



Rendiconti
Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL
Memorie di Scienze Fisiche e Naturali
118° (2000), Vol. XXIV, pp. 107-115

CARLO BERNARDINI *

L'ultimo lavoro di Erwin Schrödinger **

La lettera manoscritta, in francese, che Erwin Schrödinger inviò il 2 febbraio 1958 a Domenico Marotta, all'epoca Accademico Segretario dell'Accademia Nazionale dei XL, costituisce un singolare documento.¹ Si tratta dell'originale autografo dell'ultimo lavoro di uno dei grandi padri della meccanica quantistica, che uscirà sulla rivista *Il Nuovo Cimento* della Società Italiana di Fisica [1], contrariamente all'originaria richiesta adombrata dall'autore di vedere il lavoro pubblicato negli atti dell'Accademia, in risposta ad un'offerta del professor Marotta, contenuta in una lettera di questi del precedente 21 gennaio; il testo pubblicato differisce in qualche dettaglio dal manoscritto qui riprodotto, ed è basato su una conferenza tenuta da Schrödinger a Vienna in un convegno dei fisici e chimici austriaci il 26 marzo 1958.

Il contenuto dello scritto è assai singolare: ripropone la cosiddetta «congettura statistica sulla conservazione dell'energia» che era già stata oggetto di speculazione, nel 1924, in un articolo di Niels Bohr, Hendrick Kramers, e John Clarke Slater [2], che curiosamente Schrödinger non cita; il motivo di questa omissione è forse rintracciabile nel fatto che Schrödinger attribuisce piuttosto questa idea a uno dei suoi maestri, Franz Exner, che nel 1919 ne aveva proposto la possibilità in un libro stampato da Deuticke a Vienna [3]. Questo Exner aveva indubbiamente i suoi

* Dipartimento di Fisica, Università di Roma «La Sapienza», Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma. E-mail: carlo.bernardini@roma1.infn.it

** Memoria presentata dal socio A. Ballio.

¹ Questa lettera ed il lavoro autografo ad essa allegato, riprodotti nelle figure, sono stati reperiti nel corso dell'esame di alcune carte di Domenico Marotta di prossima immissione nell'archivio storico dell'Accademia. La mancata pubblicazione della nota di E.S. nei Rendiconti dell'Accademia Nazionale dei XL è probabilmente da attribuire al numero esiguo di memorie ricevute da Marotta in risposta all'invito che aveva rivolto ad alcuni Soci italiani e stranieri dell'Accademia. Gli originali dei due documenti sono su carta intestata a rilievo con l'indirizzo: «Pasteurgasse 4, Wien IX» (N.d.R.).

meriti, come ricorda il biografo di Schrödinger Walter Moore [4], sebbene non si ricordino nei trattati contemporanei suoi risultati memorabili; tuttavia era così influente da indurre l'Accademia di Vienna a regalare ai Curie 100 kg di pechblenda della miniera di uranio di St. Joachim, proprio i 100 kg da cui i Curie isolarono per la prima volta il radium (di cui i due inviarono in dono a Exner un piccolo campione [5]). L'idea riproposta da Schrödinger nel 1958 appare assai debole e poveramente argomentata; probabilmente ha ragione Bruno Bertotti, che lo frequentò negli ultimi anni della sua vita (S. morì nel 1961) e che nel 1985 pubblicò l'articolo *The later work of E. Schrödinger* [6], scrivendo con qualche amarezza: «... l'età avanzata fu certo un fattore, così come lo fu la mancanza di contatti con altri fisici (Dublino era un po' isolata). Il precedente notevole successo personale con la meccanica ondulatoria forse gli aveva dato eccessiva fiducia nel suo intuito scientifico; ma più di ogni altra cosa era in gioco un certo squilibrio nel suo sistema scientifico di valori e una certa indifferenza per i fatti e le complicazioni dell'esperienza fisica» [7]. Questa valutazione di Bertotti è esplicitamente riferita al lavoro di cui si sta qui parlando. Il lettore esperto giudicherà da sé con facilità questa opinione.

Tuttavia, l'interesse storico del documento è indubbio: Schrödinger non è scienziato da dimenticare, in tutti i suoi aspetti; il fatto che sia finito in un sistema di pensiero che la comunità scientifica non apprezza, il cosiddetto «misticismo razionale» in cui è peraltro in buona compagnia con Eddington e Einstein [8], dà motivi di riflessione sulla molteplicità delle forme del pensiero umano.

BIBLIOGRAFIA

- [1] E. SCHRÖDINGER (1958): *Il Nuovo Cimento* **9**, 162-170.
- [2] N. BOHR, H. KRAMERS, J.C. SLATER (1924): *Phil. Mag.* **47**, 785-802.
- [3] F. EXNER (1919): *Vorlesungen über die physikalischen Grundlagen der Naturwissenschaften*, Deuticke, Vienna.
- [4] W. MOORE (1989): *Schrödinger, life and thought*, Cambridge University Press, p. 35.
- [5] W. MOORE, *loc. cit.*, p. 37.
- [6] B. BERTOTTI (1985): *Stud. Hist. Phil. Sci.* **16**, 83-100.
- [7] *Ivi*, p. 97.
- [8] *Ivi*, p. 83.

Lettera di Erwin Schrödinger a Domenico Marotta del 2 febbraio 1958
(Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL: carte Marotta).

2 février 1958

M. l'Académicien Secrétaire
Professeur Domenico Marotta
Accademia Nazionale dei XL
Via del Castro Laurentiano, 27
Roma

Monsieur et très cher Collègue,

En vous remerciant de votre aimable lettre
du 21 janvier je me permets de vous offrir un
très petit ouvrage qui toutefois est très proche de
mon cœur. La perspective d'en avoir une grande
diffusion en, probablement, peu de temps me vient
donc très à propos.

J'espère que mon écriture à main ne fasse
pas trop de difficultés. Ici il est difficile de
trouver une dactylographe qui sache l'anglais et en
même temps ait une certaine compréhension des
termes scientifiques, pour ne pas les confondre. À
Dublin nous avons une dame-secrétaire sagesse pour
cela. En effet, elle y est encore et elle se ferait
un plaisir de faire une copie dans une heure ou deux.

Cependant j'espère que ça ira sans cela, si
peut-être je lise les épreuves deux fois.

Veillez agréer, Monsieur et cher Collègue à
l'expression de mes sentiments très distingués.

Erwin Schrödinger
[ERWIN SCHRÖDINGER]

2 février 1958

M. l'Académicien Secrétaire^a
Professeur Domenico Marotta
Accademia Nazionale dei XL
Via del Castro Laurenziano, 27
Roma

Monsieur et très cher Collègue,

En vous remerciant de votre aimable lettre du 21 janvier je me permets de vous offrir un très petit ouvrage qui toutefois est très proche de mon coeur. La perspective d'en avoir une grande diffusion en, probablement, peu de temps me vient donc très à propos.

J'espère que mon écriture à mains ne fasse pas trop de difficultés. Ici il est difficile de trouver une dactylographe qui sache l'Anglais et en meme temps ait^b une certaine compréhension des termes scientifiques, pour ne pas les confondre. A Dublin nous avons une dame-secrétaire^c exprès pour cela. En effet, elle y est encore et elle se ferait un plaisir de faire une copie dans une heure ou deux.

Cependant j'espère que ça ira sans cela^d, si peut-être je lie^e les épreuves deux fois.

Veillez agréer, Monsieur et cher Collègue à l'expression de mes sentiments très distingués.

Erwin Schrödinger
[ERWIN SCHRÖDINGER]

Nell'originale: ^asenza l'accento, ^baie, ^csenza l'accento, ^dcelà, ^elise.

Lavoro di Erwin Schrödinger trasmesso a Domenico Marotta con la lettera del 2 febbraio 1958

(Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL: carte Marotta).

May the Concept of Energy be merely statistically meaningful?
by ERWIN SCHRÖDINGER

The general ~~opinion~~ belief is: no. It ~~claims~~ claims to be based on experimental evidence. However, the reputed conservation of energy and momentum in single events can be understood as sort of a resonance phenomenon, one wave-train being reflected by another one (and vice versa) according to Bragg's Law of monochromatic X-ray-reflection by a moving crystal, as was explained many years ago for the Compton-effect.¹⁾ The first to raise the doubt, expressed in the title, and to give good reasons for his doubt was FRANZ EXNER²⁾.

Here I am collecting in lapidary form the chief points that, to my view, turn the doubt well-nigh into convincing ~~affirmation~~ affirmation. Some brief remarks will be added, but the full discussion will be given elsewhere.

Firstly, the concept of energy and its conservation hails from an integration constant in classical mechanics. Since the latter is only an approximation that breaks down completely "in the small", it is extremely unlikely that the said concepts should happen ~~to~~ nonetheless to apply there.

Secondly, people have taken to replacing classical phase-space in quantum-mechanics by the sequence of distinguished or so-called stationary or "only admitted" energy levels. However the latter are just exactly so closely packed, that, in view of the Uncertainty Principle, they cannot be safely distinguished.

Thirdly, an energy-eigenfunction is not an adequate

(2)

description of the state of an isolated system with a sharp energy, for there are plenty such states that are even-equilibrium states, while an energy-eigenfunction "is dead" i. e. nothing happens in an ~~system~~ isolated system whose wave-function is an energy-eigenfunction. —

Now I wish to comment on the current probability-interpretation. Even in classical statistical mechanics the entropy of a physical system depends not only on its energy (and a few macroscopic parameters like total volume etc.), but on any further knowledge I may possess about the system, e. g. a macroscopically inhomogeneous distribution of temperature. Yet nobody was or is such a fool as to declare that entropy is not a property of the physical system in question, but is only sort of a slide-rule for depicting the "relation between object and subject" — as is nowadays said with emphasis about the state-vector (or wave-function).

L. Rosenfeld³⁾ has quite recently made statements which I understand to mean, that with a mathematically well developed physical theory that is ^{self-contained and} free of contradiction ~~and self-contained~~ there can be no question of changing the interpretation, because the latter is uniquely determined by the theory itself. This recalled to me an occasional remark Einstein made in conversation while we were strolling UNTER DEN LINDEN. With a slight smile and a touch of tongue in his cheeks he said: Of course every theory is correct, provided you suitably associate its symbols with observation.

Rosenfeld's utterance is a danger-signal. The

(3)

main issue is not whether this or that view is better; what is at stake today is the peril of a progressive narrowing of our field of vision, a glaucoma of the mind, as it were.

Riassunto

(Prego, per favore, di tradurre questo riassunto in Italiano e di sopprimere l'Inglese!)

The chief points that appear to militate against a not merely statistical meaning of energy and its conservation are indicated. Comparison between state-vectors and entropy. The tenacity of denying even the logical consistency of the search for non-orthodox views is denounced as a danger-signal of impending spiritual glaucoma.

Notes

- 1) E. Schrödinger, *Annalen d. Phys.* (4), 32, 257, 1927
- 2) F. Exner, *VORLESUNGEN ÜBER DIE PHYSIKALISCHEN GRUNDLAGEN DER NATURWISSENSCHAFTEN* (WIEN, DEUTICKE 1919)
- 3) L. Rosenfeld in *Proceedings of the Ninth Symposium of the COLSTON Research Society, Bristol 1957*

May the Concept of Energy be merely statistically meaningful?

by ERWIN SCHROEDINGER

The general belief is: no. It claims to be based on experimental evidence. However, the reputed conservation of energy and momentum in single events can be understood as a sort of a resonance phenomenon, one wave-train being reflected by another one (and vice versa^a) according to Bragg's law of monochromatic X-ray-reflection by a moving crystal, as was explained many years ago for the Compton-effect.¹⁾ The first to raise the doubt, expressed in the title, and to give good reasons for his doubt was FRANZ EXNER.²⁾

Here I am collecting in lapidary form the chief points that, to my view, turn the doubt well-nigh into convincing affirmation. Some brief remarks will be added, but the full discussion will be given elsewhere.

Firstly, the concept of energy and its conservation hails from an integration constant in classical mechanics. Since the latter is only an approximation that breaks down completely "in the small", it is extremely unlikely that the said concepts should happen nonetheless to apply here.

Secondly, people have taken to replacing classical phase-space in quantum-mechanics by the sequence of distinguished or so-called stationary or "only admitted" energy levels. However the latter are just exactly so closely packed, that, in view of the Uncertainty Principle, they cannot be safely distinguished.

Thirdly, an energy-eigenfunction is not an adequate description of the state of an isolated system with a sharp energy, for there are plenty such states that are non-equilibrium states, while an energy-eigenfunction "is dead" i.e. nothing happens in an isolated system whose wave-function is an energy-eigenfunction.

Now I wish to comment on the current probability-interpretation. Even in classical statistical mechanics the entropy of a physical system depends not only on its energy (and a few macroscopic parameters like total volume etc.), but on any further knowledge I may possess about the system, e.g. a macroscopically inhomogeneous distribution of temperature. Yet nobody was or is a fool to declare that entropy is not a property of the physical system in question, but is only sort of a slide-rule for depicting the "relation between object and subject" – as is nowadays said with emphasis about the state-vector (or wave-function).

L. Rosenfeld³⁾ has quite recently made statements which I understand to mean, that with a mathematically well developed physical theory that is self contained and free of contradiction there can be no question of changing the interpretation, because the latter is uniquely determined by the theory itself. This recalled to me an occasional remark Einstein made in conversation while we were strolling UNTER DEN LINDEN. With a slight smile and a touch of tongue in his cheek he said: Of course every theory is correct, provided you suitably associate its symbols with observation.

Rosenfeld's utterance is a danger-signal. The main issue is not whether this or that view is better; what is at stake today is the peril of a progressive narrowing of our field of vision, a glaucoma of the mind, as it were.

Riassunto

(Prego, per favore, di tradurre questo riassunto in Italiano e di supprimir l'Inglese!)

The chief points that appear to militate against a not merely statistical meaning of energy and its conservation are indicated. Comparison between state-vector and entropy. The tenacity of denying even the logical consistency of the search for non-orthodox views is denounced as a danger-signal of impending spiritual glaucoma.

Notes

- 1) E. Schrödinger, Annalen d. Phys. (4), 82, 257, 1927
- 2) F. Exner, VORLESUNGEN ÜBER DIE PHYSIKALISCHEN GRUNDLAGEN DER NATURWISSENSCHAFTEN (WIEN, DEUTICKE 1919)
- 3) L. Rosenfeld in Proceedings of the Ninth Symposion of the COLSTON Research Society, Bristol 1957

Nell'originale: ^a con l'accento circonflesso su *versa*.