

I LIBRI DI FILOSOFIA E NUOVI SENTIERI



Reichenbach e Cassirer: l'a-priori kantiano ridimensionato

di Giovanni Mazzallo

In copertina: “Giocosso preludio d’assenza” (2012) di Daniele Baron

Reichenbach e Cassirer: l’a-priori kantiano ridimensionato

di Giovanni Mazzallo

**“I Libri di Filosofia e Nuovi Sentieri” – «Filosofia e nuovi sentieri»
2019 – ISSN 2282-5711**

È possibile distribuire e riprodurre gratuitamente, in tutto o in parte, la presente opera, a patto di citarne la fonte, l’indirizzo internet <https://filosofiaenuovisentieri.com/> e il codice ISSN.

PREFAZIONE

Con *Reichenbach e Cassirer: l'a-priori kantiano ridimensionato*, di Giovanni Mazzallo, riprende la pubblicazione di saggi in volume di «Filosofia e nuovi sentieri», iniziata nel 2014 con *Albert Camus: l'eredità di un pensatore scomodo*, frutto di un *call for papers* dedicato al centenario della nascita dello scrittore Premio Nobel francese.

Saggi caratterizzati da una marcata tendenza a trovare il proprio fulcro nelle intersezioni fra discipline diverse (dove, secondo Heisenberg, germogliano le più feconde intuizioni); come nel caso di questa riflessione di Giovanni Mazzallo, in cui non solo la relatività einsteiniana viene messa a confronto con la filosofia, ma due distinti approcci – quello di Hans Reichenbach e di Ernst Cassirer – vengono comparati onde porre le domande fondamentali sull'esito filosofico della nuova teoria scientifica: cosa accade alla relatività galileiana dopo Einstein? E che ne è, di conseguenza, dei concetti kantiani di spazio e tempo? È forse la relatività una prosecuzione innovativa dell'opera di Kant, o non piuttosto una frattura?

La pubblicazione di questo saggio, in forma digitale gratuita e aperta a tutti, è intesa a offrire un'occasione di riflessione su temi di filosofia della scienza tuttora aperti e dibattuti. Auspicando, come sempre, un dibattito stimolante e vivace.

La Redazione

ABSTRACT

Agli inizi del XX secolo la teoria della relatività speciale e generale di Albert Einstein ha costituito un passaggio epocale nella storia della fisica che ha ridefinito il modo di concepire i fenomeni fisici in virtù della scoperta della relatività dello spazio, del tempo e del moto, prima rispetto ai soli sistemi di riferimento inerziali (relatività speciale), poi rispetto a tutti i più generali sistemi di riferimento non inerziali. La relatività einsteiniana ha pertanto comportato una radicale revisione del principio di relatività galileiana, al fine di mantenere la forma universale delle leggi di natura; una nuova teoria della gravitazione e una nuova crono-geometria quadridimensionale che descrive uno spazio-tempo curvo. La teoria della relatività mina dunque alle fondamenta la scienza classica (meccanica classica e geometria euclidea) che era stata legittimata in senso assoluto da Immanuel Kant nella sua estetica trascendentale attraverso le forme a-priori della sensibilità (spazio e tempo), rendendo necessario un approfondimento decisivo del concetto stesso di a-priori rivisto alla luce della relatività einsteiniana. L'interpretazione filosofica di Ernst Cassirer suggerisce che l'opera einsteiniana prosegue l'opera kantiana poiché, mediante la separazione di metrica e intuizione pura, impone l'esigenza di ricercare i veri invarianti logici ultimi a-priori che rappresentano le condizioni formali del pensiero fondanti la possibilità stessa dell'esperienza e della conoscenza: spazio e tempo costituiscono la forma metrica invariante fondamentale da cui è possibile ricercare gli altri invarianti logici a-priori con cui si possa determinare in ogni teoria scientifica quello che per Cassirer è l'obiettivo in sé della fisica, ossia la ricerca della legge della legalità (invariante a-priori fondamentale basato sullo spazio-tempo e sugli altri invarianti logici) per il mantenimento dell'immagine coesa e sinottica della natura (costanza e universalità delle leggi di natura). Dunque, l'invarianza naturale, in Cassirer, è fondata dall'invarianza trascendentale (la filosofia fonda la fisica) e la realtà universale in sé è decosalizzata giacché uno stesso fenomeno produce valori diversi per ogni osservatore e la realtà stessa può essere conosciuta unicamente attraverso le misurazioni che comportano di per sé la perdita (da parte dello spazio e del tempo, che non sono cose materiali tangibili) del loro aspetto cosale (la verità, in Cassirer, si riduce a pura espressione di funzioni metriche in senso antisostanzialistico). Hans Reichenbach ritiene invece che il sintetico a-priori kantiano vada rimpiazzato dal sintetico a-posteriori (il trascendentale

non trova posto in Reichenbach) dal momento che, pur essendo vero (come formulato da Kant) che la conoscenza non consiste nella mera ricezione passiva delle datità del mondo esterno, ma nella costituzione dell'oggetto della conoscenza secondo determinati principi a-priori, ciononostante tali principi a-priori possono essere ammessi per la formulazione della conoscenza solo dopo essere stati opportunamente verificati empiricamente (ossia a-posteriori). Per Reichenbach: non è l'a-posteriori che va a-priorizzato, ma l'a-priori che va a-posteriorizzato (non è l'esperienza a dipendere dalla ragione, ma la ragione a dipendere dall'esperienza); spazio e tempo (quindi la realtà universale in sé) non possono essere depredati del loro aspetto cosale perché la relatività affermata da Einstein riguarda il solo ambito gnoseologico e non fisico (la realtà materiale è in sé ontologicamente invariante); non è possibile ricercare i principi a-priori ultimi della conoscenza che valgano in eterno perché è la realtà (e solo la realtà) a stabilire quali siano i principi a-priori che di volta in volta vanno utilizzati (sicché i precedenti valgono solo approssimativamente) così da garantire la continua evoluzione della conoscenza fisica dell'universo; la conoscenza, pur esprimendosi in ambito fisico attraverso coordinazioni equazionali fondate sul carattere metrico di quanto esperito (fisica delle misurazioni), non implica la decosalizzazione della realtà perché senza lo spazio-tempo (che è la struttura relazionale metrica fondamentale esprimente le caratteristiche fisiche della realtà (di cui è la natura quintessenziale) e non la forma a-priori basilare da cui ricercare la legalità dei fenomeni di natura) non sarebbe possibile effettuare le stesse misurazioni; la fisica non ha carattere teleologico-normativo, ma solo descrittivo-esplicativo (deve attenersi unicamente a quanto manifestantesi nella realtà, come nel caso della covarianza generale nella relatività generale che va ancora opportunamente reperita). Se Cassirer ha operato la kantianizzazione di Einstein, Reichenbach ha compiuto l'einsteinizzazione di Kant ponendo in risalto il vero significato della teoria della relatività di Einstein: la relatività gnoseologica (non fisica) ai fini della configurazione conoscitiva della realtà universale.

Introduzione

La teoria della relatività formulata da Albert Einstein (1879-1955) in due fasi distinte (relatività speciale (o ristretta) nel 1905 col celeberrimo articolo *Zur elektrodynamik bewegter Körper* (Sull'elettrodinamica dei corpi in movimento) e relatività generale nel 1916 con l'articolo *Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie* (Il fondamento della teoria della relatività generale) costituisce l'esito fondamentale per la storia della fisica, oltre che per il pensiero scientifico e filosofico, di un processo di radicale riformulazione dei principi su cui si è basata l'edificazione dell'intero scibile umano a partire dalla rivoluzione scientifico-copernicana avvenuta in età storica moderna. Essa implica un sostanziale cambiamento nel significato fisico e filosofico dei concetti di spazio e tempo (su cui è fondato lo studio dei fenomeni fisici allo stesso modo delle meditazioni di tipo gnoseologico in merito alla natura dell'autenticità conoscitiva delle percezioni soggettive in prospettiva della loro meticolosa analisi al cospetto delle determinazioni sperimentali oggettive di genere quantitativo, che sanciscono la concordanza o la discrepanza con le impressioni qualitative delle sensazioni individuali) che induce direttamente a un nuovo drastico modo di concepire l'universo, la sua struttura, le sue dinamiche dominanti e la sua conformazione. La fisica classica era essenzialmente incentrata sull'impostazione fornita da Galileo Galilei, per quanto concerneva lo studio astronomico dei corpi celesti e la precisazione dei riferimenti spaziali e temporali con cui dovevano essere coordinati gli eventi, e da Isaac Newton, per quanto riguardava la costruzione dei fondamenti principali della dinamica che fino agli inizi del XX secolo avrebbero dominato incontrastati nel panorama delle scienze fisiche sorretti da un'impalcatura spaziale di matrice euclidea facente da sfondo all'esplicitazione degli avvenimenti naturali secondo la maniera tradizionale di pensare le cause e i fattori incisivi del manifestarsi dei fenomeni. In particolar modo, a fondo della produzione scientifica post-newtoniana risiede un principio secondo il quale un fenomeno fisico (ossia

la determinabilità oggettivo-quantitativa di un oggetto in base ai criteri di spazio e di tempo (dunque anche di moto poiché il rapporto fra lo spazio e il tempo fornisce la misura della velocità da cui si determina il tipo di moto) per cui si determinano i fenomeni relativi agli oggetti) non deve variare nella transizione (effettuata tramite opportune trasformazioni delle coordinate spazio-temporali di un oggetto) da un sistema di riferimento inerziale (un sistema che persevera nel suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme fintantoché non è soggetto ad una forza) ad un altro, ma deve rimanere identico per ogni sistema (sia che si trovi in stato di quiete sia che si trovi in moto rettilineo uniforme) in conseguenza del fatto che le leggi di natura non cambiano la loro forma poiché indipendenti dallo stato (quiete o moto rettilineo uniforme) del sistema: il principio di relatività. Il principio di relatività galileiano rappresenta il caso esemplare di introduzione, nelle ricerche della scienza moderna, di quella metodologia di descrizione accurata dei fenomeni che ricorre all'individuazione di invarianti, di costanti fisiche, delle leggi di natura espresse matematicamente all'interno delle formule istituenti l'essenza della conoscenza fisica (le leggi della meccanica classica sono invarianti per le trasformazioni galileiane). I tre principi della dinamica newtoniana (principio di inerzia, principio della proporzionalità di forza e accelerazione, principio di azione e reazione) sono poi stati affiancati al principio di relatività galileiano includendolo nella ridefinizione dell'intera branca fisica della dinamica. I fenomeni ottico-elettromagnetici studiati da James Clark Maxwell non rispettavano però il principio galileiano di relatività. Maxwell, formulando la teoria del campo elettromagnetico, evidenziò che le forze magnetiche (il campo magnetico) erano strettamente correlate alla presenza di forze elettriche (il campo elettrico) quando le cariche elettriche sono in movimento (correnti elettriche), così che non solo unificò i fenomeni elettrici e magnetici in un'unica entità fisica (campo elettromagnetico) che poteva propagarsi sotto forma di onde indipendentemente dalle sorgenti (densità di carica e di corrente elettrica), come descritto dalle sue equazioni ondulatorie; ma altresì si avvide del

fatto che tali onde elettromagnetiche si diffondevano nello spazio a una data velocità finita eguagliante la velocità di propagazione della luce (300.000 km/s circa). In tal modo, Maxwell dedusse che la luce è un fenomeno elettromagnetico che, secondo la concezione meccanicista della Natura, doveva necessariamente essere veicolato nello spazio da un mezzo materiale in grado di sostenere le sue oscillazioni, l'etere luminifero; le leggi che lo governavano dovevano rispettare il principio di relatività tradizionale e pertanto rientrare nella meccanica classica senza l'apparizione di alcun conflitto. L'invarianza spazio-temporale posta a fondamento della relatività galileiana, che doveva valere per qualsiasi evento fisico per non cadere nell'impossibilità di fornire una spiegazione adeguata per eventuali anomalie riscontrate nella definizione delle coordinate di un oggetto a partire da un certo sistema di riferimento (i sistemi di riferimento non sarebbero più assolutamente equivalenti), si dimostrò apertamente incompatibile con l'elettrodinamica tratteggiata da Maxwell che non poteva essere descrivibile in modo oggettivamente indiscutibile da diversi sistemi di riferimento inerziali (la descrizione dei fenomeni elettromagnetici non era universalmente valida per ogni sistema di riferimento inerziale, ma produceva valori differenti a seconda dello stato del sistema preso in considerazione). Einstein, sviluppando le considerazioni effettuate sul carattere di novità rappresentato nel mondo della fisica dalle leggi maxwelliane del campo elettromagnetico che, secondo la formulazione lorentziana, necessitavano della presenza dell'etere per poter essere ricondotte sotto l'egida della relatività galileiana (in quanto l'etere comportava la contrazione delle lunghezze che forniva una spiegazione sufficiente del variare delle misurazioni in un sistema di riferimento in moto), riconsiderò il fenomeno della contrazione osservato dagli studiosi maxwelliani limitandosi unicamente ai dati empirici che si presentavano manifestamente nella loro sperimentabilità senza postulare l'esistenza di entità astratte che non erano mai state verificate e che rendevano la spiegazione dei fenomeni molto più complicata di quanto non vi fosse realmente bisogno. In tal modo, gli effetti di contrazione delle

lunghezze e variazione temporale furono sciolti dal vincolo dell'etere in quanto ogni enunciato fisico, nell'ottica einsteiniana, doveva adattarsi a quanto poteva essere oggettivamente esperito, descritto, osservato e misurato. Einstein, rigettando la teoria dell'etere luminifero, contribuì così grandemente alla trasformazione definitiva della fisica odierna in pura fisica delle misurazioni che avrebbe implicato un rivoluzionario scardinamento delle fondamenta della conoscenza dell'universo e della sua struttura essenziale dal dogmatismo proprio della meccanica galileiano-newtoniana, inidonea ad affrontare il problema rappresentato dai fenomeni elettromagnetici che, per poter essere resi compatibili col principio di relatività classico col quale stridevano, dovevano essere liberati dalla presenza ingombrante dell'etere e spiegati in altro modo fisicamente accettabile secondo il canone imperante nelle ricerche scientifiche dell'empiricità. Una volta annullata la forza meccanica dell'etere, la contrazione delle lunghezze, e la relativa variazione temporale, potevano essere spiegate prendendo in considerazione la sola velocità dei sistemi di riferimento inerziali che, a velocità di traslazione prossime a quella della luce, manifestavano una contrazione delle lunghezze associata a una dilatazione temporale rispetto ai sistemi di riferimento inerziale in stato di quiete (o di moto con velocità trascurabile rispetto a quella della luce), come misurato da Einstein mediante l'applicazione delle trasformazioni di Lorentz filtrata dai principali referenti di misurazione utilizzabili per la determinazione della lunghezza e del tempo all'interno dei sistemi di riferimento (corpi rigidi come i regoli-campione, la cui misurazione delle distanze spaziali produce valori diversi a seconda dello stato del sistema di riferimento (i regoli sono contratti), e gli orologi che misurano il tempo nei sistemi) in base al principio di costanza della velocità della luce. Gli esperimenti compiuti per accertare l'esistenza dell'etere non avevano permesso di inferire la presenza di questo “*medium*” impercettibile capace di influenzare il movimento degli oggetti fisici e l'esperimento cruciale di Michelson-Morley, infine, aveva permesso di verificare che la velocità di propagazione della luce rimane costante e identica in ogni punto dello

spazio, cosicché l'etere (che Lorentz insisteva a voler mantenere) era ammesso nella sua inesistenza (non esistendo l'etere, non vi è alcun sistema di riferimento in stato di quiete privilegiato ad esso ancorato rispetto al quale i sistemi in moto devono essere considerati al netto delle influenze dell'etere) e la luce pertanto era rivelata nel suo diffondersi nel vuoto senza bisogno di alcun supporto fisico. La luce rappresenta quindi il fenomeno fisico più veloce riscontrabile in natura la cui velocità non può essere superata; di conseguenza, tutti i fenomeni fisici avvengono a velocità inferiori alla luce che diviene il limite fisico fondamentale in relazione al quale poter studiare accuratamente il comportamento dei corpi che si approssimano alla velocità luminale. Il teorema classico di addizione per le velocità espresso nella meccanica galileiana per la determinazione delle velocità (di corpi in moto all'interno di sistemi a loro volta in moto) secondo il principio di relatività, accertata la costanza della velocità della luce, perde il suo significato fisico in quanto inapplicabile a un'ipotetica composizione della velocità totale della luce (che è assolutamente isotropa) e non comprendente il principio di costanza della velocità della luce (quindi i conseguenti effetti relativistici di contrazione delle lunghezze e dilatazione temporale), fintantoché non è riformulato al modo delle trasformazioni lorentziane che contengono nella versione einsteiniana il valore costante della velocità della luce e consentono realmente di determinare le velocità relative (per sistemi a velocità non prossime a quella della luce è possibile fare uso delle trasformazioni galileiane). Ne consegue che la contrazione delle lunghezze e la dilatazione temporale dipendono solamente dalla velocità assunta da un sistema di riferimento in relazione al quale la misurazione spaziale e temporale produce valori differenti da quelli rilevabili in un altro sistema in stato di quiete (o di moto con velocità trascurabile rispetto a quella della luce). Lo spazio e il tempo, quindi, non sono più entità fisiche assolute, oggettive e sostanziali (conseguentemente non è possibile stabilire un moto assoluto poiché questo è relativo ai diversi sistemi di riferimento) che sottendono ipostaticamente i fenomeni fisici come presupposti dalla dinamica

newtoniana, ma costituiscono relazioni metriche empiricamente osservabili e misurabili che non fungono da struttura di fondo dei fenomeni fisici, ma sono determinate dai corpi e dai fenomeni stessi che definiscono gli eventi nello spazio e nel tempo (che, dunque, sono derivati dagli eventi fisici). I fenomeni fisici non sono correlati a uno spazio e a un tempo assoluti, ma allo spazio-tempo giacché la misurazione dello spazio si dimostra dipendente dalla misurazione del tempo (quindi dalla velocità di un corpo, come nel caso della contrazione delle lunghezze dovuta a una velocità prossima a quella della luce provocante anche la dilatazione temporale poiché a una maggiore velocità corrisponde uno scorrere del tempo più lento (per cui il moto osservato è rallentato rispetto a quello osservato da un sistema che non si trova a una velocità prossima a quella della luce) dato dal fatto che scorre un minor numero di lassi di tempo, che divengono leggermente più lunghi e concedono di osservare accuratamente fenomeni e dettagli di fenomeni impercettibili a velocità normale o in stato di quiete che accadono a velocità elevate), diversamente dalla meccanica newtoniana nella quale gli eventi avevano luogo in uno spazio assoluto facente da contenitore oggettivistico dei fenomeni fisici allo stesso modo del tempo che era il mero riferimento in cui appuntare l'ordine sequenziale dei fenomeni secondo il rapporto di anteriorità e posteriorità. Lo spazio e il tempo, in Einstein, sono relativizzati. Il rapporto di anteriorità e posteriorità è messo in seria crisi dalla scoperta einsteiniana del carattere puramente convenzionale della simultaneità, per cui due eventi (due fulmini che cadono allo stesso tempo su due punti diversi di una data regione spaziale, scelta compiuta non a caso da Einstein dato che la luce, essendo il fenomeno fisico più veloce in assoluto, può permettere di misurare con precisione se due eventi distanti fra di loro, che sembrano avvenire allo stesso tempo, siano effettivamente simultanei), che per un sistema in quiete (o a velocità trascurabile rispetto a quella della luce) sono apparentemente simultanei, per un sistema in moto non appaiono più simultanei in quanto, a seconda dell'orientamento del moto, un fulmine cadrà poco prima dell'altro (per effetto della dilatazione temporale che

consente di constatare la mancanza di una perfetta simultaneità fra i due fulmini perché il sistema ha una velocità prossima a quella della luce che gli permette di osservare con precisione il comportamento dei fenomeni luminali, che, considerati nei loro tempi, confutano implicitamente la simultaneità assoluta di due eventi qualsiasi in quanto essa, non valendo per i fenomeni luminali, non può valere allo stesso modo per qualsivoglia altro evento con velocità necessariamente inferiore a quella luminale) e di conseguenza non è più possibile stabilire con assoluta certezza il rapporto di anteriorità e posteriorità, che differisce a seconda dello stato e dell'orientamento del moto del sistema considerato (arbitrarietà e relatività della simultaneità). La finitudine della velocità luminale spiega la scomparsa della simultaneità per sistemi a velocità prossime a quella della luce poiché, se la propagazione della luce avvenisse a velocità infinita, un corpo non potrebbe mai accostarsi alla sua velocità (in quanto infinita e quindi non approssimabile) e occorrerebbe la simultaneità prevista in Newton (è così confutata la concezione dell'azione istantanea a distanza compresa nella sua fisica, poiché questa violerebbe il principio di costanza della velocità della luce). Il principio di costanza della velocità della luce è il fondamento della teoria della relatività speciale (o ristretta), così detta per via della sua applicabilità ai soli sistemi di riferimento inerziali che concede di conciliare il principio della relatività galileiano con le leggi maxwelliane del campo elettromagnetico attraverso le trasformazioni di Lorentz che permettono il passaggio da un sistema di riferimento inerziale in quiete (o in moto con velocità trascurabile rispetto a quella della luce) a un sistema di riferimento inerziale in moto (a velocità che si immaginano prossime a quella della luce) escludendo l'esistenza dell'etere luminifero così da affermare finalmente l'evoluzione definitiva del principio d'invarianza spazio-temporale implicito nella relatività galileiana in una nuova forma che, a differenza della precedente, tiene conto del variare delle misurazioni in un altro sistema di riferimento in modo che le leggi della natura, pur producendo in riferimento ai fenomeni ottico-elettromagnetici esiti diversi in un altro sistema (mostrandosi perciò

dipendenti dalla velocità di traslazione del sistema di riferimento considerato), mantengono la loro forma. In tal senso, le leggi di Maxwell si dimostrano covarianti per le trasformazioni di Lorentz (riviste correttamente da Einstein senza la presenza dell'etere) e il principio di relatività galileiano, nella sua forma evoluta di teoria della relatività speciale (che risulta dunque essere il perfezionamento di quanto enunciato da Galilei in considerazione del principio di costanza della velocità della luce), può dunque essere esteso alla teoria del campo elettromagnetico sanando il dissidio fra meccanica classica ed elettrodinamica. La nuova invarianza spazio-temporale fu espressa in modo chiaro nel 1907 da Hermann Minkowski nel modello matematico dello spazio-tempo (che aveva ripreso da Poincaré) descritto nella teoria della relatività speciale, che forniva una rappresentazione geometrica del nuovo universo che in Einstein andava configurandosi alla luce dell'introduzione fisicamente molto significativa della dimensione temporale (che si affiancava alle tre dimensioni spaziali di lunghezza, larghezza e profondità). Lo spazio tridimensionale costitutivo della dinamica newtoniana (fondato sulla geometria euclidea) fu sostituito da un "*continuum*" spazio-temporale (ossia tetradimensionale) in cui ogni fenomeno fisico si attesta (nella rappresentazione minkowskiana) all'interno di un cono di luce nei confronti del quale i singoli eventi considerati nella loro durata complessiva (denominati "linee-universo") possono essere di tipo tempo (velocità inferiore a quella della luce), di tipo nullo (velocità luminale) o di tipo spazio (velocità superluminale). Naturalmente, i fenomeni fisici possono essere (a parte la luce) solo di tipo tempo (in caso di velocità superluminale si viaggerebbe nel tempo dacché si supererebbe la velocità della luce sotto la quale si realizzano i fenomeni fisici, conclusione paradossale nella relatività einsteiniana poiché si viaggerebbe in ipotetici tempi futuri mancanti dei fenomeni fisici che devono ancora realizzarsi (tempi dunque inesistenti) così che il moto superluminale è puramente immaginario e privo di significato fisico) e la formulazione minkowskiana ha permesso di chiarire in che modo la coordinata temporale, pur

associandosi alle tre spaziali, mantiene un suo status privilegiato dal momento che il tempo è connesso al carattere finito e limitante della velocità della luce e da esso quindi (per il fatto che il tempo è inversamente proporzionale alla velocità, che non può mai eguagliare o superare quella della luce) dipende la misurazione dello spazio (quindi la contrazione delle lunghezze nel caso di velocità prossime a quella della luce, in seguito all'analisi compiuta da Heaviside del moto delle particelle cariche generante un campo elettromagnetico). Gli eventi fisici si realizzano al di sotto della soglia della velocità luminale; il tempo (relativo agli eventi) deriva il suo significato fisico, la sua esistenza (data dalla sua misurabilità), dal limite irraggiungibile rappresentato dalla velocità della luce che fonda il tempo (dunque la fenomenologia della realtà a partire da cui il tempo può essere misurato). La separazione spazio-temporale degli eventi fra un sistema di riferimento in quiete (o a velocità trascurabile rispetto a quella luminale) e uno in moto a velocità prossima a quella luminale (espressa nell'equazione che definisce la propagazione della luce in ogni sistema di riferimento, covariante per le trasformazioni lorentziane) costituisce una grandezza fisica invariante perché fondata sul principio di costanza della velocità della luce che determina in modo assoluto la differenza delle misurazioni spazio-temporali fra un sistema e l'altro poiché questa è dovuta allo stato dei sistemi rispetto alla velocità della luce identica in ogni sistema di riferimento inerziale (differenza assoluta perché oggettiva e non giustificabile con l'immissione di ipotetici effetti meccanici sul sistema in moto dovuti all'etere, la cui esistenza indimostrabile è rifiutata categoricamente da Einstein). Lo spazio è vincolato al binomio tempo-velocità (pertanto al tempo più generalmente) e forma con esso lo spazio-tempo come struttura dimensionale quintessenziale dei fenomeni fisici dell'universo. A partire dalla teoria della relatività speciale, Einstein ha posto i fondamenti dell'abbandono di una concezione assoluta della realtà fisica a favore di un approccio relativistico corroborato dalla misurabilità empirica dei fenomeni indagati, che ha rivelato un quadro delle fondamenta portanti dell'universo (spazio e tempo) del tutto difforme da

quanto postulato in tempi precedenti. Fu questo l'inizio della meccanica relativistica. La teoria della relatività ristretta, che completa il principio di relatività galileiano classico estendendolo ai sistemi di riferimento inerziali con velocità prossime a quella della luce (così da rendere compatibile la relatività galileiana con il principio di costanza della velocità della luce (accettando la relatività delle misurazioni spazio-temporali in sistemi di riferimento in stato diverso) e affermare l'invarianza delle leggi maxwelliane del campo elettromagnetico per le trasformazioni lorentziane, che, diversamente dalle trasformazioni di Galilei, possono conciliare i fenomeni ottico-elettromagnetici con il principio di relatività ampliato nella teoria della relatività ristretta (quindi con la meccanica classica che diviene relativistica)), non è adottabile nel caso in cui si considerino sistemi di riferimento non-inerziali (ossia sistemi con moto rotatorio (i pianeti) e con moto accelerato non-uniforme) per cui possa valere l'equivalenza in relazione alla forma delle leggi di natura (già dimostrata nella relatività speciale per i sistemi inerziali). A tal proposito, è necessario formulare un'invarianza generale che valga in linea di principio anche per questo genere di sistemi di riferimento e che Einstein reperisce, seguendo le misurazioni accurate effettuate in precedenza da Loránd Eötvös, nell'uguaglianza fra massa inerziale (massa di un corpo che pone resistenza a una sua accelerazione) e massa gravitazionale (massa di un corpo che è soggetta a un campo gravitazionale producente un'accelerazione gravitazionale non-uniforme dei corpi), che fa sì che tutti i corpi, a prescindere dalle loro caratteristiche fisiche peculiari (dalla diversità delle loro masse inerziali), si comportino allo stesso modo in un campo gravitazionale (l'accelerazione gravitazionale non-uniforme è identica per ogni corpo) e che anche per i sistemi non-inerziali possa essere assicurata l'invarianza delle leggi di natura stabilita per i sistemi inerziali da Galilei e perfezionata dalla relatività ristretta di Einstein (la massa gravitazionale è perfettamente interpretabile come massa inerziale data la loro uguaglianza). Pertanto, un dato fenomeno fisico che avviene sotto l'influenza di un campo gravitazionale può essere opportunamente

interpretato come effetto dell'azione sulla massa inerziale o sulla massa gravitazionale di un corpo a seconda del sistema di riferimento preso in considerazione (ipoteticamente, se in moto uniformemente accelerato o accelerato non-uniforme), il cui stato classicamente si pensava fosse determinato dalla sua posizione nello spazio in relazione ad altri corpi (per il principio d'inerzia galileiano corpi sufficientemente isolati da tutti gli altri perseverano nel proprio stato di quiete o di moto rettilineo uniforme (o si muovono di moto uniformemente accelerato a causa di forze esterne come mostrato da Newton nel suo sistema della dinamica), mentre i sistemi di riferimento non-inerziali sono caratterizzati da un moto accelerato non-uniforme o rotatorio), laddove l'equivalenza delle due masse ha chiaramente mostrato che nello spazio corpi distanti da altri corpi possono sempre essere descritti considerandone la massa gravitazionale (uguale numericamente alla massa inerziale) in quanto facenti parte di un campo gravitazionale. Di conseguenza, l'invarianza generale è fortemente legata all'azione che i pianeti (sistemi di riferimento non-inerziali in moto rotatorio) effettuano sui corpi (come studiato da Newton nella sua teoria delle gravitazione universale, per cui l'attrazione gravitazionale fra due corpi è direttamente proporzionale al prodotto delle loro masse e inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza), quindi al fenomeno della gravità. Se in Newton l'intensità della forza gravitazionale diminuiva con l'allontanamento progressivo del corpo dalla terra, in Einstein la concezione newtoniana della gravità si traduce nella ricerca di una legge ben determinata che permetta di esaminare regolarmente gli effetti occorrenti nello spazio del fenomeno gravitazionale, rivisto alla luce della scoperta delle geometrie non-euclidee fra cui essenziale è la geometria di Bernhard Riemann. Essa, al pari della geometria iperbolica di János Bolyai e Nikolaj Lobacevskij, prevede la caduta del quinto assioma (indimostrabile, indeducibile ed indipendente dagli altri quattro) della geometria euclidea (due rette parallele non si intersecheranno mai) a favore di un'interpretazione geometrica dello spazio in cui non esistono più parallele poiché queste convergono originando traiettorie curve. La

geometria riemanniana prevede così uno spazio curvo non-euclideo che spiegherebbe per Einstein il fenomeno fisico della gravità come l'effetto fondamentale della curvatura non-costante dello spazio prodotta da una massa di una certa consistenza (un corpo celeste, come un pianeta), come manifestato dal modo di propagazione curvilineo dei raggi di luce (e confermato dall'eclisse solare totale del 29 maggio 1919 analizzata dall'astrofisico Arthur Eddington). La gravità, pertanto, non è più concepibile, in termini newtoniani, come una forza agente sui corpi che svanisce progressivamente al distanziarsi di due corpi, bensì come un campo (gravitazionale) instaurato da una data distribuzione di massa consistente in una curvatura che imprime la medesima accelerazione gravitazionale non-uniforme a tutti i corpi che sono presenti nello stesso campo e soggetti pertanto alla stessa curvatura produttrice l'accelerazione (il rapporto fra la massa gravitazionale e la massa inerziale è uguale per tutti i corpi) e spiega diversi fenomeni (fra cui le anomalie riscontrabili nella precessione del perielio dell'orbita del pianeta Mercurio). Poiché la deflessione luminale comporta una variazione nella velocità di propagazione della luce (che non è più costante in tal caso) in relazione al tipo di curvatura considerata, la teoria della relatività ristretta si dimostra un caso-limite della teoria della relatività generale che vale per domini spazio-temporali locali circoscritti in cui mancano campi gravitazionali significativi, che, invece, contrassegnano tutti i sistemi di riferimento non-inerziali e possiedono una specifica dimensione temporale data dal grado di curvatura causata dalla loro densità. La teoria della relatività generale rappresenta l'universo come un continuo tetradimensionale non-euclideo dotato di curvature spazio-temporali provocate dalla distribuzione delle singole masse (nel caso dei pianeti, il moto rotatorio si esplica dunque nel proprio dominio spazio-temporale di appartenenza costituito dalla curvatura spaziale che, nel moto, si estende allo spazio che un pianeta percorre in modo che il pianeta mantiene sempre la sua specifica dimensione temporale perché la curvatura estendentesi è causata dalla stessa distribuzione di massa che determina la stessa dimensione temporale

in ogni punto della traiettoria del moto rotatorio), che determina l'insorgere di campi gravitazionali aventi precise proprietà metriche con cui è possibile calcolare le coordinate spazio-temporali dei corpi presenti in essi. Le coordinate non possono essere fornite dal ricorso ai regoli e agli orologi (come nel caso della relatività ristretta), perché questi risentono degli effetti fisici della curvatura spazio-temporale (nella relatività generale è il campo a fornire le coordinate per via delle sue particolari caratteristiche metriche condizionanti le stesse misurazioni effettuate con i corpi rigidi, che non tengono conto di tali peculiarità dello spazio non-euclideo e si adattano unicamente allo spazio piano della relatività ristretta) che provoca l'accelerazione gravitazionale (contrazione delle lunghezze e dilatazione temporale, effetti relativistici speciali che valgono per il campo gravitazionale generato dalla distribuzione di massa), e possono essere introdotte unicamente mediante le coordinate gaussiane per la collocazione degli oggetti su superfici curve, cui si associa la coordinata temporale che (come le tre spaziali) non è stabilita in modo definito, ma (a causa dello spazio-tempo curvo, non piano) varia continuamente allo stesso modo della posizione all'interno del campo dell'oggetto (che, difatti, accelera gravitazionalmente a causa della curvatura). Il continuo tetradimensionale pseudo-euclideo risulta valido solo per superfici piane (superfici in cui non si possono generare campi gravitazionali significativi e in cui è valida la teoria della gravitazione newtoniana inapplicabile nel caso dei campi gravitazionali einsteiniani, poiché non tiene conto dell'uguaglianza fra massa inerziale e massa gravitazionale (rilevata inizialmente da Galilei per corpi in caduta libera nel vuoto) ed è applicabile soltanto nei confronti di superfici non curve in cui l'attrazione gravitazionale riguarda la sola massa inerziale (la diversità delle masse inerziali è tenuta in conto) e scompare all'allontanarsi di un corpo da tali superfici, mentre il campo scompare al centro e cresce proporzionalmente alla distanza dal centro man mano che si procede verso l'esterno); l'universo, la cui natura è determinata dalla distribuzione delle masse, rappresenta un continuo tetradimensionale non-euclideo in quanto le masse ne causano la curvatura (le superfici curve

proprie del continuo non-euclideo, la cui curvatura nei singoli campi gravitazionali è determinabile con le equazioni di campo che si servono del calcolo tensoriale di Gregorio Ricci e Tullio Levi-Civita comprensivo dell'operatore tensoriale di curvatura riemanniano che, nel caso di superfici piane proprie del continuo euclideo, equivale a zero). Alle coordinate curvilinee gaussiane si associano certe quantità che esprimono le relazioni metriche del continuo spazio-temporale (la natura della superficie curva) e consentono di individuare gli oggetti che si possono trovare nel campo in seguito alla specificazione delle sue caratteristiche metriche (se il campo non è specificato, gli oggetti che vi si trovano non possono essere individuati). In tal caso, la scelta dei sistemi di coordinate curvilinee è arbitraria; sarebbe possibile compiere una transizione arbitraria non solo da un sistema di coordinate ad un altro all'interno di uno stesso campo gravitazionale, ma anche dai sistemi di un dominio spazio-temporale a sistemi di altri domini spazio-temporali in tutto lo spazio-tempo per mezzo di trasformazioni che, a differenza di quelle tradizionali, non sono ortogonali e lineari, ma sono non-lineari giacché eseguite su corpi situati in superfici curve, perché la metrica dello spazio-tempo (definito dalle curvature prodotte dalle masse, specifico per ogni singolo campo gravitazionale e generale come "*continuum*" spazio-temporale curvo universalmente) è oggettiva per ogni sistema di riferimento (senza la specificazione della metrica non è possibile procedere all'individuazione degli oggetti nelle loro coordinate e alle trasformazioni non-lineari nello spazio-tempo) e potenzialmente esprimibile nella transizione da un sistema appartenente ad un campo gravitazionale ad un sistema facente parte di un altro campo con opportune formulazioni matematiche che vanno ricercate (anche per transizioni avvenenti all'interno di uno stesso campo gravitazionale). Con il completamento della teoria della relatività, Einstein perviene infine a un'elaborazione complessiva dell'universo come "*continuum*" spazio-temporale in cui lo spazio e il tempo sono relativi (come mostrato dalla relatività ristretta con la differenza di stato dei suoi sistemi di riferimento inerziali e dalla relatività generale con i diversi

domini spazio-temporali dei suoi sistemi di riferimento non-inerziali), ma la loro congiunzione rappresenta un dato fisico oggettivamente accertabile che, pur producendo esiti diversi in relazione alle circostanze in cui vengono effettuate le misurazioni, comprende tale suo carattere di validità soggettiva dei valori rilevati all'interno di una struttura fisica assoluta polimorfica in base alle caratteristiche fisiche dei corpi che in essa sono presenti per i domini spazio-temporali dell'universo e per i domini spazio-temporali locali (per i quali l'oggettività fisica della metrica dello spazio-tempo è data dai relativi domini spazio-temporali determinati dalle curvature all'interno dei quali sono compresi (il "*continuum*" spazio-temporale locale della relatività speciale è contenuto nel "*continuum*" spazio-temporale universale della relatività generale)): la geometria dello spazio-tempo (la gravità stessa, geometrizzata, è quindi un fenomeno fisico spiegabile solo con la geometria). La rivoluzione einsteiniana della concezione dell'universo e della sua struttura ha comportato un cambiamento di imponderabili conseguenze non solo per il mondo della scienza, ma anche per il mondo della filosofia unendo definitivamente la speculazione filosofica sui fondamenti della conoscenza e sulla possibilità stessa della scienza con la ricerca scientifica sui principi fondanti delle dinamiche della realtà, essendo tale legame imperniato sulle dimensioni fondamentali dell'universo di spazio e tempo da cui deriva ogni conoscenza e da cui si sollevano i più aporetici interrogativi in merito alla natura stessa della conoscenza acquisibile. La teoria della relatività einsteiniana ha considerevolmente modificato in modo irrimediabile il modo di guardare l'universo e di concepire lo spazio e il tempo, condizionando radicalmente il loro significato sia fisico sia filosofico. La significatività filosofica del mutamento apportato da Einstein sarebbe stata oggetto dell'interpretazione di due dei più grandi filosofi della scienza del XX secolo: Hans Reichenbach ed Ernst Cassirer.

1. La teoria della relatività secondo Reichenbach

Hans Reichenbach (1891-1953) fu uno dei maggiori esponenti di quella scuola di pensiero che operò un cambiamento sostanziale nel modo di concepire l'attività filosofica in considerazione dei forti sviluppi che caratterizzarono il percorso della scienza fra la fine del XIX e l'inizio del XX secolo: il neopositivismo (o neoempirismo) logico. Il neopositivismo logico fu diretto contro ogni speculazione metafisica che intendesse esprimere conoscenze inverificabili su sfere della realtà inattingibili da parte dell'uomo in nome di un rigoroso appello all'indagine su quanto è esplicitamente attestabile in maniera intersoggettivamente valida e non discendente da una teorizzazione astratta sul reale in cui l'aspetto naturale è visto come mero coronamento dell'ambito spirituale dell'esistente che determina la dinamica sottostante all'esplicazione della realtà. La critica era molto serrata nei confronti di quegli indirizzi filosofici (criticismo di matrice kantiana, idealismo, positivismo ottocentesco) che avevano inteso il trascendente come il culmine della riflessione della filosofia (ancora considerata come sapere di natura essenzialmente speculativo-metafisica) che aveva come oggetto del suo studio tale trascendente declinato in varie forme (nel criticismo come noumeno in relazione alla costruzione categoriale trascendentale empiricamente insondabile ed ineliminabile ai fini della comprensione della realtà fenomenica, nell'idealismo e nel positivismo come Essere immanente alla sua stessa ricerca interpretato idealisticamente all'interno del processo dialettico della realtà verso l'autocoscienza e il per sé spirituale e positivisticamente secondo la riformulazione dei mezzi e dei risultati della scienza in chiave metafisica). Il neopositivismo nacque in Germania sul finire degli anni Venti come unione di due gruppi di pensatori accomunati da un simile orientamento di riflessione sui rapporti fra le scienze matematiche e fisiche e la filosofia: il circolo di Berlino (1928) e il circolo di Vienna (1929). Il Circolo berlinese era prevalentemente incentrato sulla discussione del problema dell'a-priori nel contesto degli esiti avutisi nelle scienze moderne, il Circolo viennese si

occupava maggiormente di questioni legate al problema del significato nel contesto della logica formale che, dopo Aristotele, aveva ricevuto un considerevole ampliamento della sua capacità di approfondire la verità delle proposizioni e dei teoremi stanti a fondamento del ragionamento scientifico mediante il procedimento di assiomatizzazione incluso nell'appena nata logica matematica, che si sarebbe ben presto allargata al calcolo infinitesimale e alla teoria degli insiemi e ai problemi e paradossi logico-matematici da essi derivanti. La filosofia, per i neopositivisti, deve essere purificata dalle scorie trascendentali che ne avevano adombrato l'abilità di apportare contributi fruttiferi per lo sviluppo dell'attività scientifica in tempi passati e deve essere ripristinata nel suo ruolo di attività critica della ricerca che si compie nella scienza, che diviene a tutti gli effetti l'unico oggetto che essa può elevare a proprio punto di riflessione senza il quale la filosofia stessa non avrebbe più ragione alcuna di esistere poiché, arenandosi in dispute metafisiche alienate dal contesto scientifico e dal mondo di cui la scienza stessa si occupa, terminerebbe col dissertare di problematiche assolutamente non investigabili da parte dell'intelletto divenendo una pura pratica linguistica priva di fondamento logico (con la decadenza dei criteri di valutazione dei dati empirici tipici delle scienze) e ontologico (avverrebbe la formulazione di enunciati destituiti di significato perché non verificabili empiricamente). L'empiria (i confini delimitanti dell'esperienza entro cui circoscrivere la ricerca scientifica), non la metafisica, deve essere il concetto imperante nell'indagine filosofica (che, difatti, è assimilata alla scienza) per il neoempirismo; la filosofia deve accostarsi al procedere della scienza non mancando di interrogarsi continuamente sui fondamenti in base a cui è possibile accettare determinate conclusioni scientificamente rilevanti e poter organizzare coerentemente le conoscenze acquisite (e quindi istituire le scienze stesse), esprimendosi pertanto gnoseologicamente sulle condizioni stesse di conoscenza cui ogni branca scientifica è contingentemente soggetta e deve essere normativamente sottoposta se si intende accettarla infine come vera scienza (ossia come ramo dello scibile

in grado di far conseguire conoscenze certe e verificabili). Per i filosofi-scienziati la reale conoscenza può essere acquisita solo con l'applicazione dei metodi propri della scienza (che devono essere ponderati attentamente in senso epistemologico ai fini della fondazione dell'organizzazione dello scibile e dell'assicurazione dei fondamenti stessi delle scienze), la filosofia (trasfigurata in antimetafisica) è deputata al compito di vagliare la metodologia della scienza e non può fondarsi su basi extra-logiche che vanno al di là del limite ultimo rappresentato dall'esperienza e farebbero ricadere la filosofia in quell'oscuro labirinto che è la metafisica. La filosofia, che passa dall'essere "speculativa" all'essere "scientifica", non è dunque eliminata dai neopositivisti logici, ma ridimensionata secondo canoni diversi di valutazione delle opportunità epistemiche che essa può fornire, riguardanti la centralità dell'oggettività dei dati empirici e la conseguente possibilità di verificare in modo universale gli enunciati elaborati scientificamente per giungere a una conoscenza che, per quanto possa essere limitata nella sua estensione (ossia confinata eventualmente ad un certo specifico ambito che non interessa teorie scientifiche sulla natura della realtà di più larga portata), resta cionondimeno ugualmente valida in senso universale per la sua sperimentabilità (quindi la sua osservabilità e verificabilità). La filosofia della scienza propugnata dai neoempiristi è fondamentale nel delineare la strutturazione dei procedimenti epistemologici adottati nell'ambito delle ricerche scientifiche (che variano di pensatore in pensatore e devono essere considerati con dovuta precisione in quanto possibilmente comportanti una differente concezione epistemologica dei fondamenti della conoscenza scientifica che potrebbe deviare dal significato fisico delle teorie scientifiche) e nella spiegazione del significato complessivo (ossia filosofico-scientifico) delle scoperte della scienza (il progresso conoscitivo è quindi sempre garantito dalla scienza, da cui dipende l'esistenza della filosofia per il neopositivismo nella sua sola veste di filosofia della scienza, quindi di epistemologia). Reichenbach, impegnato nella discussione sul ruolo ricoperto dall'a-priori nella nuova filosofia della scienza influenzata dalle scoperte del nuovo

secolo, fu il massimo rappresentante all'interno del circolo di Berlino dell'appena nata teoria della conoscenza che andava sostituendo progressivamente l'impostazione gnoseologica offerta da Kant col suo criticismo trascendentale che, con la sua costruzione a-prioristica delle categorie della mente per la comprensione, aveva escluso dal suo sistema gnoseologico le prove apportate dalla cruda esperienza della realtà che era interpretata non come dominio ontologico a sé stante cui la mente si applica per la comprensione, ma come elaborazione delle categorie della mente (forme a-priori della sensibilità e dell'intelletto) che riconosce il contributo fondamentale ai fini della conoscenza dei soli giudizi sintetici a-priori senza considerare nella maniera più opportuna il posto decisivo che l'a-posteriori ha nella scienza insieme alla sua analisi (è dall'a-posteriori che, in Reichenbach, sorge la conoscenza). La filosofia della scienza neopositivista espressa dal periodare reichenbachiano implica la disgregazione degli schemi categoriali che presumono di fissare definitivamente la struttura della realtà e la sua conoscibilità in limiti precisi che non ammettono alcuna deroga a quanto prefissato in sede di costituzione trascendentale della conoscenza (estetica per le forme a-priori della sensibilità (spazio e tempo), analitica per le forme a-priori dell'intelletto (quantità, qualità, modalità e relazione)) e la conseguente enunciazione delle asserzioni scientifiche sulla base di quanto esperito concretamente e della sua matematizzazione con cui diviene possibile esprimere con linguaggio chiaro e scientificamente ammissibile (quantitativo) la conoscenza rilevata a livello empirico (la matematica consente dunque di identificare immediatamente le conoscenze acquisite con la loro rilevazione empirica effettuata necessariamente in maniera quantitativa per comunicare il loro carattere di assoluta certezza). Il ritorno all'empiria invocato dalla nuova teoria della conoscenza, che si pone in forte contrasto con il trascendentalismo kantiano, risponde all'esigenza di sciogliersi dai vincoli oramai divenuti troppo stretti della filosofia kantiana in virtù del progredire della scienza moderna che ha comportato una notevole confutazione dell'orizzonte scientifico-naturalistico legittimato in

senso assoluto da Kant nel suo sistema gnoseologico. La liberazione dalla rigidità della costruzione categoriale fissata da Kant permessa dagli sviluppi della scienza moderna ha concesso di verificare come l'acquisizione della conoscenza sia fondata su quanto può essere empiricamente osservabile a prescindere dall'impostazione gnoseologica schematica che è stata assegnata alla mente umana, pertanto come siano i giudizi sintetici a-posteriori, nella terminologia kantiana, a costituire il fulcro dello scibile laddove i giudizi sintetici a-priori fondati sulle forme della sensibilità e dell'intelletto sono esplicitamente contraddetti da quanto rilevato a-posteriori dall'esperienza che si manifesta nella molteplicità delle sue forme non prevista dallo schematismo kantiano. L'empiria comporta principalmente la graduale decomposizione del criticismo trascendentale kantiano sia in termini soggettivi (le forme a-priori costitutive della mente) sia in termini oggettivi (l'idealità noumenica della realtà, sostituita dalla semplice realtà fenomenica che attesta come non vi sia alcuna realtà noumenica inintelligibile per la mente che si limiterebbe alla sola realtà fenomenica (l'unica realtà esistente per il neopositivismo)). Per Reichenbach, Kant aveva soltanto fornito un'analisi della meccanica newtoniana (quindi della scienza) del suo tempo, che aveva cristallizzato nella forma generale di un sistema della ragione pura che valesse come giustificazione implicita della fisica stabilita da Galilei e Newton (la mente visualizza la realtà come prescritto dalla fisica newtoniana e dalla geometria euclidea a causa della costituzione della ragione pura) in quanto esito del suo modo di concepire la filosofia come analisi della ragione a partire dalla quale confermare le conclusioni ottenute nell'ambito della scienza. Per Kant la fisica newtoniana rappresentava la scienza definitiva e la sua filosofia, lungi dall'essere strumento critico di esame delle conoscenze, servì da dispositivo di giustificazione delle conoscenze scientifiche ritenute inconfutabili per mezzo di un'analisi della ragione (che alla fine si rivelò essere un'analisi della scienza del suo tempo con la fisica relativistica). Kant dunque, pur avendo avuto il merito storico di compiere una critica accurata della metafisica tradizionale e della sua

possibilità di essere accettata come scienza a patto di essere metafisica critica (e non dogmatica) dei principi puri a-priori svincolati dall'esperienza del conoscere e dell'agire che si diramasse dal suo sistema della ragione pura comprensiva della dialettica trascendentale, cadde però ugualmente vittima dell'errore di non aver voluto adeguatamente considerare l'empiria (e l'imprevedibilità delle sue forme di manifestazione) per inglobarla nei meandri della sua struttura categoriale estetico-analitica della conoscenza che permeò di razionalismo simil-metafisico anche la sua teoria della conoscenza. In Kant, filosofia e scienza erano ancora separate dal confine trascendentale costituito dall'analisi della ragione che non diede spazio all'analisi dell'esperienza, come avvenne nel neopositivismo logico. La critica reichenbachiana dell'a-priori kantiano avrebbe messo definitivamente in luce che lo spazio e il tempo, in seguito all'avvento della meccanica relativistica, non devono più essere concepiti come forme mentali di ordinamento delle impressioni sensibili, delle percezioni ricavabili passivamente dal mondo esterno ineluttabilmente secondo i criteri della fisica classica e della geometria euclidea (come voleva Kant), ma come grandezze fisiche espressamente misurabili in base all'esperienza del mondo esterno, che non è determinata dalla costruzione categoriale della mente ma dalla configurazione metrico-topologica stessa della realtà che può presentarsi in forme diverse da quanto sancito dalla scienza intesa da Kant secondo la sua analisi della ragione non tenente conto del carattere prioritario dell'empiria. L'esperienza non dipende dalla ragione (dalle sue strutture categoriali a-priori); la ragione (la sua capacità di compiere atti giudicanti che si rivelano necessariamente a-posteriori ed analitici) dipende dall'esperienza. Reichenbach studiò approfonditamente le implicazioni filosofiche insite nella teoria della relatività einsteiniana che comportò conseguenze rivoluzionarie non solo in fisica con la scoperta della relatività della dimensione spaziale e della dimensione temporale, che sono congiunte nella definizione della struttura fondamentale dei fenomeni fisici che determina anche la forma e le dinamiche dell'universo spiegando nella sua geometria il fenomeno della gravità, ma anche in filosofia in

quanto agiva su una totale revisione delle nozioni fondamentali di spazio e tempo su cui si fonda ogni conoscenza e ogni possibilità di conoscenza che possa mai essere conseguita giacché ogni asserzione (filosofica o scientifica che sia) si enuncia sullo sfondo di tali due dimensioni costituenti l'essenza profonda della natura che la relatività di Einstein, operando un cambiamento soprattutto filosofico in tal senso, ha mostrato nella sua oggettività. Reichenbach ha sviluppato le fondamentali riflessioni epistemologiche cui la teoria della relatività inevitabilmente conduce data la sua estensione a ciò che determina contemporaneamente sia la natura dell'universo sia la natura della conoscenza dipendente dalla realtà: lo spazio e il tempo. La teoria della relatività speciale ha apertamente depredato del loro significato fisico-filosofico i principi basilari su cui si era sorretta la fisica classica che era stata legittimata in ambito gnoseologico da Kant col suo sistema della ragione pura. Si era mostrato che lo spazio e il tempo non avevano carattere assoluto in base a cui fosse determinabile un moto identico per ogni sistema di riferimento come dichiarato dal principio di relatività galileiano (un moto quindi assoluto), poiché per sistemi di riferimento inerziali a velocità prossime a quella della luce la misurazione della distanza spaziale e la misurazione del tempo divengono relative a causa della velocità assunta che implica gli effetti di contrazione delle lunghezze e di dilatazione temporale che relativizzano lo spazio e il tempo (le misurazioni non concordano più con quelle effettuate in qualsiasi altro sistema in quiete o comunque a velocità non prossima a quella della luce). Ciò significa che, non essendo più il tempo considerabile come assoluto, la simultaneità di due eventi differenti che accadono nello stesso luogo e apparentemente allo stesso tempo è a sua volta relativa e frutto di una convenzione valente unicamente per sistemi inerziali caratterizzati da velocità trascurabili rispetto a quella della luce o in quiete, dal momento che per sistemi a velocità molto maggiore i due eventi non appariranno più come simultanei ma l'uno accadrà poco prima dell'altro a seconda dell'orientamento del moto del sistema (quindi di due eventi simultanei, che non si rivelano più tali, non si può stabilire quale dei due

preceda l'altro poiché questo dipende dall'orientamento del moto del sistema a velocità prossima a quella della luce). Il tempo quindi si mostra pienamente reversibile (non esiste un ordine temporale assoluto per ogni sistema di riferimento) come conseguenza del suo essere, insieme allo spazio, relativo e mina nelle fondamenta la meccanica classica che, con l'introduzione del principio di costanza della velocità della luce, viene perfezionata e corretta dalla teoria della relatività. La gnoseologia kantiana è quindi fortemente stigmatizzata dagli esiti della teoria della relatività speciale in quanto questa prevede la perdita dell'attributo di absolutezza da parte dello spazio e del tempo che in Kant sono concepiti come forme d'ordine necessarie delle percezioni esperibili nella realtà che fungono da precondizioni indispensabili della conoscenza scientifica la cui validità è universale e che, pur riguardando il soggetto (le forme a-priori della sensibilità della sua mente), hanno funzione oggettivante poiché determinano la comprensione degli oggetti della realtà (e quindi la realtà stessa) in modo necessariamente univoco stabilito dalle categorie di spazio e tempo che inquadrano il reale nella sua fisicità nella maniera descritta dalla meccanica classica (in cui spazio e tempo sono assoluti) e dalla geometria euclidea. Annullare il carattere assoluto dello spazio e del tempo comporta, dunque, la confutazione del criticismo kantiano che fonda il suo sistema della ragione pura come base gnoseologica che giustifica l'esperienza della realtà nei modi definiti da Newton e da Euclide. Come dimostrato da Einstein, la relatività galileiana (che stava a fondamento del carattere di absolutezza dello spazio e del tempo teorizzato da Newton in termini fisici per la costituzione del suo sistema della dinamica e postulato da Kant in termini filosofici per la giustificazione della fisica tradizionale a livello trascendentale) poteva essere accettata a condizione che fosse corredata del principio di costanza della velocità della luce che indusse inevitabilmente a rigettare lo spazio e il tempo assoluti di Newton e Kant e quindi a ridefinire queste due dimensioni non più nei termini kantiani di forme a-priori puramente mentali della sensibilità che consentono di esperire il mondo, ma nei nuovi termini einsteiniani di relazioni metriche

ricavabili solo a-posteriori dall'esperienza della realtà. Lo spazio e il tempo non sono categorie mentali universalmente valide a-priori da cui dipende l'esperienza, ma dimensioni espressamente fisiche presenti nella realtà la cui esperienza guida la ragione, la conoscenza scientifica in senso a-posteriori e con l'analisi delle conoscenze acquisite a-posteriori. Col principio di costanza della velocità della luce, la relatività galileiana (nella nuova forma di teoria della relatività ristretta) può essere estesa anche ai sistemi a velocità prossime a quella della luce e sancisce la caduta definitiva dell'assolutezza di spazio e tempo (quindi la confutazione dell'epistemologia kantiana). La velocità costante della luce permette di definire il tempo (perciò di confrontare i tempi registrati in punti diversi di una regione spaziale e di studiare il fenomeno della simultaneità) in quanto la luce rappresenta la velocità-limite massima fra tutti i fenomeni fisici che si attestano al di sotto della sua soglia (le loro velocità non possono raggiungere o superare quella luminale) e possono quindi essere analizzati attraverso il confronto con la velocità luminale in termini di misurazione temporale (da cui si deduce la velocità assunta da un corpo che determina l'effetto relativistico di contrazione delle lunghezze associato a quello di dilatazione temporale attestato mediante la misurazione, in quanto tali effetti si hanno all'approssimarsi della velocità del corpo alla velocità luminale (limite in prossimità del quale i corpi modificano il loro comportamento) che origina la dilatazione temporale). La struttura categoriale impostata da Kant non offre pertanto delucidazioni sufficienti sul vero stato della conoscenza e delle condizioni di conoscenza scientifica e rappresenta un prodotto storico della scienza pre-relativistica valente soltanto per il suo tempo che, in ogni caso, pur essendo stato confutato nei suoi contenuti, può essere reso oggetto di studio per Reichenbach per verificare in che modo le possibilità condizionanti della conoscenza scientifica (l'a-priori) agiscano effettivamente nell'acquisizione di conoscenze riguardanti la realtà dopo l'avvento della fisica relativistica che ha fisicizzato lo spazio e il tempo togliendo loro l'ultimo residuo di a-priorità puramente mentale. Un tempo assoluto

richiederebbe l'ipotesi fisica di un processo che, a differenza della luce (la cui velocità è finita), abbia velocità infinita (così che, non essendovi più il limite massimo della velocità luminale in relazione al quale i corpi risentono degli effetti relativistici acquistando una misurazione spaziale e una misurazione temporale proprie, spazio, tempo e moto sarebbero determinabili come assoluti). In questo caso, sarebbe necessario postulare un'azione a distanza (a velocità finale infinita) fra due punti distanti la cui velocità di propagazione diverrebbe sempre più elevata, fino a diventare infinita, con l'aumentare della distanza che tale forza percorrerebbe propagandosi per i diversi punti che incontrerebbe (azione per contatto). Ma, come dimostrato empiricamente, non è rilevabile una forza che abbia una velocità di propagazione di tal genere né tantomeno il risultato dell'azione istantanea di una forza sui corpi (come esibito nell'esperimento di Michelson-Morley sull'etere come spazio assoluto in relazione a cui definire l'assolutezza del moto, il cui risultato nullo si riteneva fosse dovuto agli effetti della forza meccanica propagantesi a velocità infinita dell'etere sull'interferometro prima che sopraggiungesse il principio einsteiniano di costanza della velocità della luce che decretò l'inesistenza dell'etere). La sola approssimazione alla velocità massima raggiungibile da un fenomeno fisico (la velocità luminale) determina l'inizio della conversione della massa di un corpo in energia cinetica tendente all'infinito, che si completerebbe ipoteticamente una volta raggiunta la velocità luminale (che resta irraggiungibile). Ciò indica che la velocità di un corpo non può essere aumentata oltre un certo limite poiché, superato tale limite, il corpo, lambendo la velocità luminale, converte la sua massa in energia cinetica tendente all'infinito caratterizzata da velocità vicinissima a quella della luce che è assolutamente costante, irraggiungibile ed insuperabile. La luce, quindi, si conferma il limite ultimo delle velocità di propagazione raggiungibili in natura che (eccettuati gli eventi convenzionalmente simultanei) stabilisce le catene causali dei fenomeni fisici (in quanto questi si attestano a velocità inferiori a quella della luce e sono quindi determinabili (misurabili temporalmente) nei loro

rapporti di causa (anteriorità) ed effetto (posteriorità), mentre, se il tempo fosse definito da un processo fisico a velocità infinita, la concepibilità dell'azione causale potrebbe risultare molto complicata poiché la misurabilità temporale dei fenomeni non sarebbe più fornita dal confronto delle velocità finite con la velocità finita massima della luce che determina i rapporti di anteriorità (causa) e posteriorità (effetto), bensì dal loro confronto con una velocità infinita (la misurazione temporale dei fenomeni resterebbe presumibilmente indefinita poiché il processo fisico definente il tempo ha una velocità illimitata con cui sarebbe arduo confrontare le velocità finite per cercare di stabilire l'ordine temporale della causalità) che renderebbe difficile il compito di determinare il prima e il dopo nella loro separazione temporale definita invece dalla velocità finita della luce) e confuta definitivamente l'ideale di approssimazione a un ipotetico tempo assoluto, che in natura non esiste (non è empiricamente rilevabile). La teoria della relatività generale ha decretato l'invalidità della geometria euclidea per la descrizione dello spazio fisico che, in seguito alla scoperta della validità dapprima a livello solo logico-concettuale (geometria iperbolica di Bolyai e Lobacevskij) e successivamente su basi empiriche delle geometrie non-euclidee (geometria di Riemann), non era più raffigurabile nei termini designati dalla fisica tradizionale che comprendeva una determinazione dello spazio che poggiava direttamente sugli assiomi euclidei che risultarono insufficienti per la descrizione dello spazio fisico dell'universo, caratterizzato da curvatura variabile che definiva le singole regioni spazio-temporali (ogni regione ha una specifica curvatura) a causa della distribuzione di massa (corpi celesti di una certa densità, come i pianeti) che dunque costituiva la forma e la natura dell'universo. L'a-priorità della geometria euclidea asserita dal sistema gnoseologico kantiano fu pertanto sfatata dal rilevamento empirico (a-posteriori) della reale descrizione dello spazio fisico che implicava una netta deviazione rispetto ai canoni della geometria classica posta da Kant a fondamento dell'intuizione dello spazio nella costruzione categoriale della sua estetica trascendentale. La geometria euclidea fu confutata nella sua

applicabilità allo spazio fisico non soltanto in termini puramente logici, ma anche limitatamente al suo stesso carattere di intuitività (evidenza intuitiva) che, seppur valido per le dimensioni intermedie della realtà quotidiana costituita da superfici piane (non curve) in cui gli effetti della relatività generale non si avvertono, ciononostante risulta inadatto a descrivere lo spazio fisico dell'universo, per cui è necessario appellarsi alla geometria non-euclidea riemanniana. Per Reichenbach, Einstein intese esibire la sua teoria tentando di manifestarne l'intrinseca intuitività in modo da dimostrarne l'uguale validità nei confronti di quella posseduta dalla geometria euclidea sulla base delle ricerche empiriche compiute, che testimoniassero inconfutabilmente la fondatezza dei risultati della sua analisi dello spazio in quanto formulata corrispondentemente allo studio della realtà fisica senza il vincolo di presupposti filosofico-sistematici che potessero contaminare l'interpretazione degli esiti ottenuti da accettare nella loro oggettività. Il requisito dell'invarianza generale per tutti i sistemi di riferimento (ossia la loro equivalenza in relazione alla descrizione dei fenomeni fisici per cui le leggi di natura mantenessero la loro forma nella transizione da un sistema all'altro), che era stato stabilito nella teoria della relatività speciale in modo da conciliare finalmente il principio di relatività galileiano con il principio di costanza della velocità della luce ponendo quest'ultimo ad assunto imprescindibile da implementare nella relatività galileiana per stabilire la covarianza generale per tutti i sistemi di riferimento inerziali (compresi quindi quelli in moto a velocità prossima a quella della luce) terminando quindi il conflitto interno alla meccanica classica (che divenne infine relativistica) fra l'invarianza galileiano-newtoniana e le leggi dell'elettromagnetismo maxwelliano (con la caduta definitiva dell'assolutezza di spazio, tempo e moto), nel caso della teoria della relatività generale prevedeva l'abbandono dello spazio piano euclideo a favore dello spazio curvo riemanniano in considerazione dell'uguaglianza (empiricamente rilevata) fra massa inerziale e massa gravitazionale. Tale uguaglianza comportava l'acquisizione da parte dei corpi di riferimento soggetti a un campo gravitazionale di un'identica

accelerazione gravitazionale non-uniforme dovuta (stando alla geometria riemanniana) a una curvatura dello spazio prodotta da una data distribuzione di massa per cui la geometria euclidea non poteva più servire da cornice complessiva di comprensione per la descrizione dello spazio fisico dell'universo. L'espressione quadratica indicante la separazione spazio-temporale degli eventi fra due sistemi di riferimento inerziali nella teoria della relatività speciale si evolse nella teoria della relatività generale in una forma mista comprensiva delle funzioni metriche del campo gravitazionale che si associavano alle coordinate curvilinee gaussiane nell'individuazione dei sistemi di riferimento non-inerziali all'interno di un campo e nell'espressione delle caratteristiche metriche (quindi del grado di curvatura provocante l'accelerazione gravitazionale non-uniforme) di ogni singolo campo. La teoria della relatività generale, a differenza della teoria della relatività speciale, ha come sua caratteristica principale l'effetto essenziale prodotto dalla curvatura che determina la sua configurazione geometrica non-euclidea, ossia la gravità che si manifesta nella presenza di un campo gravitazionale non-omogeneo (la curvatura è non-costante per ogni dominio spazio-temporale e causa un'accelerazione gravitazionale non-uniforme) dinamico che produce un'accelerazione equivalente per tutti i corpi presenti nel campo che consentirebbe di estendere la covarianza anche a tali sistemi di riferimento non-inerziali, in quanto la descrizione dei fenomeni fisici sarebbe uguale per tutti i sistemi poiché accomunati dalla stessa accelerazione che permetterebbe di conseguire equivalenti misurazioni spazio-temporali (e successivamente di estendere la covarianza ai sistemi di riferimento di ogni campo gravitazionale per tutto lo spazio-tempo) perché tale accelerazione è prodotta da una curvatura dello spazio determinante le caratteristiche metriche di tutti i singoli campi gravitazionali oggettive per i sistemi che si trovano in essi e per quelli che sono in campi differenti (le caratteristiche metriche di un campo sono oggettive anche per sistemi appartenenti a campi diversi, dal momento che la metrica dello spazio-tempo complessivo è assoluta per ogni sistema di riferimento il cui campo di appartenenza è solo una regione dell'intero

spazio-tempo). Sulla base del principio di equivalenza di massa inerziale e massa gravitazionale (che concederebbe di allargare il principio d'invarianza a sistemi non-inerziali che sono interpretabili come inerziali in base all'equivalenza delle due masse), la relatività generale designa una nuova descrizione dello spazio universale che non si limita più alla mera formulazione di ipotesi su geometrie devianti dal canone euclideo in ambito puramente logico, ma si dimostra applicabile ed effettivamente congruente con la reale geometria fisica dell'universo descrivibile unicamente con l'ausilio di coordinate non-euclidee che permettono di comprendere la dinamica degli spazi curvi che determinano la nascita di campi gravitazionali dinamici che provocano l'accelerazione non-uniforme dei sistemi di riferimento in esso presenti. La teoria della relatività speciale, pertanto, si riduce al caso-limite speciale di campi gravitazionali omogenei ed isotropi in cui la forza del campo equivale a zero (non vi sono quindi campi gravitazionali significativi) poiché le superfici sono piane e, pertanto, non originano effetti dinamici (dati invece dalla curvatura delle superfici da cui sorge l'accelerazione gravitazionale non-uniforme che coinvolge anche la traiettoria luminale stabilendo l'impossibilità fattuale di definire il tempo in modo assoluto per ogni regione spazio-temporale (quindi di definire in modo assoluto la specificazione temporale della causalità), poiché la stessa velocità della luce non si mostra più costante (il grado di curvatura determina la deflessione luminale) definendo pertanto il tempo in modo diverso in ogni regione spazio-temporale, in cui la velocità luminale ridiviene costante dopo aver subito la dilatazione temporale gravitazionale determinante il tempo proprio di ogni singolo dominio spazio-temporale). La covarianza generale stipulata per la relatività speciale non è bastevole alla descrizione dell'interpretazione dei fenomeni fisici che avviene in sistemi di riferimento accelerati non-uniformemente poiché questa richiede l'immissione in tal caso di altre quantità descrittive le caratteristiche metriche del campo gravitazionale da associare a coordinate di un altro tipo rispetto a quelle euclidee, ossia coordinate curvilinee che individuano spazialmente gli oggetti su superfici non piane e

sono strettamente dipendenti dalla specificazione delle funzioni metriche del campo. La necessità di introdurre nuove coordinate e funzioni metriche esplicita il carattere assoluto della curvatura dello spazio e, dunque, la significatività fisica dello spazio non-euclideo che esiste oggettivamente ed è verificabile nella sua esistenza solo a-posteriori. La covarianza generale ricercata nella relatività generale si distacca dall'invarianza propria della relatività speciale e richiede l'esecuzione di trasformazioni non-lineari e non ortogonali (poiché effettuate nello spazio curvo della geometria non-euclidea che definisce la realtà fisica dell'universo) per cui l'invarianza possa valere per tutti i sistemi di riferimento. Lo spazio non-euclideo della relatività generale dichiara la fine della concezione dello spazio fisico come spazio omogeneo ed isotropo in cui non è possibile ravvisare, stando alle leggi di natura già prefissate, alcuna anomalia che possa avere effetti incisivi nella determinazione della geometria fisica dell'universo. La non-omogeneità dello spazio è dovuta alla sua curvatura da parte di una consistente distribuzione di massa da cui scaturiscono fenomeni fisici (la gravità e gli effetti relativistici di contrazione delle lunghezze e dilatazione temporale legati all'accelerazione gravitazionale) che sanciscono la rottura della continuità postulata in fisica classica nelle leggi della natura e nella definizione delle grandezze fisiche e interpretabile nei termini del sistema della ragione pura kantiano come principio a-priori derivabile dalle sue categorie trascendentali che giustificavano razionalmente a-priori (e non empiricamente a-posteriori) la meccanica newtoniana e la geometria euclidea. La teoria della relatività ristretta è portata alle estreme conseguenze del principio d'invarianza spazio-temporale in essa certificato empiricamente (col principio di costanza della velocità della luce) dalla teoria della relatività generale che mostra chiaramente come la relatività speciale rappresenti un caso-limite della relatività generale, in cui valgono il principio di costanza della velocità della luce (diversamente dalla relatività generale a causa della presenza di curvature che relativizzano lo spazio e il tempo (deflettendo la luce) ai singoli domini spazio-temporali) e il mantenimento della struttura geometrico-fisica euclidea per domini

spazio-temporali locali ed infinitesimali caratterizzati da superfici piane che possono essere descritte secondo il linguaggio geometrico proprio dello spazio riemanniano-einsteiniano (nei termini di azzeramento della curvatura della superficie considerata, per cui è anche possibile considerare (secondo la teoria riemanniana della curvatura variabile) in superfici curve domini infinitesimali piani) mentre lo spazio non-euclideo non è descrivibile nelle coordinate euclidee. Se la relatività speciale ha destituito lo spazio e il tempo del loro carattere di assolutezza all'interno dei sistemi di riferimento inerziali (che, dunque, si trovano in domini spazio-temporali circoscritti poiché non sono non-inerziali, ossia in stato di moto non-uniforme dovuto a un campo gravitazionale) a causa dell'ammissione del principio di costanza della velocità della luce che ha fatto crollare su basi empiriche l'estensione per via induttiva della relatività galileiana ai fenomeni ottico-elettromagnetici sotto l'ipotesi dell'esistenza dell'etere, la relatività generale ha compiuto ciò in relazione ai sistemi di riferimento non-inerziali allargandosi necessariamente ai domini spazio-temporali dello spazio globale dell'universo così da stabilire definitivamente la perdita da parte dello spazio e del tempo del loro carattere assoluto perché la curvatura dello spazio è diversa per ogni regione spazio-temporale e comporta una deflessione luminale diversa nei singoli domini spazio-temporali (ogni regione ha una sua curvatura che determina specifiche misurazioni temporali, sicché la relatività generale trascende la relatività speciale poiché quest'ultima non può applicarsi induttivamente a sistemi in moto non-uniforme dacché questi, come mostrato dall'esperienza, sono legati a leggi fisiche che implicano la deflessione della luce e, quindi, tempi diversi per le singole regioni sulla base della curvatura considerata). Reichenbach vede nella contraddizione presente fra la concezione della fisica offerta dal sistema kantiano e quella fornita dalla teoria della relatività, che decreta la fine dei principi essenziali su cui si erigeva la meccanica classica basata sulla descrizione dello spazio fisico nei termini della tradizionale geometria euclidea, la possibilità non solo di definire un'impostazione epistemologica dei fondamenti della conoscenza

scientifica del tutto divergente dal criticismo kantiano diretto in senso trascendentale a-prioristico e non comprendente una dovuta considerazione del centrale ruolo ricoperto epistemicamente dall'a-posteriori (cosa che portò Kant a legittimare in modo assoluto la fisica e la geometria tradizionali senza ipotizzare l'eventualità, rilevabile solo empiricamente (quindi a-posteriori), di contraddizioni per il sistema collaudato), ma anche di rivalutare l'operato stesso di Kant alla luce di una nuova analisi del processo cognitivo in cui il suo concetto di "a-priori" assume una rilevanza nuova adatta alla comprensione dei procedimenti conoscitivi stanti alla base della formulazione della conoscenza scientifica (il criticismo kantiano quindi, pur confutato nel suo contenuto, è considerato in Reichenbach come imprescindibile nella sua individuazione nell'a-priori della condizione fondamentale di acquisizione della conoscenza scientifica). La teoria della relatività einsteiniana ha permesso di confutare i principi (ritenuti inscalfibili) della scienza tradizionale perché ha fondato i risultati ottenuti su una ricerca contingente del modo di manifestarsi dei fenomeni fisici che ha rivelato a-posteriori diverse discordanze fondamentali rispetto alle conoscenze scientifiche assodate come universalmente valide in precedenza. Einstein ha inteso presentare una descrizione definita e precisa dei concetti portanti su cui si basa la meccanica (ossia spazio, tempo e moto) prendendo in considerazione la pura realtà fisica nella maniera in cui questa si manifesta a prescindere da organizzazioni sistematiche dal carattere dogmatico del sapere scientifico che non sono idonee alla trattazione della realtà fisica nei punti in cui essa dimostra che sussistono fenomeni che difficilmente trovano posto nello scibile comunemente accettato in modo universale (come nel caso peculiare dell'elettromagnetismo maxwelliano, per cui esemplare fu l'ammissione da parte di Einstein dell'inesistenza dell'etere da cui avrebbe preso avvio la destituzione per lo spazio, e correlatamente anche per il tempo, del loro carattere di absolutezza in virtù del principio di costanza della velocità della luce, che non è mediata da alcun supporto fisico e rappresenta il limite fisico massimo dei fenomeni definente il tempo da cui scaturiscono

gli effetti relativistici di contrazione delle lunghezze e dilatazione temporale che relativizzano lo spazio e il tempo). Secondo Reichenbach, la teoria einsteiniana, fondandosi sulla fisicità delle misurazioni (dunque sul carattere prettamente a-posteriori, empirico, di ogni conoscenza scientifica acquisibile), ha chiarito come l'oggetto in sé, la "cosa" del mondo esterno analizzata dalla scienza, dalla fisica (quindi la realtà stessa), possa essere compresa e spiegata nel suo reale stato fisico solo mediante una sua individuazione che risulti vera non per un sistema logico-matematico (o trascendentale) predeterminato che non tiene in giusto conto la fecondità delle informazioni ricavabili dall'esperienza del mondo esterno, ma per la realtà stessa. È l'esperienza che guida il progresso della conoscenza scientifica, non la ragione pura kantiana che rende possibile l'esperienza sulla base del suo sistema categoriale a-priori. La reale conoscenza fisica, per Reichenbach, corrisponde alla coordinazione delle cose reali (della realtà) con le correlate equazioni matematiche che esprimono nel corretto senso quantitativo-misurativo (quindi oggettivo) la realtà nella sua verità oggettiva e assoluta, che, in maniera molto operazionalistica, è quindi definita dalle tecniche stesse di coordinazione adottate per esprimere lo stato fisico delle cose della realtà, la cui comprensione inizia con le percezioni e necessita inevitabilmente di coordinazione. Le sole percezioni empiriche (a-posteriori) non bastano a conseguire una comprensione totale della realtà in quanto risulta necessario effettuare una trasformazione dei dati empirici ottenuti in senso analitico trattandoli e ridefinendoli in maniera tale da distinguere gli elementi rilevanti nella determinazione delle caratteristiche di un oggetto per una sua adeguata misurazione che, ai fini della formulazione di un valido enunciato che costituisca una vera conoscenza scientifica, deve essere necessariamente definita analiticamente per mezzo di un dispositivo di coordinazione che consenta di coordinare correttamente gli oggetti e i fenomeni fisici alle equazioni matematiche che li esprimono (come nel caso della velocità luminale, in relazione a cui è possibile analizzare il fenomeno della simultaneità giacché essa definisce il tempo, pertanto le misurazioni effettuate con gli orologi di cui si deve

conoscere la correzione per sistemi inerziali a velocità prossime a quella luminale, per cui la simultaneità scompare e l'ordine temporale diventa reversibile, dunque non più assoluto). Le percezioni non sono sufficienti per la definizione della realtà; esse costituiscono il materiale sensibile imprescindibile per la conoscenza della realtà che necessita di adeguate coordinazioni per la totale comprensione del mondo esterno (le coordinazioni definiscono la realtà). La coordinazione funge da strumento di definizione della realtà che permette di apprendere il contenuto empirico che resta indefinito nella pura percezione che, finché non è trattata analiticamente, non concede di conseguire una conoscenza adeguata della realtà esaminata nella sua completezza, che può essere compresa unicamente per mezzo di coordinazioni con cui è possibile studiare a fondo il contenuto empirico definito della percezione per acquisire la conoscenza del contenuto che non si offre nella semplice percezione e dal quale si determina lo stesso contenuto empirico-percettivo definito come caso approssimativo di manifestazione della realtà (come nel caso dei sistemi inerziali in stato di quiete (o di moto a velocità trascurabili rispetto a quella della luce) a confronto con i sistemi inerziali a velocità prossime a quella luminale nella relatività speciale o del continuo tetradimensionale euclideo a confronto con lo spazio non-euclideo nella relatività generale). La coordinazione cognitiva determina l'intero spettro della realtà conoscibile, la realtà fisico-fenomenica che rappresenta l'unica realtà oggettivamente conoscibile da parte dell'uomo per cui perde di significato l'interrogarsi su ipotetiche realtà noumeniche e sulla loro esistenza che non ha alcuna rilevanza ai fini della formulazione della conoscenza scientifica (per cui ha validità ed esiste la sola realtà fenomenica, come attestato dalle coordinazioni che definiscono la realtà e quindi ciò che è reale e ciò che non lo è). La correttezza di una coordinazione (la sua unicità, in quanto ogni coordinazione si riferisce a un singolo oggetto della realtà definita complessivamente dall'insieme di tali coordinazioni) è data dalla sua produzione di valori uguali per uno stesso fenomeno (dunque di valori che non cambiano per diversi dati empirici) e determina la validità di una teoria

nel suo attenersi allo stato fisico-oggettivo della realtà; una teoria è così confermata nella sua verità perché esprime la verità della realtà fisica cui fa riferimento, come dimostrato dall'impossibilità di conseguire risultati sperimentali divergenti per uno stesso fenomeno. In tal caso, le percezioni, pur non fornendo un'adequata e completa definizione della realtà, possono servire da banco di prova sperimentale delle teorie fisiche (quindi dell'unicità delle coordinazioni) poiché sono soggette alle coordinazioni (senza le quali non sarebbe stato possibile formulare la teoria fisica) e dunque, una volta coordinate, possono permettere di scoprire se il contenuto empirico indefinito (che, dopo la coordinazione della percezione, diviene definito, manifesto) corrisponde empiricamente a quanto postulato dalla teoria o se si ottengono esiti diversi (il contenuto indefinito potrebbe anche non manifestarsi affatto), per cui la teoria necessita di essere corretta con opportune coordinazioni o, nei casi più estremi, è essenzialmente sbagliata (la stessa prova empirica fu necessaria per la relatività generale einsteiniana con la deflessione luminale osservata da Eddington nel 1919). L'ottenimento di valori uguali per differenti prove sperimentali non implica di per sé che tali valori si riferiscano ai medesimi componenti del fenomeno analizzato, ma certifica in maniera indiscutibile che la coordinazione per un dato fenomeno è valida e costituisce quindi il fondamento di una conoscenza scientifica oggettivamente vera che deve essere accettata (come nel caso dell'uguaglianza fra massa inerziale e massa gravitazionale, che, pur essendo componenti diversi dello stesso sistema fisico, in un campo gravitazionale assumono valori numerici uguali e tale uguaglianza permise ad Einstein di inferire che i corpi in cui essa si ravvisava dovevano essere soggetti a un'accelerazione identica per tutti i corpi dovuta necessariamente alla presenza di un campo gravitazionale consistente in una curvatura cui erano soggetti i corpi all'interno dello stesso campo (tutti i corpi cadono nel vuoto allo stesso modo a prescindere dalla loro massa inerziale e ciò doveva essere legato al fatto che tale accelerazione concerneva la loro massa gravitazionale (eguagliante numericamente la massa inerziale) su cui agiva un campo gravitazionale

instaurato da una curvatura dello spazio dimostrata sperimentalmente da Eddington)). La questione dei fondamenti della conoscenza scientifica, che Kant si pose nei termini di possibilità di istituire la scienza naturale (e, conseguentemente, di poter mai conseguire una vera conoscenza della realtà genericamente), in Reichenbach assume la forma della ricerca delle condizioni di possibilità della specificazione delle coordinazioni, ossia la ricerca dei principi attraverso cui diviene possibile formulare coordinazioni uniche con cui conoscere la realtà fisica ed istituire le stesse scienze fisiche diversamente dalla soluzione kantiana della costruzione categoriale che fissò rigidamente i confini del conoscibile da parte dell'uomo e fu confutata da rilevamenti empirici che segnarono la scoperta del carattere essenzialmente a-posteriori (e non a-prioristico) della scienza. I principi reichenbachiani di coordinazione rappresentano i presupposti necessari della conoscenza per la costituzione in sede gnoseologica degli oggetti fisici e forniscono un nuovo tipo di a-priori differente dall'a-priori sintetico kantiano che determinava la possibilità dell'esperienza senza considerare le eventuali contraddizioni empiricamente rilevabili per il sistema scientifico newtoniano-euclideo legittimato a livello puramente trascendentale: l'a-priori della coordinazione empirica per cui la possibilità della conoscenza è dovuta all'esperienza, all'empiria che delinea la comprensione oggettiva della realtà fisica mediante le coordinazioni cognitive che definiscono la realtà fenomenica nella sua interezza senza limitarsi al contenuto empirico definito già descritto dalla scienza classica giustificata trascendentalmente da Kant e confutata (insieme al sistema kantiano riducente la realtà a costruzione delle categorie della mente) empiricamente (a-posteriori). Per Reichenbach il più grande merito di Kant è consistito nel mettere in luce che l'oggetto della conoscenza non è dato immediatamente alla mente, ma è costruito secondo precondizioni della conoscenza tese a costituire l'oggetto nella sua comprensibilità per la mente, che nel sistema della ragione pura kantiano coincidono con le forme a-priori della sensibilità (spazio e tempo) con cui alla mente è presentato il materiale recepito offerto dalle percezioni attraverso l'intuizione spazio-temporale resa

possibile dalle forme a-priori, elaborato poi dalla costruzione conoscitiva dell'oggetto secondo le categorie a-priori dell'intelletto. La costituzione dell'oggetto avviene così in Kant in maniera sintetica a-prioristica per mezzo dei suoi principi costitutivi dell'esperienza (spazio, tempo e categorie dell'intelletto) da cui poi derivano quelli che, nel linguaggio reichenbachiano, possono essere definiti i suoi principi di coordinazione a-priori già confutati da Reichenbach con la sua analisi della teoria della relatività speciale e della relatività generale (assolutezza di spazio e tempo, omogeneità e carattere euclideo dello spazio, etc...). I principi di coordinazione kantiani sono caratterizzati dal fatto di sostenere di essere necessariamente veri in modo assoluto a prescindere dall'esperienza (quindi a-prioristicamente rispetto ai rilevamenti empirici effettuati a-posteriori) perché rappresentano la costituzione della struttura gnoseologica interna della ragione che comprende le leggi attraverso cui il materiale percettivo è elaborato in modo da formare la conoscenza scientifica. Gli schemi kantiani, pertanto, legittimano la fisica classica e la geometria euclidea perché queste sono le modalità di comprensione della realtà contenute ed espresse nella costruzione categoriale da cui dipende l'esperienza della realtà (la realtà può essere conosciuta soltanto attraverso le categorie della mente che rendono possibile l'esperienza, quindi la conoscenza scientifica, e non rappresentano una costruzione astratta in quanto connesse alla determinazione della realtà fisica secondo i dettami espressi nella fisica newtoniana e nella geometria euclidea che, quindi, sono pienamente giustificati dal sistema categoriale kantiano della mente che spiega il perché dell'esperienza del mondo secondo i principi di questi due sistemi scientifici, che conseguentemente non possono mai essere contraddetti a patto che l'impostazione gnoseologico-trascendentale della mente non cambi). Poiché la ragione umana concepisce la realtà nel modo prescritto da Newton ed Euclide e la sua struttura gnoseologica (che pone le condizioni della conoscenza scientifica) è determinata in modo da contenere le leggi della meccanica newtoniana e della geometria euclidea (perciò il fatto di concepire la realtà secondo tali leggi è giustificato

gnoseologicamente dalla stessa impostazione epistemica della ragione che prescrive tali leggi chiarendo la ragione per cui la realtà è compresa secondo quanto prescritto da queste leggi), per Kant è inconcepibile che l'esperienza possa indurre a fenomeni caratterizzati da leggi diverse perché dovrebbe avverarsi un cambiamento della ragione umana stessa che, per Kant, è rigidamente fissata secondo la struttura categoriale da lui approntata che prescrive unicamente (per la comprensione della realtà) le leggi di natura della meccanica newtoniana e della geometria euclidea; pertanto, l'a-priori kantiano in tal senso si sgancia dall'esperienza (dall'a-posteriori), perché l'esperienza stessa è presupposta a-prioristicamente dalla ragione (che quindi determina in Kant un impianto gnoseologico trascendentale in quanto prescindente dall'esperienza che determina l'esperienza stessa) ritenuta eternamente fissata secondo i canoni della fisica classica e della geometria euclidea. Nel criticismo kantiano esiste un solo sistema di principi di coordinazione che è universalmente valido perché derivante dalla ragione ritenuta eternamente fissata in modo da prescrivere le leggi di Newton ed Euclide; tale sistema non può mai essere contraddetto da nessun altro ipotetico sistema di principi di coordinazione perché sono tutti equivalenti fra di loro in quanto riconducibili all'unico sistema di principi di coordinazione fissato da Kant nel suo sistema della ragione pura, che determina l'unicità delle coordinazioni. La teoria della relatività ha però chiaramente mostrato che non c'è alcuna garanzia per cui l'ipotesi dell'arbitrarietà della coordinazione avanzata da Kant possa restare salda di fronte all'insorgere dei risultati ottenibili empiricamente che sovrastano decisamente i principi di coordinazione stabiliti a partire dalla ragione, in quanto questi dimostrano di non poter più adattarsi alla descrizione fisica dei fenomeni della realtà (non determinano più coordinazioni uniche) e devono essere necessariamente sostituiti da diversi principi di coordinazione a-priori che possono garantire l'allestimento di coordinazioni uniche sulla base dell'esperienza della realtà. Pertanto, il sentiero dell'a-priori spianato da Kant deve essere percorso in diverso modo, tenendo conto dell'a-posteriori assoggettato da Kant al carattere

trascendentale del suo a-priori sintetico; il nuovo a-priori teorizzato da Reichenbach non è più delimitato all'interno dei confini del trascendentale della mente (della ragione umana) come condizione della conoscenza scientifica, ma è esteso al contingente del reale (all'esperienza fisica della realtà) che determina un nuovo a-priori fondato su quanto è empiricamente attestabile e produce vere conoscenze scientifiche perché queste implicano l'accettazione delle novità riscontrabili fisicamente e non più la loro stessa riconduzione a rigidi schemi dimostratisi inadatti a definire la realtà. I principi di coordinazione reichenbachiani escludono le forme a-priori della ragione kantiana, che fissano rigidamente le leggi della natura stando a cui è possibile compiere esperienza della realtà, per far posto all'empiria che determina la formulazione della vera conoscenza scientifica che non è determinata dalla natura della ragione, ma dalla natura dell'esperienza stessa. La conoscenza scientifica è acquisibile solo a-posteriori, come dimostrato dalla relatività einsteiniana la cui analisi reichenbachiana ha mostrato come i principi di coordinazione riconducibili al criticismo trascendentale kantiano siano assolutamente incompatibili con l'esperienza stante a fondamento della teoria della relatività einsteiniana. I principi di coordinazione kantiani non determinano universalmente l'unicità delle coordinazioni; la teoria della relatività ha infatti dimostrato ciò contraddicendo a-posteriori la meccanica classica (sulla base empirica del principio di costanza della velocità della luce, da cui è stato possibile provare la relatività delle misurazioni spazio-temporali per sistemi inerziali (in base a tale principio si studia il comportamento di corpi che si approssimano alla velocità luminale senza postulare l'esistenza empiricamente indimostrabile dell'etere, ma spiegandolo con la velocità assunta da un corpo), nella relatività speciale) e la geometria euclidea (sulla base empirica della deflessione della luce osservata da Eddington, che ha confermato le ipotesi sulla curvatura dello spazio postulata sull'ulteriore base empirica dell'equivalenza di massa inerziale e massa gravitazionale cui si legava conseguentemente l'idea di un campo produttore un'accelerazione non-uniforme identica per tutti i corpi in esso

presenti, nella relatività generale). La metrica euclidea costituiva nel sistema gnoseologico kantiano un principio di coordinazione, che Reichenbach dimostra che è possibile mantenere a condizione che esso sia limitato alla descrizione dello spazio tratteggiato dalla teoria della relatività speciale, ossia il continuo tetradimensionale euclideo caratterizzato da domini spazio-temporali locali circoscritti in cui la superficie è piana e quindi non vi è alcun campo gravitazionale significativo. Pertanto, la coordinazione di tipo reichenbachiano confuta irrimediabilmente la coordinazione kantiana in quanto ne mostra la mera relatività (poiché limitata a una parte ben definita della realtà e non alla sua interezza), laddove Kant intendeva il suo sistema categoriale come valente in senso assoluto (per esso un solo sistema di principi di coordinazione determinava l'unicità delle coordinazioni, mentre Einstein ha permesso di dimostrare che i principi di coordinazione kantiani non determinano coordinazioni uniche in senso assoluto, ma solo approssimato confutando quindi complessivamente Kant dato che il suo sistema aveva prerogative assolute). È questo il principio di coordinazione reichenbachiano del metodo delle successive approssimazioni che convalida la fisica tradizionale e la geometria euclidea unicamente in maniera approssimata (come dimostrato dalla relatività, per sistemi a velocità non prossime a quella della luce e per domini spazio-temporali locali e infinitesimali); il principio afferma che tale metodo è l'unico modo per convalidare la scienza precedente che deve la sua validità fisica al fatto di essere riconosciuta come approssimazione della nuova scienza relativistica descrivente la realtà fisica nella sua interezza (mentre, nel sistema kantiano, non ne avrebbe alcuna perché intesa in senso assoluto e non relativo) e permette l'accettazione di altri principi di coordinazione (equivalenti a quelli kantiani) nella loro limitata applicabilità relativa a casi fisici approssimativi. Il principio di coordinazione reichenbachiano del metodo delle successive approssimazioni si accompagna ai classici principi di coordinazione di spazio e tempo (privati pertanto delle loro vesti kantiane di forme a-priori della sensibilità per essere riconosciuti da

Reichenbach come principi di coordinazione empirici e non trascendentali che definiscono un punto per mezzo delle coordinate spazio-temporali, che consentono la determinazione spazio-temporale esatta del punto nei sistemi di riferimento a seconda dello stato del sistema in virtù del principio di costanza della velocità di luce che determina la covarianza per sistemi prossimi alla velocità della luce con le trasformazioni lorentziane, mentre la postulazione della covarianza generale della relatività generale avviene con trasformazioni non-lineari basate sulle caratteristiche metriche oggettive dello spazio-tempo da cui è possibile specificare le coordinate di un punto nei sistemi) e di normale procedura induttiva, consistente non più nella generalizzazione assolutistica della validità dei principi di coordinazione (come inteso da Kant), ma nel mantenimento dei soli principi di coordinazione che, anche quando interpretati induttivamente (ossia empiricamente in diversi casi generali), permettono di conseguire coordinazioni uniche (per questo la pratica induttiva intesa in termini kantiani è in contrasto sia con la relatività speciale (i principi di coordinazione kantiani non sono più validi) sia con la relatività generale (la forma della covarianza generale stabilita per i sistemi della relatività speciale varia per i sistemi della relatività generale e il principio di costanza della velocità della luce non ha più validità)). I principi di coordinazione reichenbachiani sono assiomi di coordinazione valenti a-prioristicamente in prospettiva dell'esperienza della realtà (che determina la natura della conoscenza scientifica e la sua reale acquisizione); rappresentano quindi la trasformazione in Reichenbach dell'a-priori trascendentale kantiano in a-priori empirico che verifica costantemente l'unicità delle proprie coordinazioni in modo induttivo, fondando la propria validità sulla base empirica fornita dalle percezioni opportunamente coordinate. Se non vi fosse coordinazione empirica, se le percezioni non fossero coordinate empiricamente, non si potrebbe ottenere la conoscenza oggettiva della realtà fisica nella sua totalità; per questo i principi di coordinazione empirici rappresentano i presupposti ineliminabili della costituzione dell'oggetto fisico, della concepibilità della realtà, della sua

stessa comprensione. Reichenbach ha infine dimostrato che la costituzione (la comprensione) di un oggetto fisico, della realtà, è possibile soltanto mediante una coordinazione a-posteriori che certifichi la validità dei principi di coordinazione a-priori su cui si basa la costituzione stessa della realtà. La coordinazione avviene per mezzo del trattamento analitico dei dati empirici (comprensivo dell'utilizzo degli assiomi della fisica), regolato in Reichenbach dai correlati assiomi di connessione che esprimono le regole generali secondo cui certe variabili fisiche postulate sono connesse fra di loro (da ciò si spiegano nella relatività generale le stesse equazioni di campo di Einstein determinanti la metrica tipicamente non-euclidea di un campo gravitazionale (e dello spazio-tempo in generale), per cui la metrica spaziale stessa non è più un assioma di coordinazione come in Kant ma un assioma di connessione, e nella relatività speciale la riformulazione delle trasformazioni galileiane in trasformazioni lorentziane determinanti (in quanto comprensive dell'assodato principio di costanza della velocità della luce) la metrica euclidea di domini spazio-temporali circoscritti e infinitesimali). L'eventuale validità dell'applicazione delle coordinazioni ottenute in tal modo alla realtà fisica determina la validità di una teoria e la validità degli stessi principi di coordinazione sotto cui è avvenuta la coordinazione (nel caso non siano corretti, da correggere od eliminare). Nella rivisitazione reichenbachiana dell'a-priori kantiano, l'a-posteriori e l'analitico sono riconosciuti nella loro imprescindibilità per l'acquisizione della conoscenza scientifica e sanciscono la validità o meno dei principi di coordinazione, quindi dell'a-priori necessario (in quanto condizione che rende possibile la conoscenza scientifica stessa perché senza l'istituzione di principi di coordinazione non si avrebbe modo di costituire l'oggetto (di comprenderlo, quindi di conoscere la realtà)), ma allo stesso tempo trasferito dal regno della ragione al regno dell'esperienza. Non è più l'a-priori a giustificare l'a-posteriori (come in Kant), ma l'a-posteriori a legittimare l'a-priori, senza cui non sarebbe possibile concepire la realtà (i tre principi di coordinazione fondamentali, senza cui un oggetto non sarebbe determinabile, sono lo spazio, il tempo e l'induzione che determina

la validità di altri possibili principi di coordinazione e, quindi, delle teorie stesse). Il contributo della ragione per Reichenbach risiede nel suo dover adattarsi all'esperienza della realtà che ha il compito di analizzare e di verificare empiricamente in maniera tale da confermare la teoria e i correlati principi di coordinazione da aggiungere eventualmente (se nuovi) a quelli già convalidati, perché i principi di coordinazione, in quanto verificati empiricamente, non sono mai rigidamente fissati (come le categorie kantiane coi loro principi di coordinazione) e costituiscono il progresso graduale della conoscenza scientifica come un "*fieri*" infinito teso all'evoluzione progressiva dei suoi principi di coordinazione che implica la validità di quelli ottenuti in precedenza per casi approssimativi (come nel caso della fisica newtoniana e della geometria euclidea in relazione alla meccanica relativistica) e l'ammissione solo di quanto è empiricamente verificabile (tutto ciò che non vale neanche approssimativamente viene escluso). Con l'avanzare di principi di coordinazione empirici sempre più precisi, la costituzione dell'oggetto a livello conoscitivo diviene sempre più accurata, dettagliata e oggettiva (la conoscenza scientifica della realtà nella sua interezza diviene sempre più completa). È questo il metodo reichenbachiano dell'analisi logica che definisce epistemologicamente la struttura logica della conoscenza scientifica. L'a-priori coordinativo empirico reichenbachiano comporta la definitiva refutazione dell'a-priori coordinativo apodittico-trascendentale kantiano.

2. La teoria della relatività secondo Cassirer

Ernst Cassirer (1874-1945) effettuò la sua analisi della teoria della relatività einsteiniana nel medesimo arco di tempo in cui Reichenbach procedeva all'esposizione del suo metodo dell'analisi logica della conoscenza scientifica dal punto di vista del neopositivismo berlinese, che prevedeva un considerevole ridimensionamento dell'a-priori kantiano alla luce delle conseguenze deducibili dalla nuova meccanica relativistica che confutò definitivamente il sistema della conoscenza che Kant credeva di aver perennemente giustificato a livello razionale nel suo sistema della ragione pura. Cassirer, a differenza di Reichenbach, appartiene a un orizzonte filosofico di vocazione diversa teso a una riproposizione della filosofia kantiana che conceda di trarre dai suoi scritti gli aspetti più utili e vantaggiosi per la definizione dei meccanismi sottostanti all'acquisizione della conoscenza scientifica anche, e specialmente, in seguito all'avvento della fisica relativistica einsteiniana considerata come un punto di svolta fondamentale nel progresso della conoscenza che permette di vedere il reale contributo offerto da Kant alla teoria della conoscenza. Cassirer intraprese la formazione del proprio pensiero critico-scientifico all'Università di Marburgo (nella quale si immatricolò il 28 ottobre 1896) rinomata per essere la sede della scuola di pensiero del neokantismo diretta da Hermann Cohen e Paul Natorp. Cassirer deve molto della sua maniera di concepire il criticismo kantiano all'interpretazione offertane da Cohen, il quale intendeva lo studio condotto da Kant sulle dinamiche della formulazione della conoscenza come la ricerca dei presupposti necessari per la costituzione dell'esperienza stessa da cui proviene la possibilità per l'uomo non solo di avere esperienza del mondo esterno, ma anche, conseguentemente, di poter ottenere conoscenze oggettive sulla base della soggettività del singolo soggetto conoscente perché questa è fondata sulle forme a-priori e quindi risulta essere la garanzia stessa dell'oggettività della conoscenza scientifica (le forme a-priori sono universalmente valide per ogni soggetto e rappresentano le condizioni formali dell'esperienza).

Pertanto, l'a-priori presentato da Cohen è essenzialmente trascendentale in quanto risiede nell'apparato conoscitivo dell'essere umano ed è necessario per la costituzione dell'esperienza materiale (e quindi per la sua stessa esperibilità da parte del soggetto) che, se non fosse sorretta dai suoi fondamenti logico-trascendentali che ne determinano la concepibilità, non potrebbe mai verificarsi nella sua significatività gnoseologica per il soggetto conoscente che esperirebbe la realtà passivamente senza conoscerla (senza elaborare attivamente le percezioni provenienti dall'esterno mediante le forme a-priori che erigono il nocciolo stesso dell'esperienza senza cui essa non avrebbe più senso, ossia la sua conoscibilità). Per Cohen la critica della ragione kantiana è da considerare a tutti gli effetti come una critica dell'esperienza perché incentrata sulle condizioni di possibilità dell'esperienza scientifica che stanno a fondamento del modo in cui l'uomo percepisce il mondo esterno. La concepibilità e conoscibilità della realtà sono quindi radicate nella natura trascendentale del meccanismo gnoseologico caratteristico dell'essere umano per cui la filosofia kantiana va intesa come la strenua ricerca degli elementi a priori che sono sottintesi e inevitabili in qualsiasi enunciazione scientifica perché, senza di essi, non si avrebbe modo di giungere ad alcuna conoscenza e l'esperienza (perciò la sua stessa conoscenza) non avrebbe alcun significato per il soggetto che esperirebbe in tal caso il mondo esterno senza rendersene conto (come se l'esperienza in sé non vi fosse per nulla, poiché essa è definita dal fatto stesso di essere vissuta, percepita e compresa). La ricerca kantiana assume dunque i connotati di un'analisi della ragione basata sull'applicazione del metodo trascendentale che sonda i principi ultimi su cui si fonda il contenuto materiale della conoscenza scientifica (ossia la costituzione dell'esperienza da cui dipende l'ottenimento della conoscenza, poggiante sulla base dei principi a priori che formano l'esperienza con cui si forma a sua volta la conoscenza) e reperisce nel sistema della ragione pura kantiana il consolidamento definitivo della meccanica classica (quindi dell'intera scienza pre-relativistica) che, prima della teoria della relatività einsteiniana, era

reputata la scienza della natura più completa conseguibile da parte dell'uomo. Cassirer fu fortemente influenzato dall'analisi coheniana del criticismo trascendentale kantiano che contribuì enormemente alla sua concezione della realtà (quindi dell'esperienza) non come un agglomerato di datità che la ragione percepisce in maniera esclusivamente passiva, ma come un prodotto delle condizioni formali ideali su cui si fonda la possibilità dell'esperienza (quindi la realtà) che risiedono nel soggetto conoscente e assicurano l'acquisizione di conoscenze scientifiche oggettive in quanto la loro oggettività deriva dalle forme a-priori del soggetto che percepisce e comprende la realtà (esperisce le esperienze) per mezzo dei principi a priori da cui proviene la possibilità stessa dell'esperienza e della conoscenza. La definizione conoscitiva degli oggetti è, infine, l'esito delle operazioni del pensiero (e della sua unità sistematica) che consente (fondando l'esperienza e la conoscenza) la formazione dei concetti costituenti il nucleo della conoscenza scientifica. Cassirer, proseguendo la linea di pensiero iniziata da Cohen, vede in Kant l'iniziatore di un percorso assai fruttifero per gli studi afferenti all'ambito della teoria della conoscenza perché egli ha saputo individuare il nucleo essenziale da cui prende avvio la conoscenza scientifica negli elementi a priori che sottendono gli enunciati scientifici e le affermazioni legate all'esperienza della realtà. Tale a-priori è trascendentale, caratterizza la mente umana in quanto è il fondamento dell'impostazione gnoseologica del sistema della ragione pura e induce alla formulazione di conoscenze scientifiche vere la cui certezza è logicamente necessaria perché fondata sulle forme a-priori necessariamente valide per ogni singolo soggetto. La scoperta dell'a-priori per Cassirer è il risultato naturale del metodo trascendentale che compie un'analisi critica della conoscenza finalizzata al reperimento dei principi a priori, che possono essere riconosciuti dal fatto che costituiscono gli elementi formali implicati in ogni singolo atto conoscitivo che è dato dalle operazioni del pensiero rese possibili dagli elementi a priori. I principi a priori rappresentano gli elementi ideali e formali ultimi invarianti per ogni genere di esperienza in quanto le esperienze stesse hanno come condizione

della loro possibilità questi stessi elementi senza i quali non si avrebbe esperienza (l'esperienza non verrebbe percepita e compresa). I principi a priori sono alla base di ogni esperienza e possono essere definiti tali solo in conformità a questa caratteristica imprescindibile. I principi supremi dell'esperienza in generale riconosciuti da Cassirer sono lo spazio, il tempo, la grandezza, il numero, la permanenza dei corpi in uno stato fisico, il cambiamento di stato, la causalità e l'interazione. Essi rappresentano le funzioni formali universalmente valide della conoscenza razionale ed empirica su cui sono fondati l'intero contenuto di ogni esperienza e la realtà, che può essere esaminata per mezzo di essi. I principi a priori sono le costanti presenti in ogni costruzione teoretico-scientifica (senza di essi non sarebbe possibile formulare le teorie scientifiche) e legittimano il fluire dell'esperienza cui si accompagna una precisazione sempre più accurata e meticolosa delle conoscenze scientifiche raggiunte perché le teorie e i principi scientifici che ammettono i precedenti come casi-limite si attestano ineludibilmente all'interno delle costanti a priori entro cui si ha l'evoluzione costante ed incessante dei suoi concetti (progresso scientifico che, dunque, nel suo avanzare empirico rappresentato dal fatto che nuovi principi e nuove teorie soppiantano principi e teorie precedenti accettandoli come casi-limite si staglia pur sempre su uno sfondo a-prioristico fondante l'esperienza da cui si rilevano le scoperte condotte empiricamente che portano all'acquisizione di conoscenze più dettagliate sulla realtà). I principi a priori sono gli invarianti logici ultimi in base ai quali è possibile effettuare una comparazione delle teorie e dei principi scientifici per verificare quali abbiano validità maggiormente estesa e siano pertanto realmente idonei (nel caso dei principi scientifici) ad assurgere a costituenti fondamentali della formulazione delle leggi generali di natura, laddove i principi scientifici assorbiti dai nuovi hanno validità circoscritta a certi casi specifici. Gli elementi a priori sono quindi i criteri invarianti di misurazione su cui si fonda a-prioristicamente l'esperienza a-posteriori su cui si basa il progresso della scienza. In Cassirer, l'a-priori giustifica l'a-posteriori perché i principi scientifici rilevati empiricamente (a-posteriori)

sono conseguibili unicamente attraverso gli elementi a priori che rappresentano le condizioni formali ideali fondanti la possibilità stessa dell'esperienza (quindi della rilevabilità a-posteriori di nuovi principi scientifici e della conferma di teorie scientifiche, di ipotesi). Senza strutture a priori, l'esperienza (l'a-posteriori) non sarebbe fondata, dunque non si avrebbe conoscenza scientifica e correlato progresso scientifico. La determinazione delle connessioni con cui si formano ipotesi scientifiche è permessa dagli elementi a priori poiché la formulazione stessa delle ipotesi avviene sulla base di quanto già conosciuto (pertanto di quanto già recepito dall'esperienza fondata dagli elementi a priori) e di conseguenza è fondata in senso a-prioristico (sia perché le teorie precedenti sono fondate a loro volta a-prioristicamente sia perché gli invarianti logici ultimi sono presenti in ogni esperienza e fondano di per sé l'esperienza (la realtà) secondo la dottrina del metodo trascendentale). L'a-priori cassireriano è la forma della percezione fondante l'esperienza (l'a-posteriori), quindi la realtà; è insito nel soggetto conoscente (nel suo apparato conoscitivo trascendentale) e consente di conseguire conoscenze scientifiche oggettive perché fondate sulla validità necessaria e universale delle forme a-priori. L'a-priori, per Cassirer, non è da intendere come indipendente dall'esperienza perché fonda l'esperienza stessa e quindi non può ammettere nient'altro che ciò che si può rilevare tramite l'esperienza poiché questa stessa è fondata dall'a-priori. La filosofia per Cassirer non può più esimersi dal trattare le notevoli conseguenze estraibili dalle scoperte più recenti provenienti dal mondo della fisica, poiché esse hanno modificato drasticamente il modo di concepire la natura e di conoscere la realtà. I concetti utilizzati nelle teorie fisiche necessitano pertanto di essere adeguatamente analizzati in senso filosofico-gnoseologico per tentare di comprendere i cambiamenti avvenuti nell'interpretazione dei fenomeni, che riguardano naturalmente l'ambito della teoria della conoscenza per cui le teorie e i concetti assumono la veste di problemi di capitale importanza che devono essere opportunamente chiariti attraverso un'opera di metariflessione sui risultati ottenuti in ambito scientifico che sveli il contenuto conoscitivo significativo (per le

sorti dell'epistemologia) di tali concetti fondando, quindi, gnoseologicamente le teorie stesse (ossia determinando le fondamenta epistemiche su cui è stato possibile formulare le teorie e i relativi concetti ed è possibile, in generale, formulare ipotesi e teorie scientifiche). Fisica e filosofia, che sono distinte in quanto aventi un proprio oggetto definito di studio e una propria metodologia di ricerca per cui la prima si è emancipata nel tempo dalla speculazione filosofica e la seconda in campo epistemologico ha trovato il suo posto come analisi critica dei concetti utilizzati nella fisica e dell'evoluzione della loro concezione in relazione al progredire delle conoscenze scientifiche, sono conciliate per Cassirer dalla teoria della relatività che ha comportato dal suo punto di vista la destituzione per i concetti di spazio e tempo del loro aspetto cosale. Ciò indica che la relatività einsteiniana ha segnato la cruciale transizione definitiva dalla rappresentazione ingenua della realtà, in cui la fisica si limita alla trattazione di quanto è intuitivamente misurabile e analizzabile, a una rappresentazione più complessa di carattere antisostanzialistico, in cui la scienza non si riferisce più alle sole percezioni immediate ma ai limiti ideali estremi che comprendono i fatti semplici della percezione come casi-limite approssimativi che non possono essere accettati come l'intero spettro della realtà giacché questa è costituita da relazioni metriche determinanti la natura profonda della realtà non avvertibili concretamente da cui si determina la realtà fisica intuitiva stessa. Come rilevato nel caso della relatività speciale, il tempo è definito dalla velocità della luce che implica la relativizzazione di spazio e tempo per sistemi inerziali prossimi a tale velocità per i quali (al fine di preservare l'invarianza espressa dal principio di relatività galileiano) è necessario ricorrere alle trasformazioni lorentziane sulla base del principio di costanza della velocità della luce, che permette di definire la separazione spazio-temporale degli eventi fra due sistemi (i sistemi inerziali a velocità normale analizzabili nella realtà concreta sono quindi definiti dalle relazioni metriche delle trasformazioni di Lorentz); tale separazione non sarebbe percepibile intuitivamente e può essere scoperta unicamente mediante l'applicazione ai fenomeni fisici

concreti di formule ed equazioni che considerano le circostanze ideali estreme in cui possono avvenire i fenomeni e che concedono di scoprire verità fisiche rimaste celate. Nel caso della relatività generale, lo spazio non-omogeneo non-euclideo non è percepibile con i sensi, ma è determinabile con il ricorso alle equazioni di campo per cui il continuo tetradimensionale pseudo-euclideo è concepibile come caso approssimativo di spazio a curvatura azzerata. La realtà concreta stessa, pertanto, non è più definibile in base al suo carattere di immediata percepibilità, ma, dopo la scoperta relativistica della relatività di spazio e tempo, come caso fisico approssimativo della realtà nella sua interezza costituito da precise relazioni metriche non rilevabili concretamente da cui si determina la natura e la sua conoscibilità da parte dell'uomo. La realtà, nel suo complesso, non è più concepibile come la totalità delle cose percepibili, bensì come il campo universale in cui sussistono determinate relazioni oggettive per cui l'uomo può conoscere la natura (quindi l'oggetto in sé, il mondo esterno, l'universo) soltanto con l'applicazione di equazioni che trasformano il concetto di verità nell'espressione pura di una funzione comprendente certe relazioni metriche. La realtà fisica può essere conosciuta quanto più accuratamente possibile solo attraverso la mediazione delle determinazioni fisiche di misura e di legge (derivante dalla misura) che giustificano le determinazioni ricavabili dalle sole esperienze concrete immediatamente percepibili in quanto queste si determinano sulla base della validità di specifiche relazioni metriche da cui scaturisce la fenomenologia della realtà universale e, dunque, la realtà concreta stessa come caso approssimativo della realtà universale (in quanto facente parte di essa). In tal senso, la teoria della relatività einsteiniana rappresenta il culmine, raggiunto dalle teorie scientifiche, dell'oggettività gnoseologica perché alla definizione sempre più dettagliata degli oggetti si associa la necessità di scovare ed applicare equazioni sempre più avanzate in grado di esprimere gli oggetti stessi (e il loro comportamento) a partire dall'individuazione di relazioni metriche che possano valere per la descrizione ricercata e che possano in seguito essere confermate

empiricamente. Pertanto, ogni oggetto è strettamente definito (dipendente per la concezione della sua esistenza) dalle relative leggi che lo esprimono e che, nell'acquisizione di principi scientifici sempre più approfonditi, determinano i singoli casi-limite approssimativi in relazione alle definizioni degli oggetti più generali avvenenti con l'analisi dei limiti fisici ideali che sono confermati sperimentalmente. Perciò, la relatività einsteiniana e la filosofia (il criticismo kantiano) in Cassirer sono accomunati dal fatto di condividere una visione della realtà per la quale essa non è un cumulo di datità percettive ma una costruzione operata dalla ragione che, se nel caso della fisica si concretizza nella formulazione di ipotesi contestualizzate in condizioni ideali che permettono di andare oltre i principi scientifici e i dati empirici di cui si è già in possesso per ottenerne dei nuovi più globali, nel caso della filosofia è legittimata nel suo dispiegamento funzionale in fisica dalla presenza di certe costanti universali (i principi a priori) presenti in ogni esperienza (quindi in ogni descrizione fisica), che nella relatività speciale assumono valori diversi a seconda del sistema di riferimento considerato mentre nella relatività generale si enuncia che conservano lo stesso valore perché la descrizione fisica che avviene nello spazio-tempo universale è fondata sulla considerazione della sua metrica che è universalmente valida per tutti i sistemi di riferimento di ogni campo gravitazionale. La teoria cassireriana degli invarianti logici a priori dell'esperienza fonda la possibilità della conoscenza scientifica immediata e, di conseguenza, anche la conoscenza scientifica decosalizzante, che si ottiene dall'analisi degli oggetti e dei fenomeni sotto condizioni ideali e rivela come la possibilità stessa della conoscenza scientifica immediata (dunque della realtà concreta) sia dovuta alla validità di certe relazioni a fondamento delle quali risiedono certi principi a priori della conoscenza senza cui non si avrebbe esperienza della realtà. La fisica einsteiniana, la sua portata gnoseologica, è dunque legittimata in Cassirer dal metodo trascendentale kantiano che enuncia la presenza necessaria di principi a priori senza i quali non si avrebbero né l'esperienza, né la possibilità di individuare, partendo dalle conoscenze

scientifiche immediate, le relazioni metriche che consentono di comprendere le dinamiche dominanti della natura, né, pertanto, il progresso scientifico consistente nell'evoluzione della definizione dell'oggetto (con il reperimento di relazioni sempre più approfondite rispetto alle quali le precedenti assumono validità approssimativa), giacché tali principi sono e devono essere presenti in ogni esperienza (altrimenti questa non sarebbe possibile e non si avrebbe quindi conoscenza scientifica) e rappresentano i criteri di valutazione dei valori delle misurazioni ottenuti (gli standard a priori che fungono da sfondo a-prioristico su cui si staglia l'evoluzione della definizione degli oggetti sulla base dell'ottenimento empirico di valori misurativi diversi posti nel giusto ordine gerarchico dei gradi di conoscenza (approssimativa e generale) dai rispettivi principi a priori). I principi a priori sono gli invarianti logici ultimi dell'esperienza e della conoscenza entro cui avvengono le misurazioni nella loro diversità empiricamente attestata da cui diviene possibile l'evoluzione definitoria dell'oggetto. L'a-priori cassireriano giustifica la possibilità della conoscenza e, di conseguenza, il progresso scientifico. La fisica e la filosofia in questo sono accomunate per Cassirer: la filosofia fonda la fisica. La relatività einsteiniana ha contribuito enormemente a mostrare come la conoscibilità autentica della realtà si possa ottenere soltanto attraverso la dissoluzione della forma qualitativa esperibile in senso intuitivo e immediato degli oggetti in pura forma logico-matematica; la conoscenza della realtà non è limitata alla percezione semplice delle datità che si manifestano ai sensi, ma è l'esito di una costruzione del pensiero che ragiona analiticamente sui dati concreti dell'esperienza immediata per giungere a una definizione più profonda dell'oggetto sulla base dell'esaminazione di tutte le condizioni possibili in cui possono essere considerati i criteri fondamentali da cui si determinano il comportamento degli oggetti e i fenomeni (lo spazio e il tempo), rilevati perciò mediante opportune considerazioni di tipo metrico che permettono di ridefinire gli stessi dati esperibili immediatamente come parte infinitesimale della manifestazione complessiva della realtà che può essere

conosciuta dall'uomo solo attraverso l'analisi delle relazioni metriche, perciò attraverso la decosalizzazione degli oggetti definiti dalle relazioni metriche (quindi conoscibili unicamente per mezzo di adeguate coordinazioni funzionali espresse dalle equazioni). L'obiettivo principale della fisica consiste nella spiegazione e descrizione dei dati empirici offerti dalla sensazione (dall'esperienza immediata) mediante il ricorso a concetti, teorie, ipotesi che possano carpire a livello concettuale l'essenza del reale ultimo cui la fisica si riferisce e che essa tenta di dirimere nel suo manifestarsi attraverso la formulazione di appropriati concetti fisici che rendano conto del contenuto sensoriale esperito dal soggetto conoscente. Ma, sotto quest'aspetto, la fisica, come rilevabile con un'attenta analisi epistemologica, è necessariamente costretta, se veramente intende fornire una descrizione realistica della natura, ad allontanarsi dal contenuto sensoriale al centro del suo studio dal momento che deve fare uso di concetti (da cui poi si formano le relazioni metriche e le ipotesi e teorie scientifiche) che altro non rappresentano che finzioni a scopo conoscitivo utili per la spiegazione del reale per mezzo del ricorso a concetti di grandezze fisiche che si rivela ineluttabile in virtù del fatto che la sensazione, di per sé, ha carattere esclusivamente qualitativo e la natura qualitativa delle cose (l'impressione soggettiva della qualità delle cose), anche quando di intersoggettiva validità, non può essere tradotta nel linguaggio della fisica che si occupa della realtà naturale in termini prettamente quantitativo-misurativi. La conoscenza scientifica, pertanto, è ottenibile solo con l'eliminazione dei residui qualitativi che intervengono nel rilevamento sensoriale immediato delle datità percepite a favore di una concezione puramente misurativa degli eventi fisici capace di far emergere progressivamente alla luce i fondamenti della realtà, che resterebbero inconoscibili se la conoscenza si restringesse alla sola intuizione immediata delle cose che solamente con la decosalizzazione e deantropomorfizzazione dei concetti fisici si scoprono realizzazioni approssimative della realtà intera conoscibile (e approfondibile nella sua conoscenza) con lo studio delle relazioni metriche (da cui si formano le

ipotesi scientifiche comprendenti le equazioni). Il carattere di finzione dei concetti fisici non consente di affermare che tali concetti sono del tutto immaginari e potrebbero essere arbitrariamente sostituiti con concetti di diverso genere in base al tipo di dato sensoriale considerato. I concetti fisici, pur non corrispondendo direttamente alle cose che la fisica tenta di descrivere e spiegare (non sono concetti di cose), hanno un loro senso e contenuto oggettivo rappresentato dai principi scientifici che spiegano i fenomeni naturali (si pensi al principio di costanza della velocità della luce in relazione ai fenomeni della contrazione delle lunghezze e della dilatazione temporale) sulla base del rilevamento di misurazioni la cui esatta determinazione (in rapporto al fenomeno considerato), comprensiva anche del loro variare in base al sistema di riferimento, permette di comprendere in che modo la variazione di una grandezza fisica misurata per la descrizione di un fenomeno è inscindibilmente legata a quel dato fenomeno (le grandezze fisiche sono dunque strettamente legate ai fenomeni e, pur non rappresentando concetti di cose, rappresentano concetti di determinazione metrica degli oggetti cui si riduce in pratica la fisica nella sua descrizione e spiegazione della natura). L'elemento costante delle ipotesi e delle teorie fisiche, che concede di conseguire una determinazione sempre più specifica dell'oggetto comprendente i casi estremi ideali che non si trovano realizzati nei casi approssimativi (benché questi stessi siano a loro volta determinati dai casi ideali di cui sono la realizzazione approssimativa e siano pertanto definibili per mezzo di essi), non può essere costituito dal contenuto del dato sensoriale, ma dalle relazioni metriche definite oltrepassando le leggi e i principi scientifici già assodati. Le relazioni metriche danno origine alle equazioni (esprimenti funzionalmente le relazioni) che, avendo carattere innatamente numerico (quantitativo) in campo fisico, consentono di determinare in modo preciso i rapporti presenti fra le varie teorie e quindi di poter scegliere la teoria che meglio si adatta alla spiegazione di una vasta gamma di fenomeni, comprendendo le altre come casi approssimativi (come nel caso dell'elettrostatica in relazione all'elettrodinamica o della meccanica

classica in rapporto alla relatività speciale (e di quest'ultima in relazione alla relatività generale)). L'oggettività gnoseologica è reperita nella decosalizzazzione effettuata dai concetti fisici cui fanno riferimento le relazioni che, espresse nelle equazioni, determinano funzionalmente la conoscenza scientifica. I concetti fisici sono offerti dagli invarianti logici dell'esperienza rappresentanti le costanti a-prioristiche delle determinazioni metriche a-posteriori che si modificano continuamente in base ai rilevamenti empirici effettuati e inducono i concetti fisici stessi a una loro persistente evoluzione che è giustificata dal loro essere riconducibili ai principi a priori della conoscenza, che sono necessariamente presenti in ogni esperienza e stabiliscono la natura funzionale della conoscenza. La funzionalità caratteristica della conoscenza fisica non è speculare rispetto all'esperienza dei dati sensoriali percepiti ma tenta di descrivere e spiegare questa stessa nella sola forma che le appartiene, ossia nel linguaggio quantitativo che ricorre a concetti fisici inesprimibili (diversamente dal contenuto concreto del dato sensoriale) implicati cionondimeno negli oggetti e nelle loro differenti manifestazioni a seconda del loro stato fisico, poiché anche i concetti fisici sono dotati di un proprio contenuto non coincidente con la datità recepitale sensorialmente bensì con il rilevamento di valori che, nel caso della considerazione degli stati fisici, incidono decisamente sul comportamento degli oggetti e, nel caso della considerazione metrica dei corpi, dimostrano come un oggetto, trovandosi in un dato stato fisico impercettibile ma determinabile quantitativamente, subisce un'alterazione della propria condizione fisica (alterazione percettibile) strettamente legata alla variazione di certi parametri di misurazione che, dunque, sono parte integrante e fondamentale dei corpi stessi sia perché consentono di determinare precisamente gli oggetti sia perché (come mostrato dall'influenza sui corpi dei contesti fisici che li inducono in certi stati e dalla variazione di certi valori fisici) sono dipendenti dalla percezione degli oggetti senza cui non si potrebbe iniziare un accurato esame dei valori latenti (in questo risiede il loro contenuto oggettivo, conferito a loro dalla

costituzione oggettuale) e spiegano il modo stesso della percezione (ossia la ragione di una data costituzione dell'oggetto) per via del loro variare in base a certi stati fisici i cui effetti sono spiegati nei principi scientifici. La misurazione degli effetti degli stati fisici e delle proprietà dei corpi è reale benché in senso diverso rispetto alla realtà materiale concreta percepibile, è una realtà che riguarda gli oggetti e che determina la loro conoscibilità da una posizione che esige la determinazione degli oggetti secondo gli strumenti di cui il soggetto, che intende formulare conoscenze scientifiche oggettive, può disporre; quelli della misurazione. Per questo la contrazione lorentziana (che postulava l'esistenza indimostrabile dell'etere) fu superata dalla relatività speciale einsteiniana, per il fatto che quest'ultima sancì il passaggio definitivo a un nuovo concetto di misura che non era più identificabile con il concetto di cosa (mantenuto in Lorentz dalla presenza dell'etere), ma consisteva nell'atto stesso della misurazione operabile con adeguati strumenti basilari per il coordinamento equazionale (regoli-campione e orologi) che si attenevano alla misurazione dei valori rilevabili nelle sole circostanze fisiche esistenti senza fare uso di concetti non empiricamente pervenuti. La realtà delle determinazioni metriche sta quindi nel rilevare i valori delle grandezze fisiche degli oggetti già presenti nella realtà comunemente percepita. L'oggettività gnoseologica, come chiarito dalla teoria della relatività, equivale alla determinazione metrica degli oggetti nelle differenti condizioni fisiche in cui possono essere (comprese quelle ideali estreme, non realizzate nell'esperienza concreta vissuta dal soggetto conoscente, che permettono di conseguire verità fisiche fondamentali conducenti alla conoscenza delle strutture più profonde dell'universo); gli oggetti e i fenomeni, pertanto, sono conoscibili fisicamente solo per mezzo delle misurazioni che, pur concernendo il rilevamento dei valori delle grandezze fisiche che sono componenti inseparabili degli oggetti e dei fenomeni analizzati, ciononostante non sono congruenti gnoseologicamente al contenuto concreto dei dati sensoriali intuitivamente percepiti e fissano il polo della conoscibilità fisica nella decosalizzazione degli oggetti e delle loro proprietà perché queste stesse

hanno carattere metrico non avente in Einstein, per Cassirer, aspetto cosale. La metrica è la realtà immateriale che rappresenta la via per la conoscenza della realtà materiale che, per essere correttamente compresa e formulata oggettivamente in senso fisico, deve essere decosalizzata. L'oggettività gnoseologica, pertanto, è l'applicazione delle coordinazioni funzionali determinanti le caratteristiche metriche dei corpi agli oggetti stessi e, in quanto tale, dipende dalle circostanze sotto le quali avviene la coordinazione equazionale e induce necessariamente ad ammettere come verità fisica i risultati ottenuti anche dalla loro applicazione a casi-limite ideali perché la misurazione, in ogni caso, pur riferendosi alla realtà tangibile la trascende per comprendere quanti più fenomeni possibile; fenomeni che, nel caso della relatività speciale, erano contrastanti con le leggi accertate (l'elettromagnetismo maxwelliano) e necessitavano di una più idonea formulazione teorica della meccanica reperita infine da Einstein. Einstein, fondando la propria ricerca sulle pure misurazioni non-cosali praticabili con le equazioni delle trasformazioni lorentziane comprensive del principio di costanza della velocità della luce, rilevò la variabilità delle misurazioni spazio-temporali a seconda dello stato del sistema di riferimento considerato. Tale scoperta, per Cassirer, segnala chiaramente come l'oggettività ricercata nella fisica sia acquisibile solo con la sua relativizzazione ai specifici casi fisici presi in considerazione, dal momento che lo spazio e il tempo sono concepibili come assoluti per sistemi a velocità trascurabile rispetto a quella della luce o in quiete (l'oggettività gnoseologica dell'assolutezza di spazio e tempo è relativa solo a tali sistemi) mentre divengono relativi per sistemi a velocità prossima a quella luminale (l'oggettività gnoseologica dello spazio e del tempo cambia per tali sistemi). Di conseguenza, l'oggettività gnoseologica non soltanto è relativa ai contesti in cui vengono effettuati i giudizi fisici, ma consiste complessivamente in un continuo cambiamento dei suoi concetti costituente il nucleo del significato stesso di oggettività che, per sua natura, è diretta alla constatazione di quanto è empiricamente attestabile (le connessioni istituenti le coordinazioni funzionali proprie

delle teorie scientifiche devono poi essere confermate sperimentalmente). Tale oggettività è esprimibile dunque unicamente attraverso le misurazioni che garantiscono la validità universale delle leggi di natura in quanto esse sono costituite dalle relazioni metriche che determinano il variare dei valori delle grandezze fisiche legittimato dal carattere invariante delle relazioni metriche poiché esso è fondato sui principi a priori senza cui il flusso dell'esperienza nella sua molteplicità non avrebbe luogo e, quindi, non sarebbe possibile determinare le opportune relazioni metriche costanti (comprese nelle equazioni delle leggi delle teorie scientifiche) con cui spiegare i fenomeni superando le teorie scientifiche consolidate che si rivelano approssimative (come nel caso delle trasformazioni lorentziane che si estendono nella relatività ristretta alle leggi di Maxwell). Ogni sistema di riferimento non può essere corredato di canoni di misura delle grandezze fisiche propri, giacché questi, in quanto resi possibili dagli invarianti logici a priori, sono unitari (universalmente validi per ogni sistema di riferimento) a prescindere dall'ottenimento di valori diversi in ogni sistema perché gli stessi valori sono fondati dai principi a priori presenti in ogni esperienza e fondanti la possibilità stessa dell'esperienza in quanto sue espresse condizioni, senza cui la possibilità di rilevare valori differenti (da cui scaturisce l'evoluzione dei concetti fisici) di una data grandezza fisica non si realizzerebbe. I valori diversi sono necessariamente compresi e giustificati dagli invarianti logici a priori per cui è necessario trovare teorie in grado di rendere conto del variare delle misurazioni delle grandezze fisiche e, perciò, di far conoscere fisicamente la realtà nei suoi fondamenti costituiti dagli invarianti ultimi che determinano il reale conoscibile grazie alla sua misurabilità. Gli invarianti logici a priori costituiscono i criteri ultimi della misurazione con cui stabilire i rapporti fra le varie specifiche misurazioni ottenute, che sono relative ai diversi casi fisici considerati da cui si ottengono valori differenti fra loro che non devono indurre a pensare erroneamente che la conoscenza fisica sia dilaniata al suo interno da diverse osservazioni cui corrispondono altrettanti canoni di misura per la stessa grandezza fisica, ma a constatare

che la conoscenza fisica oggettiva della realtà nella sua interezza (quindi anche nei suoi casi estremi per cui le misurazioni differiscono) è basata sul carattere di absolutezza dei principi a priori che impongono alla ricerca scientifica la necessità, se si vuole ottenere un quadro unitario della realtà naturale (ossia comprensivo di tutte le sue circostanze empiricamente verificabili), di reperire teorie attrezzate con opportune coordinazioni funzionali capaci di restituire un'immagine sinottica della natura che concede di conoscere la realtà fisica esperita da altri osservatori per mezzo delle misurazioni che (fondate sui principi a priori) possono naturalmente anche variare. È questo il caso delle equazioni delle trasformazioni di Lorentz che nella relatività speciale portano all'unità ricercata in virtù del principio scientifico di costanza della velocità della luce che completa il principio di relatività galileiano stabilendo l'invarianza delle leggi dell'elettromagnetismo (dunque anche dei sistemi inerziali a velocità prossima a quella della luce) per le trasformazioni di Lorentz che descrivono e spiegano il variare delle misurazioni spazio-temporali (dovuto alla velocità assunta dal sistema in relazione alla velocità luminale). L'invarianza a-priori trascendentale determina, quindi, l'invarianza dei fenomeni della natura (le cui misurazioni materiali variano) limitatamente alla loro conoscibilità, dunque alla loro forma metrica assoluta (in quanto derivante dagli invarianti dell'esperienza in generale) da cui sorge la conoscenza oggettiva ed è possibile scoprire gradualmente gli invarianti logici della conoscenza (per essere riconosciuti come tali, devono essere presenti in ogni esperienza, pertanto in ogni variazione delle misurazioni). Il principio di costanza della velocità della luce permette di chiarire come a cambiare non siano i canoni di misura nella descrizione dei fenomeni fisici effettuabile da ogni osservatore (per ogni osservatore le leggi della natura cambierebbero pertanto la loro forma e si dovrebbero considerare ulteriori canoni di misura per le diverse osservazioni effettuate che frammenterebbero la natura e la sua conoscibilità (ogni osservatore conoscerebbe la natura in maniera assolutamente relativa senza conoscerla nella sua interezza secondo il punto di vista degli altri osservatori)), ma

semplicemente i valori materiali rilevati attraverso la misurazione per uno stesso fenomeno in base allo stato fisico del sistema considerato; pertanto, per ogni sistema di riferimento valgono gli stessi canoni di misura e le leggi mantengono conseguentemente la loro forma poiché questa è assicurata dalle equazioni delle trasformazioni lorentziane che determinano la costanza e universalità delle leggi di natura per ogni osservatore. Le trasformazioni consentono di stabilire il modo in cui lo stesso fenomeno è osservato da un sistema a velocità prossima a quella luminale (rispetto a un sistema a velocità trascurabile rispetto alla luce o in stato di quiete) a partire dalle medesime relazioni metriche espresse nelle equazioni descriventi il fenomeno in un sistema normale (quindi a partire dai medesimi canoni di misura) opportunamente trasformate nella transizione ad un sistema a velocità prossima a quella della luce. L'atto di trasformazione delle equazioni dimostra che, benché i valori materiali rilevati mutino, la variazione è legittimata dalla forma dei coordinamenti equazionali che non muta mai in quanto proveniente dai principi a priori fondanti l'esperienza nel suo perenne variare. Gli invarianti logici a priori determinano incontrovertibilmente l'unitarietà delle leggi di natura e la loro validità universale per ogni osservatore in qualsiasi circostanza fisica. L'invarianza della natura è istituita dai principi a priori. La fisica deve pertanto attenersi, per Cassirer, al compito di mantenere l'immagine coesa della descrizione della natura, la conoscenza completa unitaria della realtà, trovando i principi scientifici più adatti a tal scopo per ricondurre la molteplicità dei fenomeni alle relazioni metriche fondamentali stabilenti l'invarianza non materiale (i valori rilevati empiricamente cambiano) ma formale delle leggi di natura per tutti i sistemi di riferimento (la validità universale delle leggi è strettamente legata dunque alla conservazione della loro forma metrica (non della loro misurazione materiale) per cui le leggi mantengono la loro universalità anche nel caso in cui non si manifestino (o si manifestino in modo differente) i fenomeni da esse trattati perché tale variazione è dovuta alla differente misurazione empirica di spazio e tempo, che rimangono sempre presenti in ogni esperienza e costituiscono la forma

invariante fondamentale delle relazioni metriche che possono assumere materialmente valori diversi, e non alla presenza di diversi canoni di misura per cui le leggi cambiano la loro forma). Le equazioni delle trasformazioni di Lorentz permettono di mantenere l'invarianza delle leggi naturali prefissata dai principi a priori comprendendo il principio di costanza della velocità della luce, che non è quindi soltanto un dato di fatto accertabile escludendo la presenza indimostrabile dell'etere, ma soprattutto, prima ancora, un presupposto sistematico della teoria della relatività einsteiniana finalizzato a preservare la concezione unitaria della realtà naturale, quindi l'invarianza generale. Ogni teoria fisica, per Cassirer, ha avuto necessità nel corso della storia della fisica di fondamenti epistemici di questo tipo in base ai quali si regola la formulazione delle teorie stesse e dei loro assunti determinanti. La fisica, come dimostrato dalla ricerca ineludibile dell'invarianza delle leggi di natura, è guidata dagli invarianti generali dell'esperienza e della conoscenza. Poiché la conoscenza della natura si può ottenere solo attraverso le misurazioni con cui è possibile determinare la natura stessa nella sua oggettività (e conseguentemente attestare la variazione delle misurazioni spaziotemporali nella relatività speciale), il soggetto può descrivere e spiegare (quindi conoscere oggettivamente) la natura soltanto in senso decosalizzato come dimostrato dal fatto stesso che, dato che le misurazioni differiscono a seconda del sistema di riferimento, allora lo stesso oggetto verrà determinato metricamente in modo differente, relativo, e non assoluto; in tal senso, il significato ontologico di "cosa" in senso assoluto è completamente annullato dal punto di vista della conoscenza fisica oggettiva sinottica perché la cosa è esperita da ogni sistema in un certo modo specifico (l'osservatore può determinarla (quindi conoscerla interamente al di là della sua percezione immediata) solo attraverso le misurazioni comportanti già in sé la decosalizzazione), sicché ogni sistema offre una sua misurazione relativa da cui è possibile acquisire una conoscenza completa della natura solo mediante le equazioni delle trasformazioni lorentziane che contribuiscono ad individuare gli invarianti

ultimi dell'esperienza che rendono possibile la costanza e l'universalità delle leggi definite dalle trasformazioni (le trasformazioni lorentziane comprendono le galileiane come caso approssimativo). Nell'interpretazione cassireriana, la teoria della relatività einsteiniana è il naturale proseguimento del criticismo trascendentale kantiano non in merito ai suoi contenuti fattuali (in Kant vige la legittimazione gnoseologica della meccanica classica e della geometria euclidea), ma per quanto concerne l'applicazione del metodo trascendentale allo studio dei principi della conoscenza che ha destituito lo spazio e il tempo di ogni aspetto cosale (quindi della loro veste di strutture relazionali metriche esprimenti caratteristiche fisiche della realtà, come attestato dallo stesso variare delle loro misurazioni) in quanto essi rappresentano secondo il metodo trascendentale forme dell'intuizione che fondano l'esperienza come scienza, esprimono le leggi di natura e in Einstein sono confermate sia nella loro decosalizzazione per il rilevamento di misurazioni spazio-temporali differenti (le misurazioni stesse determinano la decosalizzazione implicita nella conoscenza della natura) sia nel loro costituire invarianti logici a priori ultimi dell'esperienza e della conoscenza perché presenti in ogni esperienza (fondamentali dunque per la determinazione dell'oggetto, del suo comportamento e dei fenomeni). La determinazione dell'oggetto, come dimostrato della fisica einsteiniana, può avvenire solo tramite relazioni metriche che mettono in evidenza l'impossibilità di fornire una definizione assoluta della singola cosa concretamente percepita poiché essa è definita in vario modo a seconda del sistema di riferimento considerato per cui le relazioni metriche inducono a una descrizione completamente diversa del comportamento degli oggetti. I valori delle relazioni metriche cambiano nei diversi sistemi e sanciscono pertanto, oltre alla perdita del carattere di oggettività assoluta della cosa (oggettività gnoseologica che si rivela unicamente relativa ai diversi osservatori), anche lo svanire dell'oggettività assoluta di spazio e tempo su cui si basano le relazioni metriche. Lo spazio e il tempo non sono concetti di cose che si riferiscono a entità percepibili nella realtà effettuale esperita materialmente, ma

rappresentano i concetti di misura fondamentali che costituiscono le relazioni metriche sotto cui è operabile la determinazione degli oggetti e dei fenomeni; da essi derivano gli altri concetti fisici dal momento che spazio e tempo non sono soltanto i concetti fisici di misura essenziali per l'istituzione delle relazioni metriche, ma anche i due principi a priori basilari (da cui si definiscono gli altri) rappresentanti le condizioni di possibilità dell'esperienza e, quindi, dell'esperibilità degli oggetti nelle loro proprietà metriche che non potrebbero determinarsi al di fuori dello spazio e del tempo entro cui è possibile concepire fisicamente (ossia misurabilmente) l'oggetto che è dato spazio-temporalmente (il suo comportamento e le sue modificazioni, così come i fenomeni, sono perciò definibili in termini metrici spazio-temporali che spiegano il variare dei fenomeni determinabile metricamente). Le trasformazioni lorentziane mostrano chiaramente che la variazione delle proprietà metriche per uno stesso fenomeno in base al sistema di riferimento non implica la perdita da parte delle leggi naturali del loro carattere universale (della loro forma) poiché è questa preservata dal necessario ricorso, per stabilire tali variazioni delle proprietà metriche, ai concetti fisici di spazio e tempo costituenti l'invarianza ricercata nelle leggi di natura e predeterminata dagli invarianti logici a priori fra cui lo spazio e il tempo sono fondamentali e, di conseguenza, non possono che rappresentare la forma metrica dell'invarianza che si cerca in fisica per non violare l'invarianza della natura fissata trascendentalmente. Per questo le trasformazioni di Lorentz sono necessarie, giacché concedono di mantenere l'invarianza naturale nonostante la diversa descrizione di uno stesso fenomeno fisico perché si considerano i valori diversi assunti in diversi osservatori dalla misurazione spaziale e da quella temporale, presenti in ogni esperienza perché fondanti le esperienze stesse e capaci di estendere (come dimostrato dalle trasformazioni lorentziane col principio di costanza della velocità della luce) la validità delle leggi di natura ad ogni sistema in cui le leggi valgono anche se i relativi fenomeni non si manifestano o si manifestano in modo diverso poiché tale variazione è spiegabile in senso spazio-temporale

(l'invarianza fisica ricercata, per descrivere l'invarianza presente in natura stabilita dai principi a priori, è dunque fornita dallo spazio e dal tempo il cui variare misurativo spiega la variazione dei fenomeni osservati nei sistemi che non sarebbe conciliabile con l'invarianza formale ricercata in fisica se non si presupponesse la costante presenza invariante (variante solo materialmente per spiegare i mutamenti nelle proprietà metriche dei fenomeni) di spazio e tempo. La ricerca degli invarianti ultimi è pertanto vincolata ai due principi a priori di spazio e tempo da cui gli invarianti stessi si definiscono (questa impostazione epistemica della ricerca dei fondamenti della conoscenza scientifica vale anche per i concetti fisici fondati dai principi a priori)). La teoria della relatività einsteiniana è il più fulgido esempio per Cassirer di come l'indagine fisica della natura, atta a fornire una conoscenza scientifica del reale quanto più oggettiva e completa possibile, sia resa possibile dalla struttura a priori della conoscibilità della realtà in quanto la conoscenza fisica stessa (consistente essenzialmente nelle misurazioni) è svelata dalla relatività einsteiniana come vincolata alla formulazione di principi scientifici che rendano possibili misurazioni adeguate ai casi fisici analizzati e possano portare alla formulazione di teorie (empiricamente accertate) che preservano l'invarianza naturale comprendendo i fenomeni per cui una teoria idonea (in relazione alla quale le precedenti assumono valenza approssimativa) a far ciò doveva essere ricercata. Gli invarianti ultimi della conoscenza impongono alla ricerca fisica il compito di attenersi al rispetto della legge della legalità, per cui le leggi della natura mantengono universalmente la loro forma. Tale legalità, come mostrato da Einstein secondo Cassirer, è fondata sui due invarianti fondamentali di spazio e tempo e raggiunta, nella relatività speciale, per mezzo del principio di costanza della velocità della luce. L'unico scopo che la fisica, in quanto scienza deputata all'ottenimento della conoscenza scientifica, deve raggiungere è l'espressione della legalità presente fra i fenomeni naturali che fa sì che le leggi della natura non mutino la loro forma e che, quindi, la realtà sia unitaria e non molteplice nelle sue manifestazioni (dunque inconoscibile

nella sua interezza per ogni osservatore che la conoscerebbe solo parzialmente). La teoria della relatività enuncia che la ricerca della legalità è vincolata alla relativizzazione dei concetti fisici, che non comporta la relativizzazione della verità fisica bensì il suo rilevamento nella sua forma completa in quanto si scopre che l'oggettività gnoseologica non è assoluta e necessita di coordinazioni equazionali in grado di affermare l'universalità delle leggi fisiche attraverso l'invarianza formale spazio-temporale fondante l'invarianza naturale (perciò comprensiva, per i valori variabili delle costanti universali onnipresenti di spazio e tempo, del variare delle proprietà metriche). La determinazione dell'oggetto consiste nel reperimento della legalità fra le osservazioni mediante appositi principi scientifici che rendano possibili adeguate misurazioni; solo in tal senso, mostra la relatività einsteiniana, la completezza (non assoluta, ma comprensiva della relatività delle sue differenti determinazioni) conoscitiva dell'oggetto può essere acquisita. L'invariante essenziale della fisica è la legalità dei fenomeni naturali. Nella relatività generale il principio di costanza della velocità della luce, che sanciva nella relatività speciale la stabilità e l'unità delle leggi di natura all'interno delle equazioni delle trasformazioni lorentziane, decade e, al fine di reperire nuovamente la legalità fra le osservazioni per garantire l'universalità delle leggi di natura, la teoria necessita dell'introduzione di trasformazioni di altro tipo comprensive non più della costanza della velocità luminale ma delle variabili gaussiane che possono essere arbitrariamente sostituite nella descrizione dei fenomeni fisici che non cambia fra gli osservatori per cui la metrica dello spazio-tempo è assoluta e oggettiva; pertanto, la forma delle leggi di natura è salvaguardata in virtù del puro principio formale della metrica spazio-temporale (che si colloca al di sopra del principio materiale della velocità luminale), così detto perché la legalità è offerta dalla determinazione spazio-temporale che non è definibile a partire da un evento fisico concretamente percepibile come la luce ma dal grado di curvatura causata da un corpo celeste instaurante un campo gravitazionale, e del rimpiazzamento delle equazioni delle trasformazioni lorentziane con

le formule di sostituzione inerenti alle variabili gaussiane. La relatività speciale si rivela come caso-limite della relatività generale. La relatività einsteiniana, spianando il sentiero verso la determinazione dell'oggetto allo scopo di conseguire la vera conoscenza scientifica, prosegue, nell'interpretazione cassireriana, la ricerca kantiana dei presupposti in base a cui è possibile conoscere l'oggetto (quindi la realtà naturale) affermando che l'oggetto in sé altro non è che l'insieme delle sue stesse diverse determinazioni fornite dai diversi osservatori che, come scoperto da Kant, determinano individualmente l'oggetto in modo soggettivo attraverso la sintesi della molteplicità delle rappresentazioni e, come scoperto da Einstein, associati fra di loro per mezzo di teorie osservanti la legge della legalità permettono di definire (sicché Einstein completa l'opera kantiana) l'oggetto assolutamente nella sua relativa determinabilità (la via della relatività, mostra Einstein, è l'unica possibile per determinare in modo "assoluto" l'oggetto, così che la teoria della relatività supera e perfeziona la concezione assolutistica della meccanica classica che credeva di aver già raggiunto l'obiettivo principale costituito dalla conoscenza scientifica). Einstein ha dimostrato che non è possibile prescindere, per la determinazione della realtà, dai sistemi di riferimento come implicitamente tentato dalla meccanica classica (se la conoscenza fisica equivale necessariamente alla misurazione, allora, poiché nei singoli sistemi le misurazioni differiscono, la ricerca per ottenere la conoscenza scientifica deve tener necessariamente conto dei diversi sistemi), benché tale requisito possa essere trascurato nel caso della relatività generale in cui la legalità è garantita dalla metrica spazio-temporale stessa che è universalmente valida per tutti i sistemi (che quindi non possono fornire letture diverse di uno stesso fenomeno). La conoscenza scientifica dello spazio e del tempo non può arenarsi semplicemente alla loro misurazione con cui si afferma la mera variazione materiale dei loro valori (e quindi dei valori delle proprietà metriche dei corpi); ciò indurrebbe a credere falsamente che la realtà non sia omogenea (dunque non conoscibile nella sua interezza) in quanto le leggi di natura cambiano la loro forma a seconda dell'osservatore, laddove

la legalità della natura è fondata dagli invarianti logici a priori fondamentali di spazio e tempo che formalmente non variano mai e mutano solo materialmente nelle loro applicazioni metriche particolari in modo da descrivere e spiegare la molteplicità dei fenomeni e assicurare la possibilità di reperire teorie scientifiche (come la relatività einsteiniana) che esprimano la legge naturale fondamentale della legalità basata, pertanto, sullo spazio e sul tempo come forme metriche presenti in ogni esperienza, in ogni osservazione (in quanto le fondano) varianti continuamente solo materialmente in quanto tale variare si riferisce agli stessi invarianti a priori di spazio e tempo senza i quali non si avrebbe la molteplicità dei fenomeni descrivibile nella sua legalità per mezzo di essi. La conoscenza fisica dello spazio e del tempo presuppone il riconoscimento della loro priorità trascendentale in quanto condizioni di possibilità dell'esperienza e della conoscenza per cui la realtà naturale (nei suoi oggetti e nei suoi fenomeni) è descrivibile in ogni sistema di riferimento (per ogni osservazione) ricorrendo alle determinazioni metriche spazio-temporali da cui si possono delineare le altre proprietà metriche dei corpi (in virtù del variare delle misurazioni spazio-temporali per cui (come nel caso del principio di costanza della velocità della luce) un corpo di riferimento che si trova in un dato stato fisico (velocità o quiete) fornirà una certa interpretazione degli oggetti e dei fenomeni fisici). Per Cassirer, la conoscenza scientifica, consistente nella formulazione di leggi che si adeguino alla legge di legalità, ha natura profondamente trascendentale: spazio e tempo, pur avendo contenuto oggettivo rappresentato dai vari casi della realtà effettuale osservati dai sistemi di riferimento, sono puri concetti di misura (non di cosa) in quanto le loro determinazioni (così come quelle delle altre proprietà metriche dei corpi e quindi degli oggetti stessi) sono relative (non sono definibili come cose date nella realtà (non sono concretamente percepibili) e non sono determinabili in modo assoluto) ma al contempo rendono possibile esprimere fisicamente la legalità presente in natura giacché fondano l'esperienza della realtà (ogni cosa e fenomeno si attesta nella dimensionalità spaziale e in quella

temporale). La relatività einsteiniana, rilevando ciò nelle sue equazioni delle trasformazioni di Lorentz e nelle sue formule di sostituzione per sistemi di riferimento provvisti di coordinate gaussiane, ha concesso di riconoscere definitivamente la fondamentale e necessaria trascendentalità dello spazio e del tempo poiché fondanti la legalità della natura, che è dunque basata sull'invarianza formale spazio-temporale determinante l'invarianza (spazio-temporalmente definita per assicurare la legalità delle esperienze, quindi l'universalità delle leggi di natura) naturale. Lo spazio e il tempo costituiscono le forme di inquadramento degli oggetti e dei fenomeni nelle loro determinazioni metriche perché assicurano la legalità naturale derivante dagli stessi spazio e tempo che fondano la molteplicità delle esperienze (perciò delle osservazioni) della realtà, collegate dalla presenza costante a livello metrico delle misurazioni spazio-temporali in base a cui è possibile attestare la validità universale delle leggi di natura (le leggi non assumono mai forme diverse in natura) che sta a fondamento della ricerca fisica di teorie idonee ad esprimere la realtà (quindi la sua totale omogeneità, sicché la conoscenza fisica deve ammettere di essere fondata su basi trascendentali). Lo spazio non-euclideo asserito nella relatività generale non rappresenta una realtà fisica, ma risulta necessario per garantire l'espressione fisica della legalità della natura allorché si considerino i campi gravitazionali costituenti lo spazio dell'universo e determinati da curvature di diverso tipo che provocano una conformazione non-omogenea dello spazio che richiede forme diverse di determinazione geometrica per il mantenimento della legalità (il tipo euclideo degli assiomi geometrici, che costituiva la geometria unitaria della relatività speciale, non è più sufficiente in tal caso per assicurare la legalità naturale che richiede trasformazioni comprensive delle coordinate curvilinee gaussiane). Pertanto per Cassirer, che riprende una tesi di origine poincariana (benché non ne accetti la conclusione secondo cui la geometria euclidea è la più conveniente per la determinazione dello spazio), le teorie fisiche devono mirare non all'ipotetica descrizione dello spazio fisico ma alla descrizione della costituzione della realtà nello spazio; poiché lo

spazio è concetto puramente di misura (non di cosa) determinabile solo geometricamente, diversi linguaggi geometrici possono essere equivalentemente utilizzati (con opportune precisazioni) per la determinazione dello spazio e l'unico criterio valido per accertare la validità di una geometria rispetto a un'altra è costituito dal modo in cui i fenomeni fisici si manifestano nello spazio. Perciò Cassirer, che a differenza di Poincaré poté testimoniare la conferma della relatività generale con la deflessione luminale osservata da Eddington, sancisce la necessità di ammettere la geometria non-euclidea per la determinazione dello spazio a causa della presenza di campi gravitazionali dovuti a curvature causanti la non-uniformità dello spazio universale da determinare. Lo spazio puro euclideo, nei suoi elementi, non è più bastevole a garantire la legalità perché la determinazione spazio-temporale varia per ogni campo gravitazionale a causa della specifica curvatura, per cui cade il principio di costanza della velocità della luce (ogni campo ha un suo tempo proprio) e le trasformazioni, per preservare la legalità naturale, devono rimpiazzare la costante velocità luminale con variabili gaussiane cui si associano le quantità esprimenti le caratteristiche metriche del campo. La scelta della geometria avviene dunque in base alla pura questione metodologica rappresentata dall'osservazione della legge della legalità e, sulla base dei fenomeni osservati empiricamente, si determina la geometria per cui optare al solo scopo di assicurare l'universalità delle leggi; l'esperienza orienta la formulazione delle opportune relazioni metriche che si determinano per la sola espressione fisica della legalità senza affermare l'oggettività fisica dello spazio-tempo. Lo spazio-tempo non è concetto di cosa, ma la forma da cui discendono le sue determinazioni metriche particolari per la descrizione della molteplicità dei fenomeni fondata da essa stessa e quindi legittimata nella sua unità che la fisica ha il dovere di esprimere attraverso formulazioni teoriche necessitanti di prova empirica (l'unitarietà della realtà è dovuta allo spazio-tempo in cui si esplica il divenire stesso della realtà).

Esiti della riflessione sull'a-priori alla luce della teoria della relatività

L'interpretazione reichenbachiana della relatività einsteiniana condivide con l'interpretazione cassireriana la necessità di rivedere le riflessioni filosofiche condotte sullo spazio e sul tempo alla luce dei risultati empirici raggiunti dalle teorie fisiche più avanzate, ma al contempo se ne discosta decisamente allorché si considera il ruolo rivestito dall'a-priori nella determinazione dell'oggetto. Se, da un lato, sia Reichenbach che Cassirer ammettono che la conoscenza scientifica è acquisibile unicamente per mezzo di equazioni contenenti le relazioni metriche con cui si può effettivamente ottenere la conoscenza della realtà fisica (le percezioni in sé sono limitate a casi fisici approssimativi e non offrono il quadro unitario intero della realtà universale), dall'altro i due autori intendono in maniera diversa il modo in cui tale conoscenza scientifica viene raggiunta, i presupposti necessari per concepire gli oggetti e i fenomeni fisici. Ambedue, difatti, riconoscono l'enorme contributo offerto da Kant in ambito gnoseologico con la sua scoperta del carattere costruttivo, e non immediato in senso percettivo, della conoscenza (la conoscenza scientifica è frutto di una costruzione del pensiero umano e non può essere circoscritta alla mera impressione sensibile delle datità presenti nella realtà), sono consapevoli del fatto che ogni conoscenza è fondata su determinate precondizioni a-prioristiche che consentono la sua stessa costruzione, ma intendono tali principi basilari in modo opposto: per Reichenbach l'a-priori deve essere certificato empiricamente per poter essere accettato come presupposto della conoscenza scientifica; per Cassirer l'a-priori ha natura essenzialmente trascendentale, riguarda la sola mente umana e, a differenza di Reichenbach, fonda il flusso delle esperienze della realtà (la realtà stessa) sicché l'a-posteriori dipende necessariamente dall'a-priori. Per Cassirer, la relatività einsteiniana altro non farebbe che confermare in tal senso il metodo trascendentale kantiano che Reichenbach, invece, rovescia a favore di una visione epistemologica prediligente la priorità dell'a-posteriori sull'a-priori. Difatti, nella visione cassireriana,

l'indeterminabilità in senso assoluto di un oggetto, di un fenomeno (dovuta al variare delle misurazioni effettuate) indica come la realtà in sé non abbia alcun aspetto cosale e la sua conoscenza, non potendo di conseguenza basarsi sull'a-posteriori (ossia in modo esclusivamente empirico), sia possibile solamente in senso a-prioristico a partire dai due principi a priori fondamentali di spazio e tempo fondanti la realtà (dunque ogni esperienza) e pertanto presenti ineluttabilmente in ogni esperienza fisica. Il variare delle misurazioni spazio-temporali spiega la determinazione relativa (non assoluta) della realtà fisica e, per Cassirer, rivela conseguentemente che anche lo spazio e il tempo non possono avere alcun aspetto cosale poiché le loro misurazioni differiscono a seconda dell'osservatore. La realtà intera infine, per Cassirer, è in sé decosalizzata e tale verità conoscitiva è enunciata dalla teoria einsteiniana che porta a compimento il metodo trascendentale kantiano (l'a-priori cassireriano, diversamente dal reichenbachiano, non possiede carattere contingente legittimato a-posteriori, ma è essenzialmente trascendentale). La realtà, per Cassirer, data la decosalizzazione espressa nella sua interpretazione della relatività einsteiniana, è conoscibile (ed è quindi fondata in prospettiva della sua stessa esperienza) solo trascendentalmente (spazio e tempo sono le fondamentali forme trascendentali della conoscenza da cui può avere inizio la ricerca degli altri principi a priori sulla base della costanza della loro presenza nelle esperienze fisiche rese possibili dallo spazio e dal tempo). Per Reichenbach, le misurazioni (su cui si basa la conoscenza fisica) non implicano la perdita del loro aspetto cosale da parte delle manifestazioni della realtà a cui esse sono applicate. Nella visione reichenbachiana, le misurazioni divengono possibili esattamente in virtù della presenza di una realtà empirica contingente sulla quale poter eseguire il coordinamento equazionale inducente alla sua conoscenza. A differenza di Cassirer, l'esperienza non è fondata gnoseologicamente dall'a-priori, ma, essendo autonoma dall'apparato conoscitivo trascendentale del soggetto, fonda la conoscenza fisica determinando la scelta dei principi di coordinazione più idonei alla descrizione e alla spiegazione della realtà su basi prettamente

empiriche. In Reichenbach, l'a-priori, riconosciuto nella sua imprescindibilità per la determinazione degli oggetti e dei fenomeni, non può più avere alcuna valenza nel senso trascendentale propugnato da Cassirer nella sua visione kantiana della teoria della relatività, ma, a causa dell'apparente carattere puramente fisico-empirico della relatività einsteiniana, necessita di essere concepito nuovamente come a-priori dalla natura contingente continuamente verificato dall'a-posteriori. Solo con la ricerca a-posteriori, per Reichenbach, è possibile scoprire gradualmente i principi di coordinazione più adatti alla spiegazione della realtà (perciò all'ottenimento della conoscenza scientifica), non (come inteso da Cassirer) sulla base delle forme basilari di spazio e tempo da cui i principi a priori si determinerebbero in senso puramente trascendentale. In Reichenbach il trascendentale non trova posto. Nell'interpretazione reichenbachiana, ogni conoscenza deriva dall'adequata misurazione della realtà (avente natura espressamente cosale) che, fondandosi sulla constatazione oggettiva di quanto misurato, conduce alla formulazione di conoscenze scientifiche attestanti proprietà fisiche oggettive della realtà (come manifestato dallo spazio non-euclideo asserito nella relatività generale, che permette di qualificare lo spazio euclideo (in precedenza ritenuto di validità universale) come limitato a domini spazio-temporali circoscritti e infinitesimali trattati nella relatività speciale). L'indeterminabilità in senso assoluto di spazio e tempo non significa che essi devono essere considerati privi di aspetto cosale perché il loro variare misurativo non comporta la perdita della loro oggettività fisica, bensì solo la certificazione di come, pur avendo carattere fisico oggettivo, i loro valori mutino conformemente al sistema di riferimento preso in considerazione senza che ciò debba implicare la loro decosalizzazione (così come la decosalizzazione della realtà stessa, in quanto necessariamente espressa spazio-temporalmente). Il variare delle misurazioni spazio-temporali, tiene a precisare Reichenbach, riguarda la sola forma soggettiva della descrizione (relativa a un dato osservatore), non concerne la natura fisica dello spazio e del tempo. La metrica spazio-temporale è una caratteristica

oggettiva del mondo fisico, è fisica, oggettiva, e acquista carattere soggettivo solo in senso descrittivo. Spazio e tempo in Reichenbach, diversamente da Cassirer, hanno natura ontologica. La teoria della relatività, per Reichenbach, porta a una nuova concezione dell'oggetto fisico che non è più individuabile scientificamente sulla base di crude esperienze riportate nel linguaggio della fisica, ma in relazione allo stato fisico da esso assunto all'interno dei sistemi di riferimento che comportano inevitabilmente la sua non assoluta determinabilità. Ogni osservatore esperisce difatti, a seconda del suo stato di moto, l'oggetto in modo soggettivo rispetto ad altri osservatori in un diverso stato di moto, ma ciò non toglie che l'oggetto di per sé non debba ritenersi decosalizzato perché la descrizione fornita da un dato sistema di coordinate è equivalente a quella offerta da qualsiasi altro sistema per il fatto che si riferiscono allo stesso oggetto, allo stesso fenomeno, alla stessa realtà fisica che possiede validità intersoggettiva (dunque oggettività assoluta nella sua fisicità) e ha carattere soggettivo soltanto per quanto concerne la sua descrizione relativamente ai differenti sistemi di riferimento. La conoscibilità relativa (e non assoluta) della realtà non compromette in senso soggettivistico l'assoluta oggettività fisica di quanto misurato, ma rappresenta lo sviluppo più importante nella definizione scientifica delle cose della realtà poiché la relatività einsteiniana ha rivelato come, sondando accuratamente la realtà e i suoi fenomeni naturali in modo empirico, essa sia conosciuta effettivamente in maniera diversa a seconda dello stato del sistema in cui un soggetto conoscente si trova e l'oggettività gnoseologica agognata nelle scienze fisiche possa essere conseguita unicamente attraverso la considerazione della lettura dei fenomeni fisici data da tutti i sistemi di riferimento (non solo da quelli in stato di quiete o di moto a velocità trascurabile rispetto a quella della luce). La vera determinazione dell'oggetto, sembra voler dire la relatività einsteiniana per Reichenbach, passa attraverso le trasformazioni lorentziane descriventi il modo in cui il singolo oggetto è concepito da ogni sistema, perciò attraverso l'invarianza da esse espressa. Tale invarianza è empiricamente giustificata perché

fondata sul principio di costanza della velocità della luce. La realtà fisica descritta equazionalmente è fisicamente unica e oggettiva; solo la sua descrizione è molteplice e soggettiva e, attraverso le trasformazioni di Lorentz, concede di conoscere l'oggetto (in sé, fisicamente, oggettivo) oggettivamente nella relatività delle sue determinazioni. Il reale è definito conoscitivamente dalle equazioni stanti al fondo delle teorie fisiche e la teoria della relatività einsteiniana ha insegnato che la più corretta conoscenza fisica della realtà è acquisibile prendendo in considerazione la decisiva influenza fisica sull'interpretazione degli oggetti (del loro stato fisico) dei sistemi di riferimento, per cui è doveroso ricorrere (al fine della determinazione della realtà) alle trasformazioni lorentziane la cui considerazione complessiva limitatamente a uno specifico oggetto permette di definirlo in maniera quanto più oggettiva possibile mediante la congiunzione delle diverse interpretazioni fisiche di quell'oggetto fornite dai differenti sistemi di coordinate. Le diverse interpretazioni fisiche si riferiscono naturalmente a un certo dato empirico presente nella realtà e pertanto non possono che testimoniare il carattere cosale degli oggetti e dei fenomeni considerati nei sistemi, giacché la misurazione può avvenire solo su ciò che è empiricamente verificabile e la sua diversità, di sistema in sistema, riguarda la sola forma soggettiva della descrizione particolare che non intacca l'oggettività fisica della realtà analizzata da cui proviene la sua oggettività gnoseologica (in senso necessariamente relativo, non assoluto). Rispetto alla fisica pre-relativistica, che determinava la realtà assolutisticamente prescindendo dalla capitale importanza dello stato dei sistemi di riferimento (considerati equivalenti solo in tal senso), la fisica relativistica ha dimostrato che l'equivalenza fra i sistemi di riferimento non è legata all'ottenimento di misurazioni identiche per uno stesso fenomeno, ma alla possibilità di effettuare una transizione (nell'interpretazione fisica del fenomeno) da un sistema ad un altro legittimata dalle costanti fisiche di spazio e tempo, che per Reichenbach (come per Cassirer) sono fondamentali nella formulazione delle conoscenze scientifiche (nel primo in senso empirico, nel secondo in senso trascendentale). In base a questo

nuovo modo di concepire l'equivalenza fra sistemi, si ammette la diversità di interpretazione fisica della realtà data dal variare delle misurazioni spazio-temporali, in quanto lo spazio e il tempo costituiscono la struttura fondamentale della realtà fisica e il loro variare misurativo spiega la differenza nell'interpretazione dei fenomeni naturali per ogni sistema di riferimento in virtù del loro stesso stato di moto per cui le misurazioni spazio-temporali variano e i fenomeni (avvenenti spazio-temporalmente) sono interpretati diversamente. Ciò che è oggetto di interpretazione fisica è fisicamente oggettivo e ha carattere essenziale di cosalità; la sua descrizione varia a seconda dello stato di moto del sistema di coordinate (da cui non si può assolutamente prescindere) perché oggetti e fenomeni sono definiti spazio-temporalmente e il variare delle misurazioni spazio-temporali provoca una diversa configurazione di ciò che è oggetto di interpretazione fisica a seconda del sistema considerato. Dunque, per Reichenbach, la relatività einsteiniana non mira a ridefinire la natura della realtà, ma piuttosto a chiarire il modo reale in cui avviene la conoscenza scientifica e può avvenire la conoscenza della realtà nella sua interezza. La teoria della relatività mostra di possedere valore, più che ontologico, spiccatamente epistemologico. La relatività einsteiniana ha mutato drasticamente il modo di concepire la realtà precisando che, se il vero obiettivo della fisica è non tanto rendere conto di quanto il singolo soggetto può esperire direttamente quanto permettere di apprendere le dinamiche dominanti della realtà universale, è allora ineludibile fare uso delle misurazioni che, rispetto alle pure percezioni, consentono non solo di definire ciò che è reale da ciò che non lo è, ma anche di comprendere il meccanismo sottostante alla formulazione della conoscenza fisica; tale meccanismo prevede quindi la dovuta considerazione dei sistemi di riferimento senza cui non si avrebbe conoscenza scientifica. Lo studio fisico effettuato per mezzo dei sistemi di riferimento consente di accertare la vera natura della conoscenza fisica chiarendone i limiti e asserendone le potenzialità per quanto riguarda l'eventualità di addentrarsi ancor più in profondità nella determinazione della realtà attraverso il reperimento di

aspetti del reale per cui è necessario ricorrere a principi di coordinazione avanzati che superano i precedenti. Le misurazioni devono necessariamente tenere conto dello stato dei sistemi perché in questa maniera (come ha dimostrato la teoria della relatività) diviene possibile scoprire come avviene e deve avvenire realmente la conoscenza scientifica. La definizione dell'esistenza fisica, nel senso einsteiniano, non può più limitarsi a quanto sostenuto dalla scienza precedente, ma ha l'obbligo di estendersi alla considerazione delle condizioni imprescindibili sotto cui ha luogo la formulazione di uno specifico enunciato scientifico, ossia lo stato di moto dei sistemi di riferimento e la conseguente caratterizzazione dello stato fisico degli oggetti offerta metricamente. Senza considerazioni metriche opportune, non è possibile acquisire la determinazione completa (in senso relativo, non assoluto) di un oggetto ed affermare la realtà fisica non-euclidea dello spazio cosmico di cui lo spazio euclideo rappresenta un caso fisico approssimativo. Come descritto nella relatività generale, un sistema di coordinate è individuabile solo dopo che sono state espresse le caratteristiche metriche del campo gravitazionale e questo permette di intendere come un oggetto possa essere definito realmente in senso puramente metrico (nella relatività ristretta a partire dai sistemi di riferimento, nella relatività generale fondamentalmente a partire dal campo gravitazionale che permette di istituire i sistemi di coordinate). Le misurazioni, al fine di ottenere la vera conoscenza fisica, devono effettuarsi sotto tutte le condizioni empiricamente verificabili. Per Cassirer la teoria della relatività ha mostrato la piena validità della concezione kantiana della conoscenza fisica, perché le caratteristiche ultime della realtà (spazio e tempo), insieme agli oggetti e ai fenomeni che in esse si stagliano, sono determinabili in modo unicamente relativo di modo che si perde il concetto di cosa in senso assoluto, giacché la medesima manifestazione della realtà appare in modo diverso ad ogni osservatore e non è più possibile stabilire con certezza assoluta la datità oggettiva della cosa. Tale oggettività è densamente impregnata di soggettività. Spazio e tempo sono decosalizzati e non possiedono oggettività fisica. Reichenbach concepisce la relatività

delle misurazioni di spazio e tempo (caratteristiche ultime della realtà in senso empirico (non trascendentale) dal suo punto di vista) non come il sintomo di una perdita da parte dello spazio e del tempo della loro oggettività fisico-cosale, ma più semplicemente come la chiarificazione del modo tipicamente soggettivo attraverso cui lo spazio e il tempo, nella loro oggettiva cosalità, vengono appresi da ogni singolo sistema di riferimento. L'ottenimento di valori spazio-temporali differenti non implica che spazio e tempo devono ritenersi decosalizzati e quindi valenti come pure forme trascendentali della conoscenza, piuttosto ribadisce l'importanza che le misurazioni (mediate dall'utilizzo di regoli-campione e orologi sancenti le definizioni coordinative spazio-temporali) hanno nella vera determinazione completa ed oggettiva della realtà, dal momento che senza di esse (quindi senza i sistemi di coordinate) si riterrebbero valide in senso assoluto la meccanica e la geometria classiche postulando l'esistenza di entità inesistenti per conciliare l'elettromagnetismo con la relatività galileiana e ignorando la vera natura della gravità. La relatività einsteiniana ha mostrato per Reichenbach che l'oggettività gnoseologica può essere raggiunta solo se si considera ciò che si evince a partire dalle misurazioni della realtà fisica, ossia la produzione di valori misurativi diversi indicanti come la soggettività nel rilevamento delle misurazioni sia l'unico sentiero percorribile se si vuole arrivare all'oggettività conoscitiva. Tale oggettività è fondata sull'oggettività fisica della realtà misurata che, pur essendo interpretata in modo soggettivo, ciononostante rimane in sé unica, quindi oggettiva e, di conseguenza, obiettivamente fisica. Il soggettivismo riguarda solo la verità conoscitiva, non quella cosale, e attraverso l'appuramento delle singole interpretazioni fisiche della realtà è possibile giungere alla determinazione in senso oggettivo degli oggetti e dei fenomeni. L'oggettività fisica è già data, l'oggettività gnoseologica sorge dalla soggettività. Reichenbach tiene a precisare che la relatività einsteiniana non ha causato una relativizzazione della realtà nella sua fisicità, ma, allo scopo di determinarla interamente nella sua completa contingenza empirica (quindi nella sua piena oggettività), solo il

disvelamento della vera natura della conoscenza scientifica in cui il concetto di verità assoluta (espresso nella scienza pre-relativistica) deve far spazio a una determinazione della verità possibile a patto che sia considerata nella sua relatività. Soltanto a partire dalla relativizzazione della verità conoscitiva è possibile anelare alla verità intera della conoscenza della realtà, in quanto il reale è interpretato in modo diverso da ogni osservatore in base al suo stato di moto, ogni osservatore fornisce un'interpretazione fisica reale tanto quanto quella offerta dagli altri (gli osservatori sono quindi perfettamente equivalenti nella loro descrizione fisica dei fenomeni) e lo stesso oggetto, lo stesso fenomeno non può pertanto essere determinato nella sua interezza considerando uno solo degli osservatori (non esistono sistemi di riferimento privilegiati), ma solamente considerando complessivamente le diverse interpretazioni della stessa realtà fisica. La relatività è gnoseologica, non fisica: in questo sta il suo reale significato. Reichenbach, pur riconoscendo a Cassirer il merito di aver effettuato una revisione del criticismo trascendentale kantiano alla luce dei risultati raggiunti dalla relatività einsteiniana che ha provocato un radicale ripensamento dello spazio e del tempo (perciò della realtà) e della natura e progressione della conoscenza scientifica, critica aspramente la sua forma di neokantismo in quanto, attraverso la separazione sostanziale che opera fra la pura intuizione (gli invarianti logici a priori dell'esperienza e della conoscenza) e la metrica (le considerazioni misurative di carattere espressamente empirico) per conciliare Kant con Einstein così da sortire la kantianizzazione di quest'ultimo, lo stesso metodo trascendentale è contraddetto perché i suoi principi a priori sono costantemente riformulati sulla base dell'esperienza. Il metodo trascendentale stabilisce l'assoluta validità perenne degli invarianti logici ultimi poiché questi fondano di per sé l'esperienza, che senza di essi non si avrebbe; ma Reichenbach fa notare che le stesse nozioni fondamentali di spazio e tempo, in virtù del progredire delle conoscenze scientifiche in merito alla loro natura fisica, richiedono un ricorso sempre più marcato a considerazioni di carattere puramente metrico che si svincolano dai principi a priori che, in Cassirer,

le fonderebbero. Lo spazio e il tempo sembrano essere configurabili in tal senso solamente per mezzo di indagini esclusivamente empiriche che non risultano riconducibili allo sfondo trascendentale che li rappresenta in maniera tradizionale senza prendere in considerazione fattori fisici reperibili solo empiricamente che costituiscono la reale conoscenza oggettiva di spazio e tempo. La ricerca cassireriana dei principi a priori, pur distaccandosi dall'impostazione kantiana per comprendere al suo interno la relatività einsteiniana, non può pretendere di definire perennemente in maniera rigida i presupposti necessari della conoscenza, perché questi, alla luce delle scoperte compatibili empiricamente, hanno validità non assoluta e sempiterna ma relativa (ossia limitata) e temporalmente circoscritta dal momento che, come dimostrato da Reichenbach, possono sempre essere superati e ammessi solo come casi-limite approssimativi da principi di coordinazione più generali e avanzati che approfondiscono la conoscenza scientifica della realtà. La fundamentalità dello spazio e del tempo come principi di coordinazione è da fissarsi per Reichenbach non trascendentalmente, ma empiricamente dato che è la realtà fisica in sé a stabilire come si debbano concepire spazio e tempo e tale concezione non può essere prefissata trascendentalmente perché in sede trascendentale non si tiene conto delle caratteristiche fisiche della realtà che prevedono un completo ridimensionamento del modo di concepire lo spazio e il tempo. I principi a priori non sono rigidamente e perennemente validi in senso assoluto, la loro validità è temporalmente limitata e approssimativa in relazione ai principi confermati empiricamente che li superano e si adattano alla descrizione e spiegazione del mondo fisico. L'a-priori è legittimato dall'a-posteriori. La conoscenza non è a-prioristica in senso trascendentale, ma a-prioristica in senso empirico. Se Cassirer ha effettuato la kantianizzazione di Einstein, Reichenbach ha praticato l'einsteinizzazione di Kant mostrando che l'a-posteriori non va a-priorizzato, ma l'a-priori va a-posteriorizzato. Spazio e tempo non sono forme trascendentali della conoscenza, non sono nella mente, ma rappresentano espressioni reali del mondo fisico che guidano la conoscenza

in maniera pienamente empirica portando alla formulazione di principi di coordinazione che devono attenersi alla realtà empiricamente analizzata. La verifica empirica del mondo fisico esterno è il perno dello sviluppo della scienza, della conoscenza fisica. La determinazione degli oggetti, dei fenomeni, della realtà non è vincolata per Reichenbach (come invece è per Cassirer) alla ricerca necessaria della legalità per cui esprimere l'unitarietà della realtà che, altrimenti, senza le opportune trasformazioni necessarie per mantenere l'invarianza delle leggi di natura apparirebbe multiforme, diversa per ogni singolo osservatore e quindi assolutamente inconoscibile nella sua universalità. Per Cassirer attenersi necessariamente alla legge della legalità è imprescindibile al fine della conoscenza scientifica perché la sua riflessione parte dal presupposto secondo cui la realtà in sé è decosalizzata e la sua conoscenza necessita di formule di trasformazione in grado di porre il singolo osservatore nelle condizioni di apprendere la realtà nella sua interezza. Per Reichenbach la realtà non è decosalizzata, ha piena obiettività fisica e la relativizzazione soggettivistica riguarda unicamente il modo di apprendere, di descriverla e di spiegarla da parte di ogni osservatore a seconda del suo stato. Non è quindi necessario per Reichenbach, ai fini della determinazione della realtà, dover andare alla ricerca della legalità (che è posta da Cassirer come obiettivo fondamentale della fisica), perché la fisica, in quanto scienza della pura oggettività, è per sua natura essenzialmente deteleologizzata e si attiene a quanto presentato dall'empiria. La covarianza generale non può essere considerata come un principio regolativo della conoscenza che deve guidare la ricerca scientifica, ma esprime per Reichenbach un fatto fisico accertato empiricamente che deve essere sottoposto a continua verifica allo stesso modo di tutte le altre conoscenze e ipotesi fisiche giacché la fisica non ha carattere normativo (come implicitamente espresso dalla riflessione cassireriana), ma unicamente descrittivo-esplicativo. La covarianza generale è stabilita nella relatività speciale grazie al principio di costanza della velocità della luce; nella relatività generale va ricercata considerando la metrica spazio-temporale dell'universo che in Reichenbach, a differenza

di Cassirer, ha carattere materiale tanto quanto il principio di costanza della velocità della luce (non è un principio formale, poiché spazio e tempo non sono decosalizzati). La covarianza va trattata per Reichenbach allo stesso modo dei principi di coordinazione, non rappresenta nella sua riflessione l'invariante logico essenziale fondato sui principi a priori di spazio e tempo perché gli stessi spazio e tempo non possono fare a meno delle considerazioni metrico-empiriche, così che la covarianza, assodata nella relatività ristretta col principio di costanza della velocità della luce, nella relatività generale deve ancora essere confermata empiricamente mediante il rinvenimento di adeguate trasformazioni diverse rispetto alle lorentziane che possano applicarsi alla metrica spazio-temporale non-euclidea del cosmo. Ammettere a-prioristicamente, come fa Cassirer, la covarianza nella relatività generale senza che se ne siano prodotte le relative prove empiriche su basi trascendentali non rientra nella pratica della ricerca scientifica, che per Reichenbach consiste nell'ammissione di ciò che è stato verificato empiricamente e non di ciò che si postula guidi normativamente la fisica e non è stato provato come valido nella realtà fisica. La ricerca fisica reichenbachiana ha aspetto puramente materiale ed esclude qualsiasi sfumatura formale che prescinda dalla definizione della realtà. La realtà è unitaria, non molteplice, per la sua stessa costituzione ontologica, non necessita della ricerca obbligatoria della covarianza generale per essere riconosciuta come tale; le formule di trasformazione servono in Reichenbach solo per permettere a un dato osservatore di sapere in che modo un altro sistema di riferimento (quindi gli altri sistemi più generalmente) interpreta la realtà fisica, sono necessarie per la conoscenza completa della realtà ma non per stabilire la sua unità che è data in tal senso veramente a-priori (dato che la realtà è contingente e non nel senso trascendentale formulato da Cassirer sulla base degli invarianti logici fondamentali di spazio e tempo). La covarianza generale va ricercata empiricamente. La teoria della relatività einsteiniana ha segnato il passaggio alla considerazione della realtà spaziale dal solo punto di vista che può essere accettato secondo i criteri di una conoscenza scientifica che

intende perseguire l'oggettività nelle sue formulazioni, ossia la prospettiva prettamente fisica per cui la ricerca scientifica deve tenere conto dei risultati delle teorie fisiche più progredite e di conseguenza poter adeguatamente descrivere e spiegare le nuove scoperte in modo coerente con le precedenti in modo da fornire il quadro dettagliato e oggettivamente vero dello stato della realtà fisica. La relatività einsteiniana raggiunge il suo scopo acquisendo un alto grado di semplicità descrittiva del complesso delle conoscenze fisiche, benché ciò abbia poi comportato necessariamente nella relatività generale una maggiore complessità nella descrizione delle conoscenze riguardanti in particolar modo lo spazio, quindi la geometria che si dimostra non più compatibile con la sistemazione euclidea ammessa indiscutibilmente in tempi precedenti e necessitante di una completa riformulazione capace di adeguarsi a quanto scoperto empiricamente in ambito fisico. La geometria, in quanto scienza dello spazio, è rivelata da Einstein, al fine di ottenere la verità conoscitiva della realtà universale, nella sua sola natura fisica e, in tal senso, pur non potendo più essere caratterizzata dallo stesso grado di semplicità denotante la geometria euclidea, allo stesso tempo deve essere ricostituita in maniera tale da descrivere il più semplicemente possibile lo stato spaziale empiricamente rilevato; perciò la geometria non-euclidea, più complicata per ovvie ragioni dell'euclidea, è necessaria per la descrizione e spiegazione dei fatti fisici appurati empiricamente. La geometria non-euclidea è la più idonea a rendere conto dello stato fisico dello spazio in quanto, rispetto alla geometria euclidea, è in grado di spiegare il fenomeno della gravità come effetto della curvatura prodotta da un corpo celeste di una certa densità, rivelando pertanto come la geometria sia strettamente correlata alle conoscenze fisiche riguardanti lo stato dei corpi che, presenti nello spazio, determinano le caratteristiche fisiche dello spazio stesso. Dunque, la geometria è la scienza dello spazio fisica non più vincolata a trattamenti matematico-analitici validi solo logico-formalmente e non applicabili alla realtà fisica. Nella relatività generale ciò implica la necessaria validità ed applicazione per la descrizione dello spazio della geometria non-euclidea,

che legittima a sua volta la geometria euclidea come puro caso-limite approssimativo valente solo per superfici locali piane e per determinate porzioni infinitesimali dello spazio universale curvo. La geometria fisica è necessariamente a-posteriori. Il pensiero reichenbachiano opera sia la refutazione del contenuto della filosofia kantiana, consistente nella legittimazione rigidamente eterna a livello trascendentale della meccanica classica e della geometria euclidea (che trascura colpevolmente le considerazioni compibili a livello empirico per cui Reichenbach dimostra come il suo concetto di a-priori vada rivisto alla luce del sintetico a-posteriori (non esiste più il sintetico a-priori)), sia la negazione della continuazione del metodo trascendentale kantiano proposta dal neokantismo cassireriano, giacché lo spazio e il tempo mostrano di poggiare gnoseologicamente su considerazioni di carattere esclusivamente metrico-empirico che non sono riconducibili ad invarianti logici ultimi a priori (questi stessi, poi, non possono neanche essere ricercati in qualità di principi a priori eterni in quanto i principi di coordinazione necessitano di essere continuamente verificati empiricamente (quindi i nuovi superano i vecchi), altrimenti non si potrebbe avere il progresso della scienza che ammette costantemente novità non comprese in principi fissati eternamente). La filosofia e il metodo kantiani, nel loro carattere trascendentale non rivisto (come fa Reichenbach) in senso empirico, non possono fungere da base di sviluppo della conoscenza scientifica, che, pur dovendo necessariamente riconoscere che l'oggetto non è dato alla conoscenza nella sua immediatezza percettiva ma al termine di un processo di elaborazione mentale che lo determina gnoseologicamente, cionondimeno non può tollerare che tale processo (l'a-priori coordinativo) sia a-prioristico in senso trascendentale; i principi di coordinazione hanno carattere a-prioristico convalidato unicamente dall'a-posteriori che conferma la loro utilizzabilità per la determinazione dell'oggetto. La teoria dello spazio e del tempo ricavabile dalla filosofia kantiana e dai suoi proseliti è in netto contrasto con la radicale reinterpretazione di questi due concetti fondamentali effettuata dalla relatività einsteiniana, che, al

cospetto del criticismo kantiano imperante in filosofia, ha dimostrato che l'intera trattazione trascendentale del problema della conoscenza scientifica non è valida per la descrizione e spiegazione della realtà fisica, ma è invece nociva e fuorviante rispetto a quanto può essere oggettivamente appreso attraverso lo studio condotto empiricamente della realtà nella sua fisicità a prescindere da basi trascendentali non idonee all'acquisizione della conoscenza scientifica. Reichenbach riconosce la grandezza della speculazione kantiana nel suo aver evidenziato come la conoscenza scientifica passi attraverso la costruzione che avviene della realtà nel pensiero, ma al contempo afferma che è necessario chiarire che la costruzione della conoscenza della realtà (la determinazione degli oggetti e dei fenomeni), quindi l'a-priori, non è trascendentale, non inizia nella mente del soggetto conoscente bensì dalla realtà contingente che prova al soggetto a quali principi di coordinazione è possibile ricorrere per la determinazione della realtà. Tale cambio di paradigma epistemologico caratterizza la filosofia dello spazio-tempo espressa dalla relatività einsteiniana che significa quindi, oltre alla precisazione della dinamica che porta alla formulazione della vera conoscenza scientifica, il ridimensionamento della filosofia (almeno per Reichenbach) come analisi e critica della metodologia e dei principi della scienza. Pertanto, la filosofia, associata strettamente alla scienza nell'acquisizione della conoscenza e delle modalità di conoscenza della realtà, deve abbandonare le sue prerogative sistematiche che la allontanano decisamente dalla considerazione degli stati oggettivi della realtà poiché quest'ultima va concepita nella sua fisicità e la verità conoscitiva non può che provenire da essa stessa (e non sulla base di costruzioni categoriali eternamente fissate trascendentalmente). La conoscenza della realtà, non la realtà in sé, è costruzione del pensiero. Ciò vuol dire che la fonte della verità conoscitiva è rappresentata dalla realtà che esiste indipendentemente da ipotetici invarianti logici a priori e fornisce alla mente i mezzi (ossia la verifica empirica dei principi di coordinazione) finalizzati alla determinazione della realtà. Il sistema cassireriano ha ammesso ambedue i fattori (costruzione

della realtà e costruzione della conoscenza della realtà) omettendo che il primo elemento non tiene conto della contingenza della realtà e che il secondo necessita di una revisione del concetto di a-priori in senso empirico. La trattazione formale della matematica offre una vasta gamma di possibili geometrie internamente consistenti che potrebbero adattarsi ipoteticamente alla descrizione dello spazio; ma solo la considerazione della pura realtà fisica permette di asserire quale fra le tante possibili geometrie ottenute logico-formalmente può adattarsi alla descrizione della realtà fisica. Per poter conseguire questo risultato, è necessario effettuare semplici misurazioni in grado di stabilire le proprietà fisiche dello spazio e, perciò, di porre nelle condizioni di scegliere la geometria che più si confà nelle sue caratteristiche metriche al tipo di proprietà fisiche rilevate. L'ultima parola sulla formulazione delle conoscenze scientifiche spetta dunque di diritto alla verifica empirica, alla realtà in sé, che attraverso opportune misurazioni condotte scrupolosamente svela la sua natura (quindi la sua reale configurazione a prescindere dallo sfondo trascendentale) e consente di pervenire alla verità fisica del reale. La verifica empirica ha confermato che lo spazio universale prevede l'inapplicabilità della geometria euclidea e la necessità di adottare la geometria non-euclidea. Fra le geometrie non-euclidee, l'esperienza (la deflessione luminale osservata da Eddington) ha rivelato che la geometria non-euclidea riemanniana è la più adatta a descrivere lo spazio fisico dell'universo in quanto caratterizzata dalla determinazione di traiettorie curve che spiegano la deflessione luminale e il fenomeno fisico stesso della gravità. La realtà fisica determina da sé la geometria che si deve utilizzare per la descrizione dello spazio giacché questo è fisico ed è quindi dato dall'effetto di curvatura causato dai corpi celesti in esso. La covarianza generale è quindi necessaria tanto nella relatività speciale quanto nella relatività generale non perché (come pensa Cassirer) fissata trascendentalmente (come invariante logico ultimo essenziale in quanto dato dallo spazio e dal tempo senza cui la realtà non sarebbe unitaria), ma perché implicata dalla realtà fisica (dunque non decosalizzata) le cui

strutture fondamentali sono lo spazio e il tempo fisici che determinano la covarianza generale (a partire dalla realtà contingente, non dall'apparato conoscitivo trascendentale), quantunque sia necessario precisare che la realtà contingente può anche presentarsi in forme che possono non comportare la covarianza generale. La realtà, ciononostante, non diviene con ciò molteplice e inconoscibile nella sua interezza, ma impone che la sua conoscenza preveda l'adozione di opportuni principi di coordinazione rimanendo sempre unica (pertanto la covarianza generale nella relatività generale necessita di avere opportuna attestazione empirica senza che la legalità dei fenomeni sia posta preliminarmente come obiettivo della fisica, dato che questa deve attenersi solo a ciò che è empiricamente rilevabile). La realtà determina il percorso e la natura della conoscenza, che non è predeterminata trascendentalmente ma vincolata a quanto manifestantesi nella realtà empirica. Misurazioni adeguate inducenti all'acquisizione di conoscenze fisiche reali oggettive possono essere introdotte solo se in un primo momento sono stati delineati i concetti specifici attraverso cui è possibile effettuare e valutare le misurazioni compiute nella realtà fisica. A tal proposito, è necessario adoperare corpi rigidi (regoli-campione e orologi) che permettono di determinare le misurazioni mediante il loro fornire specifiche definizioni coordinative con cui è possibile misurare lo spazio e il tempo, definire le caratteristiche fisiche dei corpi riconducibili alle loro misurazioni e determinare infine la realtà fisica stessa attraverso la comparazione delle misurazioni spazio-temporali ottenute. Ciò, nella relatività ristretta, comporta la relativizzazione di spazio e tempo e, nella relatività generale in cui non è possibile fare uso dei corpi rigidi in quanto ogni singolo campo gravitazionale fornisce da sé le coordinate spazio-temporali, la necessaria validità della geometria riemanniana che svela l'universo come un continuo tetradimensionale non-euclideo di cui il continuo tetradimensionale euclideo rappresenta un caso-limite approssimativo valido solo nella relatività speciale. Le definizioni coordinative concedono di conoscere obiettivamente lo stato fisico della realtà perché questa è conoscibile unicamente attraverso le misurazioni con

cui è possibile constatare la relatività dello spazio e del tempo a seconda del sistema di riferimento considerato e la natura dello spazio fisico dell'universo; tali conoscenze fisiche non sarebbero acquisibili ricorrendo alle sole percezioni e rivelano come la reale conoscenza scientifica sia ottenibile solo studiando la relazione dei corpi con i corpi di riferimento che li determinano dal proprio punto di vista. La conoscenza scientifica si può quindi ottenere soltanto attraverso le definizioni coordinative, con cui è possibile progredire nella scoperta di principi di coordinazione sempre più avanzati e si dimostra ancora più marcatamente come la determinazione dell'oggetto (che è riconosciuta nella sua a-prioricità) è ancorata all'a-posteriori offerto dalla realtà empirica. La conoscenza si ha solamente con la definizione metrica che rileva empiricamente l'interpretazione fisica della realtà data dai sistemi di riferimento. La fisica, come mostrato da Reichenbach, essendosi definitivamente consolidata in seguito alla relatività einsteiniana come fisica delle misurazioni, può permettere di determinare ciò che è reale, investigandolo nelle sue proprietà e definendo l'oggettività sia fisica che gnoseologica. La determinazione della realtà fisica attraverso le misurazioni può avvenire solo quando è stato stabilito un metodo accurato che permetta di effettuare le misurazioni in maniera intersoggettivamente valida in modo da consentire il confronto fra i valori misurativi ottenuti per approfondire la conoscenza della realtà. Le definizioni coordinative, che possono naturalmente cambiare in relazione alle manifestazioni della realtà analizzate (sarebbero fornite in tal caso da strumenti differenti dai normali corpi rigidi) per cui è necessario formulare principi di coordinazione diversi, costituiscono tale metodo. Per Reichenbach è necessario affermare la non-decosalizzazione della realtà perché, se è possibile praticare l'atto stesso del misurare che consente di arrivare alla conoscenza fisica e (come succede nella relatività einsteiniana) di constatare la diversità delle interpretazioni fisiche dei fenomeni fisici, ciò è dovuto naturalmente alla necessità di operare misurazioni spazio-temporali che non si potrebbero compiere se non si potessero effettuare misurazioni sugli oggetti della

realtà da cui diviene possibile pervenire alla misurazione dello spazio e del tempo. Lo spazio e il tempo in sé sono strettamente correlati agli oggetti e ai fenomeni, non si potrebbero rilevare senza fare riferimento a specifiche manifestazioni della realtà che avvengono nello spazio-tempo in quanto questo è la struttura fisica fondamentale dell'universo. Questa verità scientifica vale tanto per la relatività speciale, per cui la relativizzazione di spazio e tempo si scopre applicando i corpi rigidi ai sistemi di riferimento in diverso stato di moto, quanto per la relatività generale, in cui la non-euclidicità riemanniana dello spazio universale è dovuta ai corpi celesti che provocano la curvatura dello spazio (notabile con le traiettorie curvilinee descritte dai corpi in un campo). Lo spazio e il tempo, che formano il continuo tetradimensionale in cui si staglia la realtà definita a partire da tale *continuum* primordiale senza cui non si avrebbe l'esistenza dell'universo stesso (l'universo fisico è necessariamente spazio-temporale in quanto lo spazio-tempo definisce l'esistenza fisica), sono un'unica cosa con gli oggetti a partire dalla cui misurazione è possibile rilevare metricamente lo spazio e il tempo che non esistono come cose, schemi astratti studiabili indipendentemente dai corpi perché definiscono la realtà fisica stessa che si manifesta negli oggetti e nei fenomeni che si manifestano a loro volta inevitabilmente nello spazio-tempo (in caso contrario, non potrebbero esistere). Lo spazio e il tempo sono fisici non in quanto cose individualizzate che si possono chiaramente vedere, descrivere e analizzare (come i normali oggetti della realtà empirica), ma in quanto struttura metrica essenziale della realtà contingente che in essa si manifesta attraverso i corpi e i fenomeni ad essi associati che si presentano in un dato spazio e in un dato tempo. I corpi e i fenomeni rappresentano, da questo punto di vista, la materializzazione dello spazio e del tempo che in sé non hanno aspetto materiale, ma fondano la realtà fisica che è per sua natura materiale e quindi hanno carattere imprescindibilmente fisico. Poiché lo spazio e il tempo sono un'unica cosa con gli oggetti e i fenomeni (quindi con la realtà, che è ineluttabilmente spazio-temporale, dunque lo spazio-tempo stesso nelle sue ultime fondamenta fisiche), allora Reichenbach

dimostra che non è possibile ritenerli decosalizzati (come fa Cassirer). La relatività messa in luce da Einstein è di tipo gnoseologico (non fisico) e anche nelle diverse interpretazioni fisiche della realtà il fatto che un fenomeno per un dato sistema di coordinate può non manifestarsi (o manifestarsi in modo diverso) è dovuto allo stato del sistema considerato che determina il variare delle misurazioni spazio-temporali da cui si origina una differente lettura della realtà che, in ogni caso, avviene per mezzo della coordinazione spazio-temporale dello stesso oggetto visto diversamente da un certo osservatore (la diversità delle letture della realtà proviene dunque dal riferirsi allo stesso oggetto per mezzo di spazio e tempo, correlati allo stesso oggetto che resta in sé invariante e varia solo a seconda del sistema di riferimento). Lo spazio-tempo (che è un'unica cosa con gli oggetti e i fenomeni, con la realtà, è la realtà fisica stessa) non può essere decosalizzato in quanto presente in ogni esperienza della realtà (dato che è la realtà stessa) non perché forma trascendentale della conoscenza, ma perché esprime e costituisce la realtà contingente nelle sue molteplici manifestazioni. Il fatto che vi sono letture diverse della realtà non vuol dire che la realtà non ha obiettività fisica, piuttosto che la realtà, pur essendo ontologicamente invariante, varia nella sua interpretazione in relazione allo stato di moto di un osservatore per il quale la realtà è interpretata in un certo modo a causa della produzione di misurazioni spazio-temporali diverse dovute al suo particolare stato fisico. Resta però che la possibilità di reperire la discordanza fra le interpretazioni della realtà fra gli osservatori è data dal riferirsi allo stesso spaccato di realtà con la coordinazione spazio-temporale legata a quella specifica manifestazione fisica. L'unitarietà della realtà non è pertanto legittimata trascendentalmente, ma contingentemente in quanto lo spazio e il tempo sono la realtà stessa (i suoi oggetti, i suoi fenomeni) e ammettono la relatività (unicamente gnoseologica) della realtà sulla base dello stato dei sistemi di riferimento, che a sua volta non può che manifestarsi spazio-temporalmente (la velocità è il rapporto fra lo spazio e il tempo) sicché lo spazio-tempo (scoperto nella sua cosalità come struttura fondamentale

dell'universo) manifesta l'invarianza ontologica della realtà e la relatività gnoseologica della sua stessa descrizione (in quanto contenente la realtà fisica e gli osservatori che la descrivono diversamente per il loro stato fisico dato nello spazio-tempo, che comprende la relativizzazione della descrizione della realtà in relazione agli osservatori). Perciò, la fisica, come ribadito fortemente dalla teoria della relatività einsteiniana, è la scienza per antonomasia fondata sulla verifica empirica di ciò che asserisce riguardo allo stato oggettivo della realtà esterna; il suo obiettivo consiste nel formulare le conoscenze scientifiche più adeguate a descrivere e spiegare la realtà fisica determinando preliminarmente la metodologia più corretta da seguire per arrivare al suo scopo di rappresentare un'immagine fedele dell'universo. Di conseguenza, la fisica è sostanzialmente una scienza squisitamente quantitativa che deve esprimere verità scientifiche valide universalmente e aggiornabili sulla base di quanto rilevato empiricamente. In quanto scienza quantitativa, la fisica non può che poggiare direttamente sulle misurazioni come strumento fondamentale per la determinazione della realtà fisica senza cui la conoscenza fisica non potrebbe essere continuamente approfondita e quindi, non potendovi più essere progresso scientifico, non sarebbe possibile effettuare la verifica empirica delle ipotesi e delle teorie fisiche che rappresenta l'unica sola via per giungere a conoscenze scientifiche oggettive esprimenti la verità ricercata in fisica. Le misurazioni sono fondate dalla costituzione di definizioni coordinative fornite da mezzi opportunamente scelti a tale scopo, con cui le misurazioni sono effettuabili ed è possibile comprendere anche il significato stesso delle misurazioni in prospettiva della loro comparazione per cui si può appurare (come avviene nella relatività einsteiniana) se le nozioni fondamentali su cui si basa la realtà e la conoscenza della realtà (ossia lo spazio e il tempo) sono assolute (come sostenuto dalla scienza tradizionale) o devono essere opportunamente riviste così da ampliare notevolmente la conoscenza scientifica dei fondamenti e delle dinamiche della realtà fisica. La non-assolutezza dei valori spazio-temporali (da cui dipende la certificazione della non-assolutezza delle interpretazioni fisiche dei

fenomeni) non indica nella teoria di Einstein che la realtà è decosalizzata e (insieme alla fisica) è svelata nel suo essere fondata su basi trascendentali che garantiscono la sua non-multiformità, ma che lo spazio e il tempo assumono valori diversi non per la loro costituzione interna ma soltanto per lo stato dei sistemi di riferimento che si riferiscono a una realtà in sé invariante che assume valori interpretativi diversi a seconda dello stato degli osservatori che la descrivono. La relativizzazione di spazio e tempo non riguarda la loro natura ontologica (che dunque, una volta decosalizzata, verrebbe a perdersi), ma soltanto la loro interpretazione conoscitiva dal punto di vista dei singoli sistemi di coordinate che si riferiscono alla stessa identica realtà che in sé non cambia forma e soltanto appare diversa ad ogni osservatore (la relativizzazione non concerne quindi l'essere fisico della realtà, ma unicamente la forma gnoseologica in cui essa appare agli osservatori). Poiché lo spazio-tempo è la realtà fisica (gli oggetti, i fenomeni) l'invarianza della realtà non è fissata trascendentalmente, ma costituita dalla realtà contingente stessa e, dal momento che lo spazio e il tempo non sono rilevabili se non in relazione agli oggetti e ai correlati fenomeni, appare ancora più evidente come spazio e tempo non possano ritenersi decosalizzati e la relativizzazione non riguardi la realtà (concepita nella sua fisicità e non nel suo essere fondata in senso trascendentale) ma solo la conoscenza della realtà. L'invarianza della realtà è già data in sé e non necessita di essere fondata trascendentalmente sotto il falso presupposto per cui spazio e tempo sono decosalizzati. Lo spazio e il tempo esprimono le caratteristiche fisiche della realtà, possiedono il loro aspetto cosale come struttura metrica fondamentale dell'universo e nella manifestazione della realtà fisica sotto forma di oggetti e fenomeni. La stessa necessità di ricorrere alla metrica per la loro determinazione sta a significare il loro essere componenti costitutivi ineliminabili della realtà empirica da cui è necessario iniziare le indagini scientifiche per la loro più completa conoscenza. Soltanto appurando le proprietà fisiche della realtà empirica (ossia di oggetti e fenomeni) è possibile apprendere le proprietà essenziali dello spazio e del

tempo, che formano un *continuum* obiettivo ed unitario nella sua fisicità che diviene relativo solo gnoseologicamente. La non-molteplicità della realtà non necessita pertanto di essere determinata trascendentalmente pensando erroneamente che spazio e tempo siano decosalizzati, in quanto ad essere molteplice è solamente la forma soggettiva della conoscenza del *continuum* spazio-temporale che è in sé assoluto e non relativo. L'invarianza della realtà è dunque fissata dalla sua stessa fisicità che non deve essere relativizzata al modo in cui invece va relativizzata la conoscenza dopo che questa è stata rivelata nella sua vera natura dalla relatività einsteiniana (il piano fisico, cosale, ontologico non va confuso con il piano gnoseologico secondo il criterio della relatività, che riguarda soltanto la conoscenza e non il reale fisico). La conoscenza scientifica, dimostra Reichenbach, è necessariamente a-posteriori al fine della determinazione della realtà, poiché soltanto con la verifica empirica a-posteriori è possibile convalidare i principi di coordinazione a-priori che servono per la formulazione della conoscenza fisica e permettono il progredire della scienza che non può essere carpito nella sua interezza da ipotetici principi a priori ultimi, in quanto questi ultimi non possono prevedere di adattarsi sempre, in tempi futuri, a tutte le esperienze che si potranno avere e da cui dipenderà l'acquisizione di una conoscenza sempre più radicale ed oggettiva della realtà. L'a-priori è necessario per la determinazione della realtà, ma l'esperienza serve per creare la vera conoscenza scientifica. L'a-priori trascendentale kantiano-cassireriano va riformulato in a-priori contingente legittimato dal sintetico a-posteriori. La teoria della relatività ha comportato la radicale riformulazione dei concetti di spazio e tempo non soltanto dal punto di vista della fisica, ma anche (e soprattutto) per la riflessione filosofica che credeva di aver adeguatamente trattato tali due nozioni fondamentali per la definizione della realtà stabilendone in maniera definitiva la natura e la funzione, cristallizzandole nel regno del sintetico a-priori kantiano che sembrava aver giustificato a livello trascendentale il contenuto e la metodologia della scienza. Ma, come rilevato da Reichenbach, il sistema kantiano (in seguito all'avvento

della relatività einsteiniana) altro non ha fatto che compiere un'analisi non tanto della ragione quanto della scienza del suo tempo, avendo da una parte il merito sia di aver compreso che la conoscenza è costruzione del pensiero sia di aver rilevato l'elemento fondamentale nella costruzione della conoscenza (l'a-priori) ma dall'altra il grosso demerito di aver interpretato in modo erroneo tale a-priori non riconoscendo il suo giusto posto nelle dinamiche della formulazione della conoscenza scientifica all'a-posteriori, che legittima l'a-priori senza essere da esso legittimato (come inteso da Kant). L'a-priori sintetico kantiano non è adatto a rendere conto dello sviluppo incessante delle conoscenze scientifiche, che sono legate a quanto si può rilevare con la sola esperienza che necessita di essere formulata in ambito fisico-matematico a prescindere da principi a priori ritenuti indebitamente incrollabili e perennemente e universalmente validi. A differenza della visione kantiana, Reichenbach intende affermare che non si deve compiere la giustificazione delle conoscenze acquisite, ma si deve individuare il metodo scientifico più adatto a rendere conto del reale modo in cui avviene e deve avvenire l'acquisizione delle conoscenze fisiche in senso lato per qualsiasi circostanza empirica. Ciò si può ottenere solo riconoscendo la fondamentale importanza del sintetico a-posteriori, che è ineludibilmente adattato per sua natura alla realtà empirica da cui deriva la conoscenza e permette di scoprire la reale importanza dell'a-priori individuato da Kant non nella sua sinteticità trascendentale, ma nella sua legittimazione a partire dalla sinteticità a-posteriori che giustifica i principi di coordinazione necessari per la determinazione della realtà (quindi il loro utilizzo) e permette di acquisire conoscenze scientifiche sempre vere ed oggettive. La critica reichenbachiana rivolta alla filosofia kantiana vale ovviamente anche per la continuazione del suo metodo trascendentale espressa dal neokantismo cassireriano che non permette di riconoscere che lo spazio e il tempo non sono decosalizzati (quindi di comprendere che l'invarianza della realtà non è fondata trascendentalmente, ma contingentemente poiché la relativizzazione non riguarda la realtà nella sua fisicità ma unicamente la sua conoscenza per ogni osservatore) e che

sostenere la necessità di ricercare gli invarianti logici ultimi dell'esperienza e della conoscenza equivale implicitamente ad affermare l'arresto del progresso della scienza. Quest'ultimo proviene dalla pura realtà empirica le cui manifestazioni non possono essere previste da rigidi sistemi di principi eternamente fissati che poi si rivelano obsoleti e incompatibili con quanto scoperto empiricamente, come nel caso del confronto fra la filosofia trascendentale kantiana e la filosofia empirica della relatività einsteiniana che rivela come i principi kantiani vengano ammessi solo come casi-limite approssimativi dalle conseguenze della relatività einsteiniana messe in luce da Reichenbach nella sua disamina dei fondamenti filosofici della teoria relativistica di Einstein. I necessari principi di coordinazione possono essere ammessi solo dopo essere stati vagliati dall'esperienza, che da sola decide del contenuto delle conoscenze scientifiche che devono essere necessariamente accettate ammettendo le precedenti (incompatibili con le più recenti) in senso puramente relativo. Pertanto, come mostra Reichenbach, la relatività gnoseologica impostata da Einstein è doppia, poiché nella teoria fisica concerne la relativizzazione della verità conoscitiva (ma non di quella fisico-cosale) ai sistemi di riferimento e nella corrispondente teoria filosofica riguarda la relativizzazione dei principi di coordinazione secondo il metodo delle approssimazioni successive. Se è vero che la conoscenza fisica è possibile solo attraverso la misurazione empirica e questa stessa deve essere esercitata in maniera tale da ottenere conoscenze scientifiche valide in considerazione di tutti i casi fisici empiricamente attestabili (quindi in modo universale ed oggettivo), allora la coordinazione a fondo della misurazione deve possedere carattere di unicità (ossia condurre a risultati identici per ogni circostanza in cui avvengono le misurazioni, cosa che il criticismo kantiano (legittimante la meccanica classica e la geometria euclidea) non prevede). A tal proposito, l'unicità delle coordinazioni è garantita solo dall'istituzione di idonei principi di coordinazione che possono essere fissati soltanto dopo che sono stati osservati i fatti fisici che, da soli, esprimono al soggetto conoscente quali principi debbano essere usati per la determinazione della realtà.

BIBLIOGRAFIA

Francesco Barone, *Il neopositivismo logico*, Laterza, Roma-Bari 1977.

Ernst Cassirer, *Sostanza e funzione; Sulla teoria della relatività di Einstein*, La Nuova Italia, Firenze 1973.

Ernst Cassirer, *I problemi filosofici della teoria della relatività. Lezioni 1920-1921*, Mimesis Edizioni, Milano-Udine 2015.

Robert DiSalle, *Understanding space-time. The philosophical development of physics from Newton to Einstein*, Cambridge University Press, 2006.

Albert Einstein, *The meaning of relativity*, Princeton University Press, 1970.

Albert Einstein, *Relatività: esposizione divulgativa e scritti di Descartes, etc.* a cura di Bruno Cermignani, Bollati Boringhieri, Torino 1996.

Albert Einstein, *The theory of relativity and other essays*, Open Road Integrated Media, New York 2010.

Massimo Ferrari, *Il giovane Cassirer e la scuola di Marburgo*, Franco Angeli, Milano 1988.

Rafael Ferraro, *Einstein's space-time. An introduction to special and general relativity*, Springer, 2007.

E. Giannetto, *Henri Poincaré and the rise of special relativity*, in *Hadronic Journal Supplement* 10 (1995).

E.R.A. Giannetto, *Saggi di storie del pensiero scientifico*, Sestante for Bergamo University Press, Bergamo 2005.

E.R.A. Giannetto, *Da Bruno ad Einstein*, in *Nuova Civiltà delle Macchine* 24 n. 3 (2006).

Hans Reichenbach, *The philosophy of space and time*, Dover Publications, Inc., New York 1958.

Hans Reichenbach, *The theory of relativity and a-priori knowledge*, University of California Press, 1965.

Hans Reichenbach, *Hans Reichenbach selected writings: 1909-1953*, 2 voll., D. Reidel Publishing Company, 1978.

Hans Reichenbach, *Da Copernico a Einstein*, Laterza, Bari 1985.

Hans Reichenbach, *Defending Einstein*, Cambridge University Press, 2006.

Paul Arthur Schlipp (a cura di), *The philosophy of Ernst Cassirer*, The library of living philosophers, Inc., Evanston Illinois 1949.

Giovanni Mazzallo

Laureato magistrale all'Università di Catania in Filosofia della scienza e laureato magistrale alla Scuola Superiore di Catania (college d'eccellenza dell'Università di Catania) in Filosofia della fisica. Si occupa di filosofia della scienza, logica, filosofia della fisica e storia-critica-filosofia del cinema.

SOMMARIO

Prefazione

Introduzione

1. La teoria della relatività secondo Reichenbach

2. La teoria della relatività secondo Cassirer

Esiti della riflessione sull'a-priori alla luce della teoria della relatività

Bibliografia

L'Autore