

LEONARDO COLLETTI (*)

IL «LAMENTO DI SCHRÖDINGER» E IL RUOLO DELLA SOGGETTIVITÀ NELLE SCIENZE FISICHE

ABSTRACT - COLLETTI L., 2011 - «Schrödinger's lamentation» and the role of subjectivity in quantum mechanics.

Atti Acc. Rov. Giati, a. 261, 2011, ser. IX, vol. I, B: 21-41.

The explicit expulsion of subjectivity from the field of investigation is a landmark of the beginning of modern science and specifically of physics. We refer to the distinction of primary qualities from secondary ones operated by Galileo and Descartes. This abdication from life has proved rich of fruitful consequences and allowed an unprecedented improvement of knowledge. From the late XVI century to the end of the XIX century physics has coherently explained most of the perceivable world, allowing also a steady increment of technologies and instrumentation. A limited set of unresolved problem led then the scientists through the revolution that characterized physics in the first three decades of the XX century, ending with the generalization of classical physics by general relativity and especially with the new physics elaborated to account for the new world that opened at the microscopic level, quantum mechanics. But it is just quantum mechanics that seems to call subjectivity back again into the domain of scientific knowledge, thus shaking the assumption of objects' independence from observation. The problem about the role of subjectivity urges physics to collaborate again with philosophy.

KEY WORDS - Subjectivity, Husserl, Galileo, Quantum Mechanics.

RIASSUNTO - COLLETTI L., 2011 - Il «lamento di Schrödinger» e il ruolo della soggettività nelle scienze fisiche.

L'esplicita estromissione della soggettività dal campo di indagine ha determinato l'inizio della scienza moderna e specificatamente della fisica. Il riferimento è alla distinzione delle qualità primarie da quelle secondarie operato da Galileo e Cartesio. Questa rinuncia alla vita si è dimostrata ricca di conseguenze fruttuose e ha consenti-

(*) Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Padova, Gruppo collegato di Trento; Liceo Classico «G. Carducci», Bolzano.

to uno sviluppo della conoscenza senza precedenti. Tra la fine del sedicesimo secolo e quella del diciannovesimo, la fisica è riuscita ad inscrivere in un quadro coerente gran parte del mondo percepibile, consentendo anche un sistematico incremento delle tecnologie e degli strumenti. Un insieme limitato di problemi non risolti ha quindi condotto gli scienziati attraverso la rivoluzione che ha caratterizzato la fisica nei primi tre decenni del ventesimo secolo, terminata con la generalizzazione della fisica classica nella relatività generale e, soprattutto, con la nuova fisica elaborata per descrivere il nuovo mondo apertosi al livello microscopico, la meccanica quantistica. Ma è proprio la meccanica quantistica che pare riportare la soggettività nel campo di indagine della conoscenza scientifica, facendo vacillare in questo modo il presupposto dell'indipendenza dell'oggetto dall'atto di osservazione. Il problema del ruolo della soggettività sollecita la fisica a collaborare nuovamente con la filosofia.

PAROLE CHIAVE - Soggettività, Husserl, Galileo, Meccanica quantistica.

INTRODUZIONE

La fisica rappresenta l'ambito in cui la conoscenza umana ha raggiunto i suoi risultati migliori per quanto riguarda chiarezza nei progressi e livello di intersoggettività. Ciò è dovuto ad un modo di procedere in cui un ruolo fondamentale è costituito dal controllo delle proposizioni enunciate attraverso operazioni di misura su enti che devono essere direttamente o indirettamente osservabili. Il riferimento costante all'osservabilità e la sua espressione in termini matematici forma quella robusta ossatura del metodo che garantisce l'intersoggettività di tale sapere.

Pur potendo contare su un apparato tanto potente e su risultati tanto sorprendenti (come, a esempio, l'aver espresso teorie eccezionalmente corroborate come la relatività o la fisica atomica), le scienze fisiche rappresentano tuttavia, nella considerazione del comune cittadino, ma non solo, un ambito arido di espressione del sapere umano. È lo stesso Erwin Schrödinger, nel saggio "La Natura e i Greci" in cui esamina quei caratteri particolari del pensiero greco che sono stati ereditati dalla scienza occidentale, ad esprimersi in tal senso:

«l'immagine scientifica del mondo [...] ci dà una quantità d'informazioni concrete, conferisce un meraviglioso ordine sistematico a tutta la nostra esperienza, ma è d'un silenzio spettrale su tutti i problemi generali e particolari vicini al nostro cuore, che hanno veramente importanza per noi. Non ci può dire una parola sul rosso e l'azzurro, l'amaro e il dolce, il dolore e la gioia fisica; non sa nulla della bellezza e della bruttezza, del bene e del male, di Dio e dell'eternità» [1].

Il fisico austriaco, uno dei massimi protagonisti della formulazione della meccanica quantistica e del dibattito sulla corretta interpretazione

di quest'ultima – dibattito che investe i principi epistemologici del sapere, se non quelli addirittura metafisici - espone dunque in queste righe (che chiamerò il suo *lamento*), con un'evidente nota di rammarico, quale sia il lato debole della conoscenza scientifica: l'assenza in essa di una capacità rivelativa del mondo del soggetto, delle sue impressioni e dei suoi sentimenti. La fisica conosce il mondo là fuori, il mondo degli oggetti: è un'impresa certamente preziosa, ma che non contribuisce a dire qualcosa su di noi, sul soggetto uomo e l'irriducibilità della sua esistenza individuale.

Questo *lamento*, che dimostra la piena onestà intellettuale di Schrödinger, consente di mettere in risalto un aspetto della ricerca scientifica apparentemente poco significativo dal punto di vista scientifico, se non addirittura banale, ma che si rivela, ad un'analisi più approfondita, di estremo interesse, in quanto consente una rilettura della storia della fisica secondo una chiave insolita e prospetta al contempo alcuni sbocchi originali per la ricerca tanto scientifica quanto filosofica. Lo snodo da cui si dipartono queste tematiche è quello della soggettività.

Per quanto riguarda la prima possibilità – la rilettura dell'arco temporale su cui si è sviluppata la fisica – mostrerò, riprendendo quanto già proposto da altri, come tutto ciò che attiene il soggetto viene espulso dalla fisica nel momento della sua nascita in età moderna. Da qui prende il via la corsa delle scienze fisiche che, nel breve termine di tre secoli, conquistano la conoscenza dell'universo fisico e, direttamente o indirettamente, riducono mondo e uomo a macchine, per quanto molto complesse, entrambe in linea di principio completamente predicibili. La separazione tra ciò che è soggettivo e il mondo esterno, misurabile e numerabile, sancisce dunque l'atto fondativo della scienza moderna, in un modo che non è decisivo solo per il progresso della conoscenza, ma anche per la storia del pensiero tout-court. Tuttavia, poco più di tre secoli più tardi, nell'affrontare la profondità del mondo microscopico e marciando verso un'ulteriore, spettacolare affermazione delle potenzialità del procedere scientifico, i fisici si trovano di fronte a una teoria in cui proprio il soggetto, nelle sue qualità di osservatore cosciente, risulta non più separabile da ciò che osserva. Alla coscienza, la cui esplorazione è per principio impedita alla fisica (come misurare la percezione singolare del dolore? Come spiegare ad una macchina cosa significa godere della luce di un tramonto? Come poter anche solo pensare allo "spazio" della coscienza in termini geometrici?) si giunge ad affidare, nella meccanica quantistica, il ruolo di catalizzatore decisivo per la fluttuante realtà del livello particellare. Questo accade, come detto, proprio nel momento in cui la fisica, con l'elaborazione della meccanica quantisti-

ca, entra in possesso di uno strumento attraverso il quale la realtà microscopica, il costituente fondamentale del nostro mondo, diventa trasparente alle capacità razionali dell'uomo: proprio in quel momento l'uomo ritorna a vedere sé stesso riflesso in quel mondo da cui si era, ingenuamente e ottimisticamente, espulso.

Strettamente correlato a questo tema della soggettività che torna a fare capolino nelle teoria fisiche, è quello dell'apertura di una prospettiva di dialogo tra fisica e filosofia. La meccanica quantistica conduce infatti i fisici ad una problematizzazione di quei presupposti metafisici sui quali l'intero castello della fisica classica era stato inconsapevolmente e acriticamente costruito, come l'idea di un mondo esterno indipendente dall'osservatore, il principio di causalità, il determinismo, il principio di località, il significato di realtà. Inoltre questo punto di svolta della fisica stimola una riflessione più critica sulle finalità e i limiti del pensiero scientifico. Per questi motivi c'è bisogno oggi di un ritorno al confronto e alla collaborazione più stretta tra l'ambito delle scienze positive e quello filosofico. Nei paragrafi seguenti suggerisco, a esempio, che questo possa avvenire tramite lo sviluppo di un'analisi di tipo fenomenologico delle teorie fisiche contemporanee. Allo stesso tempo il riferimento alla riflessione filosofica ci consente di mostrare alcuni aspetti della ricerca nelle scienze fisiche che fanno di queste ultime un'attività inevitabilmente ricca di riferimenti al soggetto: a tal fine propongo, ancora solo come esempio, oltre alle implicazioni della filosofia husserliana, le considerazioni di Popper sul metodo e di Poincaré sugli scopi della scienza.

LA NASCITA DELLA FISICA DALL'ESPULSIONE DELLA SOGGETTIVITÀ

Secondo la nota, recente ipotesi del matematico Lucio Russo [2], i caratteri decisivi del modo di procedere scientifico si affacciano alla storia già in epoca ellenistica. In particolare, egli fa riferimento ai tentativi di produrre un quadro teorico basato su pochi postulati da cui si possano quindi derivare deduttivamente le conseguenze. Russo individua nei protagonisti del sapere dell'area e dell'epoca alessandrina quei tratti necessari e sufficienti per poter affermare l'esistenza di una tale idea di scienza. Tra questi Archimede, capace di far interagire opportunamente teoria e pratica, e Ipparco, la cui astronomia eliocentrica è anticipazione di quell'indipendenza del pensiero teorico dai sensi che marcherà la rivoluzione galileiana.

Il fisico Pierre Duhem [3] situa invece nel XIII secolo la nascita del

pensiero scientifico, legandolo alla capacità degli studiosi dell'epoca di elaborare teorie fisiche alternative all'aristotelismo, in particolare in seguito alla proibizione del 1277 di molte tesi aristoteliche, tra cui alcune riguardanti il moto, ad opera del vescovo di Parigi Tempier.

Tuttavia, con l'eccezione di queste notevoli argomentazioni, nonché segnalando l'altrettanto approfondita ipotesi di Herbert Butterfield che la scienza si sia sviluppata attraverso una gestazione protrattasi con continuità per secoli, piuttosto che a seguito di un'improvvisa rivoluzione [4], si ritiene generalmente che il compimento definitivo ed autentico del pensiero scientifico si realizzi con gli studi di Galileo Galilei. Questo nonostante il suo più illustre rappresentante, Isaac Newton, attivo solo pochi anni più tardi del pisano, abbia mostrato ai suoi stupiti biografi (ad es. in [5]) aspetti alquanto contraddittori del suo atteggiamento intellettuale. John Maynard Keynes, che studiò i manoscritti non scientifici di Newton, lo definì «non il primo scienziato moderno ma l'ultimo dei maghi».

Se citiamo qui il giudizio di Keynes è perché esso ci consegna un'ulteriore immagine di un fisico eminente a cui, come secoli più tardi a Schrödinger, stanno comunque strette le grandi capacità conoscitive a cui giunge la fisica: per Newton, le scoperte della fisica sono solo «ciottoli più lisci degli altri» o «conchiglie più belle delle altre» mentre il «grande oceano della verità» – per Newton, fervido interprete dei testi degli antichi e della Bibbia, è ciò che riguarda il senso ultimo dell'uomo, e quindi la sua soggettività – «sorge inesplorato dinanzi a noi» [6].

La condizione di insufficienza della fisica nei confronti dei bisogni della soggettività umana, non pare essere invece avvertita da Galileo. Questo aspetto è strettamente connesso a ciò che di unico, ed iniziatore di un'epoca, si trova specificatamente nell'approccio galileiano, tanto da presentarcelo come il fondatore dell'atteggiamento scientifico moderno: la distinzione tra ciò che può essere studiato con il linguaggio della geometria, e che rappresenta per questo l'unica vera conoscenza, e ciò che non può esserlo, destinato ad essere accantonato come mera illusione priva di significato reale.

L'innovazione dello scienziato pisano sta infatti nell'aver rinunciato alla descrizione più completa possibile di un fenomeno, attraverso la differenziazione in esso tra le qualità primarie e quelle secondarie. Le prime, quali posizione e sua variazione, massa, figura si caratterizzano per essere misurabili, ovvero esprimibili attraverso i numeri, e quindi capaci di essere legate tra di loro in modo quantitativo; le seconde, quali colore, sapore, odore, non sono invece riassumibili con i numeri, e vanno pertanto escluse dall'indagine. Una sorta di rinuncia al mondo dun-

que, rinuncia che però permette di vincerlo nella sua autentica profondità: la fisica conquista il mondo perché lo perde. Ripetiamolo: la scienza, con Galileo, nasce proprio nell'imparare a trascurare gran parte degli aspetti del mondo che ci colpiscono per focalizzarci solo su una sua minima parte. Minima parte che si rivela però quella decisiva per lo sviluppo di una teoria che sia capace di migliorarsi. Le potenzialità di perfezionamento derivano proprio dalla possibilità del pensiero di prendere corpo in proposizioni controllabili quantitativamente, attraverso l'insostituibile "ponte" del linguaggio matematico. Per di più, Galileo interpreta tali quantità come inerenti l'ontologia del mondo, al contrario delle qualità secondarie che, secondo lui, non costituiscono la realtà ma dipendono solo dai nostri sensi, e sono quindi estranee all'orizzonte della conoscenza.

La stessa distinzione tra qualità primarie e secondarie viene riproposta da Cartesio, e risolta anche in questo caso in favore delle prime. Tuttavia è curiosamente presente in Cartesio pure una profonda valutazione dell'impressione patica: è proprio l'intuizione più originariamente soggettiva, l'*ego cogito*, a rappresentare il primo appiglio di indubitabile evidenza nel *mare magnum* del suo dubbio metodologico (a cui Cartesio non aveva sottratto nemmeno la geometria!).

L'atto che in Galileo fonda la scienza è dunque quello del passaggio da una conoscenza sensibile, qualitativa, ad una conoscenza razionale. È in questo passaggio che il soggetto svapora: proprio il senso, il *cogito* dell'analisi di Cartesio, proprio ciò che rivela all'io qualcosa di sé stesso, e cioè il suo esistere come unica evidenza apodittica della conoscenza, è proprio questo ciò che va dimenticato, che occorre annullare per fare scienza e nell'indifferenza del quale la scienza si sviluppa, come esposto dal *lamento* di Schrödinger.

La svolta impressa da Galileo con il considerare reale e conoscibile l'insieme delle sole qualità primarie del mondo è, da una parte, un passo di fondamentale importanza. Questo progresso, apparentemente banale, viene descritto da Gerald Holton prendendo a esempio una cosa tanto apparentemente semplice quanto lo studio del moto rettilineo uniforme: «Consideriamo per un momento che cosa sorprendente è avvenuta in verità: dapprima abbiamo osservato il moto reale di un'auto lungo una strada dritta. Quindi, dalla moltitudine di impressioni continuamente cangianti – la forma in movimento, il rumore, il ruotare delle ruote, l'intero caos di eventi che avanzano nello spazio e nel tempo – abbiamo sottratto due quantità misurabili, s e t , le quali assumono entrambe diversi valori ad ogni istante, e abbiamo trovato che il loro rapporto è una costante, un tema che non cambia e che sta al di sotto del

flusso di dati altrimenti senza significato e sconnessi tra di loro. Abbiamo definito un concetto, la velocità, e così siamo stati condotti a scoprire una caratteristica semplice in una situazione altrimenti complessa.» Holton sottolinea l'assoluta non banalità del passaggio: «Forse la familiarità con il concetto di velocità vi impedisce di apprezzare questa esperienza del *creare un ordine da un caos* di impressioni sensoriali» ([7], pag. 66).

Dall'altra parte, tale passaggio dell'aver stabilito cosa sia la realtà, purgandola dalle impressioni dei sensi, e come funzioni la sua conoscibilità, così decisivo per l'efficacia della scienza moderna, è al tempo stesso proprio l'origine del *lamento* di Schrödinger: la fisica perde il mondo perché lo conquista. Le parole del padre della meccanica ondulatoria costituiscono una vera e propria rivendicazione, nostalgica ma necessaria, di questa scelta epistemologica ultima che fonda la fisica e, come vedremo, coerentemente con ciò, il motivo stesso per cui osteggiare la cosiddetta interpretazione ortodossa della meccanica quantistica.

Prima di vedere questo aspetto relativamente recente della storia della fisica (di fatto la accompagna da quasi un secolo!), che in un certo senso e secondo una certa interpretazione fa rientrare dalla finestra della fisica quella soggettività che era stata cacciata dalla porta, è interessante notare come la delimitazione fondativa del campo del sapere ad opera di Galileo sia stata l'origine del giudizio di aridità che aleggia sulle scienze *pure*. In effetti ci si può chiedere: *pure* di che? La risposta è: *pure* nel senso di non essere affette, né di esercitare un *pathos*, dalla e sulla vita del soggetto, delle sue percezioni. Non c'è spazio per l'uomo nella scienza galileiana: quando questi conosce, lo fa rinunciando a se stesso, assimilandosi al linguaggio matematico inscritto nelle cose dell'universo. In altre scienze, ove la matematizzazione riveste un ruolo più limitato, emerge al contrario con più evidenza l'influsso dello scienziato come uomo. L'etologia, a esempio, presenta classificazioni e leggi di evoluzione, eppure ci appare, come disciplina, meno arida della fisica perché in essa compaiono ancora quegli aspetti che discendono in ultima analisi dalle qualità secondarie, dalle impressioni non matematizzate: fenomeni come l'allattamento o la riproduzione fanno intravedere un transfer di significato, un riflesso di emozioni umane dal e sull'oggetto di studio. L'assenza – almeno in parte, più apparente che reale, come argomenterò più avanti – di riferimenti al mondo più proprio dell'uomo è probabilmente anche all'origine della scarsa capacità di attrazione delle discipline scientifiche *pure* nella scelta degli studi universitari, più ancora della loro difficoltà intrinseca: la fisica ci parla del mondo là fuori, ma non ci dice nulla su quello che abitiamo dentro di noi.

A partire dalle premesse galileiane si compie, relativamente in pochi anni, una meraviglia conoscitiva, con la creazione della meccanica di Newton, seguita da un periodo di circa un secolo di aggiustamenti, aggiunte, formulazioni più raffinate della stessa. Contemporaneamente all'assestamento della meccanica, il nuovo atteggiamento razionale conquista nuovi terreni. Lo sguardo "alla Galilei" viene applicato ai fenomeni elettrici e magnetici, la cui scienza viene portata a compimento nella seconda metà dell'Ottocento.

In poco più di duecento anni dalla morte di Galileo, l'intero mondo fisico pare essere caduto con successo nelle maglie della comprensione umana. Al tramonto del XIX secolo, una delle massime autorità mondiali della fisica usa toni trionfalistici: «Sembra probabile che molti dei principi basilari siano stati fermamente stabiliti e che ulteriori progressi vadano ricercati principalmente nell'applicazione rigorosa di tali principi a tutti i fenomeni che possiamo osservare... Un famoso fisico [lord Kelvin?] ha osservato che le verità future delle scienze fisiche vadano cercate nella sesta cifra decimale» ([7], p. 369).

D'altra parte, già diversi decenni prima di compiersi del tutto, il paradigma meccanicistico aveva individuato il suo punto d'arrivo e la sua filosofia definitiva, come espressa nella famosa dichiarazione di Laplace: «Dobbiamo dunque considerare lo stato presente dell'universo come l'effetto del suo stato anteriore e come la causa del suo stato futuro. Un'intelligenza che, per un dato istante, conoscesse tutte le forze da cui è animata la natura e la posizione rispettiva degli esseri che la compongono, se essa per di più fosse abbastanza profonda per sottoporre questi dati al calcolo, abbraccerebbe nella medesima formula i movimenti dei più grandi corpi dell'universo e quello dell'atomo più leggero: nulla sarebbe incerto per lei e l'avvenire, come il passato, sarebbe presente ai suoi occhi» [8].

Ma nel momento in cui questo programma di ricerca sta per esaurirsi, si dischiude all'indagine fisica un intero nuovo universo. Proprio Michelson, il cui ottimismo abbiamo riportato poco sopra, è il protagonista di uno degli esperimenti il cui fallimento contribuisce a condurre il paradigma meccanicistico ad una brusca incompiutezza: l'etere, la cui esistenza è necessaria per il trasporto meccanico delle onde elettromagnetiche, la produzione e osservazione delle quali ha coronato lo sviluppo dell'elettromagnetismo, non viene rivelato. Negli stessi anni si mette in dubbio il principio di conservazione dell'energia, a causa della scoperta di minerali in grado di emettere continuamente sempre nuovo calore, come se provenisse dal nulla. Per due grossi esperimenti, l'effetto fotoelettrico e il rompicapo della radiazione di corpo nero, non si

trovano spiegazioni, nonostante i ripetuti tentativi da parte dei migliori teorici dell'epoca. Poincaré dà poi una spallata, matematica e filosofica, al determinismo delle equazioni differenziali, esponendo con prove matematiche l'ingenua frettolosità di Laplace e degli altri meccanicisti.

Dai rivolgimenti di quest'epoca salterà fuori la meccanica quantistica, e con essa, l'irriducibile non separabilità del mondo osservato dal suo osservatore e il conseguente dibattito – dai toni talvolta anche molto accesi – all'interno della comunità internazionale dei fisici.

I LIMITI DELLA SCIENZA GALILEIANA: LA VITA ASSENTE

Il filosofo Edmund Husserl individua il limite della scienza galileiana proprio nella superficialità con cui è stato liquidato il problema della soggettività. L'aver messo in secondo piano, se non addirittura considerato illusorie, le qualità legate ai sensi ha separato la scienza dal soggetto. Husserl è autore, a partire dai primi anni del Novecento e fino agli anni Trenta (e quindi simultaneamente allo sviluppo della meccanica quantistica) di un tentativo di rivitalizzare la ricerca di una scienza assolutamente fondata, avviandosi dunque sulla strada già percorsa da Cartesio, Hume, Kant, cioè quella di una filosofia intesa come analisi dei processi di carattere conoscitivo. Riscoprendo Cartesio e il suo dubbio metodologico, Husserl fonda la fenomenologia, ovvero la riflessione filosofica sui modi con cui cogliamo il senso dell'esperienza. Il punto di partenza è quello del riconoscimento di una correlazione tra ciò che le cose sono e i modi con cui noi ci avviciniamo ad esse, come cogliamo il loro porsi dinanzi a noi come fenomeni. L'io, il campo della soggettività, rappresenta per Husserl non solo l'evidenza apodittica del conoscere umano, ma il campo stesso dell'indagine. Ogni forma di trascendenza non può che essere infatti al di dentro dell'ego e non c'è alcuna possibilità di pensare una qualche cosa in sé che non scaturisca sempre e comunque dall'orizzonte della coscienza pura. L'errore della scienza starebbe allora nell'essersi dimenticata di questo punto di partenza, di essersi auto-posta e illusa di poter godere di uno stato di assolutezza, di aver studiato degli oggetti trascurando il ruolo costitutivo di tali oggetti da parte del campo della coscienza.

Per Husserl riconoscere il corretto funzionamento dei processi conoscitivi non è solo una questione di analisi dei fondamenti del sapere. È anche una questione di etica: la crisi della scienza europea è anche il sintomo di una crisi della civiltà occidentale stessa, che il filosofo tedesco associa allo spirito d'irrazionalità che in quegli anni stravolge l'Eu-

ropa. È un compito etico dunque, non solo scientifico, quello di fare chiarezza, di chiarificare con l'uso della ragione il modo di procedere della ragione.

Ne *La crisi delle scienze europee*, le parole di Husserl ricordano ripetutamente quelle del *lamento* in molti passaggi, come ad esempio il seguente: «Nella miseria della nostra vita – si sente dire – questa scienza non ha niente da dirci. Essa esclude di principio proprio quei problemi che sono i più scottanti per l'uomo, il quale, nei nostri tempi tormentati, si sente in balia del destino; i problemi del senso o del non-senso dell'esistenza umana nel suo complesso. [...] Che cos'ha da dire questa scienza sulla ragione e sulla non-ragione, che cos'ha da dire su noi uomini in quanto soggetti di questa libertà? Ovviamente la mera scienza di fatti non ha nulla da dirci a questo proposito: essa astrae appunto da qualsiasi soggetto» ([9], p. 35-36).

Il manoscritto contenente queste parole risale al 1935-36, e deriva da una conferenza tenuta a Vienna nel 1935. Esse vennero pubblicate in una rivista filosofica nel 1936, mentre la pubblicazione a più ampia diffusione ne *La crisi* è del 1954. Il *lamento* di Schrödinger è del 1948. Non sappiamo se Schrödinger lesse qualcuno degli scritti specialistici di Husserl, dunque, ma sappiamo che fu un accademico di ampie vedute e di cultura vastissima, con una predilezione in particolare per la filosofia, coltivata con continuità nel corso degli anni; inoltre Husserl godeva già all'epoca di una certa notorietà anche al di fuori dell'ambito accademico. Nel 1935 Schrödinger era docente a Oxford, ma Vienna era comunque la città dove era nato, dove si recava spesso e dove più tardi tornò a concludere la carriera. Inoltre non è trascurabile il fatto che Husserl provenisse dall'ambito matematico e che avesse trascorso a Göttingen molti anni della sua carriera, proprio nel luogo e nel tempo in cui si venivano facendo alcuni dei maggiori progressi verso la nuova fisica.

Ci pare comunque di poter individuare una differenza essenziale di prospettiva tra Husserl e Schrödinger, pur nella comunanza delle parole espresse: per Schrödinger l'assenza del soggetto è una rinuncia importante ma doverosa e costitutiva della scienza, per Husserl essa è un difetto da sottolineare e da correggere. Un difetto che dall'ambito scientifico traccina in quello dell'umanità tout-court: «l'esclusività con cui, nella seconda metà del XIX secolo, la visione del mondo complessiva dell'uomo moderno accettò di venir determinata dalle scienze positive e con cui si lasciò abbagliare dalla 'prosperità' che ne derivava, significò un allontanamento da quei problemi che sono decisivi per un'umanità autentica. Le mere scienze di fatti creano meri uomini di fatto» ([9], p. 35).

Questo tipo di critica alla scienza galileiana viene ripresa in tempi più recenti da Michel Henry. Henry, in particolare, la declina in senso spiritualistico: l'accusa alla scienza è quella di essere la responsabile della caduta nell'oblio di tutta quella parte di mondo che, pur manifestandosi, non lo fa però nella forma della visibilità, della misurabilità, come per esempio per quanto riguarda le impressioni elementari della coscienza, quelle impressioni che, per assurdo, Cartesio aveva individuato come le uniche a poter superare il dubbio metodologico, una prova che nemmeno la geometria, con le sue evidenze chiare e distinte, era in grado di garantire. Henry denuncia questo atto fondatore della scienza, basato sull'esclusione della carne e sulla conquista a senso unico dell'orizzonte del fenomeno da parte del corpo, esterno e misurato, come una vera e propria 'messa fuori gioco della vita': «L'estromissione della vita dal pensiero occidentale [...] il suo inizio può essere indicato all'alba stessa dell'epoca moderna, con la nascita della scienza e il pensiero galileiano [...] La vita ha incominciato quindi a scomparire dal momento in cui l'affettività, la sfera del *pathos* non ha avuto più alcun posto nella verità o solo come l'inessenziale, come l'ostacolo da superare nel sapere totalmente dispiegato» ([10], p. XV).

Henry mette in luce il limite maggiore di questa riduzione, affiancando pertanto involontariamente e idealmente quel mondo perduto evocato da Schrödinger nel suo *lamento*: «l'apparire del mondo rischia tutto ciò che rischia senza fare eccezione per cose o persone, in una terribile neutralità» ([11], p. 48). Ecco dunque l'essenziale negativo della conoscenza scientifica del mondo: essa non ci dà spiegazioni dell'esistenza. «L'apparire del mondo è incapace di conferire l'esistenza a tutto ciò che ci circonda», esso è «impotente a porre nell'essere ciò a cui concede d'apparire» ([11], p. 48). Insomma la fisica può descrivere la natura che ci circonda, può elaborare teorie – raffinate e corroborate dagli esperimenti – sulla sua evoluzione e le relazioni tra le sue parti, ma rimane ad essa per sempre estraneo quel campo d'indagine che, per dirla con Galileo, riguarda il «come si vadia in cielo» invece che il «come vadia il cielo» [12]: l'errore della civiltà occidentale starebbe nell'aver appiattito il suo sguardo su quanto è oggetto della fisica, dimenticandosi di tutti gli eventi che non appartengono a quel mondo fatto di quantità, ma che magari appartengono al mondo 'della vita'. Le qualità secondarie derubricate da Galileo – non in assoluto, ma relativamente all'acquisizione di una conoscenza reale – e poi andate dimenticate dal travolgente successo della fisica, sostiene Henry, «hanno la loro realtà non nelle cose ma nella vita [...] la loro materia infatti non è quella dei corpi materiali, che in realtà non sentono e non hanno mai sentito nulla,

ma precisamente la materia fenomenologica pura della vita, la carne affettiva di cui esse sono la modalità» ([11], p. 117).

È particolarmente ad effetto il riferimento di Henry, in contrapposizione, alla visione programmatica di Laplace: «Il Dio galileiano [l'«intelligenza» di cui parla Laplace] non conoscerebbe nessuna sensazione suscettibile di essere provata per se stessa – questo Dio non avrebbe idea del rosso, del giallo, del suono o della musica, dell'amabile o detestabile. Non ne avrebbe nessuna idea, né potrebbe averne. Strano Dio, per la verità, ossia ben strana Scienza quella che viene presentata oggi, fin dalla scuola come l'unico sapere autentico e che, invero, al termine del suo prodigioso sviluppo, ne sa ancora molto meno del bambino più tardo o del primitivo più primitivo. Per dirla al modo di Descartes, vi è una creazione delle verità sensibili di cui una scienza circoscritta al campo della natura materiale non potrebbe sapere nulla» ([11], p. 126).

Al di là del rappresentare lo sfondo teoretico su cui si innesta la denuncia di Henry sul piano spirituale e di Husserl su quello etico e gnoseologico, entrambi così efficaci nell'argomentare i motivi della delusione lamentata da Schrödinger, la fenomenologia torna in campo anche da un punto di vista più strettamente scientifico nel momento in cui, come avevamo anticipato, la fisica si troverà a dover teorizzare non più sui corpi del mondo macroscopico, ma su quelli non direttamente osservabili del microscopico, ovvero con l'elaborazione, sofferta e dai risvolti sorprendenti, della meccanica quantistica.

LO SVILUPPO DELLA MECCANICA QUANTISTICA E IL RIEMERGERE DEL SOGGETTO

La meccanica quantistica è la teoria che viene sviluppata nella seconda metà degli anni Venti del Novecento come sintesi dei tentativi di risoluzione con cui nei due decenni precedenti si erano affrontati problemi come la radiazione emessa dal corpo nero, l'effetto fotoelettrico, l'effetto Compton, l'emissione delle righe spettrali dei gas, la struttura dell'atomo. Come noto, si giunge alla sintesi definitiva provenendo principalmente da due direzioni: da una parte lo sviluppo di regole di calcolo ad opera di Heisenberg, Jordan e Born, a Göttingen e sotto la continua influenza di Bohr, dall'altra con l'elaborazione dell'equazione d'onda di Schrödinger. Il primo approccio, la cosiddetta meccanica delle matrici, nasce da un'idea neopositivista e strumentalista della fisica: il formalismo matematico utilizzato non è associato ad un modello visualizzabile ma fornisce i numeri da associare alle grandezze osservabili, le uniche di cui ha senso parlare in una teoria scientifica. Il secondo, la

cosiddetta meccanica ondulatoria, è basata, al contrario, sulla straordinaria intuizione di de Broglie – che una particella possa essere interpretata come un'onda – e sviluppata nella forma di un'equazione la cui struttura è già parte del bagaglio culturale dei fisici del primo Novecento, e la cui soluzione, un'onda, può in linea di massima essere visualizzata; essa include però dei valori numerici complessi, il che rende tale onda non immediatamente associabile alle misure. Intorno al 1927 la comunità dei fisici converge dunque rapidamente verso una conciliazione delle due tecniche. Essa si costituisce sui caratteri formali elaborati da Schrödinger, ma si impregna della lettura pratica e filosofica del gruppo di Göttingen-Copenaghen, che ne rappresenterà la cosiddetta 'interpretazione ortodossa' o 'scuola di Copenaghen'. In particolare, il determinismo e la causalità ancora inscritti nell'equazione di Schrödinger vengono significativamente intaccati dal probabilismo intrinseco (ontologico ancora più che epistemologico) che ha la sua massima espressione nel principio di indeterminazione di Heisenberg.

La fortuna della fisica è però quella di potersi muovere con una certa autonomia rispetto alle interpretazioni filosofiche assegnate alla sua teoria. E così il problema dell'interpretazione della microfisica resta irrisolto mentre la sua pratica si dimostra vincente sui molti nuovi fronti che si aprono nei decenni successivi, dalla fisica molecolare, allo stato solido, alle particelle elementari.

Schrödinger, Einstein, de Broglie sono i maggiori oppositori dell'interpretazione ortodossa e espongono le loro critiche attraverso la formulazione di paradossi cui si giunge nell'ipotesi della sua applicazione. Se la meccanica quantistica fosse una teoria completa, dimostrano gli oppositori della Scuola di Copenaghen, allora essa andrebbe contro alcune pietre miliari del procedere scientifico, se non addirittura del senso comune: la causalità, per cui ad ogni effetto corrisponde una causa (a esempio, se un atomo decade e un'altro, dello stesso elemento non decade, ci deve essere una ragione che li differenzia), la località (l'effetto deve essere prossimo alla causa, ovvero deve esistere una trasmissione dell'informazione che non violi i limiti imposti dalla relatività), la predicibilità e ripetibilità (a parità di condizioni iniziali si deve manifestare lo stesso evento). L'esplorazione del significato di concetti come causalità, località, predicibilità, separabilità investe giocoforza alcuni aspetti finora rimasti nell'ombra e legati al rapporto tra il soggetto uomo e l'ambiente che lo circonda.

Inoltre c'è il problema 'scandaloso' della riduzione della funzione d'onda, che avviene in modo del tutto indeterminato nel momento in cui il sistema studiato viene sottoposto ad un procedimento di misura:

per quanto possano provvedere gli strumenti, all'estremità della catena delle misurazioni, deve trovare posto il soggetto-fisico, con la sua coscienza, la cui natura è del tutto estranea ai metodi di investigazione della fisica. Schrödinger sviluppa questa tematica nel noto paradosso del gatto (per es. in [13]). Quando lo sperimentatore guarda nella scatola contenente il gatto, con il suo atto di osservazione, condotto nel mondo macroscopico, classico, causa – in un modo esclusivamente probabilistico e senza alcun meccanismo di causa ed effetto – il collasso della funzione d'onda, in cui si sovrappongono lo stato 'gatto vivo' e lo stato 'gatto morto', in uno solo dei due stati. Ecco dove la soggettività, espulsa dall'orizzonte della fisica, ritornerebbe dunque a farvi parte, fisicamente e in un modo del tutto incontrollabile. Vale la pena di specificare che tale interazione tra osservatore e sistema osservato non sancisce la dipendenza della natura microscopica dalle caratteristiche singolari, contingenti dell'osservatore – si tratta ancora pur sempre di scienza, cioè di una conoscenza intersoggettiva – ma rivela la soggettività umana nel senso dell'impossibilità che essa venga separata dall'oggetto su cui cade il suo sguardo, come accadeva nella fisica classica. Nell'interpretazione di Copenhagen l'abisso – sfuggente alle categorie del sapere galileiano, non misurabile, estraneo alla matematizzazione – della coscienza umana si affaccia sulla realtà e si mostra insieme ad essa nell'unità della natura.

PER UNA ANALISI FENOMENOLOGICA DELLA FISICA

Il fatto che anche la fisica – quanto meno nell'interpretazione ortodossa della meccanica quantistica – sia giunta infine a dover recuperare la presenza di un soggetto nonostante il tentativo programmatico di tenerlo fuori, tentativo degenerato secondo alcuni, come Husserl e Henry, in un vero e proprio oblio, non della fisica, ma delle aspirazioni dell'uomo, ha costretto i fisici ad affrontare tematiche di tipo epistemologico che la meccanica classica aveva oscurato in quanto facente riferimento ad enti osservabili sui quali l'atteggiamento naturale getta, con successo, un velo di ordinarietà: un tavolo è là, è supposto come realmente esistente e indipendente dal nostro approccio conoscitivo. Problematiche queste che invece la filosofia aveva coltivato da sempre, e in particolare proprio negli anni dello sviluppo della scienza moderna. Così Berkeley si chiede cosa sia quel tavolo, e se io sia autorizzato, e da quale principio, a considerarlo esistente di per sé, a priori della mia ricezione di impressioni che io costituisco, lego, attorno al nome 'tavolo', Hume

descrive l'arbitrarietà sottesa alle abitudini dell'apprendimento e Kant corona questo percorso con un'attenta disamina dei modi del conoscere e della loro intersoggettività. Cosa è reale? Cosa significa osservabile? Si ha diritto di parlare di una realtà oggettiva? È possibile escludere il soggetto dal campo di indagine? Domande che se la fisica classica poteva anche non porsi, la meccanica quantistica è costretta a porsi, a fronte dei paradossi in cui si imbatte.

Queste domande rendono necessario ai fisici il confronto con la filosofia. Proponiamo qui una possibilità in tal senso, ed è in direzione di quel grande deposito di suggestioni che è la fenomenologia fondata da Husserl. Il realismo ingenuo è il nemico dichiarato delle speculazioni di Husserl. Esso non ha fondazione, è pura metafisica. Esso è anche l'abito filosofico implicito delle scienze fisiche. È il realismo ingenuo che viene preso di mira quando comincia la rivoluzione che condurrà alla teoria della relatività: Einstein si interroga sul significato del termine 'simultaneità', e ce ne mostra i falsi presupposti. Ingenuamente l'umanità, e i fisici con essa, avevano creduto esistesse qualcosa come un tempo assoluto senza domandarsene il vero significato.

Nel paragrafo 64 delle *Meditazioni Cartesiane*, Husserl spiega le difficoltà nascoste nel tessuto apparentemente privo di opacità della fisica, almeno fino all'avvento rivelatore della fisica moderna: «Non diversamente accade nelle scienze positive. Esse non sono che ingenuità di ordine superiore, formazioni di una tecnica teorica avveduta, senza che però siano state esplicate le operazioni o atti intenzionali da cui tutto in definitiva proviene. La scienza ha la pretesa di potere giustificare i suoi passi teoretici e riposa in generale sulla critica. Ma la sua critica non è la critica ultima della conoscenza, cioè studio e critica delle operazioni originarie» ([14], p. 168).

Husserl ha un approccio critico radicale: gli oggetti della nostra conoscenza non sono solo oggetti, ma sono gli oggetti in correlazione con il nostro modo di ricevere il loro darsi come fenomeno. La fenomenologia consiste allora nel preliminare mettere fra parentesi ogni senso comune (quello per cui 'un tavolo esiste là fuori') e nell'interrogarci sulle operazioni con cui noi diamo senso agli *Erlebnisse*, ai nostri vissuti esperienziali, e come ne costituiamo i significati. In quest'ottica il mondo si presenta come una serie di strati di significato che si dischiudono al nostro sguardo. Un'analisi in tal senso dei modelli della fisica allora può metterne in evidenza i limiti, gli aspetti più dubbi o dati per scontati, quelli che poi emergono solo nel momento in cui un modello si rivela fallibile. Un'analisi di questo genere potrebbe quindi venire condotta sul senso che attribuiamo a oggetti e modi di conoscere che etichettia-

mo come *onda* o *particella*, contribuendo a chiarificare il problema della dualità, a sciogliere il postulato della complementarità della meccanica quantistica che ha lasciato insoddisfatti tanti critici, come Schrödinger e Einstein.

Secondo Husserl la costituzione degli oggetti del mondo (e quindi anche di quell'*onda* e di quella *particella* che costituiamo con delle operazioni mentali e di misura) è una progressiva identificazione associativa di tutti i dati che si accorpano a formare un sistema unitario coerente. Il problema della dualità onda/particella è allora quello dell'assenza di tale coerenza. Qui è dove si apre lo spazio per una nuova investigazione: cosa significa 'coerenza'? Quali operazioni di attribuzione di senso sono implicati nella costituzione di questo concetto e come sono declinate in campo sperimentale?

Il mondo degli oggetti della fisica non può quindi essere studiato indipendentemente dal soggetto che lo esplora: l'idea – della fisica classica e di quanti non accettano l'interpretazione ortodossa della meccanica quantistica – di separare il fisico dalla realtà fisica che lo circonda, come due enti autonomi e indipendenti, è un presupposto metafisico. Il primo passo è dunque, per Husserl, il riconoscimento del soggetto, con la sua attività costitutiva del materiale proveniente dall'esperienza: «ogni senso immaginabile, ogni essere immaginabile [...] cade entro la cerchia della soggettività trascendentale, che è quella che costituisce il senso e l'essere. Non ha senso voler cogliere l'universo del vero essere come qualcosa che stia al di fuori dell'universo della coscienza possibile» ([14], p. 107).

Troviamo qui una convergenza – tutta ancora da esplorare, mi risulta – con le parole di Heisenberg: «...tutti gli oppositori dell'interpretazione di Copenaghen concordano in un punto. Sarebbe desiderabile, secondo loro, ritornare al concetto di realtà della fisica classica o, per usare un termine filosofico generale, all'ontologia del materialismo. Essi preferirebbero ritornare all'idea di un mondo reale oggettivo le cui particelle minime esistono oggettivamente nello stesso senso in cui esistono pietre e alberi, indipendentemente dal fatto che noi le osserviamo o no» ([15], p. 154) o con quelle di Pauli, altro rappresentante di punta dell'interpretazione ortodossa: «...la concezione di oggetto materiale, o in generale fisico, come un oggetto la cui costituzione e natura è indipendente dal modo con cui esso viene osservato. Abbiamo visto che la fisica moderna, costretta dai fatti, ha dovuto rinunciare a questa astrazione, che risulta troppo ristretta» ([16], p. 20).

Il tema della soggettività, esploso con l'immagine di un mondo irricoscibile e paradossale avanzata dalla meccanica quantistica, ci ha con-

dotto dunque ad una revisione dei caratteri delle scienze fisiche che abbia bisogno di una nuova alleanza tra i campi del sapere filosofico e scientifico.

Tuttavia, a prescindere dalle questioni epistemologiche associate allo sviluppo della microfisica, la riflessione filosofica può comunque concedere qualche notevole appiglio per la rivendicazione di aspetti della scienza galileiana che non sono poi così alieni da quella soggettività che, secondo i critici della scienza e secondo Schrödinger stesso, sarebbe del tutto estranea alle mire dell'agire scientifico.

È PROPRIO COSÌ ARIDA LA FISICA?

Ma siamo sicuri che il quadro tratteggiato nel *lamento* sia corrispondente alla realtà? È proprio vero che le scienze fisiche non grondano altro che aridità attraverso il loro esercizio?

Husserl stesso da una parte (preceduto in ciò dai vari Hume, Kant, ecc.) ci dà una mano a rivalutare la scienza: la fenomenologia ci dimostra che i contenuti del nostro sapere, e quindi anche quelli descritti nei libri di fisica, parlano in realtà, seppure implicitamente e in un modo che spesso è sfuggito alla consapevolezza dei fisici stessi, anche dell'uomo, e lo fanno descrivendone i caratteri della sua attività conoscitiva: ogni oggetto ci parla di noi perché è il nostro intrascendibile *ego* che lo costituisce tramite i suoi propri modi di cogliere il mondo. Ma abbiamo già visto, d'altra parte, che Husserl lamenta l'assenza, almeno nella pratica, di tale spirito critico, che lascia il campo invece ad un realismo ingenuo in cui i fisici assolutizzano il loro sapere di un mondo che viene acriticamente dato.

Cerchiamo dunque altrove una valutazione in senso valoriale, del soggetto uomo, delle scienze fisiche.

Rowland, primo presidente dell'American Physical Society, individua immediatamente, in quella scienza accusata di essere fredda di fronte ai bisogni dell'uomo, dei palesi valori etici. Silenziosa e arida nei confronti della soggettività, essa conduce però a ricadute tecniche di impareggiabile valore filantropico, quasi in una provocatoria rivendicazione dell'ingiustizia compiuta nello svalutare la scienza sul fronte umano: «Colui che fa crescere due fili d'erba là dove prima ne cresceva uno solo è il benefattore dell'umanità; ma colui che oscuramente ha lavorato per trovare le leggi di tale crescita è intellettualmente superiore e anche il maggior benefattore dei due» [17].

Poincaré osa ancora di più. Pur ammettendo la ricchezza morale legata alle conquiste tecniche, egli individua nella scienza un valore in-

trinseco, poiché essa educa alla ricerca della verità. L'ideale della verità – un ideale che certamente parla all'uomo – è l'aspetto primario per cui si fa scienza, ancor più della promessa di possibili applicazioni pratiche:

«La ricerca della verità deve essere il fine della nostra attività: è il solo fine che sia degno di essa. Senza dubbio noi dobbiamo in primo luogo sforzarci di alleviare le sofferenze umane, ma perché? Non soffrire è un ideale negativo, che sarebbe più sicuramente raggiunto con l'annientamento del mondo. Se vogliamo liberare sempre più l'uomo dalle cure materiali, è perché egli possa impiegare la riconquistata libertà allo studio e alla contemplazione della verità» ([18], p. 4).

Poincaré si spinge oltre, e trova nella pratica scientifica una sorta di specchio delle qualità morali dell'umanità: «Quando parlo qui della verità, senza dubbio voglio parlare innanzitutto della verità scientifica; ma intendo parlare anche della verità morale [...] Sembra che abusi delle parole, che riunisca così sotto un medesimo nome due cose che non hanno niente di comune; sembra che la verità scientifica, che si dimostra, non possa a nessun titolo somigliare alla verità morale, che si sente. E tuttavia io non posso separarle, e quelli che amano l'una non possono non amare l'altra. Per trovare l'una, come per trovare l'altra, bisogna sforzarsi di liberare completamente l'anima dal pregiudizio e dalla passione, bisogna arrivare all'assoluta sincerità» ([18], p. 4).

E se si vuole riconoscere un valore nell'aspetto pratico della scienza, allora anche in questo caso è anzitutto dal punto di vista non del mondo oggettivo, ma di quello interiore, della coscienza, che la scienza può arricchire l'uomo: l'astronomia, a esempio, «ci ha [...] insegnato meglio a diffidare delle apparenze. Il giorno in cui Copernico provò che ciò che si credeva più stabile era in movimento, che ciò che si credeva mobile era fisso, ci ha mostrato quanto c'ingannino i ragionamenti puerili suscitati direttamente dai dati immediati dei sensi» ([18], p. 118).

C'è poi la grande lezione impartita dal metodo scientifico. Il sacrificio delle qualità secondarie è ciò che permette la costruzione di un linguaggio basato sulle operazioni di misura, ovvero su un procedimento che consente il controllo dei contenuti del sapere scientifico e la sua condivisione. Questo aspetto è stato messo in luce particolarmente da Karl Popper. Come noto – anche se ancora troppo poco nel pubblico generico – Popper individua nel binomio 'congetture e confutazioni' l'anima della crescita della conoscenza scientifica. Pur magari con i limiti individuati da altri epistemologi (Kuhn, Lakatos, Feyerabend), che ne hanno messo via via in luce la carenza sul lato descrittivo, ancora più che normativo, della reale storia della scienza, è interessante osservare come Popper abbia caldeggiato l'esportazione del metodo scientifico,

divenuto nella sua descrizione la quintessenza dell'onestà intellettuale, alla società, coniato il termine di 'società aperta' per quel tipo di società in cui l'interazione sociale è gestita scientificamente, ovvero sia sulla scorta di idee e opinioni incoraggiate e libere ma poi rimesse alla sentenza della prova fattuale. Il nucleo del metodo galileiano del 'provando e riprovando' – cioè del fare tentativi correggendosi – diventa in Popper la quintessenza della democrazia [19].

Occorre osservare infine che teorie e concetti della fisica sono in grado, proprio per la loro capacità di cogliere degli aspetti universali, di fungere da metafore per gli aspetti non strettamente scientifici del nostro mondo. Idee come quelle di un qualcosa che resta immutato a fronte di un universo in continuo stravolgimento, ovvero quelle sintetizzate nei principi di conservazione; o come il grande multiforme concetto di energia e delle sue trasformazioni; strutture di pensiero come lo studio di sistemi interagenti, con la loro declinazione in approssimazioni successive; principi come la relatività e l'invarianza: se pensati, filtrati e liberamente variati con l'immaginazione, possono fungere da efficace chiave di lettura, anche in campi così diversi dalla fisica e tradizionalmente così vicini al cuore dell'esperienza umana, come l'arte (ad es. [20]).

CONCLUSIONI

Il *lamento* di Schrödinger ci ha permesso di esplorare quattro aspetti della relazione tra scienze fisiche e soggetto:

1. La nascita della scienza moderna, in particolare della fisica, dalla rinuncia alla comprensione del mondo nella totalità dei suoi effetti, ma solo secondo gli osservabili misurabili. Questo ha consentito il confronto con l'esperienza e la crescita della conoscenza scientifica. L'effetto collaterale è stato quello di aver forse contribuito ad avvallare una mentalità occidentale in cui l'interiorità, non misurabile, non geometrizzabile, perde di significato e finisce nell'oblio, non solo delle scienze, ma della conoscenza stessa, come visto nella critica di Henry.
2. È nella stessa fisica che le tematiche relative al soggetto si ripresentano con l'avvento della meccanica quantistica, da una parte nel senso di un'urgenza verso una maggiore consapevolezza delle implicazioni epistemologiche del conoscere scientifico – aspetto per il quale ho proposto la possibilità di un'analisi basata sulla fenomenologia di Husserl – e dall'altra con il problema della non separabilità di osservatore e sistema osservato, ovvero con la chiamata in causa del-

la coscienza, cioè di un ente non matematizzabile, che interagisce con il sistema causandone il collasso della funzione d'onda.

3. Ci siamo chiesti se e come fosse possibile stemperare la critica di Henry alla scienza galileiana: è vero che la fisica è arida, e lo è perché non include il soggetto, perché l'interiorità si è prosciugata al sole della misurabilità e osservabilità? Abbiamo presentato una serie di argomentazioni che mostrano che non è così, tanto nella fisica classica, quanto, forse a maggior ragione, in quella contemporanea. Il lato più ricco sul piano strettamente umano relativo alla pratica delle scienze fisiche viene posto in risalto non appena se ne esplorino le caratteristiche: Popper ne ha messo in evidenza la dignità del metodo, auspicandone una sua applicazione anche in altri ambiti, a esempio socio-politici; Poincaré ha posto in rilievo la centralità in esse dell'ideale regolativo della verità, ancora più di quello di risolvere i problemi pratici dell'umanità, già di per sé filantropico e tutt'altro che arido, dunque.
4. La situazione della fisica moderna è tale per cui, proprio in seguito ai grandi interrogativi aperti dalla meccanica quantistica e dalla relatività, può parlare al cuore dell'uomo contemporaneo: certo, per far questo con una maggiore efficacia, deve confrontarsi con la filosofia.

BIBLIOGRAFIA

- [1] SCHRÖDINGER E., 1948 - La natura e i Greci (Shearman Lectures), in E. SCHRÖDINGER, *L'immagine del mondo*, Bollati Boringhieri, Torino, p. 239.
- [2] RUSSO L., 1996 - *La rivoluzione dimenticata*, Feltrinelli.
- [3] DUHEM P., 1913-59 - *Le système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*, 10 voll., Hermann, Parigi.
- [4] BUTTERFIELD H., 1957 - *The origins of modern science 1300-1800*.
- [5] GLIOZZI M., 1962 - *Storia della Fisica*, Utet, Torino.
- [6] TURNOR E., 1806 - Collections for the History [...] of Grantham, London, p. 173 citato in *Newton*, a cura di A. MASSARENTI, Il Sole 24 ore, 2006.
- [7] HOLTON G. & BRUSH S.G., 2005 - *Physics the Human Adventure*, Rutgers University Press, trad. mia.
- [8] LAPLACE P.-S., 1814 - *Théorie analytique des probabilités*, p. 11 dell'Introduzione, Parigi.
- [9] HUSSERL E., 1936 - *La crisi delle scienze europee e la fenomenologia trascendentale*, Il Saggiatore, 4ª edizione, 1975.
- [10] SANSONETTI G., 2001 - Saggio introduttivo a M. Henry, *Incarnazione*, SEI, Torino.
- [11] HENRY M., 2001 - *Incarnazione*, SEI, Torino.
- [12] GALILEI G., 1615 - Lettera a Madama Cristina di Lorena Granduchessa di Toscana, in *Lettere*, Einaudi, Torino 1978, pag. 135.
- [13] MACCONE L., 2010 - *Il gatto di Schrödinger*, Atti Acc. Rov. Agiati, a. 260, 2010, ser. VIII, vol. X, B: 19-28.
- [14] HUSSERL E., 1931 - *Meditazioni cartesiane*, Bompiani, V ed., 2009.
- [15] HEISENBERG W., 1958 - *Fisica e filosofia*, Il Saggiatore, Milano, 2003.
- [16] PAULI W., 1961 - *Fisica e conoscenza*, Bollati Boringhieri, ed. 2007, p. 20.
- [17] ROWLAND H. A., 1899 - The highest Aim of the Physicist, in *Bulletin of the American Physical Society*, 1.
- [18] POINCARÉ H., 1905 - *Il valore della scienza*, La nuova Italia, 1994.
- [19] POPPER K., 1945 - *La società aperta e i suoi nemici*, Armando editore, 2004.
- [20] COLLETTI L., 2011 - *Quadri di un'esposizione*, Lindau.

