

Title	Erwin Schrödinger a Dublino
Creators	McConnell, James
Date	1987
Citation	McConnell, James (1987) Erwin Schrödinger a Dublino. (Preprint)
URL	<a href="https://dair.dias.ie/id/eprint/826/">https://dair.dias.ie/id/eprint/826/</a>
DOI	DIAS-STP-87-43

## Erwin Schrödinger a Dublino\*

James McConnell

School of Theoretical Physics  
Dublin Institute for Advanced Studies

## 1. Introduzione

Durante l'estate del 1938 il primo ministro della Repubblica d'Irlanda, Eamon de Valera, consultò parecchi scienziati riguardo a una proposta di fondare a Dublino un istituto di studi superiori. Il de Valera aveva due interessi intellettuali costanti, e cioè, la lingua irlandese e la matematica. In un convegno cui partecipavano il suo antico professore A.W. Conway, E.T. Whittaker di Edimburgo e G.D. Birkhoff dell'Università Harvard, si osservò che come conseguenza dell'occupazione nazista dell'Austria Schrödinger si trovava politicamente in una situazione difficile e che forse egli avrebbe voluto venire a Dublino. Di fatto nel mese di agosto 1938 egli fu allontanato dalla cattedra che aveva occupato nell'Università di Graz dal 1936. Poi Schrödinger e sua moglie partirono subito per Roma, ove come accademico pontificio egli ricevette la protezione del Vaticano. Dalla legazione irlandese presso la Santa Sede Schrödinger parlò per telefono a de Valera, che organizzò un viaggio degli Schrödinger a Ginevra per incontrarli. In seguito a questo incontro de Valera decise ad andare avanti con la fondazione del suo istituto. Siccome questo non si poteva fare immediatamente, Schrödinger accettò un posto di "professeur invité" in Belgio, ove rimase fino all'ottobre 1939, quando andò a Dublino su richiesta di de Valera.

Naturalmente Schrödinger era molto preoccupato quando arrivò in Irlanda. Dacchè l'istituto non era ancora fondato, bisognava trovargli un posto temporaneo. Egli venne invitato a tenere una serie di lezioni elementari sulla meccanica quantistica per un periodo di alcuni mesi nel 1939 e 1940 presso il University College a Dublino, ove Conway era professore di fisica matematica. Allora la Royal Irish Academy fece una cosa rara; nominò Schrödinger professore dell'accademia. Pochi anni prima Schrödinger era stato eletto membro onorario. Egli fu membro molto fedele, e una gran parte dei suoi

\*Lecture given at the International Conference "Erwin Schrödinger: Scienziato e Filosofo" held at Venice 11-13 December, 1987.

articoli scientifici si trovano negli atti dell'accademia.

Il Dublin Institute for Advanced Studies venne fondato nel 1940 con le due scuole di lingue celtiche e di fisica teorica. Il Presidente Douglas Hyde nominò Schrödinger senior professor, carica che egli conservò sino al 1956, un periodo molto più lungo di quello passato in ogni altro incarico accademico. In questo periodo Schrödinger pubblicò sette libri e circa settantacinque articoli sulle scienze naturali e sulla filosofia delle scienze. Queste pubblicazioni comprendono vari aspetti della teoria dei quanti, la teoria generale della relatività, l'elettrodinamica nonlineare di Mie-Born, la meccanica statistica, la teoria unitaria dei campi, la chimica nucleare, la probabilità. Inoltre egli tenne lezioni pubbliche, molti seminari e lezioni elementari e superiori su vari campi della fisica teorica classica e quantistica, intrattenne una corrispondenza frequente con Born, Einstein, Jánossy ed altri, e compose poesie.

## 2. Lezioni pubbliche statutarie

Nella descrizione delle attività scientifiche di Schrödinger a Dublino cercherò di evitare gli argomenti che sono considerati dagli altri oratori di questa conferenza ed anche quelli già discussi altrove<sup>1)</sup>. Dunque io fisserò la mia attenzione sulle lezioni pubbliche di Schrödinger. Ciascuna delle scuole dell'Istituto è obbligata ad organizzare ogni anno una lezione pubblica statutaria o nel University College o nel Trinity College, Dublino. Schrödinger prendeva questo obbligo molto seriamente. Nel 1943 egli decise di tenere non una ma tre lezioni sul tema "Che cos'è la vita?" L'uditorio delle lezioni era tanto grande che bisognava organizzare due sessioni. Inoltre Schrödinger trovò che non bastavano tre lezioni e perciò egli aggiunse una quarta lezione. Insomma egli tenne otto lezioni. Le lezioni furono pubblicate e più tardi tradotte dall'inglese in tedesco, francese, svedese, giapponese, russo e italiano. Tanta gente frequentava le lezioni non soltanto per la reputazione di Schrödinger come fisico ma anche per la sua capacità di suscitare l'interesse dell'uditorio.

Ci furono altre due serie di lezioni pubbliche statutarie, ambedue tenute al University College. Nel 1948 Schrödinger tenne un corso di lezioni che più tardi apparve nel libro intitolato La natura e i greci, che fu tradotto

dall'inglese in tedesco, arabo e spagnolo. Nel 1950 egli tenne una serie di lezioni sul tema "La scienza come costituente dell'umanesimo", pubblicate nel libro intitolato Scienza e umanesimo e tradotto in spagnolo, italiano, tedesco, francese, giapponese e danese. Siccome il libro Che cos'è la vita? è già stato discusso criticamente<sup>1)</sup>, noi considereremo solamente le lezioni pubbliche tenute al University College.

Schrödinger conosceva molto bene il latino e il greco. Di fatto negli abbozzi di un articolo o di una lezione scriveva spesso in latino il titolo di una sezione o un commento. Inoltre, già da giovane aveva letto le opere dei filosofi e specialmente quelle di Spinoza, Schopenhauer, Mach, Semon e Avenarius. Questa conoscenza delle lingue classiche e dei filosofi spiega i titoli dei sopradetti libri e dei seguenti; La teoria delle scienze e l'uomo, La mente e la materia, L'immagine del mondo, Che cos'è una legge naturale?

## 2a. La natura e i greci<sup>2)</sup>

Schrödinger mette in rilievo che nei tempi antichi l'uomo aveva il privilegio di discutere qualsiasi tema. L'uomo non era ancora arrivato alla specializzazione di oggi per cui non gli è permesso esprimere opinioni riguardo ad argomenti fuori del suo proprio campo di studi. Perciò il modo di pensare dei greci antichi può essere molto attraente per i pensatori moderni. Di più, la scienza naturale non è mai esistita se non fra i popoli che hanno sentito l'influenza dei greci. Perciò è importante che gli scienziati possano valutare il valore della conoscenza e dei modi di pensare ricevuti dai greci.

Una questione molto discussa dai greci e che oggi risorge periodicamente è se dobbiamo costruire le teorie fisiche mediante la pura ragione o piuttosto per deduzione dalle osservazioni. Il problema nasce dall'affermazione che l'osservazione può ingannarci come, per esempio, quando una sbarra immersa obliquamente in acqua appare piegata.

Questo problema venne sollevato durante una conferenza tenuta alla scuola di fisica teorica dell'Istituto nel 1942 sulla combinazione della teoria dei quanti con la teoria della relatività. I principali conferenzieri erano Dirac e Eddington. Dirac iniziò una serie di cinque lezioni affermando che una teoria fisica deve essere semplice e bella<sup>3)</sup>. Egli trovava queste proprietà nella teoria matematica delle funzioni di una variabile complessa e nella

teoria fisica della relatività speciale. Egli univa queste due teorie per costruire una teoria quantistica del campo elettromagnetico, che propose con grande chiarezza ed eleganza. Eddington trattò i numeri — la costante di struttura fine, il rapporto tra la massa del protone e quella dell'elettrone, il numero degli elettroni e protoni nell'universo, la costante gravitazionale<sup>4</sup>). Schrödinger mostrò entusiasmo per il contributo di Dirac, benchè questi avesse introdotto le probabilità negative, e si mostrò scettico riguardo al valore delle lezioni di Eddington, che di fatto non aveva compreso.

Eddington credeva che si possono inferire solamente dalla ragione i valori di alcune costanti empiriche. Nelle lezioni sui greci Schrödinger dice che, mentre nell'ottocento il modo di pensare eddingtoniano sarebbe stato del tutto rigettato, ora dobbiamo essere più tolleranti. Per confortare questa opinione Schrödinger ricorda che la teoria generale della relatività è stata fondata da Einstein sulle premesse della bellezza e semplicità della natura. In verità bisogna essere pronti a completare le informazioni ottenute dall'osservazione con una buona congettura suggerita da queste premesse.

Nei tempi antichi i discepoli di Pitagora proponevano che i fatti della natura sono da investigarsi solamente per mezzo della ragione. La maggioranza di questi discepoli si trovava nelle città di Crotona, Sibari e Taranto. La loro dottrina fondamentale era che le cose sono numeri. D'altra parte Aristotele sosteneva che le cose sono anzitutto oggetti materiali che si possono osservare per mezzo dei sensi.

Talete di Mileto e la scuola milesiana di filosofi da lui fondata svilupparono l'idea di Aristotele. Schrödinger attribuisce grande importanza alla scuola milesiana. Egli cerca di valutare l'influenza della scuola nella formazione delle seguenti caratteristiche della scienza naturale moderna:

1. l'ipotesi che il mondo è intelligibile,
2. l'esclusione dell'osservatore dal modello del mondo che si costruisce.

Schrödinger asserisce che la prima è dovuta alla scuola milesiana ma la seconda è una abitudine molto antica che non è legata in modo speciale a questa scuola.

Torniamo a Talete stesso. A lui, secondo Schrödinger, è dovuta l'affermazione notevole per quel tempo (c. 585 A.C.) che tutta la materia, di cui il mondo è composto, è intrinsecamente la stessa cosa. In linguaggio

moderno si direbbe che tutta la materia è composta degli atomi degli elementi chimici. Anassimene, seguace della scuola milesiana, riconobbe che le più ovvie trasformazioni della materia sono rarefazione e condensazione. Egli sosteneva che ogni specie di materia può trasformarsi nello stato solido, liquido o gassoso, e credeva che l'aria è la sostanza fondamentale della quale è composto il mondo.

Secondo Schrödinger la teoria rarefazione - condensazione conduceva a quella dell'atomismo. Per spiegare questo egli discute le nozioni di numero razionale e irrazionale. I greci non potevano concepire l'idea dei numeri irrazionali o della potenza del continuo. Se allora, per esempio, un materiale elastico è allungato di 1,2 volte, potrebbe sembrare ai greci che il materiale consiste di una serie di particelle discrete, che la distanza tra due particelle vicine è moltiplicata per 1,2 e che esiste il vuoto fra le particelle.

La teoria moderna delle particelle elementari discrete esiste da poco più di cento anni. Nell'ottocento si pensava spesso dell'elettricità, positiva o negativa, come di un fluido. Nel 1874 Stoney propose che l'elettricità consiste di multipli interi di unità di carica elettrica, sia positiva o negativa<sup>5)</sup>. Come è ben noto, l'unità di carica negativa, che Stoney aveva chiamato electron, fu scoperta nelle esperienze di J.J. Thomson nel 1897.

Un passo logico dalle speculazioni di Talete sulla costituzione ultima della materia è la teoria atomica di Democrito, che si può esprimere in questo modo:

1. gli atomi sono invisibilmente piccoli; essi consistono dello stesso materiale ma differiscono nelle loro forme; sono impermeabili e lo spazio all'infuori di loro è vuoto;
2. gli atomi sono sottoposti a moto perpetuo;
3. il peso non è una proprietà primitiva degli atomi;
4. il comportamento di tutti gli atomi in un corpo vivente è determinato dalle leggi della fisica;
5. alcuni atomi in un corpo vivente costituiscono la mente o l'anima.

L'atomismo dava a Democrito un mezzo per gettare un ponte tra i corpi studiati

nella fisica ed i corpi idealizzati che si studiano nella matematica. Nondimeno la nozione della continuità della materia persisteva fino al secolo presente quando le esperienze di Lenard e di Rutherford constatavano l'esistenza dell'atomo come una unità con carica positiva nel nucleo ed elettroni esterni al nucleo, le dimensioni lineari del nucleo essendo di parecchi ordini di grandezza più piccole del raggio atomico.

## 2b. Scienza e umanesimo<sup>6)</sup>

Scienza e umanesimo di Schrödinger è in certi rispetti un seguito di La natura e i greci. Infatti egli sviluppa alcuni temi come l'intelligibilità del mondo, il concetto del continuo, la relazione tra i fenomeni fisici e l'osservatore, la teoria atomica di Democrito. Tuttavia, siccome egli si occupa dell'umanesimo, egli dedica il primo capitolo del libro ad una discussione del valore della ricerca scientifica. Lamenta che spesso si misuri questo valore dai vantaggi materiali tecnologici che la ricerca ha portato, come la velocità dei viaggi e la facilità di comunicazione, e che questi vantaggi possano condurre ad un atteggiamento materialistico verso la ricerca scientifica. Egli ricorda che non si possono ricavare vantaggi materiali da certe scienze, come l'astrofisica e la cosmologia. Egli insiste sui pericoli della specializzazione intensiva. Secondo Schrödinger la ragione più valida per lo studio delle scienze è culturale, e in questo rispetto è simile allo studio della storia, letteratura, filosofia, musica, ecc. . Questo non significa che lo scienziato non abbia bisogno di specializzazione; questa gli è essenziale perchè possa dare un contributo originale alla conoscenza preesistente. Quando lo scienziato si specializza, deve tenersi informato su altri rami di studio in modo da conoscere meglio se stesso ed il proprio posto nel mondo.

Riguardo ad argomenti più tecnici, Schrödinger ricorda che l'effetto di una sola particella elementare veloce si può rilevare in una camera a nebbia o su uno schermo fluorescente. Nondimeno non possiamo concludere che la particella abbia una esistenza individuale. Egli ricorda che nel caso di corpi macroscopici la proprietà caratterizzante è la figura geometrica e non il materiale di cui i corpi sono composti. Trasportando queste idee alle particelle elementari egli afferma che è inutile considerarle come composte di materiale, e arguisce che le particelle elementari non sono altro che

figura — non figura geometrica ma un insieme di certe qualità che costituiscono ciò che egli chiama un "quadro adeguato". Questo significa un modello che conferma certe previsioni suggerite da esperienze anteriori per nuove esperienze che progettiamo. Schrödinger distingue un quadro adeguato da un "quadro vero" definito come uno che si può paragonare direttamente con l'esperienza.

Questa distinzione era nota ad alcuni greci come Ipparco del secondo secolo A.C. . Egli descriveva il movimento del Sole relativo alla Terra in due maniere: primo, un movimento circolare con la Terra non esattamente al centro; secondo, un movimento circolare il cui centro descrive una circonferenza avente come centro la Terra<sup>7)</sup>. Tutte e due descrizioni bastavano per render conto dei fenomeni osservati e di fare predizioni, e si diceva che esse salvavano le apparenze - salvare apparentias. Un altro tipo di descrizione era quella che si verifica effettivamente in natura - in esse et secundum rem. Questo è ciò che Schrödinger chiama un quadro vero.

Egli asserisce che un quadro vero non esiste in natura. Per dimostrare questo egli connette la causalità al requisito di continuità della descrizione di un processo fisico; vale a dire, la descrizione deve dirci precisamente che cosa avviene ad ogni punto dello spazio che consideriamo ed ad ogni istante. Per un quadro vero bisogna avere la causalità e quindi la continuità della descrizione. Tuttavia questa continuità è già esclusa nella teoria di Bohr dell'atomo perchè, dal momento che in questa teoria si hanno transizioni istantanee, noi non sappiamo che cosa avvenga durante tali transizioni e perciò non abbiamo la descrizione continua del processo. Lo stesso è vero se consideriamo una sorgente puntiforme che emette particelle in tutte le direzioni e uno schermo con due fori piccoli, con una lastra fotografica dietro di esso e parallela allo stesso. Se si apre un foro, si osserva una figura di diffrazione. Se si aprono i due fori, non si osserva una sovrapposizione delle due figure di diffrazione. Perciò una particella che passa attraverso un foro è influenzata dall'altro foro, e non si può determinare il foro per cui la particella è passata. Dunque non abbiamo la continuità della descrizione e non c'è un quadro vero.

Schrödinger descrive la teoria di Bohr e Heisenberg, in cui essi affermano che non si può fare una osservazione senza disturbare l'oggetto, o sistema fisico, che si osserva. Dopo una serie di osservazioni l'oggetto si

trova in uno stato in cui le proprietà osservate per ultime sono conosciute ma quelle disturbate dall'ultima osservazione non sono note con precisione. Così non esiste una descrizione continua dell'oggetto. Schrödinger arguisce che il ragionamento di Bohr e Heisenberg dimostra solamente che non possiamo costruire un quadro vero del processo ed afferma che siamo liberi di costruire un quadro adeguato, per mezzo del quale tutto ciò che osserviamo può essere previsto o inferito correttamente.

Esiste una differenza tra le opinioni di Bohr e Heisenberg da una parte e di Schrödinger dall'altra. I primi credono che l'oggetto non esiste indipendentemente dal soggetto, cioè l'osservatore; in altre parole, quando il soggetto osserva l'oggetto, l'osservazione fa cambiare l'oggetto. Quindi l'esclusione del soggetto dal modello del mondo accettata universalmente dai greci antichi non è più ammessa. Schrödinger trova nel permettere che il soggetto e l'oggetto siano sullo stesso piano la seguente difficoltà: la mente osservante non è un sistema fisico e perciò non può interreagire con un sistema fisico.

### 3. Schrödinger e le università irlandesi

Per motivi storici, politici e religiosi, pochi erano i contatti nel 1939 tra la cinquecentesca Dublin University col suo solo Trinity College e la novecentesca National University of Ireland con collegi a Dublino, Cork, Galway e Maynooth. Quando Schrödinger arrivò in Irlanda, le due università gli conferirono lauree "ad honorem" ed i membri delle università venivano insieme regolarmente per sentire i suoi seminari e lezioni. In realtà uno degli obiettivi che de Valera aveva in mente quando fondò il Dublin Institute for Advanced Studies era di provvedere a un luogo d'incontro per il personale accademico delle due università. Le lezioni di Schrödinger erano quasi le prime sulla teoria dei quanti che si sentivano in Irlanda, e nel giro di qualche tempo le informazioni ricevute venivano trasmesse agli studenti universitari. Inoltre la scuola di fisica teorica offriva ai membri delle università che volevano fare ricerca l'uso della biblioteca, un posto per studiare e la possibilità di consultare Schrödinger e Heitler.

La presenza di Schrödinger a Dublino attirava alla scuola personaggi di fama internazionale. Il primo a venire fu Heitler, che rimase per otto anni.

Fra gli altri che vennero per convegni, seminari o visite lunghe ci furono Dirac, Eddington, Ewald, Born, Møller, Jánosy, Fröhlich, Pauli, Rosenfeld, Lemaître, Mott, Peierls. Così gli irlandesi erano in contatto con numerosi fisici, le cui indagini avevano contribuito molto alla formulazione delle teorie fisiche moderne. Di più la scuola di fisica teorica, alla quale Schrödinger diede la direzione iniziale, ha avuto un effetto vantaggioso non soltanto sui corsi di studio ma anche sull'atteggiamento riguardo alla ricerca scientifica nelle università irlandesi.

#### 4. Schrödinger la persona

Avendo passato quattordici anni in contatto continuo con Schrödinger a Dublino io vorrei concludere questo articolo dicendo poche parole di lui come persona e professore.

Quando qualcuno faceva ricerca sotto la sua direzione, Schrödinger gli parlava quasi ogni giorno. Quando il ricercatore incontrava una difficoltà sostanziale, Schrödinger lo invitava nel suo studio e chiariva la difficoltà alla lavagna. In tali conversazioni Schrödinger era sempre paziente e cortese. Quando il ricercatore scriveva una parte di un articolo che sperava di presentare per la pubblicazione, Schrödinger lo portava a casa e dopo averlo esaminato scrupolosamente scriveva parecchie pagine di commenti, alcuni dei quali potevano essere in latino e nessun commento era aspro.

Schrödinger era sempre contento di dedicare tempo per aiutare persone che avevano problemi di fisica o di matematica. Quando ero giovane professore a Maynooth e tenevo i nuovi corsi di meccanica quantistica, lo avevo consultato spesso. Gli piaceva pensare che così egli aiutava anche gli studenti. Schrödinger riceveva lettere da scienziati dilettanti che pensavano di avere concepito qualche idea luminosa. Schrödinger era sempre paziente con queste persone. Il suo atteggiamento era che, siccome riceveva lo stipendio da fondi pubblici, doveva prestare attenzione ad ogni proposta che mostrasse iniziativa e non fosse palesemente assurda.

Schrödinger aveva buon cuore. Era pronto ad ascoltare chi avesse un torto da lamentare e a difendere la sua causa. Era ospitale e generoso, e spesso invitava giovani ricercatori alla sua casa a Clontarf. Almeno uno studente ha ricevuto da lui aiuto finanziario per i corsi universitari. Schrödinger e sua

moglie furono ciclisti entusiasti e durante la seconda guerra mondiale passavano le vacanze visitando la campagna irlandese – specialmente il Kerry e il Connemara. No fu sorprendente che vollero passare gli ultimi anni nella loro Austria natale ma, quando partirono dall'Irlanda, erano felici di ricordare con gioia e gratitudine i diciassette anni che avevano passato a Dublino.

Vorrei ringraziare la Cambridge University Press del permesso di citare dai libri di Schrödinger Nature and the Greeks e Science and Humanism.

#### Referenze

- 1) C.W. Kilmister (ed.), Schrödinger, Centenary celebration of a polymath, Cambridge University Press, 1987.
- 2) E. Schrödinger, Nature and the Greeks, Cambridge University Press, 1954.
- 3) P.A.M. Dirac, Quantum Electrodynamics, Communications of the Dublin Institute for Advanced Studies, Series A, No. 1, 1943.
- 4) A.S. Eddington, The Combination of Relativity Theory and Quantum Theory, Communications of the Dublin Institute for Advanced Studies, Series A, No. 2, 1943.
- 5) G.J. Stoney, Sc. Proc. Roy. Dublin Soc. 3, 51-60, 1881;  
Sc. Trans. Roy. Dublin Soc. 4, 563-608, 1891.
- 6) E. Schrödinger, Science and Humanism, Physics in Our Time, Cambridge University Press, 1961; Scienza e umanesimo, La fisica del nostro tempo, Sansoni, Firenze, 1978.
- 7) J. McConnell, Proc. Edinburgh Math. Soc. 11, 57-68, 1958.