

Ernst Cassirer

La teoria della relatività di Einstein

Considerazioni gnoseologiche

Introduzione e note di Giulio Raio

Edizione integrale

La presente traduzione è stata condotta sulla prima edizione dell'originale tedesco
Zur Einsteinschen Relativitätstheorie. Erkenntnistheoretische Betrachtungen,
Bruno Cassirer Verlag, Berlin, 1921
Traduzione di Giulio Raio

Prima edizione: settembre 1997
Grandi Tascabili Economici Newton
Divisione della Newton & Compton editori s.r.l.
© 1981 Newton Compton editori s.r.l.
Roma, Casella postale 6214

ISBN 88-8183-756-0



Grandi Tascabili Economici
Newton

co. Dapprima potevamo essere stati dell'opinione che come esseri coscienti dovessimo avere come elementi necessari della nostra conoscenza una nozione assoluta del luogo in cui ci troviamo e della direzione in cui ci muoviamo. Ma questa opinione che, indubbiamente, fu quella di molti saggi dell'antichità, fu abbandonata sempre più nelle forme della rappresentazione fisica. Nello spazio non ci sono pietre miliari; una parte dello spazio è assolutamente uguale a ogni altra parte, così che non possiamo sapere dove siamo. Ci troviamo come su un mare senza onde, senza stelle, senza bussola e sole, senza vento e marea e non possiamo dire in quale direzione ci muoviamo. Non abbiamo nessun solcometro da poter calare per stabilire un calcolo; certo, possiamo determinare il grado del nostro movimento col confronto con oggetti vicini; ma non sappiamo come questi corpi si muovano nello spazio» [51, p. 92 s.]. Da questa disposizione all'*ignorabimus* nella quale la fisica si vedeva sempre più sprofondare, poteva liberarla solo una teoria che prendesse il problema alla radice: che, invece di modificare le soluzioni fin qui date, trasformasse nel fondamento la *posizione del problema*. La questione dello spazio assoluto e del tempo assoluto non poteva avere altra soluzione che quella che era già stata data per il problema del *Perpetuum mobile* e della quadratura del cerchio. La questione doveva trasporre dalla sua espressione puramente negativa in una espressione positiva, doveva essere trasformata da limite della scienza fisica in principio di questa scienza, se si voleva mettere in luce il vero contenuto filosofico che vi si nascondeva.

5. I CONCETTI DI SPAZIO E TEMPO DELL'IDEALISMO CRITICO E LA TEORIA DELLA RELATIVITÀ

Abbiamo fin qui tentato di comprendere e di valutare la teoria della relatività speciale e generale soprattutto nel suo significato fisico. In realtà è questo lo specifico punto di vista dal quale bisogna giudicarla — e le si rende un pessimo servizio, quando si cerca di tradurre precipitosamente i suoi esiti in risultati puramente «filosofici» o addirittura speculativi e metafisici. La teoria non contiene un solo concetto che non sia deducibile dagli strumenti concettuali della matematica e della fisica e completamente rappresentabile in esse; cerca soltanto di ottenere la piena *consapevolezza* di questa strumentazione concettuale, mirando a non presentare soltanto risultati della misurazione fisica, ma anche ad acquisire una chiarezza di principio, circa la forma di ogni misurazione fisica e le sue condizioni.

Ci muoviamo così nelle immediate vicinanze della teoria critico-trascendentale, che è orientata verso la «possibilità dell'esperienza»; ma, nonostante ciò, la sua tendenza generale resta separata da questa. La fondamentale concezione dello spazio e del tempo che la teoria della relatività sviluppa è e resta infatti — per usare il linguaggio della critica trascendentale — una dottrina dello spazio empirico e del tempo empirico, non dello spazio puro e del tempo puro. Su questo punto non è assolutamente possibile una diversità di opinioni: — e infatti sembra che tutti gli studiosi, che hanno messo a confronto la teoria kantiana dello spazio e del tempo con quella di Einstein e Minkowsky, siano giunti in sostanza allo stesso risultato¹. Dal punto di vista di un empirismo in senso stretto, si

¹ Cfr. specialmente *Natorp* [56], p. 392 ss., *Hönigswald* [33], p. 88

potrebbe tentare, tutt'al più, di negare la possibilità di una dottrina dello «spazio puro» e del «tempo puro». È innegabile, tuttavia, che una tale dottrina, in quanto sussista a buon diritto, dovrà essere indipendente da tutti i risultati della misurazione concreta e dalle sue condizioni peculiari. Se il concetto dello spazio puro e quello del tempo puro hanno in generale un senso legittimo determinato – si potrebbe dire così usando le espressioni della stessa teoria della relatività – questo senso deve restare invariante, rispetto a tutte le trasformazioni che subisce la dottrina della misurazione empirica dello spazio e del tempo. Tali trasformazioni potranno fare e faranno soltanto una cosa: ci insegneranno a tracciare più marcatamente i confini fra ciò che appartiene alla *critica* puramente filosofica, «trascendentale», dei concetti di spazio e tempo, e ciò che appartiene soltanto alle *applicazioni* particolari di questi concetti. Qui, in realtà, la teoria della relatività può rendere indirettamente un importante servizio alla critica della conoscenza in generale – proprio se si resiste alla tentazione di tradurre immediatamente i suoi principi in principi della critica della conoscenza.

La stessa dottrina kantiana dello spazio e del tempo è sorta, in buona parte, sul terreno dei problemi fisici e, fin dall'inizio, al centro dell'interesse di Kant era la controversia che fu condotta nel campo della scienza naturale del diciottesimo secolo sull'esistenza dello spazio assoluto e del tempo assoluto. Prima di avvicinarsi come filosofo critico ai problemi dello spazio e del tempo egli considerò le differenti e antitetiche soluzioni con le quali la fisica del tempo tentava di venire a capo di queste questioni. Rispetto alla opinione accademica dominante egli, fin dall'inizio, si pone, su questo punto, sul terreno della concezione relativista. Nei *Neuen Lehrbegriff der Bewegung und der Ruhe* [Nuova dottrina del moto e della quiete] del 1758, l'allora trentaquattrenne Kant afferma con determinazione il principio fondamentale della relatività di

ss.; Frischeisen-Köhler [26], p. 323 ss.; e recentemente Sellien [81], p. 14 ss..

ogni movimento e da qui attacca la formulazione tradizionale del principio di inerzia. «Comincio ora a intendere che nell'espressione di moto e di quiete mi manca qualcosa». Così afferma, dopo aver esposto con noti esempi la difficoltà del concetto di «moto assoluto». «Non devo mai dire che un corpo è in quiete, senza aggiungere riguardo a quali cose, e neppure affermare mai che esso si muova, senza dire, nello stesso tempo, gli oggetti riguardo ai quali esso muta relazione. E per quanto io volessi immaginarmi anche uno spazio matematico, vuoto d'ogni cosa creata, come ricettacolo dei corpi, pur non ne sarei aiutato in nulla. Giacché come ne distinguerei le parti e i luoghi diversi, non occupati da nulla di corporeo?» [35, II, p. 19]². Ma Kant successivamente non si è mantenuto fedele alla norma qui affermata così risolutamente e della quale un fisico moderno ha detto che meriterebbe di essere incisa a lettere di bronzo in ogni aula di fisica³. Aveva respinto il concetto di forza di inerzia, di «*vis inertiae*»; si era rifiutato di «versare nel mulino del sistema dottrinario wolffiano o di qualche altro sistema famoso» le proprie idee sui principi fondamentali della meccanica. Ma se, da una parte, si opponeva all'autorità dei filosofi dominanti, dall'altra, a lungo andare, non poté sottrarsi all'autorità dei grandi fisici matematici del suo tempo. Nel *Versuch, den Begriff der negativen Größen in die Weltweisheit einzuführen* [Tentativo per introdurre nella filosofia il concetto delle quantità negative] del 1763 si pone dalla parte di Euler per sostenere con lui la validità dei concetti newtoniani di spazio assoluto e tempo assoluto – e ancora sei anni dopo, nella dissertazione sul fondamento primo della distinzione delle regioni nello spazio (1769), tenta di sostenere la prova dell'esistenza dello spazio assoluto che Euler aveva tentato di dedurre dai principi della meccanica, attraverso un'altra considerazione, di ordine puramente geometrico, che doveva «fornire (...) ai geometri una persuasiva ragione per

² I. KANT, *Scritti precritici*, cit. p. 77 [N.d.T.].

³ Streintz [82] p. 42.

poter affermare, con l'evidenza loro abituale, la realtà del loro spazio assoluto» [35, II, p. 394]⁴. Certo, è questo solo un momento dello sviluppo del pensiero di Kant: un anno dopo, infatti, nella dissertazione inaugurale del 1770, ha già compiuto la svolta critica decisiva sul problema dello spazio e del tempo. A partire da questa svolta, il problema si configura in modo del tutto nuovo: è trasposto dal terreno della fisica al terreno della «filosofia trascendentale» e deve essere trattato e risolto secondo i suoi principi generali.

La filosofia trascendentale, tuttavia, non ha a che fare immediatamente con la realtà dello spazio e del tempo — sia che questa realtà venga intesa in senso metafisico sia che venga intesa in senso fisico — ma si interroga sul *significato* oggettivo di entrambi i concetti per la struttura complessiva della nostra conoscenza empirica. Essa non tratta più spazio e tempo come «cose», ma come «fonti di conoscenza». Non vede in essi oggetti, in sé sussistenti, che sono in qualche modo e dei quali possiamo impadronirci attraverso l'esperimento e l'osservazione, ma «condizioni della possibilità dell'esperienza», dell'esperimento stesso, della osservazione stessa che non si possono più intuire come cose. Ciò che — come lo spazio e il tempo — rende possibile la posizione degli oggetti, non ci può mai essere dato come oggetto particolare, nella sua differenza dagli altri. Le «forme» della esperienza possibile — le forme dell'intuizione come le forme dei concetti puri dell'intelletto — infatti non si danno mai come *contenuti* dell'esperienza reale. Piuttosto, l'unico modo in cui si possa esprimere e rappresentare una qualche «oggettività» di queste forme è che esse conducono a determinati *giudizi* ai quali dobbiamo attribuire il valore della necessità e della universalità. In tal modo, per la prima volta, è indicata la direzione nella quale è possibile, d'ora in poi, porre il problema di un'oggettività dello spazio e del tempo. Chi vuole vedere un assoluto correlato cosale per entrambi, va in cerca di

⁴ I. KANT, *Scritti precritici*, cit. p. 435. [N.d.T.].

ombre. Infatti tutto il loro «essere» sta nel significato e nella funzione che essi hanno per la totalità di giudizi che chiamiamo scienza, geometria o aritmetica, fisica matematica o empirica. Ciò che all'interno di questa connessione essi rappresentano come presupposti è perfettamente determinabile attraverso la critica trascendentale; ciò che sono come cose in sé, è un problema inutile, in fondo, inintelligibile. Questa concezione ~~fondamentale~~ già è presente, in modo chiaro, nello scritto inaugurale. Già qui uno spazio assoluto e un tempo assoluto che abbiano un'*esistenza* indipendente dai corpi empirici e dagli eventi empirici, sono respinti come cosa impossibile, come una semplice illusione concettuale (*inane rationis commentum*). Entrambi, spazio e tempo, significano solo una determinata legge della mente, uno schema di connessione, attraverso il quale tutti i contenuti sensibili della percezione sono posti in determinate relazioni, l'uno accanto all'altro e l'uno dopo l'altro. In tal modo, nonostante la loro «idealità trascendentale», hanno ~~entrambi~~ «realtà empirica» — ma questa realtà significa soltanto la loro validità per ogni esperienza che non può essere mai scambiata con la loro esistenza in quanto contenuti oggettivi, separati di questa stessa esperienza. «Lo spazio è semplicemente la forma dell'intuizione esterna (intuizione formale), ma non già un oggetto reale, che possa venir intuito esternamente. Lo spazio, anteriore a tutte le cose, che lo determinano (lo riempiono o lo limitano), o che piuttosto forniscono un'*intuizione empirica* in accordo con la forma di esso, è, sotto il nome di spazio assoluto, niente altro se non la semplice possibilità di apparenze esterne (...). Se si vuole separare uno di questi due elementi dall'altro (staccando lo spazio da tutte le apparenze), da ciò sorgono allora svariate determinazioni vuote dell'intuizione esterna, che non sono tuttavia percezioni possibili. Si parla, per esempio, di moto o quiete del mondo nello spazio vuoto infinito: una determinazione, questa, del rapporto reciproco tra spazio vuoto e mondo, che non può mai venir percepita, e che è quindi il predi-

cato di un semplice ente immaginario». [34, p. 457]⁵.
 Quando Einstein individua, come la caratteristica fondamentale della teoria della relatività, il fatto che essa toglie allo spazio e al tempo «l'ultimo residuo di *oggettività fisica*», è chiaro che qui la teoria dà alla prospettiva dell'idealismo critico la più determinata applicazione e attuazione nell'ambito della scienza empirica. Spazio e tempo nella dottrina critica sono certo distinti nella loro validità come forme dai contenuti che vi si ordinano: ma un'esistenza separata di queste forme non si dà per Kant né in senso soggettivo né in senso oggettivo. Oggi non occorre più confutare la concezione secondo la quale spazio e tempo, come le forme soggettive nelle quali entrano le sensazioni, come realtà non «fisiche», ma «psichiche», «preesistono nello spirito» prima di ogni esperienza. Questa rappresentazione sembra non sia superabile, sebbene già *Fichte* l'abbia criticata con forza, ma viene meno per chiunque, in contrasto con l'impostazione psicologista, abbia capito anche solo le prime condizioni della impostazione trascendentale. Solo in riferimento a ciò che è ordinato, si può cogliere e mostrare il senso del principio di ordinamento. In particolare, per la misurazione del tempo, si sottolinea che la determinazione delle posizioni di tempo dei singoli oggetti empirici e eventi non può essere mutuata dal rapporto dei fenomeni con il tempo assoluto, ma che i fenomeni stessi devono determinare reciprocamente le loro posizioni nel tempo e renderle necessarie nell'ordine del tempo. «Questa unità nella determinazione del tempo è completamente dinamica. In altre parole, il tempo non è considerato come ciò in cui l'esperienza determina immediatamente la posizione di ogni esistenza: questo è impossibile, poiché il tempo assoluto non è per nulla un oggetto della percezione, col quale si possano tenere unite le apparenze. Piuttosto, la regola dell'intelletto — che sola può fornire all'esistenza delle apparenze un'unità sintetica secondo relazioni temporali — determina per ogni apparenza la sua posizione

⁵ I. KANT, *Critica della ragione pura*, cit p. 487 n. [N.d.T.].

nel tempo, posizione quindi *a priori* e valida per ogni tempo». [34, p. 245 e 262; cfr. 56, p. 332]⁶.

Una tale «regola dell'intelletto» nella quale si esprime l'unità sintetica dei fenomeni e il loro reciproco rapporto dinamico, è quella sulla quale si basa anche ogni ordinamento di spazio empirico, ogni relazione obiettiva di «comunanza» spaziale nel mondo dei corpi. La «*communio spatii*», cioè quella forma apriorica dell'insieme che, nel linguaggio kantiano, è indicata come «intuizione pura», è per noi *empiricamente conoscibile*, come Kant sottolinea espressamente, sempre soltanto mediante il *commercium* delle sostanze nello spazio, cioè mediante una totalità di effetti fisici prestabiliti nell'esperienza.

«La parola comunanza, — così si legge in un passo della *Critica della ragione pura* che appare particolarmente significativo e importante, proprio in riferimento all'evoluzione della moderna teoria della relatività — nella lingua tedesca, ha due sensi, e può significare tanto *communio* quanto *commercium*. Ci serviamo qui di tale parola nel secondo significato, intendendo una comunanza dinamica, senza la quale nemmeno la comunanza locale (*communio spatii*) potrebbe mai venir conosciuta empiricamente. Nelle nostre esperienze è facile osservare, *che soltanto gli influssi continui possono guidare i nostri sensi in tutte le posizioni dello spazio, da un oggetto all'altro; che la luce, la quale ondeggia fra i nostri occhi e i corpi celesti, può produrre una comunanza mediata tra noi e tali corpi*, e può così provare la simultaneità di questi ultimi, che noi non possiamo mutare empiricamente di luogo (non possiamo percepire questo mutamento), senza che la materia ci renda ovunque possibile la percezione della nostra posizione che, solo mediante un influsso reciproco interno alla materia, quest'ultima può mostrare la sua esistenza simultanea, e in tal modo può manifestare (sebbene solo mediatamente) la coesistenza degli oggetti, anche dei più lontani». [34, p. 260]⁷. L'ordinamento

⁶ I. KANT, *Critica della ragione pura*, cit. pp. 286-287 [N.d.T.].

⁷ I. KANT, *Critica della ragione pura*, cit. pp. 284-285 [N.d.T.].