

MULTIVERSITÀ

COLLANA DEL CENTRO STUDI INTERNAZIONALE
DI FILOSOFIA DELLA COMPLESSITÀ "EDGAR MORIN"

Direttori

Giuseppe GEMBILLO

Università degli Studi di Messina

Annamaria ANSELMO

Università degli Studi di Messina

Comitato scientifico

Mauro CERUTI

Libera Università di Lingue e Comunicazione IULM, Milano

Marcello D'AGOSTINO

Università degli Studi di Milano

Luisa DAMIANO

Università degli Studi di Messina

Alberto Felice DE TONI

Università degli Studi di Udine

Giuseppe GIORDANO

Università degli Studi di Messina

Humberto MATURANA

Escuela Matriztica de Santiago

Alfonso MONTUORI

California Institute of Integral Studies

Edgar MORIN

École des Hautes Études en Sciences Sociales

Corrado SINIGAGLIA

Università degli Studi di Milano

MULTIVERSITÀ

COLLANA DEL CENTRO STUDI INTERNAZIONALE
DI FILOSOFIA DELLA COMPLESSITÀ “EDGAR MORIN”



*Vivere consapevolmente la complessità, di cui siamo parte integrata e integrante, è
il compito per eccellenza dei nostri tempi*

— Giuseppe GEMBILLO, Annamaria ANSELMO

Questa Collana del Centro Studi di Filosofia della Complessità “Edgar Morin” (fondato nel 2002 da docenti operanti, a vario titolo, nell’Università degli Studi di Messina) nasce per promuovere studi e ricerche sulla prospettiva della Complessità nelle sue varie espressioni e nelle sue molteplici forme. Si caratterizza dunque come interdisciplinare e si propone di favorire la collaborazione e l’integrazione tra i Saperi mediante la pubblicazione di classici della Complessità e di monografie specifiche prodotte soprattutto da giovani studiosi e ricercatori che intendano contribuire a un rinnovamento concreto della cultura italiana e internazionale.

Le pubblicazioni di questa Collana sono preventivamente sottoposte alla procedura di valutazione nella forma di *blind peer-review*.

Questo volume nasce da una ricerca promossa dall'Istituto Italiano per gli Studi Filosofici.

Traduzione: Maria Francesca Davì Trimarchi (*Prefazione e Introduzione* di Pierre Speziali) e Giuliana Gregorio (*Lettere*, dal testo originale tedesco).

Classificazione Decimale Dewey

— 530.092 (23.) FISICA. Biografia

Thema

— Soggetto: DND. Diari, lettere e taccuini

— Qualificatori: 3MP. XX secolo, 1900-1999

ALBERT EINSTEIN

CORRISPONDENZA CON MICHELE BESSO (1903-1955)

A cura di

GIUSEPPE GEMBILLO



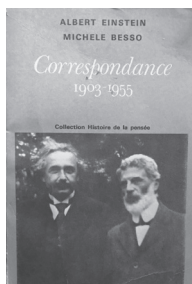


ISBN

979-12-218-2896-2

PRIMA EDIZIONE IN QUESTA COLLANA

ROMA 30 OTTOBRE 2026



Titolo originale:

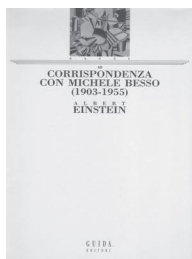
Albert Einstein, Michele Besso

Correspondance 1903-1955

Traduction, notes et introduction de Pierre Speziali

Edizione originale con testo tedesco a fronte

Paris, Hermann, 1972, 560 p.



Prima edizione italiana:

Albert Einstein

Corrispondenza con Michele Besso (1903-1955)

a cura di Giuseppe Gembillo

ISBN 978-88-7835-202-0

Napoli, Guida editori, 1995, 488 p.

Premessa alla nuova edizione

Tornando a riflettere sul dialogo tra Albert Einstein e Michele Besso

La prima edizione italiana del dialogo epistolare tra Einstein e Besso risale al 1995 ed è stata possibile grazie alla sensibilità culturale, come sempre del tutto disinteressata, di Gerardo Marotta e alla instancabile solerzia di Antonio Gargano. Ha avuto, com'era ovvio, l'accoglienza che merita, testimoniata non solo da una serie di recensioni e commenti su diverse riviste scientifiche ma anche dalle, allora famose e culturalmente di altissimo livello, "terze pagine" che i più autorevoli quotidiani italiani gli hanno dedicato, per limitarmi a due soli esempi a firma di Giulio Giorello sul "Corriere della Sera" e di Franco Prattico su "La Repubblica". È stato presentato e discusso, il 29 gennaio 1996, nella prestigiosa sede dell'*Istituto Italiano per gli Studi Filosofici*, da Giovanni Boniolo, Girolamo Cotroneo e Giuseppe Gembillo; ha fornito l'occasione per l'organizzazione, nella stessa sede, di un convegno scientifico (*Albert Einstein attraverso i carteggi*) svoltosi il 26 e il 27 novembre 1996, al quale hanno partecipato, tra gli altri, i fisici Attilio Agodi (Catania), Enrico Giannetto (Pavia), Sandro Petruccioli (Roma), Franco Wanderlingh (Messina); gli studiosi Maria Rita Abramo (Reggio Calabria), Luciano Carbone (Napoli), Girolamo Cotroneo (Messina), Maria Francesca Davì (Messina), Giuseppe Gembillo (Messina), Giuseppe Giordano (Messina), Pietro Greco (Napoli), Giuliana Gregorio (Messina), Roberto Maiocchi (Milano); Franco Pool (Berna), discendente diretto di Michele Besso.

Trent'anni dopo riproponiamo il carteggio, da troppo tempo fuori commercio, non solo per la sua ovvia rilevanza scientifica e filosofica ma anche nella speranza di riaprire, almeno in Italia, il dibattito sui fondamenti filosofici, epistemologici ed etici della fisica quantistica, oggi che viviamo in quello che possiamo definire il centenario dei "trent'anni che sconvolsero la fisica", nel quale essa continua a essere mirabilmente sfruttata a vari livelli ma è ormai quasi del tutto "tradita" dal punto di vista etico ed epistemologico. Tradita nel senso che l'utilizzo che se ne fa prescinde del tutto da quella che dovrebbe essere una doverosa e responsabile riflessione sul suo senso e sui limiti della sua applicazione.

Con questa speranza riproponiamo il dialogo tra i due scienziati-filosofi amici e ringraziamo con gratitudine sia tutti coloro che ne hanno a suo tempo consentito la pubblicazione sia coloro che oggi, nelle persone di Gioacchino Onorati e dei suoi collaboratori della casa editrice Aracne, si sono assunti l'onere della presente edizione.

Piraino-Messina, agosto 2026

Giuseppe Gembillo
*Centro Studi Internazionale di Filosofia
della Complessità "Edgar Morin"*

Premessa

La corrispondenza tra Albert Einstein e Michele Besso è stata raccolta e pubblicata per la prima volta da Pierre Speziali nel 1972 in edizione francese col testo originale a fronte.

Come era facilmente prevedibile essa si è rivelata assai preziosa ai fini di una migliore conoscenza delle vicende biografiche e intellettuali di Einstein e naturalmente tutti gli studi a lui dedicati ne hanno dovuto fare un punto di riferimento imprescindibile.

Considerato ciò ci è sembrato opportuno mettere anche il lettore italiano in condizione di attingere agevolmente alla messe di notizie, di suggestioni e di stimoli che emana da un dialogo durato più di mezzo secolo.

La presente edizione è tratta ovviamente da quella del 1972. Maria Francesca Davì Trimarchi ha tradotto dal francese la *Prefazione* e l'*Introduzione* di Pierre Speziali. Giuliana Gregorio ha tradotto le lettere direttamente dalla loro originaria redazione tedesca. A entrambe va un ringraziamento particolare: senza l'accuratezza, la diligenza e la passione con cui hanno lavorato, questa edizione non sarebbe stata possibile.

Quando Speziali riportava brani dalle lettere, abbiamo preferito tradurre letteralmente il suo testo, come documento dell'interpretazione spesso personale e a volte fuorviante da lui fornita. In questo modo il lettore potrà fare agevolmente dei confronti. Al di là di questo, resta comunque grande il merito di aver raccolto la corrispondenza.

Ringrazio anche tutti gli altri che in vario modo hanno contribuito al buon esito dell'impresa: il prof. Eugenio Mazzarella, il

dott. Giuseppe Russo e la dott.ssa Antonella Chieffo, che se ne sono fatti convinti promotori presso la Guida editori (a cui ho il piacere di «reiterare» i ringraziamenti); il dott. Enrico Giannetto, fisico teorico, che ha cortesemente letto il manoscritto della traduzione, fornendo preziosi consigli «tecnici»; il dott. Giuseppe Giordano, che anche in questa occasione mi è stato di molto aiuto; il prof. Girolamo Cotroneo, che continua a vigilare con affetto sul mio lavoro. Un ringraziamento particolare, infine, ad Antonio Gargano e Gerardo Marotta, i quali ai loro moltissimi meriti culturali hanno voluto aggiungere anche quello di promuovere questa edizione.

Messina, Università, febbraio 1995

G.G.

La fisica del Novecento nel carteggio Einstein-Besso

1. *Una storia della fisica per corrispondenza*

Il carteggio Einstein-Besso rappresenta quanto di più completo, articolato e complesso è dato riscontrare nella corrispondenza scientifica contemporanea. Piuttosto che un semplice scambio epistolare deve infatti essere considerato una vera e propria storia della fisica per corrispondenza, armonicamente inserita in un contesto fatto di notizie biografiche, di considerazioni etiche, di valutazioni politiche, di riflessioni filosofiche e, perfino, di occasionali slanci metafisici.

I due amici, legati dalla quotidiana collaborazione e dalle intense discussioni degli anni di Berna, per tutto il periodo successivo non hanno fatto altro che proseguire liberamente il loro dialogo a tutto campo, con una franchezza di espressioni quale emerge da tutte le lettere, che solo una lunga familiarità rende così spontanea e naturale.

Il loro dialogo indica dunque la direzione per un lungo viaggio attraverso le conquiste, i nodi non sciolti e le sconfitte della fisica contemporanea. Un viaggio segnato da tappe più o meno lunghe, ma tutte assai istruttive e interessanti; da incontri ideali con i più importanti fisici del Novecento; da molteplici occasioni per richiamare alla memoria le controversie che hanno accompagnato la nascita e gli sviluppi della teoria della relatività e della fisica quantistica.

Rendere conto, sia pure sommariamente, di tutto quanto si potrà incontrare nel corso della lettura è, ovviamente, impossibile. Come si potrà verificare facilmente, Pierre Speziali, il curatore del carteggio, ha già operato, nella sua introduzione, una

buona selezione degli spunti più interessanti della discussione e ha avuto anche il merito di tracciare un inedito quanto interessante profilo di Michele Besso. Ma gli stimoli e le suggestioni provenienti dalle lettere sono davvero innumerevoli.

Allora, piuttosto che operare una nuova scelta, isolando altri punti problematici, preferiamo seguire una via diversa, che porterà a sottolineare per grandi linee il senso generale che le «delucidazioni» e le risposte di Einstein alle pressanti e continue richieste di Besso vengono ad assumere nel contesto del dibattito sui fondamenti della fisica contemporanea. Tra l'altro essa consentirà di delineare meglio quel profilo di Einstein che resta sempre assai problematico per la sua complessa e contraddittoria personalità di pensatore.

In questo senso, infatti, il carteggio si rivela preziosissimo perché reca un contributo veramente decisivo alla comprensione delle «ragioni nascoste» di certe posizioni di Einstein, sia di quelle relative al fondamentale ruolo creativo da lui assunto, sia di quelle collegate alle sue «idiosincrasie».

Come il lettore potrà verificare direttamente, con Michele Besso Einstein discuteva non solo di fisica pura, ma anche dei presupposti filosofici su cui essa si fonda; con lui commentava il pensiero di Hume, Kant, Mach e di tanti altri; a lui comunicava considerazioni politiche, etiche e religiose; a lui confidava, insomma, le proprie certezze ma anche i dubbi e le perplessità. Il tutto in un susseguirsi di lettere che assumono il ruolo di momenti e articolazioni di una conversazione che prosegue per oltre mezzo secolo, senza dare mai l'impressione di una soluzione di continuità, neanche quando i tempi tra una lettera e la successiva si allungano notevolmente.

Di questo dialogo noi tenteremo una sintesi, articolata attorno a dei punti che consentiranno di rendere in qualche modo ragione: *a)* del duplice ruolo di Einstein come creatore rivoluzionario della teoria della relatività, e *b)* come oppositore tenace della fisica quantistica; *c)* del significato dei suoi continui sforzi «alla ricerca dell'uno» e del suo ruolo di uomo-simbolo della fisica.

Sono due aspetti che il carteggio consente di comprendere bene sia nella loro genesi che negli esiti, proprio perché Einstein nel corso delle discussioni con Besso rivelava spontaneamente, quasi per vecchia abitudine, non solo i risultati finali dei propri

sforzi, ma anche le varie tappe e i molti sentieri che di volta in volta andava percorrendo nei tentativi per giungere alla soluzione.

Se dunque il carteggio in generale può considerarsi, come dicevamo, una storia della fisica contemporanea nel suo farsi, per quanto riguarda i problemi che esamineremo qui, esso costituisce anche una storia dei presupposti, dei tentativi e delle fonti del pensiero di Einstein. Esso ci consentirà, insomma, di capire meglio alcune delle ragioni per le quali ad Albert Einstein è toccato in sorte di rappresentare il ruolo duplice del più rivoluzionario e del più conservatore tra i grandi fisici del Novecento.

2. *Perché rivoluzionario*

Il cammino che ha condotto Einstein su posizioni nettamente contrapposte ebbe inizio, com'è noto, da una serie di enunciazioni che ebbero un impatto veramente dirompente nell'ambito delle concezioni fisiche ed epistemologiche del primo Novecento. Il loro effetto può essere colto in tutta la sua profondità solo se si tiene presente il contesto dal quale esse emergevano, che non certo a caso aveva costituito l'oggetto quotidiano delle conversazioni tra Einstein e Besso negli anni di Berna.

Tale contesto teorico era, ovviamente, quello della meccanica classica, che secondo l'opinione comune aveva raggiunto la sua espressione «definitiva» nella *scoperta* (considerata «oggettiva») della legge di gravitazione universale da parte di Newton, il quale con essa aveva trovato la «legge» che regola tutti i fenomeni, unificandoli una volta per tutte.

Questa certezza della definitività dell'immagine del mondo delineata da Newton era stata fortemente corroborata a tutti i livelli. In ambito filosofico lo aveva fatto Kant, che aveva concluso la *Critica della ragion pratica* definendo la teoria newtoniana come «quella cognizione del sistema del mondo chiara e immutabile per tutto l'avvenire, la quale, col progresso dell'osservazione, può sperare sempre soltanto di estendersi, ma non può mai temere di dover ritornare indietro». In fisica poi Laplace aveva parlato di «perfezione» che lo «spirito umano» per mezzo di Newton «ha saputo dare all'astronomia» e aveva aggiunto che «le sue scoperte in meccanica e in geometria unite a quella della gravitazione universale, l'hanno messo in grado di

abbracciare nelle stesse espressioni analitiche gli stati passati e quelli futuri del sistema del mondo». In matematica, infine, Lagrange, sintetizzando tutte queste opinioni aveva a sua volta affermato che Newton deve essere considerato non solo il più grande ma anche il più fortunato dei fisici, perché «la legge definitiva della realtà si può scoprire una sola volta e a lui è toccato in sorte di riuscirci».

Se poi si tiene conto del fatto che nemmeno successivi importanti sviluppi come l'enunciazione delle geometrie non-euclidee o le teorie evoluzionistiche, erano in fondo riusciti a modificare questa immagine della scienza, si può comprendere facilmente quanto potesse apparire drammatica la proposta einsteiniana di «cambiare opinione» in proposito. E questo nonostante il fatto che già nella seconda metà dell'Ottocento fossero sorte teorie fisiche molto convincenti ma assai diverse dalle precedenti e, soprattutto, affatto incompatibili col meccanicismo. Non a caso, infatti, tutti i tentativi di inserimento di esse in tale cornice finivano per richiedere ardite ipotesi *ad hoc* e forzature sempre più inaccettabili.

In particolare le difficoltà suscitate sul piano teorico dalla teoria elettromagnetica che faceva sentire la propria presenza in maniera sempre più forte e le ferme critiche di natura epistemologica espresse da Ernst Mach nei confronti del meccanicismo (1883) prepararono il nuovo contesto teorico nel quale Einstein si inserì con piena consapevolezza e resero maturi i tempi per una svolta radicale.

Com'è stato correttamente affermato, infatti, le teorie machiane «produssero l'atmosfera culturale senza la quale la teoria della relatività di Einstein non sarebbe stata possibile»¹.

E non è certo un caso che egli abbia letto, su esplicita sollecitazione di Michele Besso, le opere di Mach con estremo interesse e profonda adesione. Analogamente non è un caso che successivamente Einstein abbia sentito il bisogno di affermare «che non è improbabile che lo stesso Mach avrebbe potuto scoprire la teoria della relatività, se il problema della costanza della velocità della luce avesse agitato i fisici quando la sua mente era ancora giovane»².

¹ Cfr. J. PETZOLDT, *Das Verhältnis der Machschen Gedankenwelt zur Relativitätstheorie*, in: E. MACH, *Die Mechanik in ihre Entwicklung historisch-kritisch dargestellt*, Leipzig, Brockhaus, 1921⁸, p. 494.

² A. EINSTEIN, *Ernst Mach*, in «Physikalische Zeitschrift», 17, 1916, p. 102.

Dunque il machismo ha avuto senz'altro quel ruolo decisivo nella formazione di Einstein che impone la necessità di analizzarne, sia pure rapidamente, la portata teorica e la profondità degli effetti, sia nel momento iniziale, quando egli fu in consonanza con Mach, sia quando, successivamente, se ne allontanò con sempre più chiara consapevolezza e per ragioni che coinvolgevano la visione del mondo complessiva enucleabile dalla fisica.

Com'è noto Mach aveva rimproverato Newton di essere pervenuto ai concetti di spazio, tempo e moto assoluti non attraverso un ragionamento logico, ma con un vero e proprio «salto metafisico». Per questo motivo li aveva definiti «mostruosità concettuali». A suo parere, inoltre, Newton non aveva mantenuto fede al presupposto teorico di fondo che pure aveva esplicitamente e ripetutamente espresso; cioè al «proposito di prendere in considerazione solo il *fattuale*»³. Quindi secondo Mach nel corso delle sue enunciazioni Newton non era rimasto fedele al principio metodologico posto da Galileo a fondamento della scienza empirica: al principio secondo il quale per il fisico ha «senso» scientifico solo ciò che è «osservabile sperimentalmente» e, in questo senso, «verificabile».

Sono, come si vede, obiezioni veramente «di principio», la cui profonda influenza su Einstein richiede almeno una breve analisi che del resto il carteggio consente di approfondire. Preziosa, al riguardo, una esplicita richiesta di Besso, che stimola alcune interessanti precisazioni di Einstein. Prima di porre la domanda, Besso esprimeva questa importante considerazione: «Per quanto riguarda la storia della scienza, Mach si trova, a mio avviso, nel punto centrale dello sviluppo degli ultimi 50 o 60 anni»; quindi chiedeva: «È vero: – che un ingegnere un po' più anziano, intorno al 1897 o '98, ha indirizzato a Mach il giovane ardentemente interessato alla scienza, assillato dal problema di come si potessero cogliere l'etere e gli atomi [...]. E che questa indicazione avvenne in quella fase dell'evoluzione del giovane fisico in cui i ragionamenti di Mach rinviavano in modo decisivo ai fatti osservabili – forse, indirettamente, proprio a 'orologi e unità di misura'? (infra, 359-360).

³ E. MACH, *La meccanica nel suo sviluppo storico-critico*, trad. di A. D'Elia, Torino, Boringhieri, 1977, p. 246.

Rispondendo Einstein sentiva il bisogno di delineare preliminarmente quello che a suo parere era stato il ruolo di Mach nella storia della scienza, quindi precisava: «Per quanto concerne ora l'influenza di Mach sulla mia evoluzione, essa è stata certamente molto profonda. Ricordo perfettamente che fosti proprio tu a indirizzarmi alla sua meccanica e alla sua teoria del calore durante i miei primi anni di studio, e che entrambi i libri hanno esercitato su di me una grande impressione. Fino a che punto essi abbiano influito sul mio proprio lavoro non mi è, per essere franco, molto chiaro». (infra, 363).

Sono, queste, considerazioni espresse da Einstein nel 1948, in un periodo in cui, cioè, egli preferiva prendere le distanze da Mach; tanto è vero che nel seguito della lettera da un lato aggiungeva che a suo parere era stato Hume a esercitare l'influenza più profonda sulla propria formazione; dall'altro accennava al fatto che da parte sua Mach aveva respinto la teoria della relatività⁴.

Diventa allora particolarmente interessante evidenziare fino a che punto Einstein assimilò le obiezioni di Mach a Newton e fino a quale periodo della sua attività le utilizzò effettivamente come criterio metodologico, indipendentemente dal fatto che ne avesse chiara consapevolezza.

Una prima sicura indicazione di questa influenza si evince, a nostro parere, dall'analisi dei presupposti sui quali egli basò la teoria della relatività ristretta.

Se ripensiamo, infatti, a uno dei punti fondamentali di essa, ci rendiamo conto del fatto che la domanda più importante che Einstein si pose nell'affrontare l'esame del concetto di «simultaneità» fu pressapoco questa: che cosa *effettivamente* «osserviamo» quando affermiamo che due eventi sono contemporanei? A che cosa *effettivamente* ci riferiamo parlando di «spazio» e di «tempo», quando cerchiamo di «localizzare» gli oggetti in un determinato istante?

E nonostante le apparenze e le differenti opinioni di autorevoli studiosi, siamo convinti del fatto che un analogo fondamento empirico fa da presupposto all'esigenza, che fu sentita da

⁴ Ora però sappiamo che l'attacco di Mach alla relatività fu un «falso» inserito dal figlio di Mach nell'edizione postuma dei *Prinzipien der physikalischen Optik*, Leipzig, Barth, 1921.

Einstein fin dal 1907, di estendere il principio di relatività a ogni tipo di moto. Infatti il ragionamento con il quale egli motivò la «generalizzazione» può essere sintetizzato per grandi linee nel modo seguente: la convinzione secondo la quale la relatività del moto riguarda sistemi in quiete o in moto uniforme presuppone quei «sistemi inerziali» la cui caratteristica consiste nella legge per la quale «ogni corpo persevera nel suo stato di quiete o di moto *fino a quando non subisce influenze esterne*». Ebbene, osservò Einstein, tutti i corpi nello spazio fanno parte di campi gravitazionali che ne influenzano lo «stato», il che significa, a ben riflettere, che la condizione richiesta dalla precedente legge «non si verifica» in realtà, ed è quindi astratta e «non-osservabile»: nella realtà non esistono corpi che non subiscono influenze esterne, quindi il principio d'inerzia «implica un circolo vizioso», evidente, per esempio, nell'enunciazione secondo la quale «una massa si muove senza accelerazione se è a sufficiente distanza da altri corpi; d'altra parte, sappiamo che essa è sufficientemente distante da altri corpi soltanto per il fatto che si muove senza accelerazione»⁵.

Furono queste considerazioni a suggerire a Einstein la riflessione per la quale «nella meccanica classica vi è un innato difetto epistemologico, che fu chiaramente precisato (forse per la prima volta) da E. Mach, e che si ripercuote anche nella teoria della relatività ristretta»⁶. Difetto che può dunque essere eliminato solo a patto di riconoscere la necessità di «abbandonarla, e sostituirla con una concezione più generale, onde enunciare chiaramente il postulato della relatività generale, supponendo che la teoria della relatività ristretta si applichi al caso limite in cui sia assente il campo gravitazionale»⁷.

Estendendo dunque la relatività a ogni tipo di moto, Einstein fece un passo, o forse, meglio, un «salto», molto più rivoluzionario di quanto egli stesso abbia voluto ammettere limitandosi a presentarlo come una pura e semplice «generalizzazione» della teoria precedente. Affermiamo ciò in considerazione del fatto che egli, operando l'estensione della relatività del moto, rivol-

⁵ A. EINSTEIN, *Il significato della relatività*, trad. di L.A. Radicati di Brozolo, Torino, Boringhieri, 1959, p. 56.

⁶ A. EINSTEIN, *La teoria della relatività*, Roma, ed. it. Newton Compton, 1982, p. 15.

⁷ *Ivi*, p. 19.

geva contemporaneamente alla fisica classica un'accusa molto grave: quella di essere applicabile solo a casi astratti, non «reali». Il difetto epistemologico di cui espressamente parlava consisteva infatti proprio nell'ipotizzare, da parte dei vari teorici, sempre «casi astratti» che «in realtà» non si riscontrano e quindi non sono «osservabili», si potrebbe dire, «per posizione».

A questa considerazione veramente fondamentale, Einstein aggiungeva un nuovo passaggio altrettanto radicale. Infatti smentendo tutti coloro che avevano considerato le geometrie non-euclidee «immaginarie» e quindi non applicabili, egli dimostrò che anche quella euclidea, fino ad allora ritenuta «oggettiva», era astratta e approssimativa; e che anche il nuovo «assoluto» da lui stesso ipotizzato, la velocità della luce, è sottoposto all'azione dei campi gravitazionali. Anzi si spinse talmente oltre i consueti limiti, da provocare un radicale mutamento nella nostra concezione dello spazio, attraverso la ormai famosa ma ancora «strana» e sempre difficile da concepire, unificazione di materia, spazio e campo gravitazionale.

Giunto a questo punto però, Einstein cominciò ad allontanarsi, con progressiva presa di coscienza, dal contesto teorico presupposto dall'epistemologia machiana e a poco a poco imboccò e seguì un cammino che non gli consentì più di sottrarsi al fascino del «non-osservabile». Fece ciò a partire dal 1917, quando, non a caso, fu ammonito da Besso, dopo un riferimento ironico di Einstein a Mach, con queste parole: «Quanto al cavallino di Mach, non ingiuriamolo; non ci ha assistito nel viaggio infernale tra le due relatività? E chissà se non continua a portare anche attraverso i malvagi quanti il cavaliere Don Chisciotte della Einstal» (Infra, 168).

Fu proprio in relazione al problema dei quanti che la «deviazione» dal principio osservativo ebbe conseguenze profonde che cambiarono radicalmente il ruolo e l'atteggiamento di Einstein nell'ambito della fisica contemporanea.

3. Contro i «malvagi quanti»

Einstein era stato il primo a comprendere che la scoperta del «quanto d'azione» da parte di Planck presupponeva la «discontinuità» dei processi fisici reali. Egli aveva, anche, scandalizzato i fisici riproponendo la teoria corpuscolare (e quindi disconti-

nua) della luce. Aveva, infine, contribuito alla individuazione del metodo statistico come intrinseco alla «termodinamica».

Quando, però, cominciò a capire bene che tutto questo metteva in crisi la sua «immagine del mondo» ancora fondata sul principio di causa, e di conseguenza rendeva vano il suo sforzo (espressamente perseguito attraverso le due «fasi» della teorizzazione della relatività) di descrivere «oggettivamente» la realtà esterna, fece subito marcia indietro, dimostrando di essere stato «rivoluzionario» suo malgrado. Infatti da un lato tentò di inquadrare ancora più nettamente le proprie enunciazioni nell'ambito di una teoria di campo continuo, dall'altro cominciò a parlare delle teorie fisiche come di «libere invenzioni dell'intelletto umano» che descrivono solo approssimativamente la realtà esterna.

Anche questa «inversione» di tendenza si inquadra, così come il percorso teorico che l'ha determinata, nel contesto storico all'interno del quale Einstein sviluppava le proprie teorizzazioni.

Infatti, come ebbe modo di affermare esplicitamente, egli fin dalle sue prime riflessioni era rimasto profondamente impressionato dalle conclusioni ispirate dalla termodinamica, secondo le quali in fisica emergeva per la prima volta la presenza di un limite oggettivo consistente nella impossibilità di realizzare il «moto perpetuo»; limite che implicava e introduceva un vero e proprio «assoluto»: l'«irreversibilità» di tutti i processi fisici, ovvero quella che nel 1928 Eddington avrebbe definito «la freccia del tempo».

Anche Einstein era pervenuto a una conclusione analoga: se da un lato egli aveva messo in crisi i concetti assoluti della fisica precedente aveva poi trovato, da parte sua, nella velocità della luce un concetto-limite che di fatto si era trasformato in un nuovo assoluto. In questo processo di «determinazione di limiti», però, c'era implicita una conseguenza allora latente, che sarebbe emersa di lì a poco. Nei principi della termodinamica essa si manifestava come emergenza della probabilità statistica di contro alla tradizionale causalità rigorosa. Nella relatività riguardava quei fenomeni fisici rispetto ai quali non possiamo decidere operativamente quale dei due sia «avvenuto prima» dell'altro; quei casi, cioè, in cui salta, in quanto non verificabile, il rapporto del «prima» e del «poi» e, di conseguenza, la connessione causa-effetto.

Questa aporia si manifestò in tutta la sua drammaticità agli inizi degli anni Venti, con lo sviluppo della «microfisica» e della sua espressione teorica, la «meccanica quantistica», ed esplose nel 1927 con la formulazione del «principio di indeterminazione» da parte di Werner Heisenberg, che coniugava strettamente ed esplicitamente la teorizzazione dell'*impossibilità* di determinare contemporaneamente la posizione e la velocità di una particella elementare con la definitiva «non validità della legge di causalità»⁸.

A questa formulazione di Heisenberg e al completamento «logico» di essa operato sempre nel 1927 da Niels Bohr attraverso il «principio di complementarità», Einstein reagì fermamente, nonostante i successi pratici che la meccanica quantistica andava conseguendo sempre più chiaramente. Lo fece riaffermando decisamente la propria fiducia nella causalità rigorosa, da lui ritenuta una «struttura oggettiva» della realtà esterna; e tentando contemporaneamente di unificare la microfisica («interpretata» dalla meccanica quantistica) e la macrofisica (descritta dalla relatività generale) in una teoria «unitaria» di «campo continuo».

Questi suoi tentativi, che si protrassero infruttuosamente per tutto il resto della sua attività, e che costituirono lo sforzo attraverso il quale egli contrappose alle analisi dei fisici quantistici la sua fede assoluta nei principi fondamentali della fisica classica, emergono molto bene dal carteggio con Michele Besso.

Per la verità Einstein affidò molte delle sue considerazioni sulla teoria dei quanti alle discussioni e ai dibattiti nei vari congressi o alle lettere agli amici. Famosa testimonianza dei primi fu l'amichevole ma ferma polemica con Niels Bohr durante i congressi Solvay del 1927 e del 1930. Ampia documentazione delle seconde si trovano in questo e in numerosi altri suoi carteggi.

A Max Born, per esempio, confessava nel 1924: «L'idea che un elettrone esposto a radiazione possa scegliere *liberamente* l'istante e la direzione in cui spiccare il salto è per me intolle-

⁸ Cfr.: W. HEISENBERG, *Indeterminazione e realtà*, trad. di G. Gembillo, Napoli, Guida, 1991, pp. 37-67.