

A. Einstein, *Relatività. Esposizione divulgativa*, [1916], trad. it., Torino, Boringhieri, 1967

p. 46) Non possiamo chiedere se sia vero che per due punti passa soltanto un'unica retta. Possiamo solamente dire che la geometria euclidea tratta gli oggetti da essa chiamati "rette", attribuendo a ciascuna di queste rette la proprietà di essere univocamente determinata da due suoi punti. Il concetto di "vero" non si addice alle asserzioni della geometria pura, perché con la parola "vero" noi abbiamo in definitiva l'abitudine di designare sempre la corrispondenza con un oggetto "reale"; la geometria, invece, non si occupa della relazione fra i concetti da essa presi in esame e gli oggetti dell'esperienza, ma soltanto della connessione logica di tali concetti l'uno con l'altro.

Non è difficile comprendere perché, ciò malgrado, ci sentiamo costretti a chiamare "vere" le proposizioni della geometria. Ai concetti geometrici corrispondono più o meno esattamente degli oggetti in natura, e questi ultimi costituiscono senza dubbio la causa esclusiva della genesi di quei concetti.

47) Per "verità" di una proposizione geometrica, intendiamo la sua validità per una costruzione con riga e compasso.

93) *Il campo gravitazionale* [il tutto pieno – punto materico]

"Se solleviamo una pietra e poi la lasciamo andare, perché mai essa cade a terra?" La risposta abituale a questa domanda è: "Perché è attirata dalla terra." La fisica moderna formula la risposta in modo alquanto diverso per la ragione seguente. [...] Non esiste azione a distanza senza l'intervento di qualche entità fisica intermediaria. Se, per esempio, una calamita attira un pezzo di ferro, non possiamo accontentarci di pensare che la calamita agisca direttamente sul ferro attraverso lo spazio vuoto intermedio, ma dobbiamo immaginare – seguendo Faraday – che la calamita faccia sempre sorgere qualcosa di fisicamente reale nello spazio attorno a essa, qualcosa che noi chiamiamo "campo magnetico" [da ricollegarsi al concetto dello spazio-tempo: i corpi fanno lo spazio con la loro massa: l'universo è un concentrato di corpi e lo spazio che lo delimita è privo, essenzialmente, di vuoti].

L'azione della terra sulla pietra ha luogo indirettamente [no, per essenza e tautologicamente, direttamente: è tutto un continuo, un continuo di cose, non c'è vuoto e senza vuoto nemmeno, propriamente, cose]. La terra produce intorno a sé un campo gravitazionale, che agisce sulla pietra e produce il suo moto di caduta.

[L'errore della meccanica classica è quello di pensare che vi siano "punti materiali sufficientemente distanti da altri punti materiali" i quali "si muovono di moto rettilineo uniforme o persistono in uno stato di quiete" (p. 99): è tutto un pulviscolo di punti senza distinzione o soluzione di continuità tra l'uno e l'altro: pena la mancanza dell'aria, dello spazio fisico che in quanto tale deve essere qualcosa, avere una sostanza, un peso].

103: continuo spazio-temporale [punto materico]

123: Se ci domandiamo come debba venir considerato l'universo, inteso quale un tutto, la prima risposta che si presenta da sé è certamente questa: l'universo è infinito per quanto riguarda lo spazio (e il tempo). Esistono dovunque delle stelle, per cui la densità della materia, sebbene sia molto variabile nei particolari, è nondimeno in media dovunque la stessa. In altre parole: viaggiando attraverso lo spazio in zone comunque lontane, troveremmo dappertutto uno sciame diradato di stelle fisse all'incirca dello stesso genere e della stessa densità.

Questa concezione è incompatibile con la teoria di Newton. Secondo quest'ultima l'universo deve invece avere una specie di centro in cui la densità delle stelle è massima, e man mano che ci allontaniamo da questo centro la densità delle stelle deve diminuire, finché in ultimo, a distanze immense, le succede una zona infinita di vuoto. L'universo sidereo dovrebbe costituire un'isola finita nell'oceano infinito dello spazio.

128: Si possono immaginare degli spazi chiusi illimitati. Fra questi, si distinguono per la loro semplicità lo spazio sferico e quello ellittico, giacché tutti i loro punti sono equivalenti [...] Sorge una questione estremamente interessante per gli astronomi e i fisici, e cioè se il mondo nel quale viviamo sia infinito, oppure se esso sia finito nel mondo in cui lo è l'universo sferico [che poi è lo stesso!].

129: densità media di materia [punto materico]

R. Descartes, *Estensione e movimento*, estratto dai *Principia philosophiae*, 1644.

143: *Le percezioni dei sensi non insegnano che cosa ci sia veramente nelle cose; ma che cosa giovi o nuoccia al corpo umano* [Kant]. Basterà che avvertiamo che le percezioni dei sensi non si riferiscono se non alla congiunzione del corpo umano con la mente, e ci presentano ordinariamente ciò in cui i corpi esterni le possono giovare o nuocere; ma non c'insegnano, se non qualche volta e incidentalmente, quali siano in se stessi. Così infatti deporremmo facilmente i pregiudizi dei sensi e useremo qui del solo intelletto, che fa diligentemente attenzione alle idee immesse in lui dalla natura.

La natura del corpo non consiste nel peso, nella durezza, nel colore o simili; ma nella sola estensione

147: È la stessa estensione a costituire la natura del corpo e la natura dello spazio [...] Queste due non differiscono tra loro più di quanto la natura del genere o della specie non differisca dalla natura dell'individuo [lo spazio deve esser pieno di materia – in quanto “è”, deve esser sostanza], se facciamo attenzione all'idea che abbiamo di qualche corpo, per esempio della pietra, e rigettiamo da essa tutto ciò che conosciamo non essere richiesto dalla natura del corpo: rigetteremo prima di tutto la durezza, poiché se la pietra si liquefa, o si divide nel più minuto dei pulviscoli, la perderà [è una proprietà secondaria – direbbe Locke], e tuttavia non per questo finirà di essere corpo; rigetteremo anche il colore, poiché abbiam visto spesso pietre tanto trasparenti che non vi era in esse alcun colore; rigetteremo la gravità [cfr. Davies – per il quale è la proprietà fondamentale], poiché sebbene il fuoco sia leggerissimo, non per questo è ritenuto essere meno corpo; e infine rigetteremo il freddo e il caldo e tutte le altre qualità [delle categorie aristoteliche rimane solo la sostanza], poiché o non sono considerate nella pietra, o, mutate quelle, non per questo si stima che la pietra abbia perduto la natura di corpo. Così infatti avvertiremo che nella sua idea non rimane senz'altro nulla, se non che è qualcosa di esteso in lungo, in largo e in profondità [e che “fa” lo spazio ossia il lungo, il largo e la profondità]; e lo stesso è contenuto nell'idea dello spazio, non solo in quello pieno di corpi ma anche in quello cosiddetto vuoto.

150: *Ripugna che si dia il vuoto, ossia ciò in cui non sia nessuna cosa* [monismo del punto materico]

E nell'uso volgare col nome di vuoto non siamo soliti significare un luogo o uno spazio in cui non vi sia assolutamente nulla, ma soltanto un luogo in cui non vi sia nessuna di quelle cose che pensiamo dover essere in esso [Il nulla assoluto non esiste, esso è soltanto relativo, quindi non è. Tutto ciò che è, l'unica cosa assoluta e quindi non-cosa, è la materia neutra]

152: Non è possibile che esistano atomi, ossia parti della materia per loro natura indivisibili [v'è il tutto indistinto]

153: *La materia del cielo e della terra è una sola e medesima; e non vi possono essere più mondi.* La materia del Cielo non è diversa da quella della Terra; e se i mondi fossero infiniti, non potrebbe darsi affatto che non consistessero tutti di una sola e medesima materia; ma perciò non potrebbero essere molti, bensì uno soltanto: poiché [...] quella materia la cui natura consiste nel solo fatto di essere sostanza estesa occupa già tutti gli spazi immaginabili in cui dovrebbero essere codesti altri mondi [le distinzioni sono solo convenzionali].

N. L. Lobacevskij, *Nuovi principi della geometria*, 1835-38

193: Nella natura noi abbiamo cognizione, propriamente, soltanto del movimento, senza il quale le impressioni sensoriali sono impossibili. Pertanto tutti i rimanenti concetti, per esempio quelli geometrici, sono creazioni artificiali della nostra mente, tratte dalle proprietà del movimento; ecco perché lo spazio, in sé, separatamente, per noi non esiste. Dopo di che nella nostra mente non vi può essere nessuna contraddizione, se supponiamo che talune forze della natura seguono una geometria, altre un'altra loro particolare geometria.

194: Di una cosa tuttavia non è permesso dubitare: che le forze da sole generano tutto: movimento, velocità, tempo, massa, perfino distanze e angoli.

199: Spazio, dimensione, luogo, corpo, superficie, linea, punto, direzione, angolo, sono parole, con le quali si incomincia la geometria, alle quali però non si congiunge mai un chiaro significato.

B. Riemann, *Sulle ipotesi che stanno alla base della geometria*, 1854

È noto come la geometria presupponga come qualcosa di dato non solo il concetto di spazio ma anche i primi concetti fondamentali per effettuare delle costruzioni spaziali. Di questi concetti essa fornisce solo definizioni nominali, mentre le determinazioni essenziali intervengono sotto forma di assiomi. Il rapporto esistente fra questi presupposti viene lasciato in ombra; non si vede se esso è necessario e fino a che punto e neppure se è *a priori* possibile.

H. Poincaré, *Spazio e tempo*, 1913

281: [contro l'a priori kantiano: Nietzsche dimostra la convenzionalità del nostro essere senza bisogno di ricorrere alla metafisica dell'a priori kantiano] Scarterò in primo luogo l'idea di un preteso senso dello spazio che ci farebbe localizzare le nostre sensazioni in uno spazio bell'e fatto, la cui nozione sarebbe preesistente a qualsiasi esperienza, e che prima di qualsiasi esperienza avrebbe tutte le proprietà dello spazio della geometria.

[Il senso dello spazio deriva dall'esperienza]

282-83: Perché e in che misura lo spazio è relativo? È chiaro che se tutti gli oggetti che ci circondano, il nostro stesso corpo e i nostri strumenti di misura fossero trasportati in un'altra regione dello spazio, senza alterare le loro distanze reciproche, noi non ce ne accorgeremo; e questo effettivamente avviene: siamo infatti trasportati dal movimento della terra senza che ce ne accorgiamo. Se tutti gli oggetti e con essi anche i nostri strumenti di misura venissero ingranditi nella stessa misura, anche in questo caso noi non ci accorgeremmo di nulla. Così non soltanto non possiamo conoscere la posizione assoluta di un oggetto nello spazio – tanto che l'espressione "posizione assoluta di un oggetto" è priva di senso e bisogna parlare di una posizione relativa, rispetto ad altri oggetti – ma non hanno alcun senso neanche le espressioni "grandezza assoluta di un oggetto", "distanza assoluta di due punti"; si deve parlare soltanto del rapporto tra due grandezze, del rapporto tra due distanze.

283: I nostri strumenti di misura sono dei corpi solidi; oppure sono formati da numerosi corpi solidi mobili gli uni rispetto agli altri, i cui spostamenti relativi ci sono indicati da punti di riferimento situati sui corpi stessi e da indici che si spostano lungo scale graduate: e, appunto, l'uso dello strumento consiste nel leggere queste indicazioni. Noi quindi sappiamo se il nostro strumento ha cambiato posizione come un solido indeformabile, poiché in questo caso le indicazioni in questione non sono cambiate. I nostri strumenti comprendono anche delle lenti attraverso cui guardare, di modo che anche il raggio luminoso può essere annoverato tra i nostri strumenti.

283-84: Il nostro concetto intuitivo di spazio ci insegnerà altro? [...] Esso si riduce a un'associazione costante tra certe sensazioni e certi movimenti. Cioè gli arti, con i quali compiamo questi movimenti, svolgono anch'essi in un certo senso il ruolo di strumenti di misura. Questi strumenti sono meno precisi di quelli dello scienziato, ma ci sono sufficienti nella vita di tutti i giorni, e per mezzo loro il bambino, come l'uomo primitivo, ha misurato lo spazio o per meglio dire si è costruito lo spazio che gli è sufficiente per le esigenze della vita quotidiana. Il nostro corpo è il nostro primo [e ultimo!] strumento di misura; come gli altri strumenti, è composto di diverse parti solide, mobili le une rispetto alle altre: certe sensazioni ci informano degli spostamenti relativi di queste parti, di modo che, come nel caso degli strumenti artificiali, sappiamo se il nostro corpo si è spostato o no come un solido indeformabile. In conclusione, i nostri strumenti – quelli che il bambino deve alla natura come quelli che lo scienziato deve al suo ingegno – hanno come elementi fondamentali il corpo solido e il raggio luminoso.

284: Stando così le cose, lo spazio ha delle proprietà geometriche indipendenti dagli strumenti che servono a misurarlo? Abbiamo detto che può subire qualsiasi deformazione senza che ce ne accorgiamo, se i nostri strumenti subiscono un'analoga deformazione. In realtà, dunque, lo spazio è amorfo, è una forma flaccida, inconsistente, applicabile a tutto; non ha caratteristiche proprie; fare della geometria equivale a studiare le proprietà dei nostri strumenti, cioè le proprietà del corpo solido.

Ma allora, essendo i nostri strumenti imperfetti, la geometria dovrebbe modificarsi ogni qualvolta essi vengono perfezionati; i costruttori dovrebbero poter scrivere sui loro prospetti:

“Fornisco uno spazio di molto superiore a quello dei miei concorrenti, molto più semplice, più pratico, più confortevole.” Noi sappiamo che questo non accade; saremmo tentati di dire che la geometria è lo studio delle proprietà che avrebbero gli strumenti se fossero perfetti. Ma allora bisognerebbe sapere cosa è uno strumento perfetto, e noi non lo sappiamo in quanto non solo non ne esistono, ma neppure potremmo darne una definizione, se non ricorrendo alla geometria, e questo costituisce un circolo vizioso. Diremo allora che la geometria è lo studio di un insieme di leggi non molto diverse da quelle alle quali obbediscono realmente i nostri strumenti, ma molto più semplici, leggi che non reggono effettivamente alcun oggetto naturale, ma che hanno un senso per la mente. In questo senso la geometria è una convenzione, una specie di limite impreciso tra il nostro amore per la semplicità e il nostro desiderio di non scostarci troppo da quello che ci dicono gli strumenti. Questa convenzione definisce nello stesso tempo lo spazio [l'oggetto] e lo strumento perfetto [il soggetto].

285: Quanto abbiamo detto dello spazio vale anche per il tempo. È stato necessario che [il tempo] divenisse misurabile; non può essere oggetto di scienza ciò che non si può misurare. Ma il tempo che si può misurare è per sua essenza relativo. Se tutti i fenomeni subissero un rallentamento, e se lo stesso avvenisse ai nostri orologi, noi non ce ne accorgeremmo; e questo indipendentemente dalla legge che regola questo rallentamento, purché sia identica per tutti i fenomeni e per tutti gli orologi, come quelle dello spazio non sono che le proprietà degli strumenti di misura.

Il tempo psicologico, la durata di cui parla Bergson, da cui deriva il tempo dello scienziato, serve a classificare i fenomeni che avvengono in una stessa coscienza; è invece incapace di classificare due fenomeni psicologici che avvengano in due coscienze differenti, o, a maggior ragione, due eventi fisici. Un avvenimento si verifica sulla Terra, un altro su Sirio; come faremo a sapere se il primo è anteriore al secondo, o simultaneo o successivo? Ciò non potrà avvenire che per una convenzione.

186: Tutte le parti dell'universo sono solidali e, per quanto sia lontana, Sirio non è indubbiamente priva di azione su quello che viene sulla terra. Se vogliamo dunque scrivere le equazioni differenziali che reggono l'universo, o queste equazioni saranno inesatte oppure dipenderanno dallo stato dell'intero universo. Non vi sarà un sistema di equazioni valido per la terra, e un altro per Sirio, ma ve ne sarà uno soltanto, valido per tutto l'universo.

287: Ma se abbiamo un solo sistema di leggi valido per tutto l'universo, l'osservazione ci farà conoscere un'unica soluzione, quella che si è realizzata; infatti l'universo è stato stampato in un unico esemplare.

287: [come avere una conoscenza di fatto oggettiva anche pur essendo condannati ad una prospettiva o locazione relativa: ed è per questo, e solo per questo, che la teoria della relatività è oggettiva ossia scientifica] Le diverse parti del mondo sono, sì, solidali, ma per poco che sia grande la distanza, l'azione diventa così debole che la si può trascurare; allora le nostre equazioni andranno a cadere in sistemi separati, uno valido solo per il mondo terrestre, l'altro per il mondo solare, l'altro ancora per il mondo di Sirio, o magari per mondi molto più piccoli, quale un banco di laboratorio.

288: E allora non è più corretto dire che l'universo esiste in un solo esemplare; i banchi di un laboratorio possono essere più di uno; sarà possibile ricominciare un'esperienza facendone variare le condizioni; non si conoscerà più un'unica soluzione, unica ad essersi realizzata, ma un gran numero di soluzioni possibili.

289: Il principio di relatività fisica non è una semplice convenzione; è verificabile e potrebbe perciò anche non essere verificato; si tratta di una verità sperimentale.

A. Einstein, *La relatività e il problema dello spazio*, 1952

294: La fisica newtoniana ha la caratteristica di attribuire un'effettiva esistenza indipendente tanto allo spazio e al tempo quanto alla materia.

È invero un requisito gravoso il dover attribuire una realtà fisica allo spazio in generale e specialmente allo spazio vuoto [Trovare una strada tra Descartes e Einstein: lo spazio non è newtoniano eppure, anche nella relatività, è interamente riconducibile al fisico – alla materia, anche non “materiale”: la materia non materiale è un concetto semplice: significa una materia diversa da come siamo abituati a concepirla. La cosa assurda è qualcosa di non materiale, di spirituale: questo è contraddittorio e significa non-materia]. Fin dai tempi più remoti, i filosofi sono stati più e più volte contrari a tale congettura. Descartes discusse la cosa all'incirca in questi termini: lo spazio è essenzialmente identico all'estensione, ma l'estensione è connessa ai corpi; non esiste dunque spazio senza corpi, cioè non esiste spazio vuoto. La debolezza di questa argomentazione risiede principalmente in quanto segue. È certamente vero che il concetto di estensione deve la sua origine alle nostre esperienze nel disporre o porre in contatto corpi solidi. Ma da ciò non è lecito concludere che il concetto di estensione non risulti giustificato in casi che di per sé non hanno dato origine alla formazione di questo concetto. Un siffatto ampliamento di concetti può anche venire indirettamente giustificato dalla sua efficacia per la comprensione di risultati empirici. L'asserire che l'estensione è limitata ai corpi risulta dunque di per sé certamente infondato.

297: Il concetto di spazio come qualcosa che esiste oggettivamente ed è indipendente dalle cose appartiene già al pensiero prescientifico, non così però l'idea dell'esistenza di un numero infinito di spazi in moto gli uni rispetto agli altri.

L'origine psicologica del concetto di tempo. Questo concetto è associato al fatto di “richiamare alla mente”, come pure con la differenziazione fra esperienze dei sensi e ricordo di queste ultime. È di per sé dubbio se la differenziazione fra esperienze dei sensi e ricordo (o semplice rappresentazione) sia qualcosa che è direttamente dato alla nostra psiche. Ognuno ha fatto l'esperienza di trovarsi in dubbio se aveva effettivamente percepito qualcosa con i propri sensi o se l'aveva semplicemente sognato.

Al “ricordo” è associata un'esperienza che è considerata come “precedente” in confronto a “esperienze presenti”. Questo è un principio concettuale di ordinamento per le esperienze ricordate,

e la possibilità di metterlo in esecuzione dà origine al concetto soggettivo di tempo, cioè a quel concetto che si riferisce all'ordinamento delle esperienze dell'individuo.

298: Che cosa intendiamo per oggettivazione del concetto di tempo? Facciamo un esempio. Una persona *A* ("io") percepisce l'esperienza "lampeggia". Intanto la persona *A* sperimenta pure un comportamento della persona *B* tale da portare il comportamento di *B* in relazione con la propria esperienza "lampeggia". Nella persona *A* nasce l'idea che anche altre persone condividano l'esperienza "lampeggia". "Lampeggia" non viene più interpretato ora come esperienza esclusivamente personale, ma come esperienza di altre persone. Sorge in tal modo l'idea di interpretare anche come un "evento" (oggettivo) il "lampeggia", che in origine aveva fatto il suo ingresso nella coscienza quale "atto di sperimentare". La somma totale di tutti gli eventi è proprio ciò che noi intendiamo quando parliamo del "mondo reale esterno".

299: I concetti di spazio, di tempo e di evento possono essere messi in relazione psicologica con le esperienze. Considerati da un punto di vista logico, essi sono libere creazioni dell'intelletto umano, strumenti del pensiero, che debbono servire allo scopo di porre le esperienze in relazione l'una con l'altra, e di poterle quindi meglio abbracciare con lo sguardo. Il tentativo di rendersi conto delle fonti empiriche di questi concetti fondamentali deve mostrare in quale misura noi siamo effettivamente legati a questi concetti. In tal modo diveniamo coscienti della nostra libertà, libertà di cui, in caso di necessità, riesce sempre difficile fare un uso ragionevole.

La formazione del concetto di oggetto corporeo deve precedere i nostri concetti di tempo e di spazio.

È caratteristico del pensiero fisico, come, in generale, di quello della scienza naturale, che esso si sforzi di avvalersi, per principio di *solis* concetti di "natura spaziale" (es. spazio, tempo, evento), e tenti di esprimere con essi tutte le relazioni aventi forma di legge. Il fisico tende a ridurre i colori e i toni a vibrazioni, il fisiologo a ridurre il pensiero e il dolore a processi nervosi, in modo che l'elemento psichico in quanto tale risulti eliminato dal nesso causale dell'esistenza, e non compaia quindi mai come anello autonomo delle connessioni causali. Quest'atteggiamento, che considera come possibile per principio la comprensione di tutte le relazioni mediante l'esclusivo uso di soli concetti di natura spaziale, è indubbiamente ciò che al momento attuale viene inteso con il termine "materialismo" (dopo che la "materia" ha perduto la sua posizione di concetto fondamentale).

300: Perché mai è necessario trascinare giù dalle sfere olimpiche di Platone i concetti fondamentali del pensiero scientifico, e sforzarsi di svelare il loro lignaggio terrestre? Risposta: allo scopo di liberare questi concetti dai *tabù* loro annessi, e pervenire così a una maggiore libertà nella formazione dei concetti. Costituisce il merito imperituro di D. Hume e di E. Mach quello di avere, più di tutti gli altri, introdotto questa mentalità critica [vedi Schopenhauer e il suo elogio di Hume].

La scienza ha attinto dal pensiero prescientifico i concetti di spazio, di tempo e di oggetto corporeo, e li ha modificati e resi più precisi. Il primo risultato significativo da essa conseguito è stato lo sviluppo della geometria euclidea, la cui formulazione assiomatica non deve renderci ciechi circa la sua origine empirica (le possibilità di giustapporre corpi solidi). Sono, in particolare, di origine empirica la natura tridimensionale dello spazio, come pure il suo carattere euclideo (il suo poter essere interamente riempito da "cubi" ugualmente costituiti).

La sottigliezza del concetto di spazio fu accresciuta dalla scoperta che non esistono corpi completamente rigidi. Tutti i corpi sono elasticamente deformabili, e alterano il loro volume col variare della temperatura.

Poiché la fisica deve far uso della geometria [e la geometria è convenzionale – Poincaré!] per stabilire i propri concetti, il contenuto empirico della geometria deve essere presentato e controllato soltanto nel quadro complessivo della fisica.

301: Nella meccanica newtoniana, lo spazio e il tempo [...] servono da veicolo o cornice dell'accadere fisico, in riferimento al quale veicolo gli eventi vengono descritti mediante le

coordinate spaziali e il tempo. Di principio, la materia viene pensata come consistente di “punti materiali”, i cui movimenti costituiscono l'accadere fisico. Quando la materia viene pensata come continua, ciò viene fatto, per così dire, come qualcosa di provvisorio in quei casi in cui non si vuole o non si può descrivere la struttura discreta.

La cosa essenziale è che la “realtà fisica”, pensata come indipendente dai soggetti che la sperimentano, era concepita come se consistesse, per lo meno di principio, di spazio e di tempo da un lato, e dall'altro di punti materiali, in permanenza esistenti, in moto rispetto allo spazio e al tempo.

302: L'idea dell'esistenza autonoma di spazio e di tempo può venire drasticamente espressa in questo modo: se la materia dovesse scomparire, rimarrebbero ancora spazio e tempo soli (come una specie di palcoscenico per gli eventi fisici).

Il superamento di questo punto di vista si ebbe [...] con la comparsa del *concetto di campo* e della sua pretesa di sostituire, di principio, il concetto di particella (punto materiale).

Stando alla formulazione iniziale del concetto di campo, dove non era presente alcuna materia non poteva neppure esistere un campo.

303: Nell'Ottocento si scoprì che un campo (una grandezza, o un complesso di grandezze, che risulta funzione delle coordinate e del tempo) può anche esistere nello “spazio vuoto” in assenza di materia ponderabile.

Questa circostanza creò una situazione paradossale perché, stando alle sue origini, il concetto di campo sembrava avere soltanto lo scopo di descrivere stati [es. temperatura] all'interno di un corpo ponderabile. Ciò pareva tanto più certo, in quanto si aveva la convinzione che ogni campo dovesse venire considerato come stato suscettibile di interpretazione meccanica, e questo presupponeva la presenza di materia. Ci si sentiva pertanto costretti ad ammettere ovunque, anche nello spazio fino allora considerato come vuoto, l'esistenza di una specie di materia, che venne chiamata “etere”.

L'emancipazione del concetto di campo dall'ipotesi della sua associazione a un veicolo materiale, costituisce una delle svolte psicologicamente [per la psiche, non per la verità! – segno che la scienza è, in buona misura, convenzione!] più interessanti nello sviluppo del pensiero fisico. Durante la seconda metà del diciannovesimo secolo, in connessione con le ricerche di Faraday e Maxwell, divenne sempre più evidente che la descrizione dei processi elettromagnetici in termini di campo era di gran lunga superiore a una trattazione sulla base dei concetti meccanici di punti materiali. Con l'introduzione del concetto di campo nell'elettrodinamica, Maxwell riuscì a prevedere l'esistenza delle onde elettromagnetiche, la cui sostanziale identità con le onde luminose non poteva essere messa in dubbio, già a causa dell'uguaglianza della loro velocità di propagazione. Come risultato, l'ottica venne, di principio, assorbita all'elettrodinamica. *Uno* degli effetti psicologici di questo immenso successo fu che il concetto di campo ottenne gradatamente una maggior autonomia in opposizione al quadro meccanicistico della fisica classica.

306: Con la teoria della relatività ristretta il campo diviene un elemento irriducibile della descrizione fisica, irriducibile nello stesso senso in cui lo è il concetto di materia nella teoria di Newton.

A: Einstein: (*Geometria ed esperienza*, conferenza del 1921): “Nella misura in cui le proposizioni della matematica si riferiscono alla realtà, esse non sono certe, e nella misura in cui sono certe non si riferiscono alla realtà” [dialettica kantiana]. *Enciclopedia di filosofia*, Milano, Garzanti, 2004, coordinata da G. Vattimo, voce *Einstein*.

Contro l'interpretazione indeterministica e soggettivistica della meccanica quantistica.

“Teoria unificata del campo”: eliminare il binomio materia-campo e lasciare quest'ultimo come unica realtà.