

**OLTRE LA FISICA *NORMALE***  
INTERPRETAZIONI ALTERNATIVE  
E TEORIE NON STANDARD  
NELLA FISICA MODERNA

a cura di

Isabella Tassani

**WANTED**



**NEITHER DEAD NOR ALIVE**

*Isonomia Epistemologica*

Isonomia – Epistemologica

Volume 3

# **OLTRE LA FISICA NORMALE**

**INTERPRETAZIONI ALTERNATIVE E TEORIE NON STANDARD NELLA FISICA MODERNA  
PER IL 75-ESIMO COMPLEANNO DI FRANCO SELLERI**

Volume 1  
*Il realismo scientifico di Evandro Agazzi*  
Mario Alai (a cura di)

Volume 2  
*Complessità e riduzionismo*  
Vincenzo Fano, Enrico Giannetto, Giulia Giannini, Pierluigi Graziani (a cura di)

Volume 3  
*Oltre la fisica normale*  
Isabella Tassani (a cura di)

ISONOMIA - Epistemologica Series Editor  
Gino Tarozzi

[gino.tarozzi@uniurb.it](mailto:gino.tarozzi@uniurb.it)

# **OLTRE LA FISICA NORMALE**

**INTERPRETAZIONI ALTERNATIVE E TEORIE NON STANDARD NELLA FISICA MODERNA  
PER IL 75-ESIMO COMPLEANNO DI FRANCO SELLERI**

*A cura di*

Isabella Tassani

© ISONOMIA – Epistemologica  
All rights reserved.

ISSN 2037-4348

Scientific Director: Gino Tarozzi  
Managing Director: Pierluigi Graziani  
Department of Foundation of Sciences  
P.za della Repubblica, 13 – 61029 Urbino (PU)

<http://isonomia.uniurb.it/>

Design by [massimosangoi@gmail.com](mailto:massimosangoi@gmail.com)

---

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form, or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise without prior permission, in writing, from the publisher.

## Sommario

GINO TAROZZI, ISABELLA TASSANI <i>Introduzione</i> .....	7
ALESSANDRO AFRIAT <i>La topologica</i> .....	13
GENNARO AULETTA <i>Features, not waves!</i> .....	19
STEFANO BORDONI <i>Widening the boundaries of classical physics: from Einstein's 1909 paper back to late nineteenth-century theoretical physics</i> .....	25
MARCO BUZZONI <i>Kuhn: l'esperimento mentale fra scienza normale e scienza rivoluzionaria</i> .....	53
CLAUDIO CALOSI, VINCENZO FANO <i>Di due analoghi dilemmi: forza di gravità e correlazioni a distanza</i> .....	69
ALBERTO CAPPI <i>Cosmologia standard e oltre</i> .....	95
GIOVANNI MACCHIA <i>Quasar, redshift e controversie: l'espansione dell'universo è da rivedere?</i> .....	115
FABIO MINAZZI <i>La questione epistemologica del realismo nel programma di ricerca di Franco Selleri</i> .....	181
ARCANGELO ROSSI <i>La scienza tra normalità e rivoluzione</i> .....	209
GINO TAROZZI <i>Oltre la fisica normale. Realtà della funzione d'onda e delle proprietà fisiche prevedibili nell'interpretazione di Selleri della meccanica quantistica</i> .....	223



## Introduzione

Nonostante il suo grande potere predittivo e la vastità del suo campo di applicazione, la meccanica quantistica nella sua formulazione *standard*, meglio nota come “interpretazione ortodossa”, contiene una vera e propria rinuncia a quelle esigenze esplicative che caratterizzano ogni autentica teoria scientifica, rinuncia che è stata sintetizzata dall’affermazione di Feynman, secondo la quale «è tutto assolutamente misterioso e più ci riflettiamo più ci appare misterioso».

Nel corso della sua straordinaria opera scientifica Franco Selleri si è sempre opposto a questa rinuncia alla comprensione della struttura della realtà fisica, mostrando i limiti e le conclusioni paradossali cui conduceva l’idea largamente condivisa che la meccanica quantistica, così come altre teorie della fisica del ‘900 su cui egli ha in un secondo tempo concentrato le sue ricerche e analisi critiche, rappresentassero, per dirla con Popper, “la fine della strada in fisica”.

Tale carattere antiesplicative e di radicale rinuncia epistemologica da parte della teoria quantistica *standard* si è tradotto in primo luogo nell’abbandono del principio di causalità, come è stato sottolineato molto efficacemente da Selleri, in *Quantum Paradoxes and Physical Reality* (1990), con riferimento alla legge quantistica del decadimento radioattivo, che definisce una vita media per una data classe di particelle atomiche, ma non spiega il perché del differente comportamento individuale di ciascuna particella appartenente a questa classe:

La fisica attuale non fornisce una comprensione di queste cause e accetta infatti una filosofia acausale: ogni decadimento è un processo spontaneo e non ammette una spiegazione causale. La questione della differente vita individuale di simili sistemi instabili, come i neutroni, secondo questa linea di pensiero rimarrà per sempre senza una risposta e dovrebbe essere pertanto considerata come una questione “non scientifica”.

Nato a Bologna il 9 ottobre del 1936, Franco Selleri ha compiuto i suoi studi presso l’Università della sua città, l’antica e celebre *Alma Mater*

*studiorum*, con scienziati da lui definiti “indimenticabili”: il chimico Giovanni Battista Bonino, il matematico, e fisico matematico, Antonio Pignedoli e il fisico Giampietro Puppi. Nel 1958 si è laureato in Fisica *cum laude* e, solo un anno dopo, è diventato borsista all’Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN).

Il primo articolo della sua lunga carriera scientifica riguarda una delle sue idee originali, l’*one-pion exchange model* per i processi anelastici ad alta energia in fisica delle particelle. Il notevole successo di questo modello gli ha aperto la strada a diverse esperienze internazionali: borsista al CERN di Ginevra (1959-61), *collaborateur étranger* a Saclay (Francia, 1962/63), *research associate* alla Cornell University (USA, 1963/65), ecc. Nel 1966 Selleri torna in Italia, prima a Bologna e poi, dal 1968 come docente e direttore di ricerca dell’Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (I.N.F.N.) al Dipartimento di Fisica dell’Università di Bari, dove dal 1980 è stato chiamato come professore ordinario di Fisica teorica.

Risale ai tardi anni ‘60 l’elaborazione e lo sviluppo della sua prospettiva critica nei confronti delle teorie fondamentali della fisica moderna, in particolar modo della teoria delle particelle elementari e della meccanica quantistica, che verrà ben presto a configurarsi uno dei principali elementi caratterizzanti del suo programma di ricerca.

Nel corso della sua intensa e infaticabile attività scientifica, Selleri è entrato in proficuo contatto con molti grandi fisici e filosofi della scienza, ma quelli che ritiene lo abbiano più significativamente influenzato sono stati Louis de Broglie, John Bell e Karl Popper.

Egli ha molto apprezzato l’idea di de Broglie che la funzione d’onda della meccanica quantistica dovrebbe descrivere oggettivamente onde reali che si propagano nello spazio ordinario. Perciò egli è arrivato a ritenere che la teoria quantistica, considerata così “misteriosa”, per riprendere le parole di Feynman, potrebbe essere riformulata in modo tale da apparire comprensibile anche a un normale essere umano pensante. Con la sua ipotesi delle onde vuote, più tardi definite “onde quantistiche”, Selleri può essere considerato a pieno diritto un originale continuatore dell’opera di de Broglie, che in una lettera a Franco Selleri (11 aprile 1969), individuò in tale nuova prospettiva

un importante tentativo volto a ottenere un’interpretazione della meccanica ondulatoria più soddisfacente di quella che viene attualmente adottata e una conferma delle idee che mi avevano guidato nel momento in cui avevo proposto nel 1923-24 le concezioni di base della meccanica ondulatoria,

che rispetto alla teoria dell'onda pilota presenta, come rileva sempre de Broglie nella stessa lettera, la possibilità di un appello all'evidenza sperimentale:

L'esperienza che lei propone per provare l'esistenza dell'onda sarà di estremo interesse per provare l'esistenza di quest'onda debolissima (*très faible*) che trasporta le particelle [...].

Selleri fu molto impressionato dalla scoperta della famosa diseguaglianza di Bell, che discrimina a livello empirico tra la teoria quantistica e tutte le descrizioni realistiche locali della natura, che per lui significava la possibilità di scegliere sperimentalmente tra differenti prospettive filosofiche; inutile dire che egli preferisce il realismo locale alla perfetta validità della teoria quantistica convenzionale, considerandosi insoddisfatto degli esperimenti realizzati finora, che ha criticato in diversi lavori mettendo in luce le ipotesi addizionali, tipicamente quantistiche, che vengono di solito introdotte sotto varie forme.

Alle ricerche sul problema dell'incompatibilità sia logica che empirica tra meccanica quantistica e realismo locale, e al duplice problema da una parte delle ipotesi in gioco nella dimostrazione del teorema di Bell, dall'altro del suo dominio di validità, Selleri ha dato un contributo che può essere difficilmente sopravvalutato nella fisica del '900; già nel 1974 il grande storico della scienza Max Jammer, nel suo classico *The Philosophy of Quantum Mechanics* (1974), metteva in rilievo come egli avesse da una parte dimostrato la forma più forte della diseguaglianza di Bell, dall'altro mostrato, in alcuni articoli scritti con V. Capasso e D. Fortunato, la possibilità di discriminare a livello empirico tra descrizione attraverso stati *entangled* e descrizione attraverso vettori di stato fattorizzabili, quest'ultima implicata dal realismo locale, anche rispetto ad altre osservabili, definite "osservabili sensibili".

Della filosofia popperiana, Selleri ha apprezzato e condiviso l'atteggiamento critico verso la fisica moderna, il suo realismo e razionalismo, piuttosto che la sua specifica teoria della conoscenza. E a sua volta le idee di Selleri sulla meccanica quantistica sono state altrettanto influenti sul grande filosofo viennese, che dopo aver sostenuto per molti anni un'interpretazione statistica strettamente corpuscolare, aderì poi pienamente all'interpretazione realistica della funzione d'onda:

Franco Selleri ha suggerito (continuando l'opera di Louis de Broglie) che possono esistere onde senza particelle [...]. Le conseguenze [*di tale possibilità*] sembrerebbero essere rivoluzionarie [...] esse stabilirebbero, in luogo del

carattere “complementare” di particelle e onde (ondicelle) l’interazione di due tipi di oggetti reali: onde e particelle.

Analogamente Popper fece propria la critica di Selleri e Tarozzi alla dimostrazione probabilistica di Clauser e Horne del teorema di Bell, critica che sembrava restringere alla sola classe delle teorie deterministiche locali di variabili nascoste l’ambito di validità di tale teorema, sembrando così aprire una prospettiva di riconciliazione tra meccanica quantistica e teorie probabilistiche locali:

F. Selleri e G. Tarozzi hanno trovato un modello che soddisfa la definizione di Bell di località ma non la definizione di località di Clauser e Horne (conosciuta anche come “condizione di fattorizzabilità”); questo sembra mostrare ancora una volta che Clauser e Horne non hanno soddisfatto la pretesa di universalità [*del teorema di Bell*].

Franco Selleri ha pubblicato, prevalentemente su prestigiose riviste internazionali, più di trecento articoli riguardanti principalmente la fisica delle particelle, i fondamenti della teoria quantistica e della relatività ma, anche se in misura minore, la storia e la filosofia della fisica. Infine, egli ha scritto molti libri, pubblicati presso editori europei e americani, che hanno generalmente ricevuto critiche molto positive. Riguardo a *Paradossi quantistici e realtà fisica*, un noto fisico americano ha scritto:

Il Professor Selleri è quasi unicamente qualificato come un vero scettico che, ciononostante, ha una profonda comprensione dell’Interpretazione di Copenaghen. Se si aggiunge a questo un’instancabile onestà intellettuale e un’imparzialità di fondo, ci si può rendere conto quanto sia speciale questo libro.

Selleri è stato ed è tuttora membro del comitato scientifico di molte riviste internazionali, quali *Foundations of Physics Letters*, *Fundamental Theories of Physics*, *Annales de la Fondation Louis de Broglie*, e *Apeiron*, svolgendo la funzione di *referee*, tra le quali *Foundations of Physics*, *Physics Letters*, *Journal of Physics*, *Europhysics Letters* e *Nuovo Cimento*. Fa parte di molte istituzioni e società scientifiche, come la Società Italiana di Fisica (S.I.F.), l’*American Physical Society*, la Società Italiana di Logica e Filosofia della Scienza (S.I.L.F.S.), la *New York Academy of Sciences*, la *Fondation Louis de Broglie* di Parigi, la *Gdanskie Towarzystwo Naukowe* e il Centro interuniversitario di ricerca in Filosofia e Fondamenti della Fisica (C.I.R.F.I.S.) degli atenei di Bologna, dell’Insubria, del Salento e di Urbino.

Negli anni recenti, ha stabilito l’esistenza di una, a suo parere, inaccettabile discontinuità tra qualunque ragionevole descrizione dei sistemi

di riferimento accelerati e la descrizione relativistica dei sistemi di riferimento inerziali. Ha suggerito come si possa superare la precedente difficoltà distinguendo il gruppo di trasformazioni di Lorentz da altre trasformazioni che implicano un ritorno alla nozione di simultaneità assoluta.

Come curatori di questo numero speciale di *Isonomia* siamo onorati di fare omaggio a Franco Selleri come amico e collega speciale, sia per la sua passione instancabile e la sua profonda conoscenza dei fondamenti delle teorie della fisica contemporanea che ha generosamente profuso nel cercare risposte alle fondamentali questioni concettuali aperte, sia e forse ancor più per la prospettiva perennemente critica che egli ha sempre seguito con particolare rigore ed estrema determinazione per raggiungere questo scopo.

Siamo certi di esprimere anche il pensiero dei colleghi che hanno contribuito a questo numero della rivista, augurandogli ancora molti anni di un'altrettanto eccellente creatività scientifica.

Gino Tarozzi e Isabella Tassani,  
Dipartimento di Scienze di Base e Fondamenti  
Università di Urbino *Carlo Bo*

# La questione epistemologica del realismo nel programma di ricerca di Franco Selleri

Fabio Minazzi  
Università degli Studi dell'Insubria  
[fabio.minazzi@uninsubria.it](mailto:fabio.minazzi@uninsubria.it)

Le nostre prospettive scientifiche sono ormai agli antipodi tra loro. Tu ritieni che Dio giochi a dadi col mondo; io credo invece che tutto ubbidisca a una legge, in un mondo di realtà obiettive che cerco di cogliere per via furiosamente speculativa. Lo *credo* fermamente, ma spero che qualcuno scopra una strada più realistica – o meglio un fondamento più tangibile – di quanto non abbia saputo fare io. Nemmeno il grande successo iniziale della teoria dei quanti riesce a convincermi che alla base di tutto vi sia la causalità, anche se so bene che i colleghi più giovani considerano questo atteggiamento come un effetto di sclerosi. Un giorno si saprà quale di questi due atteggiamenti istintivi sarà stato quello giusto.<sup>1</sup>

## 1. L'intreccio critico tra scienza, filosofia e storia quale criterio ermeneutico della conoscenza

Ogni teoria scientifica appare essere un intreccio profondo di due tipi di contenuti: quelli irreversibili, vere e proprie riproduzioni (anche se imprecise, sia perché schematiche, sia perché “sfuocate”) di proprietà del mondo materiale; quelli arbitrari, immessi nella teoria a causa di pregiudizi filosofici degli scienziati che l'hanno creata, o a causa di forti spinte culturali e sociali che in

---

<sup>1</sup> Albert Einstein, lettera del 7 dicembre 1944 a Max Born, corsivo nel testo.

periodi particolari (come fu quello della Repubblica di Weimar) possono avere influenzato e distorto l'attività scientifica.<sup>2</sup>

Questa duplice, importante, considerazione è puntualmente richiamata, in modo peraltro programmatico, da Franco Selleri, nel suo rilevante, noto e diffuso “saggio sui fondamenti della microfisica”, *Paradossi e realtà*. Questo rilievo è richiamato in apertura dello studio proprio per sottolineare non solo l'intrinseca complessità della «sfida del labirinto» della conoscenza umana (che cerca di delineare un'immagine sempre più rigorosa e vera del mondo in cui viviamo), ma anche per sottolineare, al contempo, le differenti componenti teoriche, culturali e filosofiche che sempre e necessariamente si intrecciano nel possibile quadro del mondo delineato da una particolare teoria scientifica. In questa prospettiva palesemente epistemologica – appartenente, tuttavia, ad un'epistemologia che si dipana, per sua intima natura, sul terreno stesso dello sviluppo intrinseco della ricerca scientifica – l'intreccio tra gli «elementi cognitivi irreversibili», à la Planck, individuati dalle ricerche scientifiche e i molteplici elementi filosofici e, più in generale, culturali (entro i quali le stesse e pur differenti teorie scientifiche vengono comunque plasmate, concepite e delineate), costituisce allora l'orizzonte complessivo e storico entro il quale, in genere, il patrimonio delle tecno-scienze si viene costituendo<sup>3</sup>. Una tale complessa, ricca ed articolata visione della conoscenza scientifica costituisce, del resto, una consapevolezza critico-epistemologica e scientifica che ha sempre accompagnato le molteplici disamine che Selleri, nel corso di vari decenni, ha costantemente consacrato all'indagine critica di diversi problemi aperti, direttamente connessi soprattutto con l'analisi dei fondamenti della fisica

---

<sup>2</sup> Selleri (1987, 9) La citazione da questo volume che segue immediatamente nel testo è tratta da p. 10.

<sup>3</sup> Per un preclaro esempio della costante sensibilità per la storia della scienza dimostrata in molteplici occasioni da Selleri è qui da ricordare, a livello emblematico, soprattutto il suo volume Selleri (1989), nel quale si può scorgere come il suo approccio critico allo studio delle teorie fisiche non possa mai andare disgiunto da una puntuale considerazione dello sviluppo storico-concettuale delle differenti teorie fisiche. Proprio per questa precisa ragione critica tale presentazione della fisica costituisce, perlomeno a mio avviso, anche un fecondo ed innovativo modello culturale, scientifico e didattico di riferimento per il suo insegnamento medio, secondario ed universitario, soprattutto in un paese come il nostro che dimentica, in modo sistematico, di spiegare la fisica valorizzando l'importanza metodologica, concettuale ed epistemologica di una sua puntuale considerazione storico-critica.

moderna<sup>4</sup>. Per questa ragione di fondo Selleri denuncia le unilateralità dogmatiche speculari di due approcci come quelli propri dello scientismo e dello storicismo:

Bisogna sfuggire al falso dilemma scientismo/storicismo ed accettare il fatto che una teoria scientifica può funzionare benissimo anche se pesantemente condizionata da scelte filosofiche dei più svariati tipi. Occorre considerare le diverse teorie per quello che sono veramente, fuori da ogni schematismo. Per fare questo, strumento indispensabile è una conoscenza abbastanza approfondita della storia della disciplina che si vuole studiare criticamente e delle sue connessioni reali con i più generali processi culturali e sociali.<sup>5</sup>

Lo studio della storia della scienza in tutta la sua articolazione, dei connessi e spesso decisivi cambiamenti concettuali propri delle varie teorie e anche dei paradigmi scientifici, nonché la considerazione, altrettanto puntuale, della dimensione tecnologico-strumentale, con le quali le differenti teorie scientifiche si confrontano, offrono, dunque, un terreno concreto e positivo a partire dal quale ci si può formare un'immagine precisa e rigorosa dello stesso sviluppo dell'immagine scientifica del mondo. Per questa ragione per Selleri l'epistemologia deve allora tener sempre ben presente la storia reale dei cambiamenti concettuali (e anche tecnologici, *of course!*) variamente posti in essere dalle differenti configurazioni delle differenti tecno-scienze. Il che, perlomeno a suo avviso, non vuole affatto dire che l'epistemologia debba rinunciare ad un ruolo critico – eminentemente attivo ed originale – nello sviluppare un suo puntuale confronto critico con le differenti teorie scientifiche. Ma, in ogni caso, questo suo libero e critico confronto con le differenti teorie scientifiche affermatesi nelle più differenti situazioni storiche e culturali, non può comunque mai prescindere anche da uno studio, altrettanto rigoroso e consapevole, della storia della scienza. Per questa precisa ragione Selleri parla anche, esplicitamente e programmaticamente, del «ruolo ineliminabile della storia della scienza, non più soltanto come curiosità culturale, ma anche come strumento di comprensione critica per ogni ricercatore della propria disciplina». Ma, si badi, per Selleri questa apertura alla dimensione storica della scienza deve sempre e necessariamente coinvolgere anche la riflessione filosofica perché proprio «legando la scienza alla filosofia si può

---

<sup>4</sup> Proprio a questi temi Selleri ha del resto dedicata una sintetica e puntuale riflessione nel suo volumetto Selleri (1992) che, pur a vent'anni di distanza, ancora si segnala per la pregnanza concettuale del preciso quadro prospettico che offre al lettore.

<sup>5</sup> Selleri (1987, 10). Le citazioni da questo volume che seguono nel testo sono tratte, rispettivamente, dalle seguenti pagine: p. 14; p. 15.

tentare di recuperare pienamente la dimensione storica del pensiero scientifico e di comprendere la natura dei travagli che hanno dato origine alle varie concezioni scientifiche».

## **2. Contro il pregiudizio epistemologico empiristico-positivista**

Le considerazioni epistemologiche richiamate nel precedente paragrafo, che sono anche, al contempo, considerazioni metodologico-critiche radicate nello stesso sviluppo della disamina scientifica del mondo, urtano, tuttavia, contro un pregiudizio assai diffuso e oltremodo radicato. Diffuso e radicato non solo presso scienziati militanti, filosofi ed epistemologi, ma anche presso il senso comune proprio di vaste collettività umane e sociali. Questo pregiudizio è quello che, in ultima analisi, risale alla grande e feconda tradizione dell'empirismo filosofico (in tutte le sue molteplici formulazioni teoriche: antica, medievale, moderna e contemporanea) che è stato poi fatto proprio e variamente assorbito, nei suoi punti qualificanti, anche dalla tradizione del positivismo ottocentesco, nonché, successivamente, anche da quello novecentesco. Questa tradizione di pensiero insiste infatti su un punto che viene presentato come decisivo: quello in virtù del quale l'uomo debba sempre *imparare dall'esperienza*. Meglio ancora: quello in base al quale l'esperienza costituirebbe l'alfa e l'omega della nostra conoscenza del mondo. Il che, sotto un determinato aspetto, costituisce ancora, in verità, un'indicazione preziosa e per nulla fuorviante, proprio perché l'uomo deve pur sempre riferirsi al mondo della *praxis*, ovvero al mondo della sua propria esperienza diretta ed effettiva delle cose reali. Tuttavia, perlomeno nell'accezione metafisica dell'empirismo, questo richiamo all'orizzonte del mondo effettivamente esperito coi nostri sensi reca con sé anche un'esigenza molto più forte, quella in virtù della quale le nostre stesse idee, le nostre teorie, i nostri stessi pensieri, in ultima analisi, non sarebbero altro che un sintetico, comodo e sostanzialmente parassitario "riassunto" delle nostre molteplici esperienze di vita.

Insomma: per la tradizione dell'empirismo le nostre teorie non possono essere altro che delle traduzioni, sintetiche, riassuntive e, appunto, mimetiche e di comodità pratica, delle nostre stesse esperienze dirette. Conseguentemente per l'empirismo le nostre idee e le nostre teorie, tendenzialmente, devono sempre essere conformi al mondo e, più esattamente, alla dimensione della nostra esperienza del mondo reale. Il grande e clamoroso successo dell'immagine baconiana della scienza presso gli scienziati e il senso comune degli ultimi tre secoli si radica esattamente

su questo assunto pregiudiziale, in virtù del quale la nostra conoscenza teorica del mondo non sarebbe altro che l'esperienza tradotta in termini di pensiero e di teorie. In questa prospettiva empiristico-induttivista le teorie stesse non sarebbero allora altro che comodi "riassunti" di una molteplicità caotica di esperienze che, in tal modo, vengono dominate e concettualizzate più agevolmente. Inoltre, occorre rilevare come questa tradizionale immagine baconiana della conoscenza scientifica sembri anche associare un altro vantaggio che non va sottovalutato, giacché in questa prospettiva epistemologica il valore di verità delle nostre teorie può essere sistematicamente "scaricato" sui fatti empirici. *Fatti, non parole!*, questo slogan diviene allora l'espressione programmatica di questa mentalità positivistico-empirista, in base alla quale si reputa, appunto, che le nostre conoscenze siano effettivamente tali solo ed unicamente nella misura in cui si possono ridurre, *senza residui*, al mondo dell'esperienza. Come ha giustamente rilevato Albert Einstein

il pregiudizio- che a tutt'oggi non è affatto sparito – consiste nella convinzione che i fatti possano e debbano tradursi in una conoscenza scientifica di per sé, senza libera costruzione concettuale. Un tale errore è possibile solo perché è difficile rendersi conto dell'arbitrarietà di tali concetti, che, attraverso la verifica e il lungo uso, sembrano invece direttamente collegati con il materiale empirico.<sup>6</sup>

In realtà, se ci si pone il problema di spiegare la precisa natura epistemologica della conoscenza umana, tenendo presente soprattutto l'esplosione complessiva del patrimonio tecnico-scientifico realizzatosi dalla nascita della scienza moderna in poi, non è affatto agevole continuare a condividere tale dogmatico pregiudizio empiristico-positivista, peraltro ben espresso dalla fortunata immagine baconiana induttivista della scienza che pure ha goduto – e gode tuttora – di un grandissimo successo non solo presso il senso comune dei vari popoli, ma anche presso molti uomini colti e anche presso i diversi cultori delle discipline scientifiche ed umanistiche.

Né basta, naturalmente, illustrare tutte le molteplici insufficienze teoretico-metafisiche di questa prospettiva empiristico-positivista, soprattutto se non si riesce, preventivamente, a scorgerne anche l'indubbio punto di forza che aiuta a comprendere il suo successo (storico e culturale). Se infatti si guarda alla prospettiva dell'empirismo da questo specifico punto di vista – connesso, in ultima analisi, con la storia stessa dell'evoluzione della nostra specie nel mondo dei viventi e della loro lotta per la sopravvivenza – è invero assai difficile sottrarsi all'impressione che la stretta dipendenza

---

<sup>6</sup> Einstein (1958, 26).

postulata dall'empirismo tra le nostre idee e le esperienze immediate dei *quinque sensibus* non possa non radicarsi in un preciso atteggiamento pragmatico che ha indubbiamente contribuito a rafforzare la speranza di vita dei primati sulla terra. Da questo punto di vista la stessa teoria corrispondentista costituisce, allora, il massimo prodotto teorico di questa precisa esperienza biologico-vitale pragmatica, in base alla quale la nostra specie si è progressivamente abituata, nel corso di alcuni milioni di anni, a prestar fede proprio a quei pensieri e a quelle immagini teoriche che sembravano trovare un riscontro diretto e pressoché immediato nella nostra stessa esperienza vitale. Proprio questa corrispondenza tra le nostre idee e la realtà ha così finito per imporsi come un criterio non solo pragmatico di vita, ma anche come un autentico criterio epistemologico di verità, in nome del quale si è così iniziato a controllare, sistematicamente, l'effettiva portata conoscitiva dei nostri stessi pensieri. Né può essere parimenti taciuto come anche questa esigenza di effettuare un "controllo" empirico delle nostre idee, dei nostri pensieri ed anche delle nostre eventuali teorie, rispondesse, in ultima analisi, ad una giusta istanza critica: quella di poter verificare l'effettiva portata conoscitiva dei nostri differenti pensieri sul mondo.

Tuttavia, questa giusta esigenza di controllo critico – basata su un raffronto sistematico con la dimensione dell'esperienza – ben presto ha anche finito per imporsi come una dimensione metafisica non più trascendibile, come una norma ed un metro assoluto, in nome del quale tutto quello che di primo acchito risulta esorbitare dall'esperienza, più o meno diretta e più o meno immediata, è stato considerato come non-valido e come non-affidabile. Il che spiega anche perché l'umanità occidentale, a partire dal quinto secolo avanti Cristo, fino al diciassettesimo secolo dopo Cristo, faticasse, non poco, ad ammettere la liceità – epistemologica e conoscitiva – di alcuni ragionamenti i quali, invece che prendere le mosse dall'esperienza diretta del mondo, cercavano, al contrario, di elaborare una più o meno complessa spiegazione concettuale del mondo prima ancora di affrontare il problema di sua verifica empirico-sperimentale.

La non lieve tardanza con la quale la scienza moderna, inaugurata da Galileo Galilei, si è infine configurata entro la tradizione del pensiero occidentale nel corso del Seicento può così essere spiegata anche da questo punto di vista squisitamente epistemologico, ricordando come per un numero notevole di secoli l'umanità abbia senz'altro preferito attribuire portata conoscitiva solo ed unicamente a quelle teorie che erano in grado di esibire, più o meno direttamente, il loro nesso con la dimensione dell'espe-

rienza sensibile<sup>7</sup>. Da questo punto di vista se si guarda allora alla storia delle teorie astronomiche, avendo appunto presenti soprattutto queste considerazioni epistemologiche, è allora veramente difficile sottrarsi all'impressione che il largo dominio della teoria tolemaica – geocentrica e geostatica – contro l'opposta teoria copernicana – eliocentrica ed eliostatica – sia anche da attribuirsi, in ultima analisi, alla difesa di un particolare, più diffuso e condiviso schema epistemologico del rapporto tra teoria (T) ed esperienza (E). La teoria tolemaica si è infatti avvalsa di uno schema epistemologico che, tendenzialmente, configurava proprio questo nesso T/E come una dimensione “mimetica”, entro la quale la teoria (T) doveva, appunto, limitarsi a rispecchiare e tradurre fedelmente, in concetti, quanto era manifestato dalla conoscenza sensibile (E).

Per questa precisa ragione fu allora rifiutata una teoria astronomica eliocentrica ed eliostatica: essa appariva, infatti, in contraddizione clamorosa con quanto attestato, *quotidie*, alla conoscenza sensibile, mediante la quale “vediamo” appunto “sorgere” il sole ogni giorno e, analogamente, lo “vediamo” poi “raggiungere” lo zenit per infine “vederlo” puntualmente “tramontare”. Di fronte a tali assai manifeste evidenze empiriche era allora veramente difficile accettare una teoria come quella delineata da Aristarco di Samo, in virtù della quale l'esperienza sensibile era messa completamente sottosopra per affermare, bizzarramente, una teoria eliocentrica ed eliostatica la quale, oltre a contrastare l'esperienza sensibile immediata del mondo comune di tutti gli uomini sani di mente, sembrava anche essere inutilmente complicata e alquanto barocca (appunto: complicava ciò che era molto semplice). Anche se le due teorie – quella tolemaica e quella di Aristarco – potevano esser geometricamente equivalenti, tuttavia la soluzione eliocentrica ed eliostatica sembrava un'autentica “pazzia”, proprio perché nel suo caso la componente teorico- astratta sembrava costituire una costruzione, inutilmente complicata, per spiegare un fatto di per sé del tutto evidente sul piano empirico-sensibile.

In realtà, proprio l'innovativo e più complesso rapporto tra teoria (T) ed esperienza (E) configurato dalla teoria eliocentrica di Aristarco costituiva, invece, un ben differente ed alternativo paradigma epistemologico che, non a caso, è poi riemerso, in modo programmatico e strategico, proprio nel cuore stesso della scienza moderna, nella strategia posta in

---

<sup>7</sup> Per una disamina critica della nascita della scienza moderna in relazione alla lezione galileiana, considerata proprio secondo questa prospettiva prettamente epistemologica, sia comunque lecito rinviare al mio studio Minazzi (1994a) e, di contro, per una puntuale critica delle più note e diffuse immagini epistemologiche novecentesche dell'opera dello scienziato pisano, all'altro mio studio Minazzi (1994b).

essere dal «filosofo geometra» di galileiana memoria, onde poter sistematicamente «diffalcare» gli impedimenti della materia, nel tentativo di saper costruire una persuasiva e sperimentalmente provata spiegazione scientifica del mondo (fosse questo il mondo astronomico del sistema solare oppure anche quello della caduta dei gravi o quello dei moti dei corpi nello spazio). Il che è stato del resto ben colto, nuovamente, dallo stesso Einstein, il quale, proprio per combattere il pregiudizio empiristico-positivistico (ancora ben diffuso, egemone e radicato nella mentalità degli scienziati – e dei filosofi! – a lui contemporanei) ha avuto modo di ricordare la maggiore e più complicata articolazione del rapporto che sempre si instaura tra una teoria scientifica (T) e il mondo dell'esperienza sperimentale (E). Infatti a questo proposito Einstein ha puntualmente rilevato quanto segue:

Una teoria può essere verificata dall'esperienza, ma non esiste alcun modo per risalire dall'esperienza alla costruzione di una teoria. Equazioni di tale complessità, come sono le equazioni del campo gravitazionale, possono essere trovate solo attraverso la scoperta di una condizione matematica logicamente semplice, che determini completamente o quasi completamente le equazioni. Una volta in possesso di condizioni formali abbastanza forti, non c'è bisogno di una grande conoscenza dei fatti per costruire una teoria; nel caso delle equazioni della gravitazione, sono appunto la tetradimensionalità e il tensore simmetrico, quale espressione della struttura spaziale, che, insieme con l'invarianza rispetto ai gruppi di trasformazioni continue, determinano quasi completamente le equazioni.<sup>8</sup>

### 3. Descrivere o spiegare? Il “criterio di realtà” di Einstein, Podolsky e Rosen

Nel 1935 Einstein, in collaborazione con Boris Podolsky e Nathan Rosen, ha pubblicato, su «The Physical Review» (n. 47, pp. 777-780), il celebre saggio *Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?* la cui sintesi concettuale è la seguente:

---

<sup>8</sup> Einstein (1958, 46-47); per un approfondimento di queste tematiche sia comunque lecito rinviare al mio studio Minazzi (2007) (apparso nell'ambito di un fascicolo monografico consacrato ad *Albert Einstein filosofo e metodologo*, a cura di V. Fano, F. Minazzi e I. Tassani, nel quale si sono raccolti gli atti del convegno einsteiniano di Cesena del 25-26 novembre 2005). Ma su questo tema sono naturalmente da tener presenti anche numerosi saggi di vari epistemologi presenti nel già citato Einstein (1958), nonché, pur nel quadro di una assai differente lettura critica, quanto si legge nel saggio di Schlick (1979), nonché nei seguenti studi: Aa. Vv. (1989), Holton (1991), Paty (1993), Aa. Vv. (1994), Holton (1997), Bachelard & Cassirer & Reichenbach & Schlick (2009).

In una teoria completa vi è un elemento in corrispondenza a ciascun elemento della realtà. Una condizione sufficiente per la realtà di una grandezza fisica è la possibilità di prevederla con certezza senza perturbare il sistema. Nella meccanica quantica, quando si hanno due grandezze fisiche descritte da operatori che non commutano, la conoscenza dell'una preclude la conoscenza dell'altra. Allora, o è incompleta la descrizione della realtà fornita dalla funzione d'onda della meccanica quantica, o non possono, queste due grandezze, essere simultaneamente reali. Studiando il problema di fare previsioni relative a un sistema sulla base di misure effettuate su un altro sistema, che abbia in precedenza interagito col primo, si giunge alla conclusione che se il primo enunciato è falso, è falso anche il secondo. Se ne deduce che la descrizione della realtà fornita da una funzione d'onda è completa.<sup>9</sup>

Non è allora privo di rilievo osservare come nell'affrontare questo specifico problema della descrizione quantica della realtà Einstein – in collaborazione con Podolsky e Rosen – abbia anche colto l'occasione non solo per meglio precisare la sua precisa immagine della conoscenza fisica in generale, ma anche per avanzare un suo preciso “criterio di realtà” in base al quale sarebbe appunto possibile valutare la portata effettivamente conoscitiva di una determinata teoria fisica. Affrontando infatti la natura specifica della conoscenza fisica, in questo studio si esordisce ricordando come

ogni serio esame di una teoria fisica presuppone la distinzione fra la realtà obiettiva, che è indipendente da qualsiasi teoria, e i concetti fisici con cui la teoria stessa opera. Questi concetti si presuppone corrispondano alla realtà obiettiva, e con essi noi ci rappresentiamo quella realtà.

In profonda sintonia con la tradizione del pensiero fisico, che risale allo stesso Galilei, Einstein ritiene, quindi, che la conoscenza fisica, pur dovendo necessariamente utilizzare sempre una precisa serie di differenti *concetti* fisici, tuttavia ha anche sempre a che vedere con una altrettanto specifica *realtà obiettiva*, la cui conoscenza effettiva costituisce, appunto, il suo obiettivo privilegiato. Insomma Einstein – in profonda sintonia con tutta la grande e composita tradizione della fisica moderna inaugurata da Galileo – ritiene che la fisica abbia appunto a che fare con un mondo reale che cerca di indagare approfondendone via via la sua conoscenza. Ma su questa base decisamente realista come è allora possibile giudicare il successo eventuale di una teoria fisica? Secondo Einstein per rispondere in modo soddisfacente

---

<sup>9</sup> Einstein & Podolsky & Rosen (1988). Le citazioni di questo saggio, o successivamente richiamate nel testo, sono tutte tratte dalle seguenti pagine della trad. it. predisposta da Bellone: p. 375 e p. 376.

a questa domanda ineludibile, occorre poter risolvere perlomeno due altre questioni, strettamente interrelate:

- a) la teoria che prendiamo in considerazione può essere considerata “corretta”?
- b) la descrizione delineata dalla teoria può essere considerata “completa”?

A suo avviso, infatti,

solo in caso di risposta affermativa a entrambe le domande diremo che i concetti della teoria sono soddisfacenti. La correttezza della teoria è giudicata in base al grado di accordo fra le sue conclusioni e l'esperienza umana; questa esperienza, che sola ci consente di inferire alcunché sul reale, assume in fisica la forma di esperimenti e misure.

Il saggio di Einstein, Podolsky e Rosen si limita, quindi, ad approfondire, in relazione alla meccanica quantistica, proprio la seconda domanda concernente la “completezza” eventuale di questa teoria. Ma anche in questo caso, indipendentemente al diverso significato che si vuole eventualmente attribuire al termine “completo”, sembra comunque a questi autori che la “completezza” di una qualsiasi teoria debba essere in grado di soddisfare la condizione, ineliminabile, in base alla quale «*ciascun elemento della realtà fisica deve avere una controparte nella teoria fisica*» (il corsivo è degli Autori). Questa, che viene assunta quale “condizione di completezza” da Einstein Podolsky e Rosen, consente allora di sostenere che si può fornire una risposta alla seconda domanda proprio quando «si sia in grado di decidere quali sono gli elementi della realtà fisica». Il che induce appunto Einstein, Podolsky e Rosen a porsi il problema di poter individuare un affidabile “criterio di realtà”, proprio perché

gli elementi della realtà fisica non possono essere determinati da considerazioni filosofiche a priori, ma debbono essere trovati ricorrendo ai risultati di esperimenti e di misure.

Einstein, Podolsky e Rosen non offrono però una «definizione esauriente di realtà» perché si accontentano, invece, di avanzare un più delimitato e, tuttavia, assai «ragionevole» criterio che, con le loro stesse parole, è il seguente:

Se si è in grado di prevedere con certezza (cioè con probabilità uguale a uno), il valore di una grandezza fisica senza perturbare in alcun modo un sistema, allora esiste un elemento di realtà fisica corrispondente a questa grandezza fisica.<sup>10</sup>

Agli occhi di Einstein, Podolsky e Rosen questo criterio presenta, in primo luogo, il vantaggio, per nulla secondario, di risultare «in accordo sia con l'idea classica sia con quella quantica di realtà». Inoltre, in secondo luogo, certamente questo criterio, pur non essendo affatto in grado di esaurire tutti i diversi e possibili modi di individuare una determinata realtà fisica, tuttavia fornisce, perlomeno, «uno di questi modi, qualora le condizioni in esso stabilite si presentino».

Il criterio di realtà di Einstein, Podolsky e Rosen (d'ora in poi indicato più semplicemente con la sigla EPR) richiede, dunque, in primo luogo, che si possa effettuare una predizione specifica e, in secondo luogo, che tale predizione sia anche in grado di non “disturbare” l'oggetto fisico al quale si riferisce. A questo proposito Selleri ha così riassunto le «caratteristiche dell'elemento di realtà di EPR»:

1. È pensato esistente anche in assenza di un atto di misura concretamente effettuato. Ciò significa che si è fatto un passo nell'ontologia.
2. È considerato la *causa* del risultato della misura esattamente predetto, qualora la misura sia fatta. Pertanto realismo e causalità sono esattamente legati nel criterio di realtà di EPR.
3. È pensato associato *all'oggetto* misurato e non all'apparato misuratore. Quest'ultimo è stato controllato bene e potrebbe portare a risultati diversi da quello predetto. Se possiamo prevedere con certezza che l'apparato A darà un risultato noto a priori interagendo con l'oggetto O, ciò vuol dire che il fattore decisivo che produce il risultato della misura è in O.<sup>11</sup>

Si badi: il criterio di realtà EPR, nella sua dichiarata e voluta limitatezza concettuale, presenta anche un aspetto decisamente convenzionale che concerne proprio le categorie teoriche che utilizza per sviluppare le proprie predizioni nell'ambito di una determinata teoria. In secondo luogo, e di conseguenza, le proprietà oggettive che si configurano entro l'interazione tra l'apparato della teoria e l'apparato sperimentale non è affatto detto che debbano necessariamente corrispondere alle proprietà specifiche del mondo che siamo in grado di percepire direttamente. Ancora una volta nella concezione di Einstein emerge così l'importanza e il ruolo specifico che

---

<sup>10</sup> Il corsivo è sempre degli Autori.

<sup>11</sup> Selleri (1990a, 101, corsivi nel testo). Ma per un puntuale commento di Selleri del criterio di realtà EPR si veda anche quanto si legge nel suo già citato volume Selleri (1987, 165-207).

*l'intero apparato della teoria* svolge nella nostra costruzione concettuale del mondo reale. Non solo: questa stessa complessa costruzione teorica ha poi a che fare, a sua volta, con la non meno articolata mediazione sperimentale con la quale la dimensione teorica viene posta in relazione con la dimensione fisica del mondo entro uno specifico apparato sperimentale. Per questa ragione Einstein ha elaborato una visione complessa ed articolata del procedere scientifico, entro il quale si possono individuare *differenti livelli di concettualizzazione* e anche di astrazione, nonché *differenti piani di mediazione sperimentale*. La conoscenza scientifica è esattamente il risultato di tutte queste differenti componenti e della loro stessa specifica tensione ed intreccio teorico-sperimentale che si viene attuando entro un particolare ambito di ricerca. Il che spiega poi perché per Einstein la scienza stessa possa essere configurata come «il possesso intellettuale» del «mondo extrapersonale» per dirla con le parole che, ancora, si trovano nelle sue preclare *Note autobiografiche* in cui si legge questo emblematico rilievo in cui il fisico di Ulma ricorda il suo distacco dal «paradiso religioso della giovinezza» e il suo ingresso nel «paradiso» della ricerca fisica:

Fuori c'era questo enorme mondo, che esiste indipendentemente da noi, esseri umani, e che ci sta di fronte come un grande, eterno enigma, accessibile solo parzialmente alla nostra osservazione e al nostro pensiero. La contemplazione di questo mondo mi attirò come una liberazione, e subito notai che molti degli uomini che avevo imparato a stimare e ad ammirare avevano trovato la propria libertà e sicurezza interiore dedicandosi ad essa. Il *possesso intellettuale di questo mondo extrapersonale* mi balenò alla mente, in modo più o meno consapevole, come la meta più alta fra quelle concesse all'uomo. Gli amici che non si potevan perdere erano gli uomini del presente e del passato che avevano avuto la stessa meta, con i profondi orizzonti che avevano saputo dischiudere. La strada verso questo paradiso non era così comoda e allettante come quella del paradiso religioso; ma si è dimostrata una strada sicura, e non ho mai più rimpianto di averla scelta.<sup>12</sup>

Inoltre sempre questa complessa visione della conoscenza scientifica radicata, dunque, nel *possesso concettuale del mondo extrapersonale*, spiega allora anche la capacità critica e plastica con la quale Einstein ha inoltre saputo ben comprendere l'intrinseca articolazione epistemologica del procedere scientifico posto effettivamente in essere da uno scienziato militante nel corso delle sue ricerche. Non è del resto privo di significato che Einstein abbia delineato questa sua presa di consapevolezza epistemologica entro una pagina – di netta ascendenza kantiana – nella

---

<sup>12</sup> Einstein (1958, 4, il corsivo è mio) (segnalo che la citazione si trova invece alla p. 62 dell'edizione, curata da Bellone, delle *Opere scelte* einsteiniane già citate).

quale ha anche sottolineato, al contempo, il nesso inscindibile che, perlomeno a suo avviso, sempre si instaura tra il piano della riflessione epistemologica e quello della riflessione scientifica. Ma anche in questo caso sarà meglio dare direttamente la parola alla precisa riflessione einsteiniana:

Il rapporto reciproco fra epistemologia e scienza è molto importante. Esse dipendono l'una dall'altra. L'epistemologia senza contatto con la scienza diventa uno schema vuoto. La scienza senza epistemologia – se pure si può concepirla – è primitiva e informe. Ma non appena l'epistemologo, nella sua ricerca di un sistema chiaro, riesce ad aprirsi la strada verso di esso, è portato a interpretare il contenuto di pensiero della scienza secondo il suo sistema, e a rifiutare tutto ciò che al suo sistema non si adatta. Lo scienziato, però, non può spingere fino a questo punto la sua esigenza di una sistematica epistemologica. Egli accetta con riconoscenza l'analisi concettuale epistemologica; ma le condizioni esterne, che per lui sono date dai fatti dell'esperienza, non gli permettono di accettare condizioni troppo restrittive, nella costruzione del suo mondo concettuale, in base all'autorità di un sistema epistemologico. È inevitabile, quindi, che appaia all'epistemologo sistematico come una specie di opportunist senza scrupoli: che gli appaia come un *realista*, poiché cerca di descrivere il mondo indipendentemente dagli atti della percezione; come un *idealista*, poiché considera i concetti e le teorie come libere invenzioni dello spirito umano (non deducibili logicamente dal dato empirico); come un *positivista*, poiché ritiene che i suoi concetti e le sue teorie siano giustificati soltanto nella misura in cui forniscono una rappresentazione logica delle relazioni fra le esperienze sensoriali. Può addirittura sembrargli un *platonico* o un *pitagoreo*, in quanto considera il criterio della semplicità logica come strumento indispensabile ed efficace per la sua ricerca.<sup>13</sup>

Onde poter meglio intendere, perlomeno nell'ambito del pensiero einsteiniano, il preciso significato, ad un tempo, fisico ed epistemologico, del criterio di realtà EPR, occorre allora tener presenti anche queste, pur successive, considerazioni prospettiche. Il che consente anche di meglio intendere i punti deboli del criterio di realtà di EPR che possono indicarsi perlomeno nei due seguenti rilievi<sup>14</sup>:

1) il criterio di realtà di EPR possiede, inevitabilmente, un'applicabilità alquanto delimitata e circoscritta, come hanno del resto sottolineato gli stessi Einstein, Podolsky e Rosen. In ogni caso, perlomeno nel dominio specifico e circoscritto della meccanica quantistica, secondo il criterio EPR risulta "reale" solo ciò che può essere effettivamente misurato;

---

<sup>13</sup> A. Einstein, *Replica ai vari autori*, in Einstein (1958, 629-630, i corsivi sono nel testo).

<sup>14</sup> Per una più approfondita disamina dell'argomento di incompletezza di EPR cfr. le considerazioni delineate da Ghirardi (1997a, in particolare 443-463) e, più in generale, l'importante volume dello stesso Ghirardi (1997b).

2) in linea di principio, nell'ambito del carattere predittivo delle teorie fisiche, la quantità fisica misurata deve sempre essere predicibile con certezza il che, tuttavia, non tiene conto delle mille perturbazioni che possono sempre alterare una situazione fisica concreta e la possibilità, come è poi emerso successivamente, di poter utilizzare nell'ambito della ricerca fisica quantistica anche misure imperfette.

#### **4. Selleri: il programma di ricerca scientifico di un realismo non metafisico**

Prendendo spunto critico dal criterio di realtà EPR, Selleri ha quindi elaborato una prospettiva epistemologica di un realismo non-metafisico che ha anche indicato con il nome di *realismo di Einstein*. Del resto va anche rilevato come in Selleri l'approfondimento di questa interessante prospettiva epistemologica scaturisca dalla sua profonda condivisione del modo in cui lo stesso Einstein valutava, al contempo, il *valore* e il *limite* della meccanica quantistica. Come è noto Einstein non negava affatto che la meccanica quantistica costituisse un importante e decisivo passo in avanti, in un certo senso "definitivo" e, comunque, di assoluto rilievo, per l'approfondimento della nostra conoscenza del mondo microscopico. Tuttavia, Einstein era anche convinto che, prima o poi, la meccanica quantistica (come storicamente già successo per l'ottica geometrica che è stata successivamente inglobata nell'ottica ondulatoria) sarebbe stata, a sua volta, incorporata in una teoria più ampia, basata su dei principi fondamentali, necessariamente molto più approfonditi, oppure di ben diversa natura e di maggior generalità.

Se si considera una particella libera, descritta da una funzione spazialmente limitata in modo esauriente in un determinato istante (perlomeno secondo quanto espressamente previsto dalla meccanica quantistica), ci si può allora domandare – rileva Einstein – in quale preciso senso tale descrizione sia effettivamente in grado di rappresentare una determinata situazione reale. Per rispondere a questa domanda sono concepibili due differenti risposte e, quindi, due differenti teorie fisiche, perché si può immaginare:

a) che la particella libera posseda sempre una posizione e una quantità di moto ben definite che, tuttavia, la funzione spazialmente limitata  $\psi$  non è in grado di cogliere contemporaneamente, fornendo una descrizione completa della situazione fisica effettiva. In questo caso, allora, di fronte alla descrizione *incompleta* fornitaci dalla funzione  $\psi$ , occorre individuare un'altra funzione in grado di fornirci una descrizione *completa* della

situazione fisica reale. Questa soluzione, come è noto, costituisce proprio la risposta decisamente avversata dai fondatori della meccanica quantistica che hanno invece elaborato il cosiddetto paradigma di Copenaghen della fisica subatomica;

b) che la particella non possiede affatto una posizione determinata e una quantità di modo determinata. In questo caso la descrizione fornita dalla funzione spazialmente delimitata  $\psi$  offrirebbe allora una descrizione concettualmente soddisfacente e completa. Tuttavia, l'esatta localizzazione della particella non dipenderebbe solo dall'effettiva situazione della particella, ma sarebbe influenzata anche dallo strumento di misurazione che ne altererebbe, necessariamente, la precisa collocazione spaziale. Analogamente anche la misurazione della quantità di moto della particella sarebbe modificata dall'interazione della stessa particella con il meccanismo di misura. Questa seconda opzione fisica corrisponde – per dirla con le parole dello stesso Einstein – «in modo naturale, nel quadro della meccanica quantica, allo stato di cose empirico espresso dal principio di Heisenberg»<sup>15</sup>.

Inoltre Einstein, sempre in questo suo saggio *Meccanica quantistica e realtà* del 1948, osserva anche come occorra introdurre, contestualmente, un'altra assunzione, la quale non vale solo entro l'ambito delle ricerche microscopiche poste in essere dalla meccanica quantistica, ma coinvolge, più in generale, ogni ricerca fisica. Scrive infatti Einstein:

Se, indipendentemente dalla teoria dei quanti, ci chiediamo che cosa caratterizzi il mondo concettuale della fisica, viene subito alla mente il fatto che i concetti della fisica si riferiscono a un universo esterno reale, ossia che le rappresentazioni degli oggetti (corpi, campi, ecc.) stabilite dalla fisica aspirano a un'«esistenza reale» indipendente dai soggetti della percezione; d'altra parte queste rappresentazioni sono messe in relazione nel modo più certo possibile con le impressioni sensoriali. Inoltre, è caratteristico degli oggetti fisici l'essere concepiti come disposti in un continuo spazio-temporale; in questa disposizione, appare essenziale il fatto che in un dato istante gli oggetti considerati dalla fisica reclamino un'esistenza singola autonoma in quanto «collocati in regioni distinte dello spazio». Fuori dell'ipotesi di una simile esistenza autonoma (di un «essere così») dei singoli oggetti spazialmente separati – non sarebbe possibile un

<sup>15</sup> La citazione è tratta direttamente dal saggio di Einstein, *Meccanica quantistica e realtà* che lo stesso Einstein inviò, nell'aprile del 1948, a Max Born, anticipandogli il testo di una sua prossima pubblicazione in cui difendeva la sua prospettiva realista (per la sua traduzione italiana, quella tenuta presente nel testo, cfr. A. Einstein, *Opere scelte, op. cit.*, pp. 719-723, dove la cit. si trova a p. 720). Segnalo, infine, che l'esemplificazione ricordata nel testo è ricavata nuovamente dal testo einsteiniano che esordisce proprio con l'illustrazione di questo specifico problema (cfr. pp. 719-720). Le citazioni da questo saggio di Einstein che figurano nel seguito del testo sono invece tratte, rispettivamente, dalle seguenti pagine: pp. 720-721; p. 721 e p. 723.

pensiero fisico nel senso per noi abituale; né si vede come potrebbero essere formulate e verificate delle leggi fisiche senza una netta distinzione di questo tipo.

Riconosciuto come la teoria dei campi abbia portato alle estreme conseguenze questo principio, Einstein sottolinea allora come sia caratteristico dell'indipendenza reciproca di due oggetti (A e B) separati spazialmente, il seguente principio (o postulato) II:

Un'azione esterna esercitata su A non ha alcun influsso diretto su B. La rinuncia radicale a questo "principio di contiguità" renderebbe impossibile l'idea dell'esistenza di sistemi (quasi) chiusi e quindi l'enunciazione di leggi empiricamente verificabili nel senso per noi abituale.

Ma proprio questo principio è quello che viene sistematicamente violato dalla meccanica quantistica, giacché la sua interpretazione standard (quella illustrata nel precedente punto b) non risulta essere compatibile proprio con questo principio.

A questo proposito così rileva, conclusivamente, Einstein:

Mi sembra inevitabile che quei fisici che considerano concettualmente definito il metodo descrittivo della meccanica quantica debbano assumere di fronte alla tesi sopra esposta il seguente atteggiamento: rinunciare al postulato II dell'esistenza autonoma di una realtà fisica in differenti regioni dello spazio. Essi potranno a ragione appellarsi al fatto che in nessun caso la teoria dei quanti fa uso esplicitamente di questo postulato.

Ciò posto, non posso fare a meno di osservare che quando considero i fenomeni fisici a me noti, e in particolare quelli così felicemente inquadrati dalla meccanica quantica, non riesco a trovare alcun fatto che mi faccia apparire probabile la rinuncia al postulato II. Sono perciò indotto a ritenere che la descrizione della meccanica quantica nel senso di cui al punto I-a [il nostro punto a)] debba essere considerata come una descrizione incompleta e indiretta della realtà, destinata a essere sostituita in futuro da un'altra descrizione, completa e diretta.

In sintonia di fondo con questi assunti critici prospettici il *realismo di Einstein* delineato da Selleri si qualifica per tre ipotesi cruciali che possono essere così riassunte:

1. *Realtà*: gli oggetti e le loro proprietà esistono indipendentemente dagli esseri umani e dalle loro osservazioni.
2. *Località*: dati due oggetti lontani fra loro le modifiche di uno di essi dovute ad interazioni dell'altro con un terzo corpo qualsiasi sono molto piccole.

3. *Freccia del tempo*: tutte le propagazioni naturali avvengono dal passato (o dal presente) verso il futuro.<sup>16</sup>

Di fronte alla diffusa plausibilità di queste tre assunzioni di fondo, occorre tuttavia anche ricordare, osserva giustamente Selleri, che esse sono apertamente negate e contestate, in relazione alla microfisica, da eminenti scienziati. Così fisici come Bohr ed Heisenberg contestano l'ipotesi della realtà per gli oggetti microfisici, pur accettandola per gli oggetti macroscopici, mentre fisici come Bohm, Stapp, Ne'eman negano l'ipotesi della località concependo mondi in cui risultano possibili azioni a distanza istantanee. Infine, anche la freccia del tempo<sup>17</sup> è stata esplicitamente contestata e negata da fisici come Wheeler, Costa de Beauregard. Naturalmente la negazione di queste tre ipotesi per la realtà microfisica scaturisce sempre dalla decisione di voler salvare la meccanica quantistica che ha comunque conseguito successi innegabili. Ma proprio di fronte a questo esito, inevitabilmente paradossale, per quanto diffuso tra i fisici quantistici (per i quali «Bohr ha sempre ragione»), è allora giusto chiedersi, argomenta ancora Selleri, se la strada da seguire sia proprio quella di

negare delle affermazioni che nessun *fatto empirico* ha mai contraddetto, o non [sia] invece proprio quella di modificare l'esistente teoria [quantistica, *ndr.*], salvandone beninteso tutte le predizioni corrette.

Chi scrive cerca di portare avanti quest'ultimo punto di vista. È possibile farlo senza più rischiare accuse di metafisicità, proprio perché, come abbiamo detto, *il realismo di Einstein*, definito sopra, è stato inequivocabilmente dimostrato essere un punto di vista falsificabile, e perciò stesso non metafisico.

In questa prospettiva l'elemento nuovo e dirimente è rappresentato dalla scoperta della diseguaglianza di John Bell<sup>18</sup>:

È stato dimostrato nel 1965 da John Bell che esiste una quantità misurabile  $\Delta$  che deve soddisfare la diseguaglianza  $\Delta \leq 2$  se vale il principio di realtà separabile, mentre è predetta dalla meccanica quantistica avere il valore  $\Delta_{\text{max}} = 2.83$ . La conclusione è che la meccanica quantistica è incompatibile con l'idea della realtà

---

<sup>16</sup> Selleri (1990a, 108, corsivi nel testo). La citazione che segue immediatamente nel testo è invece tratta dalla p. 109 (i corsivi sono sempre di Selleri).

<sup>17</sup> Ad un approfondimento de *La natura del tempo* Selleri ha dedicato un omonimo volume, Selleri (2002), da lui curato, in cui si affrontano i problemi delle *Propagazioni superluminali* il *Paradosso dei gemelli* e il problema del *Teletrasporto* (in cui è da tener presente, in particolare, il contributo di Selleri, *È possibile inviare messaggi verso il passato?*, pp. 329-347).

<sup>18</sup> Cfr. Bell (1965, 195).

separabile che, come abbiamo mostrato sopra, è la base naturale del realismo scientifico moderno.<sup>19</sup> □

Ma se si ritiene, con Bell, che la meccanica quantistica *non* sia una teoria completa, allora si può sostenere che essa risulta incompatibile con il principio di realtà separabile secondo il quale

*dati due oggetti qualsiasi (macroscopici o microscopici) esiste una loro distanza relativa al di sopra della quale la modificazione di una qualsiasi grandezza fisica dell'uno o dell'altro oggetto, dovuta alla loro mutua interazione, non supera l'uno per cento.*

Del resto in natura i quattro tipi di interazioni per ora note (ovvero quella gravitazionale, quella elettromagnetica, quella nucleare e quella debole) decrescono tutte con la distanza: nel caso delle interazioni gravitazionali ed elettromagnetiche le energie potenziali risultano infatti essere decrescenti in modo inversamente proporzionale alla distanza. Nel caso dell'interazione nucleare e di quella debole esse decrescono, invece, in modo esponenziale con la distanza. Pertanto anche nel caso di due oggetti microscopici (come due fotoni oppure due elettroni di carica opposta) posti ad una distanza macroscopica devono generare un'interazione reciproca trascurabile, in sintonia con quanto affermato dal postulato della separabilità che si configura, quindi, «la base più sicura di ogni realismo scientifico moderno». Questa, perlomeno, è proprio la soluzione difesa da Selleri che già nel 1987 dichiarava apertamente:

A me pare essenziale difendere il principio di realtà separabile che ha tutta l'aria di essere la base più sicura di ogni realismo scientifico moderno. Beninteso, la fisica che avanza può in linea di principio giungere a mostrare la non validità di questo principio. In un certo senso, si può obiettare, «la fisica che avanza» lo ha già rifiutato. Ma la presunta falsificazione dipende dai contenuti ideologici, storicamente determinati, logicamente arbitrari del paradigma quantistico e non da indiscutibili evidenze empiriche. Bisogna ovviamente ottenere che la chiarificazione avvenga su questo secondo terreno.<sup>20</sup>

Su questo terreno sperimentale sono stati così compiuti numerosi esperimenti per controllare o meno la validità del realismo di Einstein. Il risultato è tuttavia in parte controverso giacché non tutti i fisici inclinano a ritenere che il problema sia stato sperimentalmente risolto a favore della

---

<sup>19</sup> Selleri (1987, 168), mentre la citazione che segue nel testo è tratta da p. 167 (corsivo di Selleri).

<sup>20</sup> Selleri (1987, 168-169). In merito alla dimostrazione delle disuguaglianze di Bell cfr. i seguenti lavori dello stesso Selleri (1988a, 1988b, 1988c, 1999, 2001a).

teoria dei quanti, con la conseguente falsificazione del realismo einsteiniano<sup>21</sup>. Di fronte ai risultati sperimentali che violerebbero il teorema di Bell, si è così osservato che tutte le predizioni effettuate si sono tuttavia sempre basate su strumenti *ideali*, in grado, cioè, di operare con un'efficienza pari ad uno. Con riferimento ai rilevatori di fotoni questi ultimi dovrebbero quindi poter registrare *tutti* i fotoni che li colpiscono. Il che, però, è invece ben lontano dalla realtà sperimentale nella quale i rilevatori di fotoni posseggono un'efficienza molto inferiore (pari solo al 10%). Per questo motivo, basandosi sui *risultati sperimentali effettivi* prodotti da rilevatori di fotoni che hanno un'efficienza ridotta rispetto a quella ideale, il teorema di Bell non sembrerebbe essere violato. Né manca infine chi, come Gian Carlo Ghirardi, ritiene, invece, che «nessuno, prima di Bell, aveva saputo focalizzare in modo così conclusivo e acuto la natura fondamentale nonlocale dei processi naturali»<sup>22</sup>. Il che apre un diverso scenario alla luce del quale, per dirla con le parole di David Mermin, «le domande con cui Einstein attaccava la teoria quantistica ammettono risposte; ma esse non sono le risposte che Einstein si aspettava». Il che permette di ancor meglio di «apprezzare pienamente l'enorme valore concettuale sia della critica einsteiniana che del lavoro di Bell che essa ha stimolato».

## **5. Selleri e il programma di ricerca del neorealismo logico**

La difesa del realismo di Einstein da parte di Selleri<sup>23</sup> non è tuttavia solo connessa con gli sviluppi delle dimostrazioni sperimentali del teorema di Bell. Infatti la sua adesione al realismo di Einstein si radica anche in una precisa *presa di posizione filosofica* che va al di là di tutte le pur possibili ed articolate argomentazioni empiriche che militano a favore di questa particolare forma di realismo scientifico non metafisico. Infatti l'accettazione da parte di Selleri della prospettiva del realismo di Einstein si basa

---

<sup>21</sup> Cfr. perlomeno gli *Atti* della conferenza di Cesena, van der Merwe & Selleri & Tarozzi (1992).

<sup>22</sup> Ghirardi (1997a, 495), mentre la citazione di N. D. Mermin che segue immediatamente nel testo è tratta dalla p. 496 (con riferimento al volume di Mermin (1990), in cui si trova anche la citazione finale che è sempre di Ghirardi).

<sup>23</sup> Realismo di Einstein ancora ben presente in altri studi di Selleri, in particolare nel suo importante volume, Selleri (1990b), nonché sia nel suo più recente contributo, Selleri (2011) (in particolare cfr. le pp. 40-42, ma a questo proposito “relativistico” sono anche da ricordare le sue precedenti *Lezioni di relatività da Einstein all'etere di Lorentz*, Selleri (2003).

anche, al contempo, su un tradizionale presupposto razionalista, in base al quale il Nostro ritiene che

i nostri sensi fondamentalmente non ci giocano brutti scherzi, ed esistono oggettivamente processi concreti che si sviluppano causalmente dal passato verso il futuro nello spazio tridimensionale e nel tempo.<sup>24</sup>

Per questo motivo il suo realismo *à la* Einstein – inteso, peraltro come un programma di ricerca scientifico – lo induce anche a sviluppare una conseguente presa di posizione critica nei confronti di una differente tradizione di pensiero che ha trovato nelle filosofie di pensatori come Kierkegaard, Schopenhauer ed Heidegger degli spunti significativi che, a volte, hanno variamente e direttamente influenzato anche i fisici e i teorici della meccanica quantistica.

Tuttavia, perlomeno nella misura in cui Selleri presenta del tutto esplicitamente il suo realismo come non-metafisico, proprio perché la scelta a favore delle idee di Einstein oppure di quelle dei teorici della meccanica quantistica richiede di essere operata su piano sperimentale (del resto, come si è accennato, il contrasto tra le due posizioni teoriche scaturisce anche da un preciso e rilevante piano empirico), non bisogna comunque dimenticare che questo suo programma di ricerca, ad un tempo scientifico e filosofico, implica anche un doveroso confronto con la tradizione del pensiero epistemologico e anche, più in generale, con quella della riflessione filosofica. Del resto a questo proposito, in questa sede, meritano allora di essere ricordate alcune puntuali considerazioni che Selleri ha avuto modo di sviluppare, nel lontano 1993, in connessione diretta con le *Lezioni di filosofia della scienza* di un filosofo come Giulio Preti<sup>25</sup>. Pur apprezzando,

---

<sup>24</sup> Selleri (1990a, 109).

<sup>25</sup> Selleri (1993), osservazioni scritte in relazione diretta al volume di Preti (1989) (volume pretiano che, a suo tempo, aveva suscitato un vivo interesse anche da parte di un epistemologo come Ludovico Geymonat del quale cfr. sia l'ampio saggio Geymonat (1991), sia il più breve, ma non meno significativo, articolo giornalistico, Geymonat (1990), apparso su *Il Sole-24 ore*). In relazione a questo intervento di Selleri desidero anche ricordare (come del resto ha puntualmente indicato lo stesso Selleri in chiusura del suo testo, cfr. p. 445) che esso era inizialmente scaturito da una lunga, articolatissima e puntuale lettera con il quale Selleri discuteva le idee di Preti con lo scrivente. Successivamente, soprattutto grazie alla generosa disponibilità di un pensatore come Giuseppe Semerari, questa lunga lettera di commento e discussione del testo pretiano si è poi sostanzialmente trasformata in una nota critica che fu appunto ospitata dalla rivista *Paradigmi*, allora diretta da Semerari. In questa occasione mi sia quindi concesso rivolgere, *per scripta*, un nuovo ringraziamento a Selleri che allora non solo ebbe modo di prestare attenzione a questo importante inedito di Preti, che avevo curato sotto la guida di un

notevolmente, tutto l'impianto analitico delle innovative lezioni pretiane, tuttavia Selleri non può fare a meno di segnalare la distanza critica che, inevitabilmente, esiste tra la presa di posizione decisamente anti-realista di Preti e la sua difesa del realismo di Einstein. Nella misura in cui Preti condanna apertamente ogni caduta realistico-metafisica e denuncia il linguaggio realistico come «filosoficamente inesatto e inadeguato», Selleri non può infatti non ricordare come queste prese di posizione non possano non costituire «un boccone troppo amaro per un razionalista convinto quale io sono»<sup>26</sup>. Anche perché questo «boccone», determinato da una presa di posizione pregiudizialmente anti-realistica, gli sembra del tutto «superato dagli sviluppi della fisica fondamentale successivi al 1965» (anno accademico cui si riferiscono le lezioni universitarie pretiane svolte nell'ateneo fiorentino nel 1965-66). Anche in questo caso il riferimento privilegiato di Selleri è costituito proprio da tutto lo sviluppo della fisica fondamentale successivo al 1965 e il suo rilievo

vale ovviamente per la filosofia italiana contemporanea, o meglio, per quella sua parte notevole che non riesce a fare i conti con il *teorema di Bell*. Si tratta di una fantastica conclusione: la filosofia del realismo *locale* non è metafisica perché porta a conseguenze empiriche che sono in disaccordo con le predizioni della teoria quantistica, e può quindi essere falsificata. Il realismo locale evade dunque ogni accusa di metafisicità, e inoltre costituisce un punto di vista estremamente generale e ragionevole.

Sulla base di questo rilievo Selleri è poi indotto anche a criticare l'impianto complessivamente meta-riflessivo dell'indagine pretiana. Soprattutto nella misura questa impostazione neo-criticista e neo-fenomenologica rischia, appunto, di collocare il filosofo in una posizione eccessivamente subordinata rispetto alla dinamica intrinseca della ricerca scientifica. Al contrario, l'esigenza di un fisico come Selleri sarebbe infatti quella di poter eventualmente disporre di *autonome riflessioni teoretiche* sviluppate dai filosofi, in grado di porre in seria discussione critica alcune delle idee di

---

Maestro come Mario Dal Pra, ma che ebbe anche la disponibilità e la generosità umana di discuterne dettagliatamente con chi insegnava allora in un oscuro liceo di provincia, dovendo convivere con una assai difficile situazione familiare (avendo peraltro perso, da poco, in una manciata di tre soli mesi, i suoi due dioscuri e Maestri milanesi: Geymonat e Dal Pra). In questa non facile situazione, la lunga lettera di Selleri, nonché la sua vicinanza culturale ed umana, mi furono, allora, di grande aiuto e per questo desidero ora rinnovargli, da questa sede, un commosso ringraziamento, esprimendogli, nuovamente, tutta la mia riconoscenza umana e culturale.

<sup>26</sup> Selleri (1993, 442), da cui sono tratte anche le due citazioni che seguono immediatamente nel testo (nella seconda il corsivo è di Selleri).

fondo, solitamente condivise dai paradigmi dominanti nell'ambito della ricerca fisica fondamentale. Da questo punto di vista Selleri vorrebbe insomma poter disporre di una riflessione filosofica meno succube nell'accettare, senza adeguata resistenza critica, i discorsi scientifici che, di fatto, prevalgono entro le pur molteplici dinamiche delle diverse comunità di ricerca degli scienziati militanti. Considerando così nuovamente il netto contrasto teorico emerso nel dibattito tra Einstein e Bohr in relazione agli esperimenti condotti nell'ambito dei fondamenti della microfisica, Selleri non può infatti fare a meno di sottolineare come esistano molti problemi *aperti* che hanno, comunque, accompagnato (e anche variamente contrastato) l'egemonia culturale e scientifica del programma di ricerca connesso con il paradigma di Copenaghen. Sempre in questo contesto Selleri prende anche le distanze dall'idea di Preti secondo la quale la metafisica sempre presente (*more kantiano!*) entro l'impresa scientifica, svolga una funzione prevalentemente *regolativa* piuttosto che *costitutiva*. Anzi, a suo avviso, sarebbe semmai vero esattamente l'opposto, proprio perché, per richiamare un solo esempio emblematico, l'ipotesi atomica adottata da fisici come Boltzmann, Einstein, Rutherford e Perrin, concerneva direttamente la conoscenza (vera) della struttura fisica del mondo microscopico (e non costituiva, quindi, solo un punto di vista meramente *regolativo*).

Questi rilievi sono naturalmente importanti e concernono non solo una presa di posizione critica nei confronti di alcune affermazioni pretiane, ma sono nuovamente rilevanti per meglio intendere anche il modo preciso con il quale lo stesso Selleri intende il suo stesso programma di ricerca scientifico basato sulla difesa di un realismo non metafisico. Tuttavia, sia anche lecito rilevare come chi abbia ben presente il quadro complessivo dell'articolato programma di ricerca filosofico di Preti, possa comunque nutrire qualche motivata perplessità critica nei confronti di questa lettura di Selleri. In questa sede non è naturalmente il caso di richiamare l'andamento analitico delle differenti *fasi* e *forme* della complessa riflessione pretiana – cui personalmente ho comunque dedicato alcuni studi analitici<sup>27</sup> –, anche perché non si deve neppure richiedere ad un fisico come Selleri, attivamente impegnato nei dibattiti concernenti gli sviluppi della fisica fondamentale, una conoscenza specialistica dei testi di un filosofo come Preti. Semmai, può però essere interessante ricordare come il programma di ricerca

---

<sup>27</sup> In questa sede basti ricordare le mie seguenti tre monografie: Minazzi (1994c, 2004a, 2011a), cui si affianca, infine, un agile profilo biografico-intellettuale, Minazzi (2011b), cui senz'altro rinvio per ogni eventuale approfondimento analitico.

filosofico di Preti più maturo – quello appunto basato sulla delineazione di un neo-realismo logico e fenomenologico – non risulti in contrasto aperto con un realismo critico *à la* Einstein. Perlomeno se si tiene presente che questo realismo – in profonda connessione anche con la stessa riflessione epistemologica di Einstein – non può fare a meno di cogliere la natura profondamente *dialettica* della stessa conoscenza scientifica. Un'intrinseca conoscenza dialettica cui, non a caso, si rifà, del resto, anche lo stesso Selleri quando, proprio in apertura del suo articolo sulle lezioni di filosofia della scienza pretiane, ricorda espressamente come lo stesso Einstein sottolineasse

che la fisica è una creazione dell'uomo fatta nel tentativo di comprendere le proprietà del mondo reale. Questa è molto chiaramente una definizione dialettica: come *creazione* dell'uomo la fisica deve certamente essere, almeno in parte, arbitraria, perché l'idea stessa di creazione implica una certa libertà da parte di chi crea; come *comprensione* del reale, e nella misura in cui si tratta di una comprensione corretta, la fisica deve essere obiettiva, deve cioè contenere conquiste cognitive irreversibili che dovranno magari essere arricchite ed approfondite dagli sviluppi futuri, ma che non potranno essere più negate o abbandonate.<sup>28</sup>

Ebbene, il neorealismo logico di Preti scaturisce anche dalla precisa volontà di poter meglio intendere, *criticamente*, il complesso gioco che sempre si instaura tra il piano del nostro discorso e il piano di una realtà oggettiva la quale non si costruisce in un mondo posto metafisicamente al di là di ogni nostra eventuale esperienza possibile, ma si costruisce, al contrario, proprio all'interno del piano trascendentale di oggettività instaurato dalle differenti ontologie regionali poste in essere dalle varie e differenti teorie (e anche dalle varie e differenti discipline scientifiche). Certamente il punto teoretico focale del complesso programma neorealista logico pretiano deve essere rintracciato all'interno della “rivoluzione copernicana” inaugurata da Kant con la scoperta del piano trascendentale, ma entro questo preciso orizzonte critico-trascendentalistico è anche vero che il realismo critico connesso con l'oggettività del conoscere umano finisce, allora, per assumere un suo ruolo preciso e costitutivo<sup>29</sup>. Un ruolo e

---

<sup>28</sup> Selleri (1993, 437, corsivo nel testo).

<sup>29</sup> Per una discussione teoretica articolata ed analitica di queste tematiche mi sia comunque lecito rinviare sia al confronto filosofico che ho potuto svolgere con Ludovico Geymonat ed Evandro Agazzi, nel volume dialogico Agazzi & Geymonat & Minazzi (1989), sia nei miei studi monografici, Minazzi (1993, 2004b). In relazione alla specifica riflessione di Preti, queste tematiche del neorealismo logico-fenomenologico sono illustrate e discusse analiticamente soprattutto nel mio volume, già citato, Minazzi (2011a).

una funzione che non mi sembrano affatto in contrasto con la lezione einsteiniana, anche se dovrebbero allora indurci a non delineare una lettura necessariamente metafisica dello stesso realismo di Einstein richiamato da Selleri. Naturalmente può anche essere una questione di accenti e, da questo punto di vista, si può ben comprendere come un fisico come Selleri avverta in modo naturale l'esigenza di accentuare una componente realistica che fa tutt'uno con la difesa di un pensiero fisico in grado di studiare e cogliere il mondo fisico oggetto specifico delle sue indagini. Tuttavia, anche in questo ambito specifico la lezione pretiana ci invita a saper sempre cogliere la complessità intrinseca delle interconnessioni critiche entro le quali si costruisce il nostro *sapere oggettivo del mondo*. Un sapere che non è mai in grado di togliere il velo di Maia per farci conoscere, una volta per tutte, la realtà noumenale, proprio perché l'uomo, secondo un insegnamento già presente nella riflessione di uno studioso come Leonardo da Vinci, può semmai dipanare, con pazienza, qualche *filo di verità* dell'intricato gomitolo del mondo. Insomma: le nostre teorie scientifiche non sono mai l'«occhio di dio» sul mondo, proprio perché sono solo il prodotto di un occhio miope, finito, parziale e precario come l'occhio umano. Ma pur entro questi limiti le teorie sono comunque in grado di cogliere delle verità oggettive. Verità oggettive che, tuttavia, valgono per noi e che saranno tali solo fino a quando l'uomo esisterà. Del resto è stato lo stesso Selleri, ancora una volta nel capitolo conclusivo del suo volume *Paradossi e realtà* a ricordare la necessità di sviluppare un'*epistemologia evolutiva* nella quale, scriveva – e Preti sarebbe stato ampiamente d'accordo –

L'a priori appare non più storico o culturale, come molti in contrasto con Kant hanno sostenuto, ma, almeno a livello più profondo, esso ha i tempi della specie umana e non delle fasi della sua cultura superiore.<sup>30</sup>

Il che allora non deve affatto indurci a riaprire le porte ad una greve metafisica realista dogmatica, ma, semmai, deve invece aiutarci a sviluppare una forma di *realismo critico* all'altezza del patrimonio tecnico-conoscitivo posto ora a disposizione dell'umanità dallo sviluppo complessivo delle molteplici ricerche scientifiche (in ogni loro ambito di applicazione, senza alcun indebito privilegiamento disciplinare). È del resto mia impressione che quell'ancora giovane fisico nel quale Selleri ha giustamente tratteggiato, *in chiaroscuro*, il proprio profilo – tipico di un fisico che «ha imparato che tutti possono sbagliare, anche Einstein, Heisenberg e Feynmann», che è stato parimenti influenzato «da fisici eretici, come de Broglie e Bohm» e

---

<sup>30</sup> Selleri (1987, 237).

che ritiene «possibile una conoscenza profonda dei fenomeni naturali nonostante il parere negativo di molti suoi colleghi»<sup>31</sup> – non potrà che giovare, anche in ambito della ricerca fisica fondamentale, della feconda prospettiva del neo-realismo critico logico-fenomenologico delineato da Preti sulla scorta della sua profonda ed originale lezione filosofica.

### **Riferimenti bibliografici**

- Agazzi, E., Geymonat, L., Minazzi, F., 1989, *Filosofia, scienza e verità*, Milano, Rusconi.
- Aa. Vv., 1989, *L'opera di Einstein*, a cura di Umberto Curi, Ferrara, Gabriele Corbo Editore.
- Aa. Vv., 1994, *L'eredità di Einstein*, a cura di Gualtiero Pisent e Jürgen Renn, Padova, il poligrafo.
- Bachelard, G., Cassirer, E., Reichenbach, H., Schlick, M., 2009, *Einstein e i filosofi*, cura e introduzione di Gaspare Polizzi, Milano, medusa.
- Bell, J., 1965, *Physics*, 1, p. 195.
- Einstein, A., 1958, “Note autobiografiche”, in Albert Einstein *et al.*, *Albert Einstein scienziato e filosofo. Autobiografia di Einstein e saggi di vari autori*, a cura di Paul Arthur Schlipp, trad. it. di Augusto Gamba, Torino, Paolo Boringhieri.
- Einstein A., Podolsky, B., Rosen, N., 1988, “La descrizione quantica della realtà può essere considerata completa?”, in A. Einstein, *Opere scelte*, a cura di Enrico Bellone, Torino, Bollati Boringhieri, pp. 374-382.
- Geymonat, L., 1990, “L’epistemologia secondo Giulio”, *Il Sole-24 ore*, CXXVI, n. 6, domenica 7 gennaio, p. 20.
- , 1991, “Sulle lezioni di filosofia della scienza di Giulio Preti”, *Belfagor*, anno XLVI, 31 maggio, fasc. III, pp. 245-259.

---

<sup>31</sup> Cfr. Selleri (2001b, 6-7).

- Ghirardi, G.C., 1997a, “I fondamenti concettuali e le implicazioni epistemologiche della meccanica quantistica”, in *Filosofia della fisica*, a cura di Giovanni Boniolo, Milano, Bruno Mondadori, pp. 337-608.
- , 1997b, *Un’occhiata alle carte di Dio*, Milano, il Saggiatore.
- Holton, G., 1991, *Einstein e la cultura scientifica del XX secolo*, trad. it. di Erica Bassato, Bologna, il Mulino.
- , 1997, *La lezione di Einstein*, trad. it. di Silvio Ferraresi, revisione scientifica di Agnese Grieco, Milano, Feltrinelli.
- Mermin, N.D., 1990, *Boojums all the way through: communicating science in a prosaic age?* Cambridge, Cambridge University Press.
- Minazzi, F., 1993, *Realismo senza dogmi*, Milano, Guerini e Associati.
- , 1994a, *Galileo “filosofo geometra”*, Milano, Rusconi.
- , 1994b, *Il flauto di Popper*, Milano, Franco Angeli.
- , 1994c, *L’onesto mestiere del filosofare*, Milano, Franco Angeli.
- , 2004a, *Il cacodèmonone neoilluminista*, Milano, Franco Angeli.
- , 2004b, *Le saette dei tartari*, Milano, Franco Angeli.
- , 2007, “Albert Einstein epistemologo”, *Il Protagora*, XXXV, gennaio-giugno, n. 9, pp. 115-151 (vol. mon. *Albert Einstein filosofo e metodologo*, a cura di V. Fano, F. Minazzi, I. Tassani, *Atti del convegno einsteiniano di Cesena*, 25-26 novembre 2005).
- , 2011a, *Suppositio pro significato non ultimato*, Milano-Udine, Mimesis.
- , 2011b, *Giulio Preti: le opere e i giorni*, Milano-Udine, Mimesis.
- Paty, M., 1993, *Einstein philosophe. La physique comme pratique philosophique*, Paris, Presses Universitaires de France.
- Preti, G., 1989, *Lezioni di filosofia della scienza*, a cura di Fabio Minazzi, Milano, Franco Angeli.

- Selleri, F., 1987, *Paradossi e realtà. Saggio sui fondamenti della microfisica*, Roma-Bari, Laterza.
- , 1988a, *Quantum Mechanics versus Local Realism: The Einstein, Podolsky, and Rosen Paradox*, edited by F. Selleri, New York-London, Plenum.
- , 1988b, “Il paradosso di Einstein, Podolsky e Rosen”, *Nuova Civiltà delle Macchine*, anno VI, n. 3, 23.
- , 1988c, “Il dualismo onda-corpuscolo secondo Einstein de Broglie”, *Il nuovo Saggiatore. Bollettino della Società Italiana di Fisica*, anno IV, n. 3.
- , 1989, *Fisica senza dogma. La conoscenza scientifica tra sviluppo e regressione*, Bari, Edizioni Dedalo.
- , 1990a, “La recente scoperta di un realismo non metafisico”, in Aa. Vv., *Che cos'è la realtà. Dibattito nella fisica contemporanea*, a cura di Franco Selleri, Milano, Jaca Book, pp. 99-112.
- , 1990b, *Quantum Paradoxes and Physical Reality*, Dordrecht, Kluwer.
- , 1992, *Fondamenti della fisica moderna*, Milano, Jaca Book, Milano.
- , 1993, “Le *Lezioni di filosofia della scienza* di Giulio Preti nel giudizio di un fisico”, *Paradigmi*, anno XI, maggio-agosto, n. 32, pp. 437-445.
- , 1999, *La fisica del Novecento. Per un bilancio critico*, Bari, Progedit.
- , 2001a, *La fisica tra paradossi e realtà. Le critiche dei fisici realisti alla teoria dei quanti*, Bari, Progedit.
- , 2001b, *Le forme dell'energia. La luce e il calore. Da  $E=mc^2$  all'energia nucleare*, Bari, Edizioni Dedalo.
- , 2002, *La natura del tempo*, Bari, Edizioni Dedalo.
- , 2003, *Lezioni di relatività da Einstein all'etere di Lorentz*, Bari, Progedit.

*Minazzi: La questione epistemologica del realismo nel programma di ricerca di Franco Selleri*

—, 2011, *La relatività debole. La fisica dello spazio e del tempo senza paradossi*, Milano, Edizioni Melquíades.

Schlick, M., 1979, *Spazio e tempo nella fisica contemporanea. Una introduzione alla teoria della relatività e della gravitazione. Prefazione di Ludovico Geymonat (trad. it. di Eugenio Galzenati)*, Napoli, Bibliopolis.

van der Merwe, A., Selleri, F., Tarozzi, G., 1992, a cura di, *Bell's Theorem and the Foundations of Modern Physics*, edited by, Singapore, World Scientific.