Introduzione

Le traduzioni in italiano raccolte in questo volume, come si comprende con una semplice occhiata all'indice, non hanno alcuna pretesa di sistematicità storiografica. Accanto a traduzioni di scritti universalmente noti, e per i quali esistono già ottime traduzioni in italiano[1], si trovano quelle di opere oggi più o meno dimenticate, e viceversa lavori fondamentali, come ad esempio il "Drei-Manner-Arbeit" di Born, Heisenberg e Jordan, sono stati trascurati. Ciò dipende dal fatto che queste traduzioni sono state eseguite nel corso degli anni per soddisfare curiosità nate via via dal lavoro di ricerca, e recano, nella scelta, le tracce del carattere episodico ed individuale degli itinerari percorsi in quel lavoro.

Seguire strade non più battute può, talvolta, dar luogo a imprevisti e sorprese. Un esempio è dato dal lavoro che Walter Gordon scrisse nel 1923, intitolato "La propagazione della luce secondo la teoria della relatività". Sotto quel titolo un po' fuorviante si trovano due risultati sull'elettromagnetismo nei dielettrici in moto di sicura rilevanza ancor oggi. Entrambi sono stati derivati da Gordon con un metodo di riduzione del problema al vuoto della relatività generale, atto a disturbare la quiete mentale di chi ami segnare netti confini tra campi di indagine diversi. Essi riguardano infatti la scelta del tensore dell'energia per il campo elettromagnetico nei dielettrici in moto e l'ottica geometrica di questi ultimi.

Un'altra sorpresa s'incontra con l'articolo che Gregor Wentzel pubblicò su Zeitschrift für Physik all'inizio del 1924. Il lavoro s'intitola "Sull'ottica quantistica" e con esso il giovane Wentzel intendeva "contribuire a superare le contraddizioni che finora esistono in ottica teorica - teoria ondulatoria dell'interferenza e della polarizzazione da un lato, teoria quantistica delle righe spettrali dall'altro", interpretando "le interferenze come espressioni di leggi della statistica dei quanti che ne stanno alla base" e offrendo inoltre "un significato quantistico alla fase della luce della teoria delle onde". Con quel titolo, il lavoro si presenta come uno tra i molti tentativi compiuti a quel tempo per affrontare i problemi che l'idea della "radiazione ad aghi" proposta da Einstein nel 1905 aveva sollevato. Ma il rigoroso impianto fisico-matematico introdotto induce ad una lettura attenta. Ci si accorge allora che la probabilità per il quanto di luce di venire emesso dall'atomo A ed assorbito dall'atomo B viene trovata da Wentzel a partire dalla somma di ampiezze complesse associate a tutti i "cammini non meccanici", a ciascuno dei quali egli attribuisce una fase, desunta dalla meccanica hamiltoniana, ottenuta per integrazione lungo il cammino. Ebbene, tale probabilità è definita usando la stessa struttura formale e concettuale che avrebbe usato Feynman nel 1948 per creare la sua "terza via alla

[1]Vedansi ad esempio le magnifiche e, si direbbe, riverenti traduzioni che Paolo Straneo e Aldo Pratelli fecero rispettivamente delle memorie di Albert Einstein "Sull'elettrodinamica dei corpi in moto" e "I fondamenti della relatività generale" per la pubblicazione del volume "Cinquant'anni di relatività". Il volume fu stampato nel 1955, con prefazione di Einstein medesimo e memorie originali di Aliotta, Armellini, Caldirola, Finzi, Polvani, Severi e Straneo, a cura di Mario Pantaleo, dall'Editrice Universitaria (Giunti-Barbera) di Firenze. Più recentemente, un'interessante raccolta di traduzioni di scritti di Einstein, scientifici, epistemologici, filosofici, politici, è stata pubblicata a cura e con commento di Enrico Bellone (Einstein, Opere Scelte, Bollati Boringhieri, Torino (1988)). Nello spirito della presente raccolta ho tradotto ex novo anche articoli che si trovano nelle opere prima ricordate; la sovrapposizione è tuttavia limitata alle traduzioni riportate alle pagine 3, 24 e 231. Analogamente mi sono comportato con opere dell'"annus mirabilis" di Schrödinger, delle quali un'ottima traduzione commentata si trova nel libro di Sigfrido Boffi (S. Boffi, La Meccanica delle onde, Quaderni di Fisica Teorica, Pavia (1991)).

meccanica quantistica"[2].

Anche lavori universalmente ritenuti alla base della nostra conoscenza attuale, come la memoria sui fondamenti della relatività generale pubblicata da Einstein nel 1916 su Annalen der Physik, se letti oggi, riservano delle sorprese. Ritorna in mente, a questo proposito, la frase di Borges sui libri antichi[3], quando afferma che "Si leemos un libro antiguo es como si leyéramos todo el tiempo che ha transcurrido desde el día en que fue escrito y nosotros". Se un giovane relativista dei nostri giorni prova a leggere la memoria del 1916 stenta a riconoscere nello scritto di Einstein quello che ha trovato nei manuali studiati e negli articoli di ricerca che frequenta. Trova antiquati i metodi di geometria differenziale adoperati, ma, cosa ben più grave, non ritrova affatto, nell'identificazione tra entità geometriche e concetti fisici compiuta da Einstein, l'interpretazione fisica della teoria che gli è stata insegnata.

Il principio di equivalenza tra inerzia e gravitazione, dal quale Einstein prese le mosse nel 1907 e riguardo al quale nel 1916, in risposta a Kottler, egli dichiarava costituire "il fondamento esclusivo della teoria", non è più riconosciuto in questo ruolo dai relativisti di oggi. Vale la pena di analizzare questa evoluzione, perché le sue conseguenze sono state profonde. Per Einstein, le forze inerziali e quelle gravitazionali costituivano un'entità sola, espressa (per una massa di prova unitaria) dai due termini, individualmente non covarianti, della tetraaccelerazione assoluta. La forza gravito-inerziale non era quindi una proprietà del cronotopo, perché per definirla occorre conoscere, oltre alla metrica, anche la linea oraria della particella di prova.

Questa identificazione, che ancora nel 1935 era naturale ed ovvia per Whittaker, venne messa in discussione nel 1937 da Synge, sulla base del fatto che nel caso di moto geodetico la forza gravito-inerziale di Einstein è sempre nulla, e dell'idea che in relatività generale debbano valere solo leggi differenziali che confrontino gli accadimenti in eventi vicini. Synge propose quindi di definire la forza gravitazionale mediante la tetraaccelerazione relativa di due punti materiali di prova vicini, entrambi in moto geodetico. Tale definizione non riconosce più alcun significato al principio d'equivalenza; poiché nell'equazione di deviazione geodetica interviene il tensore di curvatura di Riemann, essa associa l'esistenza della forza gravitazionale alla presenza di una curvatura non nulla. La nuova definizione ha avuto il sopravvento, dal 1960 in poi, assieme all'idea, più generica e vaga, che il campo gravitazionale sia in qualche modo definito dal tensore di curvatura tramite i suoi invarianti.

Il cambiamento di prospettiva ha mutato di riflesso il modo d'interpretare le soluzioni delle equazioni di campo di Einstein. Il caso della soluzione statica sferosimmetrica, trovata da Karl Schwarzschild[4] nel 1916 è esemplare. Fino al 1960 la comunità dei relativisti era stata sostanzialmente d'accordo sul fatto che tale

[2] Un'indagine presso il Niels Bohr Archive ha mostrato che Dirac nel 1925 aveva studiato a fondo la "fase di Wentzel" ed aveva scritto una relazione a Fowler sull'argomento, allegata ad una lettera che quest'ultimo aveva inviato a Bohr. Il ruolo della lagrangiana classica nella meccanica quantistica è stato oggetto di costante attenzione per Dirac (vedi Phys. Zeitschr. Sowjetunion **3** 64-72 (1933), Rev. Mod. Phys. **17** 195-199 (1945)). Feynman stesso ha poi scritto d'essersi ispirato, per la terza via, alle opere citate di Dirac.

[3] J. L. Borges, *Borges oral*, Emecé, Buenos Aires (1979).

[4] Sotto il nome di "soluzione di Schwarzschild" nei manuali e negli articoli di ricerca si riporta la soluzione statica sferosimmetrica trovata successivamente da Droste, Hilbert e Weyl. Essa differisce dalla soluzione originale di Schwarzschild per la scelta della varietà sulla quale la soluzione è definita, come si constata facilmente dalla lettura della memoria di Schwarzschild.

soluzione costituisse solo un modello ideale del campo d'una massa, che la singolarità della metrica al cosidetto "raggio di Schwarzschild" stesse ad indicare che lì la soluzione perde significato fisico, che in ultima analisi Schwarzschild avesse avuto ragione a terminare a quel raggio la varietà sulla quale la soluzione era data. Quest'idea viene confermata dalla circostanza, definibile in maniera invariante, che la norma della tetraaccelerazione d'una particella di prova nel campo di Schwarzschild[5] diverge se si immagina che quest'ultima sia trattenuta a riposo in posizione sempre più prossima al raggio anzidetto.

Ma la definizione di Einstein della forza gravito-inerziale è stata abbandonata e, secondo la definizione di Synge, la forza gravitazionale non diverge al "raggio di Schwarzschild". Di conseguenza, la singolarità della metrica ivi presente è stata dichiarata priva di significato fisico, dovuta solo ad un'infelice scelta delle coordinate, e su questa base si è deciso che la strada della continuazione analitica era percorribile. Il mutamento nell'interpretazione fisica della teoria impostosi gradualmente tra il 1937 e il 1960 ha reso quindi possibile, e generalmente accettata, l'idea, prima generalmente respinta, che la regione interna al di qua del "raggio di Schwarzschild" dovesse ritenersi fisicamente significativa.

Il giovane relativista di oggi troverà inoltre, negli scritti di Einstein successivi al 1916, un atteggiamento verso la relatività generale che non si trova nei manuali: per Einstein la teoria del 1915 non è la teoria compiuta, valida su scala macroscopica, del campo gravitazionale (comunque lo si definisca): è invece solo un primo passo d'un programma che mira alla descrizione, sia su scala macroscopica che microscopica, di tutti i processi naturali mediante una sola teoria di campo. Nel 1923 Einstein si interroga se la soluzione del problema dei quanti non si possa trovare costruendo un sistema sovradeterminato di equazioni differenziali alle derivate parziali, nelle quali intervengano gli oggetti geometrici che descrivono la gravitazione e l'elettromagnetismo; nel 1925, dopo aver dedicato qualche attenzione alla teoria pentadimensionale di Kaluza, egli propone una descrizione unitaria del campo gravitazionale e del campo elettromagnetico mediante un'estensione non simmetrica della relatività generale.

Dopo svariati tentativi d'altro genere, proprio questa estensione non simmetrica Einstein riprese e indagò sistematicamente, dal 1945 al 1955, a Princeton. Per lui, come testimoniato dallo scritto del 1953 dedicato a Max Born, la meccanica quantistica era una teoria statistica soddisfacente dei processi microscopici, ma mancava la "descrizione reale del sistema singolo", poiché "la natura come un tutto può esser pensata solo come un sistema individuale (che esiste unico) e non come una "totalità di sistemi"". La teoria di campo unitaria che egli cercava, in sintonia d'intenti e di metodi con Erwin Schrödinger, proprio questa descrizione del sistema singolo avrebbe dovuto provvedere.

Sia Einstein che Schrödinger erano infatti legati, sia pure in modo diverso, all'ideale intuitivo-realistico della "Physik der Modelle", descritta da Schrödinger con parole d'ammirazione e nostalgia all'inizio del rapporto sulla situazione attuale della meccanica quantistica che egli pubblica nel 1935 su Naturwissenschaften, stimolato dall'apparizione dell'articolo di Einstein, Podolsky e Rosen, e che ironicamente chiama "confessione generale". Tutto il lavoro di Schrödinger sul problema dei quanti è permeato da questo ideale. Ciò non significa certo timore del

[5]In una metrica statica la nozione di "particella di prova a riposo" può essere espressa in modo invariante.

nuovo: Schrödinger non esita, nel 1923, ad indicare un possibile legame tra la quantizzazione di Bohr, Sommerfeld ed Epstein e la teoria unitaria della gravitazione e dell'elettromagnetismo proposta da Weyl nel 1919 né, l'anno successivo, sotto l'influenza del lavoro di Bohr, Kramers e Slater, a meditare la riduzione del principio di conservazione dell'energia a principio di natura statistica. Nei lavori del suo "annus mirabilis" è evidente la soddisfazione per aver trovato un nuovo metodo, grazie al quale la quantizzazione non deriva più dall'imposizione arbitraria di "numeri interi", bensì l'interezza compare in modo spontaneo e naturale, come l'interezza del numero dei nodi di una corda musicale oscillante. Schrödinger lavora con l'intento di costruire una descrizione della realtà microscopica mediante una teoria di campo logicamente chiusa che descriva l'elettromagnetismo mediante le equazioni di Maxwell e la materia, seguendo le idee di de Broglie ed Einstein, mediante un'equazione per le onde materiali. Mentre raccoglie, nelle sue comunicazioni ad Annalen der Physik, le conferme matematicamente a portata di mano sulla capacità della sua teoria di render conto dei fatti atomici, la sua attenzione è sempre protesa oltre.

Nella prima comunicazione, dopo esser pervenuto ad un'equazione per gli stati stazionari della funzione ψ ed averla applicata all'atomo d'idrogeno, pensa all'estensione relativistica del risultato, che permetterebbe di derivare una approssimata proporzionalità tra energia e frequenza, quindi di farsi una ragione della condizione delle frequenze di Bohr, e immagina un meccanismo d'emissione e assorbimento di radiazione elettromagnetica legato ai battimenti tra le oscillazioni di onde materiali stazionarie aventi frequenza diversa. Spera di ottenere per questa via una descrizione spaziotemporale continua delle transizioni, che eviti i salti quantici della dottrina di Planck-Einstein-Bohr.

Nella quarta comunicazione, dopo aver ripreso l'analogia istituita da Hamilton tra meccanica ed ottica, che già aveva usato come punto di partenza nella prima e nella seconda, perviene a scrivere l'equazione che porterà il suo nome, e trova "un tantino antipatico" il fatto che la funzione d'onda risulti intrinsecamente complessa, ma si consola sottolineando che l'equazione (e la sua complessa coniugata) sono l'assai conveniente surrogato di un'equazione differenziale quartica per una funzione reale. Con soddisfazione giunge a determinare quella che egli ritiene sia l'equazione di continuità dell'elettricità portata dalle onde materiali, anche se la costruzione risulta complicata quando si abbia a che fare con n particelle materiali. Nel caso della particella singola, tuttavia, la distribuzione di carica e di corrente che egli trova gode delle proprietà qualitativamente attese in conformità all'idea che emissione ed assorbimento siano associate a battimenti. Ma già il dubbio sul significato fisico della ψ appare, perché proprio per costruire la densità di corrente nel caso di n particelle Schrödinger si trova ad attribuire a $\bar{\psi}\psi$ il ruolo di funzione peso nello spazio delle configurazioni. Egli afferma infatti: "Ogni configurazione della meccanica dei punti contribuisce con un certo peso alla configurazione vera secondo la meccanica ondulatoria, peso dato da $\psi\bar{\psi}$", e commenta questa affermazione con un primo esempio della vena ironica che dispiegherà in anni successivi, aggiungendo: "Se si amano i paradossi, si può dire che il sistema si trova in un certo senso contemporaneamente in tutte le posizioni pensabili dal punto di vista cinematico, ma non in tutte "con ugual intensità"".

Il dubbio che alla ψ, anche per una sola particella, non si possa attribuire alcun ruolo fisico diretto, diventa acuto già sul finire del 1926, quando Schrödinger invia per la pubblicazione il lavoro sulla legge dell'energia e dell'impulso delle onde materiali. Finalmente, grazie all'opera di Klein, Fock, Gordon ed altri, egli può scrivere una lagrangiana relativisticamente invariante per le onde materiali, ed aggiungervi la lagrangiana elettromagnetica. La teoria logicamente chiusa alla quale aspirava è completa, o quasi. Le equazioni si possono derivare applicando il metodo di Hamilton; l'interazione delle onde materiali con il campo elettromagnetico è scritta direttamente nelle leggi di conservazione. Eppure la teoria non può render conto dei fatti osservati neppure per l'atomo d'idrogeno. Essa richiede infatti di introdurre nell'equazione delle onde materiali assieme al potenziale del nucleo quello dovuto alla carica elettronica. Ma Schrödinger sa che questo potenziale non darebbe correttamente i termini dell'atomo di idrogeno. L'ideale della fisica dei modelli non appare quindi realizzato: per render conto dei fatti osservati, bisogna adattarsi ad usare le formule in maniera incoerente, ed il progetto di descrivere le transizioni quantiche come processi continui per questa via risulta vanificato. Alla fine di questa memoria Schrödinger si chiede se la soluzione della difficoltà non si debba cercare nell'interpretazione puramente statistica della teoria, ma gli pare che ciò "significhi una troppo fondamentale rinuncia alla comprensione del singolo evento".

L'idea di un'interpretazione probabilistica della meccanica quantistica, avanzata timidamente nel 1926 da Born con una comunicazione provvisoria, e divenuta col passar degli anni la dottrina ufficiale, è sottoposta da Schrödinger nel 1935 ad una valutazione critica accurata nel già ricordato rapporto per Naturwissenschaften. Il termine di paragone è costituito, come s'è detto, dalla "Physik der Modelle". In quest'ultima si usa costruire una rappresentazione degli oggetti naturali precisa in ogni dettaglio, senza pretendere che tutti i dettagli siano direttamente osservabili, data la limitatezza della nostra esperienza. Il modello classico si fonda su elementi determinanti; se essi sono noti ad un certo tempo, il modello permette di predire con esattezza il valore degli elementi determinanti, ovvero lo stato del sistema, ad ogni tempo successivo. Mediante il confronto con l'esperienza, il modello classico è per sua natura perfettibile, e sebbene il metodo classico del modello preciso sembri permettere in linea di principio di calcolare in anticipo il risultato di tutti gli esperimenti in modo del tutto esatto, nessuno è così ingenuo da ritenere che ciò accada per davvero. Dire "modello completo", nota Schrödinger, implica una contraddizione in termini, all'incirca come "massimo numero intero".

La meccanica quantistica, al confronto, per Schrödinger è una teoria ben strana: prende a prestito dalla meccanica classica i modelli e la descrizione canonica, ma poi li dichiara incompetenti a descrivere la realtà, poiché al più si possono assegnare valori numerici precisi ad una metà ben scelta di un gruppo intero di elementi determinanti. Con essa il concetto classico di stato va perso, e quindi ovviamente vien meno la possibilità di predire uno stato futuro; ci si deve limitare a predizioni di probabilità attraverso la funzione d'onda, che però evolve altrettanto deterministicamente quanto lo stato classico, e ne costituisce per così dire il surrogato.

Dell'imprecisione o indeterminazione che accompagna la descrizione quantistica, per Schrödinger, non si riesce ad avere un'idea chiara: essa si può definire solo negativamente. Essa non è l'indeterminazione familiare nella trattazione statistica dei modelli classici, dovuta all'impossibilità pratica di fissare tutti gli elementi determinanti; non è neppure una indeterminazione intrinseca di qualcuno di questi ultimi perché, postulato fondamentale della teoria, ognuno degli elementi determinanti del modello classico di partenza può essere in linea di principio misurato con tutta l'accuratezza desiderabile. "Che cosa ci rimane allora?" si chiede Schrödinger. E osserva: "In questo dilemma assai difficile la concezione dominante si aiuta o ci aiuta facendo ricorso all'epistemologia. Ci vien detto che non si deve fare alcuna distinzione tra lo stato reale dell'oggetto di natura e quello che io ne so in proposito, o forse meglio, quello che ne potrei sapere in proposito, qualora me ne dessi la pena. Reali - così si dice - sono propriamente solo percezione, osservazione, misura." Insomma: "La realtà si oppone all'imitazione mentale mediante un modello. Perciò si lascia andare il realismo ingenuo e ci si appoggia direttamente alla tesi indubitabile che reali (per il fisico) siano in fin dei conti solo l'osservazione, la misura. Quindi d'ora in poi tutto il nostro pensiero fisico avrà come unica base e come unico oggetto i risultati delle misure eseguibili in linea di principio, e ad un altro tipo di realtà o ad un modello il nostro pensiero dovrà ora espressamente non far più riferimento."

Ma le difficoltà irrisolte d'ordine fisico, che Schrödinger stesso aveva posto in evidenza nel 1926, e che il cambiamento intenzionale del punto di vista epistemologico vorrebbe evitare, riappaiono proprio nella teoria della misura. Come surrogato dello stato classico, la funzione d'onda di un sistema ha il grave difetto di sparire quando si vorrebbe che ci fosse. Schrödinger considera due sistemi A e B con il ruolo (intercambiabile) di oggetto misurato e di strumento di misura. Li considera dapprima separati (ai due capi dell'universo); in tale condizione certamente saranno dotati ciascuno di una funzione d'onda individuale, e quindi si potrà avere, sia di A che di B, la conoscenza massimale che la meccanica quantistica consente. Ma la struttura matematica della teoria è tale che se A e B vengono fatti interagire perdono la loro individualità, non hanno più una funzione d'onda propria, perché si ha solo la funzione d'onda complessiva, nella quale la conoscenza massimale delle due parti è più o meno dissipata in un intreccio di proposizioni condizionali del tipo: se in A..., allora in B... Il guaio vero, però, si ha quando le due parti vengono allontanate mutuamente e non possono più interagire. Ci si aspetterebbe allora che le due parti riacquistassero una funzione d'onda propria, ma la struttura matematica della teoria non lo permette, le proposizioni condizionali rimangono, e solo un'intervento di tipo non fisico, qualcosa che si può assimilare ad un atto mentale, ad un'ispezione di un segno sullo strumento di misura da parte di un essere senziente, può risolvere l'intreccio e ridare al sistema misurato ed allo strumento di misura una funzione d'onda individuale, corrispondente, se la misura è ben fatta, ad un autostato associato ad un autovalore della quantità misurata. Dalla forma della funzione ψ dell'oggetto prima della misura a quella assunta dopo non si va quindi con un processo continuo determinato dall'equazione differenziale che dovrebbe auspicabilmente descrivere sempre e comunque l'evoluzione del sistema, "poiché dal punto di vista realistico l'osservazione è un processo di natura come ogni altro e non può di per sè provocare un'interruzione dell'evoluzione regolare della natura". Non ci si va neppure con una discontinuità, con un salto. Ci si va attraverso la sparizione all'inizio del processo di misura e con il successivo ripristino mediante un atto di rigenerazione di natura non fisica, e con risultato generalmente casuale, perché dipendente dal valore assunto in modo generalmente imprevedibile della quantità misurata.

Nella sua "confessione generale" Schrödinger insiste a lungo sulle "antinomie dell'intreccio". Sempre riguardo ai due sistemi A e B portati ad interagire e poi separati, egli nota che, quando l'intreccio si può risolvere con una serie di misure effettuate esclusivamente su B, la funzione d'onda rigenerata per A alla fine del processo dipende da quali siano state le misure su B, e in quale ordine si siano effettuate, in contrasto con quanto ragionevolmente ci si poteva attendere. Egli studia in un esempio semplice l'intreccio in funzione del tempo, e suggerisce che le antinomie evidenti anche in questo caso forse si risolverebbero, se nella struttura della teoria il tempo non avesse il ruolo particolare che la formulazione non relativistica gli attribuisce, e che impone di associare ad ogni misura un tempo esattamente conosciuto. D'altra parte, è proprio la formulazione non relativistica che permette di fondere con estrema semplicità due sistemi parziali A e B in uno solo. Ma, conclude Schrödinger, "forse il procedimento semplice che la teoria non relativa possiede in proposito è soltanto un comodo artificio di calcolo, che però oggi, come abbiamo visto, ha ottenuto un'influenza straordinariamente grande sul nostro atteggiamento fondamentale riguardo alla natura".

Si intende terminare qui questa sommaria ricognizione delle traduzioni contenute in questo volume; troppi spunti di riflessione emergono da esse, e porterebbero troppo lontano. Tuttavia, riguardo alla "confessione generale" di Schrödinger si vuole ricordare ancora un fatto: essa pervenne a Naturwissenschaften dall'Inghilterra, dove l'autore era riparato nel 1933. Nella primavera dello stesso anno Einstein aveva dato le dimissioni dall'Accademia prussiana delle scienze e abbandonato la Germania. La traduzione del resoconto delle azioni compiute dall'Accademia in seguito alle dimissioni di Einstein, stilato da uno dei Segretari, il Prof. Dr. E. Heymann, è presente al termine di questo volume. Vuole ricordare il modo della fine di un'epoca, quando i fisici scrivevano prevalentemente in tedesco, e a Berna e Zurigo, come a Berlino, a Monaco e Gottinga e Copenhagen seppero approfittare di una particolare quanto effimera condizione di libertà e di agio per il pensiero e per la ricerca.

Ringraziamenti. Voglio qui ringraziare Giovanni Gallavotti per avermi suggerito di raccogliere in un libro le traduzioni, e per la premurosa, costante attenzione dedicata a quest'opera; Dierck Ekkehard Liebscher per la sua lunga amicizia e per i molti consigli ed insegnamenti; Hans Jürgen Treder per avermi consentito di pubblicare il testo sulle dimissioni di Einstein e per il sostegno datomi quando più era necessario. Sono grato al Dipartimento di Fisica "A. Volta" di Pavia per l'ospitalità di tanti anni e per la polverosa ricchezza del fondo storico della sua biblioteca; a Luigi Mihich per averla esplorata con me e per la paziente collaborazione nel tradurre. Ringrazio infine mia moglie Isa e le mie figlie Francesca e Carla per tutto l'affetto, e per l'aiuto dato al mio lavoro.

Salvatore Antoci