

**CIRCOLO DI PSICOBIOFISICA
AMICI DI MARCO TODESCHINI**

presenta:

Padre GIUSEPPE GIANFRANCESCHI



Gesuita plurilaureato
(Filosofia, Matematica, Fisica, Teologia)
Divulgatore critico della Relatività

a cura di
Fiorenzo Zampieri
Circolo di Psicobiofisica
"Amici di Marco Todeschini"

GIUSEPPE GIANFRANCESCHI - Curriculum Vitae

ANNO	NOTIZIE
1875	Giuseppe Gianfranceschi nasce il 21 febbraio 1875 ad Arcevia (AN)
1894-1896	Studia ingegneria ma senza laurearsi
1896	Nel novembre 1896 entra come novizio nella Compagnia di Gesù
1899-1901	All'università Gregoriana si laurea in Filosofia
1901-1903	All'Università di Roma si laurea in Matematica
1903-1905	All'Università di Roma si laurea in Fisica
1905	Insegna matematica, fisica e chimica all'Istituto Gregoriano di Roma
1907-1910	All'università Gregoriana si laurea in Teologia
1908	Assistente all'Ufficio Centrale del Corista dell'Università di Roma
1908	Partecipa al II Congresso della SIPS – Società Italiana per il Progresso delle Scienze – di Firenze con una relazione sulla relatività ristretta di Einstein
1908-1918	Assistente nell'Istituto di Fisica di Roma
1913	Libera docenza in Fisica
1906-1934	Socio della Società Italiana di Fisica (SIF)
dal 1915	Docente di Fisica ed Astronomia della Regia Università di Roma e della Pontificia Università Gregoriana
1916-1928	Vicecommissario Ecclesiastico dell'ASCI – Associazione Scoutistica Cattolica Italiana
1921-1922	Preside dell'Istituto Masimiliano Massimo di Roma
dal 1921	Presidente della Pontificia Accademia Romana dei Lincei
1923	Partecipa a conferenze scientifiche internazionali come delegato pontificio: a Parigi per il centenario della nascita di Pasteur, a Toronto per il Convegno di matematica ed a Filadelfia per il centenario della nascita di Franklin
1924	Partecipa al V Congresso di Filosofia di Napoli con una relazione dal titolo: <i>Sui fondamenti fisici e filosofici della teoria della relatività.</i> Partecipa al Convegno di Lovanio
1926-1930	Rettore della Pontificia Università Gregoriana
1927	Partecipa al Congresso Internazionale dei Fisici di Como-Pavia-Roma con la relazione: <i>Il significato fisico della teoria dei quanti.</i> Partecipa a Londra in occasione degli anniversari delle due Università
1928	Partecipa alla II ^a spedizione polare di Umberto Nobile in qualità di capellano
1929	Partecipa a Ginevra alla Società delle Nazioni
1931-1934	Primo Direttore della Radio Vaticana
1932	Partecipa al Congresso di Madrid per la radiotelegrafia e radiotelefonica ed a Parigi per il Congresso di Elettricità
1934	Il 9 luglio 1934 dopo breve malattia muore a Roma

Le pubblicazioni di Padre Gianfranceschi comprendono circa 150 titoli, suddivisi in cinque grandi tematiche: elettrofisica, acustica, ottica, astronomia, rotazione della terra.

Le principali, riguardanti le materie scientifiche, sono;

s. d.	Tra i due estremi dell'universo
1905	La velocità dei joni prodotti da una fiamma
1908	Il 4. congresso internazionale dei matematici
1908	La teoria della relatività: volgarizzazione e critica
1908	Sui campi idrodinamici del Bjerknæs
1913	L'errore di ortogonalità nella scrittura di moti periodici
1914	La costituzione della materia: memoria
1914	La nuova meccanica e il principio della relatività
1914	La deviazione dei gravi in caduta
1914	La durata minima di un suono sufficiente per individuarlo
1918	La componente orizzontale del moto istantaneo della terra
1920	La fisica dei corpuscoli: molecole, atomi, elettroni
1924	De constitutione electronica atomorum
1926	La fisica dei corpuscoli
1927	Appunti di Fisica elementare
1930	I fenomeni luminosi della Grotta Azzurra
1932	Capitoli di fisica contemporanea
1933	De unitatibus in mensuris electricis

Con: "*L'errore dell'ortogonalità nella struttura dei moti periodici*", "*Sopra la velocità degli ioni*", "*Proiezione sul piano orizzontale della velocità della terra*", "*Distribuzione dell'energia nello spettro normale*", "*La teoria della relatività e dei quanti*" acquistò fama mondiale.

Con tutto ciò risulta davvero incomprensibile come questo scienziato possa essere stato sottovalutato ed addirittura dimenticato tanto da occupare a malapena qualche riga in alcune enciclopedie o addirittura da non essere preso in considerazione neppure in quelle più importanti.

Ed in questo "cover up" non manca neppure Wikipedia- l'enciclopedia libera! (vedere per credere). Purtroppo, il fatto non ci meraviglia: questo è quello che succede a chi critica, anche se a ragion veduta, la relatività einsteiniana. O no?

In questo fascicolo pubblichiamo, tratto dal volume: *La teoria della relatività: volgarizzazione e critica*, della Parte Seconda i capitoli riguardanti la critica alla Relatività.

GIUSEPPE GIANFRANCESCHI

LA TEORIA DELLA RELATIVITÀ

VOLGARIZZAZIONE E CRITICA



MILANO

SOCIETÀ EDITRICE « VITA E PENSIERO »

1° MIGLIAIO

PROPRIETÀ LETTERARIA

TIP. PONT. ARG. S. GIUSEPPE - MILANO

AL LETTORE

Ho raccolto in questo opuscolo una esposizione del tutto elementare dei concetti della teoria della relatività di Einstein che avevo avuto occasione di esporre in alcune conferenze di vulgarizzazione, e vi ho aggiunto, in una seconda parte, alcune osservazioni che tendono a ricondurre il giudizio sulla teoria a quello che mi sembra debba essere il suo giusto valore.

Ebbi occasione di occuparmi dei nuovi concetti fin dal 1908 in alcuni colloqui che ebbi allora col Minkowski. Qualche mia pubblicazione degli anni scorsi ha dato occasione a qualcuno di annoverarmi tra i fautori della nuova teoria. In quegli articoli io non avevo fatto che esporre in forma molto semplice ciò che nella teoria vi ha di scientifico, lasciando ogni considerazione di critica. Ma fin dall'anno passato, dopo aver visto le esagerazioni a cui si giungeva nell'apprezzamento della teoria, esposi in due note presentate alla P. Accademia dei N. Lincei i criteri che mi sembrava doversi tener presenti nell'accettare le conclusioni relativistiche. E sono questi che ho voluto esporre qui un po' più ampiamente. Quelli che sono già familiari con la teoria non troveranno forse niente di nuovo nella prima parte, ma non troveranno del tutto inutile la seconda.

L' AUTORE

INDICE

PARTE PRIMA

	Pag.
1. - La relatività nei concetti di spazio, moto e tempo	1
2. - La relatività nei problemi della meccanica	4
3. - Il sistema assoluto	10
4. - Le esperienze di Michelson e Morley	14
5. - Il compito della teoria della relatività	17
6. - La contrazione nelle lunghezze	20
7. - La contrazione nel tempo	23
8. - Tempo locale e simultaneità	26
9. - Il continuo di Minkowski	30
10. - Il principio di equivalenza di Einstein	33
11. - Il campo gravitazionale di Einstein	35
12. - La curvatura dello spazio	38

PARTE SECONDA

	Pag.
13. - L'universo relativistico	42
14. - L'errore fondamentale	45
15. - Le teorie matematiche dei fenomeni fisici	49
16. - La teoria della relatività non è una teoria fisica	51
17. - La soluzione einsteiniana relativistica è una soluzione relativa	52
18. - Il contributo dei fatti	54
19. - Spazio, moto, tempo	56
20. - L'osservatore Alfa	60



14. - L'errore fondamentale

L'errore fondamentale del punto di vista relativistico sta nell'affermare che noi non possiamo conoscere il mondo esterno e i fenomeni che vi si compiono. E di questa affermazione portano come fondamento il fatto che non ci è possibile rilevare il moto vero dei corpi, e la natura della sostanza e delle forze ci sfugge.

In realtà l'errore relativistico è basato sopra un errore filosofico, sulla concezione kantiana della nostra conoscenza.

Non intendo qui entrare in una discussione filosofica, ma non saranno fuori di posto alcune osservazioni di carattere generale.

Secondo alcuni filosofi, duce il KANT, la nostra conoscenza sensitiva consiste nel percepire la modificazione che si produce nei nostri sensi, senza che possiamo saper nulla di ciò che è fuori di noi.

È evidente che se le cose stessero così noi non soltanto do-

vremmo rinunciare alla ricerca di qualunque scienza, ma dovremmo rinunciare a qualunque operazione esterna. Sappiamo che ogni nostra conoscenza ci viene per mezzo dei sensi e che l'intelletto stesso nel nostro stato attuale non acquista i concetti se non per mezzo dei sensi. E tutta l'esplicazione esterna della nostra vita è fondata sulla conoscenza che abbiamo dei fenomeni fisici e delle leggi fondamentali con cui si svolgono.

L'esperienza quotidiana dei fatti è ciò che ci basta per acquistarne quella conoscenza che ci deve servire nelle applicazioni della vita. Se io non sapessi che il sole vivifica, che il fuoco riscalda, che i buoni cibi nutrono, non potrei servirmi di questi agenti esterni di cui pure ho bisogno.

Il più rude dei coloni conosce abbastanza le leggi della natura per trarre dal suo campicello quei frutti di cui ha bisogno. La buona massaia, anche senza sapere quale è la natura del calore e quale è la temperatura di ebollizione dell'acqua, sa che deve accendere il fuoco sotto il suo paiuolo e sa quanta legna presso a poco le sarà necessario per ciò che vuole. Il fuochista, anche senza conoscere le leggi dell'espansione del vapore, sa bene che l'acqua della sua caldaia deve bollire e il manometro deve raggiungere una determinata pressione perchè lo stantuffo possa mettere in moto la locomotiva. E ciascuno di questi raggiunge il suo scopo. Perchè? Essi conoscono, quanto basta loro, il modo d'agire di quei mezzi di cui si servono, hanno una sufficiente conoscenza del mondo esterno e delle sue leggi nella forma loro proporzionata, e sanno abbastanza che queste leggi restano salde.

Questa conoscenza e questa persuasione non si conciliano con il concetto kantiano nella conoscenza dei sensi. Ed è perciò che quanti negano la vera capacità conoscitiva dei sensi hanno bisogno di cercare dei criteri di ragione pratica che permettano di ritornare verso la realtà oggettiva dopo avere istituito i criteri della ragione pura.

Ma questo ritorno al reale non è possibile se non si è partiti dal reale.

Una più sana filosofia fondata sull'insegnamento dei grandi maestri dell'antichità e di tutti i tempi, e sul senso comune di popoli, ci insegna che i nostri sensi sono realmente facoltà conoscitive con le quali possiamo metterci in contatto col mondo esterno.

Il senso è una facoltà passiva ossia tale che non viene determinata ad agire se non dall'azione di un agente esterno.

L'oggetto esterno fa impressione su i nostri sensi e li de-

termina ad agire. La vera attività e perfezione del senso, in quanto tale, consiste appunto in questa azione successiva eccitata dalla modificazione prodotta nell'organo dall'agente esterno, e che ha per effetto la formazione dell'immagine. E poichè l'azione corrisponde alla impressione ricevuta così questa immagine corrisponde all'oggetto esterno.

Se non fosse così indarno la natura ci avrebbe forniti di sensi; mentre noi crediamo che ci abbia dato il modo di conoscere ciò che è fuori di noi, non ci avrebbe invece dato che il modo di illuderci.

La stessa forma che adoperiamo nel modo di parlare esprime il fatto che noi coi nostri sensi facciamo nostro qualche cosa del mondo esterno; diciamo che percepiamo, che afferriamo qualche cosa, diciamo anche che impariamo, talvolta a nostre spese con la esperienza, la realtà e l'attività degli agenti esterni.

E quando con l'intelletto ci portiamo ad esaminare l'immagine che i sensi hanno riprodotto degli oggetti esterni noi ricerchiamo in essa ciò che essa contiene in quanto rappresentativa dell'oggetto esterno, non in quanto essa è una produzione della facoltà sensitiva. La maggior parte degli uomini non sa niente del modo intimo di agire delle proprie facoltà e delle modificazioni che subiscono le cellule periferiche dei nostri organi o le fibre nervose che le connettono con i centri. Non conosce il modo di funzionare dei filetti, dei bacilli, dei coni, nè le reazioni della porpora e della fuscina nell'impressione luminosa sulla retina, e meno ancora conosce il trasportarsi di queste azioni su quello che chiamiamo senso interno, e il più mirabile formarsi dell'immagine visiva. Non conosce le fibre di Corti nè le macchie e le creste acustiche distribuite nella cavità del labirinto nè il funzionamento del nervo acustico nella percezione dei suoni. Eppure tutti sanno riconoscere gli oggetti e i colori e le sembianze di persona cara, o il suono della sua voce e l'avvicinarsi o l'allontanarsi di essa, e così via.

Naturalmente tutto questo finchè il senso è buono e l'organo è sano e viene applicato all'oggetto proprio. Tutta la natura del senso sta nella capacità di percepire ciò che è esterno, riproducendolo in se nella forma proporzionata. Gli errori e le illusioni o sono dovute ad una alterazione dell'organo o ad un atto successivo di cui il senso non è responsabile.

Se il folle dice di vedere o di sentire cose che di fatto non esistono fuori di lui ciò si deve all'alterazione dei suoi organi.

Se prima di COPERNICO e di GALILEO si diceva che la terra stava ferma e il sole si muoveva intorno ad essa, l'errore non era

dei sensi, ma del modo con cui si interpretava quello che l'occhio riferiva.

Se ad una certa distanza ci viene presentato un fiore, potremo ingannarci credendolo vero, mentre esso è finto, ma l'occhio deve limitarsi al proprio oggetto, il colore e la forma, e non può giudicare della sostanza.

I sensi di per se non errano e non dicono il falso. Il vero e il falso sta in un giudizio con cui si asserisce o si nega qualche cosa che corrisponde o no a quello che è in realtà, il sentire del senso non è che una apprensione e nella apprensione in quanto tale non può essere errore, perchè è determinata dall'oggetto esterno.

E per difenderci dagli errori possibili risultanti da una delle cause accennate sopra, la natura ci ha arricchito di più sensi, e spesso dalla cooperazione di altri sensi siamo in grado di rettificare l'errore di uno di essi; ma molto più ci ha forniti dell'intelletto dinanzi al quale possiamo chiamare a giudizio ogni nostra apprensione.

Noi non siamo dunque degli abitatori isolati di un mondo a noi ignoto, i nostri sensi ci mettono in relazione col mondo esterno che percepiamo, con i fenomeni che impariamo a conoscere, e ci offrono il materiale per quel corredo di cognizioni che applichiamo, tanto negli usi comuni della vita, quanto nei capolavori del genio, per cui l'uomo avvince e guida le forze del creato ad imprese grandiose.

E per ciò che riguarda la materia attuale gli scienziati di tutti i tempi, che hanno assegnato le leggi dei fenomeni della natura, hanno sempre inteso di descrivere con ciò i fenomeni come avvengono fuori di noi, e non l'alterazione provocata nei nostri organi sensitivi. Quando GALILEO assegna le leggi del moto, e quelle della caduta dei gravi, sa di parlare realmente dei corpi che si muovono e dei gravi che cadono. E tutti noi sappiamo che le cose avvengono realmente così. E quando l'artigliere ha puntato regolarmente il suo pezzo, di cui conosce la portata e il meccanismo, sa bene quale sarà la traiettoria del proiettile anche se non può seguirne con l'occhio la via.

E se l'astronomo prevede con una precisione mirabile i momenti dei contatti in un'eclisse, o dell'occultazione di una stella ciò avviene perchè le formole che egli applica sono l'espressione analitica di quel che si compie tante migliaia di chilometri lontano da lui.

15. - Le teorie matematiche dei fenomeni fisici

Vi è un senso vero nell'asserzione che le teorie matematiche dei fenomeni fisici sono una descrizione ideale dei fatti, ma un senso ben diverso da quello che i relativisti assumono.

Non parlo soltanto di ciò che riguarda la perfezione delle misure, la cui esattezza in pratica è necessariamente limitata dalle imperfezioni inerenti agli strumenti adoperati, e alle operazioni stesse delle misure. Mentre le formole permettono di raggiungere spesso una approssimazione tanto grande quanto si vuole, le applicazioni pratiche non consentono in generale che una approssimazione molto grossolana. È chiaro che il peso di un determinato corpo, in un punto determinato della superficie terrestre ha un valore fisso che non si altera, almeno in un breve periodo di tempo, ma è anche certo che se io mi provo a pesare quel corpo con una ottima bilancia e con tutta la diligenza che mi è possibile e fino alle più piccole frazioni a cui la bilancia è sensibile, e ripeto dieci volte la stessa pesata, probabilmente trovo dieci valori diversi. Ciò non dipende dal fatto che il peso realmente va cambiando, perchè i risultati ora sono più grandi ora più piccoli, senza regolarità, ma dalle imperfezioni dello strumento e dall'operatore.

Di più, anche nello stabilire delle leggi teoriche d'un fatto la cui natura è ben nota, il fisico necessariamente trascura tante cause secondarie che influiscono anche esse nel fenomeno e che, o sfuggono al cercatore, o egli consapevolmente trascura, per poter assegnare una legge. Tutte quelle cause fisiche secondarie, la cui natura non è conosciuta allo scienziato, fanno sì che il fenomeno non si adatti perfettamente alla legge teorica. Se con un cannone perfettissimo un abile tiratore, in circostanze apparentemente identiche, ripete cento volte lo stesso tiro, difficilmente due proiettili colpiscono esattamente lo stesso punto. I bersagli ottenuti saranno distribuiti in una zona più o meno vasta, saranno più frequenti verso la parte centrale di quella zona, e il matematico sa anche assegnare la legge di distribuzione statistica dei punti colpiti intorno al punto ideale che avrebbe dovuto esser colpito sempre. L'influenza incognita di queste cause che sfuggono all'osservatore è anche essa dominata da leggi che costituiscono l'oggetto d'un capitolo molto importante della teoria delle probabilità.

Ma il fisico si occupa spesso di fenomeni che procedono da una causa che egli ancora non conosce. Egli si limita dapprima a

studiare i fatti, a scrutare la loro connessione con le circostanze visibili, riesce spesso ad esprimere con formole le relazioni che passano tra le grandezze che intervengono, pur non conoscendo la natura del fenomeno. Dalla conoscenza dei fatti egli cerca di ricostruire in una forma ideale il processo occulto che sfugge alle sue ricerche, immagina quello che si dice un *modello* del fenomeno, ed esamina se il modello che egli costruisce corrisponde ai fatti che osserva. Si dice allora che il fisico crea una *teoria* del fenomeno. A mano a mano che egli scopre nuove proprietà nei fatti esterni egli delinea nuovi particolari nel suo modello teorico, o modifica quelli che vi avea introdotto. Ma la sua ricostruzione è ancora una ricostruzione ideale. I fatti potranno confermarla o trasformarla.

BOYLE e MARIOTTE avevano scoperto la legge con cui si comprimono i gas, e aveano asserito che il prodotto della pressione per il volume resta costante. Di questo fatto non assegnarono la ragione, la natura del gas era incognita, se ne conoscevano solo alcune proprietà. Più di mezzo secolo dopo DANIELE BERNOUILLI disse che le proprietà che si conoscevano nei gas si potevano spiegare se si ammetteva che una massa gassosa fosse costituita da un numero grandissimo di particelle materiali piccolissime che si agitassero in tutte le direzioni con una velocità media costante, e la pressione che il gas esercitava sulle parti del vaso che lo conteneva si assumesse come la somma di tutti gli urti che queste particelle venivano a dare sul vaso rimbalzando. Era una ricostruzione ideale del meccanismo occulto che non si rivelava che per la legge della pressione e per le altre proprietà di espansione e di elasticità dei gas. Ed era la prima forma rudimentale di quello che oggi costituisce la *teoria cinetica* dei gas. Il modello proposto dal BERNOUILLI fu fecondo. È andato via via perfezionandosi con le nuove scoperte ed ha acquistato sempre più fiducia dalla conferma dei fatti. Oggi alla distanza di quasi due secoli da BERNOUILLI non siamo ancora in grado di vedere le molecole di cui sono costituiti i gas, nè di dare una dimostrazione diretta della teoria, ma siamo tutti persuasi che la teoria cinetica dei gas è sulla buona via per rivelarci la vera natura di essi, perchè corrisponde molto bene ai fatti esterni oggettivi.

Una teoria che non fosse capace di descriverci i fatti esterni del mondo reale non può essere una *teoria fisica*; potrà essere una *teoria matematica* e non senza qualche utilità.

16. - La teoria della relatività non è una teoria fisica

Il senso che intendo di dare qui al nome di teoria fisica è questo: teoria fisica è quella che descrive uno stato di cose possibile. Questo stato si avvicinerà più o meno allo stato reale che non si conosce, ma deve sempre rappresentare un modo di essere possibile. Se questa possibilità non esiste si potrà avere una teoria rappresentativa ideale, non esprimibile se non in forma matematica.

La teoria della relatività non è una teoria fisica nel senso detto. Quando il MINKOWSKI costruisce il suo continuo a quattro dimensioni edifica un castello la cui natura è completamente fuori del campo sperimentale.

L'esperienza quotidiana ci ha condotto al concetto di spazio e a quello di tempo così distinti tra loro che non sappiamo in nessun modo confonderli. E gli scienziati di tutti i tempi non solo non hanno trovato mai necessario di assimilare i due concetti in uno, ma anzi hanno riconosciuto sempre necessario il distinguerli. L'universo del MINKOWSKI è costituito di punti e eventi distribuiti in un reticolato a quattro dimensioni; materia e reticolato che non possono esistere se non nel concetto e a cui non corrisponde nulla di reale nel mondo esterno.

E quando EINSTEIN sopprime nell'universo la materia e le forze con le loro leggi, abbatte tutto l'edificio scientifico, che con grande fatica gli scienziati di tutti i tempi erano andati costruendo col materiale dato dai fenomeni sensibili, per sostituirvi alcune proprietà dello spazio.

Perchè il principio di equivalenza di EINSTEIN fosse legittimo bisognerebbe conoscere tutta la natura di ciò che si vuol sostituire. Ora, per consenso di tutti, noi non conosciamo nè la natura delle forze nè quella dei corpi, non ne conosciamo che le proprietà, anzi alcune proprietà soltanto. Non è dunque legittimo sopprimerle per sostituirvi quel poco che sappiamo, perchè potremmo trascurare così molti coefficienti tutt'altro che trascurabili.

Si è detto che è inutile parlare di forze e di materia quando non le conosciamo, e val meglio parlare di proprietà dello spazio. Ma appunto perchè non le conosciamo, non possiamo sostituirle come non possiamo rappresentarle. E anche quanto alla maggiore facilità di chiarezza non so se sia più chiaro il concetto dello spazio di MINKOWSKI o quello di forza e di materia che ci sono ormai familiari.

Questa ricostruzione relativista dell'universo potrà dunque avere qualche somiglianza col mondo esterno ma nulla più; il con-

retto reale della natura non vi si trova, e quindi tutte le deduzioni che se ne possono fare restano in un campo irreali, e, in una rappresentazione a cui l'esperienza non può giungere.

Con lo spazio di MINKOWSKI e il principio di equivalenza di EINSTEIN si esula dal mondo reale per trasportarsi a vivere in uno irreali; per tornare al mondo fisico con le deduzioni della teoria della relatività si richiede gettare un ponte che ricopra l'abisso che sta tra l'uno e l'altro mondo.

Tutto ciò non significa che la nuova teoria non possa dare qualche buon risultato, ma significa, come confessano anche i relativisti, che essa non sa dirci niente della vera natura delle cose.

E in questa conclusione siamo concordi; dove non si può convenire è nell'asserzione dei relativisti che noi non potremo mai saper niente della natura delle cose e dei fatti perchè l'uomo non conosce se non ciò che egli crea in sè stesso; secondo noi l'uomo è dotato dalla natura di facoltà che gli permettono di conoscere il mondo esterno, e di risalire dalla cognizione dei fenomeni alla ricerca e alla conoscenza delle cause.

17. - La soluzione einsteiniana è una soluzione relativa

Ma importa esaminare più da vicino il processo relativistico per formarsi una giusta idea del valore che la teoria può avere almeno nel campo di ricostruzione ideale del mondo esterno.

Il punto di partenza della relatività è stato il risultato negativo delle esperienze che tendevano a mettere in rilievo il moto della terra in seno all'etere. Sul valore di queste esperienze gli scienziati non sono ancora concordi. Certo le esperienze di MICHELSON e MORLEY, e quella del MAJORANA furono condotte con singolare abilità e diligenza. Disgraziatamente sono esperienze che non possono rivelare che effetti di secondo ordine come si è già detto. Se si riuscirà a trovare una causa dell'esito negativo, o se si riuscirà a stabilire altre esperienze che conducano allo stesso scopo non so, ma non se ne deve disperare, nè si deve credere impossibile poter ricorrere a sorgenti luminose extraterrestri che permettano la ricerca di effetti di primo ordine.

In ogni modo l'asserire che noi non potremo mai giungere a riconoscere il moto della terra rispetto all'etere, ed anche, più in generale, il moto vero de' corpi, è una conclusione più ampia delle premesse.

Ma supponiamo che un'analisi completa del problema ci con-

duca a quella conclusione, non già per il solo esito sperimentale, ma per le condizioni stesse in cui ci troviamo, e se si vuole per la natura stessa del moto assoluto che apparisce inafferrabile sperimentalmente. In questo caso gli studi del LORENTZ ci dicono quale è il grado di incertezza che si introduce nelle nostre misure. Tanto le lunghezze che i tempi vengono alterati secondo un rapporto da 1 a $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$.

Abbiamo già accennato altrove al valore reale di questo raccorciamento. Si tratta in generale di correzioni che sono molte più piccole di quella precisione che si può raggiungere nelle misure, e quindi praticamente una correzione illusoria per la maggior parte dei casi; ciò non giustificherebbe certo il trascurarle, perchè, per quanto piccole, ci sono dei fenomeni in cui diverrebbero sensibili nelle formole, ma rende illusoria ogni verifica di natura sperimentale.

Inoltre bisogna portar l'attenzione sul significato del rapporto di raccorciamento. Il vero termine correttivo è dato dal quadrato del rapporto tra la velocità del corpo che si considera e quella della luce. Qualunque sia il fenomeno di cui si tratta il denominatore di quel rapporto è sempre la velocità della luce, mentre il numeratore varia col sistema. Ciò è evidentemente connesso con qualche circostanza fisica, o del fenomeno, o del metodo di osservazione. Nel fenomeno spesso non entra in alcun modo la velocità della luce, ma per ciò che riguarda il metodo di osservazione ogni volta che dobbiamo fare misura di spazi e di tempi dobbiamo ricorrere a fenomeni luminosi. Ed è appunto per questo che le nostre misure sono influenzate dalla velocità della luce, perchè non possiamo fare astrazione del tempo impiegato dal fenomeno luminoso per raggiungere l'osservatore, e non possiamo calcolare con certezza questo tempo non conoscendo il moto vero del sistema rispetto al mezzo di trasporto della luce.

Se invece della luce potessimo servirci di un mezzo straordinariamente più rapido, il termine correttivo diventerebbe straordinariamente più piccolo.

Ciò significa che la teoria della relatività è a sua volta *relativa* alle condizioni in cui ci troviamo e alla necessità in cui siamo di servirci di fenomeni luminosi, o in generale di fenomeni elettromagnetici, in tutte le misure che facciamo.

Perchè la teoria della relatività potesse divenire una teoria assoluta delle leggi fisiche si richiederebbe che questa seconda relatività distruggesse la precedente. Ma niente ci autorizza a questa asserzione.

E la teoria generale della relatività non soltanto introduce quel coefficiente come termine correttivo, ma lo stabilisce anzi come punto di partenza per una estensione di concetto molto più ampia. Ora il fondamento sperimentale di cui noi possiamo disporre, anche quando sia accettato integralmente, non ci autorizza ad applicare il concetto della contrazione se non per le velocità dell'ordine di quelle della terra. Un estenderne la validità a tutte le velocità possibili è una *estrapolazione* non giustificata.

Ciò che diverrebbe legittimo accettando i risultati della esperienza è solo la necessità di introdurre un termine correttivo nelle equazioni della meccanica. Ed è in questo senso che molto giustamente il LEVI-CIVITA ha tentato di modificare le formule che si riferiscono ai principi fondamentali della meccanica. Questa via di soluzione, che ha già dato buoni risultati anche nel senso della forma invariante che bisogna dare alle equazioni, è forse l'unico metodo legittimo di usufruire di ciò che vi è di giusto nei concetti relativistici.

18. - Il contributo dei fatti

A favore della teoria stanno i risultati che finora ha dato e che sembrano avere avuto una conferma dai fatti. Questi risultati si riducono alla curvatura dei raggi luminosi nel passare in vicinanza di un corpo attraente, nello spostamento delle strie luminose da un campo gravitazionale ad un altro, e lo spostamento della linea degli apsi nel moto planetario.

Quanto alla prima la teoria di EINSTEIN non dice una cosa veramente nuova. La curvatura di raggi di luce in vicinanza di un corpo attraente come il sole si deduce anche dalla meccanica newtoniana. La differenza può essere solo nella grandezza della deviazione. È noto che per un raggio di luce che viene da una stella e passa in vicinanza del sole la deviazione dedotta con la meccanica classica è di $0",87$, mentre la teoria einsteiniana l'assegna ad $1",47$ (1).

L'eclisse del 1919 sembra confermare questa seconda cifra piuttosto che la prima. Su questa coincidenza della cifra di EINSTEIN con quella data dalla esperienza non tutti sono tranquilli, in ogni modo una sola prova sperimentale, in quelle difficoltà con cui si deve trattare, non sembra sufficiente. Ma supponiamo che realmente la teoria newtoniana non basti e il fenomeno si adatti real-

(1) v. O. Klotz. Journ. of. t. R. Astr. S. Canada. ag. sett. 1920. Altri calcolatori hanno dato recentemente valori più grandi per l'effetto newtoniano.

mente alla formola einsteiniana. La teoria in questo caso renderebbe un vero aiuto. Ma quale aiuto? Se domandiamo ad un relativista come va il fenomeno, egli ci può rispondere che il fenomeno è regolato dalla formola relativistica, se domandiamo il perchè ci risponderà che la causa sta nella curvatura dello spazio, se insistiamo ancora nella causa della curvatura ci dirà che è dovuta al fatto che la grandezza T della formola di EINSTEIN è diverso da zero nei punti per cui passa la luce, e più oltre non può dire. Evidentemente il filosofo naturale non può contentarsi qui. La teoria avrebbe saputo segnalare un fatto senza potercene dire la natura. E ciò perchè la teoria non descrive il mondo fisico esterno ma una concezione ideale di esso. Il fisico però indirizzato dalla formola relativistica sa di dover cercare la causa di una deviazione più grande di quella che conosceva. E potrà, per esempio, supporre che in vicinanza di una forte massa attraente il mezzo che trasmette le vibrazioni luminose subisce una condensazione o qualche cosa di simile. La teoria avrebbe sempre reso qualche vantaggio.

Per ciò che riguarda lo spostamento delle strie luminose, che la teoria fa prevedere, l'esperienza non ha ancora dato nessuna risposta definitiva di verifica. Anche attualmente si sta studiando la questione: si tratta di frazioni piccolissime di ångström e quindi non deve far meraviglia se il decidere è difficile.

L'altra conseguenza dello spostamento dell'asse dell'eclisse descritta da un pianeta non rivela un fatto nuovo; il fatto si conosceva e le misure sono nelle tavole del LEVERRIER. La teoria relativistica coincide qui con il fatto, mentre la teoria classica no. Ma anche qui a chi cercasse la causa del fatto il relativista non può rispondere che allo stesso modo che nel caso della deviazione della luce, ossia senza poter assegnar la causa fisica del fenomeno. In realtà dunque un progresso vero non c'è, il fenomeno era conosciuto, la causa ci sfugge ancora.

Il contributo che sembra portare la teoria della relatività generale considerata anche solo come teoria matematica, come strumento di ricerche, è ancora problematico, mentre quello che vorrebbe portare come teoria fisica è completamente illusorio.

In questi ultimi due anni si è discusso molto sul valore da assegnare alla teoria di EINSTEIN, specialmente in Germania e in Inghilterra. Tanto tra i fisici quanto tra i filosofi non mancano sostenitori come non mancano oppositori. Tra i filosofi i sostenitori della nuova teoria sono sempre quelli che negano nell'uomo la capacità di riconoscere il vero dei fatti del mondo esterno. Tra i fi-

sici il JEANS dice che l'espressione del ds che definisce lo spazio einsteniano può interpretarsi, o come elemento di linea in uno spazio curvo, o semplicemente come una espressione algebrica convenzionale senza interpretazione fisica, e chiaramente asserisce che questo secondo modo è da preferirsi. E per ciò che riguarda il valore della teoria, anche in forma matematica, dice che la teoria non può dire come e perchè le cose in natura vadano così, ma non fa che limitare i tipi dei fenomeni possibili.

Questo giudizio di un autore così competente ha certo un'importanza grande. La teoria della relatività di EINSTEIN è certo un mirabile edificio analitico e rivela un genio non comune nell'architetto che lo ha elevato. Ma non è una descrizione matematica del mondo reale, è una ricostruzione ideale che non fotografa il mondo esterno, ma ne stilizza quel che può essere riprodotto in una immagine necessariamente limitata. E come immagine può avere il valore di guida nelle ricerche, specialmente nel senso indicato dal JEANS.

19. - Spazio, moto, tempo

Ho già accennato altrove che l'errore fondamentale che si riscontra nel pensiero relativistico è il nuovo concetto di spazio e di tempo, che non viene dedotto dai fenomeni esterni ma si elabora nell'intelletto. Per il KANT questi concetti sono rappresentazioni a priori che si presuppongono a tutte le percezioni; per i relativisti il nuovo concetto non può dirsi a priori perchè fino al secolo ventesimo i filosofi ed i fisici non aveano trovato nella loro mente questa idea primitiva dello spazio minkowski-einsteniano, è però sempre una elaborazione puramente intellettuale. Il punto debole di tali concetti subbiettivi sta nella loro instabilità. Quel che oggi hanno fatto MINKOWSKI ed EINSTEIN potranno domani fare altri ingegni fecondi, e l'esempio può divenire contagioso.

Una filosofia perenne, tramandata dai maestri antichi e confermata attraverso più di venti secoli, riconosce che i concetti di spazio e di tempo sono bensì astratti, ma hanno il loro fondamento nei fenomeni esterni a noi e che noi percepiamo con i nostri sensi. Sicchè può dirsi che lo spazio e il tempo hanno un significato reale nel mondo esterno anche indipendentemente dalla nostra percezione.

Chiamiamo spazio l'estensione occupata dai corpi o capace di essere occupata.

Sarà spazio reale l'estensione reale dei corpi, possibile quella in cui i corpi potrebbero essere. Ma se passiamo ad una estensione reale definita da un corpo esistente, e lo immaginiamo prolungato all'infinito in tutte le direzioni, abbiamo così il concetto di uno spazio assoluto, concetto che non corrisponde ad una realtà esistente, ma che ha fondamento in una realtà esistente.

Il *moto* in generale è il procedere di un ente da uno stato ad un altro, od anche l'acquistare una certa determinazione con continuità. Quando diciamo che un corpo è in moto da un luogo ad un altro, ciò che si dice *moto locale*, intendiamo uno speciale modo di essere di quel corpo per cui esso va prendendo posizioni diverse nello spazio.

Quello che chiamiamo modo di essere del corpo, si potrebbe anche dire stato del corpo se l'apparente antitesi non fa confusione; e coincide con quello che i filosofi chiamano *qualità* del corpo.

Il moto di un corpo non è dunque il trovarsi successivamente del corpo in posizioni diverse, ma è un determinato modo di essere del corpo, od una sua qualità, od un suo stato. Il successivo occupare posizioni diverse è un effetto di quello stato.

Si può anche attribuire un nome a questo stato del corpo, per esempio, il nome di *forza viva*, e dire che un corpo è in moto quando possiede una certa quantità di forza viva. In questo modo si viene a dare al nome di forza viva un senso più ampio di quello che vi si attribuisce nella meccanica.

Noi non sappiamo definire lo stato di moto di un corpo, è per questo che sogliamo descriverne soltanto un effetto, questo successivo cambiamento di posizione; ma il concetto di moto in se stesso resta ben distinto dal concetto dell'effetto assegnato. Se non è possibile riconoscere il cambiamento di posizione del corpo ciò non ci autorizza a dire che quel corpo non si muove.

Il *moto assoluto* di un corpo è quello definito dalla forza viva che esso possiede. Per poter definire questo moto bisognerebbe potersi riferire ad un corpo assolutamente fermo, o, ciò che equivale, poter riconoscere i diversi punti dello spazio immobile in cui si muove. Poichè questo non si sa fare, e d'altra parte lo stato di moto del corpo non ci si rivela quale è in se stesso, così non si conosce il moto assoluto dei corpi se non in definizione.

Supponiamo che il moto in un corpo produca non solo l'effetto esterno del trovarsi successivamente in posizioni diverse nello

spazio ma anche una modificazione interna, per esempio, una contrazione del tipo di quella di LORENTZ-FITZGERALD, oppure una orientazione dei corpuscoli, o della loro orbita, determinata dalla direzione del moto. Qualche fenomeno di questo genere molto probabilmente esiste ogni volta che un corpo si muove in seno ad un altro, per esempio, in seno all'etere. In questo caso si potrà giungere a mettere in vista il moto d'un corpo anche indipendentemente dalla posizione che ha rispetto agli altri corpi. In ogni modo il moto dei corpi è una realtà fisica indipendente dalla nostra percezione, ed è tanto certo che esiste un moto vero, assoluto, quanto è certo che esiste qualche moto.

La questione del moto assoluto non è una questione di oggi, si discuteva anche ai tempi di NEWTON. Egli si proponeva il quesito se sia possibile giungere a conoscere il moto assoluto dei corpi e nello Scholion che segue la definizione 8^a nel libro primo dei suoi *Principia*, dice che la cosa è difficilissima, perchè le parti dello spazio immobile nel quale i corpi si muovono non cadono sotto i nostri sensi. Ma aggiunge che la causa non è disperata. Perchè esistono argomenti, parte dai moti apparenti che sono differenze dei moti veri, parte dalle forze che sono cause ed effetto dei moti veri. E altrove suggerisce qualche artificio che in alcuni casi può guidare nella ricerca. Il BOSCOVIC in ciò non conviene col NEWTON, ma il BOSCOVIC partiva da un concetto di spazio molto diverso da quello di NEWTON.

Queste discussioni, come si vede, non versavano sull'esistenza o meno del moto assoluto dei corpi, ma soltanto sul modo di metterlo in vista.

Il concetto di spazio assoluto, e di moto assoluto sono senza dubbio concetti astratti, ma l'astrazione suppone i fatti esterni da cui i concetti si deducono, e astrazione non è soggettivismo.

Soggettivismo è il negare, o l'affermare, o definire qualche cosa a cui non corrisponda una realtà esterna, ma che è elaborata solo nell'intelletto. La realtà esterna è indipendente dalla conoscenza che noi ne abbiamo, ciò che il soggetto introduce di proprio nei concetti reali è il modo con cui percepisce la realtà esterna, non l'essenza loro e il loro modo di agire. E la verità del concetto consiste nella corrispondenza tra l'immagine che noi ci formiamo delle cose e le cose stesse.

Qualche cosa di analogo e quello che si dice per il moto si può ripetere per il tempo. Ma il grado di realtà del tempo può dirsi inferiore a quello del moto. Il moto è una proprietà dei corpi,

il tempo è una proprietà del moto. Il concetto di tempo sorge dalla possibilità di distinguere nel moto il primo e il dopo ossia la successione degli stati.

Il concetto di tempo si riscontra anche in altri moti che non siano moti locali, di cui fin qui si è parlato. Moto in un senso più esteso è qualunque procedimento da uno stato ad un altro; moto *locale* il procedere da una posizione dello spazio ad un'altra; moto *fisico* da uno stato ad un altro, per esempio da una temperatura ad un'altra; moto *chimico* quello connesso con una trasformazione; moto *sensitivo* connesso con una percezione; moto *intellettuale* quello con cui si perviene alla conoscenza di qualche cosa, per esempio, per conclusione, per induzione; moto *volitivo* l'acquistare un desiderio o un'avversione e simili.

Anche i fatti intellettuali nostri sono disposti nel tempo ed io posso distribuire l'ordine con cui sono pervenuto ad una conclusione speculativa deducendola da varie premesse, e riconoscere così il prima e il dopo, ciò che costituisce il tempo.

Può dirsi in generale che esiste un tempo dovunque esista un moto.

Anzi si vuol definire il tempo come la misura del moto, perchè esso ordina la successione degli stati intermedi tra quello di partenza e quello di arrivo; e poichè il modo di misurare questa successione varia da un moto all'altro così anche la natura del tempo varia da un moto all'altro.

Se ci limitiamo ad una sola specie di moto, quello locale di cui qui ci occupiamo, la successione delle posizioni che il corpo prende costituisce un tempo, quello che i filosofi chiamano *tempo intrinseco*. Ma non si avrà una misura propriamente detta se non paragonando quella successione nel tempo a quella di un altro moto scelto come campione, ed è quello che si chiama *tempo estrinseco*. Noi sogliamo misurare il tempo ricorrendo al moto uniforme di una sfera nell'orologio, o al moto della terra.

Partendo dalla conoscenza di un moto reale, che definisce in se stesso un tempo reale, si può immaginare prolungato in infinito il moto, tanto nel senso negativo risalendo nel tempo, quanto nel senso positivo, e avere così il concetto di tempo assoluto ed eterno, perchè nel concetto non c'è incluso alcun limite.

I vari moti esistenti in luoghi diversi possono pensarsi come riferiti ad un moto uniforme e continuo che può essere la misura comune del tempo. La scelta di questo moto non ha importanza nel concetto di tempo. Quello che importa è che tutti i moti si possano riferire a quello. Se questo riferimento non può essere

fatto dagli uomini ciò non implica una impossibilità assoluta della misura con un tempo unico, ma soltanto la limitatezza dei nostri mezzi di osservazione. Anche qui il concetto deve descrivere le cose non quello che noi riusciamo soltanto a vedere.

Bisogna notare subito una differenza essenziale tra il concetto di spazio e quello di tempo. Un punto materiale in moto può passare più volte per uno stesso punto dello spazio ma non può passare più volte per uno stesso punto del tempo.

Riferendosi tutti i moti esistenti ad uno che ne sia la misura comune nel tempo il concetto di *s i m u l t a n e i t à* di più fenomeni resta individuato senz'altro; quello di durata richiede che si fissi una unità di intervallo.

20. - L'osservatore Alfa

Possiamo concretare questi concetti riferendoci a ciò che conosciamo come esistente.

Chiamiamo *universo* l'insieme di tutti i corpi esistenti. Questo tutto è necessariamente limitato perchè è limitato tutto ciò che è contingente; e trattandosi di corpi una figura non limitata non è neppure determinata. Per studiare ciò che avviene nell'universo dobbiamo sopprimere le limitazioni inerenti alla nostra incapacità di osservazione, perchè questi sono inerenti all'osservatore, non alle cose. Pensiamo dunque ad un osservatore, di una capacità straordinariamente superiore alla nostra che viva fuori dell'universo, e non influisca in niente in tutti i fenomeni che vi si compiono, ma possa vederli come se fosse immediatamente presente a ciascuno, ossia non si richieda il trasporto del fenomeno luminoso che glielo fa vedere, e quindi non passi alcun tempo, neppure minimo, tra il compiersi del fenomeno e il percepirlo. Per semplicità lo chiamerò l'osservatore Alfa. Egli vede l'universo intero, che necessariamente ha una forma essendo limitato. Esisterà necessariamente un *b a r i c e n t r o* dell'universo e l'osservatore Alfa può riconoscerlo.

Non esistendo altri corpi fuori dell'universo il baricentro sarà o assolutamente fisso o in moto uniforme rettilineo. L'osservatore potrebbe accorgersene forse, ma non sappiamo dir niente per scegliere l'una o l'altra ipotesi. Quello che è certo è che, se anche esistesse il moto di traslazione dell'universo, questo non avrebbe nessuna influenza nè nel moto nè negli altri fenomeni dei corpi che fanno parte dell'universo.

Non porterebbe neppure quegli effetti che potrebbero esistere

nei corpi e che sono dovuti o al fatto che essi si muovono in mezzo ad un altro corpo o che si cambiano col moto le forze agenti.

L'esistenza di quel moto non avrebbe dunque alcun significato di quelli che possiamo pensare. Di più non potrebbe essere causato dalle forze interne, che non agiscono che fra i corpi, e alle quali sono connesse reazioni eguali e contrarie.

Una causa esterna non può esistere se non fosse causa estranaturale, ma un'azione di questa causa non avrebbe ragione d'esistere perchè sarebbe un'azione evidentemente superflua.

Possiamo dunque escludere l'esistenza di un moto traslatorio dell'universo che in qualunque ipotesi non avrebbe influenza sui fenomeni nostri.

Allo stesso modo che il moto traslatorio si può escludere anche un moto rotatorio dell'insieme per il quale valgono le stesse osservazioni che per l'altro.

I moti interni dei corpi che costituiscono l'universo permettono all'osservatore Alfa di assegnare tre assi fondamentali di riferimento partendo dal baricentro e dal piano principale d'inerzia, con qualche semplice convenzione.

Il moto dei corpi rispetto a questi tre assi può bene essere considerato come assoluto.

L'osservatore Alfa oltre che scegliere un sistema unico di riferimento può anche scegliere una misura unica del tempo. Fra i tanti moti esistenti nell'universo potrà scegliere il moto periodico di rivoluzione di un'astro. Esisteranno vari sistemi subordinati, satelliti che ruotano intorno ai pianeti, questi intorno ai loro soli, i soli potranno ruotare intorno a posizioni di equilibrio nella famiglia di soli o nella nebulosa a cui appartengono, ma il procedimento è certo limitato e i sistemi principali non potranno avere che traiettorie immediatamente connesse col baricentro dell'universo. Uno qualunque di questi moti potrebbe servire come misura del tempo, ma evidentemente è più ragionevole scegliere un sistema principale piuttosto che uno subordinato, perchè quello ha senza dubbio un grado di stabilità superiore all'altro. Riferendosi al moto di questo sistema, o meglio a quello del suo centro, l'osservatore Alfa, per la proprietà che gli abbiamo assegnata, potrà misurare nel tempo il moto di tutti gli altri corpi. Questa misura del tempo è anche misura di intervallo fra un'istante ed un altro, perchè per giudicare della contemporaneità dei fenomeni l'osservatore non ha bisogno di alcun artificio.

Il tempo che così misura l'osservatore Alfa si può legittima-

mente assumere come tempo *assoluto*, o meglio come tempo *universale* perchè si applica contemporaneamente a tutti i moti esistenti nell'universo.

In tutto questo non si è dovuta fare nessuna ipotesi speciale per i corpi e per i fenomeni dell'universo, l'ipotesi sta soltanto nell'esistenza dell'osservatore Alfa, esistenza che come s'è detto non influisce in nessun modo sui fatti e sulle cose dell'Universo. L'osservatore Alfa è un *osservatore*, non un *attore*, egli vede ciò che avviene, ma lo vede per una percezione immediata, in qualunque punto dell'universo il fenomeno si compia, e senza che si richieda tempo nè per la propagazione nè per la percezione.

Il moto che l'osservatore Alfa vede, nello spazio occupato dei corpi e il tempo che misura con un moto esistente nell'universo è ciò che chiamo *il moto assoluto e il tempo assoluto dell'universo*. E poichè quei moti e quel tempo sono proprietà reali dell'universo, nel senso detto, così il moto assoluto e il tempo assoluto così definiti sono una *realtà* esistente nell'Universo; resta a vedere soltanto in qual modo quel moto e quel tempo possono essere percepiti.

L'osservatore Alfa si trova in condizioni privilegiate e non è un osservatore reale, o meglio non è un osservatore umano; si potrebbe dire un osservatore *superumano*.

Gli osservatori umani non percepiscono immediatamente i fenomeni nè lontani nè vicini, perchè anche i vicini richiedono per lo meno il tempo della percezione sensibile, il trasporto del senso esterno alla percezione interna.

Le condizioni di inferiorità in cui si trova l'osservatore umano, che per semplicità potrei chiamare osservatore *Omicron*, si riducono a queste due; egli non vede che una parte dell'universo, e i fenomeni che egli osserva giungono a lui dopo un certo intervallo di tempo variabile con le condizioni del fenomeno.

Perchè egli possa giungere alla conoscenza del moto assoluto e del tempo assoluto, che percepisce l'osservatore Alfa, si richiede che egli possa conoscere la distanza del punto in cui avviene il fenomeno e la velocità con cui se ne trasporta la visione.

Vediamo di studiare il modo con cui l'osservatore Alfa misura il moto per dedurre quel che manca all'osservatore Omicron. Egli si riferisce allo spazio euclideo perchè per lui non c'è nessuna ragione di curvatura nello spazio. Studia il moto dei singoli corpi e ne stabilisce la traiettoria. Per questo non ha bisogno che di determinare per un certo numero di punti la posizione del corpo rispetto agli assi di riferimento uscenti dal baricentro. Le distanze

del punto dagli assi le dovrà determinare con un fenomeno per es. un fenomeno ottico-elettromagnetico. La distanza di tempo che come tra l'istante in cui si compie un fenomeno in un punto fisso e quello in cui la perturbazione elettromagnetica arriva sul corpo in moto gli risulta perfettamente nota.

La velocità con cui la perturbazione si propaga ha potuto dedurla con esperienze analoghe a quelle che facciamo noi ed ha anche potuto decidere se e come la velocità è alterata dal moto relativo della sorgente e del corpo illuminato.

In sostanza, la capacità di vedere immediatamente i fenomeni fornisce all'osservatore Alfa il modo di decidere sulla velocità di propagazione delle varie forme di energia nei vari casi possibili, ed è appunto ciò di cui avremmo noi di bisogno per giungere a misurare i tempi e gli spazi con una misura unica, e pervenire così alla conoscenza del moto assoluto.

Noi ci serviamo della luce per controllare la propagazione del suono, così avremmo bisogno di una energia che si propaghi con velocità straordinariamente superiore a quella della luce per controllare la propagazione della luce. L'osservatore Alfa si trova in questa condizione privilegiata perchè per le sue prerogative è come se disponesse di una energia che si propaga con velocità infinitamente grande.

Quanto si è detto fin qui ha per iscopo di dimostrare che il moto assoluto e il tempo assoluto hanno un significato reale e quindi in se stessi sono conoscibili. Quindi l'impossibilità di misurarli non è assoluta, ma relativa soltanto alla limitatezza attuale dei nostri mezzi di osservazione. Questo stato di cose può giustificare l'introduzione di una teoria che permetta di fare astrazione dal moto assoluto e dal tempo assoluto, ma non può trattarsi che di teoria provvisoria. E sarebbe errore sviluppare una tale teoria e assegnare al mondo esterno le deduzioni teoriche che noi ne facciamo, specialmente quando queste sono in contrasto con i risultati già acquisiti nella conoscenza del mondo esterno.

Se quando si credeva la terra centro dell'universo si fosse costruita una teoria dinamica sufficiente per dar ragione dei fatti allora conosciuti, si sarebbe certo potuto assegnare equazioni e formole che si sarebbero accordate con i fatti, ma sarebbe stato errato il concludere che dunque le cose stavano realmente così.

Un errore simile stiamo commettendo noi se vogliamo attribuire alla odierna teoria della relatività un valore fisico che non ha e non può avere. Quelli che verranno dopo di noi potranno giustamente ridere della piccolezza delle nostre vedute.

Concludendo, la teoria generale della relatività di Einstein è un elegantissimo edificio matematico ma che non riproduce il mondo reale. I principi da cui parte, lo spazio di MINKOWSKI e il principio di equivalenza di EINSTEIN sono postulati che non hanno un fondamento sperimentale, ma derivano piuttosto da una concezione puramente soggettiva.

Come teoria matematica potrà anche rendere qualche servizio alla scienza, specialmente guidando le ricerche in un senso piuttosto che in un altro, ma come teoria fisica non può avere alcun valore, e finalmente come teoria filosofica è teoria demolitrice di ogni conoscenza del mondo esterno.