

MAGISTRALIA

FILOSOFI DEL TERZO MILLENNIO – QUAESTIONES

2

Direttore

Gianfranco BASTI
Pontificia Università Lateranense

Comitato scientifico

Raffaella GIOVAGNOLI
Pontificia Università Lateranense

Philip M. LARREY
Pontificia Università Lateranense

Flavia MARCACCI
Pontificia Università Lateranense

Coordinatore editoriale

Alfonso D'AMODIO

MAGISTRALIA

FILOSOFI DEL TERZO MILLENNIO – QUAESTIONES



Lo scopo della collana, nella sua parte delle Quaestiones, è quello di voler creare un polo di riferimento per tutti i ricercatori e docenti che vogliono approfondire il complesso rapporto tra filosofia e scienza, il dialogo interculturale e interreligioso, nelle loro implicazioni e applicazioni all'orizzonte scientifico e metafisico contemporaneo. A tale scopo vengono raccolte e pubblicate opere di elevato profilo tecnico e scientifico indirizzate agli specialisti del settore che possono trovare collettanee e atti dei convegni attinenti al settore scientifico e disciplinare cui questa collana è indirizzata. L'alto profilo che si va a delineare vuole presentarsi e proporsi come una nuova sistematizzazione dei principali temi e snodi teoretici del dibattito filosofico contemporaneo, forte della sapienza del passato ma con un puntuale e prudente sguardo al futuro, nel tentativo di attualizzare al meglio le potenzialità di questo incredibile settore del Sapere, a cui, soprattutto oggi, non si può non guardare.

Classificazione Decimale Dewey:

530.12 (23.) MECCANICA QUANTISTICA (TEORIA DEI QUANTI)

GIULIANO PREPARATA

UNA INTRODUZIONE A UNA FISICA QUANTISTICA REALISTICA

Traduzione, postfazione a cura di

FRANCESCO PANIZZOLI

Nota alla traduzione italiana a cura di

GIUSEPPE VITIELLO





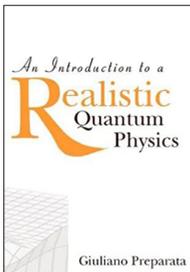
©

ISBN

979-12-218-0702-8

PRIMA EDIZIONE

ROMA 12 MAGGIO 2023



Opera originale:

Giuliano Preparata

An Introduction to a Realistic Quantum Physics

ISBN 978-981-238-176-7

World Scientific Pub Co Inc, 2002

<https://worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/5111#t=aboutBook>

INDICE

- 9 *Nota alla traduzione italiana*
- 13 *Breve biografia di Giuliano Preparata*
- 17 Prefazione
- 19 Capitolo I
 Le mode e le false credenze della Meccanica Quantistica
- 29 Capitolo II
 Cinematica: il quadro descrittivo della realtà fisica
- 47 Capitolo III
 Dinamica: le leggi dell'evoluzione della realtà fisica
- 59 Capitolo IV
 Teoria Quantistica dei Campi: l'unica teoria realistica del mondo
 quantistico
- 87 Considerazioni finali
- 91 Appendice
- 97 Bibliografia
- 99 *Postfazione*
 Quale ontologia per la TQC?

NOTA ALLA TRADUZIONE ITALIANA

Questo Saggio è dedicato, come l'autore ci dice nella Prefazione, ai suoi studenti e «a chi si preoccupa dei problemi in esso affrontati» (p. 17). Il suo scopo è quello «di mostrare l'esistenza e descrivere la struttura di un approccio realistico alla fisica quantistica [...] che appartiene solo alla Teoria Quantistica dei Campi (TQC)» (p. 20). Nella sua trentennale esperienza di docenza (al 1998, anno in cui scrive), Preparata ha, infatti, osservato che gli studenti mostrano «disagio», anzi «imbarazzo» nel «compiere il salto dalla meccanica quantistica (MQ) alla TQC», avendo essi assunto nello studio della MQ, un «atteggiamento intellettuale [...] “convenzionalistico”, totalmente incentrato su regole e procedure, in gran parte basate sull'interpretazione di Copenaghen e sul suo approccio soggettivistico alle probabilità» (p. 17). Poiché queste osservazioni e motivazioni sembrano rimanere valide ancor oggi, ben venga allora la ripubblicazione del Saggio, nella traduzione in italiano, a venti anni dalla sua pubblicazione originaria. Già alla fine degli anni '20 era chiaro che il “convenzionalismo” e l'approccio “soggettivistico” della MQ non fossero adeguati alla nuova visione che emergeva dall'equazione di Dirac. La nozione stessa di particella, nella sua descrizione duale in termini corpuscolari e ondulatori, ne usciva compromessa, a vantaggio del nuovo attore che entrava di prepotenza sulla scena, il campo quantistico. Questo “nodo” concettuale particella/campo è al centro della discussione del Saggio di Preparata, ma non solo. Esso illustra, infatti, con chiarezza e semplicità e senza mortificare la complessità della materia, gli sviluppi che seguirono all'affermarsi del concetto di campo quantistico.

L'apparato matematico della TQC era fondato sulla teoria delle perturbazioni, che permette di calcolare autostati dell'Hamiltoniana totale (contenente i termini di interazione) come sovrapposizioni di autostati dell'Hamiltoniana “libera” (che non contiene i termini di interazione). Intorno agli inizi degli anni '50, Léon Van Hove mostrò che per sistemi con un numero grande (infinito) di gradi di libertà, tipicamente i campi quantistici, lo spazio degli autostati della Hamiltoniana libera è ortogonale a quello dell'Hamiltoniana totale, e quindi gli autostati di quest'ultima non possono esprimersi come sovrapposizione di quelli dell'Hamiltoniana libera.

La visione del mondo costruita sulla base della teoria delle perturbazioni naufragò con grande disagio non solo del mondo della fisica, ma anche di quella filosofia fondata sulla nozione di particella isolata, libera da ogni interazione; sull'assunzione cioè che le cose possano esistere di per sé (il pregiudizio ontologico!) e che in opportune condizioni possano interagire formando aggregati più o meno complessi, comunque descrivibili come “somma”, risultato finale, di interazioni a breve distanza di componenti elementari tra di loro vicini. Una visione meccanicistica, estremamente dipendente dalle energie cinetiche degli individuali componenti, in diverse condizioni di temperatura, pressione e di altri condizionanti parametri.

Ovviamente una tale visione *cinematica* può essere percorribile e utile in situazioni abbastanza semplici come, ad esempio, per sistemi con un numero limitato di gradi di libertà. Il risultato di Van Hove mostra che una tale visione è invece fisicamente (e matematicamente) *impossibile* nel caso dei campi quantistici, per loro stessa definizione caratterizzati da un numero infinito di gradi di libertà.

Un fattore di attualità del Saggio di Preparata consiste proprio nella persistenza, ancora oggi e non solo in Fisica, di ricercatori condizionati dal “pregiudizio ontologico” – e una cosa analoga può dirsi in ambiti filosofici e più genericamente umanistici. «È [...] la centralità della nozione di particella *isolata* nel pensiero fisico del nostro tempo che, a mio avviso, ha impedito un'analisi critica approfondita delle relazioni tra la MQ e la [...] teoria quantistica dei campi (TQC)» (p. 25).

«Le leggi dell'evoluzione della realtà fisica» richiedono invece una visione *dinamica*, non-perturbativa, come Preparata sottolinea fin dal titolo del Capitolo 3. La visione dinamica nasce da una caratteristica fondamentale della TQC che la differenzia dalla MQ: l'esistenza in TQC, quindi per sistemi con un numero infinito di gradi di libertà, di infiniti regimi dinamici tra di loro differenti, cioè con differente contenuto fisico (in linguaggio tecnico, un numero infinito di spazi di stati fisici unitariamente inequivalenti). Il teorema di Stone-von Neumann, noto fin dagli anni '30, sancisce che in MQ tutti i regimi dinamici descrivibili per un sistema con un numero finito di gradi di libertà sono fisicamente (unitariamente) equivalenti tra di loro. Una parte centrale e importante del Saggio (in pratica il Capitolo 4) mostra in termini concreti, con esempi semplici ma ricchi di contenuto fisico, come sia possibile la “transizione di fase” tra regimi dinamici differenti e come il sistema dinamicamente evolva verso lo stato fondamentale (il *Ground State*) o *Vuoto*, favorito dall'essere lo stato di minima energia. A differenza del *Ground State Perturbativo*, quello considerato nella

visione condizionata dal pregiudizio ontologico, che «è instabile e non può rappresentare un'approssimazione accettabile della fisica del campo quantistico» (p. 70), il Vuoto (*non-perturbativo*, indicato nel Saggio semplicemente come “Vuoto”) «si rivela essere una sorta di “modello” della realtà fisica dei campi quantistici» perché «la struttura del Vuoto [...] determina in modo fondamentale il tipo di eccitazioni fisiche, o “quanti”, che i nostri dispositivi di misura rilevano» (p. 66).

Un ruolo centrale nei calcoli e nella discussione del Capitolo 4 è quello delle trasformazioni di Bogoliubov (p. 65, eqs. (4.1.25) e (4.1.26)) che permettono le transizioni tra i diversi regimi dinamici (*transizioni di fase*). Il Vuoto cui si perviene (eq. (4.1.34)), come “risposta” alle trasformazioni di Bogoliubov, è lo stato coerente generalizzato del gruppo SU(1,1). Si arriva in tal modo alla nozione di *coerenza* che è fondamentale per la comprensione della grande novità introdotta dalla fisica non-perturbativa: alla visione cinematica, della particella isolata, si sostituisce quella del regime dinamico coerente, in cui, senza interferenze distruttive, i componenti del sistema entrano in risonanza producendo un moto collettivo, appunto *coerente*. Questo permette la transizione dal livello microscopico, delle eccitazioni e fluttuazioni quantistiche, al livello macroscopico, così che «gli stati coerenti rappresentano la “migliore” approssimazione quantistica della Fisica Classica» (p. 65). Come risulta dai calcoli riportati nel Saggio, la dinamica è tale che il sistema «“fugge via” (run-away) dalla configurazione perturbativa» (p. 80) per raggiungere il *Ground State Coerente* (GSC), caratterizzato dalla condivisione della stessa fase (phase-locking) tra il campo materia e il campo elettromagnetico, che «rimane intrappolato nella materia» (p. 80).

I risultati dell'intensa attività di ricerca nella Fisica delle particelle elementari, della materia condensata, della Cosmologia, condotta da Preparata e dai suoi collaboratori confermano quanto la fisica non-perturbativa aveva mostrato fin dagli anni '50 e '60, e cioè che l'elettrodinamica quantistica con le sue proprietà di coerenza (la Coherent Quantum Electrodynamics, (QED)), introduce «“un cambiamento di paradigma” epocale nella nostra visione del mondo micro/macroscopico [...] Il realismo del TQC ci sta aprendo gli occhi su un meraviglioso mondo di fenomeni, che finora è rimasto nascosto...» (p. 88).

Infine, a chiusura del Saggio, l'autore torna al problema della relazione tra MQ e TQC, dimostrando con un calcolo esplicito e avvalendosi delle conclusioni precedentemente raggiunte, l'obiettivo esplicitamente dichiarato fin dal Capitolo 1: rendersi conto «della centralità della TQC» e

scoprire «che la MQ non è altro che una sorta di approssimazione della TQC in una situazione fisica ben definita e limitante» (p. 25).

Settembre 2022

Giuseppe Vitiello
Dipartimento di Fisica “E.R. Caianello”
Università degli Studi di Salerno

BREVE BIOGRAFIA DI GIULIANO PREPARATA¹

Giuliano Preparata è nato a Padova il 10 marzo 1942 ed è morto a Frascati il 24 aprile 2000.

Istruzione

Ha conseguito il diploma di maturità nel 1960 presso il Liceo classico Pilo Albertelli di Roma e ha ottenuto la laurea *summa cum laude* con il professor Raoul Gatto all'Università La Sapienza di Roma. Un primo lavoro originale (sugli adroni risonanti) è pubblicato sulla rivista *Physical Review Letters* nel 1963, un anno prima di ricevere la laurea in fisica.

Cariche accademiche ricoperte

Ha vinto una borsa di studio (1964-65) del CNR presso l'Università di Firenze e un anno dopo è diventato Professore Incaricato a Firenze. Nel (1967-68) è ricercatore associato all'Università di Princeton e nel (1968-69) *Research Fellow* all'Università di Harvard. Nel 1969 ottiene la Libera Docenza in Fisica Teorica. Nel (1969-70) diventa professore assistente alla Rockefeller University e nel (1970-1972) è promosso professore associato alla New York University. Torna all'Università di Roma La Sapienza come professore associato di Fisica Superiore nel biennio (1972-74). È membro dello staff della Divisione Teoria del CERN (Centro Europeo per la Ricerca Nucleare) di Ginevra (Svizzera), per 6 anni (1974-1980). Durante la sua permanenza al CERN, vince una Cattedra di Fisica Teorica con il Concorso Nazionale del 1975. Nel periodo 1975-86 è Ordinario (e Straordinario) di Fisica Teorica presso l'Università di Bari. Nel 1981 è visiting professor all'Università di Parigi VI e nel 1986 è chiamato all'Università di Milano come Professore Ordinario delle Interazioni Subnucleari. Ha trascorso il resto della sua carriera a Milano.

¹ Le informazioni qui raccolte sono una sintesi di quanto riportato nel sito internet dell'Associazione Preparata (www.associazionepreparata.com), dove si può trovare, inoltre, una dettagliata Bibliografia di Preparata a cura della sig.ra Emilia Campochiaro, vedova Preparata.

Per i risultati conseguiti è invitato per soggiorni prolungati (i suoi anni sabbatici) presso centri di ricerca quali Princeton, Stanford, Brookhaven, Harvard, Rockefeller, NYU, CERN, Frascati ecc.

Contributi scientifici

Fino al 1987, gran parte della sua ricerca è dedicata al campo della fisica delle alte energie, con notevoli contributi alla costruzione del Modello Standard delle particelle (lavori sulla natura quantistica del campo dei quark attraverso l'algebra delle correnti e la fisica del cono luce, la QCD e sul problema del confinamento di quark e gluoni).

Dal 1987 in poi, indirizza la sua ricerca, in collaborazione con Emilio del Giudice, su problemi di base irrisolti nella materia condensata e nella fisica nucleare, nel contesto della Teoria Quantistica dei Campi, in particolare dell'elettrodinamica quantistica (QED) per sistemi sufficientemente densi e sufficientemente freddi. Questo gli permette di affrontare vecchi problemi, come la natura dell'acqua liquida, e alcuni nuovi, come il laser a elettroni liberi (FEL) e la fusione fredda.

Libri e conferenze

Ha pubblicato oltre 400 articoli (su molti diversi argomenti) e quattro libri: *QED Coherence in Matter* (World Scientific, 1995); *An Introduction to a Realistic Quantum Physics* (World Scientific, 2002); *Dai Quark ai Cristalli* (Bollati Boringhieri 2002; Bibliopolis 2021); *L'architettura dell'Universo* (Bibliopolis, 2001). In questi libri descrive le sue ricerche sulla fisica nucleare e subnucleare; la fisica dei laser; la superconduttività e la superfluidità; l'acqua liquida e solida; materia condensata (vetro, colloidali, elettrolisi, ecc.).

Relatore a conferenze internazionali di fisica e mentore di numerosi studenti, sia a Bari che a Milano, crea un'atmosfera di ricerca vivace.

La formulazione che viene chiamata coerenza Dicke-Preparata nella materia densa, ha trovato numerose applicazioni in una vasta gamma di campi, come l'acqua, i materiali piezoelettrici, la natura dello stato vetroso, la fusione fredda e le reazioni nucleari a bassa energia (LENR).

L'indagine sull'acqua fornisce una piattaforma teorica attraverso la quale si possono comprendere proprietà sperimentalmente osservate delle due fasi dell'acqua liquida, non descrivibili in approcci fenomenologici.

Ciò è di importanza cruciale per la biologia, poiché l'acqua è essenziale per l'esistenza stessa della vita.

Sia nel campo della fisica che in altri campi, sono state conferite molte onorificenze alla sua memoria. A Grottaferrata c'è una piazza che porta il suo nome.

In data 8 gennaio 2001, è stata istituita l'Associazione Preparata che ha lo scopo, tra l'altro, di «ricordare la figura di Preparata quale scienziato autore di sviluppi concettuali innovatori nel campo della Fisica, fondati sul concetto di coerenza»².

La Società Italiana di Fisica assegna annualmente il Premio G. Preparata per una ricerca originale in fisica teorica a un giovane fisico di spicco operante in Italia. Presso l'Università di Perugia, nel 2010 si è costituito un gruppo di ricerca per continuare e ampliare la ricerca sulle LENR, denominato "Progetto Preparata". Da oltre un decennio vengono organizzate in varie parti d'Italia numerose conferenze annuali a suo nome. Livio Giuliani e altri (in Italia e in Danimarca) hanno fondato l'«Istituto Giuliano Preparata SCE» per continuare a lavorare sulla biomagnetica e sui fenomeni di frequenza estremamente bassa nei sistemi viventi.

² Statuto dell'Associazione per la Fondazione «Giuliano Preparata», art. 3.1. (Finalità e scopo).



Fig. 1 Giuliano Preparata

Si ringrazia la sig.ra Emilia Campochiaro, vedova Preparata, per la foto, per l'entusiasmo con cui ha accolto la proposta di pubblicazione di questo Saggio, e il sostegno dato al curatore.

PREFAZIONE

Sono quasi trent'anni che insegno corsi universitari nel settore che ha assorbito (quasi) completamente la mia attività di ricerca: la Teoria Quantistica dei Campi (TQC) e le interazioni tra particelle, oggi noto come Modello Standard (MS). Ho avuto così innumerevoli occasioni di osservare il disagio, anzi l'imbarazzo degli studenti nel compiere il salto dalla Meccanica Quantistica (MQ) alla TQC, l'unica descrizione quantistica sensata del mondo relativistico, dove il numero di particelle-quantum non può essere mantenuto fisso. 'Sensata', questa è una buona parola, ma può essere veramente applicata alla MQ stessa? Quando si è insistito su questo punto agli studenti, provenienti dai loro corsi istituzionali sulla MQ non relativistica, hanno mostrato, senza eccezione, quanto il loro sentimento fosse incerto e a disagio nei confronti di una teoria fisica che ha più di settant'anni, e che permea ampie sezioni della tecnologia moderna. Per quanto riguarda il loro atteggiamento intellettuale nei confronti della MQ, era anch'esso, senza eccezione, "convenzionalistico", totalmente incentrato su regole e procedure, in gran parte basate sull'interpretazione di Copenhagen e sul suo approccio soggettivistico alle probabilità.

Ho sempre considerato (e ovviamente non sono stato il solo) questo stato di cose molto insoddisfacente, compreso il fatto che un dibattito critico su questioni così fondamentali è rimasto confinato in una piccola comunità di "fondamentalisti", alle frontiere della fisica, della metafisica e della filosofia. Ho così cercato di dedicare una (necessariamente piccola) parte delle mie lezioni a presentare il mio punto di vista, che cerca di riconsegnare la Fisica Quantistica (FQ) a una visione fortemente realistica del mondo, nella grande tradizione che da Galilei a Einstein ha plasmato la struttura profonda della scienza moderna. Ma senza un'esposizione sistematica ho sentito che i miei sforzi erano destinati ad avere un effetto scarso o nullo. Così ho deciso di sottrarre una parte del mio tempo di vacanza (estate 1998) a colloqui più o meno futili sulla spiaggia, e dedicare il seguente Saggio ai miei studenti (e a chi si preoccupa dei problemi in esso affrontati) che, spero, trarranno beneficio dalla presentazione di idee e analisi che di solito non si trovano nella letteratura a loro disposizione.

Questo saggio è scritto originariamente in inglese per due ragioni principali, prima di tutto questa lingua è la lingua comune della scienza, e gli studenti di fisica dovrebbero sapere fin troppo bene quanto sia utile leggerla (e parlarla) fluentemente. La seconda ragione è che nutro la speranza che, un giorno, si sentirà desiderabile avere accesso alle sue idee nel vasto mondo.

Milano, ottobre 1998

Giuliano Preparata

CAPITOLO I

LE MODE E LE FALSE CREDENZE DELLA MECCANICA QUANTISTICA

La Fisica Quantistica ha circa cento anni. Essa rappresenta una nuova immagine del mondo fisico, che nasce dalle difficoltà irrisolvibili in cui la Fisica Classica (FC) è affondata alla fine del XIX secolo. Eppure, ed è questa la peculiarità di questa (non realizzata) rivoluzione scientifica, dopo cento anni le idee e le conquiste di base di questo nuovo e profondo approccio alla realtà fisica non appartengono affatto alle basi della nostra cultura e non plasmano la nostra comune comprensione e le nostre aspettative sul mondo.

La ragione di questa nuova e strana situazione, che non si è verificata in altre rivoluzioni scientifiche, come l'eliocentrismo copernicano o la relatività einsteiniana, è a mio avviso dovuta alla peculiare interpretazione delle sue leggi fondamentali e dei suoi risultati matematici che dagli anni '30 si è imposta, ed è principalmente associata al nome di Niels Bohr: l'interpretazione di Copenaghen. Tale punto di vista soffre di una serie di strani e, alla fine, insostenibili "dogmi" sulla struttura del mondo fisico. Cerchiamo di identificarli.

Innanzitutto, secondo l'interpretazione di Copenaghen, la fisica quantistica, o meglio, la Meccanica Quantistica (MQ) si rivolge solo al mondo microscopico, cioè al mondo degli atomi, delle molecole e della pletora di particelle che sono stati oggetto di studi intensivi nella seconda parte di questo secolo. Il mondo macroscopico, il mondo della nostra esperienza immediata, è invece descritto in modo completo e coerente dalle venerande idee e leggi della FC. A tale mondo appartengono tutti gli osservatori fisici, i cui strumenti di misura hanno quindi la nitidezza e il determinismo della Fisica Classica. In questo modo, secondo l'interpretazione di Copenaghen, il mondo fisico diventa intrinsecamente dualistico: da un lato i sistemi fisici microscopici con i loro movimenti probabili, non più descrivibili in termini di ben definite traiettorie, dall'altro gli osservatori classici con i loro dispositivi classici, che ottengono informazioni sul mondo microscopico che possono essere solo di carattere statistico e, più stranamente, non possono in alcun modo rappresentare la *realtà* del sistema microscopico, poiché l'interazione casuale e imprevedibile con l'apparato

osservatore è un aspetto essenziale della situazione fisica, in cui l'osservato e l'osservatore sono inestricabilmente aggrovigliati. E le distribuzioni statistiche – il quadrato delle funzioni d'onda – che obbediscono alle leggi quantistiche dell'evoluzione, non raccontano la storia dell'osservato, ma piuttosto la conoscenza di quella storia che l'osservatore può acquisire attraverso i suoi dispositivi. J. A. Wheeler una volta ha messo in evidenza questo particolare stato di cose quando ha affermato che la funzione d'onda di Schrödinger ha con la (inconoscibile) realtà fisica lo stesso rapporto che una previsione meteorologica ha con il tempo. In tal modo il fisico di Copenaghen ha rinunciato alla sua ambizione di descrivere il mondo fisico così com'è, obiettivo fondamentale di ogni realista (come Galileo Galilei e tutti i grandi fisici classici, Albert Einstein compreso), accontentandosi di rendere conto di ciò che può dire sul mondo, la cui realtà rimane fundamentalmente inaccessibile. Così egli abbraccia completamente la posizione del cardinale Bellarmino, che è costata a Galilei il calvario del processo dell'Inquisizione e della sua abietta condanna. È interessante, ma tutt'altro che divertente, che con la MQ di Copenaghen la scienza moderna, nata dal coraggio intellettuale e dalle conquiste di un gruppo di “realisti” come Galilei, arrivi a pieno titolo ad aderire alle tesi epistemologiche dei “convenzionalisti” come lo stesso Bellarmino.

La ragione di tale drastica scelta epistemologica, che ha causato tanto scompiglio nella fisica di questo secolo ed è responsabile della “marginalizzazione” della fisica quantistica dalle principali tendenze culturali del nostro tempo, è la consapevolezza che particelle come l'elettrone possono mostrare, negli esperimenti del tipo di Davisson-Germer, comportamenti ondulatori caratteristici come l'interferenza, che intrecciano due aspetti della realtà che appaiono completamente irriducibili, quello di una particella e il suo comportamento discontinuo con quello di un'onda dal carattere fundamentalmente continuo. Ed è nella nozione tipica di “complementarità onda-particella” della “vulgata” di Copenaghen che ogni speranza di una interpretazione realistica e oggettiva della MQ si affievolisce, lasciando al suo posto un insieme ben definito di regole per “calcolare” le distribuzioni statistiche dei risultati di determinate osservazioni (o osservabili) su un insieme statistico di sistemi fisici identici.

Poiché lo scopo di questo Saggio è quello di mostrare l'esistenza e descrivere la struttura di un approccio realistico alla fisica quantistica (che fa a meno delle fallacie profondamente radicate della Scuola di Copenaghen, negando un indipendente e autoconsistente status di *bona fide* della teoria fisica della Meccanica Quantistica, che appartiene solo alla Teoria Quantistica dei Campi (TQC)), sembra opportuno dare un breve resoconto