

La teoria della relatività e l'eredità kantiana: logica, fisica e gnoseologia a confronto

CATIA ROTOLO*

Abstract: The comparison between Einstein's relativity and Kant's transcendental goes on a physical, logical and epistemological point of view. The critique of the transcendental implies a critique of the euclidean and non-euclidean geometry through the interpretation of Gödel and Cassirer. The analysis of special and general relativity is a great contribution to the knowledge.

Keywords: relativity, space-time, a priori, geometry, symbolization.

«Nella concezione di Kant, non credo sia stato ancora deciso quale rappresentazione dello spazio si svilupperebbe in un mondo fortemente non euclideo, né quanto saremmo in grado nel nostro mondo – ammesso che sia euclideo – di imparare a immaginare uno spazio non euclideo»¹. Questo provocatorio interrogativo – posto da Gödel nel suo saggio su *Osservazioni sulla relazione tra la teoria della relatività e la filosofia kantiana* – rappresenta una stimolante opportunità per riflettere sull'eredità kantiana e sulle relative evoluzioni teoretiche che hanno trovato un proprio ed autonomo sviluppo in contesti ben differenti da quelli originari.

In questo articolo vorrei analizzare la teoria della relatività di Einstein da un'ottica filosofica epistemica soffermandomi sugli aspetti legati alla geometria euclidea e non euclidea. Al fine di interpretare la teoria della relatività in funzione di precedenti e assai ben note rivoluzioni filosofiche, mi avvarrò di illustri contributi e noti interpreti del panorama filosofico e logico. Le tematiche kantiane saranno una costante: Cassirer rappresenterà il punto di fuga in questo orizzonte di ricerca, Gödel invece avrà il ruolo del provocatore.

Il logico definito come il più importante dopo Leibniz se non dopo Aristotele², puntualizza fin dalle prime battute: «il fatto, che i corpi fisici si muovano secondo le leggi di una geometria non euclidea, non esclude si possa avere una “forma di percezione sensoriale” di tipo euclideo»³; in un universo “non euclideo omogeneo” sembrerebbe più probabile che si sviluppi un'intuizione di geometria non euclidea;

* Ph.D. Università del Salento; membro della IECG (Internationale Ernst Cassirer-Gesellschaft) c/o Humboldt-Universität, Berlino. Questo articolo si pone in continuità con alcune riflessioni nate durante gli studi dottorali in *Scienze della mente e delle relazioni umane* e che hanno visto, sebbene in parte, una prima pubblicazione in: C. ROTOLO, *Der Symbolbegriff im Denken Ernst Cassirers*, Peter Lang Edition, Frankfurt am Main 2013.

¹ Crf. K. GÖDEL, *Osservazioni sulla relazione tra la teoria della relatività e la filosofia kantiana*, in *Scritti scelti*, Bollati Boringhieri, Torino 2011, p.128.

² J.L. CASTI, W. DE PAULI, *Gödel*, trad. di M.D'Agostino, Raffaello Cortina Editore, Milano 2001, p. 53.

³ Crf. K. GÖDEL, *Osservazioni sulla relazione tra la teoria della relatività e la filosofia kantiana*, in *Scritti scelti*, op. cit., p. 130.

«ma è pur da precisare che pur possedendo – in base a quanto sostenuto da Kant – una rappresentazione a priori dello spazio euclideo, se fossimo nati in un mondo fortemente non euclideo, resterebbe spazio per un ragionevole dubbio che si possano sviluppare ben altre intuizioni e percezioni geometriche»⁴. Qui Gödel, più che porsi in una posizione antikantiana, sottolinea quanto l'intuizione epistemica implichi un particolare concetto di spazio e dunque una particolare geometria. In relazione a tale aspetto, dunque, egli sospetta una continuità tra la filosofia di Kant e la scienza di Einstein: «tra la dottrina che Kant elaborò ben due secoli fa – e in contraddizione sia con il senso comune sia con i fisici e i filosofi del suo tempo – e le conseguenze della fisica moderna vi sarebbe una compatibilità quasi sorprendente»⁵. La ricostruzione teoretica di Gödel mette in evidenza quanto la rivoluzione spazio-temporale sia il risultato ultimo di un'esigenza filosofica einsteiniana di unità e di coerenza del sistema fisico.

La lettura compiuta da Gödel su Kant è quella prevalentemente di un logico che ci concede spunti di riflessione ai quali non avremmo potuto facilmente pensare. Durante la lettura del saggio, si fa subito evidente quanto per l'autore sia piuttosto difficile capire perché sia stata dedicata così poca attenzione alle discussioni filosofiche sulla teoria della relatività e perché Kant sia stato etichettato come un campione dello spazio e del tempo assoluti. Secondo l'interpretazione datane da Gödel, Kant affermerebbe che la rappresentazione dello spazio, così come quella del tempo, sono completamente conformi al rapporto che la nostra *sensibilità*⁶ ha con l'oggetto⁷. Lo schema spazio-tempo soggettivo sarebbe fondato nella dotazione intellettuale dell'essere umano⁸, e contemporaneamente sarebbe applicabile alla descrizione della realtà fisica come una sorta di sistemi di coordinate⁹. Ma se per Kant le forme sensibili dell'intuizione sono alla base della conoscenza e rappresentano la possibilità concreta per la costruzione degli oggetti della conoscenza, per Gödel la garanzia del trascendentale non va, o forse non può essere, ricercata nelle forme spazio-temporali. Queste non caratterizzano le cose in sé, delle quali non sappiamo e non possiamo sapere nulla¹⁰, e soprattutto non andrebbero intese come degli *a priori*¹¹. A questo punto va precisato che non è chiaro se il logico interpreti il concetto di *a priori* nei termini di puro innatismo o invece nei termini di legalità, di possibilità epistemiche legali, ma di sicuro per Gödel si dovrebbe parlare di una conoscenza *a posteriori*: le leggi che governano le sensazioni sarebbero il frutto di una proiezione di un particolare ordine spazio-temporale da parte delle sensazioni

⁴ *Ibidem*.

⁵ *Ibidem*.

⁶ Sensibilità sta per *Wahrnehmung*.

⁷ Qui si coglie una prima differenza tra la visione di Gödel e quella di Kant. In riferimento alla corrispondenza kantiana tra la percezione spazio-temporale: se il primo parla di conformità, il secondo parla di *a priori*. Cfr. K. GÖDEL, *Osservazioni sulla relazione tra la teoria della relatività e la filosofia kantiana*, in *Scritti scelti*, op. cit., pp.115-116.

⁸ Se nel trascendentale kantiano spazio e tempo sono concetti equiparabili, nella teoria della relatività non vi è simmetria tra spazio e tempo: il trascorrere del tempo non ha un rispettivo ed analogo ampliamento dello spazio. Cfr. *Ibidem*.

⁹ *Ibidem*, p.138.

¹⁰ *Ibidem*, p.106.

¹¹ *Ibidem*, p.104.

che il soggetto pensante subisce dal mondo esterno. Posto che si abbia qualcosa come un'innata intuizione che rappresenti entità geometriche di qualunque tipo, e che sia regolata in termini geometrici di qualunque tipo, i principi della conoscenza sensibile per Gödel non sono decisivi né come garanzia, né come limite per la conoscenza degli "oggetti"¹². Egli non accetta la possibilità che quelle leggi, atte a governare le mutue relazioni e la successione delle nostre percezioni sensoriali nella misura in cui esse possano essere considerate come percezioni di oggetti, siano necessariamente condizionate dalle forme dell'intuizione¹³. Anche qui si coglie un'interpretazione profondamente divergente da quella kantiana classica: se per Kant le intuizioni spazio-temporali hanno un'accezione legale, per Gödel lo spazio e il tempo sono «un insieme di cose più generali e astratte, come per esempio i punti materiali o le linee dell'universo e i sistemi di coordinate, che possono essere concepite come caratteristiche riconducibili ad un unico osservatore»¹⁴: sono delle risultanti dalla relazione tra il soggetto conoscente e l'oggetto conosciuto.

Secondo la prospettiva gödeliana, la teoria kantiana non soltanto avrebbe molti punti in comune con la relatività di Einstein¹⁵, ma sarebbe da questa confermata dalla rivoluzione copernicana – attraverso la quale, in seconda battuta, si possono cogliere le affinità gnoseologiche tra la teoria della relatività e la teoria cassireriana sul simbolo.

A connettere la teoria della relatività e la teoria kantiana sono le implicazioni teoretiche sui concetti di spazio e tempo che queste inevitabilmente portano con sé. La differenza fondamentale tra la teoria della relatività speciale e la teoria della relatività generale riguarda la geometria dello spazio-tempo: lo spazio-tempo della relatività speciale è piatto, mentre quello della relatività generale è curvo. Perciò dalla concezione idealistica platonica della geometria euclidea, secondo la quale essa è la "scienza di ciò che sempre è", si passa al campo della logica direttamente invaso dal relativismo, dove la relatività dei luoghi implica quella della verità geometrica. Ciò perché nella teoria della relatività il problema dello spazio ha completamente perduto ogni significato ontologico. Al problema dell'essere è subentrato quello metodologico: non è interessante sapere cosa sia lo spazio e se gli si debba attribuire una determinata costituzione¹⁶, ma piuttosto quale uso si debba fare di insiemi diversi, di presupposti geometrici, nell'espore i fenomeni della natura e le loro interdipendenze legali. Se denotiamo ogni insieme siffatto come uno spazio particolare, certamente ora è esclusa ogni possibilità di intendere questi spazi diversi come parti intuitive che si possano raccogliere ed unire in modo intuitivo. Ma questa impossibilità, in fondo, dipende solo dal nostro avere a che fare con una problematica che, per sua natura, è al di là dei limiti e al di là dell'umana competenza intuitiva. Il problema, che Gödel ha

¹² *Ibidem*, p. 103.

¹³ *Ibidem*, p. 105.

¹⁴ *Ibidem*, p. 114.

¹⁵ *Ibidem*, p. 88.

¹⁶ Euclidea, non-euclidea, lobacevskijana, riemanniana, etc...

posto, è legato al fatto che lo spazio puro di Euclide non sta più vicino alle richieste avanzate in linea di principio dalla conoscenza fisico-empirica, ma molto probabilmente più lontano a differenza invece delle varietà non-euclidee. Infatti proprio perché ciò rappresenta la forma logicamente più semplice del porre uno spazio, esso resta alquanto al di sotto (o al di sopra) delle complessità di contenuto, della determinatezza materiale dell'empirico. Inoltre la sua proprietà fondamentale dell'omogeneità, il suo assioma dell'equivalenza di principio di tutti i punti, lo caratterizza al tempo stesso come uno spazio astratto: entro i molteplici empirici concreti una siffatta omogeneità non c'è mai, ma vi regna invece una differenziazione ed eterogeneità diffuse dovunque. Questo è ciò a cui ci fa assistere l'elaborazione della metageometria¹⁷.

Per Cassirer la teoria della relatività evidenzia una rivoluzione del modo di pensare la realtà soprattutto quando nello svolgimento della teoria si scopre che le determinazioni metriche euclidee divengono insufficienti e inoltre che la teoria può attuarsi solo se dal continuo euclideo, che è alla base della teoria della relatività ristretta, si passa ad un continuo spazio-temporale non-euclideo a quattro dimensioni. Secondo la lettura datane da Cassirer, nel suo saggio *Sulla teoria della relatività*, l'originalità di Einstein risponde ad una comune esigenza filosofica cartesiana di voler spiegare in termini geometrici, e dunque semplici, le evoluzioni teoretiche fisiche più sofisticate. Rimane chiaro ed indubbio che la teoria relativistica può essere pienamente apprezzata solo adottando un formalismo matematico particolare: il calcolo tensoriale nello spazio-tempo a 3+1 dimensioni¹⁸. Un evento, infatti, combina sempre un dato spaziale con uno temporale. Hermann Minkowski in una celebre conferenza del 1908 ricorda che gli oggetti della nostra percezione includono, in modo invariabile, luoghi e tempi fra loro combinati. Nessuno avrebbe mai avvertito un luogo se non in un certo tempo, o un tempo se non in un certo luogo. La fisica sarebbe sostanzialmente ricostruzione di eventi; formalmente un evento è una quaterna di numeri (x, y, z, t) tre dei quali (x, y, z) rappresentano le coordinate spaziali dell'evento, mentre il quarto (t) indica l'istante di tempo in cui l'evento si è verificato. Un evento è uno spazio 3+1 dimensionale, detto appunto "spazio di Minkowski"¹⁹. Nella esposizione della teoria della relatività generale è possibile seguire questo sviluppo e affermare con una certa chiarezza che «i fenomeni fisici sono espressioni della metrica 3+1 e nello stesso tempo che il sogno cartesiano di una fisica puramente geometrica sembra realizzarsi in un modo così stupendo che lo stesso Descartes non avrebbe assolutamente saputo prevedere»²⁰. Con ciò sembra risolta per via fisica una questione che ha occupato molto vivacemente la gnoseologia degli inizi del Novecento e per la quale si sono tentate le soluzioni più diverse. Ora la fisica dimostra non solo la possibilità, ma anche la realtà effettuale della geometria non-euclidea: mostra che

¹⁷ E. CASSIRER, *Sulla teoria della relatività*, La Nuova Italia, Firenze 1973, p. 594.

¹⁸ V. BARONE, *Relatività*, Bollati Boringhieri, Torino 2009, p.27.

¹⁹ *Ibidem*, p.34.

²⁰ H. WEYL, *Raum, Zeit, Materie*, in E. CASSIRER, *Sulla teoria della relatività*, op. cit., p. 529.

possiamo intendere ed esporre teoreticamente i rapporti vigenti nello spazio reale effettivo soltanto se li traduciamo nel linguaggio di un molteplice a quattro dimensioni²¹.

Pensare queste quattro dimensioni in un sistema gnoseologico è il passo successivo; per quanto sia da sottolineare che – ben prima della teoria della relatività: ristretta e generale – a collegare in un modo così stretto l'ambito fisico a quello gnoseologico, è stata la rivoluzione attuata da Copernico. A chiarire tale connessione fu lo stesso Kant quando scrisse: «Quando Galilei fece rotolare le sue sfere su di un piano inclinato, con un peso scelto da lui stesso, e Torricelli fece sopportare all'aria un peso, che egli stesso sapeva di già uguale a quello di una colonna d'acqua conosciuta e più tardi Stahl trasformò i metalli in calce, e questa di nuovo in metallo, togliendovi o aggiungendo qualche cosa, fu una rivelazione luminosa per tutti gli investigatori della natura. Essi compresero che la ragione vede solo ciò che lei stessa produce secondo il proprio disegno, e che, con principi dei suoi giudizi secondo leggi immutabili, deve essa entrare innanzi e costringere la natura a rispondere alle sue domande; e non lasciarsi guidare da lei, per così dire, colle redini; perché altrimenti le nostre osservazioni, fatte a caso e senza un disegno prestabilito, non metterebbero capo a una legge necessaria, che pure la ragione cerca e di cui ha bisogno. È necessario dunque che la ragione si presenti alla natura avendo in mano i principi, secondo i quali soltanto è possibile che i fenomeni concordanti abbiano valore di legge, e nell'altra l'esperimento, che essa ha immaginato secondo questi principi: per venire, bensì, istruita da lei, ma non in qualità di scolaro che stia a sentire tutto ciò che piaccia al maestro, sebbene di giudice, che costringa i testimoni a rispondere alle domande che egli loro rivolge. La fisica pertanto è debitrice di così felice rivoluzione compiutasi nel suo metodo solo a questa idea, che la ragione deve cercare nella natura, conformemente a quello che essa stessa vi pone, ciò che deve apprendere, e di cui nulla potrebbe da se stessa sapere. Così la fisica ha potuto per la prima volta esser posta sulla via sicura della scienza, laddove da tanti secoli essa non era stato altro che un semplice brancolamento»²².

Con tale passo, ormai divenuto celebre, Kant paragona il lavoro astronomico a quello gnoseologico puntualizzandone i parallelismi. Come Copernico aveva messo il Sole, e non la Terra, al centro dell'universo, così Kant intende ora collocare il soggetto umano al centro del processo conoscitivo. Contrariamente al senso comune – secondo cui l'uomo doveva adattare i propri schemi mentali agli oggetti da conoscere –, Kant si propone di dimostrare che il nostro intelletto gioca un ruolo fortemente attivo nel metodo conoscitivo. Se fino ad allora si era tentato di spiegare la conoscenza supponendo che fosse il soggetto a dover ruotare intorno all'oggetto, con Kant si invertono i ruoli. Fuor di metafora, Kant ritiene che non sia il soggetto conoscente a scoprire le leggi dell'oggetto, ma viceversa che sia l'oggetto ad adattarsi alle leggi del soggetto che lo riceve conoscitivamente; quindi che non sia la nostra intuizione sensibile a regolarsi sulla natura degli oggetti, ma che siano gli oggetti a regolarsi sulla natura

²¹ E. CASSIRER, *Sulla teoria della relatività*, op. cit., p.575.

²² I. KANT, *Critica della ragion pura*, Laterza, Roma-Bari 2000, prefazione alla seconda edizione, pp.15-16.

della nostra facoltà intuitiva. Analogamente egli suppone che non sia l'intelletto a regolarsi sugli oggetti per trarre i concetti, ma viceversa che siano gli oggetti a regolarsi sui concetti dell'intelletto e ad accordarsi con essi.

Tuttavia, sulla base di prospettive gnoseologiche, la rivoluzione copernicana genera due interpretazioni che dovrebbero essere lette in modo complementare. Da un lato, abbiamo la prospettiva di Kant che interpretando questo ribaltamento in modo metaforico esige ritrovare nel soggetto pensante quel punto archimedeo – stando alla metafora, proprio della terra – che faccia da fondamento ai *giudizi sintetici a priori* e grazie ai quali metafisica e scienza coinciderebbero. Il fondamento a cui Kant tende è il soggetto stesso che sente e che pensa: è il soggetto con le leggi della sua sensibilità e del suo intelletto. L'esigenza di questo punto fondante nell'impianto trascendentale si spiega con la necessità kantiana di un sapere che fosse universale e necessario.

Dall'altro lato, abbiamo un'interpretazione, a questa complementare, che negli ultimi tempi sta divenendo sempre più plausibile: quando Copernico ribaltò le posizioni del sole e della terra, intese in un sistema statico e simmetrico dove il punto archimedeo (quello proprio della terra) aveva il compito di sorreggere il tutto, aveva l'obiettivo di rivoluzionare il sistema tolemaico. Tuttavia il suo sistema astronomico ha conservato – almeno nell'immaginario comune – una certa staticità originaria, tanto che si è dovuto attendere Einstein perché venissero scardinati definitivamente i vecchi fissi punti di fuga. Dunque si potrebbe pensare la rivoluzione di Einstein assolutamente in linea con quella copernicana tanto da essere intesa come il prosieguo di questa stessa.

Ad avallare tale idea vi sarebbe la rivoluzione copernicana attuata nell'ambito semantico da Peirce. Secondo accurate interpretazioni²³, la rivoluzione peirceana è quella che porta al centro del sistema – al posto dapprima dell'oggetto e poi del soggetto – l'enunciato semantico. Quest'ultimo non si riferisce però direttamente ad uno stato di cose “reale”, quanto alla cosiddetta ‘dissoluzione del dato’ in base alla quale si dissolve quella convinzione secondo la quale il nostro sapere sarebbe qualcosa di oggettivo. La rivoluzione peirceana pone il problema della coerenza semantica ormai non più garantita da un mondo esterno che si presumeva essere reale ed oggettivo. Ciò che ci si auspica è la coerenza semantica di rappresentazioni valide intersoggettivamente nelle quali gli oggetti diventino, a seconda degli interpretanti, oggetti designanti. L'esito di questi ulteriori cambi di prospettiva è l'affermarsi di una prospettiva costruttivista a proposito della costituzione della realtà nella conoscenza. E dal momento che non esiste una unica modalità di costituzione corretta, da questa prospettiva trae origine una ulteriore concezione: la conoscenza del mondo non ha connotati universali e necessari, sostanzialistici

²³ Mi riferisco in modo particolare a quella data dal Prof. H.J. SANDKÜHLER in: *Repräsentation - Die Fragwürdigkeit unserer Bilder von der Welt der Dinge*, in *La rappresentazione – ovvero cosa significa “rappresentare” la realtà nella conoscenza*. Dagli atti di una conferenza svoltasi presso il dipartimento di Bioetica dell'Ateneo di Bari nel 2005; H.J. SANDKÜHLER, *Pluralismus und die Erkenntniswelten der Kultur*, in *Naturalismo nella filosofia della mente? Per una critica e un'alternativa filosofica*. Dagli atti di una conferenza svoltasi presso il dipartimento di Bioetica dell'Ateneo di Bari nel 2006.

ed ontologici. Ma per meglio comprendere ciò, è opportuno fare un piccolo passo indietro e ritornare sulla teoria della relatività: generale e ristretta.

Con la teoria della relatività non è più necessario far ricorso allo spazio assoluto di Newton – il quale essendo per sua natura senza relazione ad alcunché di esterno, rimane sempre uguale e immobile – per garantire il fondamento della dinamica. Oltre allo spazio viene meno anche un altro caposaldo della meccanica newtoniana e cardine indiscusso della fisica ottocentesca: l'idea di tempo assoluto. Il merito di Einstein consiste nell'aver compreso che per eliminare l'asimmetria tra le descrizioni occorre formulare una nuova dinamica, e che per far ciò bisognava partire da un ripensamento dei procedimenti di misura del tempo. Il salto dall'elettromagnetismo alla definizione operativa di tempo è un vero colpo di genio di Einstein e non può che lasciare sconcertati e ammirati, oggi come ieri, i lettori del suo articolo del 1905²⁴. L'audacia e l'alta portata filosofica del pensiero einsteiniano – ci ricorda Cassirer – sta precisamente nel suo fare *tabula rasa* del pregiudizio tradizionale di un tempo valido per tutti i sistemi²⁵.

Misurare il tempo – sottolinea Einstein – vuol dire stabilire la simultaneità di due eventi²⁶. Considerando che il secondo postulato della relatività speciale stabilisce l'indipendenza della velocità della luce dallo stato di moto della sorgente, tra le conseguenze più immediate di questo postulato ce ne sarà una di particolare importanza: la simultaneità tra due eventi non è assoluta. In altri termini, se due eventi sono simultanei in un dato sistema di riferimento, non lo sono più, in generale, in un altro sistema²⁷. La relatività della simultaneità²⁸, conseguenza immediata delle trasformazioni di Lorentz, fu uno degli aspetti più sorprendenti e più difficili da accettare della teoria di Einstein nei primi anni di diffusione di questa teoria²⁹. L'aspetto formale della relatività, con i suoi due postulati e le conseguenze che da essi vengono dedotte, non deve infatti farci dimenticare che le leggi del moto si fondano sull'esperimento. Il principio di relatività è dunque una legge che per quanto vincoli fortemente la forma delle leggi dinamiche, non le determina³⁰. Lo spazio in sé e il tempo in sé sono destinati a svanire come pure ombre, poiché solo un genere di unione tra i due conserverà una realtà indipendente³¹. Minkowski ha compreso le profonde implicazioni della teoria einsteiniana e la rivoluzione che essa segnava nella concezione fisica dello spazio e del tempo. Non più di spazio e di tempo come entità

²⁴ V. BARONE, *Relatività*, op. cit., p.5.

²⁵ E. CASSIRER, *Sulla teoria della relatività*, op. cit., p.550.

²⁶ «Noi dobbiamo considerare che tutti i nostri giudizi nei quali il tempo ha un ruolo sono sempre giudizi su eventi simultanei. Se io per esempio dico: Quel treno arriva qui alle ore 7, voglio dire questo: il passaggio della lancetta del mio orologio sul 7 e l'arrivo del treno sono eventi simultanei». Cfr. V. BARONE, *Relatività*, op. cit., p.28.

²⁷ *Ibidem*, p. 31.

²⁸ Cioè il fatto che se due eventi sono simultaneamente in un certo sistema di riferimento inerziale, in generale non sono più tali in un altro sistema inerziale in moto rispetto al primo.

²⁹ *Ibidem*, p. 44.

³⁰ *Ibidem*, p. 112.

³¹ H. MINKOWSKI, trad. ingl. in H. LORENTZ, A. EINSTEIN, *The Principle of relativity*, a cura di A. Sommerfeld, Dover, New York 1952, pp.75-91.

separate si sarebbe dovuto parlare, bensì di qualcosa che unisce in maniera inscindibile lo spazio e il tempo. Il trattino che separa spazio e tempo indica dunque non un binomio ma un'unità. A rigore esso dovrebbe essere eliminato: specie se si considera che in tedesco i due termini sono fusi in un'unica parola, che meglio rappresenta la complessità del concetto³² nonché l'elemento di novità nella concezione della fisica novecentesca.

Le equazioni che permettono di calcolare la metrica dello spazio-tempo³³ – le cosiddette equazioni di Einstein – allo stesso tempo ci permettono di dedurre quanto il campo gravitazionale sia generato non solo dalla materia, ma da qualunque distribuzione di energia e momento: la massa è soltanto una delle possibili forme di energia. Secondo la teoria einsteiniana una distribuzione di materia ed energia incurverebbe lo spazio-tempo, generando così un campo gravitazionale spiegabile con altre leggi rappresentato essenzialmente dalla metrica dello spazio-tempo³⁴. Ad esempio, il campo elettromagnetico, che trasporta energia e momento ma non massa, incurva lo spazio-tempo ed è quindi sorgente di gravità. Anche il campo gravitazionale possiede energia e momento ed è perciò sorgente di se stesso³⁵. Solo densità molto elevate di energia producono un'apprezzabile curvatura dello spazio-tempo.

Con Einstein vengono meno spazio e tempo assoluti, e allo stesso modo viene meno l'assolutezza dell'unicità del “punto fisso” intorno al quale far ruotare il tutto: che si tratti del sole o della terra, del soggetto o dell'oggetto. Nello scritto *Sulla teoria della relatività*, Cassirer affronta questa problematica al fine di mostrare come il punto archimedeo, al quale Newton ancora credeva di poter pensare, si fosse dissolto attraverso la nascita di una pluralità di sistemi geometrici. Cassirer ritiene che la teoria della relatività propria della fisica contemporanea sia contraddistinta da una “svolta” gnoseologica dalla teoria della ‘conoscenza come riproduzione’ alla teoria della ‘conoscenza come funzione’. Nell'analisi epistemologica della fisica moderna Cassirer offre la prova del fatto che quelle concezioni realistiche della conoscenza quale rappresentazione riproduttiva, un tempo legata alle scienze della natura, sono ormai divenute dubbie. Se “materia” e “forma” della conoscenza adesso non sono più pensabili come assolute “potenze dell'essere” e se in quanto “posizioni e costruzioni teoriche” esse servono piuttosto a caratterizzare un nuovo ordine di significati, allora acquista un rinnovato interesse il problema della costruzione e dell'articolazione della immagine teoretica del mondo. Ciò che Cassirer mostra è che conoscere scientificamente non vuol dire riprodurre una sostanza ma operare con simboli. Segni e simboli sono esentati da quell'obbligo ontologico-epistemologico di “corrispondenza con il reale” che

³² V. BARONE, *Relatività*, op. cit., p. 112.

³³ L'equazione delle geodetiche, utile per identificare il campo gravitazionale, ha in sé un primo termine inerziale ed un secondo gravitazionale. Il fatto che questi termini non abbiano carattere tensoriale, e che cambiando sistema di coordinate si trasformino l'uno nell'altro, è un ulteriore manifestazione del principio di equivalenza: inerzia e gravitazione sono localmente indistinguibili. Cfr. *ibidem*, p. 486.

³⁴ *Ibidem*, pp. 471-472.

³⁵ *Ibidem*, p. 490.

invece potrebbero accollarsi i naturalisti. Da ciò segue che le “traduzioni simboliche” potranno essere molteplici³⁶.

Per Cassirer la teoria della relatività segna il passaggio della fisica ad un piano chiaramente a-metafisico e non-ontologico, ad un piano di più rarefatto simbolismo matematico. Il processo di allontanamento dall'intuizione e di trasferimento nel regno del simbolo – quindi di successiva formalizzazione-astrazione, di passaggio dal concetto-genere al concetto-funzione – si compie nelle due teorie della relatività. Anzi, secondo Cassirer, è questo il significato filosofico della rivoluzione einsteiniana. Ben lungi dal rappresentare una nuova intuizione della natura, la teoria della relatività segna un ulteriore distacco da ogni intuizione, e in concreto un superamento dei residui intuitivi che rimanevano nel meccanismo della fisica classica moderna. Soprattutto si tratta delle intuizioni di spazio e tempo – ancora intesi come *res*, come oggetti intuitivi – e dei rapporti metrici, metrico-spaziali e metrico-temporali – ancora intuizioni di rapporti reali fra parti o zone di enti reali. La critica einsteiniana alla nozione di simultaneità e con essa alle nozioni classiche di spazio e tempo assoluti come due entità funzionalmente collegate dalle formule del moto, ma ontologicamente indipendenti, risolve queste nozioni in un reticolato di rapporti matematici astratti. Spazio e tempo divengono strutture formali di rapporti fra misure relative a particolari parametri metrici e determinati punti cronotopici.

In riferimento al concetto di spazio, non è da dimenticare quanto lo stesso Kant scrive nei suoi *Principi metafisici fondamentali della scienza della natura*:

«In sé lo spazio assoluto non è nulla, né alcun oggetto affatto, e significa solo uno spazio, relativo a tutti gli altri, che posso sempre immaginarmi oltre quello dato. Farne una cosa reale significa scambiare l'universalità logica di un qualsiasi spazio a cui posso paragonare ogni spazio empirico come in esso incluso, in un'universalità fisica dell'estensione reale, e fraintendere la ragione nella sua idea. Quindi l'autentica universalità logica dell'idea di spazio non solo non include l'universalità logica dell'idea di spazio e anche l'universalità fisica dello spazio come recipiente che contenga tutte le cose, ma è destinata precisamente ad escluderla. In realtà noi dobbiamo davvero immaginarci uno spazio assoluto, ossia un'unità ultima di ogni determinazione spaziale»³⁷.

Dunque per Kant vi è coincidenza fra i concetti di assoluto e quello di unità, in riferimento all'a priori: spazio – con la dovuta differenza fra il piano reale e quello logico; mentre per Einstein – che farà finalmente compiere quel passo in avanti che forse tutti si aspettavano anche da un punto di vista filosofico – l'a priori spazio-temporale divenendo delle unità di misura permetteranno l'equazione fra il

³⁶ Cfr. H.J. SANDKÜHLER, *Epistemologie, interner Realismus und philosophiehistorische Rekonstruktion von Wissen*, in *Linguaggio, segno, simbolo. L'anti-ontologia di Ernst Cassirer*. Dagli atti di una conferenza svoltasi presso il dipartimento di Bioetica dell'Ateneo di Bari nel 2006.

³⁷ I. KANT, *Principi metafisici fondamentali della scienza della natura*, Bompiani, Milano 2003, p.135.

piano reale e quello logico. In questo senso la teoria della relatività può essere intesa come l'apoteosi dell'unità geometrica³⁸.

Qualora la nuova concezione fisica non parta più dal porre uno "spazio in sé" né dal porre una "materia" o una "forma in sé", è evidente che essa non concepisca più spazio, forza e materia come oggetti fisici distinti gli uni dagli altri, ma solo l'unità di determinate relazioni funzionali che, a loro volta, ricevono un denotato diverso a seconda del sistema di riferimento in cui le si considera – qui il concetto di metrica subisce un ampliamento e una generalizzazione straordinari rispetto alla concezione della geometria classica, perché le determinazioni metriche della geometria euclidea costituiscono solo un caso speciale all'interno del sistema complessivo delle determinazioni metriche possibili in generale.

Il vero fine della scienza è l'unità³⁹ – formulò Poincaré, ben prima di poter immaginare la causa determinante della rivoluzione fisico-filosofica della teoria einsteiniana. L'unità, a cui fa riferimento Einstein, rinunciando a quel residuo di oggettività fisica si libera dalle logiche aristoteliche-tolomaiche. Per questo la teoria einsteiniana debba essere letta alla stregua di una critica al concetto aristotelico di sostanza. Questo è fra i concetti più complessi della filosofia aristotelica. Il termine latino *substantia*, che tradurrebbe il greco *ousia*, vuole indicare "ciò che sta sotto e permane nel mutare delle relative ed inerenti proprietà". Aristotele, a differenza di Platone che pensava alle idee 'separate', pensa ad un qualcosa che non potrebbe esistere da ciò di cui è sostanza. Aristotele fa corrispondere *ousia* a quell'unità di 'materia' e 'forma'. La critica al concetto di sostanza muove nel momento in cui questa assume un'accezione gnoseologica. Quella di Aristotele infatti si erge principalmente come un'ontologia gnoseologica che in quanto tale si arroga il diritto di definire la verità innalzandola alla dimensione della scienza. La verità avrebbe dunque una chiara identità e un esclusivo impianto filosofico: quello scientifico, universale e necessario. In opposizione alla scienza che vorrebbe arrogarsi la dimensione del

³⁸ E. CASSIRER, *Sulla teoria della relatività*, op. cit., p. 594.

³⁹ Nella prospettiva del concetto di unità, vi sono da ricordare molte altre teorizzazioni scientifiche, sempre sulla scia della relatività, davvero interessanti quanto innovative. Come ad esempio la grande invenzione teorica del secolo scorso, sviluppatasi compiutamente negli anni 1925-26, che ha trovato un punto d'incontro con la relatività speciale, dapprima nella *meccanica quantistica relativistica* di Dirac, poi nella *teoria quantistica dei campi* frutto del lavoro collettivo di una serie di fisici tra i quali Heisenberg, Pauli, Fermi, Schwinger, Tomonaga e Dyson. Alcuni dei tentativi scientifici più promettenti fatti nella direzione di una *teoria quantistica della gravitazione*, sviluppano una vecchia teoria - di Kaluza-Klein - secondo la quale lo spazio-tempo avrebbe cinque dimensioni. Poiché le dimensioni spazio-temporali effettivamente osservate sono quattro, bisogna ipotizzare che la quinta dimensione sia "arrotolata" su un cerchio molto piccolo dell'ordine della lunghezza di Planck. Questa idea è stata ripresa negli ultimi decenni in molte teorie di unificazione che hanno immaginato universi di varia dimensionalità.

Oppure, ricorderei quanto sulla base della relazione dell'oggettività ad un sistema, faccia capolino un nuovo concetto: quello di *campo*. Questo risulta l'espressione più valida delle leggi dinamiche, e rappresenta se non la vera espressione della realtà fisica sicuramente il modo di pensare tipico della fisica contemporanea. In questo contesto si impone sempre più l'idea di una pura fisica del campo che non conosca né il semplice spazio indifferenziato in sé, né una materia in sé che entri come un'aggiunta in questo spazio pronto a riceverla, ma che viceversa prenda per base la concezione di una molteplicità determinata e spazialmente qualificata e differenziata secondo una certa legge. Come nell'ambito fisico non sarà più possibile pensare a quella che si definisce realtà se non in funzione della complessa idea di campo, così nell'ambito gnoseologico non sarà più possibile giungere alla costruzione della conoscenza se non considerando l'ambito del simbolo e delle complesse e poliedriche relazioni che questo implica.

vero e la certezza di garanzie indiscutibili, astoriche e universali, Cassirer rivendica il lato debole che il procedere gnoseologico dovrebbe avere. La critica al concetto di sostanza inizia, a ben vedere, con Kant quando il filosofo prussiano mostra che la cosa in sé non può essere conosciuta. Con Cassirer diventa più radicale e dettagliata e si scaglia contro quel prodotto intellettuale che ha le sembianze di un prodotto confezionato dal reale stesso dunque esterno ed indipendente alla conoscenza umana. Quella di Cassirer non è una critica alla scienza e all'impianto scientifico in quanto tale, ma a quel dualismo che un tale modo di intendere le cose implicherebbe, mentre quel "ritorno a Kant" – che i marburghesi hanno sentito fortemente – va inteso nell'ottica di una critica alla sostanza aristotelica.

Che la teoria einsteiniana neghi "l'ultimo residuo di oggettività fisica" deve necessariamente significare qualcos'altro di più profondo della nozione che spazio e tempo non siano cose da "realismo ingenuo". Cose di questa specie dovremmo essercele lasciate alle spalle da un bel pezzo. Tuttavia come intendere questa oggettività fisica, è una domanda da porsi. Al fisico questa potrebbe sembrare il saldo e sicuro punto di partenza e un termine di paragone perfettamente determinato, ma la gnoseologia deve esigere che il significato di tale oggettività sia prima definito in modo univoco⁴⁰. In questo senso la realtà effettuale del fisico si contrappone alla realtà della percezione immediata come qualcosa di profondamente e progressivamente mediato: come un insieme non di cose o di qualità esistenti, ma di astratti simboli ideali che servono per dire determinati rapporti metrici di grandezze, determinate corrispondenze e dipendenze funzionali dei fenomeni⁴¹. Per la nuova teoria, la nuova oggettività non sta più in alcuna determinatezza empirica, ma solo nella specie e nel modo, o meglio, nella funzione stessa della determinazione. Le misure spaziali e temporali entro ogni singolo sistema restano relative; premesso ciò, la verità e l'universalità che la conoscenza può raggiungere, sta nel corrispondersi a vicenda di tutte queste misure e nel loro reciproco coordinarsi secondo determinate regole⁴². Più di questo il sapere non ha facoltà di fare: voler conoscere le leggi dell'accadere senza alcuna relazione a un qualche sistema di riferimento è una brama irrealizzabile e contraddittoria e, dunque, si può richiedere solo che il contenuto di tali leggi non dipenda dall'individualità e dalla relatività – termine stavolta utilizzato in senso lato – del sistema di riferimento. L'unica pretesa del sapere del resto può essere quella di intendere se stesso⁴³.

A conclusione di questo contributo, mi piacerebbe ricordare e suggerire al lettore ciò che esprime lo stesso Cassirer in relazione al paragone della fisica con la gnoseologia: «la teoria della relatività è in grado di rendere alla critica generale della conoscenza un servizio indiretto di grande rilievo, proprio quando si resiste alla tentazione di tradurne immediatamente i principi in principi della critica

⁴⁰ E. CASSIRER, *Sulla teoria della relatività*, op. cit., p. 468.

⁴¹ *Ibidem*, p. 470.

⁴² Cfr. *ibidem*, p. 505.

⁴³ *Ibidem*.

gnoseologica»⁴⁴. Evitare di trasferire un sistema teoretico in un altro, con una traduzione tanto immediata quanto inadeguata, rappresenta la possibilità e la condizione imprescindibile per ambire a nuove dimensioni teoretiche, inaspettate tessiture filosofiche e sofisticati assetti logici. Se non vi fosse la possibilità di un pensiero e di una capacità cogitante libera, difficilmente si giungerebbe a rivoluzionare gli statici sistemi teoretici e le vetuste architetture del pensiero stesso e dunque alla stessa teoria della relatività di Einstein. Poter confrontare sistemi, e dialogare su ciò, è il fine ultimo e più alto della filosofia nonché il senso di questo lavoro gnoseologico.

⁴⁴ E. CASSIRER, *Sulla teoria della relatività*, op. cit., p. 546.