

I TRE LIVELLI DELLE TEORIE FISICHE

ROCCO VITTORIO MACRÌ

L'articolo è stato pubblicato in "R.V. Macrì (a cura di), *I fondamenti della Relatività. I punti critici del pensiero di Einstein*", YCP, Lecce 2016, pp.39-123. Di seguito viene presentata una versione ridotta, priva dei primi 8 paragrafi. La numerazione delle pagine è fedele all'originale presente nel libro.

[IX] – La conversione di Einstein e la resurrezione dell'etere

Partiamo dalla genesi del concetto di etere. Il termine "aither", deriva dal sanscrito "aidh" e denota un fuoco che brucia intensamente. Esso era pure usato nel linguaggio mitologico e poetico degli antichi Greci, per i quali era l'elemento cristallino con cui era fatto l'universo. Aristotele ne diede una trattazione sistematica, sostenendo che l'etere costituiva l'essenza del mondo celeste, diversificandolo in questo modo dai quattro elementi di cui riteneva composto il mondo terrestre: terra, acqua, aria e fuoco. Il Filosofo riteneva che l'etere fosse eterno, immutabile, senza peso e trasparente. Queste qualità di eternità e staticità dell'etere erano esse stesse causa dell'immutabilità del cosmo, in contrapposizione alla Terra, luogo in continuo divenire.

¹²⁰ *Ivi*, pp. 79-80.

¹²¹ Tanto che chiude il suo *Trattato* con le seguenti parole: «Perciò tutte queste teorie portano al concetto di un mezzo in cui si verifica la propagazione e, se si ammette questo mezzo come ipotesi, io penso che dovrebbe occupare un posto preminente nelle nostre ricerche, e che dovremmo tentare di costruire una rappresentazione mentale di tutti i dettagli della sua azione, il che è stato lo scopo costante di questo mio trattato» (§ 866).

¹²² MAX BORN, *La sintesi einsteiniana*, Torino 1969, p. 232.

«A partire da Cartesio, seguito da Newton e Boerhaave, l'etere diventò parte integrante della filosofia meccanicistica e raggiunse l'acme nelle diverse teorie dell'etere del secolo diciannovesimo. Per Oliver Lodge, ad esempio, uno dei più rumorosi difensori dell'etere, serviva come mezzo non solo per la propagazione delle onde elettromagnetiche ma anche per la trasmissione dei pensieri nei fenomeni extrasensoriali e telepatici»¹²³.

Alla fine dell'Ottocento la realtà dell'etere era più che una speranza, si era vicini ad una solida certezza, come ogni fisico presagiva facendo sua la dichiarazione del grande Lord Kelvin: «Di una cosa insomma siamo sicuri, e cioè della realtà e della sostanzialità dell'etere luminifero»¹²⁴. Kelvin, «che i suoi contemporanei onoravano come un secondo Newton»¹²⁵, nello stesso anno in cui Einstein pubblicò il suo lavoro fondamentale sulla relatività – e che da lì a poco avrebbe portato i fisici dei quattro continenti a ritornare indietro al vuoto di Leucippo, Democrito e Lucrezio – «ottantunenne, lavorava all'interazione tra modello atomico ed etere»¹²⁶. Egli rimase sempre convinto, fino alla fine dei suoi giorni, che l'etere fosse la vera chiave della fisica: esso avrebbe potuto assumere la veste di *chora* platonica, di *hyle* aristotelico o di sostrato ultimo della materia. La sua idea di *atomo-vortice*¹²⁷ riecheggerà fino ai primi anni del Novecento, e sarà

¹²³ M. JAMMER,, op. cit., p. 7.

¹²⁴ E. BELLONE, *Introduzione*, in *Opere di Kelvin*, Torino 1971, p. 36.

¹²⁵ Ivi, p. 39.

¹²⁶ Ibidem.

¹²⁷ KELVIN, *L'atomo-vortice*, «Proceedings of the Royal Society» di Edinburgo, 1867, in KELVIN, *Opere*, a cura di E. Bellone, op. cit., pp. 525-546. Cfr. pure E.T. WHITTAKER, *A History of the Theories of Aether and Electricity*, op. cit., pp. 324-336. Affascinato dal *Wirbelbewegung* [moto vorticoso] scoperto da Helmholtz, Kelvin ricostruirà una teoria degli *atomi-vortici* intessuti e immersi in un superfluido. In questo modo potrà vantare un superamento dell'atomo democriteo: «L'atomo di Lucrezio non ha, *prima facie*, alcun vantaggio rispetto all'atomo di Helmholtz» (ivi, p. 526). Persino le proprietà "orbitaliche", comprese le spettroscopiche, che Erwin Schrödinger apporterà decenni dopo con la sua

ritenuta sorpassata solo col successo della relatività di Einstein prima e con l'avvento della meccanica quantistica poi, per essere ripresa infine, in modo sublimato, dallo scienziato bergamasco Marco Todeschini nel suo monumentale trattato del '49¹²⁸.

Le speranze di una spiegazione eterico-fluidodinamica dei fenomeni fisici nei primi anni del Novecento erano immense. Fino a quando sulla scena non apparve la figura di Einstein come quella di un supereroe che, attorcigliando la trama eterica dello spazio con dei blocchi di *kryptonite* e scaraventandoli nell'oltre-spazio, ripulì il vuoto sporcato dagli scienziati *visionari* di stampo cartesiano. Sennonché, se

meccanica ondulatoria sembravano essere a portata di mano e anticipate con la teoria di Kelvin: «L'autore ha richiamato l'attenzione su una proprietà veramente importante dell'atomo-vortice, in riferimento a quel tipo di analisi spettrale di cui si celebrano ora i pregi e che è dovuta alle scoperte ed ai lavori di Kirchhoff e di Bunsen, i quali l'hanno fondata praticamente. La teoria dinamica vertente su tale argomento, che il professor Stokes ha insegnato all'autore della presente comunicazione prima ancora del settembre del 1852, e che egli stesso ha insegnato nelle sue lezioni all'Università di Glasgow a partire da allora, rendeva necessario che la costituzione intima ed ultima dei corpi semplici fosse tale da avere uno o più periodi fondamentali di vibrazione, analogamente a quanto si ha nel caso di uno strumento musicale con una o più corde, oppure in quello di un solido elastico costituito da uno o più diapason rigidamente interconnessi. L'ipotizzare una simile proprietà nell'atomo di Lucrezio... [sarebbe difficile, mentre] l'atomo-vortice, invece, come illustrano le esperienze mostrate alla Società, possiede dei modi fondamentali di vibrazione perfettamente definiti che dipendono unicamente da quel tipo di movimento la cui esistenza stessa costituisce l'atomo-vortice» (ivi, pp. 533-535). Kelvin fa pure intravedere che future ricerche potranno spiegare con il suo vortice i fenomeni magnetici ed elettromagnetici, in quanto il *Wirbelbewegung* costituente l'atomo potrebbe fare da sostrato e rappresentare il meccanismo nascosto di un tipico campo di forze. Il merito di tale sintesi però, cioè di una *unificazione qualitativa della materia e dei suoi campi di forze*, spetterà al Todeschini, qualche decennio dopo. Cfr. la nota successiva, e anche M. TODESCHINI, *L'unificazione qualitativa della materia e dei suoi campi di forze continui ed alterni*, in «Atti dell'Ateneo di Scienze Lettere ed Arti di Bergamo», Rendiconti della Classe di Scienze Fisiche, Vol. XXIX, Anni 1955-1956, Bergamo 1957.

¹²⁸ M. TODESCHINI, *La teoria delle apparenze - Spazio-dinamica e psico-bio-fisica*, Bergamo 1949.

questo fosse il primo capitolo di un fumetto, il secondo capitolo parlerebbe in termini contrapposti, un vero colpo di scena alla Agatha Christie. Con la seconda Relatività Einstein fa risuscitare l'etere! Naturalmente lo scienziato tedesco starà attento a non farsi scoprire troppo, mimetizzando spesso il termine etere con quello molto più tollerato di *spaziotempo*. Siamo nel 1919 quando il padre della Relatività sussurra all'orecchio del fisico eterista più celebre del momento le seguenti parole: «Sarebbe stato più corretto se nelle mie prime pubblicazioni mi fossi limitato a sottolineare l'irrealità *della velocità* dell'etere, invece di sostenere la sua totale non esistenza. Ora comprendo che colla parola etere non si intende niente altro che la necessità di rappresentare lo spazio come portatore di proprietà fisiche»¹²⁹. E due anni più tardi, nel *Manoscritto Morgan* del 1921 egli preciserà: «Nel 1905 ero del parere che in generale non si potesse più parlare di etere in fisica. Questa opinione era però troppo radicale, come vedremo con le seguenti considerazioni sulla teoria di relatività generale. Resta permesso *proprio come prima* di accettare un mezzo che riempia lo spazio, nei cui stati si possano riconoscere i campi elettromagnetici (e quindi anche la stessa materia)»¹³⁰. Super colpo di scena! Per almeno tre motivi notevoli: 1) il conflitto irriducibile della realtà di uno spazio pieno con la teoria precedente avallante uno spazio vuoto, come approfondiremo in seguito; 2) l'incoerenza della nuova teoria con la metafisica relazionale di Mach invocata dallo stesso Einstein, cioè che l'inerzia dei corpi agisca solo in funzione della disposizione relativa delle masse degli altri corpi dell'universo; 3) lo spazio vuoto ontologico della prima relatività che ancor oggi viene osannato diventa a questo punto una bolla di sapone, un bluff, visto che le pareti che rinchiusero gli ultimi giorni della vita di Einstein

¹²⁹ A. EINSTEIN, *Lettera a H.A. Lorentz*, 15-11-1919, EA 16 494, tr. it. riportata in L. KOSTRO, *Einstein e l'etere. Relatività e teoria del campo unificato*, op. cit., p. 12.

¹³⁰ A. EINSTEIN, *Grundgedanken und Methoden der Relativitätstheorie in Hirer Entwicklung dargestellt* (Manoscritto Morgan), EA 2070, tr. it. riportata in L. KOSTRO, op. cit., p. 12, corsivo aggiunto.

hanno vibrato all'unisono sotto l'espressione del suo pensiero più profondo: «Non esiste alcuno spazio “vuoto”»¹³¹!

Einstein avrebbe potuto usare la denominazione «etere relativistico» per mascherare il conflitto tra le due teorie della relatività, ma lo usò solo una volta in una lettera indirizzata ad Arnold Sommerfeld, usando il chimerico modello dell'*ultrareferenzialità*¹³². Nessun etere può essere “relativistico” o “ultrareferenziale”, perché lo sarebbe solo dal lato epistemologico e non da quello ontologico. E questo Einstein lo sapeva bene. Sarebbe stato un altro *postulato di impotenza* di Whittaker. Più facile fu per Einstein mascherare la sostanzialità dell'etere con lo stesso spazio. Ma come avverte Kostro, in questo modo si può ingannare solo il profano¹³³, infatti «ancora una volta lo spazio “vuoto” appare così dotato di proprietà fisiche, dunque non più vuoto dal punto di vista fisico come sembrava essere secondo la relatività speciale. *Si può anche dire che l'etere è nuovamente resuscitato nella relatività generale, anche se in forma sublimata*»¹³⁴.

[X] – Le Onde Gravitazionali appartengono all'etere

Da quando è stato dato l'annuncio della scoperta delle *onde gravitazionali* registrate il 14 settembre 2015, alle 10:50:45 ora italiana (09:50:45 UTC, 05:50:45 am EDT), i media e i servizi d'informazione di tutto il mondo hanno fatto brillare le loro antenne su ogni angolo del pianeta. Una notizia che ha ulteriormente potenziato la leggendaria figura di Einstein a cento anni esatti dalla nascita della sua Relatività Generale. Il messaggio viene ripetuto a tamburo battente da giornali, riviste scientifiche, documentari, news:

¹³¹ A. EINSTEIN, *Prefazione*, in M. JAMMER, *Storia del concetto di spazio*, Milano 1981, p. 12.

¹³² Cfr. L. KOSTRO, op. cit., p. 13.

¹³³ Ibidem.

¹³⁴ A. EINSTEIN, *Manoscritto Morgan*, op. cit., § 22, tr. it. riportata in L. KOSTRO, op. cit., p. 153, corsivo aggiunto.

«Einstein aveva ragione!» Quel centesimo di secondo registrato dagli interferometri statunitensi LIGO, saturato da una forma d'onda che ricorda uno smorzamento invertito, è quanto basta per la stupefacente deduzione fatta dalla collettività dei cervelli dal camice bianco: si tratta – dicono – del residuo cosmico di un'onda prodotta nell'ultima frazione di secondo del processo di fusione di due buchi neri, i quali, prima di fondersi, hanno spiraleggiato, per poi scontrarsi a una velocità di circa 150.000 km/s, la metà della velocità della luce.

«L'onda di Einstein» – così è stata battezzata – avrebbe rivelato l'eco di un evento lontano nel tempo, un miliardo e trecento milioni di anni fa, anche se si rimane stupiti dalla precisione di questa seconda deduzione, visto che contrariamente ai telescopi che possono osservare solo una piccola porzione del cielo alla volta, capaci di essere direzionati lungo la volta celeste, i rivelatori di onde gravitazionali sono per loro natura non direzionali e sono quindi in ascolto di un grande volume di universo, il cui raggio è ovviamente determinato dalla sensibilità dei rivelatori¹³⁵. Anche perché esiste un dibattito aperto circa il tempo di transito delle onde gravitazionali e la sua supposta uguaglianza con quello dei bagliori luminosi provenienti dalla stessa origine, cosa che mette in dubbio il valore di garanzia della bontà delle deduzioni data dall'entusiasmo di aver registrato anche un bagliore provenire da una certa regione del cielo, nello stesso momento della rivelazione dell'«onda di Einstein». Inoltre non è detto che non si siano scambiate per esoteriche onde gravitazionali delle

¹³⁵ Anche il numero dei rivelatori è importante, così come la loro dislocazione sulla superficie del pianeta al fine di recuperare la direzione dell'onda tramite un'analisi del ritardo tra un interferometro e l'altro. Con due soli dispositivi in funzione, come è avvenuto il 14 settembre del 2015, non è possibile eseguire misure accurate sul transito dell'onda, a meno che quest'ultima non si propaghi lungo la retta di congiunzione dei due rivelatori. Per un minimo di precisione sono necessari almeno tre, allineati ai vertici di un triangolo. Peccato che l'interferometro Virgo, situato in Italia nei pressi di Pisa, non fosse attivo in quel momento magico della rilevazione.

entità più innocenti, semplici “distorsioni” del campo magnetico prodotto da una o più *magnetar* al posto dei buchi neri¹³⁶.

Ma qui la fretta di arrivare a nuovi traguardi e a nuove frontiere è tanta: un secolo di tentativi falliti avevano scoraggiato la comunità scientifica fino adesso, l'ultimo dei quali è stato il falso “Eureka!” dell'esperimento BICEP2¹³⁷. Lawrence Krauss, cosmologo di fama internazionale, prendendo le distanze dai fallimenti assicura che presto, la misura del fondo stocastico gravitazionale che può essere originato da sorgenti cosmologiche oltreché astrofisiche, porterà informazioni sull'universo primordiale a un tempo molto prossimo al momento del Big Bang. Ma non si accontenta di tutto ciò, egli porta la novità all'estremo: le onde gravitazionali potrebbero dare la conferma sperimentale al «multiverso», un numero infinito di universi scollegati tra loro, con infinite copie di noi stessi! «Anche se forse non riusciremo mai a osservare direttamente altri universi, ci convinceremo della loro esistenza allo stesso modo in cui i nostri predecessori agli inizi del XX secolo erano convinti dell'esistenza degli atomi senza essere ancora in grado di osservarli direttamente»¹³⁸. Sarà opportuno notare che a ciò non è stato dato il nome di *fantascienza* romanzata, ma di *scienza contemporanea*. Si tratta del credo scientifico

¹³⁶ Una *magnetar* (contrazione dei termini inglesi *magnetic star*, stella magnetica) è una stella di neutroni che possiede un enorme campo magnetico, milioni di miliardi di volte quello terrestre. Si comporta come un magnete superpotente, fino all'estremo valore di diecimila miliardi di tesla (= cento milioni di miliardi di gauss). Se confrontato col campo magnetico terrestre – valore minore di un gauss – si riesce forse a catturare con l'immaginazione la grandezza smisurata del campo magnetico di un tale oggetto celeste. Ulteriori informazioni al riguardo si trovano in R.V. MACRÌ, *Simmetrie forzate e simmetrie infrante nella Relatività Speciale*, in R.V. MACRÌ (a cura di), *Asimmetrie antirelativistiche*, op. cit.

¹³⁷ Cfr. L. KRAUSS, *Un messaggio dal big bang*, «Le Scienze», 554, 2014, pp. 33 sgg; A. BALBI, *La lezione di BICEP2*, «Le Scienze», 553, 2014, p. 22; M. CATTANEO, *Le onde della discordia*, «Le Scienze», 554, 2014, p. 7; G. SPATARO, *Sempre più ombre su BICEP2*, «Le Scienze», 555, 2014, p. 12.

¹³⁸ Ivi, p. 41.

più profondo di buona parte della comunità scientifica mondiale. Tra i sostenitori dell'esistenza del multiverso ci sono i nomi più grandi del panorama accademico-scientifico del nostro tempo: Stephen Hawking, Steven Weinberg, Brian Greene, Michio Kaku, Neil Turok, Lee Smolin, Max Tegmark, Andrej Linde, Alex Vilenkin. Ma l'elenco potrebbe continuare a lungo. Oggi non desta più meraviglia, d'altra parte, che le novità einsteiniane siano riuscite ad intessere il substrato "fabulatrico" e fantascientifico dell'intera società. Per intere classi di intellettuali, uomini di pensiero, studiosi, lo spaziotempo einsteiniano è stato un incontro fatale, uno "stargate" per entrare «nella possibilità di dimensioni addizionali»¹³⁹. Così, se i fisici di oggi si sono stancati di giocare col "gatto di Schrödinger", è in arrivo il *ponte di Einstein-Rosen* con tanto di «passeggiate tra universi paralleli». La letteratura scientifica contemporanea sta vivendo un momento aureo sotto l'insegna dell'incredibile addomesticato, del chimerico conquistato, dell'inverosimile reso attendibile, dell'assurdo finalmente concepibile. Tra i filoni più gettonati compaiono i "fotoni coscienti", gli "universi paralleli" e i "viaggi nel tempo". I modelli fisici proposti, scrivono a grande lettere gli autorevoli scienziati Everett e Roman nel loro testo più recente destinato a diventare un best seller – *Come viaggeremo nel tempo : Una guida scientifica alle scorciatoie del nostro universo* – «gettano luce su come potrebbero apparire macchine del tempo nel contesto della relatività generale»¹⁴⁰.

¹³⁹ L. KRAUSS, *Dietro lo specchio. Il misterioso fascino delle dimensioni addizionali, da Platone alla teoria delle stringhe e oltre*, Torino 2007, p. 81.

¹⁴⁰ A. EVERETT – T. ROMAN, *Come viaggeremo nel tempo. Una guida scientifica alle scorciatoie del nostro universo*, Milano 2016, p. 289. Cfr. pure, ad esempio, R. RUCKER, *La quarta dimensione. Un viaggio guidato negli universi di ordine superiore*, Milano 1995. E anche, J. GRIBBIN, *Costruire la macchina del tempo. Viaggio attraverso i buchi neri e i cunicoli spazio-temporali*, Roma 1996; M. KAKU, *Iperspazio. Un viaggio scientifico attraverso gli universi paralleli*, Cesena 2002; M. KAKU, *Mondi paralleli. Un viaggio attraverso la creazione, le dimensioni superiori e il futuro del cosmo*, Torino 2006. «Quindi il futuro è davvero là fuori, ed è possibile visitarlo. Per disporre di una macchina del tempo funzionante basta avere

Il lettore dovrebbe rimanere atterrito dal processo in atto: la nebulizzazione dell'empiria e del buon senso in confezione spray, una fragranza eterea che accompagna come una nuvoletta qua e là i piatti sostanziosi di una dieta esclusivamente pitagorica a base di costrutti matematici e matrici, «una specie di ricettario dunque, una manipolazione di simboli formali come nel famoso esempio della “stanza cinese” di John Searle¹⁴¹, senza criptotipi¹⁴², o semantica nascosta»¹⁴³. Virtuosismi matematici intessuti su una fenomenologia forzata e spesso vuota di realtà. Appare, cioè, sottovalutato nella nostra epoca il pericolo di una matematica “cabalistica” che – usando i

un'astronave in grado di viaggiare a una velocità molto prossima a quella della luce oppure capace di resistere alle condizioni letali che sussistono nelle vicinanze di una stella di neutroni» (P. DAVIES, *Come costruire una macchina del tempo*, Milano 2003, p. 39). «Se cercassimo di seguire esattamente una linea di tempo chiusa (detta CTC, closed timelike curve) per tutta la lunghezza, andremmo a urtare contro noi stessi nel passato e a causa di quest'urto verremmo estromessi dal nostro stesso passato; seguendo invece solo parte di una CTC torneremmo nel passato e potremmo partecipare agli eventi che vi si svolgono: potremmo stringere la mano a una versione più giovane di noi stessi o, se il cappio fosse abbastanza grande, far visita ai nostri antenati» (D. DEUTSCH E M. LOCKWOOD, *La fisica quantistica del viaggio nel tempo*, «Le Scienze», 309, 1994, p. 62). Ma potremmo in linea di principio saltare nel passato, «a ritroso in un universo parallelo e là uccidere i nostri genitori prima che ci concepiscano»? (J. BARBOUR, *La fine del tempo. La rivoluzione fisica prossima ventura*, Torino 2003, p. 335). E pensare che tutto iniziò con l'incontro storico tra Einstein e Gödel (cfr. P. YOURGRAU, *Un mondo senza tempo. L'eredità dimenticata di Gödel e Einstein*, Milano 2006). Il più grande logico del Novecento dichiarò: «Sono possibili i viaggi nel tempo ma nessuno cercherà mai di uccidere se stesso nel passato!» (Gödel, cit. in R. RUCKER, *La mente e l'infinito*, Padova 1991, p. 200).

¹⁴¹ J. SEARLE, *Menti, cervelli e programmi*, Milano, 1984, pp. 48-51; o anche, sempre dello stesso autore, *Mente cervello intelligenza*, Milano, 1988, pp. 24-28.

¹⁴² Un *criptotipo* è «un significato sommerso, sottile ed elusivo, che non corrisponde a nessuna parola reale, ma di cui pure l'analisi linguistica mostra l'importanza funzionale nella grammatica» (B.L. WHORF, *Linguaggio pensiero e realtà*, Torino 1970, p. 55).

¹⁴³ U. BARTOCCI – R.V. MACRÌ, *Il linguaggio della matematica*, «Episteme», n. 5, 2002, p. 170.

termini di Bacone – «generi» e «procrei» la scienza stessa. «Ho scoperto molto tempo fa che ogni cosa può essere dimostrata con un'equazione matematica. Nota bene, voglio dire tutto; dagli unicorni ai draghi sputafuoco... Niente di tutto questo è vero. Io ed i pochi che sanno la verità l'abbiamo utilizzata per cavalcare l'onda della celebrità», ha confessato in un'intervista un autorevole scienziato contemporaneo¹⁴⁴.

¹⁴⁴ Vale la pena citare l'intera intervista fatta dalla W.W.News al Fisico quantistico teorico Amit Goswami dell'Università dell'Oregon, in data 10 febbraio 2015: «THEORETICAL Quantum Physicist Dr. Amit Goswami admitted today that he, and his peers, have absolutely 'no fucking idea' what they're doing, and claims they were no nearer than prehistoric man to figuring out the Universe. "We have been just winging it to tell you the truth," explained the 78-year-old in an exclusive interview with WWN. "Seriously, I haven't a clue what's going on. Either does anyone else in my field. We keep proving stuff that never actually happened". "Our cover is blown, what can I say? He added. Dr. Goswami's comments came after yet another alleged breakthrough in quantum mechanics which claims the universe has existed forever, as opposed to being created by a 'big bang'. "Over the years there have been just a handful of us pretending to know something about the universe that no one else does," he went on. "But this is all lies to feed the charade. I've had some great times during the years; travelling the world, and giving talks on our pretend finds". When asked how he got away with it for so long, he replied: "I found out a long time ago that everything can be proven with a mathematical equation. Now, I mean everything; from unicorns, fire-breathing dragons, God and even the G-spot. None of it is true. Me and the handful that know the truth have been riding the Quantum Physicist celebrity wave for quite some time now, but it must end – before someone gets hurt". The University of Oregon professor warned that the European Organisation for Nuclear Research, known as CERN, could potentially wipe out the entire planet if the project is not put to a halt. "Seriously, when myself, Higgs and Ben (Benjamin Lockspeiser CERN's first president) first pitched the idea, we never thought it would get funding. It was gonna cost billions for Christ's sake," he recalled. "Fuck knows what the thing does – no one does. Firing particles at each other at the speed of light can't end well. I'm just worried now we took the joke too far". Ending the interview, professor Goswami apologised for "spoofing" everybody over the years. "I'm coming near the end of my days now and I just want to get this off my chest," he said. "I just hope the world can forgive us"».

Come diagnosticò nel lontano '47 il grande genio e matematico von Neumann, inventore della struttura del computer moderno: «Quando una disciplina matematica si allontana di molto dalla sua fonte empirica o, il che è ancora peggio, se per due o tre generazioni viene ispirata solo indirettamente dalla “realtà”, essa corre pericoli estremamente gravi. Diventa sempre più un'attività puramente estetica, sempre più *l'art pour l'art*... , esiste il pericolo che la disciplina si sviluppi lungo la linea che offre minor resistenza; è possibile che la corrente così lontana dalla sua fonte, si separi in una moltitudine di diramazioni insignificanti e quella disciplina diventi una massa disorganizzata di dettagli e nozioni complesse»¹⁴⁵.

Nel nostro tempo, tale profezia si è avverata. Lo scienziato contemporaneo è accecato dal formalismo, infetto da un'epidemia della matematica. Egli appare letteralmente “drogato” dalla *libertà cantoriana*¹⁴⁶ della regina delle scienze. Dimentico dell'invito alla cautela espresso dal padre stesso della Relatività, si stordisce ripetutamente con formalismi esotici. Eppure lo stesso Einstein aveva più volte cercato «di impedire che l'apparato matematico (per il quale aveva alta considerazione, particolarmente quando lo usò per formulare la teoria della relatività generale) [arrivasse a oscurare] il contesto fisico. Il senso fisico era per lui qualcosa di veramente fondamentale; credeva che un atteggiamento di questo tipo dovesse essere adottato da ogni fisico, e per questo motivo lodava questa

¹⁴⁵ Cit. in F. SELLERI, *Fisica senza dogma*, Bari 1989, pp. 59-60. Il grande Ettore Majorana era già del tutto consapevole di questo stato di cose al suo tempo: «C'è nella filosofia della scienza d'oggi quasi un'immensa diffidenza della natura. Forse, direbbe Federico Nietzsche, un nuovo spirito apollineo che ha paura della verità naturale, e vuole costruire qualcosa di puro, di razionale, di immateriale, per cui il rigore logico, la dimostrazione matematica, il calcolo sublime darebbero la misura del vero. In questo modo si riduce il problema della scienza a mera costruzione ipotetico-deduttiva, la quale conduce a conclusioni necessarie e forzose sulla base di asserzioni ipotetiche ritenute sicure e incontestabili» (cit. in U. BARTOCCI, *La scomparsa di Ettore Majorana: un'affare di stato?*, Bologna 1999, p. 88).

¹⁴⁶ Cfr. *Neopitagorismo e Relatività*, del presente autore, op. cit.

capacità nei suoi colleghi ogni volta che ne trovava uno che ne fosse dotato. Per esempio egli scrisse al rinomato fisico Paul Ehrenfest, suo amico personale: “Tu sei uno dei pochi teorici che non sono stati privati della loro intelligenza naturale dall’epidemia di matematica”¹⁴⁷. Insiste Kostro: «Einstein voleva solo far capire che persino quando dei bravi specialisti manovrano con facilità le formula matematiche, creando spesso l’illusione di una loro profonda comprensione dei contenuti fisici, ciò può invece non essere vero. Può infatti accadere che una persona sia in grado di padroneggiare in modo eccellente il formalismo matematico di una data teoria senza comprenderne il significato fisico profondo»¹⁴⁸.

«Privati della loro intelligenza naturale»: sono le parole di Einstein rivolte alle menti matematiche sature di formalismo. Non esisterà forse anche con il linguaggio della matematica quel processo ben

¹⁴⁷ L. KOSTRO, op. cit. , pp. 20-21.

¹⁴⁸ Ivi, p. 22. A conferma di ciò ci sembra gravida di significato la riflessione di Evandro Agazzi riguardo la pericolosità del tentativo contemporaneo di eliminare l’analisi filosofica da ogni campo della conoscenza scientifica, per arrivare ad un riduzionismo matematico di stampo hilbertiano: «La fecondità della trattazione matematica dipende strettamente dall’esattezza e dalla pertinenza dell’analisi filosofica preliminare, senza la quale essa può addirittura ingarbugliare le questioni e condurre fuori strada. Nulla di strano in tutto questo: accade così per la trattazione matematica di un qualunque problema che non sia matematico per sua natura, nel tradurlo matematicamente si celano molti più rischi di errore che nella successiva trattazione matematica, come ciascuno di noi sa fin dall’esperienza della scuola elementare. La logica non fa eccezione a questa regola e si possono citare esempi famosi di cantonate prese da studiosi illustri nel matematizzare questioni e teorie logiche, pur disponendo di tutti gli strumenti matematici (ossia logico-matematici) adatti. Si pensi al pieno fraintendimento della sillogistica aristotelica contenuto nel modo con cui Whitehead e Russell la tradussero nei Principia Mathematica, incolpandola di errori che essa non contiene. Questi furono chiariti nella ben più adeguata simbolizzazione che ne diede Lukasiewicz, non già perché disponesse di un calcolo migliore, ma perché era stato capace di una più esatta comprensione delle questioni logiche trattate da quella sillogistica e aveva così potuto tradurle matematicamente in modo corretto» (E. AGAZZI, *Ragioni e limiti del formalismo. Saggi di filosofia della logica e della matematica*, Milano 2012, p. 141).

conosciuto in linguistica denominato *ipotesi di Sapir-Whorf* (o *Sapir-Whorf Hypothesis*, in sigla SWH¹⁴⁹), altresì conosciuto come *ipotesi della relatività linguistica*? La SWH afferma che lo sviluppo cognitivo di ciascun essere umano è influenzato dalla lingua che parla. Nella sua forma più estrema, questa ipotesi diventa un assioma per il quale la lingua ha effetti di controllo sul pensiero e ammette che il modo di esprimersi determini il modo di pensare. Si spiegherebbe in questo modo il motivo, fino ad oggi sconosciuto, del perché è così difficile l'integrazione delle «due culture» in un'unica mente, cioè della cultura scientifica e di quella umanistica, per citare Charles Snow, chimico per educazione e romanziere per vocazione¹⁵⁰. Le menti scientifico-matematico-ingegneristiche, a questo punto, sarebbero destinate – tranne rare eccezioni – a non essere interessate ad approfondire argomentazioni di carattere filosofico, e viceversa. Se le cose stavano in un rapporto diverso prima del Novecento, ciò sarebbe da imputare a una matematica dell'epoca meno formalizzata e non hilbertiana, ed a una contaminazione estremamente minore con il curriculum di studi fisici e ingegneristici.

Tutto questo ha dei collegamenti importanti con le centrate ponderazioni dell'amico Ludwik Kostro. C'è da sottolineare che quasi sempre il «significato fisico profondo» è legato a una “costellazione filosofica”, una base concettuale di tipo filosofico. Ed è quello che manca, ad esempio, alle elucubrazioni dei fisici sulle onde gravitazionali. Ci limiteremo qui solo ad un paio di esempi, ma ciò sarà sufficiente ad avvalorare quanto asserito fino adesso. Andiamo per punti.

[a] – *L'errore di Galileo*. Si tratta dell'errore più comune commesso quasi quotidianamente dalla comunità scientifica. Esso viene a volte denominato “l'errore di Galileo”, etichetta attribuita da Owen Gingerich, professore emerito di astronomia e storia della scienza

¹⁴⁹ Cfr. L. WHORF, *Linguaggio pensiero e realtà*, op. cit.

¹⁵⁰ C.P. SNOW, *Le due culture*, Venezia 2005.

all'università di Harvard¹⁵¹. Andiamo per gradi. Cosa hanno in comune le affermazioni seguenti?: 1) se piove allora ci sono nuvole in cielo; 2) se il sistema planetario è eliocentrico allora Venere presenterà delle fasi come la Luna; 3) se le masse curvano lo spazio circostante come vorrebbe la teoria della relatività generale allora la luce delle stelle dietro il nostro sole deve curvare anch'essa e la spedizione capitanata da Eddington deve poter registrare ciò; 4) se la relatività generale di Einstein è corretta allora deve essere possibile rivelare con apparecchiature particolari l'esistenza di onde gravitazionali; 5) se la relatività speciale è esatta allora dobbiamo rilevare la cosiddetta dilatazione del tempo, in particolare gli orologi (o qualunque evento ciclico come le oscillazioni atomiche) devono rallentare con la velocità.

Le cinque affermazioni ipotetiche hanno tutte la forma del “se... allora...” e vengono denominati negli studi di *logica* come *sillogismi ipotetici*. Questi erano già conosciuti da Aristotele, anche se su questo particolare aspetto non fece mai uno studio approfondito, mentre furono investigati minuziosamente dagli Stoici e dai logici medievali. Aristotele non li trattò sistematicamente perché non rispondevano al suo criterio di verità (semantico e non formale). Ad esempio, l'affermazione numero 4 è corretta solo formalmente, ma non implica alcuna verità basilare. Se la relatività generale è corretta non è detto che debbano esistere le cosiddette onde gravitazionali: esse appaiono nella teoria per *accidens* – direbbe Aristotele – e non aderiscono a una *condicio sine qua non* sostanziale. Tant'è vero che Einstein tra il 1936 e il '37 cambiò idea sulla sua teoria. In un lavoro congiunto con Nathan Rosen, Einstein «credette... di aver mostrato che le equazioni di campo relativistiche rigorose non prevedono l'esistenza di onde gravitazionali»¹⁵². Il manoscritto (ricorretto) fu posto in forma definitiva e spedito alla rivista scientifica specialistica “Physical

¹⁵¹ O. GINGERICH, *L'affare Galileo*, «Le Scienze», 170, 1982.

¹⁵² A. PAIS, «Sottile è il Signore...». La scienza e la vita di Albert Einstein, op. cit., p. 524.

Review” con il titolo *Do Gravitational Waves Exist?*¹⁵³. Sappiamo per certo che all’epoca Einstein aveva cambiato radicalmente idea sull’esistenza delle onde gravitazionali: era arrivato a un ripensamento, a un «non esistono» deciso, come appare da una lettera scritta a Max Born nel ’36:

Insieme con un giovane collaboratore sono giunto all’interessante risultato che non esistono onde gravitazionali, nonostante che la loro esistenza apparisse certa in prima approssimazione. Ciò dimostra che le equazioni di campo non lineari della relatività generale ci dicono di più – ossia stabiliscono più vincoli – di quanto non si pensasse finora¹⁵⁴.

Inversione di marcia presa non solo da Einstein, quindi, ma anche da altri illustri scienziati e collaboratori, come Rosen, Infeld, Eddington...¹⁵⁵. E questo in barba allo slogan dei nostri giorni: «Einstein aveva ragione!»

Ma torniamo all’*errore di Galileo*. Gingerich nella sua profonda ricerca storica arrivò a scoprire che Galileo aveva fatto il seguente errore nel ragionamento usato a conferma della natura eliocentrica del sistema planetario: 1) se il sistema planetario è eliocentrico Venere presenta le fasi; 2) Venere presenta le fasi; 3) perciò il sistema planetario è eliocentrico. Si tratta di una fallacia ben conosciuta nella logica medievale, denominata *affermazione del conseguente*. La struttura sillogistica di questo ragionamento in logica matematica è la seguente:

¹⁵³ «Although the original version of the paper no longer exists, Einstein’s answer to the title question, to judge from his letter to Born, was “No.” It is remarkable that at this stage in his career Einstein was prepared to believe that gravitational waves did not exist, but he also managed to convince his new assistant, Leopold Infeld, who replaced Rosen in 1936, that his argument was valid» (D. KENNEFICK, *Einstein versus the Physical Review*, «Physics Today», 58, 2005, p. 43).

¹⁵⁴ A. EINSTEIN, *Lettera a Max Born*, 1936, in A. EINSTEIN – M. BORN, *Einstein – Born : Scienza e vita. Lettere 1916-1955*, Torino 1973, p. 149.

¹⁵⁵ Eddington «era convinto che le onde fossero fasulle e si propagassero “con la velocità del pensiero”» (A. PAIS, op. cit., p. 302).

[se p allora q], \rightarrow [q quindi p] : niente di più errato! Ma è un fatto che ci cadano tutti, scienziati compresi. L'inferenza giusta, chiamata in termini medioevali *Modus tollens*, è invece: [se p allora q], \rightarrow ['non q' quindi 'non p']. Esiste una serie di esperimenti ormai classici ideati dallo psicologo inglese Peter Wason che dimostrano come *l'errore di Galileo* sia comunissimo nelle inferenze di persone di ogni tipo e cultura¹⁵⁶.

La fallacia di Galileo se applicata ai 5 sillogismi citati porta alle seguenti conclusioni erranee: 1) ci sono nuvole in cielo, allora piove; 2) Venere presenta delle fasi come la Luna, allora il sistema planetario è eliocentrico; 3) la spedizione capitanata da Eddington ha osservato che la luce delle stelle dietro il nostro sole si incurva, dunque le masse curvano lo spazio circostante dimostrando la fondatezza della teoria della relatività generale; 4) delle apparecchiature particolari hanno rivelato l'esistenza di onde gravitazionali, dunque «Einstein aveva ragione»; 5) il rallentamento degli orologi è stato riscontrato (in verità il calo di frequenza delle oscillazioni atomiche), dunque la cosiddetta dilatazione del tempo è stata appurata, e quindi la relatività speciale è verificata.

Come si vede, sono frasi che scorgiamo sui giornali e che sentiamo dagli stessi scienziati. Nonostante siano passati 4 secoli, le fallacie logiche di oggi sono identiche a quelle perpetrate da Galileo. L'aver verificato l'esistenza delle onde gravitazionali (delle curve di interferenza nella realtà), ad esempio, non è una prova a sostegno della teoria di Einstein. Dal contingente non può essere inferito il necessario. In una implicazione logica, dal *conseguente* non è possibile inferire o derivare alcunché inerente al piano dell'*antecedente*, se non che se è negato il primo è negato pure il secondo (questo però, a rigore, solo all'interno della logica, ma non necessariamente all'interno della fisica). Decine di teorie potenziali alternative a quella di Einstein

¹⁵⁶ Cfr. R.V. MACRÌ, *La «funziolatria» epistemologica e l'esperimento di Wason*, «Vertigo Fil Rouge», anno 3, 7, 2011, pp. 82 sgg.; e anche H. GARDNER, *La nuova scienza della mente*, Firenze 1988.

possono ammettere l'esistenza delle onde gravitazionali, mentre verificando l'esistenza di queste ultime non si arriva a decidere quale sia la teoria corretta. Ma c'è di più. L'ipotetica esistenza delle onde gravitazionali sarebbe una prova a sfavore delle due Relatività di Einstein, come vedremo al prossimo punto.

[b] – *La bacchettata di Poincaré*. Jules Henri Poincaré può essere definito non solo come maestro di Einstein a tutti gli effetti¹⁵⁷, ma

¹⁵⁷ «No Poincaré? No Einstein!» potrebbe essere uno slogan dei nostri giorni. Nel senso che se non fosse mai esistito il primo, il secondo non avrebbe mai dato alla luce la sua relatività. Nelle “Repliche” agli autori, che concludono il famoso volume ideato da P. A. Schilpp in onore ad Einstein, apparso nel 1949, *Albert Einstein filosofo-scienziato*, Einstein si trova a dover rispondere a delle incalzanti osservazioni epistemologiche formulate da Reichenbach (uno dei più grandi filosofi ed epistemologi dell'epoca, amico e collaboratore di Einstein, nonché propagatore irriducibile delle idee einsteiniane) sul pensiero di Poincaré. Nella sua replica Einstein sembra precipitarsi con piacere a rispondere all'invito: «Qui trovo il bel lavoro di Reichenbach che, per la precisione delle deduzioni e per l'acutezza delle tesi proposte, m'invita irresistibilmente a un breve commento». Einstein comincia immaginando un dialogo fra Poincaré e Reichenbach, ma abbandona subito la finzione perché non «lo permette» il suo «rispetto [...] per le superiori qualità di Poincaré come pensatore e come scrittore» (A. EINSTEIN, *Replica alle osservazioni dei vari autori*, in P.A. SCHILPP (a cura di), *Albert Einstein, scienziato e filosofo*, op. cit., pp. 621-2; o, anche, A. EINSTEIN, *Autobiografia scientifica*, op. cit., pp. 219-220). Per quel che riguarda l'importanza che la figura di Poincaré ha avuto nei confronti di Einstein, Marco Mamone Capria nel suo lodevole lavoro sottolinea: «ed è non meno noto che fra le letture più importanti nella sua formazione di fisico furono quelle di Henri Poincaré e di Ernst Mach, ambedue scienziati-filosofi, e che da questi autori egli trasse ispirazione per costruire le due teorie fisiche per cui è oggi famoso» (M. MAMONE CAPRIA, *La crisi delle concezioni ordinarie di spazio e di tempo: la teoria della relatività*, op. cit., p. 373). Si veda la lunga nota sul rapporto Einstein – Poincaré in R.V. MACRÌ, *Cent'anni di relatività. Un punto di vista filosofico*, «Sapienza», LIX, 4, 2006, pp. 396-8, n. 61. Pure interessanti sono le osservazioni di un illustre sociologo della scienza, in un volume degno della massima attenzione: L.S. FEUER, *Einstein e la sua generazione. Nascita e sviluppo di teorie scientifiche*, op. cit., pp. 98, 122-126; e quelle di C.J. BJERKNES, *Albert Einstein: the incorregible plagiarist*, Illinois 2002, pp. 155 sgg.. Cfr., infine, D. GILLIES - G. GIORELLO, *La filosofia della scienza nel XX secolo*, Roma-Bari 2006, pp. 82-3 e 396;

come uno dei cervelli massimi di ogni tempo. C'è chi l'ha denominato «il cervello vivente delle scienze razionali»¹⁵⁸. L'«elezione di Poincaré quale membro di tutte le società scientifiche internazionali, dimostrano l'estensione delle sue capacità. Lo si può considerare come l'ultimo dei grandi scienziati universali»¹⁵⁹. I suoi capolavori più celebri, cioè le pagine che hanno nutrito la mente di Einstein fin dalla sua giovinezza, hanno sempre “dato spazio al concetto di spazio”, ai concetti di *relatività dello spazio e del tempo*. *La Science et l'Hypothèse* (1902), *La valeur de la Science*, (1905), *Science et Méthode* (1908), *Dernières pensées* (1913), tradotti in tutte le lingue che ricoprono importanza scientifica, rappresentano, ancor oggi, dei classici e dei modelli insuperabili. Einstein aderì come un'edera all'albero della genialità di Poincaré. E non poté ignorare la sua voce sullo spazio: «Gli esperimenti non ci fanno conoscere che i rapporti dei corpi fra loro. Nessuno di essi ci porta, né ci può portare, a conoscere i rapporti dei corpi con lo spazio, o i rapporti reciproci delle diverse parti dello spazio»¹⁶⁰. Cosa significa ciò? Semplicemente che – verità banale per chiunque abbia una minima capacità filosofica – lo spazio non può essere sottoposto ad esperimenti. E... naturalmente... *neanche lo spaziotempo di Einstein!* Domandiamoci: com'è possibile immaginare un'onda gravitazionale fatta di spaziotempo che riesca a innescare una fenomenologia emergente dalla perturbazione di un apparato materiale come un interferometro *collocato nello stesso spazio*? È chiaro che gli stiramenti e le contrazioni dell'onda si trasferiranno inalterate in tutti i corpi materiali e su qualunque entità fisica collocata nello spazio, come le onde luminose, gli specchi dell'interferometro, i tunnel e ogni singola particella. Lo spazio stesso si accorcerà e si

e U. BOTTAZZINI, *Poincaré, Einstein e il principio di relatività*, in «Nuova Civiltà delle Macchine», XXIV, 4, 2006.

¹⁵⁸ U. BOTTAZZINI, *Poincaré: il cervello delle scienze razionali*, Milano 1999, p.1.

¹⁵⁹ J. VUILLEMIN, *Prefazione e biografia*, in J.H. POINCARÉ, *La scienza e l'ipotesi*, Bari 1989, p. 17.

¹⁶⁰ J.H. POINCARÉ, *La scienza e l'ipotesi*, op. cit., p. 97.

allungherà all'interno dello strumento: l'azione totale in termini di frange d'interferenza nell'ottica terminale sarà uguale a zero. «Le conseguenze di un mutamento del genere – scrive Hans Reichenbach – sono, secondo le condizioni stabilite, *inosservabili*, e quindi *manca ogni possibilità* di attingere indizi che lo confermino o no»¹⁶¹. Si tratta di una conclusione banale, per niente esoterica. Ma diamo ancora voce all'autorità per eccellenza:

Si è spesso osservato che, se tutti i corpi dell'Universo si dilatassero simultaneamente e in ugual proporzione, non avremmo alcun mezzo per accorgercene, in quanto anche tutti i nostri strumenti di misura subirebbero un ingrandimento relativo analogo a quello degli stessi oggetti da misurare. Dopo la dilatazione il mondo procederebbe allo stesso modo senza alcuna prova tangibile che un evento così importante si sia verificato.

In altri termini, due mondi simili tra loro (intendendo la parola similitudine nel senso del 3° libro di geometria) sarebbero assolutamente indistinguibili. Inoltre, non soltanto saranno indistinguibili mondi uguali o simili, per i quali cioè sia possibile passare dall'uno all'altro cambiando gli assi delle coordinate o la scala a cui sono riferite le lunghezze, ma saranno ancora indistinguibili mondi per i quali sia possibile passare dall'uno all'altro per mezzo di una qualunque «trasformazione puntuale». Mi spiego. Supponiamo che ad ogni punto dell'uno corrisponde uno e un solo punto dell'altro, e viceversa; inoltre che le coordinate di un punto siano funzioni continue, *peraltro del tutto arbitrarie*, delle coordinate del punto corrispondente. Supponiamo infine che la corrispondenza realizzata all'istante iniziale si conservi indefinitamente. Non avremo alcun mezzo per distinguere i due mondi l'uno dall'altro. Quando si parla della *relatività dello spazio* non la si intende abitualmente in

¹⁶¹ H. REICHENBACH, *La nascita della filosofia scientifica*, Bologna 1972, p. 132, corsivo aggiunto.

un senso così ampio, anche se è questo il modo giusto di intenderla¹⁶².

Ebbene, ciò che accadrebbe realmente in una situazione dove degli interferometri fossero investiti da un'onda gravitazionale fatta di spaziotempo, sarebbe una variazione di tutta la metrica dello spazio intorno ai dispositivi, compresa la "stoffa" di ogni singolo oggetto materiale e/o ondulatorio. Si tratterebbe di una deformazione spaziale integrale, omnicomprensiva e non esclusivamente materiale, come viene attribuita dai fisici contemporanei. Variazione non *nello spazio*, ma *con lo spazio*. Una «trasformazione puntuale» – direbbe Poincaré – che non permette alcuna indagine e nessuna fenomenologia emergente. La distanza tra i due specchi dell'interferometro in effetti si accorcerebbe e si allungherebbe alternativamente, così come vorrebbero i fisici, ma ciò non potrebbe essere sfruttato per portare a galla i prodotti di interferenza aspettati: anche lo spazio subirebbe le stesse deformazioni, compresa la lunghezza d'onda della luce navigante in esso.

Dunque si tratta di un esperimento che se confermato demolirebbe lo spaziotempo di Einstein. Crollerebbe l'intera teoria, a meno che... non entri in scena l'etere! Certo, con la dinamica dell'etere – e non dello spazio – si arriverebbe ad una spiegazione convincente della fenomenologia, qualora accertata. E non solo delle onde gravitazionali. Ad esempio, prendendo in prestito la teoria del già citato Marco Todeschini (ma possiamo immaginare più di una variante, da Lord Kelvin in avanti), la cosiddetta *dilatazione del tempo* altro non sarebbe che un rallentamento di tutti gli stati ciclico-periodici degli atomi e dei nuclei data dall'interazione di questi con la densità dell'etere durante la loro corsa in relazione a quest'ultimo. Quindi, *non il tempo si dilata*, ma *il periodo* di ogni evento rotazionale. Andando avanti in questo modo potremmo spiegare facilmente gli effetti relativistici del cosiddetto potenziale gravitazionale, senza

¹⁶² J.H. POINCARÉ, *Il valore della scienza*, Bari 1992, pp. 59-60.

scomodare le astruse geometrie non-euclidee e le contorsioni dello spaziotempo einsteiniano. Un “orologio” – cioè un atomo, una particella o qualunque evento rotazionale – non rallenta per effetto della deformazione spaziotemporale presente in prossimità delle masse, ma semplicemente perché l’etere roteante intorno ad esse gli si impatta contro. Si tratta di un effetto identico dato da due cause simmetriche e reciproche: il periodo ciclico di una particella dotata di spin può aumentare o perché essa è in moto rispetto all’etere, o equivalentemente perché investita da una corrente d’etere. Ambedue le dinamiche portano alla medesima fenomenologia dell’apparente stiramento del tempo, perché, in fondo, la causa è la stessa: il moto relativo tra particelle ed etere. In questo modo tutta una fenomenologia che sembrava in apparenza appartenere alle categorie ontologicamente primarie dello spazio e del tempo, relativizzandole, diviene esplicitamente lampante come solo il terzo livello delle teorie fisiche sa fare. Invece di *due teorie della relatività* ne basta una di livello 3 per spiegare i fenomeni¹⁶³.

¹⁶³ Simili spiegazioni alternative dei fenomeni relativistici possono essere portate avanti esaustivamente. Ad esempio, con un modello eterico del tipo immaginato da Riemann è altrettanto immediata la spiegazione dell’allungamento del periodo di rotazione (l’einsteiniana dilatazione del tempo) in un campo gravitazionale, essendo la densità e la velocità eterica proporzionale al potenziale, nella direzione e verso del campo. Questo spiegherebbe tra le tante cose anche gli ultimi esperimenti interferometrici *à la* Michelson con responso positivo: se Michelson e Morley avessero direzionato il loro interferometro su un piano perpendicolare a quello usato avrebbero avuto lo shock di vedere lo spostamento tanto agognato delle frange d’interferenza! In questo modo ogni predizione della Relatività può essere riconquistata dalla fisica classica, con il recupero della causalità e della geometria euclidea prima perdute (Cfr. R.V. MACRÌ (a cura di), *Asimmetrie antirelativistiche*, op. cit.). Scrive Poincaré su questo punto: «O supponiamo che questa materia volgare è formata da atomi i cui movimenti interni ci sfuggono, ed il cui solo spostamento d’insieme resta accessibile ai nostri sensi, oppure immaginiamo l’esistenza di qualcuno di quei fluidi sottili che, sotto il nome di etere, o sotto altri nomi, hanno svolto da sempre un ruolo così importante nelle teorie fisiche. A volte ci si spinge più in là, e si considera l’etere come la sola materia originaria o anche come la sola materia reale. I più moderni considerano la materia volgare come etere

Ma possiamo andare ancora più avanti e chiederci a questo punto cosa sia mai l'etere, se non un *superfluido*¹⁶⁴. Ebbene, due valenti ricercatori

condensato, fatto, questo, che non ha nulla di sconcertante. Ma altri ne riducono ancora l'importanza, e non vi vedono più che il luogo geometrico delle singolarità dell'etere. Per Lord Kelvin, ad esempio, ciò che chiamiamo materia non è che il luogo dei punti in cui l'etere è animato da movimenti vorticosi. Per Riemann è il luogo dei punti in cui l'etere è costantemente distrutto. Per altri autori più moderni, Wiechert o Larmor, è il luogo dei punti in cui l'etere subisce una sorta di torsione di natura particolarissima» (J.H. POINCARÉ, *La scienza e l'ipotesi*, op. cit., p. 173). Per un approfondimento sulle spiegazioni alternative alla Relatività, cioè sulla reale possibilità di fare a meno di quest'ultima, si rimanda al testo in preparazione del presente autore, *Einstein a testa in giù*.

¹⁶⁴ Il presente autore porta avanti l'ipotesi di un *medium superfluido* dal lontano 1979, cioè da quando si imbatté nella concezione fluidodinamica dell'Universo di Marco Todeschini.

Questi si presentò davanti alla mia mente come un novello *Morpheus* con la sua pillola rossa, riuscendo a rompere il collare di *Matrix* per un attimo lungo un'eternità, per usare la metafora del capolavoro fantascientifico del 1999 scritto e diretto dai fratelli Wachowski. Il dubbio si impossessò di me in modo lento e inesorabile e, goccia dopo goccia, lungo lustri di ricerche e combattimenti – proprio come la scena del *risveglio* di Neo dalla condizione di larva nel film appena citato – potei “risvegliarmi” dal *sonno dogmatico* di kantiana memoria, cioè dal condizionamento subito dal pensiero scientifico imposto dall'*establishment* della nostra epoca, dalla *Weltanschauung* dominante che ci si trova a «succhiare con il latte materno» – per citare un'espressione di Einstein – già dal primo stadio piagetiano, quello *sensorimotorio*. Il recupero della piena consapevolezza di aver respirato fino allora all'interno di un quadro concettuale intelaiato intorno alla classe delle teorie di “tipo 1 e 2” mi portò a considerarne l'elevata differenza a livello esplicativo. L'impatto con la visione fluidodinamica del Todeschini fu per questo sconvolgente: entrai per la prima volta nello scenario del “tipo 3”, una visione così dettagliata del retroscena che mi sembrò di essere all'interno della Géode di Parigi – il cinema più grande del mondo con una visione di 180 gradi e uno schermo di 1000 metri quadri – in confronto ad un miserabile schermo da pc a bassa risoluzione. Il valore intrinseco dell'opera di Todeschini è, anche per questo, irriducibile, proprio per il suo livello esplicativo superiore e per la sintesi unitaria che riesce a recuperare, al di là del reale funzionamento dei singoli meccanismi eterici o delle singole formule ricavate. La critica potenziale ai singoli pezzi della sua opera, per quanto arguta e argomentata possa essere, non potrà cancellarne i meriti d'insieme e di sintesi emergente. Una *sintesi cosmica* di questo tipo, la più grande

italiani, Stefano Liberati e Luca Maccione, professore della Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA) di Trieste il primo e ricercatore dell'Università Ludwig Maximilian di Monaco il secondo, hanno ultimamente avanzato l'idea di trattare lo spaziotempo einsteiniano come un fluido, precisamente come un superfluido¹⁶⁵. In questo inedito quadro di riferimento teorico, «la Relatività Generale sarebbe l'analogo dell'idrodinamica per i liquidi». «La conclusione dei due ricercatori è che lo spazio-tempo si comporta in realtà come un superfluido, a viscosità bassissima»¹⁶⁶. Un'ulteriore

mai concepita dall'umanità di ogni tempo, possiede un surplus di significato che non può essere estinto opponendosi alla sua vulnerabilità potenziale. Al contrario, può essere continuamente arricchita e perfezionata da nuove scoperte e nuovi concetti, come quello di *superfluido*. Molti fenomeni, come l'inerzia dei corpi, l'aumento della massa con la velocità, il fenomeno della cosiddetta *dilatazione del tempo* (allungamento del periodo), e tanti altri anche non contemplati dalle teorie di Einstein, vengono risolti all'istante con l'ipotesi di un superfluido eterico. Ernst Mach ebbe un'intuizione simile: «Il mezzo, dunque, eserciterebbe la stessa funzione dello spazio assoluto newtoniano. Si può obiettare che questa è un'idea ben diversa da quella di Newton... Dovremmo allora immaginare che quasi tutto lo spazio sia riempito da un mezzo, sulla cui natura e sulla cui relazione con i corpi in esso immersi non possediamo conoscenze sufficienti. Tuttavia la cosa in sé non è impossibile. Recenti studi d'idrodinamica hanno mostrato infatti che un corpo solido, immerso in un fluido senza attrito, trova resistenza solo *se la sua velocità cambia*. Questo fenomeno può essere dedotto per via teorica dal concetto di inerzia, ma lo si potrebbe invece considerare come il fatto primario. Anche se la rappresentazione di un ipotetico mezzo non avesse per ora alcuna utilità pratica, si potrebbe sempre sperare che col tempo aumentino le nostre conoscenze sperimentali su di esso. In questo caso l'idea di un mezzo quale sistema di riferimento potrebbe avere un valore scientifico maggiore che non quella dello spazio assoluto, che tante difficoltà porta con sé. (E. MACH, *La meccanica nel suo sviluppo storico-critico*, Torino 1977, p. 248).

¹⁶⁵ S. LIBERATI – L. MACCIONE, *Astrophysical Constraints on Planck Scale Dissipative Phenomena*, «Phys. Rev. Lett.», 112, 151301, 2014.

¹⁶⁶ E. RICCI, *Un superfluido spazio-temporale*, «Le Scienze», 550, 2014, p. 27. «Nonetheless, the very tight constraints here obtained are already providing the very important information that any viable emergent spacetime scenario should provide

conferma, se ce ne fosse bisogno, di come il concetto di *medium eterico* sia ineliminabile dalla fisica: se lo si fa uscire dalla porta esso rientra dalla finestra. Scrive un noto fisico dei nostri giorni: «I fisici insegnano abitualmente che i costituenti della natura sono particelle discrete come l'elettrone o i quark. È una bugia. I costituenti delle nostre teorie non sono le particelle, sono i campi: oggetti continui e fluidi distribuiti nello spazio. I campi elettrico e magnetico sono esempi familiari, ma c'è anche un campo dell'elettrone, i campi dei quark, un campo di Higgs e vari altri. Gli oggetti che chiamiamo particelle fondamentali non sono fondamentali. Sono increspature di campi continui»¹⁶⁷. La Relatività Generale di Einstein, dunque, nasconde uno scheletro nell'armadio: l'etere. Senza di esso, con uno spaziotempo vuoto e inerte, le cose non funzionano. La seconda teoria della relatività di Einstein ha bisogno di un etere sostanziale per poter funzionare. E questo Einstein lo sapeva bene. Peccato che questo stesso etere infranga la purezza e cristallinità della prima: proprio con la sua presenza, col suo porsi in essere, la Relatività Speciale non può più rimanere coerente¹⁶⁸.

a hydrodynamical description of the spacetime close to that of a superfluid» (S. LIBERATI – L. MACCIONE, op. cit.).

¹⁶⁷ D. TONG, *Il quanto non quantico*, «Le Scienze», 534, 2013, p. 43.

¹⁶⁸ Il presente autore ha fatto notare fin dal '99 che la seconda relatività non può essere apparentata con la prima: un processo questo contraddittorio, rendendo incoerente la stessa relatività nel suo “pacchetto” completo. Una delle due relatività deve cadere. Una, infatti, è “illusionista”, discendente dello *spazio vuoto*, mentre l'altra è “visionaria”, vive in uno *spazio pieno*. Una è figlia di Newton, l'altra è figlia di Cartesio. Il pieno dell'una disturba il vuoto dell'altra. Disturba e contraddice. L'etere non è semplicemente “superfluo” nella prima relatività, come aveva dichiarato inizialmente Einstein, esso è irrefutabilmente “incompatibile”, come è stato messo in evidenza da chi scrive (R.V. MACRÌ, *Asimmetrie antirelativistiche del campo*, in R.V. MACRÌ (a cura di), *Asimmetrie antirelativistiche*, op. cit.) e riecheggiato da più di un pensatore e fisico illustre, come il compianto Franco Selleri, docente di fisica teorica all'Università di Bari (vedi nota 220 in R.V. MACRÌ, *La realtà del tempo e la ragnatela di Einstein*, op. cit., p. 90). Selleri era entusiasta delle novità concettuali di *Asimmetrie* (cfr. R.V. MACRÌ (a cura di), *Asimmetrie*

E così siamo arrivati a questo grande dilemma: o distinguiamo le due relatività come due teorie indipendenti e opposte – così se dovesse cadere la prima potremmo tentare di salvare la seconda – o rimaniamo ancorati alla visione storica della seconda come ampliamento della prima, con la conseguenza che se cade la prima deve cadere pure la seconda. Nel primo caso, e ciò va rilevato con la massima enfasi possibile, la teoria non potrebbe più avvalersi delle costruzioni teoriche impiantate sulle (false) conquiste fatte dalla relatività speciale: la dilatazione del tempo, il futuro congelato, le contorsioni dello spaziotempo, i viaggi nel tempo, i cunicoli spaziotemporali, le congetture di Gödel, e così via... Si salverebbero in verità tutti i tentativi einsteiniani di “modellizzazione dell’etere”, ovvero i costrutti matematici della sua geometrizzazione. Ma anche all’interno di quest’ultima ipotesi, la teoria gravitazionale di Einstein non potrebbe abbandonarsi a sonni tranquilli.

antirelativistiche, op. cit., p. 9). La stessa realtà del campo è incompatibile con la prima relatività. Si cfr. ad esempio P.W. BRIDGMAN, *Le teorie di Einstein e il punto di vista operativo*, in P.A. SCHILPP (a cura di), *Albert Einstein, scienziato e filosofo*, op. cit., in particolare le pp. 298 e 301. Lasciamo alle considerazioni del lettore se la seconda relatività possa sopravvivere in uno scenario dove la prima rimane negata.

[XI] – Conclusioni: dallo spazio vuoto allo spazio pieno

Il viaggio attraverso l'etere negli ultimi secoli è una storia ricca e fittissima di ricerche, tentativi, immagini, speranze, costruzioni. Nessun altro concetto ha mai catturato così tanto e così a lungo l'attenzione dei fisici¹⁶⁹. E nessun altro concetto è mai stato così essenziale e primario per costruire la base della conoscenza fisica del mondo. In fondo, l'intera storia della fisica, a partire dall'*acqua di Taletè* per arrivare ai nostri giorni, potrebbe essere fotografata con la più essenziale delle immagini per l'umana mente: il pieno e il vuoto. Scrive il padre dell'etere contemporaneo – l'erede di Cartesio per eccellenza – in una delle pagine più memorabili della sua *Psicobiofisica*: «Lo spazio è vuoto o è pieno? Questa è la domanda che ha assillato da secoli i più grandi filosofi e scienziati. È inutile cercare di aggirarla, mascherarla od ignorarla; questa è la questione principale della fisica, la più importante da risolvere, poiché senza dare ad essa risposta chiara ed esauriente non è possibile spiegare l'Universo ed i suoi fenomeni [...] – C'è il pieno o c'è il vuoto? questo è il problema! – direbbe Amleto»¹⁷⁰. Dire che c'è il pieno significa ammettere l'esistenza di un *plenum* che riempia ogni spazio interplanetario e interstellare. Con le parole di Maxwell: «Per quante difficoltà possiamo incontrare nella formulazione di una valida teoria della struttura dell'etere, non vi può essere dubbio che gli spazi interplanetari e interstellari non sono vuoti, ma sono occupati da una sostanza o corpo materiale, che è certamente il corpo più esteso e probabilmente il più uniforme che si conosca»¹⁷¹.

¹⁶⁹ Per un approfondimento si rimanda al testo già citato di Whittaker, *A History of the Theories of Aether and Electricity*. Ulteriori ricerche si trovano nel più recente G.N. CANTOR – M.J.S. HODGE (a cura di), *Conceptions of ether: Studies in the History of Ether Theories 1740-1900*, Cambridge 1981.

¹⁷⁰ M. TODESCHINI, *Psicobiofisica*, op. cit., p. 30.

¹⁷¹ J.C. MAXWELL, 1873, On Action at a Distance, in *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell* [1890], New York, Dover, 1965, p. 323.

Dunque, parafrasando il celebre monologo di Shakespeare dal suo *Amleto*, tra i versi più noti della letteratura di tutti i tempi: «Etere o non etere, questo è il dilemma». «Lo spazio è vuoto o è pieno?» Non può esserci dubbio che questa sia la domanda centrale. La profonda ricerca storica del Todeschini lo guidò a far emergere la caratteristica più fondamentale e velata all'interno del pensiero scientifico-filosofico che attraversa i millenni. Egli portò alla luce una linea di confine epistemica fondamentale: la collettività dei grandi nomi della fisica durante i secoli è ripartibile in due grandi blocchi cardinali. Due schiere di scienziati che egli denominò con i termini «Geni Illusionisti e Geni Visionari»¹⁷². La via dei «Geni Visionari» è il sentiero di coloro che «spiegano tutto e non calcolano nulla», per citare ancora una volta René Thom. L'altra via, quella dei «Geni Illusionisti», è lo schema usato da coloro che «calcolano tutto e non spiegano nulla»¹⁷³, la via della *formula*, della *legge*, dell'*unificazione formale*. Vale la pena ripercorrere una delle più belle pagine dell'opera dello scienziato bergamasco:

È vero che con ciò noi potremmo fare la figura dei «visionari» che immaginano cose non esistenti, ma è anche vero che noi a tale accusa potremmo sempre obiettare che se l'etere non si vede ben si vedono i movimenti della materia che esso produce, e che se sinora non si è potuto stabilire che essi sono dovuti al movimento dell'etere, domani con più acute indagini ciò potrebbe essere provato. Ci conforterebbe in questa nostra convinzione il sapere che alla schiera dei «visionari» fu caposcuola Anassagora, seguito da Platone col suo spazio pieno, da Aristotele coll'etere, da Cartesio con i suoi vortici eterei astronomici, da Faraday e l'Hertz con le onde elettromagnetiche, da lord Kelvin con i suoi vortici

¹⁷² M. TODESCHINI, *La teoria delle apparenze*, op. cit., pp. 11 sgg.

¹⁷³ «Descartes, con i suoi vortici e i suoi atomi uncinati, spiegava tutto e non calcolava nulla; Newton con la legge di gravitazione in $1/r^2$ calcolava tutto e non spiegava nulla» (René Thom, fr. cit.).

atomici, da Fresnel con le sue onde luminose. Potremo quindi dire che anche sostenendo questa tesi con noi vi è una schiera di formidabili cervelli che non possono aver sbagliato¹⁷⁴.

La schiera dei «Geni Illusionisti», spiega Todeschini, nonostante segua una «epistemologia della rassegnazione», usando i termini di Selleri, cioè un percorso di forzata rinuncia e di resa, contiene al suo interno nomi altrettanto grandi:

Sostenendo che i corpi si muovono a distanza senza l'azione di mezzi interposti, noi verremmo a fare la figura di quegli illusionisti che sul palcoscenico vogliono far credere a simili magie, ma è anche vero che a tale accusa noi potremo sempre obiettare che se le forze che muovono quei corpi non si vedono con l'occhio, tuttavia si sentono col tatto e che oltre le formule matematiche che ci danno le relazioni tra queste forze ed il moto dei corpi, noi non vediamo che deduzioni arbitrarie. Ci conforterebbe in questa nostra convinzione il sapere che alla schiera degli illusionisti fu caposcuola il Newton, che fu il primo ad ammettere le forze agenti a distanza nello spazio vuoto; il sapere inoltre che a lui si è accordato il Weber sostenendo le azioni elettromagnetiche propagantesi a distanza nel vuoto, il Planck per giustificare l'energia variante a salti, il Michelson col suo celebre esperimento che ci ha confermato che l'etere non esiste, l'Einstein col suo spazio-tempo vuoto e distorto, il Bohr con il vuoto ammesso tra il nucleo e gli elettroni, l'Heisenberg con la sua meccanica quantistica senza etere, lo Schrödinger con le sue onde di probabilità di trovare energia nello spazio vuoto, e tutta la serie dei moderni fisici¹⁷⁵.

¹⁷⁴ M. TODESCHINI, *Psicobiofisica*, op. cit., p. 36.

¹⁷⁵ M. TODESCHINI, *Psicobiofisica*, op. cit., p. 35.

Ma qui la cosa paradossale è che ogni nome citato, lasciato libero di seguire le sue attese e il suo credo più intimo, avrebbe scommesso su un futuro realizzato da una scienza del pieno e non del vuoto. Non c'è un solo nome della lista dei «Geni Illusionisti» che non sia morto con la speranza che un giorno avrebbe prevalso la logica del pieno¹⁷⁶. Tranne rare eccezioni, tutti i grandi sostenitori del *vuoto* infatti, da Newton fino ai cervelli dei nostri giorni, possono essere definiti a livello socio-epistemologico come pensatori dalla “doppia personalità”: alla luce del sole, analogamente alla figura del dottor Jekyll di Stevenson, fanno intendere che non bisogna ammettere ipotesi che non siano positivisticamente sperimentabili e non abbiano un corrispondente formalismo matematico, mentre al chiaro di luna si sdoppiano come dei Mr. Hyde, assetati di fluidi cosmici, di *modelli intelligibili e decifrabili*. Isaac Newton, ad esempio, pur riconosciuto e celebrato come il «distuttore del sistema cartesiano»¹⁷⁷, come colui che eliminò l'ipotesi della “materia sottile” di Cartesio sostituendola col vuoto, «usava l'etere per spiegare la trasmissione delle interazioni gravitazionali e diversi fenomeni ottici. Newton costruì vari modelli e versioni dell'etere, di cui però non riusciva mai ad essere soddisfatto. L'idea dell'etere era sempre presente nella sua mente e nei suoi articoli, perché non poteva credere che le interazioni gravitazionali potessero

¹⁷⁶ Solo per fare un piccolo esempio estremamente riduttivo, ma altrettanto significativo: raccogliendo la testimonianza di alcuni grandi nomi della fisica e della matematica che incoraggiarono le teorie di Einstein in Italia (e senza citare i massimi cervelli come Eulero, Poincaré, Quirino ed Ettore Majorana, Giorgi, ecc.) viene a galla che nella seconda fase della loro vita avrebbero puntato più sull'etere di Todeschini che non sul vuoto e lo spaziotempo del genio tedesco. Nomi illustri come Tullio Levi-Civita, Gaetano Castellfranchi, Enrico Medi, dopo aver scritto volumi interi sulla relatività ed essere stati in prima fila per il suo potenziamento, rimasero folgorati dall'incontro con l'etere todeschiniano, tanto che la loro esistenza terrena si chiuse con dei loro contributi rivolti alla visione fluidodinamica dell'Universo. Si cfr. M. TODESCHINI, *Psicobiofisica*, op. cit., p. XXXVI, e anche, dello stesso autore, *Einstein o Todeschini? Qual è la chiave dell'universo?*, op. cit. p. 14.

¹⁷⁷ VOLTAIRE, *Lettere inglesi*, Torino 1958, XIV lettera.

essere trasmesse dal vuoto. Newton creò anche la prima teoria duale (corpuscolare e ondulatoria) della luce, in cui le vibrazioni delle particelle luminose creavano onde nell'etere, e la usò per spiegare molti fenomeni ottici»¹⁷⁸.

Diventa facile capire, a questo punto, come le teorie-tipo 2 (secondo livello) nascano da una resa o incapacità esplicativa dopo lunghe ricerche e vani tentativi di trovare una rosa di soluzioni all'interno del livello esplicativo 3 (teoria-tipo 3). Se lo sbocco esplicativo non si manifesta neanche al livello 2 allora non rimane che la possibilità offerta dal primo livello (teoria-tipo 1). Si tratta di rese incondizionate, di fare cioè come la volpe con l'uva nella favola di Esopo: sappiamo che la teoria finale è sicuramente di tipo 3, cioè di tipo cartesiano-leibniziano come asserisce Lord Kelvin quando invita «a non ritenere spiegato nessun fenomeno se non ne vediamo chiaramente il meccanismo», ma siccome non siamo riusciti a elevare il retroscena a scienza, allora la fisica deve rimanere confinata in una *physis* di livello 2, o addirittura di livello 1, per impotenza della mente umana. È questa l'epistemologia della rassegnazione.

Einstein, al pari di Newton, si mostrò di giorno come il grande "distuttore dell'etere", e di notte come il suo amante segreto. Max

¹⁷⁸ L. KOSTRO, *Einstein e l'etere. Relatività e teoria del campo unificato*, op. cit., pp. 14-15. E aggiunge: «Newton non era certo il solo a considerare l'etere necessario per trasmettere l'interazione gravitazionale: come ha mostrato M. Jammer, anche Leibniz era dello stesso parere». In effetti Jammer offre un'esposizione approfondita sull'argomento (M. JAMMER, *Storia del concetto di spazio*, op. cit., pp. 100-109). Per la teoria eterea di Leibniz si veda pure A. MORETTI, *L'universo intellegibile, ovvero, la gravità descritta da Leibniz*, «Episteme», 3, 2001. Pure interessante è il recente lavoro di P. BUSSOTTI, *The Complex Itinerary of Leibniz's Planetary Theory*, Basilea 2015. Ma non sarebbe esagerato affermare, come abbiamo visto, che la maggior parte dei geni che si sono occupati di fisica durante i secoli hanno sempre avuto davanti agli occhi della mente la concezione eterica o fluidodinamica dell'universo. Un esempio per tutti: il sommo Eulero, che «reintrodusse quel fluido pervadente l'intero universo che la teoria dell'attrazione aveva reso superfluo» (A. MORETTI, *Presentazione*, in L. EULER, *De causa gravitatis*, «Episteme», 1, 2000).

Jammer riesce a racchiudere il senso di quanto fin qui esposto in una frase lapidaria: «Il termine “etere” è unico nella storia della fisica non solo per via dei tanti diversi significati con cui è stato adoperato, ma anche perché è il solo termine che sia stato eliminato e successivamente reintrodotta dallo stesso fisico». Einstein sacrificò il concetto di etere sull'altare della sua prima relatività per farlo poi risorgere un decennio dopo con la seconda. Scrive Jammer: «Non fu certo un incidente fortuito che proprio nel 1916 Einstein abbia reintrodotta l'etere che aveva precedentemente messo da parte. In quel momento egli abbandonò la filosofia positivista di Mach nonostante il fatto che durante il processo di costruzione della teoria generale fosse stato affascinato dalla sua idea che la resistenza inerziale agisca non come un'accelerazione relativa allo spazio assoluto ma come un'accelerazione relativa alle masse degli altri corpi dell'universo»¹⁷⁹. Naturalmente Einstein cercò di occultare, almeno nella prima fase, la resurrezione dell'etere nella sua nuova teoria. Un mascheramento che funzionò con la quasi totalità della collettività dei fisici. Ancor oggi, i fisici non sanno che Einstein aveva posto i fondamenti della sua teoria sulle onde dell'oceano dell'etere. Ma ci fu chi riuscì a fiutare il travestimento, come Hermann Weyl:

Anche Hermann Weyl, nell'edizione tedesca del 1919 del suo trattato di relatività *Raum-Zeit-Materie* espresse l'opinione che – dato che i coefficienti del tensore metrico fondamentale determinano quali punti di universo interagiscano l'uno con l'altro, ossia costituiscono una *Wirkungszusammenhang* – il termine «campo gravitazionale» dovesse essere sostituito da «etere». Se inoltre ricordiamo che nel 1951 anche Paul Dirac nel suo articolo «Esiste un etere?» pubblicato su «Nature», volume 168, dichiarò, sia pure per motivi legati alla teoria dei campi quantizzati, che «possiamo ora vedere che può benissimo esistere un etere...», diventa

¹⁷⁹ M. JAMMER, in KOSTRO, op. cit., p. 9.

chiaro che, contrariamente all'opinione più ampiamente accettata, il concetto di etere è lontano dall'essere defunto¹⁸⁰.

A questo punto possiamo comprendere il dramma che Einstein deve aver vissuto nel suo spazio interiore più intimo alla fine dei suoi giorni: l'etere che aveva tentato di uccidere all'età di 26 anni si era poi vendicato nella sua maturità. Da *accidens* da nullificare esso era col tempo diventato *substantia* da magnificare. Nonostante il tentativo di chiudere la bocca alla sua relatività generale, pensando all'etere nel suo intimo ma traducendolo quasi sempre con *spaziotempo* per non farsi tradire, la sua coscienza non poteva stare tranquilla. Quel "grillo parlante" di Paul Ehrenfest, il suo amico scienziato più leale, sembrava riecheggiare ciò che sentiva dentro l'anima: «Ora non si può più dire che si muovono rispetto al nulla, perché si muovono rispetto a un enorme qualcosa! ... Einstein, il mio stomaco disturbato odia la tua teoria – quasi odia anche te! Come posso educare i miei studenti? E cosa posso rispondere ai filosofi?!»¹⁸¹. Einstein lo aveva sempre saputo: «Un etere esiste, e anzi uno spazio privo di etere è inconcepibile, perché non solo la propagazione della luce vi sarebbe impossibile, ma neppure avrebbe senso, per un tale spazio, parlare di regoli di misura e di orologi e neppure, di conseguenza, di distanze spazio-temporali nel senso della fisica»¹⁸². Ma non poteva rivelare il suo segreto apertamente: ne avrebbe fatto le spese la sua prima relatività. Ecco

¹⁸⁰ M. JAMMER, in KOSTRO, op. cit., p. 6.

¹⁸¹ «Now one can no longer say that they move with respect to nothing, for now they move with respect to an enormous something! ... Einstein, my upset stomach hates your theory - it almost hates you yourself! How am I to provide for my students? What am I to answer to the philosophers?!» (M.J. KLEIN, *Paul Ehrenfest: The Making of a Theoretical Physicist. Biography of Paul Ehrenfest*, Amsterdam 1970, p. 315). Si noti quel punto interrogativo finale seguito da due punti esclamativi: tre simboli che ben contrassegnano l'eccezionalità del significato.

¹⁸² A. EINSTEIN, *L'etere e la teoria della relatività*, 1920, in *Opere scelte*, a cura di E. Bellone, op. cit., p. 516.

perché sentiva che le sue due teorie prima o poi avrebbero collassato impattando l'una con l'altra. Era una questione solo di tempo.

Ci ricorda Franco Selleri che l'ultimo lavoro di Einstein, pubblicato dopo la sua morte, «terminava affermando che la fisica era ben lontana dal possedere una base concettuale in qualche modo affidabile. Si può parlare di solenne dichiarazione di fallimento, [...] giunto alla fine, dichiarava ai posteri: “non ce l'ho fatta”»¹⁸³. «La sensazione del fallimento mi viene da dentro»¹⁸⁴. E possiamo ben capire lo stato d'animo di Einstein, ricordando da quale professione di fede era partito, riguardo le teorie di primo livello come la termodinamica:

«È la sola teoria fisica di contenuto universale che, sono certo, non sarà mai sovvertita entro i limiti in cui i suoi concetti fondamentali sono applicabili»¹⁸⁵.

Fede mal riposta dunque, se alla fine della sua esistenza consegnò le seguenti parole:

«Lei immagina che io guardi con serena soddisfazione all'opera della mia vita. Vista da vicino, però, la realtà è ben diversa. Non c'è una sola idea di cui io sia convinto che sia destinata a durare, e neppure sono sicuro d'essere sulla buona strada»¹⁸⁶.

¹⁸³ F. SELLERI, *Lezioni di relatività*. Da Einstein all'etere di Lorentz, Bari 2003, p. VII.

¹⁸⁴ A. EINSTEIN, *Lettera a Solovine del 28 marzo 1949*, in *Opere scelte*, a cura di E. Bellone, op. cit., p. 737.

¹⁸⁵ EINSTEIN A., *Autobiografia scientifica*, op. cit., p. 24; anche in *Opere scelte*, a cura di E. Bellone, op. cit., p. 76. Originariamente in P.A. SCHILPP, *Albert Einstein, scienziato e filosofo*, op. cit., p. 39.

¹⁸⁶ A. EINSTEIN, *Lettera a Solovine del 28 marzo 1949*, in *Opere scelte*, a cura di E. Bellone, op. cit., p. 737.

Bibliografia

- AGAZZI E., *Introduzione*, in MAXWELL, *Trattato di elettricità e magnetismo*, a cura di E. Agazzi, Torino 1973
- AGAZZI E., *Ragioni e limiti del formalismo. Saggi di filosofia della logica e della matematica*, Milano 2012
- BAILEY C.D., *A New Look at Hamilton's Principle*, «Foundations of Physics» 5 (3):433-451 (1975)
- BAILEY C.D., *On a More Precise Statement of Hamilton's Principle*, «Foundations of Physics» 11 (3-4):279-296 (1981)
- BAILEY C.D., *Hamilton's Law or Hamilton's Principle*, «Foundations of Physics» 13 (5):539-544 (1983)
- BAILEY C.D., *The Unifying Laws of Classical Mechanics*, «Foundations of Physics» 32 (1):159-176 (2002)
- BAILEY C.D., *Hamilton and the Law of Varying Action Revisited*. «Foundations of Physics» 34 (9):1385-1406 (2004)
- BALBI A., *La lezione di BICEP2*, «Le Scienze», 553, 2014
- BARBOUR J., *La fine del tempo. La rivoluzione fisica prossima ventura*, Torino 2003
- BARRETTO BASTOS FILHO J., *La dissoluzione della realtà: irrealismo e indeterminismo nella fisica del microcosmo*, in M. MAMONE CAPRIA (a cura di), *La costruzione dell'immagine scientifica del mondo*, Napoli 1999
- BARTOCCI U., *Albert Einstein e Olinto De Pretto: la vera storia della formula più famosa del mondo*, Bologna 1999
- BARTOCCI U., *La scomparsa di Ettore Majorana: un affare di stato?*, Bologna 1999
- BARTOCCI U. - MACRÌ R.V., *Le interpretazioni intuitive della Fisica tra metafora dello spazio pieno e metafora dello spazio vuoto: un ricordo di Marco Todeschini*, Atti Conv. Internaz. "Cartesio e la scienza", Perugia 4-7 sett. 1996
- BARTOCCI U. - MACRÌ R.V., *Il linguaggio della matematica*, «Episteme», n. 5, 2002
- BELLONE E., *Introduzione*, in *Opere di Kelvin*, Torino 1971
- BELLONE E., *Caos e armonia: storia della fisica moderna e contemporanea*, Torino 1990
- BENEGIAMO G., *Un'eclisse molto relativa*, «L'Astronomia», anno XXIX n. 296
- BERGIA S., *Einstein e la relatività*, Roma-Bari 1980
- BERTOLDI F. - SERIO N. (a cura di), *Oltre la valutazione. Idee e ipotesi a confronto*, Roma 1999
- BJERKNES C.J., *Albert Einstein: the incorrigible plagiarist*, Illinois 2002
- BONDI H., *The Universe at Large*, New York 1960
- BONIOLO G. (a cura di), *Filosofia della fisica*, Milano 1997
- BONIOLO G. - DORATO M., *Dalla relatività galileiana alla relatività generale*, in BONIOLO G. (a cura di), *Filosofia della fisica*, Milano 1997
- BORN M., *La sintesi einsteiniana*, Torino 1969

- BOTTAZZINI U., *La meccanica razionale*, in P. ROSSI, *Storia della scienza moderna e contemporanea*, Torino 1988
- BOTTAZZINI U., *Poincaré: il cervello delle scienze razionali*, Milano 1999
- BOTTAZZINI U., *Poincaré, Einstein e il principio di relatività*, in «Nuova Civiltà delle Macchine», XXIV, 4, 2006
- BRIDGMAN P.W., *La logica della fisica moderna*, Torino 1965
- BRIDGMAN P.W., *Le teorie di Einstein e il punto di vista operativo*, in P.A. SCHILPP (a cura di), *Albert Einstein, scienziato e filosofo*, Torino 1958
- BUSSOTTI P., *The Complex Itinerary of Leibniz's Planetary Theory*, Basilea 2015
- CAMARCA M. - BONANNO A. - SAPIA P., *Nascita e crisi del metodo scientifico*, in R. CIRINO - A. GIVIGLIANO (a cura di), *Oggetti e metodo*, Roma 2012
- CANTOR G.N. - HODGE M.J.S. (a cura di), *Conceptions of ether: Studies in the History of Ether Theories 1740-1900*, Cambridge 1981
- CASINI P., *Newton e la coscienza europea*, Bologna 1983
- CASSIRER E., *La teoria della relatività di Einstein. Considerazioni gnoseologiche*, Roma 1997
- CATTANEO M., *Le onde della discordia*, «Le Scienze», 554, 2014
- CIRINO R. - GIVIGLIANO A. (a cura di), *Oggetti e metodo*, Roma 2012
- COTES R., *Prefazione dell'editore alla seconda edizione*, in I. NEWTON, *Principi matematici della Filosofia naturale*, a cura di A. Pala, Torino 1989
- COTTINGHAM J., *Cartesio*, Bologna 1991
- DAVIES P., *Come costruire una macchina del tempo*, Milano 2003
- DEUTSCH D. - LOCKWOOD M., *La fisica quantistica del viaggio nel tempo*, «Le Scienze», 309, 1994
- DIJKSTERHUIS E.J., *Il meccanicismo e l'immagine del mondo*, Milano 1980
- DINGLE H., *Science at the Crossroads*, London 1972
- EDDINGTON A.S., *The Expanding Universe*, Cambridge 1987
- EINSTEIN A., *My Theory*, «The Times», London, 28 Novembre 1919
- EINSTEIN A., *Time, Space and Gravitation*, in «Optician, the British optical journal», vol. 56, London 1919
- EINSTEIN A., *Grundgedanken und Methoden der Relativitätstheorie in Hirer Entwicklung dargestellt* (Manoscritto Morgan), EA 2070
- EINSTEIN A., *What Is the Theory of Relativity?* in *Ideas and Opinions*, New York 1954
- EINSTEIN A., *Che cos'è la teoria della relatività?* in *Idee e opinioni*, Milano 1957
- EINSTEIN A. - INFELD L., *L'evoluzione della fisica*, Torino 1965
- EINSTEIN A., *Autobiografia scientifica*, Torino 1970
- EINSTEIN A. - BORN M., *Einstein – Born : Scienza e vita. Lettere 1916-1955*, Torino 1973
- EINSTEIN A., *Lettera a Max Born*, 1936, in A. EINSTEIN - M. BORN, *Einstein – Born : Scienza e vita. Lettere 1916-1955*, Torino 1973
- EINSTEIN A., *Prefazione*, in M. JAMMER, *Storia del concetto di spazio*, Milano 1981

- EINSTEIN A., *Lettera a H.A. Lorentz*, 15-11-1919, EA 16 494, tr. it. riportata in L. KOSTRO, *Einstein e l'etere. Relatività e teoria del campo unificato*, Bologna 1988
- EINSTEIN A., *Come io vedo il mondo*, Roma 1988
- EINSTEIN A., *Opere scelte*, a cura di E. Bellone, Torino 1988
- EINSTEIN A., *L'elettrodinamica dei corpi in movimento (1905)*, in A. EINSTEIN, *Opere scelte*, a cura di E. Bellone, Torino 1988
- EINSTEIN A., *L'etere e la teoria della relatività*, 1920, in *Opere scelte*, a cura di E. Bellone, Torino 1988
- EINSTEIN A., *Lettere a Maurice Solovine (1930-1952)*, in *Opere scelte*, a cura di E. Bellone, Torino 1988
- EINSTEIN A., *Pensieri, idee, opinioni*, Roma 1996
- EINSTEIN A., *Tempo, spazio e gravitazione*, in *Opere scelte*, a cura di E. Bellone, Torino 1988
- EVERETT A. - ROMAN T., *Come viaggeremo nel tempo. Una guida scientifica alle scorciatoie del nostro universo*, Milano 2016
- FANO V., *Comprendere la scienza. Un'introduzione all'epistemologia delle scienze naturali*, Napoli 2005
- FEUER L.S., *Einstein e la sua generazione. Nascita e sviluppo di teorie scientifiche*, Bologna 1990
- FEYERABEND P., *Addio alla ragione*, Roma 1990
- FEYNMAN R.P., *La legge fisica*, Torino 1971
- FEYNMAN R.P., *QED: la strana teoria della luce e della materia*, Milano 1989
- FEYNMAN R.P., *La fisica di Feynman*, Bologna 2001
- FRANK P., *Einstein*, Roma 2015
- FURTH H.G., *Pensiero senza linguaggio*, Roma 1993
- GAMOW G., *Trent'anni che sconvolsero la fisica*, Bologna 1966
- GAMOW G., *Biografia della fisica*, Milano 1998
- GAMOW G., *La mia linea di universo*, Bari 2008
- GAMOW G., *Gravità. La forza che governa l'universo*, pref. di Gino Segrè – postf. di Silvio Bergia, Bari 2010
- GARDNER H., *La nuova scienza della mente*, Firenze 1988
- GARDNER H., *Educare al comprendere*, Milano 2001
- GILLIES D. - GIORELLO G., *La filosofia della scienza nel XX secolo*, Roma-Bari 2006
- GILMORE R., *Alice nel paese dei quanti*, Milano 1996
- GINGERICH O., *L'affare Galileo*, «Le Scienze», 170, 1982
- GRIBBIN J., *Costruire la macchina del tempo. Viaggio attraverso i buchi neri e i cunicoli spazio-temporali*, Roma 1996
- EINSTEIN A., *Replica alle osservazioni dei vari autori*, 1949, in P.A. SCHILPP (ed.), *Albert Einstein, scienziato e filosofo*, Torino 1958

- HANSON N.R., *Patterns of Discovery: An Inquiry Into the Conceptual Foundations of Science*, Cambridge 1958
- HEISENBERG W. - BORN M. - SCHRÖDINGER E. - AUGER P., *Discussione sulla fisica moderna*, Torino 1980
- HEISENBERG W., *La scoperta di Planck e i problemi filosofici della fisica atomica*, in W. HEISENBERG - BORN M. - SCHRÖDINGER E. - AUGER P., *Discussione sulla fisica moderna*, Torino 1980
- HEISENBERG W., *La tradizione nella scienza*, Milano 1982
- HEISENBERG W., *Fisica e oltre*, Torino 1984
- HEISENBERG W., *Natura e fisica moderna*, Milano 1985
- HEISENBERG W., *I principi fisici della teoria dei quanti*, Torino 1987
- HEISENBERG W., *Fisica e filosofia*, Milano 1994
- HEISENBERG W., *Lo sfondo filosofico della fisica moderna*, Palermo 1999
- HESSE M.B., *Forze e campi. Il concetto di azione a distanza nella storia della fisica*, Milano 1974
- HOFSTADTER D.R., D.C. DENNETT (a cura di), *L'Io della mente*, Milano 1985
- HOLTON G., *Einstein e la cultura scientifica del XX secolo*, Bologna 1991
- HUYGENS C., *Discours de la cause de la pesanteur*, 1690, in *Oeuvres XXI*, 1891
- INFELD L., *Albert Einstein*, Torino 1952
- ISRAEL G., *Il principio di minima azione e il finalismo in meccanica*, «Le Scienze», 346, 1997
- JAMMER M., *Storia del concetto di spazio*, Milano 1981
- JAMMER M., *Prefazione*, in L. KOSTRO, *Einstein e l'etere. Relatività e teoria del campo unificato*, Bologna 1988
- KAKU M., *Iperspazio. Un viaggio scientifico attraverso gli universi paralleli*, Cesena 2002
- KAKU M., *Mondi paralleli. Un viaggio attraverso la creazione, le dimensioni superiori e il futuro del cosmo*, Torino 2006
- KANT I., *Scritti precritici*, Bari 1953
- KANT I., *Neue Lehrbegriff der Bewegung und Ruhe*, 1758, tr. It. *Nuova concezione teorica del moto e della quiete*, in *Scritti precritici*, Bari 1953
- KELVIN, *On Vortex Atoms*, «Proceedings of the Royal Society» di Edinburgo, 6: 94–105, 1867; reprinted in «Phil. Mag.», Vol. XXXIV, 1867, pp. 15-24
- KELVIN, *Opere*, a cura di E. Bellone, Torino 1971
- KENNEFICK D., *Einstein versus the Physical Review*, «Physics Today», 58, 2005
- KLEIN É., *Le strategie di Crono*, Roma 2005
- KLEIN M.J., *Thermodynamics in Einstein's thought*, «Science», vol. 157, n. 3788, 1967
- KLEIN M.J., *Paul Ehrenfest: The Making of a Theoretical Physicist. Biography of Paul Ehrenfest*, Amsterdam 1970
- KLINE M., *Matematica: la perdita della certezza*, Milano 1985

- KOSTRO L., *Einstein e l'etere. Relatività e teoria del campo unificato*, Bologna 1988
- KOYRÉ A., *Studi newtoniani*, Torino 1983
- KRAUSS L., *Dietro lo specchio. Il misterioso fascino delle dimensioni addizionali, da Platone alla teoria delle stringhe e oltre*, Torino 2007
- KRAUSS L., *Un messaggio dal big bang*, «Le Scienze», 554, 2014
- LEIBNIZ, *Scritti filosofici*, 2 voll., Torino 1967
- LEIBNIZ, *Carteggio Leibniz-Clarke*, 1716, in LEIBNIZ, *Scritti filosofici*, 2 voll., Torino 1967
- LIBERATI S. - MACCIONE L., *Astrophysical Constraints on Planck Scale Dissipative Phenomena*, «Phys. Rev. Lett.», 112, 151301, 2014
- LINGUERRI S. - SIMILI R., *Einstein parla italiano. Itinerari e polemiche*, Bologna 2008
- MACH E., *La meccanica nel suo sviluppo storico-critico*, Torino 1977
- MACRÌ R.V., *La fisica unificata cartesiana e il punto debole dell'IA forte*, «Episteme», 4, 2001
- MACRÌ R.V., *Neopitagorismo e Relatività*, «Episteme», 6, 2002
- MACRÌ R.V., *Cent'anni di relatività. Un punto di vista filosofico*, «Sapienza», LIX, 4, 2006
- MACRÌ R.V., *Da Duhem a Feyerabend: Il messaggio che l'epistemologia lancia alla scienza*, «Vertigo Fil Rouge», Anno 1, 2, 2009
- MACRÌ R.V., *Il Test di Turing a testa in giù*, «Vertigo Fil Rouge», Anno 1, 3, 2009
- MACRÌ R.V., *La "funziolatria" epistemologica e l'esperimento di Wason*, «Vertigo Fil Rouge», Anno 3, 7, 2011
- MACRÌ R.V., *La realtà del tempo e la ragnatela di Einstein*, Lecce 2015
- MACRÌ R.V. (a cura di), *Asimmetrie antirelativistiche*, Lecce 2015
- MACRÌ R.V., *Asimmetrie antirelativistiche del campo*, 1999, in R.V. MACRÌ (a cura di), *Asimmetrie antirelativistiche*, Lecce 2015
- MACRÌ R.V., *Simmetrie forzate e simmetrie infrante nella Relatività Speciale*, in R.V. MACRÌ (a cura di), *Asimmetrie antirelativistiche*, Lecce 2015
- MACRÌ R.V., *Einstein a testa in giù*, preprint
- MAMONE CAPRIA M. (a cura di), *La costruzione dell'immagine scientifica del mondo*, Napoli 1999
- MAMONE CAPRIA M., *La crisi delle concezioni ordinarie di spazio e di tempo: la teoria della relatività*, in M. MAMONE CAPRIA (a cura di), *La costruzione dell'immagine scientifica del mondo*, Napoli 1999
- MARMET P., *Einstein's Theory of Relativity versus Classical Mechanics*, Ontario, Canada 1997
- MAUPERTUIS P.L.M., *Principe de la moindre quantité d'action pour la mécanique*, «Mem. de l'Acad.», 1744
- MAUPERTUIS P.L.M., *Discours sur les différentes figures des astres*, in *Oeuvres*, nouv. éd., 4 voll., Lyon 1756

- MAXWELL J.C., 1873, *On Action at a Distance*, in *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell* [1890], New York, Dover, 1965
- MAXWELL J.C., *Trattato di elettricità e magnetismo*, a cura di E. Agazzi, Torino 1973
- MONTI R., *Il grande bluff*, «Seagreen», nov. 1984
- MONTI R., *Il grande Bluff di Albert Einstein*, Ravenna 2011
- MORETTI A., *Presentazione*, in L. EULER, *De causa gravitatis*, «Episteme», 1, 2000
- MORETTI A., *L'universo intellegibile, ovvero, la gravità descritta da Leibniz*, «Episteme», 3, 2001
- Nature (editoriale), *Don't Bring Back the Ether*, 14 oct. 1967
- NEWTON I., *Scritti di Ottica*, a cura di A. Pala, Torino 1978
- NEWTON I., *Principi matematici della Filosofia naturale*, a cura di A. Pala, Torino 1989
- PAIS A., *«Sottile è il Signore...»: la scienza e la vita di Albert Einstein*, Torino 1991
- PANTALEO M. (a cura di), *Cinquant'anni di relatività (1905-1955)*, Firenze 1955
- PAULI W., *Teoria della Relatività*, Torino 1974
- PERUZZI G., *Maxwell: dai campi elettromagnetici ai costituenti ultimi della materia*, Milano 1998
- PLANCK M., *Scienza, filosofia e religione*, Milano 1965
- POINCARÉ J.H., *La scienza e l'ipotesi*, Bari 1989
- POINCARÉ J.H., *Il valore della scienza*, Bari 1992
- POINCARÉ J.H., *Scritti di fisica-matematica*, a cura di U. Sanzo, Torino 1993
- POINCARÉ J.H., *Le idee di Hertz sulla meccanica*, in POINCARÉ J.H., *Scritti di fisica-matematica*, a cura di U. Sanzo, Torino 1993
- POPPER K.R., *Logica della scoperta scientifica*, Torino 1970
- POPPER K.R., *La ricerca non ha fine. Autobiografia intellettuale*, Roma, 1974
- REICHENBACH H., *La nascita della filosofia scientifica*, Bologna 1972
- RICCI E., *Un superfluido spazio-temporale*, «Le Scienze», 550, 2014
- ROSSI P., *Storia della scienza moderna e contemporanea*, Torino 1988
- RUCKER R., *La mente e l'infinito*, Padova 1991
- RUCKER R., *La quarta dimensione. Un viaggio guidato negli universi di ordine superiore*, Milano 1995
- SCARAVELLI L., *L'analitica trascendentale. Scritti inediti su Kant*, Firenze 1980
- SCHILPP P.A., *Albert Einstein, scienziato e filosofo*, Torino 1958
- SELLERI F., *La causalità impossibile - L'interpretazione realistica della fisica dei quanti*, Milano 1987
- SELLERI F., *Fisica senza dogma*, Bari 1989
- SELLERI F., *La fisica del novecento. Per un bilancio critico*, Bari 1999
- SELLERI F., *Lezioni di relatività. Da Einstein all'etere di Lorentz*, Bari 2003
- SEARLE J., *Menti, cervelli e programmi*, Milano, 1984
- SEARLE J., *Mente cervello intelligenza*, Milano, 1988

- SERIO N., *L'attuale ricerca sulla valutazione*, in F. BERTOLDI, N. SERIO (a cura di), *Oltre la valutazione. Idee e ipotesi a confronto*, Roma 1999
- SNOW C.P., *Le due culture*, Venezia 2005
- SPATARO G., *Sempre più ombre su BICEP2*, «Le Scienze», 555, 2014
- STACHEL J., *L'anno memorabile di Einstein. I cinque scritti che hanno rivoluzionato la fisica del Novecento*, Bari 2005
- TABASSO F., *Einstein scienziato*, in M. TODESCHINI (a cura di), *Einstein o Todeschini? Qual è la chiave dell'universo?*, Bergamo 1960
- THOM R., *Parabole e Catastrofi. Intervista su matematica, scienza e filosofia*, a cura di G. Giorello e Morini S., Milano 1980
- TODESCHINI M., *La teoria delle apparenze - Spazio-dinamica e psico-bio-fisica*, Bergamo 1949
- TODESCHINI M., *L'unificazione qualitativa della materia e dei suoi campi di forze continui ed alterni*, in «Atti dell'Ateneo di Scienze Lettere ed Arti di Bergamo», Rendiconti della Classe di Scienze Fisiche, Vol. XXIX, Anni 1955-1956, Bergamo 1957
- TODESCHINI M. (a cura di), *Einstein o Todeschini? Qual è la chiave dell'universo?*, Bergamo 1960
- TODESCHINI M., *Psicobiofisica*, Torino 1979
- TONG D., *Il quanto non quantico*, «Le Scienze», 534, 2013
- TONINI V., *Il taccuino incompiuto. Vita segreta di Ettore Majorana*, Roma 1984
- VERNON P.E., *Antropologia culturale dell'intelligenza*, Firenze 1975
- VOLTAIRE F.M.A., *Lettere inglesi*, Torino 1958
- VOLTAIRE F.M.A., *Notebooks*, 2 voll., Ginevra 1968
- VUILLEMIN J., *Prefazione e biografia*, in J.H. POINCARÉ, *La scienza e l'ipotesi*, Bari 1989
- WHITEHEAD A.N., *La scienza e il mondo moderno*, Torino 1979
- WHITTAKER E.T., *From Euclid to Eddington: A Study of Conceptions of the External World*, Cambridge 1949
- WHITTAKER E.T., *A History of the Theories of Aether and Electricity*, 2 voll., New York 1953
- WHORF B.L., *Linguaggio pensiero e realtà*, Torino 1970
- YOURGRAU P., *Un mondo senza tempo. L'eredità dimenticata di Gödel e Einstein*, Milano 2006