

Potenza, atto e caso, nella filosofia di Heisenberg

Salvatore Guccione e Ruggiero de Ritis

I. In una serie di lavori precedentemente pubblicati (vedi: (1), (2), (3), (4), (5), (6)) gli autori della presente nota hanno mostrato che esiste un'opzione filosofica di carattere metafisico al fondo del pensiero di Einstein lungo tutto l'arco storico della sua attività scientifica. Tale opzione, il monismo, risulta presente sia nei fondamenti della Relatività Speciale che in quelli della Relatività Generale.

Il monismo einsteniano era già stato messo in evidenza (vedi, e. g. (7)). Gli autori della presente nota, nei lavori citati, hanno dimostrato *come* la nozione metafisica del monismo sia stata *tradotta* da Einstein nella nozione epistemologica di completezza di una teoria fisica, e come quest'ultima sia stata ulteriormente *tradotta* nella nozione – interna alla teoria fisica- di non linearità.

Interpretando tutto ciò alla luce del realismo einsteniano, gli autori hanno battezzato con nome di *Monismo Scientifico* l'epistemologia di Einstein e con nome di *Metafisica Generativa* il monismo in relazione all'opera scientifica dello stesso Einstein.

Un'altra interpretazione realista del pensiero di Einstein è dovuta d'Espagnat (vedi (8) e (9)). Per una discussione su queste due interpretazioni vedi ad esempio Policarov (10).

Premesso questo, ci si può porre il problema generale se ogni teoria fisica possieda una *metafisica generativa*. Ciò è stato già discusso dagli autori della presente nota (vedi (5)) in rapporto ad idee di Popper (11) e di Agassi (12).

Ora, è ben noto che le due maggiori teorie fisiche sul mondo nel quale viviamo sono, a tutt'oggi, la Teoria della Relatività e la Meccanica Quantistica. Ebbene, si può ritrovare un argomento, analogo a quello da noi messo in luce per la Relatività, a proposito della Meccanica Quantistica? In altre parole, ha senso porsi il problema di indagare su una possibile *metafisica generativa* della Meccanica Quantistica?

La risposta è dubbia.

Dobbiamo infatti ricordare che il formalismo della meccanica quantistica, sebbene permetta misure di una precisione a tutt'oggi insuperata (una parte su un milione di trilioni) è compatibile con *interpretazioni* diverse.

Fra tali interpretazioni la più accreditata è, forse, la cosiddetta *interpretazione di Copenhagen* legata al nome di Niels Bohr. Secondo questa interpretazione è possibile avere, relativamente al microcosmo, solo informazioni di tipo probabilistico sui possibili valori di un osservabile nel caso venga effettuata un'operazione di misura.

A questo punto, chi avesse come posizione epistemologica lo strumentalismo (in un certo senso, un odierno seguace del cardinal Bellarmino) non andrebbe *oltre* nell'indagine concettuale sulla meccanica quantistica: proprio perché, per lui, un *oltre* non c'è.

Al contrario, un non strumentalista è costretto a prendere in considerazione le varie interpretazioni del formalismo.

Pur senza parlare di quelle che potrebbero forse essere più opportunamente considerate come teorie alternative alla Meccanica Quantistica (vedi, e.g., la teoria dell'onda pilota di de Broglie-Bohm o il modello GRW (12)) si va dall'interpretazione a molti mondi di Everett III (13) all'interpretazione del tardo Heisenberg (14) che si rifà alle nozioni aristoteliche di potenza ed atto, molto simile alla cosiddetta interpretazione dell'osservabile latente dovuta a Margenau (15).

Notiamo, di passaggio, che entrambe queste ultime due interpretazioni – come sottolinea Redhead (16) – non sono in contraddizione con *una qualche forma* di realismo.

Da quanto si è detto si può evincere che la questione precedentemente posta su una qualche possibile metafisica *generativa* (nel senso esposto in (1)) per la Meccanica Quantistica dovrebbe essere suddivisa in due questioni distinte.

La prima questione riguarda l'eventuale esistenza di una specifica metafisica generativa per ogni specifica interpretazione della Meccanica Quantistica.

La seconda questione riguarda invece se e come una tale metafisica generativa possa giungere a *toccare* il formalismo stesso, così come la Metafisica Monista giunge a *suggerire* la non linearità delle equazioni di campo nel lavoro di Einstein ((1), (5)).

Una breve discussione sulle considerazioni filosofiche di Heisenberg ci aiuterà a mostrare come in uno stesso autore si possa riconoscere – nell'ambito della Meccanica Quantistica – un complesso di concezioni metafisiche distinte e tradizionalmente discordanti.

Heisenberg infatti pur “essendo lealmente schierato con la scuola di Copenhagen aveva dimostrato una maggiore flessibilità nella espressione delle sue idee” (17), flessibilità che, come vedremo, porterà ad una vera e propria forma di sincretismo.

II. Prendiamo in considerazione tre scritti significativi della cosiddetta filosofia di Heisenberg ((18),(19),(20)) e, a fini di orientamento, ricordiamo, a mò di bussola, le considerazioni di d'Espagnat sull'argomento ((21)).

Due sono gli aspetti della filosofia di Heisenberg che l'analisi di d'Espagnat sottolinea. Il primo è quello costituito dall'accettazione e, contemporaneamente, dallo stravolgimento del nucleo epistemologico della filosofia di Kant. L' *a priori* kantiano cambia significato, perde ogni carattere di absolutezza e acquista elementi biologico-darwiniani, forse non originali (lo scritto di Heisenberg al quale ci riferiamo è del 1958), ma di indubbio interesse.

“L’ *a priori* è connesso indirettamente con l’esperienza, in quanto è stato formato con lo sviluppo della mente umana in un passato remotissimo” (20).

Qui Heisenberg è debitore a Bertrand Russell che aveva già scritto:” Gradualmente, col proseguire dell’intelligenza umana, i suoi abiti inferenziali si sono avvicinati sempre più alla concordanza con quelle leggi di natura che hanno fatto sì che questi abiti fossero, in tutta la gamma dell’esperienza, più spesso una fonte di aspettative vere che non di aspettative false. La formazione di abiti inferenziali che conducono ad aspettative vere fa parte di quell’adattamento all’ambiente da cui dipende la sopravvivenza biologica.”(22)

Ma cosa succede alla *cosa in se* kantiana nella rielaborazione di Heisenberg?

Anche se la *cosa in se* resta essa è ora da identificarsi – seguendo le parole di d’Espagnat - “con la struttura matematica che noi sveliamo con le nostre teorie.” (23)

Infatti Heisenberg scrive: “.....le particelle elementari della fisica moderna sono determinate da condizioni matematiche di simmetria, non sono eterne e immutabili e perciò sono a mala pena ciò che si potrebbe chiamare ‘reale’ nel vero senso della parola. Esse sono piuttosto semplici rappresentazioni di quelle strutture matematiche fondamentali che si ottengono nei tentativi di suddividere sempre più la materia e che rappresentano appunto il contenuto delle leggi naturali fondamentali. Per la scienza moderna non c’è più all’origine l’oggetto materiale, ma la forma, la simmetria matematica.” (20)

Siamo così in pieno platonismo, un realismo matematico che l’autore sottolinea: ”Dunque l’esistenza degli atomi non era forse un fatto primordiale non suscettibile di spiegazioni. Quest’esistenza poteva anzi essere ricondotta, come in Platone, all’azione di leggi naturali formulabili matematicamente, dunque all’azione di simmetrie matematiche.” (20)

Il tardo Heisenberg cerca poi di coniugare Platone con Aristotele: “Se vogliamo descrivere quel che accade in un evento atomico, dobbiamo renderci conto del fatto che la parola accade si può applicare soltanto all’osservazione non allo stato delle cose tra due osservazioni. Essa si applica all’atto di osservazione fisico.....e possiamo dire che la transizione dal *possibile* all’*attuale* ha luogo non appena entrata in scena l’interazione con l’apparato di misura, e di conseguenza l’interazione con il resto del mondo.”(15)

Commenta d’Espagnat: “Heisenberg considera la riduzione della funzione d’onda in una operazione di misura come una transizione dal possibile all’attuale.” (21)

A questo punto possiamo domandarci: il *potenziale* e l’*attuale* di Heisenberg entro quali limiti possono dirsi *reali*?

La locuzione “entro quali limiti”, da noi usata, viene giustificata dal fatto che solo le strutture matematiche (o, almeno, *certe* strutture) possono dirsi, per Heisenberg, pienamente reali.

E’ quanto abbiamo visto più sopra sottolineando -in accordo con d’Espagnat- il realismo matematico di tipo platonico elaborato da Heisenberg.

D’altro canto le particelle elementari.....sono a mala pena ciò che si potrebbe chiamare ‘reale’ nel vero senso della parola ((209 p.20).

Ma anche se *a mala pena* le particelle elementari sono comunque partecipanti a ciò che Heisenberg chiama *realtà*.

Si delinea allora una visione almeno a due *livelli* nella quale le strutture matematiche e le coppie <potenziale attuale> devono essere viste appunto a livelli diversi (per un'analisi epistemologica della nozione di *livello*, vedi e. g. (23)).

L'interpretazione qui proposta del pensiero di Heisenberg porta all'ipotesi che, per lo stesso Heisenberg, una struttura matematica possiede la realtà più *basilare*: per così dire, la realtà tutta potrebbe essere composta da sole strutture matematiche ma non da sole coppie <potenziale attuale>.

Si va così verso una forma di idealismo? Può darsi. Heisenberg stesso, addirittura, scrive:” E siccome la struttura matematica rappresenta, in ultima analisi, un contenuto spirituale si potrebbe anche dire ‘All’inizio era il Logos’ usando le parole del Faust di Goethe”.

Si salterebbe in questo modo Platone ad Aristotele ed a Kant, in una visione sincretista che dovrebbe sorreggere –dal punto di vista filosofico- l'interpretazione di Heisenberg della Meccanica Quantistica. Tale interpretazione, in accordo con d'Espagnat (21) e Redhead (17), è appunto compatibile -anche nella versione qui proposta- con *una qualche forma* di realismo (17). Infatti essa cercherebbe di coniugare una visione idealistica profonda con l'ammissione che energia e materia partecipano, in qualche modo, alla realtà tutta.

Ma il sincretismo di Heisenberg non si ferma qui e – influenzato (15) dalle idee di von Weizsaecker- cerca di assorbire nella sua visione anche la proposta, di tipo logico, dovuta a Birkhoff e von Neumann (24). Il punto che sembra particolarmente interessante è che Heisenberg tenta di legare tale approccio logico a considerazioni ontologiche (cosa che, a quanto risulta agli autori della presente nota, è stato in seguito tentato solo da Finkelstein (25)).

Scrivono infatti Heisenberg: ”... Se la coppia di numeri complessi rappresenta una ‘affermazione’, nel senso appunto descritto, dovrebbe esistere uno ‘stato’ o una ‘situazione’ in natura per cui l'affermazione fosse vera. Useremo la parola ‘stato’ secondo questo rapporto. Gli ‘stati’ corrispondenti alle affermazioni complementari sono allora chiamati ‘stati coesistenti’ da von Weizsaecker. Questo termine ‘coesistente’ esprime esattamente la situazioneQuesto concetto di ‘stato’ formerebbe allora una prima definizione concernente l'ontologia della teoria dei quanta.....D'altra parte si può... sostituire il termine ‘stato’ col termine ‘potenzialità’ -allora il concetto di ‘potenzialità coesistenti’ è del tutto plausibile giacché una potenzialità può implicare altre potenzialità o sovrapporsi ad esse.” (15)

Sembra così potersi chiudere il cerchio della filosofia di Heisenberg: la sua interpretazione della Meccanica Quantistica pone il formalismo della stessa (le strutture matematiche) come la *realtà di base* la quale a sua volta giustifica un atteggiamento realistico concernente la transizione potenza → atto.

Ma c'è un punto che resta ancora da sottolineare.

Nel suo lungo articolo del 1942 (19) Heisenberg dedica un intero paragrafo al *caso*. Egli sostiene: “Ammettendo che le leggi quantistiche siano vere l'obbligo del riconoscimento del caso si ha solo in quegli esempi nei quali lo stato quantistico è

noto con certezza; si pensi ad esempio ad una sostanza radioattiva, di cui sicuramente è noto che praticamente tutti i nuclei atomici si trovano nel loro stato normale. L'emissione delle particelle radioattive *deve* qui (all'interno della frequenza quantistica) essere lasciata al gioco del caso, se le leggi quantistiche sono corrette." (19)

Così un elemento casuale ontologico (a quanto sembra, *necessariamente* casuale) sembra apparire nella filosofia di Heisenberg la qual cosa va *oltre* la strenuamente difesa *asettività*, dei *dogmi* di Copenhagen.

L'elemento puramente casuale si manifesterebbe quando il sistema microscopico entra in relazione col mondo macroscopico; quando, cioè, *complice la misura*, avviene la transizione tra potenza e atto.

Circa venticinque anni dopo Heisenberg pone minor enfasi sugli aspetti ontologici. Le sue parole hanno un taglio più epistemologico: "La natura statistica delle leggi della fisica microscopica non può essere evitata giacchè qualsiasi conoscenza del *reale* è – a causa delle leggi della teoria quantistica-, per sua stessa natura, una conoscenza incompleta." (15)

Bibliografia

- (1) de Ritis, R. and Guccione, S. - *Fundamenta Scientiae*, 5 (1984), 103
- (2) de Ritis, R. and Guccione, S. - *General Relativity and Gravitation*, 17 (1985), N6, 596
- (3) de Ritis, R. and Guccione, S. - *Fundamentae Scientiae*, 8 (1987), 57
- (4) de Ritis, R. and Guccione, S. - *Fundamentae Scientiae*, 8 (1987), 373
- (5) de Ritis, R. e Guccione, S. - *Epistemologia*, XVI (1993), 97
- (6) de Ritis, R. e Guccione, S. - in: "Conferenze su idee della Scienza", Osservatorio Astronomico di Capodimonte, Napoli, (1993), 91
- (7) Mc Crea, W.H. - *B.J.P.S.*, 8 (1957), 18
- (8) Polikarov, A. - *Epistemologia*, XII (1989), 277
- (9) d'Espagnat, B. - *Epistemologia (fascicolo speciale)*, III, (1984), 123
- (10) d'Espagnat, B. - *Dialectica*, 43 (1989), 157
- (11) Popper, K. - *Realism and the aim of Science*, from the "Postscript to the Logic of Scientific Discovery", W.W. Bartley III (ed.), Hutchinson, London, (1983)
- (12) Agassi, J. - "Science in Flux", D. Reidel Pub. Co., Dordrecht, (1975)
- (13) Ghirardi, G.; Rimini, A.; Weber, T. - *Phys. Rev.*, D34 (1986), 470
- (14) Everett III, H. - *Rev. Mod. Phys.*, 29 (1957), 454
- (15) Heisenberg, W. - "Physics and Philosophy", Harper, N.Y., (1958). Traduzione italiana: "Fisica e Filosofia", Il Saggiatore, (1961)
- (16) Margenau, H. - *Philosophy of Science*, 16 (1940), 287
- (17) Redhead, M. - "Incompleteness, Nonlocality, and Realism", Clarendon Press, Oxford, (1987)
- (18) Polkinghore, J.C. - "The Quantum World". Longman Group Limited, (1984)
- (19) Heisenberg, H. - (1942). Traduzione italiana in: "Indeterminazione e Realtà", Guida Editori, (1931)

- (20) Heisenberg, H.- (1958). Traduzione italiana in "Discussione sulla fisica moderna", Einaudi (1959)
- (21) d'Espagnat, B. - "Conceptual Foundation of Quantum Mechanics", W.A. Benjamin, Inc. (1976). Traduzione italiana: "I fondamenti concettuali della meccanica quantistica", Bibliopolis, (1980)
- (22) Russell, B. - "Human Knowledge: its Scope and Limits", George Allen and Unwin, (1948). Traduzione italiana: "La conoscenza umana: i suoi scopi e i suoi limiti", Longanesi
- (23) Guccione, S., in: "Consciousness: Distinction and Reflection", (G. Trautteur, Ed.), Bibliopolis (1995), 52
- (24) Birkhoff, G. and von Neumann, J. - Ann. Math., 37 (1936), 823
- (25) Finkelstein, D. - B.S.P.S., vol. V (1969), 199