si esprime in questo modo, pp. 107-108:

« Per tornare al problema di Langevin, e ai discorsi che si fanno molto spesso in proposito, immaginiamo due « viaggiatori » A e B che si allontanino velocissimamente l'uno dall'altro, di moto rettilineo ed uniforme: cioè se A si suppone fermo, B fugge di moto rettilineo ed uniforme, e viceversa. Si aggiunge: se dopo cinquant'anni (dell'orologio di A) si incontrassero ancora, A constaterrebbe, con comprensibile invidia, che B è invecchiato soltanto — poniamo — di cinque anni. E la rivelazione di questa moderna fontana di giovinezza fisico-matematica fa ancora colpo come quella delle favole e affascina l'immaginazione quanto, a suo tempo, l'elisir di lunga vita di Cagliostro, o di altri detentori dei segreti dell'universo.

In primo luogo, credo che l'incontro di due sistemi di riferimento che fuggono l'uno dall'altro sia piuttosto improbabile, e difficilmente concepibile. Poi mi sembra che in tutta la faccenda proprio lo stato di moto sia la cosa essenziale. Comunque, supponiamo pure che il buon Dio, sospendendo per un istante tutte le leggi della logica e della natura, ponga A e B a diretto confronto nel proprio salone di ricevimento: temo che A e B constaterebbero, forse con reciproca sorpresa, di essere ugualmente vecchi! »

Che cosa intende il FORTI? Che i sistemi sono in moto tutti e due e alla medesima velocità per giunta? In tal caso è vero secondo l'ipotesi che i due viaggiatori invecchiano in maniera uguale. Ma se sono l'uno in quiete e l'altro in moto, come suppone l'obiezione di Langevin, e se è vero che lo stato di moto causa la dilatazione degli intervalli temporali, è chiaro che, presentandosi davanti al buon Dio, il gemello che è stato in moto è più giovane del gemello che è stato in quiete.

Si tocca qui con mano l'assurdità da cui procede l'intera teoria di Einstein. Come si può affermare che un sistema è in quiete? E' impossibile. Non ha quindi senso il dire che all'osservatore di un sistema in quiete un regolo in moto appare contratto, e quindi è *realmente* contratto. L'intera teoria rovina, in quanto poggia sull'assunto equivoco di una quiete assoluta, e, si può aggiungere, di un moto assoluto. Da due apparenze, la quiete e il moto, non può derivare un effetto reale: la contrazione delle dimensioni spaziali e la dilatazione degli istanti temporali.

Il che del resto appare anche dalle conseguenze terminali della dottrina. Giustamente osserva il FORTI a p. 113:

« Se un sistema si allontanasse da noi con velocità pari a quella della luce, il tempo scorrerebbe in esso *infinitamente* lento, mentre le lunghezze — misurate nel senso del moto — diverrebbero addirittura nulle. In altre parole, gli abitanti di quel sistema sarebbero immortali ma, in compenso, sarebbero appiattiti a zero, ridotti a semplici ombre... »

Non occorrono lunghe spiegazioni per comprendere che, per conseguenza, la velocità della luce è una velocità limite, che può essere approssimata quanto si vuole, ma non mai raggiunta da una particella materiale ».

Se la velocità della luce non è raggiungibile da alcuna particella *materiale*, ciò vuol dire che la luce in sé stessa è *immateriale*! Ma credo che questa conclusione sia inaccettabile dagli scienziati moderni, di solito materialisti.

Viceversa, se una particella materiale raggiungesse la velocità della luce, le durate temporali non sarebbero « infinitamente lente », ma uguali a zero. Infatti non si potrebbe più dare una *successione di durate*, essendo l'intervallo tra l'una durata e l'altra o *finito* e quindi inferiore alla velocità della luce, contro il presupposto, o *infinitamente lento*, cioè tale da cominciare e non giungere mai alla sua fine (ciò che è « infinitamente lento » è ciò che non giunge mai alla sua fine nella sua totalità, e quindi in nessuna delle sue parti, essendo ogni parte della medesima natura, cioè « infinitamente lenta »), e quindi tale da essere indivisibile interiormente in parti o frazioni finite, chè si andrebbe sempre contro il presupposto, e quindi in definitiva tale da risultare di durata zero (una durata, che non consti di frazioni finite, è uguale a zero, perchè è la somma di altrettanti zero, numerosi quanto si voglia).

E' lo stesso caso della dicotomia zenoniana cosiddetta del moto « che non può iniziarsi mai », cioè del mobile che deve percorrere la distanza indicata nel segmento A-B, una volta che tale distanza si intenda come risultante di punti o parti di numero infinito. E' infatti ovvio che il mobile non può percorrere di un sol balzo tutta la distanza, perchè l'infinito non si supera con un balzo finito; occorre quindi che ne superi, prima, la metà; ma questa metà consta anch'essa di punti o parti di numero infinito, secondo il presupposto; quindi il mobile non percorrerà la più piccola distanza, constando questa sempre di punti o parti di numero infinito, cioè il suo moto non si inizia mai.

Una durata temporale « infinitamente lenta » è una durata che « non comincia mai a durare », cioè una non-durata, come un movimento in uno spazio divisibile in punti o parti infinite (come tutti i matematici asseriscono di qualsiasi spazio, ossia di qualsiasi segmento) è un movimento che non si inizia mai, e quindi è un non-movimento. L'aggettivo « infinitamente » distrugge ogni concetto seriale, di cui si predichi.

Passando all'illustrazione della nozione a ciò connessa di cronotopo il FORRÌ così si esprime, pp. 26-28:

« Il « continuo » spazio-temporale non è un « continuo » convenzionale, di comodo, come la *varietà* a quattro o a più dimensioni dello studioso di geofisica, o come il diagramma ferroviario. Esso è una delle più fondamentali realtà dell'universo fisico, al punto che esseri viventi, il cui sistema nervoso e sensoriale si fosse sviluppato come il nostro durante milioni di anni, ma in un mondo diverso in cui i movimenti meccanici avessero velocità dell'ordine di grandezza di quella della luce, certamente ne avrebbero una percezione diretta. La nostra sensibilità coglie invece solo le utili *ombre* che noi diciamo spazio e tempo, perchè i movimenti essenziali per la nostra esistenza (cioè i movimenti

meccanici) sono sempre estremamente lenti se confrontati con la velocità della luce. Così accade che quando un corpo si muove — relativamente ad un osservatore  $O$  — da  $P$  a  $P'$ , l'osservatore  $O$  può sempre tener conto del tempo *suo proprio*, e non del tempo (differente) proprio del corpo che si muove da  $P$  a  $P'$ . Una interconnessione fra lo spazio ( $PP'$ ) e il tempo non è necessaria, e perciò spazio e tempo appaiono come realtà separate all'osservatore  $O$ . Ma se la velocità del mobile che percorre il tragitto  $P P'$  fosse dell'ordine di grandezza di quella luce, l'osservatore non sarebbe più capace di coordinare i fenomeni, di orientarsi nella realtà fisica in cui si trova, mantenendo la propria visione di uno spazio e di un tempo separati. E questa non è un'ipotesi campata in aria, ma un caso che realmente si verifica, dai primi anni del nostro secolo, per quegli osservatori — senza dubbio eccezionali —, che sono gli studiosi dei movimenti di particelle atomiche, svolgentisi a velocità spesso molto prossime a quelle della luce, come è il caso appunto dei raggi catodici, costituiti da corpuscoli  $\beta$ : quelli stessi che colpendo la sostanza fluorescente di un apparecchio televisivo, producono le varie immagini. Per questi osservatori molti fenomeni apparivano del tutto inesplicabili, finchè non furono considerati alla luce dei nuovi concetti relativistici.

Nei moderni ciclotroni, o in altri analoghi apparecchi, si imprime oggi a fasci di elettroni (cioè appunto di corpuscoli  $\beta$ ) delle velocità assai prossime a quella della luce, e si osserva che questi elettroni si mantengono in fasci, o pannelli, assai coerenti anche per lunghe traiettorie, quando invece dovrebbe prevedersi un mutuo allontanamento dei singoli corpuscoli — carichi ciascuno di elettricità negativa — in seguito alla nota repulsione fra cariche omonime. Ciò accadrebbe infatti se il tempo universale e assoluto fosse una realtà, e coincidesse dunque naturalmente con il tempo *proprio* del fisico che osserva il fenomeno. Ma le cose stanno ben diversamente, perchè il tempo *proprio* degli elettroni in rapidissimo movimento non coincide con il tempo dell'osservatore, e scorre assai più lento, sicchè tutte le conclusioni della fisica classica sono sovvertite, e gli elettroni arrivano ancora in fascio coerente al termine della loro corsa, perchè non hanno avuto il tempo («proprio!») necessario per allontanarsi.

Appare chiara la (mi si permetta il termine) tendenziosità involontaria dell'esposizione. Il fatto che gli elettroni dell'esempio addotto, invece di allontanarsi l'uno dall'altro, si mantengano in fasci assai coerenti anche per lunghe traiettorie, può risalire a tante cause: basti pensare alla potenza dell'energia cinetica, da cui sono mossi, magari capace di superare per lungo tempo il valore dell'energia di repulsione tra cariche omonime. Indubbiamente anche nell'ipotesi del «tempo proprio» il fenomeno, almeno a prima vista, si spiegherebbe; ma si spiega anche nell'ipotesi addotta, e in molte altre che si potrebbero addurre. Presentare quindi il fenomeno in discussione come una prova dell'esistenza del cronotopo significa superare con la conclusione la portata delle premesse. — Tanto più poi che il tempo proprio dei fasci di elettroni in questione scorre più lento per la singolarissima, davvero risibile, ragione che così appare all'osservatore. E se non ci fosse l'osservatore, a cui il fenomeno appare, che cosa accadrebbe? Il tempo proprio non esisterebbe, e quindi il fenomeno non si verificherebbe. Come si spiega allora che esso si verificava durante le ère geologiche,

ciò nell'assenza totale di osservatori (come vedremo tra poco, l'osservazione è dello stesso FORTI)?

Non è straordinariamente e stranamente antropomorfo questo « porre tutti i fenomeni in funzione dell'uomo che li osserva », e dirli reali solo in quanto sono in funzione dell'osservatore? E non era proprio l'antropomorfismo il difetto capitale, che rende oggi risibile ai nostri occhi la fisica aristotelico-tolemaica? E' mai possibile, in definitiva, che uomini indubbiamente arguti come i seguaci di Einstein non si accorgano che il riferimento dei fenomeni all'osservatore, inteso come configurazione oggettiva dei fenomeni stessi, è la quintessenza di quell'antropomorfismo, che faceva dire a un Aristotele e a un Tolomeo che la terra è al centro dell'universo *perchè così appare all'osservatore*, e così via? Sotto questo aspetto la dottrina relativistica di Einstein non è che la caricatura dell'antropomorfismo greco-medioevale. Lo stesso FORTI, come il lettore ricorda dal passo sopra citato di pp. 13-15, ha sottolineato « l'irrilevanza cosmica dell'uomo ». Ma l'osservatore che cosa è se non un uomo? Diremo allora che gli uomini esistevano anche durante le ere geologiche?

Il FORTI così prosegue, pp. 28-30:

« Analogo effetto si riscontra in un atomo di idrogeno — o di altro elemento — che rallenta il proprio ritmo temporale (ogni atomo ha un ritmo esattissimo di vibrazione che appare dalla posizione delle righe del suo spettro), allorchè esso si trova in moto rapidissimo rispetto ad un osservatore. E questo fenomeno fu anzi la via di Damasco per il professor Ives — che lo studiò a fondo, assieme allo Stilwell — al quale, in partenza, le teorie di Einstein apparivano troppo complesse e paradossali.

Lo stesso si può ripetere per i mesoni, così detti perchè di massa intermedia fra quella minuscola dell'elettrone e quella più grande del protone. I mesoni derivano dal potente bombardamento dei raggi cosmici contro i nuclei atomici dell'alta atmosfera, e parte di essi si dirige verso la superficie terrestre con incredibile velocità. Essi si disintegrano spontaneamente formando mesoni più leggeri, ed infine anche elettroni e « neutroni ». La loro vita media *allo stato di quiete* risulta incredibilmente breve (si tratta di durate inferiori al milionesimo di secondo), come si è potuto vedere fermandoli in blocchi di metallo. Come fanno a percorrere distanze di dieci o più chilometri, che li separano da noi, senza prima disintegrarsi nello spazio di qualche centinaio di metri dell'alta atmosfera, come vorrebbe il calcolo basato sulla *durata* della loro esistenza? Un poeta direbbe che essi muoiono avvinti nella prigionia del metallo, e vivono invece nella libera gioia del volo, come l'uccello della foresta. Ma la realtà è che il *loro* tempo, il tempo dei mesoni in corsa vertiginosa, ha ritmo più lento rispetto a quello dell'osservatore; la loro vita risulta così più lunga, ed essi giungono in copia fino alle alte vette della terra, in evidente contraddizione con le leggi della meccanica classica. Sì, in qualche modo proprio come l'uccello della foresta, ma in questo caso ciò che prolunga la vita non è il tripudio di un piccolo vivente alato, bensì le leggi, rigide e imperscrutabili, del campo metrico tetradimensionale ».

Che l'atomo di idrogeno rallenti il proprio ritmo temporale quando si trova in moto rapidissimo rispetto ad un osservatore, è un manifesto

effetto senza causa: il suo moto, in quanto è relativo all'osservatore, non esiste in sè, perchè potrebbe essere l'osservatore a muoversi; il rallentamento del ritmo temporale non può quindi avere altro significato se non un rallentamento che « appare all'osservatore » e quindi un non-rallentamento. A sentire queste affermazioni pare in verità di sentir parlare uno Schelling o un Hegel, cioè degli idealisti assoluti, ossia la peggiore genia di filosofi antropomorfi, che sia mai esistita: ed è davvero strano che quei fisici, che più si mostrano altezzosi — come abbiamo veduto — nei riguardi della filosofia, parlino, mettendo sullo stesso piano apparenza e realtà, come parlerebbe il seguace della più astratta e aprioristica delle costruzioni filosofiche, l'Idealismo Assoluto! E quanto ai mesoni, essi giungono in copia sino alle alte vette della terra e attraversano l'alta atmosfera perchè incontrano una resistenza minore di quella che incontrano nel blocco di metallo. Fenomeni reali debbono avere cause reali, e non apparenti.

E' anche inaccettabile l'affermazione del FORTI che subito segue, secondo la quale « anche la massa di un corpo è relativa: essa cresce con la velocità », p. 30, sempre per lo stesso motivo: la velocità essendo un valore relativo all'osservatore e in sè privo di senso, l'accrescimento della massa con la velocità sarebbe un effetto senza causa.

Del resto, l'irrilevanza dell'esistenza dell'osservatore alle variazioni spazio-temporali è ammessa — come ho accennato — dallo stesso FORTI, quando, criticando la soluzione soggettivistica, di tipo agostiniano o kantiano, del problema del tempo, dice pp. 33-34: « Una soluzione soggettivistica, di tipo agostiniano o kantiano, non può essere al tutto persuasiva, giacchè la seconda legge della termodinamica operava certamente sul nostro pianeta quando esso era tutto fuoco e lava, privo di esseri viventi. Il tempo scorreva già in una direzione ». Non essendoci allora esseri viventi, non c'erano nemmeno osservatori: eppure il tempo scorreva già in una direzione, cioè era quello che era, con una durata sua propria, ossia con una « durata in sé », le cui eventuali variazioni erano quindi del tutto indipendenti da ogni e qualsiasi osservatore. Basta questa sola osservazione per distruggere tutta intera la dottrina di Einstein (8).

(8) Il FORTI muove a questo proposito numerose critiche a KANT, allo scopo di dimostrare che la dottrina kantiana dello spazio e del tempo come condizioni a priori della sensibilità urta contro la scoperta delle geometrie non-euclidee. Indubbiamente KANT non ebbe nemmeno il sospetto della possibilità di geometrie non-euclidee, ma esse non avrebbero fatto alcuna difficoltà al suo sistema. KANT volle dimostrare contro HUME che, se è vero che dall'esperienza oggettiva non si ricava alcunchè di universale, si danno però delle condizioni universali a priori, di origine cioè soggettiva, indispensabili alla pensabilità di qualsiasi oggetto, e in prima linea lo spazio e il tempo. Un colore, secondo il noto esempio, non è intuibile per KANT se non in questo o in quel punto dello spazio, e così un qualsiasi ente dell'esperienza sensibile esterna. Se questo spazio poi fosse euclideo o no, sarebbe stata questione secondaria nella sede gnoseologica! — Per ciò stesso non è esatto il dire che le intuizioni a priori furono

Passando alla nozione di spazio, il FORTI vuol dimostrare che « lo spazio stesso è una realtà fisica », addirittura « un pesante granito ».

Così egli si esprime, pp. 36-37:

« Onde elettromagnetiche, lanciate dalla stazione radio di Roma e di Milano, attraversano lo spazio e giungono fino a noi portandoci suoni e voci perfettamente definiti. L'aria non ha nulla a che vedere con ciò. Il fenomeno si verificherebbe ugualmente nel vuoto; solo lo spazio ne è responsabile. Che cos'è un'onda elettromagnetica? Essa è costituita da oscillazioni periodiche di forze elettriche e magnetiche interconnesse, forze identiche a quelle che fanno oscillare l'ago di una calamita, o che fanno aderire i minuzzoli di carta alla nostra penna stilografica strofinata contro la manica della giacca. In ogni punto dello spazio, fra la stazione ricevente e il nostro apparecchio, tali onde esistono, e seguono leggi precise, e conservano sempre quella finissima e precisa « modulazione » che permetterà loro di versare ai nostri orecchi la musica di Beethoven o le sentenze politico-sociali dell'ultimo governo in carica. Queste forze elettriche e magnetiche non stanno nello spazio, ma sono modificazioni dello spazio: dunque lo spazio stesso è una realtà fisica, un pesante granito. Dalla sua matrice sgorgano i suoni che colpiscono i nostri sensi, così come i nostri sensi sono colpiti dalla durezza della roccia (anch'essa: forze elettriche repulsive degli elettroni), o schiacciati dal suo peso (forze gravitazionali) ».

Ma se lo spazio fosse, come egli dice, « un pesante granito », come potremmo noi muoverci in esso, e come potrebbero muoversi in esso i corpi celesti? Tutto ciò è strano. Io non sono uno sperimentatore *ex professo* di fisica, e nemmeno un profeta, e quindi non saprei giudicare se le onde elettromagnetiche debbano intendersi come modificazioni dello spazio e non nello spazio, come appare più verosimile, e se di tutto ciò non possa darsi un giorno una spiegazione più coerente in base ad osservazioni sperimentali più approfondite. Ma mi pare di poter asserire con certezza che non mi potrei davvero muovere nello spazio, se questo fosse un granito, come non posso farmi una passeggiata penetrando nel fianco di una montagna. Questa è quindi una via del tutto da scartare, per la sua manifesta absurdità, la quale dimostra senz'altro l'assurdità della dottrina, o ipotesi, da cui essa deriva.

\* \* \*

Proseguendo il FORTI viene al cuore del problema, che soggiace a tutte queste considerazioni, trattando del principio classico di relatività

---

intese da KANT come effetto di una « illuminazione interiore, di tipo quasi mistico » (che è dottrina di S. AGOSTINO). Nulla di più estraneo al pensiero di KANT, che era un freddo razionalista puro, tutt'altro che un mistico! Mi dispiace di dover insistere su questo punto, volendo io essere una persona garbata: ma è uno spettacolo strano il sentire sulla bocca di questi cosiddetti « scienziati positivi » tanto disprezzo per la filosofia unito a tanta ignoranza della storia della filosofia, quale non si riscontra nemmeno in un pessimo candidato alla maturità liceale.

e affermando che questo principio è una conseguenza del principio di inerzia. Così egli si esprime alle pp. 53-54:

« Consideriamo il caso dell'osservatore che spicca un salto in alto. E' vero che la Terra gli corre sotto i piedi verso oriente, alla velocità di 330 metri al secondo; ma è anche vero che l'osservatore conserva per inerzia il moto proprio della superficie terrestre: egli non solo si muove dal basso verso l'alto e viceversa, ma nello stesso tempo si sposta verso oriente con la velocità della Terra, e perciò cade nello stesso punto. Si avrebbe qualche complicazione solo se il suo salto fosse troppo alto, appunto perchè il moto della superficie terrestre è circolare, non rettilineo.

Vediamo dunque che l'esperimento (cioè il salto) eseguito entro il sistema di corpi (la Terra con la sua atmosfera che ruota con lei) dà esito negativo, cioè non permette di stabilire se il sistema è fermo o se si muove: nell'uno e nell'altro caso i risultati sono identici e, come si vede dall'esame che abbiamo fatto, ciò dipende dal principio di inerzia. In altre parole, il principio classico di relatività è una conseguenza del principio di inerzia. Naturalmente le cose sarebbero assai diverse se l'esperienza non si svolgesse del tutto all'interno del sistema dei corpi in moto, e se intervenissero dei corpi o delle masse materiali che non sono in movimento. Ci si troverebbe in questo caso, ad esempio, se l'atmosfera presa nel suo insieme non seguisse il moto della Terra, o lo seguisse solo in parte: allora la forte spinta dell'aria basterebbe a rivelare il moto, come accade in un veicolo scoperto ».

Non è affatto vero che il principio classico di relatività sia una conseguenza del principio di inerzia: il principio di inerzia è stato escogitato anche per rendere ragione del principio classico di relatività, il quale può spiegarsi in altro modo.

Basti questa elementare riflessione: se è vero che il movimento di un corpo è relativo al riferimento ad un altro corpo, il movimento in sé non esiste, e quindi il corpo è fermo. Quando si penetri bene a fondo il concetto della relatività del movimento, nonché dello spazio e del tempo, — che sono le matrici del movimento, in quanto il movimento è un mero rapporto tra lo spazio e il tempo —, appare chiaro che il corpo A, che si muove rispetto al corpo B in quanto varia la sua distanza da B, tolto il riferimento a B, è fermo: è un corpo che si muove in assenza di altri corpi, cioè nel nulla, e nel nulla, come è ovvio, non essendoci nè alto nè basso, nè destra nè sinistra, nè avanti nè indietro, non è possibile alcun movimento, che può essere solo in queste tre direzioni, come l'esperienza comprova. Lo stesso si dica del corpo B: tolto il riferimento ad A, anche esso è fermo. Per questo motivo l'osservatore dell'esempio addotto, che spicca un salto in alto, non vede la Terra corrergli sotto i piedi verso oriente alla velocità di 330 metri al secondo. La terra è ferma, perchè nel nulla, cioè nell'assenza assoluta di corpi o punti di riferimento, non c'è movimento possibile, e quindi le nozioni di movimento spazio e tempo perdono ogni comprensibile significato. Il che appare anche da questa riflessione: se dei due corpi A e B noi supponessimo A in movimento,

oppure B, avremmo un movimento assoluto (9). Ed infatti l'inerzia, invocata da Galilei per spiegare il principio classico di relatività, fu da Newton riportata ad uno spazio assoluto, identificato con l'incomprensibile « sensorio di Dio », e ad un tempo assoluto (cfr. U. FORTI, p. 63), nozioni l'una e l'altra prive di senso. In altri termini: A si muove relativamente a B, o B relativamente ad A; ma è nel contempo vera questa proposizione, che relativamente a *qualsiasi* altro punto di riferimento A e B sono fermi. Quindi nessuno dei due si muove: sono *ambidue fermi*.

Si domanderà: che cosa c'è allora di reale nel moto relativo del corpo A che si allontana dal corpo B? Soltanto l'allontanamento reciproco, cioè l'aumento della distanza. Ossia (ed ecco il valore reale o fisico del movimento relativo): è lo spazio o intervallo che si è dilatato (o, se più piace, « gonfiato ») tra i due corpi, i quali *erano e restano immobili*, in modo che i fenomeni che si svolgono interiormente al sistema dell'uno o dell'altro corpo, e in relazione a qualsiasi altro punto di riferimento esterno, si svolgono in o tra sistemi assolutamente in quiete. Non c'è infatti un luogo verso il quale il corpo A o il corpo B possano muoversi, perchè nel nulla — come si è detto — non c'è nè alto nè basso ecc.

E come avviene la dilatazione dello spazio intermedio tra i due corpi? Ovviamente in base all'esplosione, ossia al consumo dell'energia di un corpo intermedio, come nella canna del fucile la dilatazione del gas dovuta alla combustione della polvere pirica crea un intervallo maggiore tra la palla e le pareti del fucile e obbliga di conseguenza la palla ad allontanarsi dal fucile. Interiormente al sistema « palla » e al sistema « fucile » nessuna variazione dei fenomeni si verifica, essendo ambidue fermi, e il movimento riguardando non essi, ma il loro rapporto reciproco. E' questa, che si può chiamare « teoria balistica del movimento », la sola spiegazione possibile del principio classico di relatività, senza che occorra postulare il principio di inerzia, che nella sua forma tradizionale suppone il moto assoluto.

Occorrerà di conseguenza modificare lo stesso principio di inerzia secondo la formulazione classica: i movimenti inerziali dei corpi non sono più da pensare come movimenti indefiniti uniformi e rettilinei (concezione « euclidea » del principio di inerzia): essendo dovuti agli effetti balistici, essi sono *soggetti alle modalità di questi*, e quindi sono finiti, uniformemente accelerati e successivamente uniformemente ritardati per l'estinguersi dell'impulso nato dall'esplosione. Sono poi curvilinei di

---

(9) Cfr. quanto dice il FORTI parlando dei due sistemi strada ferrata-treno in moto rettilineo e uniforme l'uno rispetto all'altro, p. 92: « Noi ignoriamo quale dei due si muove e quale è fermo. Per meglio dire — e questo è importante — è privo di senso pensare che uno *veramente* si muove, e l'altro *veramente* è fermo ». Di conseguenza, nessuno dei due *veramente* si muove; e poichè ciò che non si muove è fermo, nè c'è via di mezzo, sono l'uno e l'altro fermi.

curvatura crescente, dovendo interessare tutte e tre le dimensioni dello spazio, inseparabili perchè inconcepibili l'una separatamente dalle altre (ogni lunghezza ha necessariamente una larghezza, ogni superficie ha necessariamente uno spessore o volume, e quindi ogni movimento deve necessariamente interessare le tre dimensioni a un tempo). Per ciò stesso il moto ellittico del satellite intorno al pianeta si spiega senza supporre l'attrazione newtoniana, nata dall'erronea formulazione del principio di inerzia, contro la quale attrazione il FORTI avanza con efficaci espressioni tanti ragionevoli dubbi, così come li avanza contro lo stesso principio di inerzia (10).

(10) Cfr. U. FORTI, pp. 56-57:

« Quando ha parlato del principio di inerzia, Galileo si è, diciamo così, dimenticato di precisare il sistema di riferimento. « Uniforme e rettilineo rispetto a che cosa? », noi possiamo domandargli. E la domanda non è così oziosa come a prima vista potrebbe sembrare a chi — abituato a riferire tutti i moti alla superficie terrestre, come basta fare nell'uso quotidiano — pensa che « uniforme e rettilineo » abbia un senso perfettamente definito, rispetto a cui è superflua ogni spiegazione. Tutto ciò va benissimo nella vita comune, e in prima approssimazione, siamo d'accordo. Ma il principio di inerzia è un principio fondamentale della meccanica, un principio il cui significato è universale; regola il moto di una palla da biliardo, come quello di un pianeta o di una stella lontana da noi milioni di anni-luce. Nessuno penserà che i milioni di soli che brillano nella nebulosa di Andromeda, o gli altri miliardi che dimorano gli spazi in plaghe più remote del cielo, scelgono come proprio fisso riferimento inerziale la superficie terrestre, con i suoi moti capricciosi (di rotazione, di rivoluzione, ecc.). Questo sarebbe ridicolo, e certo Galileo non intendeva dire niente di simile. Egli sapeva che la Terra si muove, e che perciò non può servire come sistema di riferimento universale. Tuttavia — a differenza di quanto accade più tardi con Newton — le sue ricerche astronomiche non giunsero ad un punto tale da spingerlo ad una precisazione, e questo punto importantissimo rimase in sospenso. Dobbiamo ancora fare una osservazione che rende più urgente una risposta a quella domanda: « moto rettilineo e uniforme » è una frase priva di senso, se non viene precisato il sistema di riferimento. Decisamente la scienza è piuttosto arcigna verso i suoi pionieri, o addirittura verso gli dèi del proprio Olimpo!... E' importante capire chiaramente le ragioni della precedente censura. Una traiettoria, rettilinea o no, è sempre relativa al sistema di riferimento ».

E quanto alla teoria newtoniana dello spazio assoluto, pp. 62-64:

« Tale è la situazione, diciamo così, geografica, ed essa basta a farci sentire un vero disastro dal punto di vista cinematico. Infatti, sappiamo che il Sole si muove con la velocità di 21 km. al secondo relativamente all'insieme di un limitato gruppo di stelle, appartenenti alla galassia, e detto dagli astronomi « sistema locale ». Questo « sistema » inoltre corre, relativamente all'insieme della Via Lattea, con la velocità di oltre trecento chilometri al secondo; e la Via Lattea stessa è animata da un moto di rotazione attorno alla propria zona centrale (sembra che il Sole compirebbe un giro completo in duecentoventicinque milioni di anni). Infine il nostro universo se ne va alla deriva, probabilmente con enorme velocità, rispetto alle galassie esterne... Esclusi dai sistemi di riferimento ancorati alla Terra e al Sole (questi sistemi sarebbero evidentemente assurdi, come abbiamo chiarito, e non presenterebbero nulla di assoluto, nulla di privilegiato), rivolti i nostri occhi a questo universo di sistemi in moto relativo e caotico l'uno rispetto all'altro, la domanda fatta in principio

Tutto ciò potrà sembrare semplicistico (tanti grossi problemi risolti con una formuletta): ma giova ricordare che la verità è semplice, e che una teoria quanto più è semplice, tanto più è vicina alla verità (11).

ci si presenta ancora più enigmatica: rispetto a quale sistema di riferimento potremo dire uniformi e rettilinei i moti inerziali della dinamica galileo-newtoniana? Newton postulò uno spazio assoluto (e così anche un tempo assoluto) rispetto al quale risultano verificate le leggi della dinamica, e naturalmente anche il principio di inerzia; ma si guardò bene dal precisare empiricamente dove e quale fosse questo spazio. In realtà esso non resta che un'ipotesi metafisica (« sensorium Dei », lo diceva Newton), un puro dogma il cui compito è quello di conferire un significato ai principi della dinamica. Ovviamente, come ogni dogma, falliva il proprio compito: non faceva che imporre un divieto di pensare oltre. Per questo vi si oppose Leibniz — specie nelle celebri lettere a Clarke — sostenendo che lo spazio assoluto non esiste, che un moto rettilineo comunicato a tutti i corpi non avrebbe alcun senso (stupenda interpretazione positiva del principio di relatività di Galileo!), che il moto dei corpi non può avere altro significato che quello di un mutamento osservabile dei loro rapporti ».

E quanto all'esperimento di Foucault per la determinazione del moto della terra secondo la critica relativistica di Mach, pp. 67-69:

« Mach ha buon gioco nel provare che l'esperienza di Foucault — o altre del genere, come la deviazione orientale dei gravi cadenti, la deviazione degli Alisei, e così via — non possono dimostrare — a rigore — la rotazione del nostro pianeta.

Torniamo infatti a riflettere sui risultati, apparentemente positivi, dell'esperimento eseguito al polo. Le interpretazioni di questo risultato possono essere due, entrambe perfettamente equivalenti; una è quella data da Foucault (rotazione terrestre e immobilità della sfera delle stelle fisse). Ma nulla ci vieta di pensare, al contrario, che la Terra è ferma e che ruota invece la sfera delle stelle fisse. In tal caso, siccome il principio di inerzia nella forma completa, l'unica ragionevole, enunciata poco sopra stabilisce che l'inerzia stessa è valida proprio rispetto alle stelle fisse, il piano di oscillazione del pendolo dovrà seguire queste stelle con tutta naturalezza, appunto per inerzia: l'esperimento funziona perfettamente come la macchinetta di un telefono pubblico guasto; esso ci restituisce il gettone (cioè il principio di inerzia) che noi vi avevamo posto. Se vogliamo, o dobbiamo, ammettere il moto della Terra, siamo liberi di farlo, ma lo dobbiamo fare per altre ragioni, non sulla base della esperienza di Foucault, o di altre analoghe, che di per sé non provano nulla ».

(11) Si domanderà come si spieghi nell'ipotesi avanzata la caduta dei gravi. In modo molto semplice: il grave che si stacchi dalla Terra nella direzione del movimento di questa è da questa raggiunto (apparirà allora che esso cada sulla Terra, in realtà è raggiunto dalla Terra o investito dal lembo di questa); il grave che si stacchi dalla Terra nella direzione opposta al suo movimento è ricacciato sulla Terra dalla spinta derivata dall'esplosione iniziale. Indagini apposite, che ripetano e perfezionino i vecchi esperimenti di Galilei, mostreranno certamente che la caduta dei gravi non si verifica secondo un'unica formula o modalità, ma con modalità diverse secondo le diverse circostanze, cioè nelle diverse ore del giorno e della notte, ecc. E' pure evidente che le maree sono dovute esclusivamente alla forza centrifuga nascente dal modo di rotazione della Terra intorno al proprio asse.

Chi desideri maggiori particolari su queste ipotesi dedotte dalla interpretazione sopra avanzata in merito alla natura del moto relativo può consultare la mia *Metafisica dell'essere parziale*, Ed. Rondinella, Napoli 1954-55, vol. I, pp. 433-502.

Le leggi della balistica ci danno le leggi della meccanica celeste e della cinematica generale o meccanica razionale in generale; esse sono, per così dire, a portata di mano. E' vano andare a cercarle altrove, come è vano supporre attrazioni, azioni a distanza ecc. alla Newton (fisica « magica »).

E' così spiegato l'esito negativo dell'esperimento di Michelson e Morley: le frange di interferenza non compaiono perchè Terra e raggio di luce sono due sistemi in quiete, e il movimento del raggio riguarda esclusivamente il rapporto tra esso e la stella che lo ha emesso, come il movimento della Terra riguarda esclusivamente il rapporto tra la terra e il corpo celeste (il Sole), dal quale essa è nata (così si presume) per esplosione. Le contrazioni spaziali e le dilatazioni temporali di Einstein sono espedienti del tutto superflui.

\* \* \*

Non meno insostenibile della teoria del principio di inerzia in quanto collegato alle nozioni di spazio assoluto e tempo assoluto è la dottrina con cui Einstein, alla stregua di Mach, cerca di attribuire allo spazio in sé le proprietà che Newton attribuiva al « sensorio di Dio » (come chi dicesse, al « corpo di Dio », cioè a uno spazio corporeizzato!). Così si esprime U. FORZI, pp. 71-76:

« Tracciando uno scorcio storico illuminante, che va meditato parola per parola, Einstein dice: « L'accelerazione di Newton non può essere pensata o definita che come accelerazione in rapporto all'insieme spaziale. Alla realtà geometrica dell'idea di spazio viene così ad aggiungersi una nuova « funzione » dello spazio che determina l'inerzia; e quando Newton parlava di spazio assoluto, mirava verosimilmente a questo concetto reale dello spazio... D'altronde lo spazio era concepito come assoluto da un altro punto di vista: il suo effetto determinante l'inerzia era considerato come indipendente, cioè non subiva alcuna influenza di circostanze fisiche qualsiasi: esso agiva sulle masse, ma nulla inversamente agiva su lui ». In questa disimmetria di effetti, Einstein ha sempre trovato qualcosa di urtante per il pensiero. Ma dopo le ultime scoperte dell'elettromagnetismo, in particolare dopo le ricerche dell'olandese Enrico Antonio Lorentz (1853-1928), « se non si attribuisce all'etere alcuno stato particolare di moto, non vi è alcuna ragione di farlo figurare accanto allo spazio come un'entità di natura speciale. Ma questo modo di vedere era ancora lontano dal pensiero dei fisici... Soltanto il genio di Riemann, isolato e incompreso, pervenne, verso la metà del secolo scorso, alla concezione di una nuova idea di spazio che negava a quest'ultimo la sua fissità, e ne riconosceva possibile la partecipazione agli avvenimenti fisici ».

Ed Herman Weyl (1885-1955) — quest'altro grande geometra e relativista — chiarisce: « Riemann rifiuta l'opinione prevalsa fino al suo tempo, cioè che la struttura metrica dello spazio è fissa e intrinsecamente indipendente dai fenomeni fisici a cui servirebbe di sfondo, e che il contenuto reale prende possesso di questo spazio come il locatario di un appartamento d'affitto. Egli asserisce, al contrario, che lo spazio [del geometra] in se stesso non è che un molteplice tridimensionale privo di ogni forma; esso acquista però una forma

definita grazie all'intervento del contenuto materiale che lo riempie e determina la sua struttura metrica»: determina cioè quale particolare geometria — euclidea o non-euclidea, come vedremo nel Cap. V — appartenga ad esso.

Così lo spazio (oggi diremmo meglio lo spazio-tempo) non è più pensato come un « continuo » amorfo, quale potrebbe essere una molteplicità di suoni o di colori, ma piuttosto come un « continuo » metrico, come un *campo metrico*, cioè come un « continuo » a cui deve essere associato un tipo particolare di geometria (non-euclideo, come vedremo nel Cap. V), che potrà essere stabilito sperimentalmente. Quando si dice che lo spazio è un « campo metrico », l'espressione è scelta per analogia con quelle similari di « campo elettrico » o « campo magnetico » o « campo gravitazionale ». Perché vuol dire appunto che come ad esempio il campo magnetico terrestre agisce sugli aghi delle calamite (orientandoli), così lo spazio agisce sulle masse. Il fatto così comune — ma, se vogliamo, così meraviglioso — che un corpo tende a muoversi di moto rettilineo ed uniforme, testimonia una continua azione dello spazio sulla materia, azione dipendente dalla natura intrinseca dello spazio, dalle sue particolari caratteristiche, che fisica e geometria superiore debbono indagare.

Questa idea di una azione dello spazio sulla materia — come poco sopra ci ha detto Einstein — era probabilmente implicita nella concezione newtoniana dello spazio assoluto. Ma se esiste una azione della struttura spaziale (campo metrico) sui corpi liberi (onde il loro moto deve pensarsi come *guidato* da tale struttura, da tale concreta geometria), allora — insiste Einstein — deve anche esistere una azione reciproca dei corpi su tale struttura, e questo — come vedremo — è uno dei fondamenti essenziali della Relatività Generale. Anche per Mach, certe caratteristiche fondamentali che si riscontrano nello spazio — come l'inerzia e le forze centrifughe — sono un prodotto della materia disseminata nell'universo; e in questo senso il suo pensiero può essere avvicinato a quello di Riemann. Le stesse « generano », in certo senso, lo spazio nella sua concreta realtà. Annichilate le stelle, e la notte della più babelica confusione discenderà sul mondo: i pendoli non sapranno più come oscillare, i corpi liberi e i raggi di luce non sapranno più quale cammino scegliere; spariranno per incanto anche le fastidiose, ma, in fondo, familiari forze centrifughe che, mentre leggiamo la prosa del nostro « quotidiano indipendente » preferito, ci avvertono che l'autobus ha imboccato l'ultima curva della nostra fermata.

Tuttavia Mach — che non era, in particolare, un geometra — non ebbe l'idea dello spazio come « campo metrico ». Questa, come Einstein ci ha ricordato, appartiene a Riemann. Il grande discepolo di Gauss avanzò l'ipotesi che tale campo metrico fosse prodotto, appunto, dalla materia sparsa nell'universo, e — precorrendo i moderni — non suppose che ciò dovesse dipendere da qualche medium invisibile (etere) posto nello spazio stesso. Per caratterizzare il campo metrico, a lui bastava la geometria pura, estesa alle varietà non-euclidee.

Come una quieta e sensibile superficie d'acqua, la cui forma può mutare, ondulando ad un semplice tocco, così il misterioso campo geometrico in cui viviamo sarebbe diverso da quello che attualmente è, se la totale materia dell'universo venisse redistribuita in altro modo. Se ricordiamo (vedi Cap. I e IV) che una figura euclidea è differente dalla corrispondente non-euclidea (ad esempio, è diversa la somma degli angoli di un triangolo), ci è facile intendere che se il campo metrico fosse alterato in modo sostanziale con una redistribuzione di stelle, gli oggetti in mezzo ai quali si svolge la nostra esistenza ci apparirebbero stranamente deformati, proprio come accade quando viene curvata la superficie di uno specchio; e se il buon Dio mostrasse qualche incertezza, qualche pentimento circa la collocazione dei suoi colossi stellari, le cose danzerebbero una ridda continua, proprio come le immagini riflesse da una superficie d'acqua lievemente agitata, o come le luci vibranti che questa superficie riflette sul soffitto della nostra stanza, allorché è colpita dai raggi del sole. L'illustra geometra Weyl ci spiega che una palla di creta, comunque

deformata, potrebbe di nuovo tornare ad apparire sferica mediante un opportuno mutamento della distribuzione delle masse stellari.

Probabilmente sarebbe più comodo rimodellare la creta. Ma il suggerimento di Weyl ha un'indubbia utilità intellettuale per uno studioso di Einstein, giacchè — sviluppando i profondi concetti di Mach e di Riemann — suggerisce una «relatività della forma», accanto alla «relatività della massa inerte», già accennata dal fisico e filosofo austriaco ».

Ma che cosa è «l'insieme spaziale»? Uno spazio che esiste come un corpo in sè, prescindendo del tutto dall'esistenza dei corpi cosiddetti materiali?

Pare di sognare: è questo *un mostro di natura*, a meno di identificarsi con lo spazio in sè della fisica aristotelica, il che assumerebbe uno strano sapore di ironia. Addio, allora, invettive contro l'innocente Stagirita e contro quegli scombinati degli aristotelici! E questo spazio in sè è — per tacere d'altro — limitato o illimitato? Non è possibile affermare nè l'una alternativa, nè l'altra, mancando nel primo caso i punti fissi di riferimento, non avendo senso nel secondo caso un processo all'infinito. E allora?

Per aggiunta alla derrata, questo straordinario spazio in sè ha «una sua propria funzione», quella di determinare l'inerzia (Einstein), e quindi di agire sulle masse e di partecipare in tal modo agli avvenimenti fisici (Riemann), ed è addirittura «un continuo metrico», che agisce come «un campo metrico» avente una sua particolare geometria (12). Si può parlare «addirittura di una *continua* azione dello spazio sulla materia, azione dipendente dalla *natura intrinseca* dello spazio». Ogni commento guasterebbe: anche Aristotele parlava del basso in sè, dell'alto in sè, della sinistra in sè ecc. come parti *qualitativamente* diverse

---

(12) E' opportuno ricordare in sede storica che questa dottrina non è davvero originale, ma risale a PLATONE, il quale nel *Timeo* attribuiva allo spazio la proprietà di scindersi in triangoli di fogge diverse, capaci di fungere da stampi, in cui inquadrare la materia amorfa, onde dare origine agli elementi fondamentali dell'universo, l'acqua, l'aria, la terra e il fuoco: evidente confusione dello spazio vuoto con lo spazio geometrico, nonchè evidente solidificazione dello spazio (comune, del resto, a tutte le «fisiche del pieno», legate a una prevalente mentalità geometrica, in quanto opposte alle «fisiche del vuoto», legate a una prevalente mentalità fisica o meccanica: fisica del pieno e fisica del vuoto sono le due teorie fondamentali, a cui si riduce tutta la storia della fisica dai Greci a noi).

Data l'appartenenza di EINSTEIN alla «fisica del pieno» si comprende la sua strenua opposizione alla «fisica dei quanti», tipica espressione della fisica del vuoto, che tanto amareggiò con i suoi successi i suoi ultimi anni. Successi che, del resto, comprovavano la falsità della sua teoria. Egli e i suoi seguaci sono degli «isolati», e tali sono sempre stati, nel terreno della fisica soprattutto sperimentale, e le scoperte che si sono appropriate, come quella della bomba atomica ecc., sono delle soperchierie, come ho già accennato. Hanno comunque una innegabile abilità: sanno fare molto rumore intorno a sè con paroloni rimbombanti, accompagnati da una musica suonata da un'orchestra internazionale ben affiatata e ben pagata.

dello spazio! Perchè, allora, tante critiche al filosofo greco e alla fisica tolemaica? Non è la medesima dottrina?

Per giunta, a rovescio, i corpi « agirebbero sulla struttura dello spazio », modificandola, precisa Einstein: ma come ciò facciano non lo dice, nè si può in alcun modo comprenderlo. Effetti senza cause: altri miracoli, a bizzeffe!

Si comprende che in questo modo, a forza di corporeizzare lo spazio e di attribuirgli delle proprietà metriche e delle capacità di azione, tutti i problemi si risolvano magicamente (13). Solo che queste sono « fiabe »,

---

(13) Criticando la nozione dell'etere, introdotta per la spiegazione dei fenomeni della luce, dell'elettricità e del magnetismo, il FOATI, dopo aver facciato di « assolutisti » di tipo più o meno newtoniano i fisici del secolo passato, dice che « ai nostri giorni questa entità impalpabile e misteriosa è stata bandita dalla scienza, e lo spazio stesso ne ha preso il posto, nel modo più naturale », p. 80. Il modo non è davvero naturale, essendo uno spazio in sé un assurdo mille volte più straordinario dell'etere.

Perchè il lettore abbia un'idea della facilità con cui nel settore delle cosiddette scienze esatte si avanzano ipotesi intimamente contraddittorie, che nel contempo vengono volta a volta sbandierate (con i soliti appellativi di « geniale », « grandioso », « eccelso » ecc.) come conquiste spettacolari e soprattutto definitive, riporto il seguente brano del FOATI sulle contraddizioni intrinseche della nozione di etere nella teoria ondulatoria, cfr. pp. 80-81:

« Ci contenteremo solo di accennare che le difficoltà, e anche grosse, non sono di fresca data, giacchè risalgono al 1816, allorchè Fresnel ed Arago dimostrarono in modo inoppugnabile che le vibrazioni luminose sono trasversali, cioè che esse si svolgono in un piano perpendicolare al raggio di propagazione della luce. Ora, se ciò riesce pienamente naturale nella moderna teoria elettromagnetica della luce, quando le vibrazioni luminose siano concepite (vedi Cap. I) come semplici vibrazioni di forze elettriche e magnetiche, la cosa è pressochè inconcepibile nell'ambito della vecchia teoria ondulatoria, al punto che Arago — conscio delle difficoltà sollevate — non volle associare il proprio nome a quello di Fresnel, allorchè (1819) vennero pubblicati i risultati della loro famosa esperienza. Vibrazioni rigorosamente trasversali (cioè non oblique) si avrebbero infatti soltanto in un mezzo assolutamente rigido (cioè assolutamente indeformabile), e nemmeno l'acciaio è veramente tale. Sostanze assolutamente rigide sono sconosciute in natura, e questo bastava a dotare l'etere di un'altra ben curiosa proprietà, non meno fantomatica delle altre che già gli erano riconosciute (imponderabile, impalpabile, invisibile...). Ma ammessa anche la possibilità dell'esistenza di una sostanza assolutamente rigida, come conciliare, nel caso dell'etere, l'estrema rigidità e l'estrema rarefazione che dovevano ugualmente essergli attribuite? Giacchè l'etere — in cui i corpi celesti, e i nostri stessi corpi, si muovono senza incontrare praticamente alcuna resistenza — dovrebbe essere pensato come un gas estremamente rarefatto. E come conciliare rarefazione estrema e rigidità estrema? ».

Non meno strano è quanto subito dopo segue, pp. 81-82:

« Arago aveva dunque le sue buone ragioni. Ciò nonostante, l'idea dell'etere resisteva, e per ragioni altrettanto valide: su di essa era fondata la speranza di fornire una interpretazione meccanica dei fenomeni ottici, elettrici e magnetici, speranza così cara ai grandi fisici del secolo scorso. E, intimamente connessa a tale ipotesi, resisteva anche l'idea di uno spazio assoluto, cioè che, un giorno o l'altro, si sarebbe riusciti a trovare e a misurare i veri movimenti dei corpi rispetto allo spazio: ad esempio, il vero movimento della Terra ».

come quella di Alice nel paese delle meraviglie. Non sono asserzioni scientifiche. E tutti gli epiteti di « genialità », « ingegnosità », « profondità » ecc., che con grande generosità e una certa stucchevolezza vengono attribuiti agli inventori di siffatte fantasie, sanno veramente di strana esagerazione e di autopropaganda a buon mercato. E' facile così affermare con « l'illustre geometra Weyl » che — come è detto nel brano citato — una palla di creta, comunque deformata, potrebbe di nuovo tornare ad apparire sferica mediante un opportuno mutamento della distribuzione delle masse stellari. Solo che questo sostenevano gli antichi astrologhi, quando parlavano degli influssi delle stelle e di cosiffatte azioni a distanza. Ricordate « l'illustre Don Ferrante » e la sua spiegazione della peste? Nulla di diverso fanno i genialissimi, profundissimi ecc. ecc. ecceterone (come si esprimeva l'irascibile Conte Monaldo Leopardi) scienziati sopra citati.

\* \* \*

Passando alle conseguenze che nascono dalle formule o dai concetti fondamentali della teoria relativistica, il FORTI pone al primo posto la variazione della massa con la velocità, in questi termini, pp. 127-131:

« La prima deduzione è che la massa di un corpo non è più una quantità invariabile, come nella meccanica classica, ma dipende anch'essa dal moto del corpo, relativamente al nostro sistema di riferimento, secondo una espressione dipendente dal fattore di accorciamento... Le cose stanno ben diversamente [da come stanno nella meccanica classica, che è una meccanica dei moti lenti] quando abbiamo a che fare con particelle elementari (elettroni, protoni, emissioni di sostanze radioattive, particelle accelerate nei ciclotroni, radiazioni cosmiche secondarie) la cui velocità può avvicinarsi a quella della luce, e rag-

---

Ma non si era detto e predicato ai quattro venti contro gli odiati fisici aristotelici, che parlare di spazio assoluto e quindi di movimento assoluto era poco meno di una bestemmia?

Merita a questo punto menzione un articolo del citato LEOPOLD INFELD, pubblicato in uno degli ultimi fascicoli della rivista « *Civiltà delle macchine* » (1966, pp. 51-56), in cui insieme alle consuete ditirambiche lodi su EINSTEIN come uomo e come scienziato, insieme alle solite esagerazioni e falsità (conferma delle teorie einsteiniane mediante esperimenti astronomici — asserzioni, si noti, inesatte —, scoperta della bomba atomica ecc.), si legge questa espressione, indegna di una Rivista seria: « *Dell'esattezza [della teoria della Relatività ristretta] solo un folle può dubitare* » (p. 53). Lo stesso gli aristotelici dicevano delle dottrine del loro maestro! Quale mai dottrina, in tutto il settore scientifico e speculativo in senso lato, può dirsi « indubitabile »? E' da dirsi invece che esse tutte vivono quanto la rosa del Poeta, cioè « *l'espace d'un matin* »! Le iperboliche lodi dell'INFELD e di consimili autori fanno parte del sullodato e ben orchestrato coro, che l'Internazionale cosiddetta laica riversa periodicamente sui suoi idoli, si chiamino essi volta a volta DIDEROT o D'ALEMBERT, KANT o HEGEL, SPENCER o COMTE, MACH o EINSTEIN, ecc.

giungerla quasi: la massa della particella può risultare allora fortemente accresciuta quando è misurata da un osservatore stazionario. Ad esempio, nei potenti « acceleratori » moderni un elettrone (« particella  $\beta$  ») può essere spinto fino a velocità che differiscono da quella della luce soltanto di un milionesimo circa. Si prova sperimentalmente (mediante la sua deviazione in campi elettrici e magnetici) che la massa dell'elettrone stesso è diventata circa seicento volte maggiore di quella dell'elettrone quiescente; ma un viaggiatore che corresse con l'elettrone, a quella fantastica velocità, non troverebbe affatto che la massa dell'elettrone è aumentata. Con questo non vogliamo dire che l'aumento di massa sia una semplice illusione dell'osservatore stazionario: vogliamo piuttosto asserire che anche la massa — al pari della lunghezza e del tempo — è una grandezza puramente relativa, che deve essere valutata in relazione ad un dato sistema di riferimento, così come la verticale deve esser tracciata in relazione al punto della Terra in cui si trova. Un'altra conferma, altrettanto convincente, si ha nei giganteschi « sincrotroni », ove la diminuzione di velocità dell'elettrone dovuta all'aumento di massa è controbilanciata da un oscillatore, inventato da McMillan (1945), che ristabilisce automaticamente il sincronismo fra la frequenza del campo elettrico alternato, e la velocità della particella che gira velocemente descrivendo la propria spirale. Tutto ciò è molto sorprendente per chi è abituato a considerare la parola « massa » quasi come sinonimo della stessa materia, e non vi è alcuna ragione per esorcizzare questo senso di sorpresa dal momento che, nell'intera teoria relativistica, appare sempre più difficile parlare di materia e di atomi nel senso tradizionale e democriteo. La « materia prima » della meccanica classica erano i punti e gli istanti; nei punti — se qualcosa c'era — c'erano atomi. Ma come lo spazio è fatto di punti, così il cronotopo è costituito di eventi, e un evento è un accadimento fisico in un istante del tempo, non è qualche cosa di duraturo come un atomo, non corre nello spazio mantenendo inalterata la propria identità; simile ad un bagliore fugace, esiste in un suo breve attimo, per subito cessare: « Vidi e più non vidi, nello stesso istante ».

Come un punto descrive una linea nello spazio, così un evento (o punto evento) che si prolunga nel tempo, occupando lo stesso luogo o luoghi diversi, descrive nel cronotopo una linea continua (*linea di mondo*). Un atomo, o una massa materiale qualsiasi, sono rappresentati da una linea del genere, e perciò sembrano essere costituiti da una serie di eventi, così come una linea è formata da punti.

Un atomo, una massa, si scindono così in una catena di eventi, e la vera materia prima del mondo esterno non è più dunque la massa, ma piuttosto l'evento istantaneo, che prende il posto dell'atomo democriteo. Non ci fermeremo sull'influenza che queste considerazioni hanno avuto sul costituirsi delle cosiddette filosofie degli eventi, di Whitehead, Russell, ecc... che conducono al « monismo neutrale » (identità fondamentale fra mente e materia), ma insistendo piuttosto sull'aspetto puramente scientifico della questione, osserveremo che la relatività della massa resta illuminata, sotto un punto di vista diverso, dall'idea della convertibilità totale della massa in pura energia. Questo concetto è oggi divenuto di dominio comune grazie all'invenzione delle bombe atomiche, nelle quali, appunto, piccole quantità di massa si annullano, producendo quantità enormi di energia, in base alla notissima equazione  $E$  (cioè energia prodotta) =  $mc^2$ , ove  $m$  è la massa che si è annullata, e  $c$  è un numero enorme perchè, come sappiamo, rappresenta la velocità della luce. Ne segue che se la piccola massa di un chilo venisse trasformata integralmente, si otterrebbero venticinque miliardi di chilowattore di energia: elettrica, o di altra natura ».

Ma un accrescimento della massa che risulti solo « quando è misurato da un osservatore stazionario » è proprio una semplice illusione dell'os-

servatore stazionario. Basti questa semplice considerazione: si verificava il fenomeno della variazione della massa nelle età geologiche, quando (cito le stesse sopra riportate parole del FORRI) il nostro pianeta « era tutto fuoco e lava, privo di esseri viventi », p. 34, e quindi di osservatori? Certamente. L'osservatore, ossia l'uomo, non è quindi parte integrante delle leggi fisiche! A meno di cadere, come ho detto sopra, nell'Idealismo Assoluto e in tutti i suoi innumerevoli assurdi, già arciconfutati in sede filosofica (14).

Se quindi esistono delle prove sperimentali dalle quali risulti che la massa di un elettrone alla velocità della luce è seicento volte maggiore di quella dell'elettrone quiescente (quiescente riguardo a che cosa? ecco ancora l'aspetto assurdo della teoria: la quiete assoluta è affermazione priva di senso), si può essere matematicamente sicuri che ciò non è dovuto all'apparenza rispetto all'osservatore, il che è *pura magia*, ma a qualche altro fenomeno, e forse all'inerzia nascente dalla velocità stessa.

E quale significato coerente ha il dire che « *la vera materia prima del mondo esterno non è più dunque la massa, ma piuttosto l'evento istantaneo, che prende il posto dell'atomo democriteo* », al punto che si può parlare di « *identità fondamentale fra mente e materia* »?

L'evento, precisa il FORRI, esiste in un solo breve attimo, per subito cessare: « *Vidi, e più non vidi, nello stesso istante* ». Che cosa significa ciò? Che la materia non esiste, ma si annulla nello stesso istante in cui è. Benissimo: se la materia si annulla istantaneamente, ciò vuol dire che l'intero universo, in quanto consta di materia, non è più. Come va che in questo momento ancora è, come l'esperienza mi testimonia, in quanto esisto io, soggetto contemplante, la cui vita è condizionata proprio dall'esistenza di un universo fisico?

E se esistette per un istante oltremodo fugace, e subito cadde nel nulla, non è logico concludere che spuntò dal nulla? E come vi spuntò? Da sè? Mi pare un po' difficile, dato che *ex nihilo nihil*. Introduremo allora l'ipotesi, *heu pudor!*, di Dio?

E come si spiega che io, osservatore che compio gli esperimenti, ho coscienza di me come di qualcosa che permane nel tempo e si mantiene uguale a sè stesso, come è provato dal fenomeno della memoria, e quindi

---

(14) Il FORRI rifiuta per suo conto la teoria dell'Idealismo assoluto, cfr. p. 154:

« Sarebbe veramente strano che la nostra mente, apparsa sulla terribile scena del mondo solo un milione di anni fa (o, sotto forma preumana, qualche centinaio di milioni di anni or sono), si mettesse a spiegare in senso assoluto i fatti di un universo che è già dato prima di lei, da tempi immemorabili. Spiegare, in questo senso, significherebbe trarre dall'intimo di sè, dalla propria limitata essenza, le ragioni di tutte le cose che sono nel cosmo: questo sarebbe un idealismo estremo che nulla giustifica, e che assomiglia, anzi, all'antropomorfismo dei primitivi ».

non può ridursi a un evento che è per subito cessare? Ciò basta per fare giustizia della ridicola teoria del «monismo neutrale», o dell'identità fondamentale tra mente e materia, di Whitehead e Russell, tesi che non aggiunge proprio nulla al vecchio materialismo di un Leucippo e di un Democrito, che risale, nientemeno, al secolo V° a.C. Come aggiornamento non c'è male!

\* \* \*

Passando infine alla teoria einsteiniana dell'identità della massa gravitazionale con la massa inerte (15), il FORTI dice, pp. 158-161:

«Lasciamo cadere nello stesso istante due palline uguali, una di platino, l'altra di ferro. La prima ha un peso triplo di quello della seconda, cioè la sua massa gravitazionale è tripla di quella della seconda, e dunque è spinta da una forza tripla. Dovremmo dunque aspettarci di vederla cadere con accelerazione tripla, e invece l'accelerazione è esattamente la stessa. L'unica spiegazione possibile è che la sua massa inerte sia anch'essa tripla, appunto come la massa gravitazionale: la forza tripla incontra, per così dire, una resistenza tripla, e — proprio per questo — produce la stessa accelerazione. Poiché ciò è vero per tutti i corpi, ne concludiamo che il vero significato della legge di Galileo-Benedetti è che, in ogni corpo, la massa inerte è uguale alla massa gravitazionale.

Come poco sopra abbiamo osservato, massa inerte e massa gravitazionale sono però proprietà dei corpi completamente diverse fra loro per la meccanica classica; la loro identità ha qualcosa di sorprendente, ed è strano che questo fatto sia passato sotto silenzio per tanto tempo, che il vero significato della legge di caduta dei gravi non sia stato sottolineato prima di Einstein. Comunque, anche questo interrogativo sospeso (perché vi è tale identità?) costituisce un'altra lacuna della meccanica classica: la terza fra quelle su cui abbiamo richiamato l'attenzione del lettore. E' chiaro che qui vi è qualche più

---

(15) Il FORTI premette le difficoltà intrinseche, che rendono inaccettabile la teoria gravitazionale di NEWTON, per mostrare come ad essa si debba sostituire la teoria gravitazionale di EINSTEIN. Cfr. pp. 151-152:

«Prima di esporre i concetti fondamentali della nuova teoria, sarà bene accennare ad alcuni interrogativi che naturalmente sorgono dalla teoria galileo-newtoniana. Tralascieremo le difficoltà più propriamente cosmologiche, a cui si accennerà in seguito (la teoria newtoniana non può spiegare né la forma spirale delle grandi nebulose, né la uniforme distribuzione della materia nell'universo) e ci limiteremo ad alcune questioni in certo senso più fondamentali di meccanica.

In primo luogo, abbiamo già visto (Cap. III) che la stessa celebre formula fondamentale di Newton — anche se praticamente valida con approssimazione grandissima — non è accettabile da un punto di vista teorico, giacché fa appello a concetti (distanza, simultaneità) che sono relativi al moto dell'osservatore. Ciò era sufficiente per spingere Einstein alla ricerca di una formulazione diversa, veramente oggettiva. Vi erano inoltre delle perplessità molto più antiche, che filosofi e matematici avevano manifestato fino dal sorgere della teoria di Newton. Queste perplessità riguardano l'azione (attrazione) a distanza, anche nel vuoto, presupposta dalla formula della gravitazione universale. Supporre che due corpi — ad esempio la Terra e il Sole — possano agire così l'uno sull'altro, senza alcun contatto, senza alcun intermediario che trasmetta l'azione, è cosa che ripugna al pensiero, e lo stesso Newton ne era cosciente».

profonda modalità dei fatti, qualche soggiacente legge della natura, che a noi sfugge. Vediamo però, e questo non è poco, che il « mistero » della gravità e il « mistero » (vedi Cap. I) dell'inerzia si identificano, e debbono essere due aspetti di tale unica legge: è così che Einstein è spinto verso la sua nuova teoria della gravitazione, che svolge appunto il compito di abbracciare in un sistema unico i due tipi di fenomeni. Il primo passo che egli compie in questo senso è costituito da una più profonda interpretazione della identità fra le due masse, la quale si trasforma, così, nel famoso « principio di equivalenza » fra un campo gravitazionale e un sistema di riferimento in moto uniformemente accelerato (rispetto ad un sistema inerziale). Passiamo così di sorpresa in sorpresa, perchè queste ci sembrano due cose del tutto diverse; ma lo stesso Einstein illustra con molto garbo tale identità nel volumetto citato (v. pag. 110).

Per dire la cosa in due parole: un osservatore che si trovi in una vasta cabina liberamente cadente verso la Terra (facilmente potremmo immaginare una caduta verso un astro isolato e lontano, in modo che il viaggio durasse secoli) potrebbe credere — proprio a causa della legge di caduta dei gravi — di essere in un sistema di riferimento galileiano (v. pag. 65), cioè inerziale, libero nel modo più assoluto da ogni forza gravitazionale. Ciò accade perchè tutti gli oggetti presenti cadono assieme a lui e alla cabina, in perfetto sincronismo (e restano dunque fermi rispetto alla cabina); accade, dunque, in base alla legge di caduta dei gravi, cioè della identità fra massa inerte e gravitazionale. Se l'osservatore fosse veramente in un sistema inerziale o quasi (ad esempio, su di un satellite stazionario a qualche chilometro sopra la Terra), sentirebbe naturalmente la gravità. In altre parole, la semplice scelta di un sistema di riferimento in moto accelerato annulla la gravità (per quel sistema), e perciò gli equivale: questo è chiarito ancor meglio se si pensa all'esempio opposto di un ipotetico osservatore in cabina, in un vero sistema inerziale: ad esempio in deserti spazi intergalattici, lontanissimo da qualunque corpo celeste, da qualunque forza gravitazionale. Qualcuno gli gioca il trucco di imprimere alla sua cabina un moto accelerato verso l'alto. L'osservatore vede allora gli oggetti, che prima rimanevano fermi nel suo spazio, cadere esattamente secondo la legge di Galileo-Benedetti, sente, sui piedi, il peso del proprio corpo, in una parola è convinto di essere entrato in un campo gravitazionale; cioè: il suo sistema di riferimento equivale a un campo gravitazionale! ».

Il punto inaccettabile è il riferimento del sistema in moto uniformemente accelerato a un sistema inerziale, il che rende il fenomeno in sé apparente. Ma poichè i fenomeni che accadono nella cabina in moto inerziali sono fenomeni reali, Einstein è stato costretto, come si è visto, a « corporeizzare l'apparenza », immaginando l'esistenza di un campo metrico spazio-temporale, di natura variabile, cioè curvo o non-euclideo in prossimità della materia, e piano o euclideo in lontananza da essa. Il pianeta non si allontana indefinitamente dal Sole perchè la forza attrattiva newtoniana lo trattiene nella sua corsa, bensì perchè il Sole ed esso stesso con la loro presenza incurvano il campo metrico spazio-temporale; di conseguenza il pianeta si aggira intorno al Sole quasi seguisse degli invisibili binari. Si esprime il FORI alle pp. 169-170:

« Secondo la teoria della relatività generale un pianeta che gira attorno al Sole è, in certo senso, un corpo libero, al pari di una massa che si muove di moto rettilineo (rispetto all'universo stellare) per semplice inerzia. Non è necessario invocare una misteriosa forza attrattiva promanante dal Sole, o da

altri corpi celesti, giacchè la differenza tra i due casi è dovuta alla struttura geometrica dello spazio-tempo, il quale è *curvo* in prossimità della materia, e *piano* nella immensità delle vuote distese stellari. E' il campo metrico spazio-temporale che guida i pianeti e i vari corpi celesti nelle loro corse. Sarebbe forse più appropriato dire che non esistono corpi liberi, giacchè anche quelli che procedono di moto rettilineo ed uniforme seguono in realtà l'influenza orientatrice del campo metrico nelle loro vicinanze, e perciò si comportano come delle palline che seguano un piccolo solco: una traiettoria che — curva o retta che sia — assume il nome di *geodetica*, e corrisponde sempre (secondo un principio noto da molto tempo alla fisica classica) alla minima azione possibile ».

E chiarisce alla pp. 173-174:

« In vicinanza della materia (stelle o pianeti) lo spazio-tempo si incurva, sicchè esso ci appare, nel suo complesso, come la superficie di uno sconfinato paesaggio, ora piana, ora accidentata. E' come se attorno al Sole, o alla Terra o ad un'altra massa qualsiasi, lo spazio-tempo formasse montagne o colline. Supponete che un uomo voglia camminare dritto dinanzi a sè, e che si trovi sul fianco di una ripida collina con un pericoloso scoscendimento alla sua sinistra e un erto pendio alla sua destra. Egli tirerà dritto, come si è proposto, ma così facendo continuerà appunto a girare attorno alla collina, mentre un suo compagno, giù in pianura, sarà guidato dallo stesso proposito lungo una via effettivamente retta. Non c'è nulla di simile ad una forza misteriosa che spinga il primo a girare attorno ad una posizione centrale: entrambi sono guidati dalla semplice conformazione dello spazio in cui si muovono; dalle leggi di quello spazio, possiamo dire. Entrambi seguono semplicemente — se vogliamo continuare il confronto fino all'estremo — un principio personale di minima azione.

Così la scintillante famiglia dei soli, dei pianeti, delle comete e dei satelliti percorrere le vie dei cieli guidata più che da una legge — questo termine mi sembrerebbe meno appropriato — dagli aspetti accidentali e multiforini, ma tuttavia irrevocabili, dello spazio-tempo. Non vi è più una misteriosa azione a distanza, e non sorgono le difficoltà sollevate dalla stessa formula di Newton, ma un'antichissima Regina, la geometria, ha ora esteso il proprio dominio, fino ad includere gran parte della fisica ».

E' facile invece vedere che una siffatta teoria della struttura geometrica dello spazio-tempo è di gran lunga inferiore alla già inaccettabile « azione a distanza » newtoniana, per numerosi motivi:

1) Come si è detto sopra, uno spazio in sè è espressione priva di senso: eliminati i corpi, non resta quello che comunemente si chiama lo « spazio vuoto », entità assurda; resta il nulla, che non ha davvero alcuna dimensione spaziale, e nel quale non si può collocare nulla, per la semplice ragione che non c'è un « dove » alcunchè possa collocarsi. Per non dire che uno spazio in sè (sia vuoto, che solidamente pieno o massiccio) è limitato e illimitato a un tempo, divisibile in parti divisibili e in parti indivisibili a un tempo ecc., cioè è un assurdo manifesto.

2) Quale senso ha poi il dire che lo spazio in sè è curvo? Perchè i corpi celesti tridimensionali possano essere contenuti nello spazio e possano determinare in esso una curvatura, occorre attribuire allo spazio

stesso un volume, cioè intenderlo anch'esso come tridimensionale. In che cosa allora viene a differire questo singolare spazio dall'etere (con le gravissime difficoltà implicite in esso), solennemente ripudiato dai relativisti?

3) In terzo luogo, la curvatura di uno spazio tridimensionale implica una quarta dimensione, la quale non può essere il tempo, perchè il tempo descrive la *vita storica* di un fenomeno, non la sua realtà fisica. Se il tempo fosse la quarta dimensione dello spazio, lo spazio sarebbe continuamente mutevole di istante in istante: invece gli aspetti accidentali e multiformi (curvature) dello spazio sono irrevocabili, come dice lo stesso U. FORTI nel passo cit. (e guai se non lo fossero, chè la traiettoria curvilinea dei pianeti cambierebbe di istante in istante). Ora una quarta dimensione dello spazio, in cui si possa collocare qualcosa, non solo è inimmaginabile (il che sarebbe poco), ma è una entità non sperimentabile, che non può quindi avere cittadinanza in fisica ed essere chiamata a risolvere problemi di fisica. Può trovar posto solo in poesia, come l'Astolfo dell'Ariosto.

4) Infine, in uno spazio tridimensionale corporeizzato come possono muoversi i corpi tridimensionali? E' assurdo il solo pensarlo. Il mio corpo si muove nell'aria o nell'acqua, in quanto allontana l'aria o l'acqua e prende il loro posto. Ma se un corpo muovendosi nello spazio elimina lo spazio, come potrebbe seguirne la curvatura, scomparsa anch'essa (16)?

Di fronte a queste fantasie, che il buon Kant chiamerebbe i « sogni dei fisici », in tutto e per tutto adatti a richiamare alla mente i depre-

---

(16) L'assurdo dello spazio-tempo in sé dimostra l'insostenibilità delle diverse costruzioni geometriche, elaborate dallo stesso EINSTEIN e, dopo di lui, da altri relativisti (universo cilindrico di EINSTEIN, pp. 179-187, universo iperbolico di DE SITTER, pp. 187-189 ecc.). Di siffatte costruzioni geometriche possono farsene innumeri a piacere: sono giochi eleganti, ma facili, nonostante l'apparente e ingannevole complessità delle formule matematiche, di cui si rivestono.

Una domanda legittima viene posta a proposito della teoria dell'Universo in espansione derivante dagli spostamenti delle righe spettrali emesse dai raggi luminosi provenienti dalle più remote nebulose. Così il FORTI, p. 190:

« Quando le conseguenze della teoria matematica di De Sitter furono chiare, molti astronomi puntarono i propri telescopi verso le più remote nebulose che appaiono appena come deboli macchioline, in direzione dell'« orizzonte passivo » verso le zone di intensa repulsione cosmica. L'emozione non fu piccola allorchè essi videro che effettivamente le righe spettrali emesse dagli atomi erano spostate verso il rosso, e che a ciò si aggiungeva uno spostamento ulteriore per via del rapido moto di fuga di quei lontani universi. Questo moto era rivelato dal notissimo « effetto Doppler » in base al quale se una sorgente di vibrazioni — ad esempio la sirena di un'auto — si allontana da noi, al nostro orecchio (o al nostro occhio), giungono vibrazioni di frequenza minore ».

Ma — l'ho notato già sopra — non si era detto che il postulato della costanza della velocità della luce era incompatibile con il teorema della composizione delle velocità?

cati « sogni dei metafisici », bisogna esclamare in nome della critica che « tutto è da rifare ».

\* \* \*

Dalle riflessioni che precedono emergono con chiarezza le tesi, nelle quali la dottrina della Relatività va emendata o sviluppata.

1) La variazione delle dimensioni spaziali e degli intervalli temporali non è in funzione della velocità del corpo e dell'apparenza all'osservatore, valore irreali il primo e fittizio o illusorio il secondo. *Qui risiedono i due fondamentali errori della Relatività Ristretta.*

2) L'esatta comprensione del principio galileiano di Relatività comporta l'immobilità dei corpi in movimento reciproco, e considera questo movimento come dovuto alla dilatazione dello spazio interposto tra i due corpi a causa dell'esplosione di un corpo intermedio, che viene ad occupare uno spazio maggiore e quindi allontana l'uno dall'altro i due corpi in questione (*teoria balistica del movimento*).

3) Le leggi della cinematica vanno quindi riportate alle leggi della balistica, e a questa stregua va modificato il principio di inerzia e vanno interpretati i fenomeni gravitazionali (caduta dei gravi, moto ellittico dei pianeti ecc.): inerzia e gravitazione sono meri effetti cinematici, essendo l'urto il solo fenomeno comprensibile in fisica.

4) Ogni esplosione comportando l'estinguersi dell'impulso in cui essa si esplica, il principio della conservazione dell'energia deve essere abbandonato: la massa, trasformandosi in energia, si annichila, e il suo annichilarsi si compie mediante l'occupazione di una estensione maggiore, cioè con la sua divisione in corpi di massa minore che, separandosi l'uno dall'altro, vengono ad occupare uno spazio maggiore (genesì dello spazio) e, a mano a mano suddividendosi, finiscono progressivamente per annullarsi (genesì del tempo, e delle sue variazioni o velocità). Così nascono lo spazio e il tempo, che non preesistono, ma seguono all'esistenza dei corpi. In questo senso si può salvare, e nel contempo sviluppare, il primo aspetto inverabile delle dottrine einsteiniane, l'equivalenza della massa con l'energia (l'energia è il consumarsi della massa).

5) Spazio e tempo sono quindi valori relativi e non assoluti, e rappresentano l'apparenza fenomenica del divenire dei corpi fisici, ossia le modalità dell'attuarsi del loro divenire. Non esiste per ciò stesso uno spazio in sé: qui risiede l'errore fondamentale della Relatività Generale. D'altra parte l'essere lo spazio, o complesso delle dimensioni, e il tempo, o complesso delle durate, valori relativi e non assoluti costituisce il secondo aspetto inverabile delle dottrine einsteiniane, purchè questa relatività sia bene intesa. Essa non è in funzione della velocità dei corpi (valore fittizio), o in dipendenza da essa, bensì è in funzione

della massa o quantità di materia (o di essere) dei corpi, nella quale è da cercare interiormente alle sue gradazioni il valore invariante degli aspetti dell'universo degli enti finiti.

Ulteriori sviluppi sono estranei a questa sede (filosofia naturale) e riguardano le singole discipline o tecniche particolari.

*Univ. Catania.*

CARMELO OTTAVIANO