



ISONOMIA

Rivista dell'Istituto di Filosofia "Arturo Massolo"
Facoltà di Lettere e Filosofia, Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo"
Numero speciale 2009

IL REALISMO SCIENTIFICO DI EVANDRO AGAZZI

Atti del convegno di studi
Urbino, 17 novembre 2006

a cura di Mario Alai



Editrice Montefeltro

Editrice Montefeltro s.r.l.
Via Puccinotti, 23
61029 Urbino - Italy
Tel. e fax 0722 2800
sede@editricemontefeltro.it
www.editricemontefeltro.it

Edizione speciale 2009

ISONOMIA
Rivista dell'Istituto di Filosofia "Arturo Massolo"
Facoltà di Lettere e Filosofia
Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo"

Progetto di copertina
Editrice Montefeltro

Immagine di copertina

(per bozzetto 1)

Particolare delle tarsie dello Studiolo del Duca
Palazzo Ducale di Urbino

(oppure, per bozzetto 2)

Particolare dello Studio per la visitazione della Vergine a Santa Elisabetta
Federico Barocci (1586)
Copenaghen, Royal Museum of Fine Arts

Stampato per i tipi della Editrice Montefeltro nel mese di Febbraio 2009

ISBN [redacted] (inserire dopo il visto si stampi)

INDICE

<i>Giuliano di Bernardo</i>	
Prefazione	5
<i>Mario Alai</i>	
Introduzione	7
<i>Evandro Agazzi</i>	
Come ripensare oggi la filosofia della scienza	
Preambolo.....	19
1. L'emergere della filosofia della scienza.....	20
2. La crisi della matematica classica.....	21
3. La crisi della fisica classica.....	23
4. Il predominio dell'empirismo logico.....	25
5. La crisi della filosofia analitica della scienza.....	27
6. Le epistemologie post-empiriste.....	28
7. La svolta sociologica.....	29
8. La concezione multidimensionale della scienza.....	30
9. Salvaguardare il valore conoscitivo della scienza pur nella conduzione "responsabile" dell'impresa scientifica.....	32
<i>Fabio Minazzi</i>	
Ludovico Geymonat e Evandro Agazzi: il problema epistemologico del realismo	
1. <i>Difficiles nugae</i> : due filosofi e una doppia esclusione.....	35
2. Il problema del realismo in Geymonat.....	40
3. Il problema del realismo in Agazzi.....	47
4. Il problema della conoscenza quale ontologismo critico.....	56
<i>Ludovico Geymonat</i>	
Recensione all'opera prima di Evandro Agazzi	
1. Nota introduttiva di Fabio Minazzi.....	69
2. Evandro Agazzi, <i>Introduzione ai problemi dell'Assiomatica</i>	72

Mario Alai

Il realismo di Evandro Agazzi

1. Introduzione.....	77
2. I sensi del termine ‘realismo’.....	77
3. Agazzi e il realismo metafisico, empirico e gnoseologico.....	82
4. Agazzi e il realismo scientifico.....	90

Massimo Pauri

“Realismo” strutturale dello spaziotempo

1. Introduzione.....	97
2. Realismo e strutture.....	100
3. Gli archetipi originari e il loro sviluppo storico.....	106
4. Il dibattito classico.....	109
5. La teoria della relatività generale.....	114
6. L’individuazione fisica dei punti-eventi e la struttura dello spazio-tempo.....	120
7. Conclusioni.....	123

Ivan Colagè e Gino Tarozzi

Realismo scientifico e realismo empirico: è possibile discriminare sperimentalmente nel caso dell’interpretazione della meccanica quantistica?

1. Introduzione.....	131
2. Il realismo empirico di Einstein-Podolsky-Rosen (EPR).....	133
3. Generalizzazioni probabilistiche del realismo empirico di EPR.....	136
4. Il realismo scientifico di Evandro Agazzi e la realtà fisica della funzione d’onda.....	141
5. Interpretazione realistica e interpretazione ortodossa della funzione d’onda.....	145
6. Stati <i>entangled</i> e interpretazione realistica della funzione d’onda.....	149
7. Realismo scientifico e realismo empirico.....	151

Vincenzo Fano e Giovanni Macchia

Realismo dei modelli e progresso scientifico

1. Il problema di Kuhn.....	157
2. Le teorie secondo Giere.....	161
3. Una riformulazione della risposta di Agazzi.....	163

Evandro Agazzi

Commenti	167
-----------------------	-----

PREFAZIONE

Quando ho ricevuto dall'Università di Urbino "Carlo Bo" l'invito a presiedere un convegno di studi sul pensiero di Evandro Agazzi, nel quinto centenario di quel prestigioso Ateneo, e nel giorno in cui la Facoltà di Lettere e Filosofia gli conferiva la laurea *honoris causa* in *Teorie della conoscenza, della morale e della comunicazione*, ho accettato con entusiasmo. Nonostante i numerosi impegni non ho voluto mancare all'appuntamento, felice di partecipare al tributo in onore del Maestro, Collega ed Amico, consapevole dell'attrattiva intellettuale dell'evento, e lieto dell'occasione offertami di rivedere la splendida Città ducale. Si è trattato infatti di un incontro ricco e proficuo, con studiosi che pur non essendo suoi allievi diretti si riconoscono ampiamente nell'insegnamento di Agazzi, e che hanno presentato riflessioni originali e stimolanti, prendendo le mosse soprattutto dalle sue riflessioni sul realismo e sulla filosofia della fisica.

Mi congratulo quindi coi colleghi dell'Istituto di Filosofia "Arturo Massolo" e con la Facoltà di Lettere e Filosofia di Urbino per aver voluto completare l'impresa, pubblicando questi rendiconti che ho l'onore di presentare. Un particolare ringraziamento va a Mario Alai, che oltre a contribuire col suo intervento al dibattito sul realismo scientifico, ha curato il volume con meticolosità e intelligenza, e nell'utile introduzione critica ha offerto un'ampia prospettiva sintetica sul contenuto dell'opera, facendone emergere le tematiche portanti. Trovo veramente giusto e opportuno che questo contributo si aggiunga ai numerosi già pubblicati per celebrare il lavoro di Evandro Agazzi, che ha lasciato una così profonda traccia nella filosofia italiana, contribuendo tanto significativamente all'immagine culturale del nostro Paese nel mondo, e dal quale continuiamo ad attenderci nuovi illuminanti risultati.

Giuliano Di Bernardo

INTRODUZIONE

Nel 2006 l'Università di Urbino ha celebrato i cinque secoli, e la Facoltà di Lettere e Filosofia i cinquant'anni dalla rispettiva fondazione. Molto opportunamente i rispettivi organi di governo hanno deciso di solennizzare insieme tali ricorrenze conferendo la *Laurea honoris causa* in *Teorie della conoscenza, della morale e della comunicazione* a Evandro Agazzi. L'iniziativa è stata promossa dall'Istituto di Filosofia "Arturo Massolo", e poche personalità nel panorama filosofico nazionale, o addirittura internazionale, avrebbero potuto meglio di Agazzi essere assunte a icona e modello per la duplice vocazione di studi teoretico-epistemologici ed etico-antropologici radicata nell'Istituto. L'illustre neolaureato è stato infatti uno dei fondatori e dei più autorevoli maestri della filosofia della scienza in Italia, opponendosi nel contempo allo scientismo, e proponendo riflessioni di respiro internazionale; quando poi, specialmente in anni recenti, si è rivolto alle tematiche morali e antropologiche, lo ha fatto col medesimo rigore epistemologico e senza perder di vista l'oggettività del dato scientifico. Dei significativi rapporti da lui intrattenuti negli anni con l'Ateneo urbinato parla egli stesso nella *lectio magistralis*, trascritta di seguito a questa Introduzione. In particolare, possiamo qui ricordare che il suo realismo scientifico, tema di questa raccolta di studi, ha rappresentato un insegnamento con cui si confrontano e si muovono in forte sintonia le ricerche, pur originali e differenziate, di diversi studiosi e docenti dell'istituto "Arturo Massolo". Si tratta infatti di un realismo critico ed articolato, in linea con le riflessioni più accorte emerse negli ultimi decenni dalla gnoseologia, dall'epistemologia, e dagli stessi sviluppi della scienza contemporanea; un realismo che da un lato rende conto degli aspetti di relatività e contestualità delle teorie, e dei diversi livelli di realtà da esse descritti, e dall'altro consente di evitare i rischi dell'eccesso di specializzazione e formalizzazione, evidenziando i nessi del sapere scientifico con la concreta esperienza della persona umana.

Il conferimento di questa laurea non è che il più recente tra i riconoscimenti del lavoro di Evandro Agazzi, che è già dottore *honoris causa* delle università di Cordoba, Santiago del Estero e Mendoza (Argentina), e dell'Università Ricardo Palma di Lima (Perù), ed ha ricevuto il premio "Centro di Studi Filosofici di Gallarate" (1962) per il volume *Introduzione ai problemi dell'assiomatica*, il "Premio Europeo Cortina-Ulisse" (1983), il premio "*Prince of Liechtenstein*" (1983) per il

volume *Il bene, il male e la scienza*, e il premio “Salento Filosofia” del Rotary per la carriera (2004). Egli ha inoltre occupato cariche del massimo livello nelle istituzioni internazionali più importanti della filosofia, quali la presidenza della *Federation Internationale des Sociétés de Philosophie*, la presidenza dell'*Institut International de Philosophie* di Parigi, la presidenza dell'*Académie Internationale de Philosophie des Sciences* di Brussels, oltre ad essere stato tesoriere dell'*International Council for Philosophy and Humanities* dell'UNESCO.

Oltre a quanto menzionato dalla motivazione della laurea sotto riportata, tra i lavori di Agazzi vanno ricordati anche i seguenti, a conferma dell'ampiezza e organicità della sua visione filosofica: *Science et foi. Perspectives nouvelles sur un vieux problème* (1983), *Philosophie, science, métaphysique* (1987), *Right, Wrong and Science. The Ethical Dimensions of the Techno-Scientific Enterprise* (a cura di C. Dilworth, 2004). Sono pure da segnalare, tra i volumi da lui curati, *La filosofia della scienza in Italia nel '900* (1986); *L'objectivité dans les différentes sciences* (1988); *La comparabilité des théories scientifiques* (1990); *Philosophy and the Origin and Evolution of the Universe* (con A. Cordero, 1991); *Science et sagesse* (1991); *Bioetica e persona* (1993); *Interpretazioni attuali dell'uomo: filosofia, scienza, religione* (1995); *Filosofia della natura. Scienza e cosmologia* (1995); *Life-Interpretation and the Sense of Illness within the Human Condition. Medicine and Philosophy in a Dialogue* (con A.T. Tymieniecka, 2001).

Egli dirige inoltre le riviste *Epistemologia* e *Nuova Secondaria* e appartiene al comitato scientifico di alcune importanti riviste internazionali (come *Erkenntnis*, *Revue Internationale de Philosophie*, *Zeitschrift für Allgemeine Wissenschaftstheorie*, *Medicina e Morale*, *Modern Logic*, *Kos*, *Sandhan*, *Sensus Communis*, *Argumentos de razón técnica*, *Anthropos & Iatria*, *A & P: Anthropology and Philosophy*), di dizionari ed enciclopedie scientifiche. Lavori suoi sono apparsi, sia in originale che tradotti, in francese, inglese, tedesco, spagnolo, portoghese, russo, polacco e ungherese.

Alla cerimonia di conferimento della laurea ha fatto seguito un convegno di studi in onore del neo-laureato, presieduto da Giuliano Di Bernardo, i cui atti sono raccolti nel presente volume. Due dei partecipanti (Minazzi e lo scrivente) hanno discusso direttamente il pensiero di Agazzi, mentre gli altri sono intervenuti su importanti problemi epistemologici (Pauri la natura dello spazio e del tempo, Colagè e Tarozzi il dualismo onda-corpuscolo, Fano e Macchia la razionalità e il progresso scientifico), sia utilizzando idee e concetti di Agazzi, sia argomentando in favore di tesi sue, o comunque coerenti con il suo orientamento. Di questi problemi, su cui Agazzi ha offerto contributi fondamentali, due riguardano le principali teorie fisiche contemporanee (relatività e meccanica quantistica), e il terzo è probabilmente la questione epistemologica più dibattuta negli ultimi cinquant'anni. Alle voci del convegno vogliamo qui idealmente aggiungere quella autorevolissima di Ludovico Geymonat, ristampando (a cura e con nota introduttiva di Fabio Minazzi) la sua recensione all'opera prima di Agazzi, *Introduzione ai problemi dell'assiomatica*, apparsa sul *Bollettino della Unione Matematica Italiana* del 1962.

Proprio dai rapporti con Geymonat, «padre riconosciuto» della nostra filosofia della scienza del secondo dopoguerra, parte Fabio Minazzi per delineare il realismo di Agazzi, che mette poi a confronto con altre due figure chiave del pensiero italiano recente: Bontadini, maestro di Agazzi, e Preti, col cui «ontologismo critico» ogni discussione sul realismo deve necessariamente fare i conti. Dei rapporti scientifici e umani tra Agazzi e Geymonat, Minazzi parla per diretta esperienza personale: cattolico l'uno, marxista l'altro, essi sapevano discutere con reciproca attenzione e rispetto, intenti a ricercare convergenze – che pure esistevano – ma anche precisi nel rimarcare i dissensi. La loro collaborazione risaliva ai primi anni Sessanta, quando Geymonat aveva tempestivamente riconosciuto il valore del giovane Agazzi, recensendone appunto l'opera prima, e accogliendolo nel suo «mitico» gruppo di logica matematica del C.N.R.

Già questa collaborazione dà la misura dell'intelligenza ed apertura mentale dei due Autori, in tempi in cui le suddivisioni politico-ideologiche erano sovente barriere insuperabili. La loro autonomia intellettuale aveva del resto causato ad entrambi una sorta di emarginazione, per diverse ragioni e da opposti settori: Geymonat in quanto marxista in un panorama filosofico ancora largamente improntato al neoidealismo, e in quanto anti-idealista nel Partito Comunista di Togliatti, che trovava radici culturali, tramite Gramsci, in De Sanctis e Croce. Agazzi, invece, in quanto epistemologo era *ipso facto* sospetto in ampi settori del pensiero neoidealista, spiritualista e tomista, da cui egli stesso proveniva; ed in quanto deciso a rivendicare il ruolo conoscitivo della metafisica, era osteggiato da molti epistemologi di tradizione neopositivista.

Il principale punto di convergenza di Geymonat e Agazzi è proprio l'oggetto del presente volume, il realismo, inteso come la tesi dell'esistenza e della conoscibilità di una realtà indipendente dalla conoscenza che ne abbiamo. Il realismo, a cui Geymonat perviene dopo la precedente filosofia neoilluminista, s'identifica per lui col materialismo dialettico, ispirato a Engels e Lenin, ma ben distinto dal *Diamat* staliniano. Il carattere dialettico riguarda la natura dinamica tanto della verità, concepita come obiettiva ma sempre relativa, quanto della realtà stessa, al punto che Geymonat perviene in pratica ad una metafisica dell'identità tra pensiero e realtà.

Naturalmente il realismo di Agazzi ha radici differenti, affondanti nella tradizione aristotelico-tomistica, e più direttamente nel pensiero di Bontadini. Esposti i suoi caposaldi (critica al contestualismo mediante la distinzione senso-riferimento, o logo semantico-logo apofantico, teoria dell'oggettivazione, distinzione tra oggettività e verità, verità parziale e relativa delle teorie, loro portata conoscitiva), Minazzi ne mette in luce i punti di contatto con Geymonat: il carattere relativo (anche se non relativistico né soggettivistico) della conoscenza, il riconoscimento della prassi operativa nella costituzione dei suoi oggetti, la sua dimensione storica. Un altro punto di contatto è che per entrambi il realismo ha una valenza anche metafisica; ma mentre per Geymonat ciò significa sostenere l'identità tra strutture del *logos* e della realtà materiale, per Agazzi vuol

dire credere che sia possibile un'indagine della realtà dal punto di vista dell'*intero*. Tale programma si fonda su alcune tesi chiave di Bontadini: la convinzione che dall'esperienza si possa risalire a un livello di realtà che la trascende, la critica allo gnoseologismo e a Kant, e l'idea che la "convenienza" del conoscere con l'essere si dà nel conoscere stesso, «giacché l'essere non trascende mai il conoscere».

Di queste tesi, tuttavia, la possibilità di una conoscenza soprasensibile è negata da Geymonat, mentre la critica a Kant non è condivisa da Giulio Preti, che pur concordando nella critica allo gnoseologismo e allo scetticismo, ritiene che solo con la riduzione fenomenologico-trascendentale la si possa mettere in atto; perciò Minazzi conclude evidenziando l'interesse di quello che potrebbe essere un più diffuso esame delle «consonanze» - oltre che delle dissonanze - tra Bontadini e Preti, che per triangolazione farebbe emergere anche i notevoli punti di accordo e disaccordo tra lo stesso Preti e Agazzi.

Questa stimolante rete di parallelismi con posizioni gnoseologiche diverse dà un senso di quanto sofisticato e articolato sia il pensiero di Agazzi, ma può anche indurre a chiedersi fino a che punto, e in che senso, o sensi diversi, esso sia un pensiero *realista*. Questo è appunto l'argomento del saggio successivo, a opera dello scrivente. A questo fine, data la complessità dei problemi del realismo e le confusioni terminologiche e concettuali che spesso ne ostacolano la discussione, il saggio distingue anzitutto tra le seguenti tesi:

Realismo metafisico: esiste una realtà assolutamente indipendente dalla soggettività (sia quanto all'esistenza che quanto alla natura);

Realismo empirico: esiste una realtà indipendente (sia quanto all'esistenza che quanto alla natura) dalla soggettività individuale;

Realismo gnoseologico forte: possiamo avere credenze vere (nel senso della corrispondenza) sulla realtà assolutamente indipendente;

Realismo gnoseologico debole: possiamo avere credenze vere sulla realtà empirica;

Costruzionismo radicale: gli oggetti della conoscenza sono "costruiti" in modi che non si fondano su alcuna caratteristica indipendente della realtà (incompatibile col realismo metafisico e col realismo gnoseologico forte);

Costruzionismo moderato: gli oggetti della conoscenza sono "costruiti" in modi che si fondano su caratteristiche indipendenti della realtà (compatibile col realismo metafisico e col realismo gnoseologico forte).

Il saggio discute poi le posizioni di Agazzi sulla dipendenza o indipendenza della realtà, il processo di oggettivizzazione, il mutamento dei significati e referenti in relazione alle procedure operative, la portata conoscitiva delle teorie, la relatività della verità e la sua natura corrispondentistica, la natura degli oggetti teorici, il carattere extralinguistico dell'individuazione degli oggetti e dei controlli sulle teorie, il rapporto tra la realtà e i suoi aspetti, tra oggetti astratti e referenti concreti, tra oggettività, realtà e verità, tra osservabilità ed esistenza. Questa analisi mostra che Agazzi sostiene non solo il realismo empirico e quel-

lo gnoseologico debole, ma anche il realismo metafisico e quello gnoseologico forte, coniugato col costruttivismo moderato.

Si deve inoltre distinguere tra:

Realismo scientifico₁: la scienza ci dà credenze vere sulla realtà assolutamente indipendente;

Realismo scientifico₂: la scienza ci dà credenze vere sulla realtà empirica;

Realismo scientifico₃: le asserzioni compiute dalle teorie sugli oggetti non (direttamente) osservabili hanno portata conoscitiva non inferiore alle altre;

Realismo scientifico₄: le asserzioni teoriche a) vanno intese letteralmente e non riduzionisticamente, come concernenti una realtà assolutamente indipendente, anche se non (direttamente) osservabile, e b) possono esserci buone ragioni per credere che siano vere nel senso della corrispondenza;

Realismo scientifico₅: le asserzioni teoriche a) vanno intese letteralmente e non riduzionisticamente, come concernenti una realtà empiricamente indipendente, anche se non (direttamente) osservabile, e b) possono esserci buone ragioni per credere che siano vere nel senso della corrispondenza.

Alla luce di queste distinzioni vengono esaminate affermazioni come quella che l'oggetto è nulla più che l'insieme delle sue determinazioni, o che solo lo gnoseologismo consentirebbe di dubitare della realtà dell'elettrone, o le osservazioni sulla concezione «fenomenistica» delle teorie, che potrebbero far pensare appunto al fenomenismo. Altre affermazioni, vertenti ad esempio sull'adeguatezza dell'interpretazione di Copenaghen, la contemporanea verità di teorie alternative, o la permanente verità delle teorie falsificate, potrebbe far pensare allo strumentalismo. Esse vanno tuttavia chiarite alla luce dei rispettivi contesti, e in particolare delle spiegazioni offerte circa i *qualia* e gli oggetti, la fallibilità della scienza, i rapporti tra teorie alternative, il "dilemma del teorico" di Hempel, l'ineliminabilità dei termini teorici, la credibilità degli enunciati non operazionalmente controllabili, la natura referenziale delle proposizioni non osservative; in questo modo, si può concludere che Agazzi sostiene tutte le cinque forme di realismo scientifico.

Il saggio di Massimo Pauri prende le mosse dai recenti dibattiti sul *realismo strutturale* e, alla luce delle tesi e delle distinzioni di Agazzi a proposito di *oggettività* e *realismo scientifico*, delinea in primo luogo una densa ed penetrante rassegna storica del dibattito sui concetti di spazio e tempo, osservando che il realismo scientifico non è stato messo in crisi solo dall'introduzione di entità inosservabili (come quelle della microfisica), ma anche dai problemi connessi alla "catastrofe euclidea" e alla descrizione teorica dello spazio e del tempo nelle teorie relativistiche.

Delineate le tre posizioni che sin dall'antichità si sono confrontate in materia (*concezione geometrico-monistica*, o *della pura estensione*, *concezione relazionale*, *concezione assolutistica*), mostra come nessun relazionista contemporaneo sia radicale quanto lo era Leibniz, mentre l'assolutismo di Newton appare più sofisticato di quanto talora si pensi, configurandosi (ma solo apparentemente) come una

forma di “proto-strutturalismo”. Pauri sottolinea anzi come taluni scritti di Newton pongano in peculiare evidenza la difficoltà di trovare un fondamento ontologico al concetto di spazio, mentre il relazionismo contemporaneo appare come una posizione concettualmente *impura* non essendo in grado di eliminare tutti i presupposti *spaziali* dalla sua base *primitiva*. Chiarito come l'introduzione del concetto di campo (*in primis* quello elettromagnetico) – ossia qualcosa di intermedio tra spazio vuoto e materia – cambi radicalmente i termini della questione al livello della descrizione scientifica, nella parte centrale del saggio l'Autore analizza la descrizione dello spaziotempo nella teoria della relatività generale (TRG).

Premessa metodologica generale è che, contrariamente ad un vigente paradigma scientifico, i problemi dello spaziotempo non riguardano semplicemente la loro *rappresentazione fisico-matematica*, ma la loro *natura ontologica*. Non si può infatti tacere come la fondazione e la matematizzazione del concetto moderno di *oggetto scientifico* si basino su approssimazioni e idealizzazioni, con l'esclusione dal campo della ricerca della *soggettività concreta*, implicante il “questo”, il “qui” e l’“ora”, e dell'*essenza* dell'oggetto. Ad esempio, è un problema filosofico fondamentale quello di chiarire il fondamento dell'esperienza della continuità dell'*estensione spaziale* e della *durata temporale*, cioè del *continuo sintetico* della geometria classica, in quanto distinto dalla componente *assiomatica* indispensabile nell'attuale descrizione scientifica. Pauri osserva inoltre che sebbene nelle teorie relativistiche spazio e tempo vengano unificati nella struttura matematica quadridimensionale dello spaziotempo, essi mantengono una sostanziale diversità ontologica: il tempo *passa*, lo spazio no. Sono questi probabilmente i problemi filosofici più profondi emergenti dalla fisica contemporanea, passaggio obbligato per la comprensione del rapporto tra esperienza soggettiva e realtà oggettiva, o se vogliamo, tra mente e corpo.

Pauri sottolinea poi che la *tradizionale* covarianza generale *passiva* (per intenderci, quella di Cassirer) non possiede l'importanza teoretica attribuita da molti filosofi della scienza, mentre assai più significativa è l'invarianza rispetto al gruppo dei *diffeomorfismi attivi*; egli procede poi ad una «dis-soluzione» del cosiddetto “*Hole Argument*” di Einstein, che costringerebbe a rinunciare o al *determinismo* della teoria o all'*individualità fisica* dei punti e all'oggettività dello spaziotempo; pertanto, egli sostiene, nonostante alcune dichiarazioni di Einstein degli anni 1915-16, nella TRG sopravvivono *elementi di realtà* (o di «oggettività» nell'accezione di Agazzi, ma peculiarmente *indebolita*) dello spaziotempo. L'analisi della nozione di *oggettività* applicabile alla TRG gli consente infatti di mostrare che nella TRG un punto-evento può possedere una proprietà fisica *in sé*, indipendentemente da processi di osservazione, anche se la *caratterizzazione quantitativa* di tale qualità dipende relazionalmente dalla struttura fisica del campo gravitazionale del vuoto, di cui il punto-evento costituisce un *relatum*. I punti-eventi dello spaziotempo sono dunque *individuati fisicamente* dalle loro proprietà (essenzialmente dalle quattro *osservabili* del campo gravitazionale) e pertanto

dotati di poteri causali autonomi, anche se la loro rappresentazione è determinata dalla struttura in cui sono immersi. L'Autore propone così un *realismo strutturale moderato* (o *strutturalismo puntuale*), con aspetti comuni sia alla concezione assolutista che a quella relazionale, superandole entrambe.

Rispetto al problema della priorità ontologica delle relazioni o dei *relata*, che anima le discussioni sullo strutturalismo, Pauri osserva che la *struttura* del campo gravitazionale (assai *ricca* paragonata alla *uniformità* dello spazio newtoniano) risulta primaria rispetto all'identità fisica dei suoi costituenti (i *punti-eventi*), ma anche che questi ultimi, possedendo poteri causali, non sono ridotti a meri indici di posizione. Sia per i punti-eventi che per il campo gravitazionale egli propone dunque un *realismo debole* delle entità, sostenendo che essi «esistono» allo stesso livello delle tradizionali entità teoriche, connesse all'osservazione da definizioni coordinative. Ma, *anche* in ragione del delicato equilibrio tra aspetti assoluti e relazionali di tali entità della descrizione fisica, Pauri ritiene che il problema metafisico della natura dello spazio resti sostanzialmente irrisolto.

Colagè e Tarozzi distinguono anzitutto tra il “realismo scientifico” sostenuto anche da Agazzi, che comporta essenzialmente un'attribuzione di realtà alle entità non osservabili descritte dalle teorie – nel caso specifico l'onda quantistica – e il “realismo empirico” di Einstein, Podolsky, Rosen, che sostiene invece l'oggettività delle proprietà dei sistemi. Dopo aver analizzato il fallimento di una serie di tentativi, tra cui quelli di Selleri e dello stesso Tarozzi, di dimostrare la realtà delle onde, illustrano un esperimento suscettibile, a seconda del risultato, o di confermare la realtà delle onde (il “realismo scientifico”), ma confutando l'oggettività delle proprietà (il “realismo empirico”), oppure di confermare il realismo empirico, confutando tuttavia il realismo sulle onde e, sorprendentemente, le predizioni della meccanica quantistica.

Diversi sono gli aspetti d'interesse di questo esperimento e dell'analisi concettuale che lo sottende: anzitutto, per la prima volta un esperimento servirebbe a discriminare tra due forme di realismo, mostrando che in ogni caso una di esse è vera, anche se non entrambe. Ciò pare confermare «l'includibilità di un'interpretazione realistica delle teorie fisiche, che Agazzi ha sempre considerato un presupposto epistemologico imprescindibile di ogni seria indagine filosofica». E' poi notevole il fatto stesso che un esperimento risulti rilevante quanto alle interpretazioni filosofiche delle teorie. Ancora, se come appare più probabile l'esperimento confermasse la realtà delle onde, per la natura stessa di queste entità esso confermerebbe diverse tesi di Agazzi: che la meccanica quantistica richiede l'introduzione di concetti *veramente* nuovi (le onde quantistiche sono infatti entità assai particolari, non riconducibili all'immagine ondulatoria classica, né a qualunque altra rappresentazione classica della realtà fisica); che i termini teorici non possono essere ridotti ad un piano strettamente operativo (in quanto è intrinsecamente impossibile misurare direttamente onde o stati quantistici, e l'esperimento proposto permetterebbe solo di inferire la realtà dell'onda dalle loro proprietà relazionali); che le particelle sono ontologicamen-

te prioritarie sulle onde (poiché queste ultime, in quanto portatrici solo di proprietà relazionali, appartenerebbero a un livello più debole di realtà).

E' anche interessante notare un certo parallelismo di questo saggio con il precedente. Non si tratta di una somiglianza di vedute, poiché gli argomenti sono diversi (meccanica quantistica e relatività), e del resto le idee di Pauri sulle interpretazioni della meccanica quantistica divergono fortemente da quelle di Tarozzi. Tuttavia in entrambi i saggi ad un convinto realismo sull'*esistenza oggettiva* delle entità (le onde in un caso e lo spaziotempo nel secondo) corrispondono e una posizione assai più problematica sulla loro *natura*, ed una concezione più relazionale o contestuale delle proprietà.

L'ultimo saggio prende le mosse dall'idea di Kuhn che la scienza si evolva per selezione, senza un reale *progresso* verso la verità. Tre gli argomenti di Kuhn per questa tesi: (1) le nuove teorie si pongono problemi diversi dalle precedenti, e non si occupano di risolvere tutti quelli risolti dalle precedenti; (2) in assenza di un linguaggio neutrale, e col variare dei significati, ogni paradigma "crea" i suoi propri fenomeni, determinando inoltre metodi e criteri, e dunque operare in paradigmi diversi è come vivere in mondi diversi e praticare discipline diverse, sicché ogni argomento per dimostrare la falsità di una teoria alternativa risulta circolare; (3) ogni teoria porta con sé "anomalie" irrisolte, e quindi sono tutte da considerarsi falsificate.

Fano e Macchia si propongono di replicare a questi tre argomenti a partire dalla filosofia di Agazzi. Sul primo osservano che sovente si continua ad usare una vecchia teoria anche dopo che è stata sostituita da una nuova (come ad esempio la teoria newtoniana, tuttora regolarmente utilizzata in molteplici ambiti pratici). Kuhn ha obiettato che ciò significa tenere insieme teorie contraddittorie. Ma Fano e Macchia si appellano alla *concezione semantica*, secondo cui le teorie sono insiemi di modelli, e dunque non vere o false *tout court*, ma *più o meno* vere, *più o meno* false. Dunque, essi sostengono, tutte le teorie sono (più o meno) false, e quindi non contraddittorie, ma contrarie. Tuttavia la concezione *accettata* (che considera le teorie come insiemi di enunciati) non può esser completamente abbandonata, e bisogna quindi ammettere che nella scienza convivono teorie contraddittorie. Al secondo argomento kuhniano essi replicano che non è un problema se manca un linguaggio neutrale, perché secondo la concezione semantica le teorie non sono entità linguistiche. Al terzo argomento rispondono che, per quanto tutte le teorie siano false, il problema è stabilire dei criteri adeguati per ordinarle secondo la maggiore o minor falsità (e dunque, conversamente, la minore o maggior verità).

Un importante seguace della concezione semantica è Giere, secondo il quale le teorie sono insiemi di modelli. Le equazioni di una teoria sono vere dei rispettivi modelli, non della realtà, mentre le ipotesi teoriche asseriscono il sussistere di una somiglianza dei modelli a particolari classi di sistemi reali. Ciò che conta non è dunque la verità, intesa come relazione tra entità linguistiche e reali, ma la somiglianza tra modelli e sistemi reali, tant'è vero che Giere propone

una concezione ridondantistica della verità. Gli Autori osservano tuttavia che resta pur sempre il problema della verità o meno delle ipotesi teoriche; e dato che la somiglianza su cui esse vertono ammette una gradualità, ci troviamo nuovamente alle prese con l'idea di gradi maggiori o minori di verità (e conversamente, di falsità).

Ecco dunque l'importanza del concetto di verità parziale, che Agazzi aveva utilizzato già in *Temi e problemi di filosofia della fisica* per opporsi alle conseguenze scettiche dell'idea che la storia della scienza sia un susseguirsi di rivoluzioni, e ogni teoria sia ultimamente destinata al rigetto: «... il tramonto di una autentica teoria non significa ... che essa è *falsa*, ma che essa era *parziale* e la sua sostituzione con una nuova non è una sostituzione *qualsiasi*, ma un farle subentrare una teoria *migliore* ...»

Per questo gli Autori si propongono di offrire un'esplicazione formale del concetto di verità parziale, che offra anche criteri di decisione su quando un teoria è *migliore* o *più vera* di un'altra, e lo fanno utilizzando il bagaglio concettuale di un'altra concezione semantica, quella di Sneed. Essi definiscono dunque una teoria come *parzialmente vera* quando possiede almeno un modello possibile, e propongono il criterio secondo cui una teoria T è *più vera* di un'altra T', quando l'insieme dei modelli possibili di T' è un sottoinsieme proprio dell'insieme dei modelli possibili di T.

Ovviamente Kuhn obietterebbe che nessuna coppia soddisfa tale condizione, dato che difficilmente una teoria risolve tutti i problemi di un'altra, e per lui, comunque, teorie di paradigmi diversi vertono su mondi diversi. Per questo Fano e Macchia definiscono una *situazione cognitiva* come l'insieme di tutte le teorie scientifiche che in un dato momento storico sono parzialmente vere, cioè possiedono almeno un modello possibile. Pertanto, la situazione cognitiva SC è *più vera* della situazione cognitiva SC', quando l'insieme dei modelli possibili di SC' è un sottoinsieme proprio dell'insieme dei modelli possibili di SC.

Si osservi, oltre a quanto evidenziato dagli Autori, che l'idea della verità parziale ridimensiona il problema del mantenere insieme teorie contraddittorie, in quanto implica che esse sono *solo parzialmente* contraddittorie, e l'uso di una componente vera di una teoria non pregiudica il giudizio sulle altre componenti. Si noti pure che ciò che Fano e Macchia formalizzano non è più il confronto tra singole teorie, e nemmeno tra paradigmi, ma tra interi "spaccati" di una disciplina in momenti diversi; tuttavia ciò permette comunque di parlare di un progresso nel tempo. Inoltre, come essi riconoscono, la loro è solo un'esplicazione parziale della nozione di maggiore o minor verità, in quanto non tutte le coppie di situazione cognitive saranno tali che i modelli possibili dell'una sono sottoinsieme proprio di quelli dell'altra. Ciononostante, sulla scorta del pensiero di Agazzi, essi offrono così una risposta almeno parziale alle sfide di Kuhn, «reintroducendo nella scienza un aspetto teleologico di ricerca della verità».

Il volume si conclude con i commenti di Evandro Agazzi. Sottolineato l'interesse delle relazioni nel loro complesso, l'Autore osserva che per quanto nessuno degli intervenuti sia stato suo allievo diretto, tutti si sono espressi in quasi completo accordo con le sue posizioni. Per questo i suoi commenti non sono in genere repliche a obiezioni o soluzioni di problemi sollevati, ma mirano soprattutto a sottolineare gli aspetti di maggior utilità ed originalità dei diversi contributi. Talora Agazzi interviene a confermare la fedeltà di un'esposizione del proprio pensiero, altre volte a puntualizzare o a rettificare l'interpretazione propri punti di vista; oppure ancora, chiarisce qualche interrogativo rimandando ad altri luoghi della propria opera, o inquadrando questa o quella tesi discussa dall'interlocutore in un più ampio contesto.

Mario Alai

MOTIVAZIONE PER IL CONFERIMENTO DELLA LAUREA HONORIS CAUSA IN
TEORIE DELLA CONOSCENZA, DELLA MORALE E DELLA COMUNICAZIONE
(CLASSE 18S) AL PROFESSOR EVANDRO AGAZZI

Evandro Agazzi è nato a Bergamo il 23 ottobre 1934. Compiuti gli studi di filosofia presso l'Università Cattolica di Milano e di fisica presso la Statale della stessa città, si è perfezionato a Oxford, a Marburg e a Münster. Dal 1963 è libero docente in Filosofia della scienza e dal 1966 in Logica matematica; ha insegnato, come incaricato di Geometria superiore, Logica matematica e Matematiche complementari presso la Facoltà di Scienze dell'Università di Genova; ha insegnato altresì Logica simbolica presso la Scuola Normale Superiore di Pisa, Filosofia della Scienza e Logica matematica presso la Cattolica di Milano. Dal 1970 è professore ordinario di Filosofia della scienza presso l'Università di Genova, dove ora insegna Filosofia teoretica, e dal 1979 al 1998 ha tenuto la cattedra di Antropologia filosofica, Filosofia della scienza e Filosofia della natura presso l'Università di Fribourg in Svizzera. È stato professore invitato nelle Università di Berna, Ginevra, Düsseldorf, Pittsburgh, Stanford, UNAM del Messico ed è direttore delle riviste Nuova secondaria ed Epistemologia. Ha presieduto numerose associazioni filosofiche nazionali e internazionali: Società Filosofica Italiana, Società Italiana di Logica e Filosofia delle Scienze, Società Svizzera di Logica e Filosofia delle Scienze, Federazione Internazionale delle Società filosofiche, Institut International de Philosophie, ed ha svolto funzioni direttive in molte altre. Attualmente è presidente dell'Académie Internationale de Philosophie des Sciences. E' stato membro del Comitato Nazionale Italiano per la Bioetica.

Evandro Agazzi è autore e curatore di più di sessanta volumi di logica e di filosofia della scienza, nonché di oltre seicento articoli e saggi apparsi in atti di congressi, pubblicazioni collettive, enciclopedie, dizionari, riviste specializzate. Tra le sue opere ricordiamo: *Introduzione ai problemi dell'assiomatica*, 1961; *La logica simbolica*, 1964; *Temi e problemi di filosofia della fisica*, 1969; con Dario Palladino, *Le geometrie non euclidee e i fondamenti della geometria*, 1978; *Weisheit im Technischen*, 1986; con Luigi Geymonat e Fabio Minazzi, *Filosofia, scienza e verità*, 1989; *Il bene, il male, la scienza*, 1992; *Cultura scientifica e interdisciplinarietà*, 1994; *Filosofia della natura, scienza e cosmologia*, 1995; *Paidéia, verità, educazione*, 1999. Tra le opere da lui curate sono da segnalare: *I sistemi tra scienza e filosofia*, 1978; *Studi sul problema del significato*, 1979; *Modern Logic. A Survey*, 1981; *Storia delle scienze*, 1984; *Probability in the Sciences*, 1988; *Logica filosofica e logica matematica*, 1990; *Quale etica per la bioetica*, 1990; *The Problem of Reductionism in Science*, 1991; *Bioetica e persona*, 1993; *Il tempo nella scienza e nella filosofia*, 1995; *Philosophy and Mathematics Today*, 1997; *Realism and Quantum Physics*, 1997; *Advances in the Philosophy of Technology (con Hans Lenk)*, 1999; *The Reality of the Unobservable (con Massimo Pauri)*, 2000; *The Problem of the Unity of Science (con Jan Faye)*, 2001; *Complexity and Emergence (con Luisa Montecucco)*, 2002; *Valore e limiti del senso comune*, 2004; *Operations and Constructions in Science (con Christian Thiel)*, 2006.

L'arco degli interessi filosofici di Evandro Agazzi comprende la filosofia della scienza, la filosofia del linguaggio, la filosofia morale, la storia della scienza, la logica, la pedagogia e l'analisi concettuale di molteplici scienze particolari. In tutti questi campi egli ha fornito contributi originali di notevole impatto nel dibattito internazionale. Egli ha rinnovato gli studi storici, fornendo un quadro complessivo della storia della filosofia della scienza in Italia, è stato uno dei primi in Italia a rendersi conto dell'importanza della logica simbolica per la filosofia, fornendone un'interpretazione concettuale che ancora oggi è considerata molto significativa. Ha riflettuto storicamente e teoricamente sull'avvento delle geometrie non euclidee, sulla nozione di tempo, sulla probabilità, sul riduzionismo, dando sempre rilievo anche ai problemi ontologici. Questo complesso di ricerche e riflessioni lo ha condotto, nella fase iniziale della sua produzione scientifica, a sviluppare una convincente critica della concezione formalista della logica e delle matematiche, sottolineando la ristrettezza del semplice requisito della non contraddittorietà e ristabilendo una piena legittimità di affermare anche in matematica una concezione contenutistica e la validità del concetto di verità.

E' stato fra i primi in Italia ad approfondire lo studio della teoria generale dei sistemi e ad applicarla in diversi settori. In particolare, proprio ricorrendo ad essa è riuscito a delineare una concezione della responsabilità della scienza come ottimizzazione dei diversi valori implicati nell'impresa scientifico-tecnologica che ha riscosso ampio interesse e numerosi consensi e costituisce una delle voci più importanti nel dibattito internazionale contemporaneo, in particolare anche per quanto riguarda le sue ricadute nel campo della bioetica, altro settore in cui egli si è molto impegnato negli anni più recenti.

Il contributo maggiore di Agazzi, comunque, è costituito dalla sua originale teoria dell'oggettività scientifica, in cui si distingue di questa nozione un senso debole (secondo il

quale questa consiste nell'intersoggettività delle proposizioni scientifiche) e un senso forte (quello secondo cui ogni discorso scientifico si riferisce a ben precisi ambiti di oggetti). In entrambi i casi, l'oggetto non va confuso con una cosa del senso comune, bensì risulta dal ritaglio che ogni scienza opera sulle cose ponendosi da un ben preciso punto di vista. Almeno alcuni degli attributi o caratteristiche che una particolare scienza seleziona debbono essere direttamente legati a operazioni di controllo, le quali costituiscono la base dell'accordo intersoggettivo e, al tempo stesso, anche il mezzo per ritagliare gli oggetti specifici di cui una data scienza si occupa. Da queste premesse discende una caratterizzazione generale e non riduzionista del concetto di scienza: è tale ogni forma di sapere dotato dei requisiti di oggettività e di rigore. Pertanto il concetto di scienza risulta non univoco, né equivoco, ma analogico, ossia tale da rispettare, pur nella comunanza dei tratti fondamentali, la specificità dei vari ambiti e stili di indagine.

A partire da queste premesse è possibile rivendicare la portata veritativa della scienza, contro le prospettive convenzionaliste e strumentaliste largamente diffuse nell'epistemologia contemporanea. Si tratta infatti, di richiamare il fatto che la verità è, in un senso fondamentale, una proprietà attribuibile a proposizioni in base alla relazione che queste intrattengono con i propri referenti (ossia con gli oggetti cui effettivamente si riferiscono). La loro verità è quindi relativa in questo senso preciso. Ma allora è facile mostrare come ogni scienza aspiri a stabilire proposizioni vere relativamente ai propri oggetti e che, di fatto, riesce molto spesso a farlo. Ciò consente di sostenere una visione realista della scienza, senza cadere in una prospettiva scienziata, la quale non tiene conto del carattere ad un tempo limitato e rivedibile delle verità scientifiche.

Agazzi ha anche indagato i fondamenti della meccanica quantistica, mostrando l'insufficienza delle nozioni di onda e corpuscolo e la precarietà dell'attuale soluzione ortodossa, delineando inoltre la necessità di uno sforzo di elaborazione di nuovi concetti per comprendere la realtà microfisica. E' stato il primo nel dibattito internazionale nel secondo dopoguerra che ha ripreso la centralità del concetto di simmetria per il problema dell'oggettività, già proposto da Cassirer e Weyl. Per primo in Italia, e tra i primi a livello internazionale, assieme a Suppes, van Fraassen, e Hesse, ha colto l'importanza della nozione di modello per l'interpretazione del concetto di teoria scientifica. Ha trovato una soluzione alla critica al progresso della scienza proposta da Kuhn e Feyerabend, basata sulla distinzione fra le nozioni di oggettività e realtà, che a tutt'oggi resta l'unica risposta adeguata a tale questione.

Per l'ampiezza di tali contributi, la loro originalità e rilevanza, il Consiglio della Facoltà di Lettere e Filosofia propone all'unanimità di conferire la Laurea honoris causa in Teorie della conoscenza, della morale e della comunicazione (classe 18S) a Evandro Agazzi.

COME RIPENSARE OGGI LA FILOSOFIA DELLA SCIENZA
Lectio magistralis per la laurea *honoris causa* in
Teorie della conoscenza, della morale e della comunicazione
Facoltà di Lettere e Filosofia, Università di Urbino “Carlo Bo”
17 novembre 2006

Evandro Agazzi

Presidente della *Académie Internationale de Philosophie des Sciences*
agazzi@nous.unige.it

PREAMBOLO

Rettore Magnifico, Chiarissimo Preside della Facoltà di Lettere e Filosofia, stimati Colleghi di questa e di altre Università, Eccellenza Rev.ma Mons. Arcivescovo di questa Diocesi, Autorità, amici e studenti presenti in quest’Aula, permettete che, prima di iniziare la lectio magistralis che il rituale accademico vuole sia tenuta dallo studioso cui viene conferito un dottorato honoris causa, io mi conceda qualche istante per esprimere il particolare sentimento di soddisfazione che provo incontrandomi una volta ancora ad Urbino. E’ questa una delle piccole preziose gemme che incastonano la nostra terra italica e dalle quali irraggia un messaggio ininterrotto di cultura gloriosa e irripetibile, una testimonianza di come l’eccellenza si possa non di rado concentrare in spazi ristretti, quasi appartati, dove può svilupparsi lontano dal frastuono, dalla concitazione e dalla superficialità della vetrina mediatica. Parlo così pensando non soltanto alla storia gloriosa di un passato scandito da eccezionali figure di artisti, da una corte munifica e splendida, di cui ancora parlano le pietre vive di monumenti e palazzini, così come le raccolte dei musei. Parlo così pensando anche al presente, un presente di cui sono stato varie volte testimone diretto, da quando il nobile orgoglio di un ligure illustre (e ne sono fiero, io ligure d’adozione) ha reso Urbino e la sua Università un luogo alto della cultura italiana, un luogo cui un intellettuale viene come in pellegrinaggio, perché Urbino non solo vive nella cultura, ma della cultura.

Queste sono, in certo modo, ragioni generali del sottile fascino di Urbino, ma a queste se ne aggiungono per me altre di carattere più personale e legate in modo particolare alla mia vita di filosofo. A Urbino insegnò per alcuni anni, a partire dal 1940 in cui vinse il concorso alla cattedra di Filosofia teoretica, Gustavo Bontadini, una delle figure più significative della filosofia italiana e mio diretto e venerato maestro (proprio qui uscì nel 1943 la seconda edizione della sua opera fondamentale, Saggio di una metafisica dell’esperienza). Uno dei

migliori allievi di Bontadini, e mio collega come suo assistente nell'Università Cattolica, rimasto poi mio costante amico, era Italo Mancini, acuto pensatore e fine teologo, che trascorse tutta la vita accademica nella sua Urbino, lasciando di sé un ricordo che ancora perdura, oltre che una valida scuola di allievi, che io pure conosco ed apprezzo. Altra figura di filosofo urbinato a me carissimo (egli pure allievo di Bontadini) era Enrico Garulli, con il quale collaborai in varie iniziative, legate in particolare all'attività della Società Filosofica Italiana, in seno al cui Direttivo ho operato per alcuni lustri. Proprio ad Urbino, in occasione del Congresso Nazionale di Filosofia tenutosi nel 1978, fui eletto Presidente della SFI, mentre nel Direttivo veniva confermato un altro filosofo di questa Università, Pasquale Salvucci. I miei contatti con Urbino si sono ulteriormente consolidati dopo che vi è giunto Gino Tarozzi, filosofo della scienza con cui ho avuto una lunga consuetudine di corrispondenza e scambi, che ha condotto studi importanti nel campo della filosofia della fisica e che, in particolare, condivide con me una concezione "realista" della scienza. Come conseguenza di questa amicizia e collaborazione ho partecipato a convegni, incontri e seminari da lui organizzati, alcuni dei quali si sono svolti proprio ad Urbino. In tali occasioni ho anche avuto la possibilità di conoscere ed apprezzare alcuni suoi validi collaboratori e discepoli, che assicurano a questa Università una continuità nel campo della filosofia della scienza che, nonostante le apparenze, non è facile realizzare nella maggior parte delle università italiane.

Arresto qui il dipanarsi dei ricordi e delle associazioni di idee, che potrebbe ancora continuare a lungo. Quanto ho detto è sufficiente a far comprendere quanto mi sia gradito non soltanto il significativo onore legato al conferimento di un dottorato honoris causa, ma anche e soprattutto il fatto che, attraverso questo titolo, vengo accolto in una comunità accademica altamente qualificata, alla quale sono sinceramente onorato di appartenere.

1. L'EMERGERE DELLA FILOSOFIA DELLA SCIENZA

La filosofia della scienza è venuta costituendosi come branca specializzata della filosofia soltanto a cavallo tra la fine dell'Ottocento e gli inizi del Novecento, poiché in precedenza le considerazioni filosofiche sulla scienza - anche se impegnative, estese e di non poco rilievo - erano rimaste sostanzialmente incluse in sistemi filosofici complessivi, solitamente come parti di più generali discorsi di teoria della conoscenza. Con l'accentuarsi della *professionalizzazione* e relativa *specializzazione* della filosofia, iniziata proprio nel periodo storico sopra indicato e divenuta predominante nel corso del Novecento, anche la filosofia della scienza (o delle scienze, come si è preferito denominarla in alcuni contesti culturali) si è venuta stagliando come un complesso ben individuato di temi, problemi e metodi. Il suo sorgere non è stato casuale bensì motivato da una *crisi*, come quasi sempre è accaduto nella storia del pensiero filosofico per i vari ripensamenti e rinascite che hanno interessato le sue diverse branche, dalla gnoseologia, alla filosofia politica, all'etica, alla metafisica, all'estetica. In particolare, la posizione di privilegio assunta dalla scienza moderna in seno alla filosofia è stata, almeno in parte, conseguenza di una crisi, quella della conoscenza me-

tafisica, la quale ha indotto Kant a porre la domanda fondamentale della *Critica della ragion pura*: «se la metafisica è possibile come scienza», ossia come conoscere dotato di universalità, necessità e certezza (secondo la concezione classica della scientificità). Con ciò non si era ancora costruita una vera e propria filosofia delle scienze, bensì una gnoseologia che assumeva tacitamente le scienze esatte dell'epoca come modello di conoscenza. La filosofia della scienza, come branca specializzata della filosofia, nacque circa un secolo dopo, quando entrò in crisi proprio quella concezione (che diremo “classica”) della scientificità come sapere dotato di certezza, basato sull'evidenza delle intuizioni intellettuali e il rigore logico delle dimostrazioni, che Kant aveva dato per scontato.

2. LA CRISI DELLA MATEMATICA CLASSICA

La crisi suddetta riguardò specialmente le due scienze (la matematica e la fisica) che, alla fine del Settecento, sembravano aver raggiunto un assetto stabile e canonico, al punto da essere assunte come incontestabile modello del sapere da parte di Kant, che proprio riferendosi ad esse elaborò la sua dottrina trascendentale del conoscere. La sistemazione kantiana, tuttavia, non poteva evitare che i “matematici al lavoro” dovessero cimentarsi con non pochi problemi lasciati in eredità dalla matematica del Settecento e riguardanti, in particolare, l'impiego dei concetti di infinitesimo, di infinito, di continuità, di funzione (per quanto concerne l'analisi) e la soluzione del problema del postulato delle parallele (per quanto concerne la geometria). Nasceva così quello che, più tardi, venne chiamato il “problema dei fondamenti” della matematica e che alimentò lungo l'Ottocento cospicue indagini sulle quali non possiamo ora soffermarci, tutte tese a garantire al sapere matematico quelle basi *evidenti* e indiscutibili che potessero giustificare la certezza di cui si è sempre tradizionalmente fregiato. Verso la fine dell'Ottocento, sembrava che la teoria degli insiemi fornisse quel fondamento ultimo sul quale è possibile edificare logicamente, attraverso successive “costruzioni”, l'intero edificio della matematica e, seguendo un cammino indipendente, Frege era pervenuto a un risultato analogo: utilizzando la nozione di “classe” (per molti aspetti analoga a quella di insieme), che egli considerava puramente *logica* e che lo condusse ad elaborare una riduzione dell'aritmetica alla logica (per di più, sviluppò grandemente il requisito del “rigore” elaborando un sistema di *logica simbolica* molto più complesso e avanzato di quelli già usati da Peano e altri autori contemporanei). A questo punto esplose tuttavia la *crisi dei fondamenti* della matematica, poiché tanto nella teoria cantoriana degli insiemi quanto in quella fregeana della classi risultarono correttamente formulabili (utilizzando senza particolari limitazioni alcuni principi in apparenza del tutto “evidenti”) delle *antinomie*, ossia delle coppie di proposizioni fra loro contraddittorie e tali che l'una implica logicamente l'altra, pertanto l'intera teoria che le contiene appariva minata da contraddizione. Alla crisi

dell'evidenza matematica si era pervenuti anche sul terreno della geometria, al punto da rivedere radicalmente lo strumento principe che, sin dall'antichità, doveva caratterizzare la conoscenza scientifica, ossia il metodo assiomatico. Questo aveva ricevuto una interpretazione del tutto nuova in seguito alla costruzione delle geometrie non euclidee: pur essendo mutuamente incompatibili fra loro e con la geometria euclidea - se pensate come descrizioni "vere" delle proprietà delle figure geometriche intese come entità spaziali - esse non avevano rivelato contraddizioni interne e, anzi, era stato possibile mostrare che l'eventuale contraddittorietà dell'una trascinerrebbe la contraddittorietà delle altre, a dispetto della natura anti-intuitiva delle non euclidee. Venne così sbiadendo l'idea che le teorie geometriche (e quelle matematiche in generale) intendano trattare di loro specifici oggetti ed esse furono concepite come "sistemi ipotetico-deduttivi", ossia, almeno idealmente, come sistemi di enunciati vuoti di significato e legati fra loro da semplici nessi di conseguenza logica, sistemi puramente *formali*, ai quali molteplici significati possono eventualmente essere attribuiti mediante "interpretazioni" su campi di oggetti che si possano ritenere dati in qualche modo, astratto o concreto. L'unico limite all'arbitrarietà nella costruzione di tali sistemi assiomatici era che essi fossero internamente non contraddittori.

Le diagnosi della crisi e le terapie per superarla furono diverse, ma è interessante osservare che alla base di ciascuna si colloca una diversa opzione ontologica, ossia un modo di intendere l'*esistenza* degli oggetti matematici. Così i *logici* e i *platonisti* (tipicamente Frege e Russell) ritenevano che gli enti logici e matematici esistono effettivamente e che le antinomie dipendono dal nostro modo di descriverli; quindi il rimedio va cercato in una opportuna rigorizzazione del linguaggio (è questo lo spirito della teoria dei tipi russelliana). Gli *intuizionisti* al contrario (come Brouwer) sostennero che le antinomie sorgono dall'aver ammesso la considerazione di insiemi infiniti attuali, mentre esistono matematicamente soltanto enti che si possono costruire mediante operazioni finitamente controllabili in modo intuitivo. Una proposta diversa caratterizza la scuola *formalista* fondata da Hilbert, che concepiva le matematiche secondo lo spirito con cui era venuto riconfigurandosi il metodo assiomatico e, quindi, finiva col ridurre l'esistenza matematica, sostanzialmente, alla non contraddittorietà. Secondo Hilbert possiamo tranquillamente ammettere teorie che trattano di enti infiniti, purché siano rigorosamente assiomatizzate e il loro sistema assiomatico risulti non contraddittorio. Tale non contraddittorietà dovrà essere mostrata utilizzando, a livello di "metateoria", strumenti elementarissimi di tipo intuitivo e combinatorio, detti "finitisti" (e riguardanti le manipolazioni dei segni grafici mediante cui sono costruiti gli assiomi e le dimostrazioni). Il suo "programma" era quello di conseguire tale risultato almeno per il sistema assiomatico più semplice, quello dell'aritmetica elementare. Come è noto, un corollario del famoso "teorema di Gödel" del 1931 provava l'impossibilità di dimostrare la non contraddittorietà di un sistema formale (sufficientemente ricco

da poter formalizzare l'aritmetica elementare e supposto non contraddittorio) ricorrendo a strumenti ad esso "interni", ossia in esso formalizzabili, quali erano in particolare i metodi finitisti di Hilbert.

Questi sono stati gli inizi della *filosofia della matematica* del Novecento, chiaramente caratterizzata da discorsi in presa diretta sui contenuti di parecchie teorie matematiche concrete, da sviluppi complessi di numerose tecniche di indagine (essenzialmente sviluppate in seno alla logica matematica), ma anche sorretti e sospinti da precisi interessi filosofici riguardanti l'ontologia degli enti matematici, la portata dei metodi conoscitivi impiegati, i rapporti fra non contraddittorietà ed esistenza, il possibile significato della nozione di verità in matematica e via dicendo. Questo quadro è venuto sviluppandosi lungo tutto il secolo e ha conosciuto anche l'apertura di nuovi orizzonti, ad esempio in seguito all'introduzione di punti di vista "empiristi" nella stessa visione della matematica, o circa il modo di concepire dimostrazioni e soluzioni di problemi in seguito allo sviluppo dei calcolatori elettronici. Anche se, di quando in quando, la vigoria della filosofia della matematica è parsa attenuarsi per l'esaurirsi storico delle classiche impostazioni "fondazionali" d'inizio secolo, in realtà questa filosofia ha continuato a vivere grazie alla molteplicità dei suoi stili di ricerca e delle concezioni filosofiche che li sottendono.

3. LA CRISI DELLA FISICA CLASSICA

Un andamento analogo si riscontra anche nel campo della fisica. Qui il "fondamento" appariva costituito dalla meccanica alla quale, durante la prima metà dell'Ottocento, erano state ridotte (attraverso opportune interpretazioni dei rispettivi fenomeni) discipline fisiche originariamente autonome, come l'acustica e l'ottica, e sembravano avviate a ricevere analogo assorbimento anche la teoria del calore e l'elettromagnetismo. Tuttavia proprio le estreme difficoltà, e alla fine i riconosciuti insuccessi, incontrati nel fornire interpretazioni e spiegazioni meccaniche del secondo principio della termodinamica, per un verso, e del campo elettromagnetico, per altro verso, avviarono già negli ultimi decenni di quel secolo quella "crisi dei fondamenti" della fisica che doveva esplodere in maniera ben più drammatica nei primi anni del Novecento con la creazione della teoria dei quanti e della relatività. Senza neppur menzionare i contenuti tecnici delle questioni (che del resto sono stati ampiamente illustrati anche in serie pubblicazioni divulgative), interessa qui rilevare che i dibattiti sorti fra gli scienziati rivelarono sin dall'inizio un chiaro taglio filosofico e, in particolare, gnoseologico: le teorie fisiche vennero considerate come costrutti intellettuali che aspirano ad essere anche "rappresentazioni" del mondo materiale e, mentre prima sembrava pacifico che esse svolgessero adeguatamente tale funzione, si incominciò a sottilizzare su tale aspetto. Se alcuni autori, come Hertz, si limitavano a dare un'interpretazione minimalista di tale capacità di rappresen-

tazione, altri, come Mach, giungevano a negare la portata e addirittura l'intento conoscitivo delle teorie scientifiche, attribuendo loro il ruolo di schemi "economicamente" utili dal punto di vista intellettuale per inquadrare ampie classi di contenuti percettivi e compiere previsioni attendibili, e aventi quindi il carattere di convenzioni *utili* ma non già quello di rappresentazioni vere o anche solo verosimili. Mach sosteneva queste tesi sin dal 1883 (nel famoso libro *La meccanica nel suo sviluppo storico-critico*), ossia vent'anni prima della nascita dell'idea dei quanti, e si faceva in tal modo antesignano di quella concezione *antirealista* della scienza che avrebbe incontrato molti seguaci nel corso del Novecento. Era, il suo, un antirealismo consapevole e convinto che egli qualificava, positivisticamente, come esplicita posizione *antimetafisica*. Gli inutili tormenti intellettuali dei pur geniali scienziati che si sono sforzati invano di inquadrare nella meccanica i nuovi concetti e principi della termodinamica e dell'elettromagnetismo derivavano, secondo lui, dall'aver attribuito alla meccanica il ruolo di conoscenza vera della struttura fondamentale della realtà fisica, dall'aver attribuito ai suoi concetti e principi lo statuto di fondamenti logici e ontologici, invece che quello contingente di una antecedenza cronologica rispetto ai successivi sviluppi della scienza. Con ciò la meccanica era stata caricata di un'impropria valenza metafisica che, viceversa, va esclusa da ogni scienza poiché a nessuna scienza compete l'onere di farci conoscere com'è la realtà. A tale compito provvedono esclusivamente le percezioni sensibili immediate e soggettive e l'intelletto non ha funzioni propriamente conoscitive, ma soltanto pragmatiche.

Troviamo qui un'esplicita forma di *empirismo radicale* e di *strumentalismo* che pure avranno largo seguito nel Novecento, e del cui senso è bene rendersi conto. Le crisi menzionate, in sostanza, possono esser considerate come "crisi della visualizzabilità" degli enti della fisica, nel momento in cui essi appaiono come degli *inosservabili* che si tenta di comprendere mediante modelli *intuitivi*. Di fronte alle difficoltà emerse nella costruzione di tali modelli si aprono sostanzialmente due strade: l'una consiste nel riconoscere che *l'intelletto* è in grado di farci conoscere anche al di là di quanto è intuitivamente modellabile, e allora si rimane in una concezione realista della scienza; oppure si ritiene che là dove non arriva la diretta percezione sensibile non c'è conoscenza, e allora si cade nell'*antirealismo*. L'*empirismo radicale* corrisponde a questa seconda scelta, ma è il caso di sottolineare che, essendo la scienza naturale moderna quasi per intero una scienza dell'*inosservabile*, questa opzione implica che si tolga la caratteristica di conoscenza alla scienza, ossia a quella forma di sapere a cui la modernità aveva attribuito quasi il monopolio della conoscenza.

Non possiamo, d'altro canto, sorvolare sul fatto che anche quella che possiamo chiamare l'intuizione intellettuale (ossia la chiarezza non già delle immagini, ma dei *concetti*) aveva passato la sua crisi, soprattutto con la nascita dei quanti e della relatività. Si pensi al fatto di dover conciliare continuità e discontinuità nell'interpretazione del mondo microfisico, alla dualità della rappresentazione corpuscolare e ondulatoria delle particelle elementari, all'indeter-

minatezza di principio nell'attribuzione simultanea di valori a grandezze coniugate a livello microfisico, alla necessità di considerare la massa e le dimensioni spaziali di un corpo non più come le sue proprietà più inalterabili e intrinseche, ma come variabili in funzione della sua velocità, per non parlare delle interdipendenze fra due "entità" concettualmente tanto distinte quanto lo spazio e il tempo e, per finire, della conversione da una concezione "deterministica" a una "probabilistica" delle leggi naturali, con la correlata riconsiderazione del principio di causalità.

Questi fatti ben noti hanno alimentato, nei primi decenni del Novecento, dibattiti filosofici vasti e approfonditi sulla fisica, in cui sono intervenuti i maggiori scienziati del tempo, ma anche filosofi forniti di una sufficiente competenza scientifica; dibattiti che hanno riguardato temi di filosofia della conoscenza, di ontologia e metafisica, di filosofia della natura, di metodologia delle scienze e nei quali sono emerse le più diverse posizioni. Tutto ciò sta a confermare che una *filosofia della fisica* si sviluppò robustamente a partire dalla crisi dei fondamenti della fisica e contribuì notevolmente alla costituzione della filosofia della scienza come branca ormai specializzata della filosofia.

4. IL PREDOMINIO DELL'EMPIRISMO LOGICO

Gli sviluppi successivi di questa branca assunsero ben presto una direzione particolare, dovuta al fatto che la filosofia della scienza divenne quasi monopolio del movimento neopositivista e delle correnti che ne accolsero l'eredità culturale. Il movimento costituitosi negli anni Venti e Trenta del Novecento nei circoli di Vienna e Berlino condivideva col vecchio positivismo l'impostazione *scienziata* (ossia la considerazione della scienza come unica forma autentica di conoscenza) e l'esplicito programma *antimetafisico* e abbracciava inoltre l'*empirismo radicale* di Mach e la connessa svalutazione della funzione conoscitiva dell'intelletto. La novità era costituita dall'adesione a quella "svolta linguistica" che ha caratterizzato tanta parte della filosofia contemporanea e che tendeva a ridurre la filosofia ad analisi del linguaggio. Questa analisi, poi, era concepita, sulla scorta degli insegnamenti di Frege e tanti altri filosofi della matematica, come *analisi logica* del linguaggio scientifico, che doveva servirsi con perizia dei calcoli e delle tecniche sviluppate dalla logica matematica. Di qui il nome di *empirismo logico* con cui il movimento neopositivista ha accettato di qualificarsi e che, in particolare, includeva la concezione puramente formalistica della logica e della matematica. Soprattutto l'impiego sistematico di queste tecniche conferiva ai lavori degli empiristi logici l'aspetto di trattazioni estremamente rigorose e "scientifiche", e proprio l'apparente neutralità filosofica delle loro ricerche permise il rapido confluire in questo movimento di studiosi dalle più diverse provenienze culturali, specialmente attraverso una serie di importanti congressi internazionali e la pubblicazione di una prestigiosa rivista come *Erkenntnis*.

Dopo la diaspora dei neopositivisti in seguito alle persecuzioni naziste e il loro fortunato trasferimento negli Stati Uniti, il tipo di filosofia della scienza da loro inaugurato, disponendosi con lo spirito della filosofia analitica e con il pragmatismo ben diffusi nel mondo angloamericano, divenne assolutamente predominante e costituì il paradigma della filosofia della scienza anche dopo la seconda guerra mondiale, quando la filosofia della scienza angloamericana agì da modello quasi ufficiale della filosofia della scienza anche su quell'Europa che pur le aveva dato i natali agli inizi del Novecento. Un effetto non trascurabile di questo fenomeno culturale è stato la messa in ombra di pur importanti tradizioni di filosofia della scienza che si erano sviluppate fuori dal solco logico-empirista ed analitico, a tal punto che, ancor oggi, nei manuali standard di filosofia della scienza (compresi quelli scritti da autori non anglosassoni) non si trovano neppure citati non diciamo i grandi scienziati che nei primi decenni del secolo scrissero cose non banali su parecchi problemi filosofici della scienza, ma neppure nomi come quelli di Duhem, Poincaré, Meyerson, Bachelard, Gonthier, Dingler, Enriques, ossia di autori che scrissero esplicitamente opere di filosofia della scienza non limitate ad analisi logico-linguistiche del discorso scientifico.

Questa filosofia della scienza, che possiamo chiamare "analitico-empirista", ha prodotto un'amplissima messe di pubblicazioni e anche un cospicuo bagaglio di "risultati", i più significativi dei quali possono probabilmente essere considerati quelli ottenuti nell'analisi logico-formale di alcuni requisiti metateorici relativi alle teorie scientifiche (specialmente di tipo matematico, ma anche di tipo empirico), quali la riducibilità fra teorie, i loro rapporti reciproci di non contraddittorietà, la natura e potenza dei calcoli logici più adatti al loro trattamento formale, lo sviluppo di calcoli logici per formalizzare le metodologie della conferma empirica e via dicendo. Meno significativi, invece, si possono considerare molti altri che, pur essendo "corretti", appaiono essenzialmente come proliferazioni di casistiche e sottoproblemi estratti più o meno artificialmente da pubblicazioni più importanti, secondo uno stile di lavoro di routine diffuso nel campo delle scienze e che corrisponde abbastanza bene a quello che Kuhn chiamava lo statuto della "scienza normale". Poiché abbiamo menzionato Kuhn, possiamo aggiungere che, secondo il suo modo di vedere che riteniamo almeno in parte condivisibile, la scienza "normale" è quella che si sviluppa come svolgimento di un determinato *paradigma*. Nel nostro caso, possiamo ben dire che la filosofia della scienza analitico-empirista si sviluppava all'ombra del paradigma già ricordato e le cui linee essenziali erano: riduzione delle scienze a costrutti linguistici, empirismo radicale come requisito gnoseologico, utilizzo dei metodi e risultati della logica formale e della filosofia del linguaggio come strumenti di analisi filosofica.

5. LA CRISI DELLA FILOSOFIA ANALITICA DELLA SCIENZA

Questo paradigma, come è noto, entrò in crisi e l'opera di Kuhn *La struttura delle rivoluzioni scientifiche* (1962) è considerata non senza ragioni l'evento più significativo di tale crisi. Vale comunque la pena di sottolineare che in realtà quel paradigma si era già incrinato per ragioni interne. Infatti l'empirismo radicale aveva indotto i neopositivisti a sostenere che l'intero apporto conoscitivo delle scienze empiriche è contenuto nelle *osservazioni* sensibili, il cui resoconto si ottiene ricorrendo ai *termini osservativi*. Il fatto che ogni scienza empirica contenga numerosi termini non osservativi, detti per questa ragione *teorici*, si spiega con motivazioni di comodità pratica (come aveva sostenuto Mach), ma essi sono in linea di principio "eliminabili" nel senso che, mediante opportune analisi logiche, possono venir "definiti" o "ridotti" ai termini osservativi. Il pluridecennale sforzo di eseguire concretamente tale programma di riduzione, come è noto, fallì, non tanto per le difficoltà logico-formali incontrate (che indussero a progressive "liberalizzazioni" del criterio di stretta empiricità), ma perchè alla fine emerse addirittura l'impossibilità di distinguere nettamente la classe dei termini osservativi da quella dei termini teorici poiché, secondo la tesi dell'*olismo semantico* di Quine, il significato di ogni termine dipende dall'intero contesto teorico in cui esso compare, cosicché tutti i termini sono in certa misura teorici (ossia "carichi di teoria" o *theory-laden*).

Quella dell'olismo semantico era, evidentemente, una particolare tesi di filosofia del linguaggio, che aveva unilateralmente ridotto ad un solo elemento i due componenti della nozione di significato che la tradizione aveva messo in evidenza e anche Frege aveva ripreso, ossia il *sensu* e il *referente*. I logici matematici, dopo una prima fase in cui si erano limitati a studiare gli aspetti sintattici dei calcoli logici, avevano sviluppato una "semantica" dei sistemi formali presentandola come un modo di "interpretarli" su opportuni "universi di oggetti" (ossia di referenti) e dando avvio in tal modo alla "teoria dei modelli" di tipo strettamente estensionale. I filosofi analitici del linguaggio, viceversa, avevano sempre più posto l'accento sul "senso" delle espressioni linguistiche, sul fatto che esso dipende dall'uso e dal contesto, dalle regole dei diversi "giochi linguistici", rendendo sempre più difficile dar ragione della portata referenziale del linguaggio stesso. Entrambe le unilateralità si rivelarono perniciose quando si tentò di utilizzare i risultati conseguiti applicandoli all'analisi delle scienze empiriche. L'uso della teoria standard dei modelli si rivelò insufficiente per caratterizzare il "modello inteso" delle singole teorie empiriche, mentre l'olismo semantico si presentò come una barriera invalicabile sulla strada di un'interpretazione *logica* della *dinamica* delle teorie, ossia del fatto che una teoria T viene sostituita da un'altra teoria T' quando si scopra un fatto empirico E che risulta incompatibile con T ed è invece spiegato da T'. In un'interpretazione strettamente linguistica, infatti, non si può parlare di un fatto E, bensì solo di un enunciato E che si suppone descriva un fatto, ma E (quand'anche sia este-

riormente identico in T e in T') non ha il medesimo significato nelle due teorie, ossia non dice le stesse cose; pertanto non ha senso dire che è incompatibile con T e invece spiegabile in T'. Le teorie sono sempre *incommensurabili* e, pertanto, non ha senso neppure dire che una è migliore dell'altra: non si può parlare di *progresso nella scienza*.

6. LE EPISTEMOLOGIE POST-EMPIRISTE

Queste notissime conclusioni hanno avuto conseguenze diverse, a seconda dell'atteggiamento che le persone hanno assunto nei confronti della *portata conoscitiva* della scienza. Gli scienziati militanti, i quali in fondo non possono fare a meno di credere nella portata conoscitiva della scienza e nel fatto che in essa la conoscenza progredisce, hanno accentuato un disinteresse nei confronti della filosofia della scienza, che viceversa tenevano in pregio agli inizi del Novecento e anche durante gli anni del neopositivismo, quando vedevano che le indagini filosofiche si sforzavano di analizzare i procedimenti effettivi e i contenuti della ricerca scientifica, invece che baloccarsi con speculazioni logico-linguistiche artificiali e inutilmente paradossali. Molti filosofi della scienza, che pure ritengono che questa sia una forma di conoscenza autentica e capace di progresso, hanno rifiutato la *received view*, ossia il paradigma tradizionale logico-linguistico, secondo cui le teorie scientifiche sono costrutti linguistici che servono a spiegare deduttivamente enunciati empirici e le cui strutture sono totalmente analizzabili in termini di rapporti logico-formali. Essi hanno dato vita a diverse forme di filosofia della scienza che si suole indicare come "post-empirista" e che, in molti casi, proseguono linee di ricerca che il paradigma analitico-empirista aveva in parte offuscato. Finalmente, non sono pochi coloro che, dal fallimento del paradigma logico-empirista che proponeva il volto di una scienza rigorosa e sicura, hanno tratto la conclusione che la scienza non è per nulla un'impresa di tal genere e, pertanto, sono confluiti in quelle tendenze di anti-scienza che, in base ad altre motivazioni, hanno allignato in vari strati della cultura contemporanea.

Non ci interessa qui passare in rassegna queste varie linee di tendenza, quanto piuttosto approfondire il senso della crisi del modello analitico-empirista. Come si è visto, questa crisi si è evidenziata quando l'attenzione si è concentrata sulla *dinamica* delle teorie scientifiche. Infatti, finché ci si limitava allo studio della loro *struttura*, si poteva assumere quel modello come una consapevole "idealizzazione" che (come gli stessi neopositivisti facevano notare) proponeva una "ricostruzione logica" e non una descrizione fedele di quanto accade nella conoscenza scientifica: i riferimenti concreti erano scarsissimi, molto approssimativi e offerti più come esemplificazioni didatticamente utili che come corroborazioni effettive del discorso sviluppato, discorso che, in sostanza, pretendeva mostrare "come è fatta" una teoria e non già "perché la si

accetta". Di tanto in tanto anche questo problema affiorava perché, ad esempio, non è mai stato ignorato il fatto che una teoria non è mai stabilita con assoluta certezza anche se confermata da molti e differenziati controlli sperimentali, oppure il fatto che possono coesistere (o essere proposte) teorie diverse e tuttavia in grado di spiegare i medesimi fatti empirici. In tali casi gli scienziati fanno comunque delle scelte che, non potendosi basare puramente sull'adeguatezza empirica e la coerenza logica, utilizzano altri criteri come la semplicità, l'eleganza, la fecondità in previsioni, l'ampiezza di connessioni con altri campi della scienza, il carattere causale dei nessi istituiti, il livello di generalità e via dicendo. Sono, come si vede, criteri abbastanza diversi da quelli dell'economicità o comodità di cui parlavano Mach e Poincaré; essi hanno un sapore più "conoscitivo" ed è questa la ragione per cui, in tempi recenti, sono stati chiamati "valori epistemici". Essi non offrono l'univocità di applicazione di cui godono, almeno idealmente, l'evidenza empirica e l'argomentazione logica, ma alludono pur sempre a qualche caratteristica che si suppone intrinseca ed oggettiva.

7. LA SVOLTA SOCIOLOGICA

Con Kuhn, viceversa, viene esplicitamente fatto largo spazio ad un criterio storico-sociologico: la filosofia della scienza non può fare un discorso ideal-tipico con sapore normativo, descrivendo una scienza che in realtà non si pratica mai in concreto, ma che si delinea dicendo che cosa sarebbe una scienza fatta con tutti i requisiti che le meritino di esser considerata tale. Una tale scienza non ha riscontro fattuale, mentre, andando a vedere come lavorano per davvero gli scienziati, ci si rende conto che essi operano suddivisi in comunità caratterizzate dalla condivisione di un complesso sistema di presupposti concettuali, di conoscenze date per scontate, di criteri metodologici per circoscrivere i problemi riconosciuti come scientifici e valutare le loro soluzioni. Tale complesso viene chiamato "paradigma" e gli scienziati lavorano in esso, accumulando risultati e risolvendo rompicapi quando nuovi fatti empirici sembrano difficilmente inquadrabili in esso. Fintanto che la fiducia nel paradigma persiste, difficoltà logiche e controesempi empirici non inducono ad abbandonarlo, ma quando l'accumularsi di simili inconvenienti e la loro serietà crescono, il paradigma incomincia ad entrare in crisi e viene repentinamente abbandonato quando un nuovo paradigma si affacci all'orizzonte e riesca a convincere la comunità scientifica ad accettarlo. Esso non si impone, all'inizio, per una maggior dovizia di supporti empirici e robustezza logica (anzi di solito avviene il contrario), bensì perché propone una nuova visione delle cose che è capace di attrarre il consenso della comunità scientifica, la quale vi si converte secondo dinamiche socio-psicologiche di natura globale, affini a quelle che inducono ad accettare le rivoluzioni sociali e politiche. Rigore logico e adeguatezza empirica erano or-

mai detronizzati come criteri fondamentali per l'accettazione delle conoscenze scientifiche e queste apparivano sempre più come determinate dal contesto sociale: nel caso di Kuhn questo è ancora il microcontesto delle comunità scientifiche, le quali eleggono le *condizioni epistemiche* del sapere scientifico, ma la strada era ormai aperta ad una più generalizzata *concezione sociologica* della scienza, secondo la quale essa è un "prodotto sociale" in piena regola, ossia un'attività totalmente condizionata dalle dinamiche di potere che muovono la società e che produce quelle conoscenze e quelle applicazioni che i diversi poteri le richiedono, indipendentemente da ogni criterio di validità oggettiva. Questa deriva sociologica, che ha incontrato non poca fortuna nel mondo anglosassone in cui era stata preparata dal prestigio accademico conseguito dalla sociologia della conoscenza, trovava significative risonanze nelle teorie neomarxiste (ad esempio della Scuola di Francoforte) che sostenevano la stretta dipendenza della scienza dalla struttura sociale in cui si realizza. Il minimo che si potesse dire è che si perveniva a sostenere un pieno *relativismo sociologico* della conoscenza scientifica, che sfociava molto facilmente nella negazione di una portata veramente conoscitiva della stessa scienza, posta sullo stesso piano delle molte altre pratiche sociali che si attribuiscono la capacità di fornire conoscenze o di indicare pratiche efficaci nei diversi campi dell'esistenza. Ecco perchè questa epistemologia sociologista finiva col portare acqua al mulino dell'antiscienza che stava già diffondendosi in seguito a dinamiche di altra natura.

8. LA CONCEZIONE MULTIDIMENSIONALE DELLA SCIENZA

E' spontaneo chiedersi come mai questa forte contestualizzazione sociale della scienza e questo porne per lo meno in seconda linea il valore conoscitivo abbia incontrato un favore piuttosto diffuso in seno alla stessa cultura occidentale che pure aveva il vanto di aver prodotto la scienza. La risposta emerge dalla considerazione di una vasta gamma di critiche, timori e riflessioni di natura etica e sociale che investirono la tecnologia e, di riflesso, la scienza dopo la fine della seconda guerra mondiale. L'innescò fu dato dall'impatto psicologico che ebbe su molta parte dell'opinione pubblica e su non pochi scienziati l'esplosione della prima bomba atomica, cui seguirono i timori di una guerra nucleare provocata dalla corsa agli armamenti da parte delle superpotenze rivali, presto dilatatisi in timori di disastri ecologici provocati dagli usi pacifici dell'energia nucleare e, di lì, in preoccupazioni per la contaminazione dell'ambiente conseguente all'accelerazione dello sviluppo industriale. Sono cose ben note e che non richiedono particolari illustrazioni. Le accomuna un profondo mutamento nel giudizio di valore complessivo assunto di fronte alla scienza: mentre nella tradizione dell'Occidente questa era stata considerata, quasi sempre, come intrinsecamente positiva e come fattore essenziale del progresso dell'umanità, essa veniva ora guardata con sospetto e vista piuttosto

come un elemento negativo, capace addirittura di minacciare la sopravvivenza dell'umanità. Si può certamente osservare che i danni prodotti e i pericoli ipotizzati derivano da una serie di realizzazioni *tecnologiche* e non dalle conoscenze *scientifiche*, tuttavia è innegabile che, oggi, è ancora possibile *distinguere* concettualmente scienza e tecnologia, ma non certo *separarle* e, nella percezione comune, esse tendono facilmente a identificarsi. E' così che il giudizio negativo sulla tecnologia, espresso con riferimento a valori in senso lato morali, sociali e politici, è stato esteso anche alla scienza, intaccando quello che in precedenza era apparso come un principio fondamentale della cultura occidentale, ossia la *neutralità assiologica* della scienza, considerata come un caposaldo della sua *oggettività*. Ma tutto questo avveniva appunto, come già osservato in precedenza, in un clima culturale in cui l'oggettività della scienza veniva contestata e presentata talora addirittura come una maschera dietro cui cercava di nascondersi la sua dipendenza rispetto ai poteri della società. Al di fuori delle posizioni estreme di esaltazione incondizionata o di condanna senza appello, va preso atto che le preoccupazioni di ordine etico, sociale e politico nei confronti della scienza e della tecnologia sono diventate temi comuni di dibattito in seno alle nostre società ed hanno fatto emergere come esigenza generalmente avvertita quella della cosiddetta *responsabilità* di scienza e tecnica.

Questo ampio fenomeno ha provocato, specialmente gli inizi, un dibattito piuttosto vivace in seno alla cultura filosofica occidentale e addirittura il delinearsi di gelosie accademiche. Per un verso, infatti, non pochi filosofi della scienza di professione continuavano a pensare che questa doveva limitarsi a quelle analisi logico-linguistiche e metodologiche che ne avevano caratterizzato l'impostazione di stampo empirista e analitico e consideravano come una perdita di "serietà" l'accettare che la filosofia della scienza potesse aprirsi a considerazioni tanto vaghe e discussioni tanto sterili come sono quelle di natura etica, politica e sociale. Anche quando riconoscevano l'interesse culturale di tali tematiche, sostenevano che di esse non deve occuparsi la filosofia della scienza, ma eventualmente qualche altra branca della filosofia. In questo atteggiamento costoro si trovavano alleati con un certo numero di professori universitari di etica, filosofia sociale e filosofia politica che, attratti dalla popolarità raggiunta da tali tipi di questioni, volevano monopolizzarne la trattazione, contestando a quei filosofi della scienza che le ponevano a tema dei loro corsi, il diritto a trattarne, quasi che volessero sconfinare in un campo non loro.

Al di là e al di sotto delle gelosie di mestiere, queste dispute rispecchiano una situazione oggettivamente complessa e che, una volta ancora, rivela una *crisi* della scienza che richiede un ripensamento della filosofia della scienza. Come si è visto, la nascita della filosofia della scienza come branca specializzata della filosofia scaturì da una crisi concernente il *valore conoscitivo* della scienza, e i tentativi di superarla consistettero in analisi della struttura conoscitiva delle scienze e in sforzi di delimitare e salvare in tal modo la loro portata conoscitiva. Questo modo di concepire e praticare la filosofia della scienza poggiava sul tacito

presupposto che la scienza è essenzialmente *conoscenza* e addirittura (secondo una prospettiva costante nella storia dell'Occidente) la miglior forma di conoscenza o di *sapere*. La svolta post-empirista, che di solito è interpretata come conseguenza del fallimento dello sforzo di garantire la portata conoscitiva della scienza e viene pertanto collocata ancora sul piano gnoseologico, costituisce in realtà l'emergere di una diversa *concezione* della scienza, secondo cui essa non è essenzialmente un'impresa conoscitiva. Questo è il vero nodo della *crisi*: l'intreccio divenuto sempre più inestricabile della scienza con la tecnologia, le fittissime relazioni di questa con la produzione industriale, gli ampi impatti sociali di questa produzione, le conseguenze di natura politica ed etica che tutto ciò comporta hanno fatto sì che la scienza stessa dovesse risentire il riverbero di una simile situazione complessa, al punto che continuare a pensarla come un sistema di "sapere" appariva per lo meno troppo parziale, se non addirittura fuorviante. Ebbene, poiché fare filosofia di un qualche cosa significa in sostanza *pensarla*, comprenderla attraverso il pensiero, ne consegue facilmente che, nella misura in cui è emersa la natura complessa della scienza nel mondo attuale, anche la filosofia della scienza debba concentrarsi sulla natura e le conseguenze di una tale complessità, ossia allearsi a una filosofia della tecnologia nel cui seno far emergere i rapporti di *feedback* che, senza cancellare le differenze, sussistono fra conoscenze scientifiche e realizzazioni tecnologiche; non ignorare o sorvolare sulle ripercussioni e sui condizionamenti che il "fare scienza" oggi comporta nei confronti del contesto sociale e politico; indagare le questioni etiche, antropologiche e culturali che sorgono dalle nuove situazioni prodotte dall'incremento delle conoscenze scientifiche e dallo sviluppo tecnologico.

In questo consiste il "ripensamento" della filosofia della scienza che intendiamo difendere e che implica anche una dilatazione delle categorie e degli strumenti che la filosofia della scienza deve ammettere nel suo seno: per la comprensione razionale di questa realtà complessa che è ormai la scienza, è indispensabile utilizzare tutti gli strumenti di cui la filosofia stessa dispone, ossia non soltanto quelli della gnoseologia, della logica formale, della filosofia del linguaggio, ma anche, in particolare, quelli dell'etica, della filosofia sociale e politica, dell'assiologia.

9. SALVAGUARDARE IL VALORE CONOSCITIVO DELLA SCIENZA PUR NELLA CONDUZIONE "RESPONSABILE" DELL'IMPRESA SCIENTIFICA

E' possibile che la proposta sopra avanzata venga accolta con qualche diffidenza non del tutto ingiustificata. Infatti è innegabile che non poche espressioni della filosofia della scienza post-empirista e della cosiddetta "nuova filosofia della scienza" di impianto sociologico hanno avuto come effetto, se non proprio come proposito, quello di screditare l'immagine della scienza come conoscenza oggettiva, di assorbire anche la scienza nell'alveo del relativismo cultura-

le oggi dilagante, di far apparire lo sforzo della scienza come ricerca della verità, ancorché fallibile e parziale, come una sorta di ipocrisia tesa a mascherare l'effettivo asservimento della ricerca scientifica ai semplici interessi del potere economico e politico. Insomma, mentre fino alla metà del Novecento prevaleva nella nostra cultura un'immagine fortemente positiva della scienza, sia dal punto di vista conoscitivo che da quello dei valori morali e sociali, oggi la situazione è in parte rovesciata, proprio grazie anche a questi indirizzi di filosofia della scienza.

Questi danni sono innegabili, tuttavia essi dipendono in larga misura dal fatto che, come abbiamo già notato in precedenza, queste nuove tendenze hanno preteso, più o meno consapevolmente, di muoversi sul terreno *gnoseologico*, ossia di infrangere il dogma, o il mito, dell'oggettività del sapere scientifico. Sottolineando fino all'esasperazione i condizionamenti della scienza da parte del contesto sociale e le conseguenze delle sue applicazioni sulla vita della gente, ed evocando l'imperativo di sottoporre anche la scienza a giudizi e limitazioni imposti da ragioni morali, hanno voluto privare la scienza di quella specie di scudo protettivo che le veniva dal concepirla come "indipendente" (quanto alla *validità conoscitiva* delle sue affermazioni) dai suddetti condizionamenti e giudizi. Ma si è trattato di un deplorabile equivoco, deplorabile perché sciupava proprio il guadagno più significativo implicito in tali nuove prospettive, ossia la presa di coscienza che la scienza è una realtà complessa che *non si riduce* al semplice aspetto conoscitivo, in quanto essa, mentre può esser considerata per un verso come un grande *sistema di sapere*, per altro verso costituisce anche un intricato *sistema di attività* che, come tale, entra in interazione con tutti i fattori materiali, istituzionali, ideologici, etici, sociali, religiosi che muovono e condizionano la vita della società. Invece di sfruttare questa presa di coscienza per arricchire la comprensione della scienza, troppi autori hanno ritenuto che essi rivestissero un carattere direttamente epistemologico, che entrassero in conflitto con le pretese conoscitive della scienza e finissero col confutarle.

Bisogna invece recuperare il senso della *complessità* della scienza che, considerata come *conoscenza*, è uno dei prodotti più alti della civiltà umana ma, nello stesso tempo, non copre tutto l'orizzonte dei problemi umani e, in particolare, rientra essa stessa come oggetto in una serie di problematizzazioni filosofiche generali. Il compito di una filosofia della scienza adeguata a questa nuova situazione di crisi è appunto quello di conservare e giustificare la considerazione della scienza come sapere oggettivo e rigoroso (ancorché fallibile, rivedibile e limitato nella sua portata dai suoi stessi strumenti di ricerca), capace di farci conoscere aspetti via via crescenti delle varie realtà che ci circondano (sia pure senza assicurarci quella certezza *assoluta* che è fuori dalla portata dell'uomo in ogni campo, ma fornendoci certezze che stanno "al di là di ogni dubbio ragionevole"). Per realizzare questo compito continuano ad essere importanti le analisi logico-linguistiche, purché non viziate da pregiudizi di empirismo radicale e aperte a riconoscere le capacità conoscitive anche dell'intelletto; purché non

timorose di usare il concetto di verità e disposte a riconoscere la portata ontologica del conoscere. Questa corretta concezione della scienza come *sapere* deve poi riuscire a *compatibilizzarsi* con tutte le legittime considerazioni che emergono dalla presa d'atto delle condizioni e dei condizionamenti che provengono all'*attività* scientifica dal contesto sociale largamente inteso, in quanto il *valore* "conoscenza" tipicamente perseguito dalla scienza non è l'unico e neppure il supremo che ispira l'attività umana. Il problema, pertanto, è quello di soddisfare al meglio i diversi valori in gioco, senza obbligare la scienza a venir meno al suo scopo specifico di offrire conoscenza oggettiva, rigorosa e limitatamente "vera". Il che è compatibile pure col fatto di esigere che la scienza collabori anche alla promozione dei valori "non-conoscitivi" che guidano il cammino della civiltà e che, anzi, offra i mezzi per realizzarli più efficacemente. In questo consiste quella *responsabilità della scienza* che non può più essere considerata un tema estraneo alla filosofia della scienza, da lasciare ai moralisti, ma che esige un concorso di riflessione poliedrico, nel quale, in particolare, la filosofia della scienza utilizzi categorie e principi attinti all'etica e alla filosofia politica, ma attagliati a quelle situazioni che soltanto una conoscenza scientifica permette di dominare conoscitivamente in modo adeguato.

**LUDOVICO GEYMONAT ED EVANDRO AGAZZI:
IL PROBLEMA EPISTEMOLOGICO DEL REALISMO***

Fabio Minazzi

Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali
Università degli Studi dell'Insubria, Varese
fabio.minazzi@uninsubria.it

Il realismo è, come sappiamo, l'anelito della mente e dello spirito; l'ideale spinoziano del sapere è sempre quello che più si brama di realizzare: si rinuncia ad esso e lo si muta in altro, solo per la coscienza della sua inaccessibilità.

Gustavo Bontadini

1. *DIFFICILES NUGAE*: DUE FILOSOFI E UNA DOPPIA ESCLUSIONE

Nella seconda metà degli anni Ottanta ebbi la ventura di partecipare alla realizzazione di due volumi: *Le ragioni della scienza*, edito nel 1986 da Laterza e *Filosofia, scienza e verità*, pubblicato da Rusconi, nel 1989. I due libri, per quanto diversi, traevano origine, *in primis*, da un comune impianto prospettico e strategico: costituivano, infatti, un autentico dialogo tra filosofi in carne ed ossa, non raccoglievano la tradizionale finzione di un dialogo immaginato. Inoltre, *in secundis*, il comune punto archimedeo dei due volumi era proprio rappresentato dal coinvolgimento del padre riconosciuto della filosofia della scienza italiana del secondo dopoguerra: Ludovico Geymonat. Nel primo libro Geymonat (classe 1908) discuteva le ragioni della scienza con due suoi allievi diretti milanesi: Giulio Giorello (classe 1945) e lo scrivente (classe 1955). Nel secondo volume Geymonat affrontava il problema dei rapporti tra filosofia, scienza e verità, confrontandosi con uno studioso affermato come Evandro Agazzi (classe 1934) e, ancora, con l'oscuro scrivente.

* Questo intervento è stato nel frattempo pubblicato anche nel volume *Filosofia, scienza e bioetica nel dibattito contemporaneo. Studi internazionali in onore di Evandro Agazzi*, a cura di Fabio Minazzi, Presidenza del Consiglio dei Ministri, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma 2007, pp. 1402.

Ma, a parte queste comuni simmetrie, strutturali e dialogiche, i volumi traevano poi origine da due differenti dinamiche culturali ed editoriali: il primo aveva infatti ben presto subito, nella sua configurazione finale, successiva alla sua originaria realizzazione (scaturita da alcuni vivaci dialoghi, a tre voci, svoltisi e registrati sempre nella casa di Geymonat a Milano), una stravagante, anche se commercialmente comprensibile, torsione editoriale, in virtù della quale il *dialogo dei minimi sistemi*, a tre voci, era stato infine presentato solo come un confronto diretto tra i due interlocutori più anziani, mentre la presenza dello scrivente veniva contemplata in modo assai sibillino, poiché la copertina e il frontespizio del libro informavano come le ragioni della scienza fossero state indagate anche «con la partecipazione» del più giovane interlocutore. In realtà, l'editore voleva con ciò sfruttare commercialmente le risonanze, peraltro assai effimere, di un intorcigliato avvicendamento accademico sulla cattedra milanese di filosofia della scienza, quando Giorello, appena chiamato da Geymonat a succedergli su tale cattedra, aveva voluto affrancarsi da quella paternità (secondo uno stile ben noto nel mondo accademico) esibendosi in alcune pubbliche prese di distanza dal maestro. Insomma, il frontespizio del volume, ponendo in evidenza i duellanti principali, aggiungeva quel pizzico di pepe che, in prospettiva, poteva far nascere un «caso letterario» favorevole alla sua fortuna commerciale. Geymonat accettò con disagio tale soluzione, perché nel corso di tutta la sua vita aveva sempre aiutato e favorito i suoi giovani collaboratori, considerandoli suoi pari. Uno stile, quest'ultimo, che rompeva ogni desueta gerarchia accademica e rimetteva al centro del comune lavoro la ricerca culturale e filosofica. Ma è un fatto dover oggi riconoscere come questo suo stile intellettuale sia stato poi disatteso proprio da taluni che ne erano stati direttamente beneficiati.

La genesi e l'esito editoriale dell'altro volume sono stati, invece, assai diversi, giacché in questo caso frontespizio e copertina rispecchiano, esattamente, l'effettiva struttura del libro e il ruolo effettivo dei vari interlocutori. Il bello è che allora lo scrivente non conosceva direttamente Agazzi come invece ben conosceva l'altro allievo di Geymonat. Certamente sapevo come questo pensatore, originariamente proveniente dalla Cattolica di Milano, avesse fatto parte del mitico gruppo del C.N.R. di logica matematica promosso da Geymonat negli anni Sessanta a Milano. Anzi, la sua presenza in questo gruppo di lavoro era spesso ricordata dagli studenti come prova, indubbia, dell'apertura culturale (ed umana) di Geymonat che, rompendo ogni preclusione *ad excludendum* (tipica di quegli anni di dura contrapposizione ideologica tra laici e cattolici), aveva accolto *pariteticamente* tra i suoi collaboratori un allievo della Cattolica, laureatosi con una testa pensante e un metafisico di prim'ordine come Gustavo Bontadini. Non solo: si sapeva anche come Geymonat avesse voluto recensire, assai positivamente e tempestivamente, proprio sul bollettino dell'UMI, l'opera prima di Agazzi, la sua nota *Introduzione ai problemi dell'assiomatica* (ma per questo cfr. il successivo contributo, *infra*, pp. 69-75). Del resto proprio su questo libro di Agazzi, complice anche Geymonat, la mia generazione aveva allora consumato

parte delle sue giovanili intemperanze logico-matematiche ed epistemologiche, onde poter conoscere, con maggiore cognizione di causa, fin dal primo esame di logica matematica, il celebre teorema di Gödel, con lo studio diretto del fondamentale contributo gödeliano *Proposizioni formalmente indecidibili dei Principia mathematica e di sistemi affini*, pubblicato da Agazzi in appendice alla sua *opera prima*.

Tuttavia, malgrado questi riferimenti, Agazzi per me allora era soprattutto l'autore di alcune penetranti opere (da *La logica simbolica* a *Tem e problemi di filosofia della fisica*, da *La simmetria* a *Il concetto di progresso nella scienza*, da *Le geometrie non euclidee e i fondamenti della geometria* a *I sistemi tra scienza e filosofia*, etc.) che avevo letto e studiato durante il mio garzonato universitario. Ma allora non avevo ancora alcuna dimestichezza diretta e personale con questo studioso che, fin dal primo incontro di lavoro, si mostrò, invece, della medesima pasta umana e culturale che caratterizzava, complessivamente, Geymonat. Per realizzare questo libro ci trovammo infatti tutti insieme a Barge, sempre in casa di Ludovico, dove vivemmo, conventualmente, per circa un mese, durante il quale abbiamo via via realizzato (e registrato) un comune dialogo filosofico che è stato infine trascritto e pubblicato in questo nostro volume. Mentre si ragionava insieme, si discuteva e si viveva, appunto, sotto il medesimo tetto di Geymonat, ho avuto modo di conoscere sempre meglio Agazzi. Anche se tra lui e Geymonat esistevano notevoli differenze di pensiero (peraltro diffusamente testimoniate dal nostro intreccio dialogico), tuttavia entrambi condividevano un comune *stile* di grande rigore ed onestà intellettuale. Non solo: nutrivano anche, al contempo, un comune e profondo reciproco rispetto che emergeva con forza proprio nei casi in cui il loro dissenso teorico si manifestava in tutta sincerità, pur intrecciandosi con altrettante significative e importanti convergenze, concernenti il loro autonomo orizzonte prospettico e teorico entro il quale era infine accolto, discusso e valutato persino il mio acerbo punto di vista (che molto doveva alla riflessione di un filosofo come Giulio Preti).

Non solo: nel partecipare al comune dialogo - che proseguiva spesso ben oltre le ore delle nostre registrazioni quotidiane - mi resi ben presto conto come questi due diversi pensatori, sia pur per motivi profondamente contrastanti e diversificati (contrastanti e diversificati anche sul piano culturale ed ideologico), fossero stati tutti e due vittime - quasi predestinate - di una doppia esclusione cui avevano dovuto entrambi reagire, sia pur in tempi e modalità diverse. Geymonat, infatti, nella sua qualità di primo filosofo della scienza, decisamente anti-idealista, nonché di indomito militante comunista, aveva ben presto finito per trovarsi in una situazione di complessiva minorità, tanto sul fronte squisitamente filosofico, quanto su quello eminentemente politico. La cultura italiana, anche e soprattutto quella del secondo dopoguerra, grondava, infatti, di neoidealismo da pressoché tutti i suoi molteplici pori e Geymonat, con la sua epistemologia e con la sua parallela difesa, a tutto tondo, del pieno valore culturale del pensiero scientifico, aveva sempre dovuto sostenere un'aspra battaglia culturale onde poter difendere, nel corso dei decenni, le ragioni della scienza, il

suo valore teoretico e la sua stessa portata epistemica e filosofica. Il fatto stesso che lui, *Médaille Koyré* del 1974 per la storia della scienza, prestigiosa onorificenza attribuitagli dall'“Académie Internationale d'Histoire des Sciences”, non fosse stato mai accolto in seno all'Accademia dei Lincei (malgrado il “contentino” finale dell'assegnazione - nel 1985 - del premio nazionale di filosofia) costituiva, del resto, l'emblema più clamoroso di questa sua esclusione da una delle più blasonate accademie italiane, nella quale neoidealisti e spiritualisti la facevano, invece, da autentici padroni. Del resto, anche in seno al partito comunista - formazione politica nella quale Geymonat aveva militato fin dal giugno del 1940 per poi uscirne verso la metà degli anni Sessanta - la sua filosofia era assai poco gradita, poiché investiva criticamente proprio quella tradizionale catena di sant'Antonio sulla quale Palmiro Togliatti aveva voluto incardinare, culturalmente, le magnifiche sorti e progressive del suo nuovo partito: l'angusto asse dialettico De Sanctis-Croce-Gramsci che non risultava particolarmente attraente per Geymonat il quale, semmai, guardava ad un'altra, meno fortunata e nota, tradizione culturale, quella che aveva come suoi punti di riferimento autori come Galileo, Leopardi, Cattaneo, Vailati, Peano ed Enriques, vale a dire proprio gli “sconfitti”, aspramente criticati o variamente bersagliati dalla tradizione neoidealista. Così Geymonat in filosofia era in genere messo alle porte per la sua filosofia della scienza decisamente antimetafisica, mentre, al contempo, anche nel partito era messo ugualmente al bando proprio per le sue critiche al “troppo idealismo” della cultura italiana, nonché per la sua aperta non condivisione della via togliattiana al socialismo.

Ma anche Agazzi, sia pur per motivi profondamente diversi, subiva una sorta di analoga doppia esclusione. Infatti come filosofo della scienza - se si esclude Geymonat che lo volle con sé nel suo gruppo milanese degli anni Sessanta - era in genere messo ai margini proprio da quegli epistemologi di ascendenza neopositivista, in senso lato, che nella loro tradizionale ansia di poter catturare, una volta per tutte, la razionalità scientifica ottenevano, paradossalmente, il curioso risultato di perdere la scienza. Proprio questi neopositivisti mal tolleravano, infatti, la difesa, avanzata da Agazzi, delle ragioni della metafisica entro la sacra cittadella del pensiero scientifico. Di contro - e non certo a suo maggior conforto - anche in ambito squisitamente filosofico, neoidealista, spiritualista e neotomista, Agazzi era poi assai poco incoraggiato e anzi decisamente ostacolato proprio in virtù del suo essere un autentico filosofo della scienza. Il che accadeva anche perché nella seconda metà del Novecento in Italia - ma non solo in Italia - era assai diffuso il pregiudizio in virtù del quale l'intera filosofia della scienza era identificata, ad un tempo, da promotori e avversari, come una sorta di autentica macchina bellica, decisamente anti-metafisica. Col bel risultato che gli epistemologi facevano sfoggio aggressivo di questo loro spirito dichiaratamente anti-metafisico, mentre i metafisici tradizionali finivano per sfuggire dall'epistemologia come da una bestia immonda. Ma proprio questa doppia ripulsa caricaturale non faceva altro che rendere ancor più unilaterale il

confronto tra filosofi-metafisici ed epistemologi anti-metafisici neopositivisti impedendo sistematicamente, ai vari interlocutori, di comprendere adeguatamente e criticamente la complessità oggettiva dell'intreccio, storico e teorico, che sempre ha accompagnato l'intricata, e non mai lineare, evoluzione del pensiero filosofico e scientifico umano. In ogni caso accadeva allora, soprattutto sul fronte tradizionalista, che chi si occupava di epistemologia era senz'altro sospettato di commettere un'autentica apostasia nei confronti della metafisica tradizionale. Questa accusa era avanzata soprattutto da molti filosofi metafisici tradizionali i quali avvertivano "odor di zolfo" tra le pieghe di una disciplina come l'epistemologia che, spesso, non conoscevano (e che, naturalmente, non si preoccupavano affatto di studiare). Di contro, i principali esponenti dell'epistemologia davano invece pressoché per scontato che la loro nuova filosofia della scienza avesse chiuso, una volta per tutte, con l'ombra ossessiva della metafisica: non avevano dubbi che le loro nuove armi logiche ed epistemologiche fossero finalmente in grado di sbaragliare (come aveva dichiarato Carnap in un ben noto saggio) una volta per sempre, l'odiata metafisica. Naturalmente le cose non stavano esattamente in questi termini, assai schematici e volutamente *tranchant*. Ma questo era, allora, un diffuso "senso comune", presente sia nella comunità dei filosofi tradizionalisti, sia nella cittadella degli epistemologici. Col bel risultato che un pensatore come Agazzi subiva anche lui, appunto, una doppia repulsa. Infatti il Nostro voleva essere, in primo luogo, un epistemologo che difendeva le ragioni della metafisica (e, addirittura - scandalo nello scandalo - la liceità stessa di poter delineare una vera e propria "filosofia della natura", capace di riflettere sull'«intero senza ulteriori specificazioni»¹). Inoltre Agazzi rivendicava anche la possibilità di essere un filosofo che, tuttavia, difendeva la liceità di una rigorosa riflessione epistemica, concernente il pensiero scientifico e le sue ragioni e, per di più, considerava la scienza come una delle manifestazioni più alte della razionalità umana. In tal modo finiva per essere guardato con sospetto sia dagli epistemologi neoempiristi (che poco gradivano la sua difesa della metafisica) sia dai metafisici (che non apprezzavano affatto il suo eccessivo interesse per la scienza e l'epistemologia). Meglio ancora: bisognerebbe osservare come Agazzi finisse per essere sistematicamente guardato con grande sospetto sia dagli epistemologi più *tradizionali*, sia dai filosofi più *tradizionali*. Paradossalmente gli uni e gli altri gli rinfacciavano due colpe speculari ed opposte: i primi lo accusavano di essere *troppo metafisico*, mentre i secondi gli rinfacciavano di *non esserlo abbastanza*.

¹ Cfr. Agazzi 1995, p. 42. Questo volume, in gran parte ricavato dalla traduzione di alcuni studi apparsi originariamente in lingua inglese, fu pubblicato, per suggerimento dello scrivente, in una collana nella quale era stato anticipato da un confronto, ancora a tre voci, tra Geymonat, Carlo Sini e il sottoscritto, sul problema de *La ragione* (ivi 1994), introdotto da una *Prefazione*, richiesta dall'Editore, di Giorello.

Di fronte a questo doppio ostracismo Geymonat ed Agazzi hanno tuttavia sempre reagito con una comune, assai encomiabile, strategia. Entrambi, infatti, hanno sempre camminato per la loro strada, avendo la comune capacità di tagliare, trasversalmente, questi doppi divieti. Anche per questi due maestri del pensiero italiano - *pace* l'Accademia dei Lincei che, non a caso, non ha mai accolto tra le sue file filosofiche né Geymonat, né Agazzi - vale, dunque, il motto del grande fiorentino, «segui il tuo corso, e lascia dir le genti!». Proprio questa loro capacità di pensare, con sincerità teoretica, i propri temi, i propri problemi e i propri orizzonti, ha loro consentito di non deviare dal proprio *telos* e dal proprio stesso destino speculativo. In questa precisa chiave prospettica l'autonomia intellettuale e teorica di questi autori coincide, del resto, con la loro stessa moralità civile ed etica: Geymonat ed Agazzi non sono infatti uomini per tutte le stagioni o *yes-men*. Al contrario, sono invece filosofi pienamente consapevoli della responsabilità intellettuale del loro «onesto mestiere» di autentici pensatori che lavorano, per dirla con Gramsci, *für ewig*, non certo per l'effimero successo spettacolare dell'istante. Non per nulla in questi interlocutori personalmente ho potuto riscontrare anche una sintomatica sincerità di vita, la rara capacità di mantenere fede alla parola data e l'onestà etico-civile nello sforzarsi di valutare, con obiettività, le differenti situazioni, senza mai ricorrere al comodo cinismo, oggi imperante.

2. IL PROBLEMA DEL REALISMO IN GEYMONAT

Provenendo da una tradizione neopositivista, Geymonat ha affrontato con estrema cautela critica il tema del realismo, proprio perché temeva di invischiarsi in una obsoleta forma settecentesca di metafisica naturalistica². Per ben com-

² Emblematico, da questo punto di vista, il saggio di Geymonat, "Materialismo e problema della conoscenza" [1946], da cui saranno tratte le citazioni che seguono, in cui l'epistemologo torinese da un lato difende le tesi di Mach contro le critiche filosofiche di Lenin, mentre, da un altro lato, difende il criterio marxista della prassi e del materialismo storico contro le pretese empiriocriticiste di separare arbitrariamente la dimensione teorica da quella dell'azione. La conclusione di questa disamina - che rispondeva anche ad un preciso problema personale di Geymonat, perché allora la sua adesione al Partito comunista italiano era avvenuta presentando, contestualmente, una singolare domanda, onde ottenere una precisa "dispensa ideologica", giacché il Nostro non condivideva affatto l'adesione ideologica comunista al *Diamat* staliniano (per il quale cfr. *infra*, nonché il primo capitolo del mio *Contestare e creare* [2004], pp. 15-128). Interessante rilevare come anche in questa sua puntuale ed onesta analisi critica del materialismo dialettico leniniano Geymonat riconosca apertamente, *contra* Lenin, come la fisica contemporanea non abbia affatto partorito il materialismo dialettico staliniano e come, dall'altra parte, l'analisi dell'impresa scientifica contemporanea consenta, tuttavia, di avanzare una gnoseologia realistica configurabile come un "materialismo pudico": «ad ogni modo, pudico o non, questo materialismo esclude ogni forma di assolutismo (delle leggi, della causalità, della necessità, ecc.). Esso si riduce in sostanza ad una pura constatazione negativa:

prendere, quindi, la sua adesione finale alla difesa del realismo, occorre tener presenti non solo tutte le differenti fasi che il suo pensiero ha attraversato nel corso del Novecento, dagli anni Trenta fino a tutti gli anni Ottanta, ma occorre anche considerare le molteplici inquietudini che sempre hanno variamente alimentato la sua travagliata riflessione, inducendolo anche a rimettere seriamente in discussione gli stessi risultati teorici cui, di volta in volta, approdava. Avendo già indagato analiticamente le varie movenze del pensiero geymonatiano in due mie precedenti monografie, *La passione della ragione*, del 2001, e *Contestare e creare* del 2004, non riaffronterò ora il complesso quadro della sua storia intellettuale e la natura del suo stesso, indomito, razionalismo critico³.

Tuttavia, non si può omettere di ricordare come Geymonat, già a partire dalla sua svolta dei primi anni Sessanta, consegnata alle pagine di un'opera emblematica come *Filosofia e filosofia della scienza*, abbia anche iniziato a porsi in modo sempre più esplicito e programmatico, il problema filosofico del realismo⁴. Ma, si badi, nel porsi il problema filosofico del realismo Geymonat, *anno 1960*, parla ancora, esplicitamente, di un suo mero «orientamento» che indica, appunto, unicamente «un abbozzo provvisorio e incompleto». Non solo: Geymonat avverte anche come tale suo orientamento tragga spunto unicamente da una disamina epistemologica, nata espressamente sul terreno, assai specifico, della disamina del pensiero scientifico e avverte ancora come, a suo avviso, non si possa affatto pervenire ad una filosofia generale prendendo unicamente le mosse dall'esame filosofico della sola ricerca scientifica. Semmai, ricorda come una filosofia generale possa essere conseguita unicamente avendo alle spalle «ampie ricerche di storia della filosofia», da integrarsi opportunamente con molte altre disamine (attinenti i processi psichici individuali, il sapere comune, l'arte, la storia, nonché prendendo in considerazione i molteplici fattori - culturali, economici, politici - del vivere umano). Solo alla luce di questo ampio ed articolato quadro prospettico si potrà infine cercare di configurare una seria e rigorosa concezione filosofica generale, sufficientemente argomentata e meditata. Tanta cautela critica non deriva solo dalla sua precedente formazione neopositivista, ma trae anche origine dall'indubbia serietà con la quale Geymonat

alla constatazione cioè, che nella fisica non si procede con la stessa completa arbitrarietà con cui si procede nella matematica. È poco, obietterà qualcuno. E noi siamo dispostissimi a concedergli che è molto poco. Ma l'analisi rigorosa del linguaggio scientifico non ci autorizza ad altra conclusione; e perciò, se noi volessimo aggiungere altro, dovremmo fuoriuscire da tale analisi. Quel poco ha però un vantaggio: di costituire una sicura barriera contro ogni pericolo di metafisica solipsistica; e ciò - valutato con il criterio di Lenin - è già un risultato non disprezzabile» (p. 260).

³ Minazzi 2001, 2004; ad esse si possono poi affiancare anche gli *atti* del simposio di Milano del 29 novembre 2001, *Filosofia, scienza e vita civile nel pensiero di Ludovico Geymonat* [Minazzi 2003].

⁴ Cfr. Geymonat 1960: tutte le citazioni che figurano successivamente nel testo sono tratte dall'ottavo capitolo finale dell'opera, edito alle pp. 144-59, e si collocano, più precisamente, alle seguenti pagine: pp. 156-7, corsivo nel testo e p. 158.

percepisce che la delineazione di una valida *Weltanschauung* filosofica non possa essere delineata senza indagare i molteplici e contrastanti aspetti della cultura e della storia sociale umana.

In *Filosofia e filosofia della scienza*, pur entro limiti strettamente e volutamente “epistemologici”, Geymonat dichiara, allora, come, a suo avviso, proprio la constatazione dell’esistenza di un effettivo *progresso* entro la ricerca scientifica ci autorizzi ad attribuire alla scienza «un chiaro orientamento realistico»:

parlare, in questi termini, di un “realismo” della scienza non significa altro che parlare della direzione “realistica” secondo cui essa si svolge; cioè prendere atto che, pur attraverso inquadramenti concettuali via via riformabili, pur attraverso risultati tecnico-sperimentali sempre correggibili e integrabili, affiora nel progresso della scienza un oggetto della ricerca che non dipende in modo esclusivo dall’opera del ricercatore, e che non si risolve quindi nelle azioni da lui compiute. È un oggetto a cui la ricerca scientifica non ci autorizza ad attribuire alcuna fissità - ma, se mai, un dinamismo interno, in corrispondenza al dinamismo della ricerca stessa, - che si manifesta, comunque, come qualcosa di *altro* dal soggetto, cioè di irriducibile ai processi con i quali l’umanità cerca via via di chiarirlo e dominarlo.

In questo modo Geymonat cerca quasi di far scaturire l’orientamento realistico dalla concreta ed effettiva dialettica storica della ricerca scientifica, entro la quale ogni ricercatore non pone mai seriamente in dubbio la capacità con cui l’impresa scientifica attua un graduale ed originale *approfondimento* conoscitivo della realtà. In altri termini in quest’opera Geymonat si limita a rilevare come proprio l’analisi dello sviluppo effettivo della scienza ci consenta di riscontrare «una direzione incontestabilmente realistica, e che questa direzione non ci sembra affatto scossa dalle più moderne analisi dei metodologi convenzionalisti».

Non per nulla gli anni successivi a *Filosofia e filosofia della scienza* sono proprio quelli in cui Geymonat non solo mette capo ad una disamina complessiva e sistematica della storia del pensiero filosofico e scientifico (consegnata soprattutto alle pagine della sua monumentale *Storia del pensiero filosofico e scientifico* edita, in sette volumi, da Garzanti, tra il 1970 e il 1976), ma in cui questa riflessione realista si amplia progressivamente e si dilata sempre più, fino a configurarsi in un’opera emblematica come *Scienza e realismo*, apparsa da Feltrinelli, a Milano, nel 1977, come una coerente e generale concezione filosofica materialistico-dialettica. Occorre subito avvertire come per Geymonat i termini di “realismo” e “materialismo” siano sostanzialmente intercambiabili: in genere preferisce utilizzare il primo, proprio perché constata come il secondo si sia alquanto “logorato” e variamente contaminato - venandosi di ingenuità e dogmatismo - nel quadro del dibattito filosofico-scientifico della seconda metà del Novecento. Ma realismo per lui indica soprattutto «l’esistenza di un qualcosa, la realtà ap-

punto, che è irriducibile ai nostri atti conoscitivi pur venendo da essi rivelata»⁵. In ogni caso, perlomeno con riferimento diretto ad una concezione generale del mondo, Geymonat delinea esplicitamente, nella conclusione programmatica della sua *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, un punto di vista coerentemente materialistico, proprio per sottolineare la non eccezionalità dell'uomo nel quadro del mondo della natura, nonché per ricordare il carattere essenzialmente *relativo* dei molteplici ritrovati scientifici, unitamente al carattere *obiettivo* del patrimonio conoscitivo elaborato dall'uomo nel corso di tutta la sua storia⁶. Sintetizza poi questo duplice aspetto di obiettività e di relatività dei risultati scientifici riferendosi esplicitamente alla *dialettica* materialistica. Tuttavia, proprio per questo motivo, il suo materialismo dialettico non ha nulla a che vedere con il *Diamat* staliniano che a suo avviso costituisce solo una cattiva metafisica dogmatico-religiosa cui Geymonat contrappone, sistematicamente, una concezione realistica che trae alimento diretto dalla storia del pensiero scientifico, nonché dall'intrinseca *flessibilità* delle categorie che presiedono alla delineazione del patrimonio tecnico-scientifico elaborato dall'umanità nel corso della sua storia. Per questa ragione di fondo il realismo filosofico cui inclina Geymonat vuole superare, ad un tempo, tutte le ingenuità (metafisiche) del realismo dogmatico, tenendo anche conto degli indubbi meriti scientifici del convenzionalismo fisico. Ma il franco riconoscimento di questi meriti scientifici del convenzionalismo non induce affatto Geymonat a tacere le molteplici difficoltà filosofiche del convenzionalismo, strettamente connesse alla sua concezione, meramente congetturalista, della conoscenza umana. Per superare questo esito scettico Geymonat fa appello diretto al *criterio della prassi* per il cui tramite può sostenere come «i fattori teorici e quelli pratici dei nostri processi conoscitivi formano un'unità dialettica onde non vi è nulla di illecito nel fare appello all'attività pratica (o prassi) quale criterio di verità da applicarsi alla valutazione del carattere obiettivo dei risultati (pur sempre relativi) delle ricerche

⁵ Geymonat 1977, p. 7, in cui si ricorda anche quanto segue: «come è noto Lenin dichiarò esplicitamente in *Materialismo ed empiriocriticismo* (cap. primo, par. secondo) di preferire, per tali concezioni, il nome di “materialismo”, anziché quello di “realismo”, “tenendo conto che la parola ‘realismo’ è stata logorata dai positivisti e da altri confusionari oscillanti fra materialismo e l'idealismo”. Nella presente situazione culturale a me pare invece più opportuno ritornare al termine “realismo” sia perché i positivisti odierni, o neo-positivisti, hanno cessato da tempo di farne uso, sia perché viceversa si è creata molta confusione proprio sul termine “materialismo”, spesso usato dai suoi avversari per indicare concezioni filosofiche ingenuie e dogmatiche. È chiaro del resto che non ha molta importanza fare ricorso a un termine o all'altro: il punto essenziale è di quale significato sapremo riempirlo» (p. 7).

⁶ Cfr., in particolare, il capitolo ventunesimo del volume sesto con cui si conclude, teoreticamente, la grande *Storia del pensiero filosofico e scientifico* (Geymonat 1970-1976), pp. 1039-67.

scientifiche»⁷. Né, sempre secondo Geymonat, questa soluzione implica alcuna concessione al pragmatismo, giacché il suo punto di vista realista non riduce affatto una teoria alla sua mera utilità, bensì salvaguarda la portata conoscitiva del sapere scientifico, sottolinea l'unità dialettica di teoria e prassi ed evidenzia anche il carattere sociale della prassi cui ci si deve appellare.

In ultima analisi il realismo (o materialismo) dialettico geymonatiano coincide proprio con il franco riconoscimento della *verità relativa* che sempre contraddistingue il *sapere obiettivo* cui mette capo l'impresa scientifica nel corso del suo sviluppo storico. Proprio il riconoscimento del carattere relativo della verità scientifica consente a Geymonat di sottolineare il ruolo che il processo dell'approfondimento svolge entro la conoscenza scientifica, il che lo autorizza anche a parlare della necessità di elaborare una nuova concezione materialistico-dialettica della realtà. Una nuova concezione della realtà che non solo trae origine dall'affermazione del carattere dinamico della verità scientifica - sempre concepita come una verità obiettiva, ma relativa - ma che giunge anche ad affermare il carattere intrinsecamente dinamico della realtà stessa. In tal modo Geymonat sottolinea come la conoscenza umana possa solo approssimare la realtà, con la conseguenza che

la nota più caratteristica del nuovo concetto di conoscenza diventa così, [...] quello della dinamicità: dinamicità non attribuibile esclusivamente al soggetto che cerca di conoscere il mondo, ma ai risultati stessi da lui via via ottenuti, i quali vengono così ad acquistare un valore di verità solo in quanto inseriti in una catena di conoscenze tutte transitorie e relative, e tutte sostituibili da altre più complete e più precise.

In tal modo Geymonat non solo reputa di poter inferire dalla dinamicità della verità il carattere dinamico della realtà, ma pone capo ad una vera e propria saldatura tra la sua concezione dialettica della conoscenza e la sua concezione dialettica della realtà. Tuttavia, tale isomorfismo, configurante una vera e propria filosofia dell'identità, risulta essere alquanto problematico, soprattutto se si tiene presente anche la precedente fase neoilluminista di Geymonat, quella nella quale l'epistemologo torinese aveva analiticamente criticato la pretesa, metafisica, di poter senz'altro identificare, senza mediazioni critiche, le strutture euristiche della razionalità umana, con le molteplici strutture materiali della realtà fisica conosciuta dall'uomo. Senza ora prendere nuovamente in considerazione questa aporia costitutiva della riflessione filosofica di Geymonat⁸, occorre perlomeno rilevare come questo singolare esito teorico dipendesse anche da una tradizionale svalutazione complessiva della razionalità trascendentalista kantiana-

⁷ Geymonat 1977, p. 68, ma è da tener presente tutto il capitolo terzo, consacrato alla discussione de *La questione del realismo*, alle pp. 54-76. Le citazioni che seguono nel testo sono invece tratte da p. 74 e da p. 76.

⁸ Cui ho dedicato un'apposita disamina critica sia nel secondo capitolo di Minazzi 2004, pp. 129-226, sia in Minazzi 2001, pp. 83-264, pagine cui senz'altro mi permetto di rinviare.

na. Non distinguendo, infatti, i differenti livelli di razionalità critica che possono essere posti in essere dalla ragione umana, Geymonat ha così ritenuto di poter identificare le strutture euristiche del pensiero con le strutture del reale. Ma, in verità, questa soluzione rischia di essere metafisica proprio nella misura in cui finisce per cortocircuitare la razionalità umana con la realtà, facendoci perdere di vista proprio il carattere perennemente “risolutivo” (e non mai conclusivo) con cui la ragione umana razionalizza, di volta in volta, diversi aspetti del reale, innescando un processo di razionalizzazione senza fine che risulta essere, per sua natura, sempre aperto e pressoché infinito (come del resto afferma anche lo stesso materialismo dialettico geymonatiano che, non per nulla, insiste sul carattere relativo della conoscenza obiettiva elaborata dall'uomo).

In ogni caso, a parte questo paradossale esito identitario-metafisico, la concezione realistico-dialettica delineata da Geymonat - anche in tutte le opere del suo ultimo, e assai fecondo, decennio di vita, in cui ha pubblicato una nutritissima serie di volumi e saggi (nei quali ha variamente illustrato, difeso ed approfondito vari aspetti del suo pensiero filosofico ed epistemologico) - ha comunque il merito di aver difeso la piena portata realistica della conoscenza scientifica. Una difesa che lo ha anche indotto a sempre sottolineare la dialetticità intrinseca della conoscenza umana:

è proprio in questa dialetticità che si radica il perenne sforzo dell'uomo di ideare nuove teorie scientifiche, di non arrestarsi di fronte ad alcuna difficoltà e nel contempo di non accontentarsi di alcun successo; cioè di ampliare, modificare, rivoluzionare le vecchie nozioni e le vecchie categorie, per riuscire ad “approssimare” sempre meglio la realtà nel suo stesso divenire.

In tal modo Geymonat ha anche potuto riproporre una sua diversa percezione critica della storia della cultura italiana, nonché dello stesso marxismo occidentale. In un breve, ma interessante, testo, scritto *in limine* della sua vita, *Sulla scarsa fortuna di Engels in Italia*⁹, Geymonat, richiamandosi espressamente anche alla lezione di Elio Vittorini, ha infatti osservato come la nostra storia culturale risultasse egemonizzata da una «cultura dimezzata» cui ha poi corrisposto «un marxismo dimezzato», del tutto incapace di fornire una risposta adeguata ai problemi della società contemporanea. Il marxismo dimezzato cui pensava Geymonat, quel marxismo ridotto ad un Marx economista senza Engels, rappresentava l'affermazione, emblematica, entro la tradizione culturale della sinistra italiana, dell'egemonia neoidealista esercitata da pensatori come Croce e Gentile. In effetti questo marxismo dimezzato, pur avendo dato vita ad interessanti forme di storicismo critico, come quella delineata da Gramsci, agli occhi di Geymonat peccava, tuttavia, di un grave limite intrinseco: quello di non aver

⁹ Cfr. Geymonat 1991, in Ciliberto e Vasoli (cur.), vol. II, pp. 807-9. Questo volume fu pubblicato nell'ottobre del 1991, Geymonat morì il 29 novembre successivo. Le cit. presenti nel testo sono tutte tratte dalla p. 809.

affrontato seriamente e con cognizione di causa il problema della natura, nonché della connessa questione della conoscenza scientifica. Grave carenza che gli permetteva anche di spiegarsi perché la cultura di sinistra risultasse complessivamente impreparata ad affrontare una miriade di urgenti e nuovi problemi direttamente connessi con le scienze della natura (la fisica, la biologia, la bioetica, le manipolazioni genetiche, etc.) che, fin dagli anni Novanta, stavano assumendo «un peso sempre maggiore nella nostra società». In altre parole a suo avviso «solo sulla base di un rinnovato interesse per Engels, sulla base cioè di un ripensamento della sua filosofia (e per conseguenza, di quella di Lenin), potremo dimostrare che il marxismo non rappresenta un binario morto della cultura di sinistra, ma un elemento fondamentale del suo sviluppo, un patrimonio che non va dimenticato, ma approfondito e seriamente meditato».

Il che spiega anche la natura di molti altri suoi interventi dell'ultimo decennio della sua vita, esplicitamente consacrati a illustrare le sue tesi filosofiche e a difendere la prospettiva materialistico-dialettica dall'accusa di rappresentare un esito metafisico e dogmatico. I due libri dialogici cui si è fatto riferimento nel primo paragrafo sono inseriti anche in questo preciso programma culturale, mediante il quale Geymonat ha voluto discutere e confrontarsi con diverse voci filosofiche onde cogliere l'occasione per meglio chiarire ed illustrare il suo pensiero, chiarificato proprio attraverso un dialogo critico svolto con altre prospettive teoriche. In particolare a Geymonat stava allora a cuore sgombrare il campo da una critica spesso ripetuta, in base alla quale si operava volutamente una

confusione fra il materialismo dialettico e il cosiddetto *Diamat* di Stalin. Questa confusione, ancora oggi largamente diffusa, trae origine da una inesatta interpretazione dei rapporti tra Lenin e Stalin e dalla tesi, validamente confutata da Silvano Tagliagambe, secondo la quale il difensore e continuatore del materialismo dialettico di Lenin sarebbe stato Stalin¹⁰.

Ma oltre a questo errore storico a Geymonat premeva poi contrastare un più grave errore teorico dal quale scaturiva poi, invariabilmente, l'accusa di dogmatismo rivolta direttamente a Lenin stesso e, più in generale, allo stesso materialismo dialettico che traeva origine dal volume leniniano *Materialismo ed empiriocriticismo*. In questa prospettiva Geymonat ha allora illustrato come per la concezione materialistico-dialettica i

concetti sono costruzioni nostre, ma non perciò costruzioni arbitrarie, in quanto le teorie che collegano logicamente fra loro più concetti debbono, per essere accettate, venire poste a confronto coi dati empirici e se questo confronto le smentisce vanno modificate o abbandonate. La teoria del riflesso non sostiene che i singoli dati empirici ri-

¹⁰ Geymonat 1984. Questa citazione si trova alle pp. 556-7, mentre quelle che seguono immediatamente nel testo sono tratte, rispettivamente, dalle seguenti pagine: 558; 560; 562 e *ibid.* Segnalo che questo scritto è stato poi riedito in Geymonat 1987, pp. 225-36.

specchino ad uno ad uno la realtà, ma che le teorie scientifiche, pur essendo il frutto di una nostra attività, sono condizionate dalla realtà.

Analogamente la tradizionale accusa rivolta al materialismo dialettico di elaborare un «programma totalizzante» non pare affatto pertinente, giacché Geymonat rileva come per il materialismo dialettico - come del resto accade anche nella riflessione di un filosofo come Quine - si pone esplicitamente il problema di superare lo specialismo, prendendo in considerazione il mondo nella sua totalità e gli stessi oggetti del sapere nella loro feconda interrelazione dinamica. In questa prospettiva l'appello alla dialettica consente, semmai, di evitare ogni riduzionismo dogmatico, nonché ogni meccanicismo, ormai improponibile:

la dialetticità infatti comporta che essi [i rapporti tra i vari ambiti del sapere e tra gli stessi oggetti della conoscenza, ndr.] siano pluridirezionali e consentano - come affermava Quine [...] - che tutto sia legato a tutto, che nessun essere sia privo di connessione con gli altri.

Sempre la dialettica aiuta, inoltre, a tener presente il fecondo e assai articolato rapporto che si instaura nel nesso tra teoria e prassi, poiché questi due ambiti si influenzano reciprocamente, facendo scaturire un legame dinamico il quale risulta essere eminentemente flessibile e bidirezionale. Il che consente infine a Geymonat di riproporre la tesi concernente il carattere relativo della verità che rappresenta, invero, un aspetto centrale del suo materialismo dialettico perché consente di attribuire alle «teorie un valore conoscitivo pur ammettendo che sono sottoposte a variazioni, a volte anche rivoluzionarie»:

è questa dinamicità a spiegarci il senso profondo della gnoseologia materialistico-dialettica, che interpreta il processo conoscitivo come un processo di approssimazione: non già di approssimazione ad una presunta verità assoluta, ma a quel sapere globale di cui abbiamo fatto parola più sopra, e di cui abbiamo detto [...] che non sarà né assoluto né definitivo, come non lo sono le scienze specialistiche.

3. IL PROBLEMA DEL REALISMO IN AGAZZI

Agazzi, collaborando, nel 1985, al volume *Scienza e filosofia*, nel quale sono stati raccolti molteplici saggi in onore di Ludovico Geymonat, ha colto l'occasione per esporre sinteticamente, e in modo assai cogente, dal suo punto di vista teorico, la questione del realismo scientifico¹¹. Per la verità Agazzi aveva già affrontato questo problema nelle sue opere principali e, in particolare, nel suo

¹¹ Agazzi 1985; tutte le cit. che seguono nel testo sono tratte, rispettivamente, dalle seguenti pagine: 171; 175; 176; 179; 180; 181; 182 (corsivi nel testo); 184; 185, corsivo nel testo; 186, corsivo nel testo e 188, corsivi nel testo.

volume *Temi e problemi di filosofia della fisica*, apparso in prima edizione nel 1969 e, in seconda edizione, nel 1974, nonché in molti suoi altri vari interventi. Tuttavia, questo saggio offerto a Geymonat possiede anche il vantaggio aggiuntivo, non secondario, di affrontare la discussione del realismo prendendo in puntuale considerazione le tesi, allora egemoni, del contestualismo, strettamente connesse con la cosiddetta svolta “relativistica” nell’ambito dell’epistemologia post-neopositivista. Con l’espressione di «realismo scientifico» Agazzi intende riferirsi non solo alla concezione in base alla quale si ritiene che «la scienza si sforza di descrivere una “realtà” che esiste indipendentemente da essa e rispetto alla quale essa è impegnata a commisurarsi», ma anche alla tesi secondo la quale «quanto la scienza afferma e descrive costituisce per davvero un’immagine adeguata della suddetta realtà». Nell’impegnarsi a difendere entrambe queste tesi Agazzi è consapevole come anche la storia della scienza moderna testimoni ampiamente l’impegno, decisamente realista, dei vari scienziati, da Galileo a Newton, fino alla crisi del meccanicismo operatasi a cavallo tra il XIX e il XX secolo, quando i fenomeni elettromagnetici e termodinamici iniziarono, sempre più, a fuoriuscire dai paradigmi della meccanica newtoniana, dando avvio ad un processo di crisi e di crescita del sapere scientifico poi sfociato nella teoria della relatività e della meccanica quantistica che mettevano in discussione radicale alcuni tradizionali assunti della fisica “classica”. Non per nulla, alle sempre più radicali pretese epistemologiche del convenzionalismo e del pragmatismo strumentalista si cercò di reagire, perlomeno da parte di alcuni scienziati militanti, facendo propria la formulazione della teoria dei tre mondi avanzata da Max Planck (successivamente riproposta con più successo da un falsificazionista come Popper) distinguendo tra il mondo reale (*reale Welt*), il mondo dei vissuti sensoriali (*Welt der sinnlichen Erlebnisse*) e, infine, l’immagine fisica del mondo (*physikalisches Weltbild*). Articolazione concettuale con la quale si cercava, in ultima analisi, di salvaguardare, per quanto possibile, l’intenzionalità conoscitiva della scienza, tenendo tuttavia in debito conto anche la lezione di Kant che, secondo una lettura epistemologica e filosofica allora assai diffusa e condivisa, aveva sostanzialmente negato la possibilità di conoscere la realtà noumenica¹². In ogni caso, sia pur con questa rettifica concettuale *à la* Planck, l’intenzionalità complessivamente realista dell’impresa scientifica fu sal-

¹² Scrive espressamente Max Planck: «per il positivismo l’immagine fisica del mondo e la continua lotta per la conoscenza del reale sono naturalmente concetti estranei, privi di significato. Dove non c’è oggetto non c’è nulla di cui si possa tracciare un’immagine. Il compito dell’immagine fisica del mondo [*physikalisches Weltbild*] può essere caratterizzato dunque come quello di stabilire un nesso quanto più stretto possibile fra il mondo reale [*reale Welt*] ed il mondo delle esperienze sensibili [*Welt der sinnlichen Erlebnisse*]. Quest’ultimo fornisce inizialmente il materiale, e la elaborazione del materiale ha essenzialmente lo scopo di separare ed eliminare dal complesso delle esperienze fisiche, nei limiti del possibile, ciò che in esse appare dovuto alle particolarità del caso singolo, e specialmente alla natura degli organi di senso umani e degli strumenti di misura adoperati» (Planck 1942, p. 228).

vaguardata sia da alcune correnti del neopositivismo (basterebbe pensare allo stesso Schlick), sia dallo stesso falsificazionismo perché, come è noto, Popper si è sempre apertamente dichiarato realista. Ma proprio questo realismo è stato invece messo in discussione radicale e apertamente contestato dalla filosofia della scienza post-neopositivista la quale, applicando, sostanzialmente, una filosofia del linguaggio nell'ambito della filosofia della conoscenza, ha cercato di sostenere la totale dipendenza del significato dei termini di una teoria scientifica dall'intero contesto teorico entro i quali devono essere inseriti. Agazzi riflette criticamente proprio su questa eccessiva pretesa olistica del contestualismo, richiamandosi esplicitamente sia alla classica distinzione fregeana tra *Sinn* e *Bedeutung*, sia rifacendosi, da un punto di vista ancor più generale, alla tradizionale distinzione aristotelica tra logo semantico e logo apofantico. Per quanto concerne la distinzione tra significato e referente Agazzi rileva come essa sia stata «lasciata inoperosa» proprio dai logici matematici i quali hanno spesso condiviso e difeso una semantica estensionalista in virtù della quale «il significato di un termine è l'insieme dei suoi referenti». Questa indebita identificazione tra significato e referente è stata peraltro enormemente favorita proprio dal formalismo logico secondo il quale i simboli di un sistema logico-formale non possederebbero alcun significato:

ammessa questa tesi, il significato di un termine appare come qualcosa che gli si può arbitrariamente e convenzionalmente attribuire in un momento successivo e in svariati modi, a seconda della "interpretazione" che si sceglie. Ma perché può sorgere il desiderio o il bisogno di interpretare un calcolo formale? Quasi sempre perché si desidera utilizzarlo per strutturare rigorosamente una teoria a proposito di certi oggetti. Ecco allora che appare molto comodo associare direttamente i simboli ai referenti senza passare attraverso i significati, considerati quasi come una tappa intermedia superflua.

Il tal modo la diffusione della semantica estensionale ha indotto, in genere, a trascurare qualunque attenzione per il momento astratto dei concetti, per occuparsi direttamente dei referenti. Posizione che risulta tuttavia assai claudicante proprio nell'ambito della disamina delle teorie empiriche che vogliono comunque riferirsi, conoscitivamente, ad un mondo esterno di cui, appunto, ci parlano. Agazzi rileva come questa pretesa di identificare significato e referente, come anche quella di pensare di poter eliminare uno dei due termini, è impraticabile, giacché «eliminando il significato si avrebbe un discorso che "non dice nulla", [mentre] eliminando il referente avremmo un discorso che "non parla di nulla". Un discorso a pieno titolo intende invece dire qualche cosa a proposito di qualche cosa». Nell'ambito specifico della filosofia del linguaggio il realismo scientifico può allora essere rappresentato da quella posizione che associa al linguaggio scientifico l'esistenza di alcuni referenti intesi come oggetti extralinguistici cui quel linguaggio intende comunque riferirsi. Ma vi è di più: Agazzi ricorda infatti come sia agevole scorgere altri sintomi di referenzialità all'interno del linguaggio della scienza giacché, anche assumendo il paradigma della teoria

dei giochi linguistici, si deve tuttavia ammettere che nell'ambito di quei giochi linguistici che corrispondono alle scienze sperimentali non tutto quello che può essere formulato logicamente è tuttavia accettabile e lecito sul piano direttamente sperimentale: «il fatto, quindi, che nelle scienze sperimentali ci siano proposizioni che risultano vietate, in quanto certe condizioni di referenzialità (le risultanze sperimentali) si oppongono loro è già un sintomo importante che tali proposizioni parlano della realtà». Né può essere trascurato come le proposizioni della scienza costituiscano una trama di enunciati dichiarativi che possono essere veri o falsi: verità e falsità che implica la possibilità di attribuire loro dei referenti, il che è sufficiente per «affermare che l'intento della scienza è quello di essere un discorso referenziale, dal momento che non si può affermare che un enunciato è vero senza ammettere che esso è vero di qualche cosa». Con la conseguenza che se le scienze empiriche «si avvalgono di criteri operativi non linguistici per agganciare i referenti di parecchie loro proposizioni», anche «gli stessi concetti teorici di una teoria debbono avere un referente "reale"»: «proprio perché i referenti dei discorsi scientifici sono intesi come reali, e non soltanto come mentali, questo carattere di realtà deve essere attribuito anche ai referenti dei termini teorici».

Su questo terreno epistemico Agazzi recupera pienamente la classica distinzione aristotelica tra il logo semantico, concernente il discorso che si limita a «significare», e il logo apofantico che, invece, «afferma e nega». La distinzione, rileva il Nostro, «può sembrare impalpabile, ma è della massima importanza» perché, in primo luogo, ci consente di comprendere come il logo semantico, vale a dire l'ambito del significato, sia effettivamente autonomo e distinto dall'ambito del referente. Il logo semantico, non essendo referenziale (bensì solo l'ambito entro il quale si istituiscono dei significati), non può essere né vero né falso. Ma tale ambito si trasforma immediatamente in logo apofantico non appena gli attribuiamo una valenza referenziale. Il che ci permette anche di comprendere come un sistema assiomatico, proprio perché si muove nell'ambito semantico, non è affatto privo di significato, perché istituisce, anzi, il significato dei suoi termini proprio grazie alle relazioni sistematiche che instaura tra di essi. Il che, aggiunge Agazzi, consente allora di ben comprendere «che cosa significherebbe negare la portata referenziale alle teorie empiriche: significherebbe ridurle a muoversi unicamente sul terreno del logo semantico, ad essere puri strumenti di istituzione di significati». Posizione che ha il difetto di non saper più spiegare la differenza sussistente tra le scienze empiriche e quelle puramente formali. Senza dubbio queste ultime sono perfettamente in grado di istituire significati contestuali per i loro termini, mentre le prime, grazie al loro confronto con l'empiria, introducono un riferimento ad una dimensione che necessariamente fuoriesce dall'ambito strettamente linguistico:

per questo motivo - conclude Agazzi - dobbiamo dire che le scienze empiriche si configurano come discorsi di logo apofantico. L'istituzione del logo apofantico si caratte-

rizza per il fatto che, accanto al significato, emerge il referente e per di più in modo tale da non essere indipendente dal significato. Infatti, la ricerca del referente richiede un'attività non linguistica, come abbiamo ormai più volte ripetuto, che è in molti casi (specialmente nel caso delle scienze) addirittura di tipo schiettamente "pratico", come il manipolare operativamente mediante strumenti, l'osservare in condizioni opportunamente create, e così via; questa attività consiste dunque in un *esplorare il mondo* e non già in un *esplorare il linguaggio*. [...] Il logo apofantico è dunque quello in cui si istituisce anche la *nozione di verità* direttamente legata a quella di riferimento.

Proprio alla luce di questa impostazione di fondo Agazzi può pertanto contestare le eccessive pretese del contestualismo non solo tenendo sempre ben distinto il caso delle scienze puramente formali da quello delle scienze empiriche, ma anche per ricordare che il referente può essere individuato e identificato solo attraverso l'utilizzazione di un determinato numero di significati. Ma si sa che il contestualismo vuole appunto mettere in crisi questa possibilità, sostenendo come la variazione dei contesti linguistici determinerebbe, di per sé, sia l'inconfrontabilità dei significati, sia l'impossibilità di determinare gli stessi referenti. Tuttavia Agazzi ricorda come una «certa indeterminatezza nei significati è compatibile con la possibilità di identificare i referenti» (per esempio le balene sono state sempre ben identificate dall'uomo anche se in epoche diverse sono state classificate prima come pesci e successivamente come mammiferi: in questo caso il significato si è modificato ma il referente non è mutato), ma si può anche realizzare il caso «che termini diversi, con significati abbastanza diversi, possano [...] denotare gli stessi referenti pur essendo situati in teorie diverse» (e in questo caso Agazzi rinvia all'esempio dell'«atomo di Dalton» e alla «molecola» di Avogadro: in questo caso due teorie diverse parlano dei medesimi referenti attribuendo loro caratteristiche in parte differenti). Ancora: ci si può anche riferire al medesimo referente, univocamente determinabile, utilizzando significati differenti, proprio perché l'identità del referente non implica, di per sé, alcuna identità dei significati. Questi esempi permettono di comprendere come anche in questi casi la differenza dei significati non sia affatto in grado di fagocitare l'esistenza di «un tratto comune che risultava *indipendente* dai rimanenti contesti *quanto al suo significare*». Ebbene, rileva ancora Agazzi, «nel caso delle teorie empiriche [...] i migliori candidati ad essere assunti come significati *indipendenti* dal contesto e atti a guidare la ricerca dei referenti sono quelli operativi legati all'esecuzione dei controlli empirici». Il che consente al Nostro di ricollegare questa sua puntuale discussione critica del contestualismo relativista epistemico post-neopositivista ad una sua nota tesi epistemologica in base alla quale

ciascuna disciplina scientifica si presenta come un discorso che intenziona la realtà sotto un certo "punto di vista", ossia proponendosi di indagarne soltanto certi aspetti o qualità; in ragione di ciò essa seleziona un certo numero circoscritto di "predicati" e, al fine di avere successo nel suo sforzo referenziale, li associa ad alcune *operazioni* standardizzate che possiamo chiamare indifferentemente "criteri di oggettivazione", "crite-

ri di protocollarietà” o “criteri di referenzialità”. Sono queste operazioni che “ritagliano” gli specifici oggetti di una data scienza all’interno del vasto ambito della realtà, e proprio perché sono operazioni che non si applicano al nulla, bensì a referenti già identificati (le “cose” dell’esperienza quotidiana quale è praticata entro una certa collettività storicamente determinata) e per di più sottoposti a manipolazione empirica e non puramente linguistica o intellettuale, mettono capo a referenti specifici che non possono fare a meno di essere anche *reali*.

Ci siamo soffermati soltanto su questo saggio del 1985, che ha il vantaggio di presentare in forma piana e sintetica il nucleo della posizione realista poi ulteriormente sviluppata da Agazzi successivamente in scritti anche assai più impegnativi dal punto di vista degli strumenti tecnici impiegati. Va segnalato, comunque, che le tesi di fondo di questo saggio erano già più che abbozzate sin dagli inizi delle indagini di Agazzi sull’epistemologia delle scienze empiriche. Infatti già nell’ampio capitolo conclusivo di *Temi e problemi di filosofia della fisica* (1969) Agazzi, discutendo analiticamente il problema della portata conoscitiva delle teorie scientifiche, aveva chiarito il preciso senso scientifico dell’oggettività, distinguendo tra l’oggettività e la verità, onde poter meglio definire il realismo scientifico.

In quelle pagine, che nascevano anche da un confronto diretto con la meccanica quantistica e da alcune questioni fondamentali che scaturiscono all’interno della microfisica quantistica, Agazzi ha ben illustrato come la scienza possa essere considerata come «il più coerente ed efficace sforzo messo in atto nel perseguire la ricerca dell’oggettività»¹³. Ma se tale oggettività viene colta attraverso il suo strutturarsi ottenuto distaccandosi progressivamente dal concetto di realtà, si sottolinea anche come due condizioni irrinunciabili per il suo stesso istituirsi sono fornite proprio dall’esistenza di una *pluralità di soggetti*, nonché dall’*invarianza* delle determinazioni oggettive. Tenendo presente buona parte del dibattito scaturito dalla delineazione della meccanica quantistica, nonché quello sorto nell’ambito della teoria dei modelli logico-matematici e della loro funzione euristica, Agazzi ha potuto precisare come

il sempre più generale diffondersi, nella fisica moderna, del procedimento per cui i fenomeni son dapprima descritti in linguaggio già matematico, a cui successivamente si cerca di dare una interpretazione fisica, è un sintomo caratteristico della nuova funzione che la matematica sta assumendo nei confronti della fisica: non più solo fornitrice di algoritmi, di metodi di calcolo, ma anche di “modelli” per la “comprensione”, per la “spiegazione” dei fatti fisici».

¹³ Agazzi 1969, II ed. 1974, da cui sono tratte tutte le cit. che seguono nel testo le quali si trovano, rispettivamente, alle seguenti pagine: 343; 311; 353, corsivi nel testo; 361-2, corsivi nel testo; 365, corsivo nel testo; 368, corsivi nel testo; 369-70, corsivi nel testo; 370; 372, corsivo nel testo e 370, corsivo nel testo.

In questa precisa prospettiva epistemica per Agazzi

ogni scienza si istituisce proponendo dei *sui* “criteri di protocollarità”, i quali equivalgono a precisare il *suo* universo di *oggetti*. Ebbene, tali criteri di protocollarità altro non sono che operazioni, o meglio indicazioni esplicite circa tipi di operazioni *in essa* ammesse; è quindi vero che mi occorrono operazioni tanto per determinare l’oggetto fisico quanto per determinare l’oggetto matematico, ma le operazioni “con carta e matita” (cioè le operazioni di “calcolo”) sono quelle che occorrono per determinare l’oggetto matematico e non l’oggetto fisico. Se non si afferra questo punto, si rischia davvero di lasciarsi sfuggire il senso secondo cui nella scienza si può parlare di oggetti: se - come si è visto - l’orizzonte dell’oggettività nasce *soltanto* quando si è trovato un criterio operativo per raggiungere l’accordo fra i soggetti, bisogna dire che una scienza non sorge fin tanto che tale criterio non è emerso, perché, prima d’allora, essa *non ha oggetti*.

Prima dell’istituzione di questo criterio operativo abbiamo solo a che fare con «cose», realtà concernenti il discorso del senso comune, non già con «oggetti», proprio perché l’oggetto fisico costituisce

un insieme di relazioni, è un costrutto concettuale, che si fa “oggettivo” perché è appoggiato da certe operazioni; quando ciò accada, esso è un autentico oggetto, indipendentemente da altre difficoltà psicologiche che possiamo provare nell’ammetterlo come tale. Potremo dire che, a nostro giudizio, un oggetto siffatto non può *in realtà* esistere, ma con ciò non faremo altro che ribadire la distinzione già vista tra oggetto e realtà, senza poter per altro negare che *come oggetto* esso esiste.

Sul piano più strettamente filosofico - che risente, assai positivamente, anche di taluni puntuali rilievi storico-teoretici sviluppati sia da un pensatore come Vittorio Mathieu¹⁴, sia dalla lezione di Gustavo Bontadini (in particolare dalla sua critica del moderno gnoseologismo)¹⁵ - Agazzi avanza una distinzione tra oggettivo e reale che non vuol avere

alcun sapore gnoseologico: non si dice né che l’oggettivo non è reale (anzi, si dice che esso è reale) e neppure che il reale non è oggettivo perché quando si afferma che *non tutto* il reale è oggettivo, non si allude ad una bipartizione della realtà in una sfera oggettivabile e in una non oggettivabile. No: tutto il reale è in linea di principio oggettivabile, ma ogni singola oggettivazione non lo esaurisce; essa ne lascia fuori una parte: non perché quella sia *in sé* inoggettivabile, ma perché lo è *in quella* oggettivazione. È

¹⁴ Cfr. in particolare Mathieu 1960.

¹⁵ Cfr. gli *Studi di filosofia moderna* di Gustavo Bontadini, riediti ultimamente da Vita e Pensiero (Bontadini 1996) in un volume in cui figura un’importante e puntuale *Introduzione* di Agazzi (cfr. le pp. IX-XXI) che, in prospettiva, aiuta anche meglio intendere la sua specifica ed autonoma *metabolizzazione* del prezioso lascito teoretico bontadiniano, cui si accenna nel testo. Segnalo infine che la citazione bontadiniana che figura ad esergo del presente scritto è tratta dalla p. 62 di questo volume.

chiaro, perciò, che il reale, ben lungi dall'essere il contrapposto dell'oggettivo, si mostra come il campo di tutte le possibili oggettivazioni o, se vogliamo, come la *totalità* delle oggettivazioni, di cui l'oggettivo è solo *la parte* effettiva realizzata.

Ma allora, ci si potrebbe chiedere: in questa prospettiva, dichiaratamente non-gnoseologica, à la Bontadini, come si configura il realismo scientifico? Secondo Agazzi «la posizione di realismo corretto è [...] quella che tra oggettivo e reale vede una relazione di *inclusione*: tutto ciò che è oggettivo è reale, anche se non tutto ciò che è reale è oggettivo». Con questa affermazione ci si oppone, al contempo, sia al dogmatismo, sia ad ogni esito scettico. Al dogmatismo giacché, riprendendo il senso teoretico complessivo della lezione bontadiniana, Agazzi rileva agevolmente come - secondo quanto già emerso nella filosofia classica e secondo quanto è stato poi ribadito dall'idealismo contro lo gnoseologismo moderno - l'affermazione dell'esistenza di una realtà collocata al di là dell'oggetto conosciuto implica un assunto inverificabile, perché la conoscenza di un oggetto richiede sempre la possibilità di poter appurare la sua esistenza. Per dirla con le parole di Herman Weyl:

La scienza concede all'idealismo che la realtà obbiettiva non è data ma costruita e che essa non può essere costruita in sé e per sé, ma solo in relazione a un sistema di coordinate assunto arbitrariamente e comunque entro un dominio simbolico [...]: *l'immagine oggettiva del mondo non può accogliere alcuna differenza che non possa manifestarsi in una qualche differenza nella percezione*: non si ammette una esistenza che sia per principio inaccessibile alla percezione¹⁶.

In secondo luogo ci si oppone anche allo scetticismo, perché se si pretendesse, eventualmente, di negare la portata realistica dell'oggettività si cadrebbe, inevitabilmente, nella contraddizione di affermare che qualcosa che si conosce, tuttavia, non esiste.

Questa impostazione concettuale consente, infine, di rispondere alla *vexata questio* in base alla quale non solo lo scetticismo, ma anche il convenzionalismo e il pragmatismo utilitarista hanno cercato di negare apertamente una reale portata conoscitiva della scienza facendo leva sulla incessante variabilità dei suoi risultati. Se infatti l'aspetto caratteristico del procedere scientifico si radica proprio nella possibilità di rivedere continuamente i risultati conoscitivi conseguiti dalle diverse teorie scientifiche, come si può allora conciliare il loro valore conoscitivo con la loro relatività storica? Per Agazzi la risposta a questa obiezione non presenta difficoltà particolari:

si tratta di capire che il tramonto di una autentica teoria non significa l'aver riconosciuto che essa è *falsa*, ma che essa era *parziale* e la sua sostituzione con una nuova non è

¹⁶ Weyl 1967, pp. 142-3, corsivo nel testo (Agazzi richiama espressamente il passo corsivo weylano nella nota 1 di p. 365 di Agazzi 1969).

una sostituzione *qualsiasi*, ma un farle subentrare una teoria *migliore*, cioè capace di cogliere un numero maggiore di determinazioni della realtà.

La sostituzione di una teoria con un'altra sta allora ad indicare quanto si è già precedentemente rilevato: l'orizzonte dell'oggettività non può infatti mai coincidere, esaustivamente, con il dominio della realtà. Il che induce Agazzi a sostenere un concetto relativo di verità:

tutto questo serve a farci meditare su un fatto generalmente trascurato, ossia che il concetto di verità non è mai, in pratica, assoluto, ma relativo, in questo senso preciso: una proposizione (o un insieme di proposizioni) quasi mai è vera o falsa *simpliciter*, ma vera o falsa *di* un certo universo d'oggetti, per cui la domanda stessa circa la sua verità non risulta formulata completamente finché non si dica *di quali oggetti* essa deve risultare vera. In pratica, quindi, la verità è sempre una verità entro una teoria, perché solo entro questa si danno, come sappiamo, degli oggetti. Una verità in assoluto non potrebbe altro che essere una verità che vale *per tutti i possibili oggetti*, ossia una verità che, valendo per tutte le possibili oggettività, verte sulla realtà non più in quanto oggettivata, ma *in quanto tale* che, come già abbiamo visto, esce dall'ambito delle considerazioni della scienza e interessa invece la filosofia (la quale, caratteristicamente, quando vuole darsi un compito conoscitivo, si propone lo studio della *realtà in quanto tale* e si configura come *metafisica*).

Anche Agazzi giunge così ad affermare che il sapere scientifico costituisce sempre una conoscenza circoscritta e che la sua «verità è solo relativa; ma è autentica, nonostante questo, perché relativo vuol dire, appunto, circoscritto a certi oggetti». La verità relativa delle teorie scientifiche vale, dunque, «limitatamente agli *oggetti* di quella teoria», mentre l'oggetto di cui parla una teoria «non è nulla più che l'insieme di *tutte* le sue determinazioni». Se l'esperienza ci aiuta a mettere in evidenza punti isolati della struttura degli oggetti, si deve allora necessariamente riconoscere come la sua ricostruzione si configura utilizzando la capacità «creativa» ed «inventiva» dell'intelletto. Riferendosi esplicitamente ad un passo di *Filosofia e filosofia della scienza* di Geymonat, Agazzi concorda quindi nel rilevare come proprio la storia della scienza documenti come il progresso della conoscenza umana si sia spesso verificato elaborando ed utilizzando principi astratti «molto più artificiosi e più lontani dai fatti»¹⁷:

l'esperienza, in altri termini, da sola «non parla»; essa è un po' come l'oracolo di Delfi, di cui Eraclito diceva che «né parla, né nasconde, ma dà segni», ossia essa offre la base per il costituirsi del logo semantico, ma non indica esplicitamente un logo apofantico.

¹⁷ Geymonat 1960, p. 60; a questo proposito Agazzi cita espressamente Geymonat a p. 376 di Agazzi 1969.

Il riferimento esplicito a Goethe (che figura nel passo citato immediatamente dopo nel testo) è tratto dallo scritto *Materialien zur Geschichte der Farbenlehre* citato dal *Goethes Werke*, a cura di R. Steiner, Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, vol. XXXVI/1.

Proprio come il responso dell'oracolo, l'esperienza va "interpretata" e questa interpretazione è in primo luogo un atto intuitivo: "Nella scienza - scrive Goethe - tutto dipende da ciò che si può dire un *aperçu*, da un riconoscimento di ciò che è al fondo dei fenomeni. E tale riconoscimento è infinitamente fruttuoso".

4. IL PROBLEMA DELLA CONOSCENZA QUALE ONTOLOGISMO CRITICO

Alla luce di quanto esposto nei precedenti paragrafi 2 e 3 è agevole riscontrare come l'epistemologia e, più in generale, la filosofia di Geymonat e di Agazzi mostrino significativi punti di convergenza, pur nel quadro di un loro autonomo e ben distinto orizzonte di riflessione. Basterebbe rilevare come entrambi gli Autori giungano a parlare, esplicitamente, del carattere *relativo* della conoscenza scientifica, o del ruolo decisivo della *prassi* operativa per la fondazione realista della conoscenza scientifica o, infine, della ineliminabile dimensione *storica* di essa. Tuttavia, queste pur significative convergenze non nascondono le diverse e autonome modalità di concepire e giustificare queste medesime tesi. Così, ad esempio, Agazzi può sostenere che una verità relativa non implica affatto alcuna forma di scetticismo o di relativismo storicistico, giacché, perlomeno a suo avviso, ogni verità è sempre necessariamente relativa *ad un determinato e preciso contesto*, entro il quale, dunque, proprio in virtù del suo costituirsi quale conoscenza oggettiva, risulta essere *assolutamente vera*. Come si è visto anche Geymonat riconosce la portata conoscitiva oggettiva del sapere scientifico inserito in un preciso patrimonio tecnico-scientifico e, pur sottolineando la relatività della conoscenza umana, non ne mette tuttavia in discussione l'effettiva portata conoscitiva. Semmai, dal suo punto di vista, l'oggettività del sapere non può essere mai sottratta dalla dimensione storica proprio perché le categorie del sapere scientifiche risultano essere intrinsecamente *flessibili*, dinamiche e, quindi, sempre modificabili. Il che, sia pur con una differente e persino contrastante sensibilità ermeneutica, consente ad entrambi di affermare come la scienza, proprio in virtù della sua intrinseca oggettività, sia anche in grado di risolvere, *in via definitiva*, alcuni problemi specifici. Anzi, proprio questa sembra costituire la specificità epistemica del sapere scientifico il quale, prima o poi, è spesso in grado di risolvere un determinato problema. Certamente il pensiero scientifico può anche impiegare un numero notevole di secoli per trovare una determinata soluzione, ma quando è infine riuscito a scorgere, questa soluzione sembra quasi costituire un'acquisizione perenne per lo spirito umano. Infatti anche se questo determinato risultato può essere inserito in altri contesti conoscitivi, molto più ampi, sofisticati e rigorosi, finendo, così, per assumere persino significati precedentemente non considerati o del tutto ignorati, tuttavia il suo effettivo apporto conoscitivo al patrimonio del sapere umano è comunque garantito e salvaguardato anche alla luce del successivo approfondimento del sapere. In altri termini determinati contenuti conoscitivi, per quanto traducibili in diffe-

renti “universi di discorso” entro i quali il loro significato si incrementa in modo anche assai significativo, tuttavia non perdono, comunque, di validità. Il che sembra poi coincidere con la più vera ed intrinseca storicità del sapere scientifico giacché, come ha rilevato Geymonat

un'autentica storicità scaturisce tuttavia dal fatto che le teorie in cui si articola la scienza non risultano affatto chiuse, ma sono - al contrario - ricche di comunicazioni l'una con l'altra e col linguaggio comune, onde la medesima proposizione - trasferita da una teoria più ristretta ad una più generale - si arricchisce di nuovi significati, diventa fonte di nuovi sviluppi, rivela con maggiore chiarezza la ragione profonda della propria validità. [1960: 104]

Ma oltre a questa assai significativa convergenza nel riconoscere la storicità intrinseca del sapere scientifico oggettivo, come si è visto tanto Geymonat quanto Agazzi condividono anche una posizione decisamente realista. Naturalmente questa loro comune difesa del realismo viene motivata da differenti percorsi teorici giacché Geymonat guarda direttamente alla tradizione del materialismo marxista, mentre Agazzi si ricollega direttamente al realismo tematizzato dalla tradizione classica. Non solo: Geymonat giunge a sostenere apertamente l'opportunità di poter identificare le strutture del *logos* con le strutture della realtà, mentre Agazzi sostiene anche la possibilità e la liceità di sviluppare una riflessione sul mondo che tenga certamente presente (*à la* Geymonat) la sistematica descrittiva della totalità, andando, tuttavia, ben oltre l'*intero* dell'esperienza:

si potrebbe essere interessati ad indagare la realtà dal punto di vista non dell'“intero dell'esperienza”, ma da quello dell'*intero*, senza ulteriori specificazioni. In tal caso, non si sarebbe obbligati a limitarsi ad enunciati che potrebbero essere ricondotti all'esperienza. Tale condizione è obbligatoria per la scienza, solo perché l'“intero dell'esperienza” costituisce la sua specifica sfera d'indagine, ma questa non può essere una condizione per l'ammissione di enunciati che riguardano l'*intero* senza limitazioni¹⁸.

Per Agazzi la metafisica coincide proprio con «lo sforzo di indagare la realtà dal punto di vista dell'*intero*», secondo un intento ermeneutico che peraltro si impone anche entro il procedere scientifico, perlomeno nella misura in cui quest'ultimo presenta sempre delle affermazioni scientifiche suscettibili di essere confutate: tale confutabilità documenta infatti come non si possa mai asserire che la natura può essere descritta in modo completo attraverso alcuni determinati predicati che pure consentono l'istituzione di una disciplina e di un sapere oggettivo. Una determinata sfera d'indagine disciplinare si lascia così sempre sfuggire altri aspetti della realtà che per essere conosciuti richiedono di forgiare nuovi e diversi strumenti di indagine del reale. In questo preciso senso anche l'esito metafisico presente nei due Autori risulta dunque essere sensibil-

¹⁸ Agazzi 1995 p. 42, corsivi nel testo.

mente diverso perché nel caso di Geymonat la metafisica coincide con la difesa di una filosofia dell'identità tra strutture del *logos* e strutture della realtà materiale, mentre in Agazzi è anche presente la rivendicazione della possibilità stessa di un'indagine metafisica in quanto tale, espressamente finalizzata ad indagare la realtà dal punto di vista dell'intero. Non che in Geymonat manchi, come si è accennato, un'apertura specifica all'utilizzo della categoria della totalità quale sistematica descrittiva sia della conoscenza scientifica, sia delle diverse realtà studiate dall'uomo - come è apertamente dichiarato, programmaticamente, fin dal primo capitolo di *Scienza e realismo*¹⁹ -, tuttavia nel suo pensiero non è invece presente il riconoscimento o la liceità della possibilità di studiare la realtà in quanto tale dal punto di vista dell'intero *senza limitazioni*.

Ma in relazione alla posizione delineata da Agazzi vi è anche qualcosa di più. Vi è infatti l'esplicito abbandono del punto di vista gnoseologico moderno, così come è stato definito (e conseguentemente criticato) da un pensatore come Gustavo Bontadini. Non solo: vi è anche l'adesione critica al cuore della speculazione bontadiniana basata su una rivendicazione della *metafisica classica* conseguita, in modo indubbiamente originale, attraverso una profonda rigorizzazione della *filosofia classica* la quale ultima, a sua volta, trovava il suo punto di riferimento privilegiato proprio nella costruzione della metafisica. Agazzi stesso ha così illustrato il programma di ricerca metafisico di Bontadini, rilevando come la sua

metafisica si presentava, in particolare, come una *metafisica dell'esperienza*, e si realizzava attraverso una *mediazione* dell'esperienza stessa, che consentiva alla ragione di affermare un livello di realtà che *trascende* l'esperienza. Le ragioni per le quali molti considerano, ancor oggi, ingiustificata una simile costruzione si possono esprimere, intuitivamente, nel modo seguente: quando il metafisico propone di superare l'esperienza e porre una realtà soprasensibile, lo fa poiché ritiene di aver mostrato che, *ragionando* a partire dall'esperienza, e applicando in particolare il principio di causalità e quello di non contraddizione, siamo costretti ad ammettere una realtà soprasensibile per dar ragione dell'esperienza medesima. Con ciò, però, vien dato per scontato che le leggi del pensiero corrispondono alle leggi del reale, ma che garanzia abbiamo in proposito? Che garanzia abbiamo che la nostra *logica* sia anche la "logica" del reale?²⁰

Naturalmente Bontadini ha proprio voluto superare, criticamente, la tradizionale risposta dogmatica (per esempio *à la Spinoza*) con la quale la metafisica classica proclamava questa identità. Per sviluppare questo suo programma di ricerca metafisico Bontadini ha sostanzialmente delineato due diverse ed autonome mosse teoretiche: ha ricondotto, sistematicamente, i tradizionali procedimenti metafisici classici (il principio di causalità, quello di contingenza, etc.) al principio di non contraddizione e, in secondo luogo, ha anche mostrato come a suo

¹⁹ Cfr. Geymonat 1977, pp. 19-35.

²⁰ Agazzi 1996, pp. XX-XXI, corsivi nel testo.

avviso il principio di non contraddizione possedesse sempre un'effettiva portata ontologica, «ossia che non è una pura legge “interna” del pensiero, in quanto tra pensiero ed essere esiste una *identità intenzionale*». Il che lo riconduceva proprio al superamento (metafisico, se non critico) di quello che qualificava come la deriva dello *gnoseologismo* che, a suo avviso, aveva sempre contraddistinto tutta la filosofia moderna, trovando poi in Kant una sua autentica *esplosione* (il termine è di Bontadini). Il *presupposto gnoseologico* (che Bontadini chiama anche «presupposto naturalistico» oppure «presupposto fenomenistico» oppure, ancora, «presupposto realistico») si basa precisamente sul fatto di presupporre l'esistenza di qualcosa (in genere, nella filosofia moderna, la «natura») pensato come del tutto «esterno» al conoscere: in tal modo tra la conoscenza e il suo oggetto si istituisce - appunto si *presuppone*, senza poter disporre mai né di nessuna fondazione logica, né, tantomeno, di alcuna evidenza fenomenologica - uno iato incolmabile, in virtù del quale l'oggetto del conoscere sarebbero unicamente le rappresentazioni e non mai la realtà, con la conseguenza, arbitraria, che in questa prospettiva gnoseologica l'oggetto della conoscenza sarebbe senz'altro contenuto solo nella mera rappresentazione e coinciderebbe, dunque, con le medesime rappresentazioni. *Contra* questo diffuso presupposto gnoseologico Bontadini sostiene, invece, in piena sintonia con la metafisica classica, una nozione del conoscere decisamente «priva di presupposti», giacché, a suo avviso,

che il conoscere convenga con l'essere, che è suo oggetto, è cosa veramente per sé nota o assiomatica in quanto il conoscere stesso (spoglio di presupposti) è l'attestazione di tale convenienza. La convenienza è, dico, *data* nel conoscere stesso, in quanto esso (per se stesso) è rappresentazione dell'essere. Per chi concepisce così le cose [...] lo stesso conoscere, per sé, determina quello che è da ritenersi esistente o reale in genere, volta per volta, in concreto²¹.

Insomma, per Bontadini il conoscere è sempre, per sua stessa natura, congruente rappresentazione dell'essere, che è suo oggetto privilegiato, giacché l'essere non trascende mai il conoscere. Con la conseguenza, non banale, che la scienza dell'essere (*idest* la metafisica) risulta essere senz'altro possibile ed auspicabile. Inutile aggiungere come per Bontadini sia allora possibile attribuire al logo una effettiva portata sintetica (e non meramente analitica), proprio perché la sua prospettiva filosofica recupera pienamente il classico concetto metafisico dell'*identità intenzionale* di essere e pensiero.

Naturalmente se le riflessioni filosofiche di Agazzi concernenti la possibilità di una indagine metafisica si collocano in sostanziale sintonia con questi rilievi

²¹ Bontadini 1996, p. 56, corsivo nel testo, ma di Bontadini occorre tener presente, in particolare, il suo fondamentale studio *Saggio di una metafisica dell'esperienza* (Bontadini 1935), unitamente ai saggi pubblicati in *Conversazioni di metafisica* (Bontadini 1971) (in particolare è da tener presente il secondo volume) e il più essenziale, ma non meno significativo, volumetto *Metafisica e deellenizzazione* (Bontadini 1975).

bontadiniani, Geymonat, invece, che pure, come si è visto, accetta la tesi (metafisica) dell'identità delle strutture del *logos* con quella della realtà, tuttavia non è invece disposto ad attribuire al logo una funzione e una portata sintetica. A livello programmatico Geymonat considera infatti completamente ingiustificata una simile pretesa e non accetta neppure di poter mai superare, sinteticamente, l'esperienza possibile per scorgere realtà soprasensibili. Probabilmente proprio su questo nodo ed intreccio problematico assai delicato si radicano, ad un tempo, le ragioni della convergenza realista del pensiero di Geymonat e di Agazzi, nonché le ragioni del loro dissenso filosofico.

Tuttavia, giunti a questo punto, è anche possibile interrogarsi sul presupposto gnoseologico e chiedersi come mai la filosofia moderna abbia voluto affrontare, con tanta attenzione critica, il problema gnoseologico. Per rispondere a questa domanda non si può non tener presente il ruolo della scienza moderna che a partire dall'epoca di Galileo in poi non solo ha contribuito a modificare, in modo sempre più radicale, la configurazione del mondo moderno e della vita di milioni di persone, ma ha anche costituito il punto di riferimento privilegiato della riflessione filosofica. Negli ultimi tre secoli la scienza, quale "conoscenza" ha infatti rappresentato, sempre più, il centro autentico della cultura moderna: un centro irrinunciabile, con il quale si è sistematicamente confrontata la riflessione filosofica moderna e contemporanea. In questa prospettiva

il problema gnoseologico è quindi l'autoproblema della filosofia - appunto il "problema filosofico", in cui la filosofia si pone come problema a se stessa. E già in questo senso, assai prima di Kant, Cartesio e Locke avevano inteso la primarietà dell'indagine gnoseologica rispetto ad ogni altra indagine filosofica²².

In questa precisa chiave prospettica lo gnoseologismo denunciato da Bontadini trova allora, proprio nello sviluppo della scienza moderna e nel parallelo approfondimento della sua riflessione filosofica, la denuncia sistematica e la progressiva messa in crisi di ogni indebito presupposto dogmatico, nonché il progressivo dissolvimento della metafisica classica. Infatti l'ammissione dell'esistenza *in sé* di un mondo reale, affatto indipendente dal conoscere e collocato, per definizione, *al di là* della conoscenza umana, costituisce un punto di partenza affatto dogmatico che trova la sua progressiva eliminazione in molte correnti della filosofia contemporanea. Tuttavia questo problema non trova affatto una sua esplosione, *à la* Bontadini, nella riflessione di Kant perché, semmai, è vero come proprio con la «rivoluzione copernicana» operata dal filosofo di Königsberg si pongano le premesse per passare, come ha rilevato Giulio Preti, dalla critica della metafisica classica al suo superamento in una «metafisica critica»:

²² Preti 1974, p. 3. Tutte le citazioni da questo saggio postumo di Preti sono sempre riferite alla sua prima edizione, apparsa sulla rivista di Mario Dal Pra, e sono tratte, rispettivamente, dalle seguenti pagine: 4; 8; 15 (corsivi nel testo) e 255-6, corsivi nel testo.

in questa nuova direzione la gnoseologia stessa, da ricerca preliminare, diviene essa stessa dottrina costitutiva della filosofia prima, ossia dell'ontologia filosofica. Già Kant, nel momento stesso in cui criticava le pretese della metafisica dogmatica a presentarsi come scienza, affermava che la medesima critica della metafisica è essa stessa una metafisica critica, in quanto analisi delle strutture stesse dell'esperienza positiva dell'oggetto del conoscere. E proprio in questo senso, di rilievo del sistema delle strutture *a priori* del conoscere, parlava di una "metafisica della natura" e di una "metafisica dei costumi". Da allora, e sempre più, la critica della conoscenza assume anche una funzione costruttiva: essa è "metafisica critica" e, in quanto costituisce le nozioni trascendentali dell'essere come oggetto-del-conoscere (l'unico "oggetto" di cui si possa criticamente parlare) è ontologia critica.

Non è naturalmente ora possibile riconsiderare analiticamente - sia in riferimento alla specifica lezione filosofica di Preti, sia in relazione ad altre considerazioni critiche dello scrivente - il quadro complessivo di questa rilettura epistemica della storia della filosofia moderna e contemporanea, effettuata con particolare riferimento al nuovo statuto possibile di una gnoseologia pensata come ontologia critica²³. Tuttavia, non sarà privo di rilievo ricordare come questa prospettiva di indagine si radichi proprio nella messa in discussione critica radicale sia del tradizionale realismo dogmatico (e metafisico), sia del connesso scetticismo (altrettanto dogmatico e metafisico). La negazione scettica della conoscenza costituisce, infatti, un non-senso fortemente contraddittorio: è un non-senso soprattutto nella misura in cui lo scetticismo, in quanto dubbio radicale e totale, sfocia, inevitabilmente, in un assunto auto-contraddittorio, giacché se dobbiamo dubitare di tutti i giudizi (che riteniamo sostanzialmente falsi e inaffidabili), dovremo dubitare anche di quel giudizio che ci invita a dubitare di tutti i giudizi (se tutti i giudizi sono falsi, allora sarà falso anche il giudizio «tutti i giudizi sono falsi»). Ma se il dubbio scettico totale sfocia necessariamente in un non-senso (rispetto al quale possiamo solo salvare il dubbio scettico quale principio metodico di cautela critica, onde procedere in modo da intensificare il rigore delle nostre affermazioni) non può neppure negarsi come lo scetticismo radicale si basi su un presupposto squisitamente realistico. Meglio ancora, come ha rilevato Preti, lo scetticismo «equivale alla posizione del realismo filosofico» giacché lo implica e ne è implicata. *Lo implica*, perché se l'affermazione "piove" è vera se e solo se effettivamente "piove", allora ne consegue che il criterio della conoscenza è posto necessariamente *al di fuori* del

²³ Per l'insieme delle ricerche accennate nel testo sia tuttavia lecito rinviare, oltre ai vari scritti di Preti (in particolare anche ai suoi volumi postumi: Preti 1976, 1983, 1989a, 1989b), anche ai miei seguenti volumi: sul fronte dell'indagine della riflessione di Preti a Minazzi 1994 e a Minazzi 2004b, mentre, sul piano di un autonomo ripensamento epistemologico e filosofico, ai miei volumi Minazzi 1993, Minazzi 2004c, Minazzi 2004d e *L'épistémologie comme hermétique de la raison*, Vrin, Paris, 2006.

conoscere stesso. Ma porre il criterio della conoscenza *al di là* del processo conoscitivo significa, appunto, collocare l'oggetto della conoscenza *oltre* il conoscere stesso. *Ne è implicato*, perché lo scetticismo presuppone sempre il realismo. In questo caso si presuppone, infatti, l'esistenza di uno iato incolmabile tra il soggetto che conosce e gli oggetti che devono essere conosciuti, mentre i sensi sono considerati come strumenti mediante i quali si può mediare tra il soggetto conoscente e l'oggetto della conoscenza. Ma è evidente che così posto il problema diventa praticamente insolubile: se si presuppone che l'oggetto del conoscere sia ontologicamente al di là del soggetto conoscente, non esisterà poi nessuna inferenza in grado di superare questo iato che si è presupposto: «se ci pensiamo bene, - ha ancora rilevato Preti - tutte le argomentazioni scettiche traggono la loro persuasività dall'implicito presupposto realistico da cui muovono e che, per essere quasi-istintivo difficilmente viene non solo criticato, ma perfino avvertito». Anche Alfred Ayer, riflettendo specificatamente sul problema della conoscenza²⁴, ha posto in evidenza il valore teoretico di tutte le successive mosse compiute dall'argomentazione scettica che configura, complessivamente, quattro differenti e successivi passi:

- a) gli oggetti della conoscenza non possono essere conosciuti se non partendo dalle conoscenze attuali, poiché non possiamo mai coglierli direttamente;
 - b) tra i dati empirici e gli oggetti della conoscenza sussiste sempre uno iato che l'inferenza deduttiva non è mai in grado di superare;
 - c) ma questo iato non può neppure essere superato da un'inferenza induttiva giacché anche il procedimento causale è privo di qualsiasi fondamento, come ha illustrato Hume con la sua classica disamina empirista;
 - d) l'inferenza dai dati agli oggetti risulta quindi del tutto ingiustificata.
- A questi rilievi inferenziali, tipici dello scetticismo (antico e moderno) possono farsi corrispondere altrettante contromosse filosofiche:

- a) quella del *realismo ingenuo* che col suo intuizionismo nega, appunto, la prima argomentazione scettica;
- b) la soluzione *riduzionista* (per esempio quella classica neo-empirista, propria del neopositivismo viennese) che ritiene di poter costruire logicamente gli oggetti fisici prendendo le mosse dai contenuti esperienziali;
- c) la soluzione dell'*induttivismo classico* (à la John Stuart Mill) secondo la quale gli oggetti fisici sarebbero giustificabili indirettamente, appunto come vere cause delle nostre percezioni;
- d) la soluzione dell'*analisi descrittiva* propria, secondo Ayer, della filosofia analitica contemporanea, secondo la quale *la conoscenza è un fatto, non un problema*.

²⁴ Cfr. Ayer 1967, in particolare le pp. 37-87, unitamente alle considerazioni svolte da Preti alle pp. XIII-XV della sua *Presentazione* (riprese e sviluppate analiticamente anche nelle pagine del suo citato saggio postumo *Lo scetticismo e il problema della conoscenza*, alle pp. 10-11, che si sono tenute presenti nel testo). Il passo di Preti citato nel testo in cui il filosofo pavese si interroga sui limiti della soluzione prospettata da Ayer è tratto dalla p. XV.

Secondo Ayer solo con la quarta mossa sarebbe infine possibile superare tutte le obiezioni scettiche. Tuttavia, questa soluzione priva proprio la filosofia della possibilità epistemica di giustificare la conoscenza, mentre invita, sistematicamente, il filosofo ad analizzare unicamente la conoscenza in quanto tale, onde studiarne i processi, considerando le condizioni in cui risulta valida oppure quelle in cui si configura come non-valida.

Ma - si chiede giustamente Preti - con questa ultima posizione siamo veramente usciti dallo scetticismo? La posizione di Ayer non è chiara: e se leggiamo le varie analisi di problemi particolari, abbiamo la netta impressione che egli non ne esca mai effettivamente. Di fatto, l'antitesi fondamentale è quella tra scetticismo e realismo ingenuo: e finché quest'ultimo è presupposto, lo scetticismo è invincibile. Ma Ayer, rimanendo costantemente entro l'orientamento naturale, non può uscire dal realismo ingenuo se non accettando le istanze scettiche (che in tal caso divengono ovvie). Forse proprio quello che occorre fare è uscire dall'orientamento naturale: lo scetticismo, storicamente e teoreticamente, ha recato le motivazioni per *l'εποχή* trascendentalistica di Kant e per *l'εποχή* fenomenologica di Husserl.

Per comprendere adeguatamente questa indicazione pretiana occorre tener presente come lo scetticismo, nel momento stesso in cui implica ed è implicato dal realismo ingenuo, ne costituisce anche, al contempo, l'autocritica più radicale e, in ultima analisi, la liberazione dal suo presupposto realistico. Se infatti si rinuncia al presupposto realistico la verità di cui parlano le teorie scientifiche rinvia sempre a criteri *interni* della conoscenza, quelli che si istituiscono entro un particolare ambito disciplinare. In questa precisa prospettiva compito della riflessione filosofica diventa allora, *in primis*, quello di analizzare le strutture delle argomentazioni scientifiche, di studiare i molteplici processi conoscitivi, unitamente ai loro criteri epistemici, al ruolo euristico delle varie categorie concettuali, etc. Se nel caso del realismo dogmatico l'esito scettico è pertanto inevitabile, perché l'oggetto del conoscere si colloca e rimane sempre «al di là» della conoscenza stessa, nell'ambito della gnoseologia, concepita quale ontologia critica, la conoscenza, come ha ancora rilevato Preti, assume un nuovo statuto dinamico, più rigoroso:

il processo del conoscere non è più un vano rincorrere un oggetto che resterà comunque «al di là»: ma è un processo di conoscenze, ciascuna volta per volta vera, ma tale che rimanda a ulteriori conoscenze «più vere». *Se* il processo va all'infinito, allora l'oggetto (ossia il sistema finale delle conoscenze nel processo ultimato) rimane trascendente: ma non si tratta qui della trascendenza realistica, bensì di quel tipo di trascendenza per cui si può dire che l'iperbole completa (compresi cioè i punti in cui i due rami tagliano gli assi ortogonali) trascende qualsiasi arco di iperbole per quanto esteso (ma ogni arco è già, comunque, un arco dell'iperbole, quindi - in un certo senso - è *l'iperbole*).

In questo quadro prospettico il problema critico della conoscenza risulta allora essere determinato proprio dalla «rivoluzione copernicana» inaugurata da Kant in virtù della quale è possibile parlare rigorosamente dell'oggetto-della-conoscenza unicamente all'interno di un particolare ambito disciplinare scientifico: se non teniamo presente questo specifico ambito disciplinare non possiamo neppure più parlare di un "oggetto" del conoscere. Meglio ancora: secondo Preti occorre sistematicamente operare una *riduzione fenomenologico-trascendentale*, così nominata in omaggio a Kant ed Husserl. Occorre, insomma, operare una riduzione fenomenologico-trascendentale dell'impossibile e contraddittoria nozione realistica dell'oggetto in quanto tale, per passare «alla nuova e unica possibile, nozione trascendentalistica dell'oggetto come oggetto-del-conoscere». Kantianamente si potrebbe anche parlare di «fenomeno» (nozione altamente equivoca dalla quale, non per nulla, sono scaturiti molteplici fraintendimenti teoretici e storiografici). Ma si può parlare di «fenomeno» precisando, tuttavia, come la gnoseologia come ontologia critica concerne proprio lo studio della «costituzione dell'oggetto come fenomeno», con l'avvertenza critica, neokantiana e fenomenologica, che l'oggettività della conoscenza umana, per dirla con un pensatore come Jean Petitot, non deve più rinviare ad alcuna ontologia soggiacente²⁵.

Si badi: questa riduzione fenomenologico-trascendentale concerne tanto l'oggetto-del-conoscere, quanto il soggetto-del-conoscere. In questo preciso orizzonte critico-trascendentalistico allora anche il "guadagno" dell'identità conoscitiva tra pensiero ed essere storicamente operato dall'idealismo - secondo la persuasiva analisi strutturale sviluppata da Bontadini - può essere reinterpretato come un esito dogmatico. Dogmatico, perché ha comunque preteso di poter «risolvere», unilateralmente, il problema gnoseologico, riducendo il processo della conoscenza ad uno solo dei suoi poli antinomici. A questo proposito un filosofo come Antonio Banfi, considerando l'autonomia del nesso soggetto-oggetto quale idea razionale costitutiva del conoscere, parlava, esplicitamente, delle soluzioni «dogmatiche» che scaturiscono dalla risoluzione unilaterale di tale polarità costitutiva²⁶. Preti preferisce invece insistere sul processo di ipostasi e di autentica reificazione dei singoli momenti dell'approfondimento conoscitivo, in virtù del quale realismo oggettivista e idealismo soggettivista si configurano come due esiti solidarmente metafisici, per quanto speculari e del tutto opposti. Ma, scrive ancora Preti,

ritornando alla riduzione fenomenologico-trascendentale, essa consiste nella riduzione del conoscere al *fatto stesso*, al fenomeno, del conoscere: ossia, ai fenomeni degli atti stessi di conoscenza in quanto tali, agli atti di coscienza come "puri" atti di coscienza. Quelli che vengono "sospesi" o "ridotti" sono i momenti realistici - sia per quanto concerne l'oggetto (il conosciuto), sia per quanto riguarda il soggetto (il conoscente). Il

²⁵ Cfr., in particolare, Petitot 1991, 1992.

²⁶ Cfr. Banfi 1967, in particolare le pp. 231-369 e le pp. 449-56.

primo diviene semplicemente il contenuto, o una particolare costruzione di contenuti, il correlato intenzionale noematico degli atti di conoscenza (e, più in generale, di coscienza): *esse obiectivum*, quindi, non *esse formale*; o, nei correnti termini d'origine kantiana (e nella più corrente interpretazione di essi), “fenomeno”, non “cosa in sé”. E anche il soggetto, ossia l'atto soggettivo, viene analogamente ridotto, nel senso che viene tolto ogni riferimento ad un soggetto-*res*, per esempio ad un'anima (nelle accezioni spiritualistiche), oppure ad un individuo organico psicofisico, individuo nel tempo (e, tramite il suo corpo, anche nello spazio), che “compie” gli atti di coscienza. Resta quindi soltanto la forma, oppure un reticolato (sistema) di forme, il correlato noetico dei contenuti di coscienza, la *μορφή* intenzionale che li raccoglie nella sintesi di questo o quel determinato atto “puro” di coscienza.

Come ho peraltro già avuto modo di rilevare qualche anno fa²⁷, non sarebbe privo di interesse esaminare diffusamente le non poche consonanze fra il pensiero di Preti e quello di Bontadini ed Agazzi. Bontadini stimava molto Preti (anzi, come è ben noto a chi conosce la storia accademica italiana, pagò con violente critiche da parte del suo schieramento ideologico l'aver espresso il voto decisivo che mise finalmente in cattedra il pensatore pavese) e ne apprezzava, in particolare, la critica al “presupposto realistico”, tanto prossima a quanto egli stesso ha teorizzato. Per Bontadini, tuttavia, il “fenomeno” kantiano non è l'essere che si apre alla coscienza, ma ciò che chiude l'accesso all'essere e, in particolare, chiude la conoscenza invalicabilmente nell'orizzonte della sensorialità. Anche Bontadini, pertanto, accettava (sia pure senza chiamarla così) una prospettiva trascendental-fenomenologica, esigendo, però, che l'ambito del fenomenologico non venisse presuppostamente delimitato. Ancor più stretta sembra poi essere la prossimità fra le posizioni di Preti e Agazzi, il quale ultimo ha sviluppato proprio una sua concezione delle diverse “ontologie regionali”, che vengono istituendosi conformemente ai criteri di oggettivazione delle varie scienze²⁸. Anch'egli, in particolare, abbonda di rimandi a Kant e Husserl. Semmai la differenza rispetto a Preti consiste, probabilmente, nel fatto che Agazzi, oltre a rivendicare le ragioni della classica metafisica, fa intervenire più risolutamente la *prassi* operativa nello stesso processo della costituzione degli oggetti della sua ontologia critica, mentre il filosofo pavese insiste maggiormente sull'orizzonte complessivamente pragmatico dell'agire e del pensare umano, giacché a suo avviso *in principio è la carne*, non il *logos*. Ma questo sarebbe un discorso assai interessante, anche se certamente debordante il tema più specifico di questo saggio.

²⁷ Minazzi 1996.

²⁸ Si veda, in particolare, Agazzi 1997.

BIBLIOGRAFIA

- Agazzi E. 1969 *Tem e problemi di filosofia della fisica*, Manfredi, Milano, II ed. Abete, Roma 1974.
- Agazzi E. 1985 “La questione del realismo scientifico” in Aa. Vv., *Scienza e filosofia. Saggi in onore di Ludovico Geymonat*, a cura di Corrado Mangione, Garzanti, Milano, pp. 171-192.
- Agazzi A. 1995 *Filosofia della natura. Scienza e cosmologia*, Prefazione di Fabio Minazzi, Piemme, Casale Monferrato.
- Agazzi A. 1996 “Introduzione”, in Bontadini 1996, pp. IX-XXI.
- Agazzi A. 1997 “On the criteria for establishing the ontological status of different entities”, in *Realism and Quantum Physics*, edited by E. Agazzi, Rodopi, Amsterdam-Atlanta 1997, pp. 40-73.
- Ayer A.J. 1967 *Il problema della conoscenza*, Presentazione di Giulio Preti, trad. it. di Filippo Costa, La Nuova Italia Editrice, Firenze.
- Banfi A. 1967 *Principi di una teoria della ragione*, Editori Riuniti, Roma.
- Bontadini G. 1935 *Saggio di una metafisica dell'esperienza* Unione Tipografica, Milano, nuova ed. Vita e Pensiero, Milano 1979.
- Bontadini G. 1971 *Conversazioni di metafisica*, Vita e Pensiero, Milano, 2 voll.
- Bontadini G. 1975 *Metafisica e deellenizzazione*, Vita e Pensiero, Milano.
- Bontadini G. 1996 *Studi di filosofia moderna* Vita e Pensiero, Milano.
- Ciliberto M., Vasoli C. (cur.) *Filosofia e cultura. Per Eugenio Garin*, Editori Riuniti, Roma, 2 voll.
- Geymonat L. 1946 “Materialismo e problema della conoscenza”, *Rivista di filosofia* XXXVII, nn. 3-4, pp. 109-123, successivamente riedito in appendice a Geymonat 1987, pp. 245-69
- Geymonat L. 1960 *Filosofia e filosofia della scienza*, Feltrinelli, Milano.
- Geymonat L. 1970-1976 *Storia del pensiero filosofico e scientifico* 7 voll., Garzanti, Milano.
- Geymonat L., 1977 *Scienza e realismo*, Feltrinelli, Milano.
- Geymonat L., 1984 “Note su alcune obiezioni al materialismo dialettico” in Aa. Vv., *La storia della filosofia come sapere critico. Studi offerti a Mario Dal Pra*, Franco Angeli, Milano pp. 556-63.
- Geymonat L. 1987 *Del marxismo. Saggi sulla scienza e il materialismo dialettico*, a cura di Mario Quaranta, Bertani Editore, Verona.
- Geymonat L. 1991 “Sulla scarsa fortuna di Engels in Italia” in Ciliberto e Vasoli (cur.), vol. II, pp. 807-809.
- Minazzi F. 1993 *Realismo senza dogmi*, Guerini e Associati, Milano.
- Minazzi F. 1994 *L'onesto mestiere del filosofare*, Franco Angeli, Milano.
- Minazzi F. 1996 “La pensée d'Evandro Agazzi dans le cadre de la philosophie des sciences contemporaine” in Aa. Vv., *Penser l'homme et la science/Betrachtungen zum Thema Mensch und Wissenschaft. Essai en honneur du Professeur Evandro Agazzi à l'occasion de ses 60 ans/Beiträge zu Ehren von*

Professor Evandro Agazzi zu seinem 60. Geburtstag, édité par/ Herausgegeben von Bernard Schumacher - Edgardo Castro, Éditions Universitaires Fribourg Suisse/Universitätsverlag Freiburg Schweiz, Fribourg, pp. 53-67.

- Minazzi F. 2001 *La passione della ragione*, Thélema Edizioni-Accademia di architettura dell'Università della Svizzera italiana, Milano-Mendrisio.
- Minazzi F., (cur.) 2003 *Filosofia, scienza e vita civile nel pensiero di Ludovico Geymonat*, La Città del Sole, Napoli.
- Minazzi F. 2004 *Contestare e creare*, La Città del Sole, Napoli.
- Minazzi F. 2004b *Il cacodémone neoilluminista*, Franco Angeli, Milano.
- Minazzi F. 2004c *Teleologia della conoscenza ed escatologia della speranza*, La Città del Sole, Napoli.
- Minazzi F. 2004d *Le saette dei Tartari*, Franco Angeli, Milano.
- Minazzi F. *L'épistémologie comme herméneutique de la raison*, La Città del Sole-Vrin, Naples-Paris 2006.
- Mathieu V. 1960 *L'oggettività nella scienza e nella filosofia moderna e contemporanea*, Accademia delle Scienze, Torino.
- Petitot J. 1991 *La Philosophie transcendantale et le problème de l'objectivité*, Entretiens du Centre Sèvres (ed. Père François Marty), Éditions Osiris, Paris.
- Petitot J. 1992, *Physique du Sens*, Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris
- Planck M. 1942 *La conoscenza del mondo fisico*, trad. it. a cura di Enrico Persico, Einaudi, Torino.
- Preti G. 1974 "Lo scetticismo e il problema della conoscenza", *Rivista critica di storia della filosofia*, XXIX, gennaio-marzo 1974, fasc. I, pp. 3-31; aprile-giugno 1974, fasc. II, pp. 123-43 e luglio-settembre 1974, fasc. III, pp. 243-63. Poi in Preti 1993.
- Preti G. 1976 *Saggi filosofici*, La Nuova Italia, Firenze, 2 voll.
- Preti G. 1983 *In principio era la carne. Saggi filosofici inediti (1948-1970)*, a cura di Mario Dal Pra, Franco Angeli, Milano.
- Preti G. 1989a *Lezioni di filosofia della scienza (1965-1966)*, a cura di Fabio Minazzi, Franco Angeli, Milano.
- Preti G. 1989b *Morale e metamorale. Saggi filosofici inediti*, a cura di Ermanno Migliorini, Franco Angeli, Milano.
- Preti G. 1993 *Scetticismo e conoscenza*, Introduzione di Francesco Coniglione, C.U.E.C.M., Catania.
- Weyl H. 1967 *Filosofia della matematica e delle scienze naturali*, traduzione di Alfonso Caracciolo di Fiorino, Boringhieri, Torino.

RECENSIONE ALL'OPERA PRIMA DI EVANDRO AGAZZI

Ludovico Geymonat

«Non si sa se ammirare di più la chiarezza o la cautela filosofica...»

NOTA INTRODUTTIVA DI FABIO MINAZZI

Tra le caratteristiche della personalità di Ludovico Geymonat ne spiccano alcune che a non pochi sono apparse irritanti, forse perché troppo contro-corrente: particolarmente la coerenza, l'onestà intellettuale, la generosità umana con cui ha aiutato i giovani studiosi (unitamente ai suoi collaboratori), nonché il vezzo con cui, fino alla fine della sua vita, ha sempre voluto leggere, con puntiglio e acribia, i testi che recensiva. Per Geymonat non vale, dunque, la brillante battuta con cui taluno configura il proprio futuro pensionamento affermando che avrà finalmente il tempo per leggere tutti i libri che ha recensito o discusso nel corso della sua vita. Non vale, anche perché nell'intensa biografia intellettuale e civile di Geymonat un autentico "pensionamento" non si palesa: Geymonat non ha mai dismesso i suoi abiti di intellettuale impegnato, tant'è vero che, una volta uscito dai ruoli accademici dell'università, nell'ultimo decennio della sua vita (dal 1979 alla morte, nel novembre 1991), ha pubblicato libri - a parte altri saggi, studi, note, articoli, recensioni, etc. - con un'intensità davvero stupefacente: quattordici volumi in tredici anni!¹

La recensione qui riedita è apparsa, originariamente, sul «Bollettino della Unione Matematica Italiana» del 1962 (serie III, anno XVII, pp. 408-10) e rientra, a pieno titolo, nella poco usuale strategia testé ricordata. In primo luogo, perché Geymonat non solo ha letto

¹ Per la precisione eccone l'elenco dettagliato: *Paradossi e rivoluzioni. Intervista su scienza e politica*, a cura di Giulio Giorello e Marco Mondadori, il Saggiatore, Milano 1979; *Per Galileo*, a cura di Mario Quaranta, Bertani, Verona 1981; *Riflessioni critiche su Kuhn e Popper*, Dedalo, Bari 1983; *Lineamenti di filosofia della scienza*, Mondadori, Milano 1985; *Scienza e storia*, a cura di Fabio Minazzi, Bertani, Verona 1985; *Le ragioni della scienza* (con G. Giorello e F. Minazzi), Laterza, Roma-Bari 1986; *Del marxismo*, a cura di M. Quaranta, Bertani, Verona 1987; *La ragione e la politica*, a cura di M. Quaranta, Bertani, Verona 1987; *La libertà*, Rusconi, Milano 1988; *I sentimenti*, Rusconi, Milano 1989; *Filosofia, scienza e verità* (con E. Agazzi e F. Minazzi), Rusconi, Milano 1989; *La società come milizia*, a cura di F. Minazzi, Marcos y Marcos, Milano 1989; *La Vienna dei paradossi*, a cura di M. Quaranta, il poligrafo, Padova 1991; *Filosofia e scienza nel '900*, a cura di M. Quaranta, Edizioni GB, Padova 1991.

il volume di Evandro Agazzi, *Introduzione ai problemi dell'assiomatica*, Società Editrice Vita e Pensiero, Milano 1961, pp. XV-268, "Pubblicazioni dell'Università Cattolica del Sacro Cuore - Serie Terza, - Scienze filosofiche, n. 4"), ma anche perché lo ha attentamente studiato. Lo studio analitico e puntuale dell'opera è rilevabile agevolmente consultando la copia appartenuta a Geymonat, nella quale si osservano le sue rare, ma tipiche, sottolineature, nonché il modo usuale con il quale poneva in rilievo passi o punti particolarmente significativi del testo. Non solo: a margine del testo del giovane Agazzi si leggono anche alcune rapide annotazioni autografe di Geymonat nelle quali il Nostro o sintetizza concettualmente l'argomento trattato in una determinata pagina, oppure annota qualche rilievo critico (come accade, per esempio, a p. 43, dove si trova un breve sommario degli argomenti, un rilievo critico e l'evidenziazione di un passo) oppure, ancora, annota la necessità di qualche chiarificazione connessa con un passo eccessivamente ellittico (per es. nella nota n. 1 di p. 44). Ma non mancano neppure riferimenti interni al testo coi quali Geymonat ha voluto sciogliere i rimandi impliciti accennati dal giovane Autore (per es. a p. 140, in cui Geymonat indica la pagina precisa - p. 137 - della definizione della nozione di cifra esplicitamente richiamata da Agazzi discutendo gli assiomi di Peano; oppure a p. 193 in cui Geymonat collega un rilievo presente nel testo con quanto viene successivamente chiarito dall'Autore con un rimando esplicito, nella nota n. 1 di p. 197, ai *Lineamenti di logica matematica* di Ettore Casari [Feltrinelli, Milano 1959, in particolare si vedano le pp. 131 e sgg.]; oppure, ancora, a p. 213, nell'appendice, dove Geymonat, a fianco della nota asteriscata di Agazzi - nota del traduttore, inserita a commento del testo di Gödel, nella quale si ricorda che le definizioni scritte in corsivo costituiscono «una convenzione di scrittura con cui si vuol esprimere il riferimento alle sequenze di numeri coordinate alle espressioni di P» - annota puntualmente: «ricordare p. 210, 1^o capover.», rinviano proprio al passo in cui Gödel chiarisce che il corsivo utilizzato per le definizioni non risponde ad un'esigenza di evidenza tipografica, bensì ad una convenzione intrinseca alla natura della sua inferenza logica). Oppure, ancora, pagine nelle quali si leggono note autografe di Geymonat che delineano alcuni interessanti suggerimenti espositivi. Così, per esempio, a p. 171, nel quadro del paragrafo espressamente consacrato ad illustrare l'aritmetizzazione di alcune proprietà metateoriche fondamentali, là dove il giovane Autore definisce la relazione aritmetica $x D y$, Geymonat puntualmente rileva: «sarebbe forse stato meglio definire $y D x$, dato che nelle pagine successive è proprio di questa che si fa uso». Né basta: questi appunti e questi commenti sono stati stesi da Geymonat in presa diretta mentre leggeva l'opera del giovane Agazzi, come si rileva da un suo commento di p. 173 che da questo punto di vista è emblematico. Agazzi ha infatti illustrato la definizione di un predicato aritmetico $x D y$ sottolineando come esso sussista tra due numeri gödeliani quando, e solo quando, le rispettive espressioni di P sono connesse da un rapporto di dimostrazione. Tuttavia, osserva ancora Agazzi, «passando dalle formule di P ai loro numeri gödeliani, diremo che un certo numero gödeliano gode o meno di una certa proprietà aritmetica (che bisognerà definire), a seconda che la formula ad esso associata è dimostrabile o no. È individuabile questa proprietà aritmetica?» (p. 173). Agazzi risponde positivamente a questa domanda e prosegue, quindi, definendo questa proprietà aritmetica indicandola con $Dim(x)$, al che Geymonat annota: «sarebbe opportuno notare che $Dim(x)$ non è un predicato ricorsivo primitivo perché y è preso in tutta la sua generalità e non limitato a k. [Trovo ora che questo è sottoli-

neato nella nota di pag. 187]». Mi sembra davvero emblematico della serietà con cui Geymonat ha studiato e "uncinato" (à la Petrarca), il testo del giovane Agazzi, il suo successivo inserimento, tra parentesi quadra!, di un rilievo di integrazione alla sua precedente nota autografa, espressamente finalizzato ad indicare come il giovane Autore avesse comunque poi già sviluppato, per suo conto, il rilievo avanzato da Geymonat.

Non è ora il caso di procedere ulteriormente in questa disamina. Tuttavia penso che gli esempi accennati siano in grado di dimostrare tutta la serietà, l'impegno e lo scrupolo con il quale Geymonat, ormai padre riconosciuto della filosofia della scienza italiana, nei primi anni Sessanta, legga e studi l'opera prima di un autore come il giovane Agazzi. Certamente l'attenzione e lo scrupolo di Geymonat sono consacrati, in modo particolare, soprattutto alla seconda parte del libro (pp. 117-200, dedicata al teorema di Gödel), nonché all'impegnativa appendice in cui figurava, allora², la prima traduzione italiana del fondamentale saggio gödeliano *Proposizioni formalmente indecidibili dei Principia Mathematica* e di sistemi affini (pp. 201-228). Ma il giudizio ampiamente positivo che Geymonat ha formulato su quest'opera prima di Agazzi emerge, naturalmente, in modo del tutto evidente, proprio dalla sua recensione che qui si ripubblica. Nelle righe finali del suo scritto Geymonat riconosce, infatti, come «il volume è veramente buono» e osserva che termina con delle conclusioni di cui «non si sa se ammirare di più la chiarezza o la cautela filosofica». Aggiunge anche che esso «viene a colmare molto bene una effettiva lacuna della cultura italiana». Il che, si concederà, non è davvero poco per un'opera prima.

Inoltre non va dimenticato come Agazzi provenisse da una scuola filosofica e metafisica come quella di Gustavo Bontadini, del tutto alternativa e persino conflittuale con il programma filosofico-scientifico, decisamente anti-metafisico, razionalista e marxista, allora perseguito da Geymonat. Tuttavia, questa notevole distanza non impedì affatto a Geymonat di apprezzare, nella giusta misura, l'opera di Agazzi e di valorizzarla pubblicamente. Con la sua recensione Geymonat vuole proprio segnalare positivamente, alla comunità degli studiosi, l'opera di questo giovane "bontadiniano". Certamente non manca di rilevare come Agazzi si sia formato entro una precisa scuola filosofica. Ma ai suoi occhi razionalisti questo rilievo si traduce in un pregio, giacché Geymonat rileva come «il nostro giovane autore» provenga «da un indirizzo di pensiero, il quale avrebbe potuto spingerlo a tentare di integrare il fallito programma hilbertiano con pericolose considerazioni metafisiche che, proprio secondo tale indirizzo dovrebbero risultare infallibili». Ma Agazzi non è caduto in questo "errore" e Geymonat riconosce esplicitamente che «il merito, non piccolo, di essersi sottratto a questa tentazione» scaturisce in questo giovane studioso «dalla piena consapevolezza della serietà dei problemi studiati, e proprio perciò dalla chiara coscienza che essi non vanno mescolati con istanze di ordine completamente diverso». Naturalmente su questo rilievo i problemi più che chiudersi, si

² Oggi è disponibile anche la traduzione predisposta da Edoardo Ballo, pubblicata nel quadro dell'edizione italiana delle opere gödeliane: cfr. Kurt Gödel, *Opere, volume 1, 1929-1936*, a cura di Solomon Feferman, con la collaborazione di John W. Dawson Jr., Stephen C. Kleene, Gregory H. Moore, Robert M. Solovay e Jean van Heijenoort, edizione italiana a cura di Edoardo Ballo, Silvio Bozzi, Gabriele Lolli e Corrado Mangione, Bollati Boringhieri, Torino 1999, dove figura alle pp.113-138.

aprono. Ma come non riconoscere la virtù e l'onestà intellettuale con la quale Geymonat ha superato ogni steccato ideologico pregiudiziale per elogiare un allievo di un suo avversario?

Inoltre nel testo figura una parola che per Geymonat e il suo mondo è veramente emblematica: la serietà. Per Geymonat questa parola indicava tutto un mondo, un universo intellettuale e civile, persino un preciso modo d'essere nella vita. Se un libro era serio (o se una persona era seria), questo significava che quell'opera (o quella persona) costituivano un valido punto di riferimento con il quale ci si poteva confrontare con una certa fiducia. In questo termine fa davvero capolino un altro mondo d'inizio secolo nel quale Geymonat si è formato ed entro il quale il rapporto tra parole e cose non era affatto ballerino, proprio perché, per dirla con Carlo Levi, si pensava che le parole fossero pietre. Non era quindi lecito giocare né con le parole, né con la vita. Così la «serietà» cui guardava Geymonat era, nuovamente, serietà di vita, di pensiero e di studio. Per questa ragione se parlava della serietà di un'opera, di un libro o di una persona questo, nel suo mondo, indicava il massimo elogio possibile.

Del resto posso testimoniare come verso la fine della seconda metà degli anni Settanta il giudizio di Geymonat relativo al volume di Agazzi non fosse sostanzialmente mutato, malgrado il non breve tempo passato e malgrado la pubblicazione di altre valide opere consacrate ai problemi dell'assiomatica. Quando infatti chiesi a Geymonat consigli per approfondire lo studio sull'assiomatica mi suggerì, tra l'altro, di esaminare anche questo libro di Agazzi, aggiungendo che era uno studio «serio», che avrebbe pertanto richiesto una disamina puntuale.

Segnalo, infine, come nella copia di questo libro, un tempo donata da Agazzi a Geymonat, figuri una dedica - datata Milano, 19 febbraio 1962, (il libro risulta "finito di stampare nel dicembre 1961") - molto sobria ed emblematica: «Al prof. Ludovico Geymonat, con ammirazione e ossequio». Ma, si chiederà forse il lettore, come posso conoscere tutti questi dettagli? Perché quando restituii il volume, prestatomi da Geymonat, quest'ultimo, visto come lo avevo studiato e metabolizzato, non volle riaverlo, ma me lo donò con quella stessa generosità con cui aveva voluto discutere con me alcuni problemi sollevati dalla lettura del testo di Agazzi. Così Geymonat educava allora i suoi allievi, facendoli partecipi di un mondo e di una comunità di studio che ora rivive ancora in questi suoi gesti e in questa sua profonda serietà umana e culturale.

EVANDRO AGAZZI, INTRODUZIONE AI PROBLEMI DELL'ASSIOMATICA (SOC. ED. VITA E PENSIERO, MILANO 1961, PUBBLICAZIONI DELL'UNIVERSITÀ CATTOLICA DEL SACRO CUORE)

Trattasi di un'opera veramente utile che si propone, attraverso considerazioni storico-critiche, di agevolare agli studiosi italiani (matematici e filosofi) l'esatta comprensione dei più ardui problemi dell'Assiomatica moderna, in particolare di quelli connessi al celebre Teorema di Gödel. Lo scopo viene pienamente raggiunto con una paziente e quasi fin troppo minuziosa chiarificazione di tutti i concetti, che si direbbe consapevolmente diretta a sciogliere i dubbi e le perplessità di chi affronta per la prima volta il delicato argomento.

Essa è divisa in due parti, la prima dedicata a spiegare le *Problematiche generali* suscitate dall'Assiomatica moderna, la seconda a chiarire il senso preciso del Teorema di Gödel e il tipo di argomentazione su cui esso si basa. L'opera si conclude con un'utilissima appendice, costituita dalla traduzione della fondamentale Memoria in cui Gödel per la prima volta espone i propri risultati (*Monatshefte für Mathematik und Physik*, 1931).

L'A. prende le mosse dalla distinzione fra aspetto sintattico e aspetto semantico delle dimostrazioni, passando poi a delineare le differenze fra Assiomatica moderna e Assiomatica classica. Da esse si ricava che il problema centrale per l'Assiomatica moderna risulta quello della coerenza. All'inizio questo venne affrontato con il cosiddetto metodo indiretto, consistente nel verificare la compatibilità di un sistema di assiomi costruendone un opportuno modello entro un altro sistema, presupposto coerente. A nessuno sfugge però, osserva l'A., «la debolezza logica di un simile modo di procedere; attraverso simili 'scaricamenti' di responsabilità, infatti, il problema risulta semplicemente spostato, anziché risolto». Proprio da questa constatazione scaturì il famoso «programma hilbertiano».

Riconosciuta l'indubbia solidarietà fra teoria degli insiemi, analisi e aritmetica elementare, Hilbert articolò il suo programma in due parti: ricerca di una prova diretta della coerenza dell'aritmetica elementare, e successiva ricerca di una via che permetta - partendo dalla coerenza dell'aritmetica elementare - di fondare con sicurezza anche la teoria degli insiemi e l'analisi infinitesimale. Come è noto, il teorema di Gödel ha segnato il fallimento di questo programma. Per capire esattamente il senso di questo fallimento occorre però capire innanzi tutto il metodo, con cui Hilbert sperava di raggiungere una prova diretta della coerenza dell'aritmetica elementare. L'esposizione critica di tale metodo è il tema centrale della prima parte dell'opera che stiamo esaminando.

Le premesse necessarie per questa esposizione sono: la distinzione fra teoria e metateoria, la nozione di sistema formale puro e quella di interpretazione, i cosiddetti metodi finitistici, ecc., argomenti tutti che l'A. analizza con scrupolo e rigore encomiabili. Sulla base di tali strumenti egli affronta poi l'esame di un particolare sistema formale (il calcolo degli enunciati), e non ha difficoltà a mostrare - seguendo i lavori della scuola hilbertiana - che i metodi finitistici prescritti da Hilbert riescono effettivamente a fornire una prova «assoluta» e diretta della coerenza di tale sistema. Di qui la domanda: «è possibile estendere la validità dei processi 'assoluti', impiegati per la metateoria del calcolo degli enunciati, ad altri sistemi formali? E in particolare ... a sistemi formali più potenti, tali cioè da ammettere come modello l'aritmetica dei numeri naturali?».

Nel discutere questa domanda, l'A. pone opportunamente in luce che, sebbene siano rilevabili a prima vista alcune fondamentali differenze tra il nuovo tipo di sistemi formali e il calcolo degli enunciati (questo infatti ammette modelli finiti, il che invece non accade per quelli), pur tuttavia esistono motivi che alcuni decenni fa potevano giustificare la fiducia, nutrita da Hilbert, di riuscire a

compiere tale estensione. La fiducia di Hilbert fu confortata dai risultati dell'aritmetica ricorsiva di Skolem, la quale - come è ben noto - può considerarsi quale un coerente sviluppo della seguente osservazione: che nel principio di induzione aritmetica di Peano «non si predica una certa proprietà per l'insieme numerico in quanto tale, ma si mostra come questa proprietà sia riconoscibile, a partire dallo zero, via via per qualsivoglia successivo, *per ogni numero che noi scegliamo*». L'importanza di siffatta osservazione, ai fini del problema poco sopra accennato, sta nel fatto che, in seguito ad essa, l'aritmetica finitistica rivelò una nuova, meglio precisata potenza, in base alla quale Hilbert poté sperare di affrontare con successo la metamatemática dell'intera teoria dei numeri. «Ecco quindi perché, all'inizio degli anni 'venti', non pareva impossibile generalizzare la sicurezza e l'assolutezza delle prove realizzate per sistemi formali a modello finito: la ricorsività si presentava come una specie di possibilità di estendere indefinitamente la finitezza, sì da renderla capace di essere sempre più comprensiva pur restando finita e quindi 'sicura', cioè ispezionabile, controllabile, intuibile, mentre tutte le costruzioni restavano protette contro le obiezioni intuizionistiche, dato il loro carattere rigorosamente costruttivo». Fu necessaria un'elaboratissima argomentazione per dimostrare che la fiducia di Hilbert, sebbene plausibilissima, andava in realtà ad urtarsi contro altri insormontabili ostacoli.

La seconda parte del volume, dedicata appunto - come già abbiamo accennato - all'esposizione di questa argomentazione, si articola in tre capitoli. Il primo mette a punto alcune nozioni fondamentali, come quelle di decidibilità e indecidibilità (sia di una proposizione che di una teoria); analizza con grande rigore il celebre paradosso di Richard, mostrando l'equivoco su cui esso si basa (confusione tra aritmetica e meta-aritmetica) e spiegando in anticipo per quale via l'argomentazione di Gödel, che pur sarà tanto simile a quella di Richard, riesce a evitare tale inconveniente (riesce cioè «a rispettare i requisiti della metateoricità e a ritornare correttamente dal piano metateorico a quello della teoria»); spiega infine, anche con l'ausilio di esempi concreti, in che consista la celebre «aritmetizzazione» dei sistemi formali escogitata da Gödel e per qual motivo alcune fondamentali relazioni metateoriche, così aritmetizzate, vengano rappresentate da predicati aritmetici che sono ricorsivi primitivi. Il secondo capitolo espone dapprima una dimostrazione abbastanza dettagliata del cosiddetto primo teorema di Gödel, nella forma semplificata ideata da Kleene, sforzandosi di porre in luce tutte le ipotesi e tutti i passaggi fondamentali della complicata argomentazione; passa poi ad analizzare la nuova forma del teorema dimostrata da Rosser, illustrandone la maggiore generalità; e riassume in ultimo la dimostrazione del cosiddetto secondo teorema di Gödel, il quale afferma che: per un sistema formale, capace di formalizzare l'aritmetica e che sia coerente, non esiste una prova di coerenza che possa venire offerta con mezzi formalizzabili entro il sistema stesso.

Il terzo capitolo esamina le conseguenze metamatematiche del teorema di Gödel, fra le quali la prima e la più importante - che emerge chiaramente

dall'ultimo enunciato testé riferito -, consiste appunto nel riconoscimento che il programma hilbertiano (più esattamente la sua prima parte) è in stretto senso inattuabile. Proprio in seguito a questo fallimento, l'A. ricorda che vennero eseguiti altri tentativi per riprendere il programma hilbertiano in un nuovo senso, e cioè con strumenti non più rigorosamente finitistici, sebbene tali da fornire un notevole grado di sicurezza: particolarmente riuscito quello di Gentzen, su cui purtroppo il volume in esame deve (per ragioni di spazio) limitarsi a brevissimi cenni. Pochissime (per lo stesso motivo) sono pure le righe dedicate alla seconda parte del programma hilbertiano: esse si limitano a ricordarci che «per quanto stretti siano i legami che uniscono aritmetica ed analisi, non è sufficiente la coerenza della prima a garantire la coerenza della seconda». Il capitolo (e il volume) ha termine con un breve paragrafo di conclusioni di cui non si sa se ammirare di più la chiarezza o la cautela filosofica. Vale la pena ricordare che il nostro giovane autore proviene da un indirizzo di pensiero, il quale avrebbe potuto spingerlo a tentare di integrare il fallito programma hilbertiano con pericolose considerazioni metafisiche che, proprio secondo tale indirizzo, dovrebbero risultare infallibili; il merito, non piccolo, di essersi sottratto a questa tentazione proviene dalla piena consapevolezza della serietà dei problemi studiati, e proprio perciò dalla chiara coscienza che essi non vanno mescolati con istanze di ordine completamente diverso.

Come ho detto fin dall'inizio della mia recensione, il volume è veramente buono, e viene a colmare molto bene una effettiva lacuna della cultura italiana. Pare ora ragionevole attendersi che l'A. stesso - e con lui altri giovani studiosi, matematici e filosofi - partendo dalla perfetta assimilazione della problematica più moderna esposta nel presente volume, si accingano a spingere innanzi le proprie ricerche, onde la scienza italiana possa tornare ad essere altamente produttiva - anche su questo punto - come lo fu ai tempi di Peano.

Ludovico Geymonat

IL REALISMO DI EVANDRO AGAZZI

Mario Alai

Istituto di Filosofia, Università di Urbino “Carlo Bo”
mario.alai@libero.it

1. INTRODUZIONE

In una conferenza tenuta proprio a Urbino quasi 30 anni fa¹, Evandro Agazzi rivendicava il valore culturale della conoscenza scientifica, e in risposta a uno stimolante intervento del compianto Livio Sichirollo, che ne sottolineava il carattere conoscitivo e non meramente pratico [Agazzi 1979b: 23], si dichiarava pienamente d'accordo, osservando come questa concezione presupponesse che la scienza ci dà conoscenze vere [ibid.: 24]. Egli faceva dunque chiara professione di quel realismo che avrebbe poi più ampiamente articolato in una seconda conferenza tenuta quello stesso giorno [Agazzi 1979c], come del resto in tanti altri suoi scritti.

2. I SENSI DEL TERMINE ‘REALISMO’

Per analizzare il realismo negli scritti di Agazzi, propongo di distinguere anzitutto le seguenti tesi:

Realismo metafisico: esiste una realtà assolutamente indipendente da noi (sia quanto all'esistenza che quanto alla natura)².

Realismo empirico: esiste una realtà *empiricamente* indipendente, cioè indipendente (sia quanto all'esistenza che quanto alla natura) dalle peculiarità della nostra soggettività individuale (in ciò differente, ad esempio, dalla realtà che ci è

Ringrazio Vittorio De Palma e Vincenzo Fano per gli utili commenti e suggerimenti sulla prima bozza di questo saggio.

¹ Il 24 febbraio 1978, per la Sezione Urbinate della Società Filosofica Italiana. Il testo è trascritto come Agazzi 1979b.

² Questa assoluta indipendenza mi pare assai prossima a quel che Agazzi intende con oggettività come inerenza all'oggetto. Vedi Agazzi 1974: 339.

data nei sogni). Ciò non significa che essa sia *assolutamente* indipendente da noi (per esempio dalle strutture universali della soggettività) come sostenuto dal realismo metafisico³. ‘Empirico’ non implica che la realtà in oggetto sia sempre *direttamente osservabile*: ad esempio, anche le entità non direttamente osservabili della scienza teorica potrebbero esser considerate come parte di una realtà intersoggettiva che ci è data, magari indirettamente, nel complesso della nostra esperienza.

Realismo gnoseologico forte: possiamo avere un accesso epistemico alla realtà assolutamente indipendente. (In altri termini, è possibile avere credenze *vere* su di essa, in un senso di ‘vero’ che implica che la verità di una credenza o di un’asserzione dipenda tanto dal suo contenuto, quanto da come è fatta la realtà indipendente; cioè in un senso in cui la verità consiste in una corrispondenza almeno astratta o funzionale del contenuto con la realtà extralinguistica).

Realismo gnoseologico debole: possiamo avere un accesso epistemico (cioè credenze vere nel senso corrispondentistico appena specificato) alla realtà empiricamente indipendente.

Per quanto riguarda il “realismo scientifico”, vorrei distinguere in questa sede cinque possibili sensi di tale locuzione:

Realismo scientifico₁: Realismo gnoseologico forte in quanto applicato alla conoscenza scientifica genericamente: la scienza ci dà credenze vere sulla realtà assolutamente indipendente;

Realismo scientifico₂: Realismo gnoseologico debole in quanto applicato alla conoscenza scientifica genericamente: la scienza ci dà credenze vere sulla realtà empiricamente indipendente;

(in entrambi questi sensi il realismo scientifico si contrappone a qualunque concezione radicalmente strumentalista che assegni alla scienza un valore puramente pratico, ma non conoscitivo; non si oppone invece necessariamente al positivismo, al fenomenismo o all’“empirismo costruttivo”. Questi sostengono infatti che la scienza ci dà conoscenze vere della realtà, anche se solo dei suoi aspetti osservabili. Come osserva Agazzi, i neopositivisti erano tutto sommato realisti in questo senso: credevano alla portata conoscitiva della scienza, alla sua capacità di fornire credenze vere [1985: 173-174]);

Realismo scientifico₃: le asserzioni compiute dalle teorie su enti non (direttamente) osservabili hanno portata conoscitiva non inferiore alle altre; pertanto

- a) vanno intese letteralmente e non riduzionisticamente come concernenti enti almeno altrettanto reali di quelli (direttamente) osservabili, e
- b) possono esserci buone ragioni per credere che siano vere nello stesso senso di quelle empiriche e del senso comune;

³ Questa realtà empirica mi pare analoga a quel che Kant e Agazzi intendono con oggettività come indipendenza dal soggetto singolo, o validità necessaria per tutti, o per *qualsiasi* soggetto. Vedi Agazzi 1974: 339.

(in questo senso il realismo scientifico concerne lo statuto delle asserzioni scientifiche su entità non direttamente osservabili, e si contrappone anche alle varie forme di positivismo, fenomenismo o “empirismo costruttivo”);

Realismo scientifico₄: una sintesi di realismo scientifico₁ e realismo scientifico₃, vale a dire, il Realismo gnoseologico forte in quanto applicato specificamente a quel che la scienza afferma sia sulla realtà (direttamente) osservabile, sia su quella non (direttamente) osservabile:

- a) le asserzioni teoriche vanno intese letteralmente e non riduzionisticamente, come concernenti una realtà assolutamente indipendente, anche se non (direttamente) osservabile, e
- b) possono esserci buone ragioni per credere che esse siano vere nel senso corrispondentistico sopra specificato;

Realismo scientifico₅: una sintesi di realismo scientifico₂ e realismo scientifico₃, vale a dire, il Realismo gnoseologico debole in quanto applicato specificamente a quel che la scienza afferma sia sulla realtà (direttamente) osservabile, sia su quella non (direttamente) osservabile:

- a) le asserzioni teoriche vanno intese letteralmente e non riduzionisticamente, come concernenti una realtà empiricamente indipendente, anche se non (direttamente) osservabile, e
- b) possono esserci buone ragioni per credere che tali asserzioni siano vere nel senso corrispondentistico sopra specificato.

La contrapposizione tra realismo e antirealismo (sia metafisico ed empirico che gnoseologico e scientifico) percorre tutta la storia del pensiero occidentale, e non solo di esso, ma non sempre risulta immediatamente chiara e facilmente identificabile nei suoi contorni. Anzitutto, c'è chi, come Arthur Fine, ritiene che, oltre a realismo e antirealismo siano possibili anche alternative che escludono radicalmente tanto l'uno quanto l'altro, come appunto la sua *Natural Ontological Attitude* [Fine 1984].

In secondo luogo, le diverse forme di realismo sono in certa misura indipendenti, sicché non tutti gli autori sono realisti o antirealisti su tutta la linea, ma talora accoppiano il realismo di un tipo all'antirealismo di un altro tipo⁴. L'esempio più illustre è quello di Kant, che abbraccia il realismo metafisico, quello empirico, e quello gnoseologico debole, ma respinge il realismo gnoseologico forte. Ai nostri giorni, Hilary Putnam ha sostenuto il realismo gnoseologico debole e il realismo scientifico dei tipi 2, 3 e 5, opponendosi contemporaneamente al realismo gnoseologico forte, e dunque al realismo scientifico dei tipi 1 e 4 [Putnam 1978b, 1981].

Infine, non è sempre facile comprendere di primo acchito fino a che punto un autore sia realista o meno, un po' per mancanza di esplicite distinzioni e di precisione terminologica (nel citato caso di Putnam, ad esempio, egli fa profes-

⁴ Anche se non sempre i realismi e gli antirealismi che appaiono compatibili a prima vista lo sono realmente. Vedi ad esempio Alai 2005.

sione di realismo, ma come si è detto si oppone in effetti a diversi tipi di realismo), un po' perché, restando in parte implicita, l'esatta tesi sostenuta dipende in effetti da altre posizioni sostenute dall'autore, le quali a loro volta possono avere implicazioni ambivalenti rispetto al realismo.

Un caso particolarmente interessante è quello del *costruzionismo*, la tesi secondo cui entità di vario genere (oggetti, proprietà, relazioni, processi, ecc.) sarebbero da noi "costruite", o quanto meno "plasmate": non nel senso materiale in cui noi costruiamo case e plasmiamo statue con le nostre mani, ma nel senso in cui qualunque entità, incluse quelle a noi preesistenti come le stelle o le montagne, prenderebbe forma nel processo conoscitivo, ad opera delle nostre teorie, o dei nostri sistemi categoriali, o schemi concettuali, o simili. Il costruzionismo non solo è condiviso da molti, ma molti, a partire da Kant e fino allo stesso Agazzi, ritengono che lo si possa e lo si debba unire al realismo, per ottenere un realismo non ingenuo ma sofisticato. Altri, invece, lo considerano come una negazione del realismo. Chi ha dunque ragione? In realtà, anche il costruzionismo si può intendere in modi diversi, e in alcuni di questi modi è effettivamente compatibile col realismo, mentre in altri no.

Anzitutto, è chiaro che se inteso letteralmente il costruzionismo è incompatibile col realismo metafisico: esso implica infatti che i processi cognitivi modificano la realtà, e dunque che questa sia dipendente da noi. Più spesso, tuttavia, il costruzionismo è affermato in senso non letterale, intendendo che la realtà, pur essendo e restando indipendente dai nostri processi cognitivi, non è in sé stessa categorizzata o suddivisa in entità, e siamo noi che tramite i nostri schemi concettuali (o più ampiamente i nostri schemi di descrizione)⁵ la categorizziamo o suddividiamo in entità. Se si parla di suddividere, la suddivisione può essere compiuta in modi differenti, esattamente come una torta si può affettare in diversi modi; e se si parla di categorizzare, la categorizzazione può impiegare diversi sistemi di categorie. Conseguentemente anche i fatti, ossia i nessi di oggetti, proprietà, ecc., sono in un senso importante costruiti da noi: a seconda che suddividiamo o categorizziamo la realtà in un modo o in un altro, vi saranno anche certi fatti o certi altri.

Anche questa caratterizzazione del costruzionismo è tuttavia ambigua. Bisogna per lo meno chiedersi se i modi in cui noi suddividiamo e categorizziamo la realtà, identificando e classificando le entità, hanno qualcosa a che fare con i caratteri della realtà indipendente, oppure no. Kant, ad esempio, risponde di no, sostenendo che noi identifichiamo le entità e le rappresentiamo per mezzo delle due forme a priori dell'intuizione (spazio e tempo) e delle dodici forme a priori dell'intelletto (categorie), e che tali forme sono puramente soggettive, senza alcuna base nella natura della realtà indipendente. Questo tipo di costruzionismo (che potremmo chiamare "radicale") contraddice il realismo gnoseologico forte (e le connesse forme di realismo scientifico), consentendo al mas-

⁵ Su questo vedi Alai 1994: § 3.4.

simo un realismo gnoseologico debole (e le connesse forme di realismo scientifico): da questo punto di vista, infatti, non vi è alcuna dipendenza, nemmeno funzionale, delle credenze o asserzioni vere dai caratteri della realtà indipendente, e dunque nessun accesso epistemico ad essa. Anche se la verità viene considerata come corrispondenza, si tratta di una corrispondenza con “oggetti” o “fatti” che sono totalmente dipendenti da noi e non hanno nulla a che fare con una (eventuale) realtà indipendente. Una posizione del genere sembra assunta anche da Goodman [1973].

Di contro, si può sostenere che la suddivisione o categorizzazione della realtà, pur avendo un notevole grado di libertà, si fonda su caratteristiche che la realtà possiede indipendentemente da noi, e le segue coerentemente. Ad esempio, le superfici materiali sono attraversate da molteplici possibili linee di demarcazione, e quando le suddividiamo per circoscrivere gli oggetti (per esempio, scegliendo se considerare come un unico oggetto un tavolo, o piuttosto ciascuna delle sue gambe e il piano, oppure ancora il piano con la tovaglia che lo copre e ciascuna gamba con la mattonella su cui poggia, ecc.), non facciamo che decidere se utilizzare certe linee piuttosto che altre; ma quelle che utilizziamo caratterizzano la realtà in modo del tutto indipendente dalla nostra scelta, né più né meno delle altre. Ugualmente, i colori sono da noi “costruiti” nel senso che lo spettro cromatico è in realtà un continuo, e può esser suddiviso in modi diversi; ma se in esso noi identifichiamo sette colori, piuttosto che dodici, ecc., lo facciamo comunque seguendo differenze di sfumatura che caratterizzano in modo indipendente le superfici cromatiche.

Questa versione del costruzionismo (che potremmo chiamare “moderata”) è perfettamente compatibile col realismo gnoseologico forte e col realismo scientifico di tipo 1 e 4, in quanto anche se le nostre asserzioni sono formulate per mezzo dello schema concettuale o categoriale da noi impiegato, esse descrivono caratteristiche della realtà assolutamente indipendente che potrebbero essere ugualmente descritte per mezzo di schemi diversi⁶. Ad esempio, le lunghezze non sono di per sé divise in centimetri piuttosto che in pollici, o in altri modi, ma se diciamo che qualcosa misura 13 centimetri, stiamo descrivendo la stessa caratteristica oggettiva che descriveremmo dicendo che misura 5,1181... pollici, o in altri modi. In tal modo, anche se la verità della nostra asserzione consiste in prima istanza in una corrispondenza tra essa e il numero di centimetri che l'oggetto misura, e dunque tra essa e un fatto da noi costruito, tale fatto a sua volta corrisponde alla conformazione della realtà indipendente (posto naturalmente che il nostro uso delle unità di misura, cioè del sistema categoriale prescelto, sia costante e coerente). Esiste così una corrispondenza astratta o funzionale tra le nostre asserzioni vere e la realtà indipendente: né tutte le ca-

⁶ Vedi il magistrale cap. VI di Lewis 1929. Non credo che Davidson (in Davidson 1973-74) abbia convincentemente confutato la distinzione tra schema e contenuto, su cui si basa questo modo di vedere: vedi Alai 1994: cap. 4.

ratteristiche della realtà sono rispecchiate nelle asserzioni, né tutte le caratteristiche delle asserzioni rispecchiano caratteristiche reali (ad esempio la suddivisione in *centimetri piuttosto che in pollici* non rispecchia nulla di reale); ma, *data una certa categorizzazione*, a ogni differenza rimarcata dalle asserzioni vere corrisponde una differenza nella realtà indipendente. Abbiamo così un realismo gnoseologico che possiamo effettivamente considerare “s sofisticato”, ma è nondimeno di tipo forte, in quanto mantiene l’idea basilare di un accesso epistemico alla realtà assolutamente indipendente.

Agazzi si è occupato del realismo in molte⁷ delle sue forme, difendendolo con argomentazioni sistematiche ed articolate, che utilizzano magistralmente sia la strumentazione concettuale della tradizione aristotelico-scolastica che quella della filosofia analitica e della filosofia della scienza contemporanea, e pervenendo alla sintesi originale del suo *oggettualismo*. Su questa base, inoltre, ha convincentemente argomentato contro alcune delle principali posizioni antirealiste del Novecento (strumentalismo, descrittivismo, contestualismo, ecc.). Ma, anche alla luce della su accennata varietà delle posizioni realistiche, per un’esatta comprensione della sofisticata complessità della filosofia di Agazzi è necessario chiedersi se essa comprenda tutte le tesi realistiche sopra distinte, incluse le più forti (come molte argomentazioni portano a ritenere), o se talora non si limiti invece alle posizioni più deboli, per esempio di tipo kantiano o putnamiano, come pure alcuni passaggi sembrerebbero indicare.

A questo scopo proverò dunque a fare come Abelardo, che in *Sic et non* confronta i passi apparentemente contraddittori dei Padri per trovarne la retta interpretazione. Discuterò anzitutto di quel che Agazzi pensa circa il realismo metafisico, empirico e gnoseologico, e in seguito circa il realismo scientifico.

3. AGAZZI E IL REALISMO METAFISICO, EMPIRICO E GNOSEOLOGICO

Rispetto all’appena delineata classificazione, mi pare si possa anzitutto affermare che Agazzi non sostiene solo il realismo empirico e il realismo gnoseologico debole, ma anche il realismo metafisico ed il realismo gnoseologico forte (per quanto di tipo sofisticato): anche se a prima vista talune sue affermazioni paiono andare in senso contrario, ritengo le si possano chiarire inquadrando in queste posizioni. Egli sostiene infatti che la conoscenza riguarda qualcosa di altro da me; qualcosa a cui ho accesso attraverso modalità soggettive, ma la cui esistenza non dipende da me (come un paesaggio visto attraverso una finestra o da un’altra) [2000: §1], e più in particolare, che «(a) la scienza si sforza di descrivere una “realtà” indipendente da essa e rispetto alla quale essa è impegnata a commisurarsi; (b) quanto la scienza afferma e descrive costituisce ...

⁷ Probabilmente non si può dire *tutte* solo perché non esiste un numero definito e finito di forme del realismo.

un'immagine adeguata della suddetta realtà» [1985: 171]. L'assunzione di una realtà indipendente configura il realismo metafisico, e la tesi che tale realtà sia conoscibile costituisce il realismo gnoseologico, mentre la menzione delle modalità soggettive di accesso alla realtà caratterizza tale realismo come sofisticato. Ma dobbiamo ora verificare in dettaglio queste attribuzioni, poiché in primo luogo si tratta di vedere se l'indipendenza della realtà conosciuta sia solo quanto all'esistenza o anche quanto alla natura; e in secondo luogo, se tale indipendenza sia intesa in senso assoluto o solo rispetto alla nostra soggettività individuale: se l'indipendenza è assoluta allora si configurano in effetti un realismo metafisico e un realismo gnoseologico forte; mentre se l'indipendenza è solo rispetto alla soggettività individuale si configurano un realismo empirico e un realismo gnoseologico debole di matrice kantiana.

Si potrebbe pensare che Agazzi ritenga la realtà indipendente da noi solo quanto all'esistenza, ma non quanto alla natura, dal momento in cui egli sostiene che la realtà non è «assoluta e strutturata in sé, in modo indipendente ed estraneo al pensiero e al discorso» [1997c: 58]; pertanto, «una proposizione... quasi mai è vera o falsa *simpliciter*, ma vera o falsa *di* un certo universo di oggetti» [1974: 369; 2002: 1187]: per il senso comune e il realismo ingenuo un enunciato è vero *simpliciter*, in quanto c'è una realtà assoluta, stabile, e ben definita di fronte a noi, che è l'implicito (ma inevitabile e necessario) referente di ogni enunciato. Invece no, bisogna sempre specificare di che cosa è vero un enunciato [1997c: 59]. «Semplicemente non ha senso dire di un certo enunciato che è vero (o falso) senza aggiungere "intorno a cosa" si sostiene che sia vero» [ibid.].

E' chiaro che se tali affermazioni riguardassero la realtà in quanto tale, ci troveremmo di fronte a un caso di idealismo (cioè di negazione del realismo metafisico); se invece concernono la realtà in quanto conosciuta, sembrano implicare una forma di costruzionismo. Ma come si è visto, il costruzionismo può essere di due tipi: radicale, se afferma che la realtà in quanto tale non ha alcuna struttura, e l'unica struttura che esiste è quella che noi diamo alla realtà in quanto conosciuta; moderato, se ammette che la realtà in quanto tale ha una sua forma o struttura, e sebbene rispetto a questa la conoscenza introduca nuove strutture con un certo grado di libertà, oggettivizzando o ritagliando i suoi referenti, il modo d'essere della realtà in quanto tale pone comunque dei vincoli all'individuazione degli oggetti e alle descrizioni che ne facciamo per mezzo dei nostri schemi concettuali; tali descrizioni sono dunque funzioni del modo d'essere della realtà in quanto tale, gli corrispondono (sebbene in un senso astratto e strutturale). Nel primo caso non può aversi un realismo gnoseologico forte, ma al più uno debole, di tipo kantiano, in quanto non si ammette la conoscibilità della realtà indipendente. Nel secondo caso, invece, si ha un realismo gnoseologico sofisticato ma forte.

Ora, si direbbe che se Agazzi sottoscrive un costruzionismo moderato (e dunque il realismo gnoseologico forte) dovrebbe ammettere ciò che qui invece

nega, ossia, che si possa parlare di verità *simpliciter*: siccome una descrizione porta con sé il proprio schema concettuale (o, nel linguaggio dell'Autore, i propri «oggetti») va da sé che è vera in quello schema concettuale; e siccome un enunciato, avendo senso, identifica il proprio riferimento, specifica già di per sé di che cosa parla, e quindi di che cosa è vero (se lo è). Pertanto, si possono omettere sia la relativizzazione allo schema, sia la relativizzazione all'oggetto di riferimento, e dire semplicemente che è vera. Ad esempio, diciamo che la proposizione 'Il tavolo è lungo 2 metri' è vera, non che è vera del tavolo, o è vera nel sistema metrico-decimale. Diciamo che la proposizione 'L'elettrone ha carica negativa' è vera, non che è vera dell'elettrone e della carica elettrica. Se è questo, quel che Agazzi intende, il suo è solo un modo di ribadire il carattere sofisticato del proprio realismo, di richiamare l'attenzione sul fatto che la costruzione degli oggetti è opera nostra e dipende dai nostri schemi concettuali, anche a costo di introdurre questa relativizzazione agli oggetti che a mio parere è pleonastica.

Chi invece adotta un costruzionismo radicale, come Goodman [1973], può effettivamente sostenere una nozione relativa di verità, in quanto i diversi modi di «costruire il mondo» non hanno nulla a che fare con un mondo indipendente dalla conoscenza (se pure ne esiste uno), e dunque ogni enunciato non può che esser vero dell'uno o dell'altro dei diversi «mondi» che si possono costruire.

Un'altra affermazione di Agazzi che potrebbe far pensare a un costruzionismo radicale è che vi sono casi di sostituzione di teoria in cui mutano anche le procedure operative che fissano i significati, sicché mutano anche i referenti, al punto che «le due teorie rivali possono rimanere entrambe vere, ovviamente ciascuna *a proposito* dei propri oggetti, o referenti che dir si voglia» [1985: 190]. Teorie diverse sullo stesso argomento, infatti, possono essere vere contemporaneamente se concettualizzano la realtà diversamente (ad esempio, se una ci dà le misure in metri, e l'altra in iarde). Ma allora non sono incompatibili, e si possono dire entrambe vere *simpliciter*.⁸ Qui invece Agazzi dice che teorie rivali possono esser vere contemporaneamente, e se con ciò intendesse incompatibili, ciò significherebbe affermare un costruzionismo radicale, alla Feyerabend o alla Goodman, secondo cui ogni teoria crea il suo mondo, ed è vera di esso; e così, sarebbe esclusa ogni possibilità di conoscenza di una realtà indipendente.

Tuttavia, poche pagine prima egli aveva sostenuto che la natura sperimentale delle scienze empiriche, il loro carattere di discorso apofantico, e «il loro intento di costituirsi come sistemi di enunciati veri», indicano che esse sono referenziali, e il loro scopo «consiste dunque in un esplorare il mondo» [1985: 179-182]; e altrove scrive che la verità è «la relazione di un enunciato con qualcosa di extralinguistico ... che può esser qualificato come 'realtà' secondo una forma non banalizzata di "teoria corrispondentistica" della verità» [1997c: 65]. Ora, è visto sopra che la possibilità di una corrispondenza tra le nostre asser-

⁸ Si veda il già richiamato Lewis 1929: cap. VI.

zioni e la realtà assolutamente indipendente è la caratteristica che distingue il realismo gnoseologico forte da quello debole; che dunque Agazzi faccia propria una concezione corrispondentistica della verità, dimostra che il suo è un realismo gnoseologico forte. A questo proposito, egli si richiama alla teoria di Tarski e alla sua caratterizzazione secondo cui è un asserto è vero «nel senso che si dice che lo stato di cose è così e così, e lo stato di cose è effettivamente così e così» [1997c: 60].

Alcuni commentatori obietterebbero qui che la definizione tarskiana della verità lascia intatti tutti i problemi metafisici e gnoseologici, ed è compatibile con diverse forme di antirealismo⁹. Più in generale, parlare di verità come corrispondenza non chiarisce quel che si intenda, se non si specificano i termini di tale corrispondenza: anche Kant, gli idealisti, e antirealisti contemporanei come Goodman e Putnam ammettono che i nostri giudizi possano esser veri nel senso di corrispondere ad oggetti puramente fenomenici, “interni” alla nostra conoscenza; e questo non configura ovviamente un realismo gnoseologico forte. Ma Agazzi precisa che di Tarski intende accogliere specificamente il suggerimento che «non si può sperare di cogliere il significato della verità semplicemente al livello dell’analisi linguistica», volendo con ciò recuperare la nozione di verità di Aristotele (al quale non si può certo attribuire un concetto fenomenico o «interno» della realtà) [1997c: 57]. Quella agazziana è dunque una concezione propriamente realistica della corrispondenza, come conferma anche la tesi che «ammettere la verità di un giudizio (o di una teoria) implica anche ammettere la realtà (ontologicamente) extramentale dei referenti» [2002: 1187].

Ma per metter meglio a fuoco la posizione di Agazzi non si può prescindere da un’attenta analisi del suo concetto chiave di *oggettivizzazione*: poiché per lui gli oggetti sono a un tempo il prodotto dell’attività del soggetto conoscitivo e il referente immediato delle asserzioni e delle teorie, solo chiarendo se essi abbiano un rapporto con la realtà assolutamente indipendente, e quale, si può capire di che tipo sia il costruzionismo di Agazzi, e dunque il suo realismo.

Ad esempio, in [1979c: 38 sgg.] e in molti altri luoghi, egli sostiene che la conoscenza prende le mosse dalle percezioni, ma queste sono soggettive e mutevoli: in esse non si danno oggetti invarianti, ma al massimo dei loro aspetti qualitativi. L’accordo intersoggettivo e l’invarianza, e dunque gli oggetti, emergono attraverso il concreto operare extralinguistico, che produce effetti invarianti e che constano a tutti. Ogni disciplina scientifica si definisce per i diversi tipi di operazioni che danno risultati intersoggettivamente validi (tipicamente, operazioni di misura, o di controllo sperimentale), e i diversi tipi di predicati che da tali operazioni emergono. Questi predicati, a loro volta, definiscono o «ritagliano» i diversi tipi di oggetti specifici di ciascuna disciplina. Se prendiamo

⁹ Putnam, ad esempio, ha argomentato che essa può venir reinterpretata in chiave quasi-intuizionistica, risultando pertanto compatibile con una filosofia antirealista (Putnam 1978: 27-29). Vedi anche Field 1972 e Devitt 1984: 28-31.

ad esempio un orologio, «dal punto di vista della massa, questa “cosa” è un oggetto della fisica; dal punto di vista, ad esempio, della purezza dei rubini che vi sono dentro, diventa un oggetto della chimica; se, viceversa, mi chiedo qual è il suo prezzo, diventa un oggetto dell’economia ... e via discorrendo» [1979c: 42]. Per mezzo dell’operare intersoggettivo e dei predicati cui dà luogo, gli oggetti vengono «ritagliati» o «costruiti» come enti astratti, in sostanza come concetti complessi, costituiti da «un fascio strutturato di attributi» che essi «codificano». Come tali essi non hanno esistenza fisica, ma possono avere esistenza intenzionale, ossia esser pensati. Avendo però una natura intenzionale, fanno riferimento a un diverso tipo di realtà (non astratta e non intenzionale), in cui dovrebbe esistere un «referente» concreto, o «cosa», che esemplifichi le proprietà codificate dall’oggetto astratto. A sua volta, «qualunque “cosa” è un fascio potenzialmente indefinito, se non proprio infinito, di “oggetti” secondo le ottiche con cui la si considera» [1979c: 42; 1997c: 43-44, 48].

Agazzi sembra dunque riproporre la distinzione scolastica tra oggetto “materiale” e oggetto “formale”, secondo la quale la “costruzione” dell’oggetto “formale” presuppone un preesistente oggetto “materiale” (la «cosa», o «referente», o «referente concreto»), e rispecchia caratteristiche che esso possiede indipendentemente da qualunque soggettività. La sua posizione si presenta dunque come quella del costruzionismo moderato, e quindi anche di un realismo gnoseologico sofisticato ma forte.

Quando Agazzi si pone il problema se ciò che è oggettivo sia anche reale, sulle prime offre una risposta che non sembra chiarire molto: «Qual è la portata ontologica di questa oggettività? Questo “oggetto” c’è o non c’è? Certo che c’è, perché è diverso dal nulla» [1979c: 44]; «“reale” è ciò che è “diverso dal nulla”» [1985: 186; 1997c: 42]. Per reale egli intende tutto ciò che è in qualche modo presente alla coscienza (per esempio, il sapore gradevole del vino quando si è sani, e anche il sapore sgradevole quando si è malati), e per oggettivo quanto di ciò viene strutturato attraverso operazioni intersoggettive per divenire patrimonio comune. Pertanto, tutto l’oggettivo è reale, ma non viceversa [1974: 341 sgg.]. Sono pertanto reali il Minotauro (nella mitologia), un sogno, un’allucinazione, un calcolo matematico, ecc. [1985: 87; 1997c: 43]. Ma dei sogni si vorrebbe sapere se è reale non tanto l’esperienza in cui essi consistono (ciò è ovvio), quanto i fatti o le cose che in essi sono rappresentati e ci par di osservare; e del Minotauro non se è reale secondo la mitologia, ma se è reale *tout court*. A questo punto, però, la risposta di Agazzi giunge inequivoca: appurato che gli oggetti rimandano intenzionalmente a entità o referenti concreti che li esemplificano, si tratta poi di sapere se tali referenti esistono (ad esempio, se il Minotauro esiste come oggetto fisico; se l’elettrone esiste anche come cosa concreta) [1997c: 44, 64, 67]; e sono le procedure operazionali a mostrarci se gli oggetti scientifici esistono non solo come entità intenzionali, ma anche come entità concrete, o referenziali [ibid.: 49, 51, 65].

Tuttavia, dal momento che le procedure operazionali sono precisamente ciò con cui l'oggetto viene costituito, dire che la realtà dell'oggetto è attestata da queste, potrebbe essere come dire che gli oggetti sono reali in quanto sono oggettivi: «l'oggettività diventa *garanzia* della realtà» [1974: 342-343]; ma ciò non risponderebbe alla domanda che ci poniamo. In sostanza, quel che ci stiamo chiedendo è se Agazzi concepisca gli oggetti concreti (ossia non tanto gli oggetti fisici, o modelli, ma i loro referenti concreti) come solo empiricamente reali o anche metafisicamente reali: come dotati di una struttura che pur essendo indipendente dalla soggettività individuale di ciascuno è il prodotto delle modalità operative universali del conoscere (al modo di Kant e del costruzionismo radicale), o come dotati di una struttura del tutto indipendente da qualunque operazione o modalità di apprensione soggettiva. Nel secondo caso, poi, il problema è se tale struttura assolutamente indipendente ponga o meno dei vincoli sulle nostre credenze o asserzioni (pur essendo assodato che in ogni caso essa non vi viene riprodotta senza mediazioni, ma "proiettata" attraverso schemi e regole soggettive).

A questo proposito, nelle pagine dedicate al concetto scientifico di oggettività e ai suoi rapporti con la verità in *Temi e problemi di filosofia della fisica*, leggiamo che «l'oggetto fisico ... è un insieme di relazioni, un costrutto concettuale che si fa "oggettivo" perché è appoggiato da certe operazioni... esiste tutto ciò che l'operazione è in grado di rendere intersoggettivo ... Inoltre non esiste ciò che l'operazione non sia in grado di incontrare, di modificare, di portare a livello di intersoggettività ... posizione e velocità dell'elettrone sono "oggettivamente" indeterminate ... fin che non esistano operazioni capaci di portare in luce, di rendere "oggettive" tali esistenze e tali determinatezze» [1974: 354-355].

Qui si potrebbe addirittura sospettare che la costruzione dell'oggetto sia una creazione *ex nihilo*; tant'è vero che lo stesso Agazzi stesso considera la seguente obiezione: non possono gli oggetti esistere pur non essendo ancora osservati? Se domani vi saranno operazioni che li rivelano, esistevano anche oggi. La sua risposta è che questo vuol dire solo che li possiamo pensare (cioè costruire con operazioni mentali), non conoscere (cioè costruire con operazioni fisiche). Ad esempio, «il *quark* ... è solo pensato e non conosciuto, *finché* non sia "osservato"» [1974: 355-356]. Quest'affermazione di per sé non implica alcun idealismo, fenomenismo o verificazionismo: anche il realista può ammettere che l'ipotesi puramente teorica del *quark*, prima di qualunque riscontro empirico anche indiretto, non sia abbastanza giustificata da esser considerata una conoscenza (le virgolette che circoscrivono 'osservato' mostrano che qui si parla di osservazione in senso assai ampio, anche di tipo indiretto). Ma la risposta offertaci non è quella che sarebbe più semplice e ovvia per un realista, ossia che il referente reale (l'orologio del precedente esempio) esiste, pur non essendo ancor stato costruito il corrispondente oggetto fisico, ossia il modello astratto; nella sua risposta, invece, l'esistenza indipendente del referente reale non è negata, ma neppure affermata.

Questo dubbio permane e si rafforza, quando l'Autore sostiene che di ciò che è oggettivo (cioè costruito) non ha nemmeno senso chiedersi se sia vero: la verità è presenza della realtà, cioè del dato privato, alla coscienza; nella misura in cui le operazioni intersoggettive oggettivizzano il dato, e constano a tutti, la teoria è vera: vera nella misura in cui constano a tutti le relazioni tra misure che essa postula [1974: 357-359]; inoltre, «i referenti sono allo stesso tempo *identificati* operazionalmente, e considerati come gli *oggetti specifici* di cui si aspetta che gli enunciati siano (relativamente) veri», sicché «le procedure operazionali hanno il doppio ruolo di fornire la base per una definizione del significato di verità, e di offrire criteri di verità» [1997c: 66]. Ma notoriamente è solo una concezione epistemica, e quindi antirealista, della verità, quella secondo cui i criteri della verità coincidono con la sua definizione; in altre parole, per il realista ha *sempre* senso chiedersi se le affermazioni cui siamo giunti applicando ogni corretta procedura epistemica siano poi effettivamente vere o solamente ci appaiano esserlo. Ecco perché è lecito chiedersi se per Agazzi le nostre affermazioni siano vere (anche) della realtà indipendente o solo di una realtà costruita.

Ma probabilmente questi dubbi trovano soluzione considerando la particolare problematica e gli accenti di questo basilare testo di filosofia della fisica, teso a fornire un'immagine filosofica di sfondo che renda conto degli aspetti critici e antimetafisici dei procedimenti scientifici, e forse anche a render meno paradossali, se non addirittura a giustificare, taluni aspetti della concezione "ortodossa" della meccanica quantistica. In questi paragrafi, in particolare, Agazzi è interessato soprattutto a render conto di quel che 'oggettività' significa nella concreta metodologia della fisica. Se infatti l'esistenza indipendente del referente fisico non viene qui esplicitamente affermata, era già stata chiaramente suggerita in precedenza: distinguendo tra oggetti come modelli costruiti e oggetti come referenti fisici concreti (in questo contesto si ribadisce infatti che l'oggetto fisico non è una «cosa» [1974: 354-355]), Agazzi aveva spiegato che un termine che si riferisce a un modello ideale (per esempio quello di corpo rigido) ha significato solo se esistono corpi fisici concreti a cui questo possa venir riferito; non ci si può accontentare di dire che gli enti fisici non sono altro che il modello stesso: anche se un complesso di equazioni funziona molto bene, bisogna sempre cercare per esse un autentico referente fisico [1974: 123-5]. Sembra ovvio che questo referente fisico preesiste alle operazioni di oggettivazione e ne è indipendente. Infatti «il mondo degli oggetti fisici ha una struttura», e la controprova è che «*non qualsiasi cosa* se ne può dire. Se esso non avesse una struttura, invece, potremmo dirne tutto ciò che volessimo, e non ne riceveremmo mai una smentita» [1974: 374]. «Ora, l'esperienza non può attestarci volta per volta che dei "punti singoli" di tale struttura, ma il ricostruire la struttura stessa è compito della teoria» [ibid.].

Da un lato, inoltre, «i cosiddetti costrutti teorici della scienza (come per esempio gli elettroni) devono avere dei referenti reali», e «i referenti non possono essere che reali nel più pieno senso ontologico» [1997c: 67], sicché gli ogget-

ti «non sono né pure finzioni né pure costruzioni matematiche» [1997c: 69]; e dall'altro (come vedremo meglio in seguito) tali referenti sono indipendenti da noi al punto che ove essi non siano direttamente osservabili, la loro realtà si può desumere dalla verità degli enunciati che li riguardano, che a sua volta si può inferire dalla verità di altri enunciati empiricamente controllabili, o riconoscere per mezzo di criteri non osservativi di verità [ibid., 65-68]. Ancora, dal momento che i referenti (o cose concrete) devono *esemplificare* le proprietà *codificate* dagli oggetti, affinché quel che di essi si dice sia vero, sembra chiaro che i referenti stessi non solo esistono senza essere costruiti, ma possiedono delle proprietà proprie e indipendenti dalle nostre costruzioni.

In più, è per mezzo di operazioni pratiche ed extralinguistiche, che anzitutto l'oggetto viene ritagliato dalla cosa, indi il referente dell'oggetto viene individuato, e infine si controlla la verità di quanto affermato, osservando se le proprietà attribuite all'oggetto siano effettivamente esemplificate dal referente («se un dato predicato si applica o no a una cosa nel modo espresso da un dato enunciato»). [1997c: 48-51, 60]. Essendo pratiche ed extralinguistiche, tali procedure non possono dunque che consistere nell'interazione con una realtà indipendente: «tali operazioni non si applicano al nulla, bensì a referenti già identificati» [1985: 188].

Per questo, viene ribadito che gli enunciati veri sono tali «in virtù di qualcosa di non linguistico, ed anche non mentale, ma oggettivo e appartenente al “mondo”» [1997c: 61]. E «il referente ... appartiene al “mondo esterno”, nel senso di non essere puramente un'interna rappresentazione mentale» [1997c: 51]. «Proprio perché le proprietà sono qualcosa che viene “attribuito” ai referenti in un atto intenzionale dei soggetti, esse non possono non coinvolgere, appunto, anche il soggetto; tuttavia ... non sgorgano soltanto dal soggetto, bensì dall'incontro tra questo e la realtà» [1985: 187-188]; infatti, «nessuna teoria scientifica è mai totalmente certa della sua verità» [1985: 189].

Abbiamo dunque un pieno realismo metafisico (vi è una realtà assolutamente indipendente sia quanto all'esistenza, sia quanto alla struttura) e un realismo gnoseologico forte (la struttura della realtà assolutamente indipendente è rappresentata nella conoscenza: i noemi «corrispondono» ai referenti [1997c: 45, 51], e di certe entità possiamo non solo scoprire che esistono, ma anche «stabilire *come* sono, cioè, caratterizzare le loro *proprietà*» [1997c: 62]; «il nostro pensiero è in grado di cogliere l'essere e, grazie alla capacità astrattiva dell'intelletto, di intuirne alcune caratteristiche essenziali» [2002: 1183]).

Questa sembra di certo l'interpretazione più naturale della dichiarazione da cui eravamo partiti, secondo cui «(a) la scienza si sforza di descrivere una “realtà” indipendente da essa e rispetto alla quale essa è impegnata a commisurarsi; (b) quanto la scienza afferma e descrive costituisce ... un'immagine adeguata della suddetta realtà» [1985: 171]. Se così stanno le cose, Agazzi non dovrebbe aver difficoltà a chiarire l'affermazione che la realtà non è «assoluta e strutturata in sé, in modo estraneo al pensiero e al discorso» [1997c: 58], specificando

che, mentre la realtà oggettiva è da noi costruita e strutturata, la realtà dei referenti possiede proprietà e strutture assolutamente indipendenti da noi; e anche se noi non possiamo conoscerla senza imporre a nostra volta nuove strutture (per esempio, essa non è in sé suddivisa in entità, e dobbiamo dunque “ritagliarvi” oggetti, proprietà, ecc.), questa imposizione ricalca distinzioni e caratteristiche che sono proprie della realtà indipendentemente da noi, e che vengono proiettate nella descrizione che ultimamente ne facciamo.

Allo stesso modo, pertanto, dovrebbe poter circoscrivere la portata dell'affermazione che «Una proposizione ... quasi mai è vera o falsa *simpliciter*, ma vera o falsa *di* un certo universo di oggetti» [1974: 369], esplicitando che le nostre teorie, pur descrivendo oggetti da noi costruiti, sono comunque vere della realtà indipendente (e in questo senso vere *assolutamente*) e non semplicemente di tali oggetti. Di fatto, sembrerebbe che pur sottoscrivendo un realismo gnoseologico sofisticato ma forte, in alcuni passi Agazzi sia stato più sollecito ad esplicitarne il carattere sofisticato che quello forte.

4. AGAZZI E IL REALISMO SCIENTIFICO

Per quanto riguarda il pensiero di Agazzi sul realismo scientifico, già diverse delle citazioni precedenti ci mostrano come egli sia pronto ad applicare alla scienza il realismo gnoseologico (almeno quello debole, ma io propendo a credere anche quello forte), aderendo dunque almeno al realismo scientifico₂ (e secondo me anche al realismo scientifico₁). Egli dichiara infatti che «la scienza intende compiere affermazioni vere concernenti il mondo fisico», rigettando dunque le concezioni secondo cui essa avrebbe un mero valore pratico, prescrittivo o strumentale [1974: 313-315].

Ma le asserzioni vere cui mira la scienza riguardano solo i fenomeni, gli aspetti osservabili della natura, come sostengono il fenomenismo, il positivismo e l'empirismo costruttivo, o anche le entità e proprietà non osservabili, come sostiene il realismo scientifico₃? In altri termini, che qual è a suo parere lo statuto conoscitivo di quanto le teorie asseriscono su entità e fatti non osservabili?

Anche a questo proposito, un problema è posto dal già esaminato paragrafo su oggettività e verità di *Temi e problemi di filosofia della fisica*, secondo il quale sarebbe gnoseologismo pensare a una realtà che sta «dietro» suoi vari aspetti. La realtà va invece concepita come «la totalità dei suoi “aspetti”, cioè delle sue determinazioni». Ragion per cui, se si trovano nuovi fenomeni non spiegati da una teoria (come ad esempio, aspetti ondulatori non spiegati da una teoria corpuscolare), la teoria originale resta vera degli aspetti del reale che aveva evidenziato [1974: 359]: «il tramonto di un'autentica teoria non significa l'aver riconosciuto che essa è falsa, ma che essa era parziale ...» [1974: 368]. Inoltre, dubitare della realtà dell'elettrone è possibile solo in base all'equivoco gnoseologico: so che ci sono certe determinazioni, ma mi chiedo se esista un oggetto fisi-

co dietro di esse di cui esse sono manifestazioni. Invece «l'oggetto non è *nulla più* che l'insieme di *tutte* le sue determinazioni e, quindi, se ammetto di riuscire a cogliere queste ... devo dire ... che esiste anche l'oggetto». Altrimenti «non potrei parlare neppure del foglio di carta che mi sta davanti, perché esso pure mi è noto soltanto come insieme di determinazioni» [1974: 370]. «Il passaggio da una meccanica all'altra ... è solo un passaggio ad «oggetti» diversi, ma nel campo dei propri oggetti ... la meccanica classica non solo non è stata smentita, ma non c'è motivo di temere che possa esser smentita anche in futuro. Lo stesso, naturalmente, si può dire anche della meccanica quantistica ...» [1974: 373].

Tutto ciò potrebbe far pensare a una metafisica fenomenista: se infatti è giusto negare che la realtà stia «al di là» dei suoi aspetti, come separata da essi, un realista non accetterebbe di svuotare l'oggetto della sua natura sostanziale affermando che esso «non è *nulla più*» che l'insieme delle sue determinazioni, o che la realtà *si riduce* ai suoi aspetti. Gli aspetti essi sono appunto *manifestazioni* della realtà, non *parti* di essa!

Per il realista, inoltre, ha senso dubitare dell'esistenza della carta, così come dell'elettrone: proprio perché sono, per ipotesi, oggetti indipendenti da noi, è in linea di principio possibile che le credenze che abbiamo sulla loro esistenza e sulla loro natura risultino erranee. L'importante è riconoscere che tale credenze si fondano su ragioni solide (anche se non infallibili), e dunque, se vere, contano come conoscenze. Considerare tali credenze infallibili significa svuotare la nostra nozione di realtà, facendo dell'elettrone e della carta qualcosa di essenzialmente dipendente da noi. Le teorie, inoltre, devono esser suscettibili di venir dimostrate false: altrimenti dovremmo ammettere che esse parlano solo di quegli aspetti del mondo che abbiamo potuto osservare in passato, senza dir nulla sugli aspetti mai osservati in precedenza, né, a maggior ragione, sugli aspetti non osservabili. Ciò non significa che esistano due oggetti, uno fenomenico noto e uno sottostante ignoto: esiste un solo oggetto che conosco (se lo conosco) attraverso i suoi aspetti o determinazioni. Il problema è che gli aspetti sottodeterminano l'oggetto: se li interpreto correttamente, in base ad esse conoscerò l'oggetto reale, se li interpreto male, invece, mi immaginerò un oggetto non è reale.

Se due teorie parlano della struttura fondamentale del fenomeno luminoso, una asserendo che è corpuscolare, e l'altra asserendo che è ondulatoria, non possono essere entrambe vere. L'unico modo in cui si possono considerare entrambe vere è interpretarle strumentalisticamente o fenomenisticamente, cioè come se non contenessero affatto asserzioni sulla struttura della luce, ma solo descrizioni di una serie di fenomeni osservabili. Alla luce di molte altre sue affermazioni (tra cui quelle che riporteremo tra breve), sembrerebbe più naturale che qui Agazzi dicesse che nel caso in ipotesi resta vero quanto la prima teoria dice di taluni fenomeni empirici, e non che essa resta vera *tout court*.

Ma di nuovo, l'effettiva portata di queste tesi si comprende solo tenendo presente da un lato il contesto, e dall'altro la già richiamata distinzione tra gli

«oggetti scientifici» (i modelli astratti da noi elaborati) e i loro referenti concreti. Agazzi sostiene infatti esplicitamente una posizione «fenomenista» circa le teorie scientifiche, ma intendendo con ciò non tanto che esse debbano limitarsi a descrivere “fenomeni” conoscibili, in contrapposizione a “cose in sé” inconoscibili, quanto che esse devono limitarsi a «quel tanto di realtà che entro una data scienza risulta obbiettivabile» [1974: 367]. In questo, a suo parere, starebbe la correttezza dell’interpretazione di Copenaghen della meccanica quantistica. E’ degli oggetti scientifici, e non dei loro referenti concreti, che Agazzi sostiene che «in una data scienza sono riconosciuti come oggetti soltanto quegli enti che godono di tali proprietà, cosicché, per quella scienza, l’oggetto non è altro che l’insieme delle proprietà che operativamente gli si possono attribuire» [1985: 188]. Dunque, è solo dal punto di vista di una certa scienza che l’ente concreto si configura come un fascio di proprietà, tanto è vero che nulla esclude che dal punto di vista di un’altra scienza esso possieda altre proprietà [ibid.], preesistendo dunque all’una e all’altra di tali scienze. E come si è visto, un termine che si riferisce a un modello ideale trova significato solo se esistono corpi fisici concreti a cui questo possa venir riferito [1974: 123-5].

Che Agazzi non aderisca ad alcuna forma di fenomenismo nel tradizionale senso del termine risulta poi molto chiaro in un testo più recente, ove spiega che i *qualia* che percepiamo sono “accidenti” di sostanze, le quali esistono in se stesse e sono ontologicamente distinte dal soggetto; le nostre rappresentazioni sono intenzionali, ossia intrinsecamente si riferiscono a sostanze [2000: § 2]. «L’esser vero [di un enunciato] dipende dall’*esistenza di appropriati “fattori di verità”*», che qualificiamo come i suoi referenti. Tali referenti sono stati di affari in cui gli attributi ineriscono ai loro fondamenti, alcuni dei quali possono a loro volta essere attribuiti, ma alcuni dei quali devono essere oggetti indipendenti, o sostanze» [1997c: 62].

Agazzi ammette inoltre senza difficoltà la fallibilità della scienza, osservando che nel più comune dei casi la falsificazione di una teoria indica che questa compiva affermazioni errate su certi referenti reali [1985: 189-190]. Sostiene poi che quando «due teorie rivali possono rimanere entrambe vere», è perché mutano i loro referenti, nel senso che esse «ritagliano» entro le «cose» referenti diversi: e questo sarebbe ad esempio il caso del passaggio dalla meccanica classica a quella quantistica [1985: 188]. Ora, mi pare dubbio che effettivamente tutto il contrasto tra meccanica classica e quantistica si riduca a questo, se non altro perché esse ci danno, in determinate situazioni, predizioni empiriche differenti; ma sarebbe complesso discuterlo qui. In ogni caso, credo che l’idea di Agazzi si potrebbe chiarire anche con un altro esempio (forse un po’ banale ma semplicissimo): una zoologia che “ritagliasse” l’oggetto “pesce” includendovi tutti gli animali marini potrebbe sostenere con verità che *alcuni pesci sono mammiferi*; mentre una zoologia che “ritagli” la classe dei pesci nel modo di Linneo e nostro, sostiene con eguale verità la tesi (solo apparentemente contraddittoria con la precedente) che *nessun pesce è mammifero*. Ma appunto, due teorie di tal fat-

ta non sono *rivali*, se con ciò s'intende reciprocamente incompatibili: possono essere entrambe vere proprio perché non si contraddicono, l'accettazione dell'una non implica il rigetto dell'altra. Se dunque per 'rivali' Agazzi non intende 'incompatibili', ma semplicemente 'alternative', ammettere la verità contemporanea di teorie «rivali» non contrasta affatto col realismo.

Per quanto riguarda poi lo statuto delle asserzioni non osservative delle teorie, la sua adesione al realismo è esplicita e inequivocabile (salvo in un passo, che poi segnalerò): la scienza si propone di spiegare e prevedere i fenomeni empirici, ma per farlo ha bisogno di concetti teorici; [1974: 138-9]; questi sono sì costituiti combinando concetti operativi (o più genericamente osservativi), ma non sono *riducibili* ad essi, se non nel senso banale ed equivoco in cui una casa, fatta di mattoni, è riducibile ai mattoni: se li si scompongono nei loro componenti, essi spariscono. Sono dunque i loro componenti ad essere operativi, non loro stessi [1974: 148]. Pertanto, il "dilemma del teorico" di Hempel [1958] si risolve perché la teoria è necessaria a spiegare: «non è qualcosa che mi può far scoprire la legge e poi esser tolta ... bensì ... deve rimanere *insieme* alla legge, per offrirne una spiegazione e collegarla con altre leggi e con altri fatti» [1974: 150]. Gli scienziati «intendono che *qualcosa* di fisicamente esistente sia designato dai loro termini teorici, fornito delle proprietà e delle relazioni che a questi medesimi concetti teorici vengono da essi attribuite» [1974: 152].

Contrariamente a quanto sostenuto dai positivisti, dunque, le asserzioni non osservative non possono venir eliminate dalle teorie, né ridotte ad asserzioni puramente osservative, né reinterpretate come regole pratiche o espedienti computazionali, in quanto compito della scienza non è solo descrivere e prevede i fenomeni, ma anche spiegarli, «introducendo nomi, proprietà, relazioni di oggetti che non sono certo accessibili alla diretta osservazione» [1974: 315].

Contrariamente alle tesi dell'empirismo costruttivo di Van Fraassen [1980], inoltre, è corretto accettare tali asserzioni come vere: la verità di enunciati che non siano operazionalmente controllabili (riguardanti dunque le "entità teoriche", o "entità nascoste") è inferibile dalla verità di altri enunciati operazionalmente controllabili [1997c: 63], o riconoscibile in base a criteri di verità non operazionali [1997c: 66] e ciò implica che i concetti teorici abbiano «referenti reali, dello stesso tipo di realtà di quelli che sono accessibili operazionalmente» [1997c: 66]. «Si può certamente "allargare" il dominio degli enunciati veri al di là di quello degli enunciati empirici utilizzando argomenti logici (e in tal modo anche scoprire l'esistenza di oggetti non immediatamente accertabili empiricamente)» [1997c: 68]. «L'intento della scienza è di essere un discorso [vero, e dunque] referenziale», e le sue proposizioni «vengono accettate soltanto in quanto ritenute vere con un grado più o meno elevato di certezza», e ciò *vale anche dei concetti teorici*, sicché «perché i referenti dei discorsi scientifici sono intesi come reali, e non soltanto mentali, questo carattere di realtà dev'essere attribuito anche ai referenti dei termini teorici» [1985: 180].

Agazzi sostiene dunque il realismo scientifico₃, cioè la tesi che dobbiamo attribuire agli enunciati non osservativi delle nostre teorie il medesimo statuto di verità di quelli osservativi. Pertanto, alla luce della già citata affermazione secondo cui «(a) la scienza si sforza di descrivere una «realtà» indipendente da essa e rispetto alla quale essa è impegnata a commisurarsi; (b) quanto la scienza afferma e descrive costituisce un'immagine adeguata della suddetta realtà» [1985: 171] (da interpretarsi come adesione al realismo gnoseologico forte), egli sostiene anche il realismo scientifico₄ (la tesi che siamo in grado di conoscere entità assolutamente indipendenti anche se non direttamente osservabili, sintesi di realismo scientifico₃ e realismo gnoseologico forte). *A fortiori*, non essendo in discussione la sua adesione al realismo gnoseologico debole, Agazzi aderisce dunque al realismo scientifico₅ (la tesi che siamo in grado di conoscere entità empiricamente indipendenti anche se non direttamente osservabili, sintesi di scientifico₃ e realismo gnoseologico debole).

L'unico passo che sembra porre problemi a tale attribuzione è quello in cui egli sostiene che il «fenomenista» (nel peculiare senso del termine che si è visto e che egli ritiene accettabile) «potrebbe perfino parlare di realtà non osservate, purché queste si concepiscano come in linea di principio osservabili» e in questo senso «sarebbe realista» [1974: 367-368, corsivo mio]. Questa dichiarazione pone anzitutto un serio problema su quel che si intenda qui con realismo, dato che la distinzione tra realisti e antirealisti (cioè per la precisione, in questo contesto, realisti e antirealisti scientifici) è proprio quella tra chi ammette che si possa parlare solo di entità in linea di principio osservabili, e chi invece anche di entità non osservabili. In secondo luogo, se col «fenomenista» di cui parla in terza persona Agazzi si identifica (come potrebbe far pensare la sua difesa di una posizione «fenomenista» sulle teorie), questa limitazione di ciò di cui si può parlare a quel che è osservabile sembra in contraddizione con tutte le prese di posizione realiste che abbiamo appena esaminato. Ma forse l'aver identificato nel «fenomenismo» un senso o un nucleo corretto, non implica che Agazzi stesso lo faccia proprio *in toto*.

BIBLIOGRAFIA

- Agazzi E. 1974 *Tem e problemi di filosofia della fisica*, Abete, Roma.
- Agazzi E. 1979a *Problemi di epistemologia contemporanea*, Itinerari, Lanciano.
- Agazzi E. 1979b “Natura e compiti della Filosofia della scienza” in Agazzi 1979a, pp. 5-31.
- Agazzi E. 1979c “Proposta per una nuova caratterizzazione dell’oggettività scientifica” in Agazzi 1979a, pp. 31-61.
- Agazzi E. 1985 “La questione del realismo scientifico” in Mangione (cur.) 1985, pp. 171-192.
- Agazzi E. (cur.) 1987 *La filosofia della scienza in Italia nel ‘900*, Franco Angeli, Milano.
- Agazzi E. (cur.) 1997a *Realism and Quantum Physics*, Rodopi, Amsterdam.
- Agazzi E. 1997b “Realism and Quantum Physics. Introduction” in Agazzi (cur.) 1997a.
- Agazzi E. 1997c “On the Criteria for Establishing the Ontological Status of Different Entities” in Agazzi 1997a, pp. 40-73.
- Agazzi E. 2000 “Observability and Referentiality” in Agazzi, Pauri (eds.) 2000, pp. 45-57.
- Agazzi E. 2002 “Realismo” in G. Tanzella-Nitti, A. Strumia (cur.) *Dizionario interdisciplinare di scienza e fede*, Urbaniana University Press-Città Nuova, Roma 2002, pp. 1181-1189.
- Agazzi E., Minazzi F., Geymonat L. 1989 *Filosofia scienza e verità*, Rusconi, Milano.
- Agazzi E., Pauri M. (eds.) 2000 *The Reality of the Unobservable* Dordrecht-Boston-London, Kluwer.
- Alai M. 1994 *Modi di conoscere il mondo*, Franco Angeli, Milano.
- Alai M. 2005 “Dal realismo scientifico al realismo metafisico” *Hermeneutica* (nuova serie) 2005, pp. 167-189.
- Davidson D. 1973-74 “On the very idea of a conceptual scheme”. *Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association* 47, pp. 5-20 (tr. it. “Sull’idea stessa di uno schema concettuale” in R. Egidi (cur.) *La svolta relativistica*, Franco Angeli, Milano 1988, pp. 151-168).
- Devitt M. 1984 *Realism and Truth*, Blackwell, Oxford.
- Field H. 1972 “Tarski’s Theory of Truth” *Journal of Philosophy* 69, pp. 347-375.
- Fine A. 1984 “The Natural Ontological Attitude” in J. Leplin (ed.) *Scientific Realism*, University of California Press, Berkeley 1984, pp. 83-107.
- Goodman N. 1973 *Fact Fiction and Forecast*, Bobbs-Merrill, Indianapolis (tr. it. *Vedere e costruire il mondo*, Laterza, Roma-Bari 1988).
- Hempel C.G. 1958 “The Theoretician’s Dilemma” *Minnesota Studies in the Philosophy of Science* 2, Minneapolis, pp. 37-98 (tr. it. in C. G. Hempel *La formazione dei concetti e delle teorie nella scienza empirica*, Feltrinelli, Milano 1961 cap. IV § 23).

- Lewis C.I. 1929 *Mind and the World Order*, Charles Scribner's Sons, New York (tr. it. *Il pensiero e l'ordine del mondo*, Rosenberg e Sellier, Torino 1977).
- Mangione C. (cur.) 1985 *Scienza e filosofia. Saggi in onore di Ludovico Geymonat*, Garzanti, Milano.
- Putnam H. 1978a *Meaning and the Moral Sciences*, Routledge and Kegan Paul, London (tr. it. *Verità e etica*, Il Saggiatore, Milano 1982).
- Putnam H. 1978b "Realism and Reason" in Putnam 1978a, pp. 123-140 (tr. it. "Realismo e ragione" in Putnam 1978a tr. it., pp. 139-160).
- Putnam H. 1981 *Reason Truth and History*, Cambridge University Press, Cambridge (tr. it. *Ragione verità e storia*, Il Saggiatore, Milano 1985).
- Rossi P.A. 1987 "Attuali tendenze dell'epistemologia italiana: la corrente oggettualista" in Agazzi (cur.) 1987, pp. 403-444.
- Van Fraassen B. 1980 *The Scientific Image*, Clarendon Press, Oxford (tr. it. *L'immagine scientifica*, CLUEB, Bologna 1985).

“REALISMO” STRUTTURALE DELLO SPAZIOTEMPO

Massimo Pauri

Dipartimento di Fisica, Sezione Teorica - Università di Parma
INFN Sezione di Milano Bicocca, Gruppo Collegato di Parma
pauri@pr.infn.it

1. INTRODUZIONE

Mantenendo sullo sfondo le posizioni espresse da Evandro Agazzi in vari lavori¹ sul problema della *oggettività* e del *realismo scientifico*, nonché le linee essenziali del dibattito in corso sul cosiddetto *realismo strutturale*, mi propongo di presentare ed analizzare alcuni risultati di recenti ricerche aventi per oggetto il *concetto scientifico* di *spaziotempo* della relatività generale (TRG)². Mi auguro di poter rendere comprensibile al lettore la sostanza e le inerenti limitazioni delle questioni trattate utilizzando anche una sintetica panoramica dello sviluppo storico dei concetti di spazio³ e tempo. Al tempo stesso difendo, in forma preliminare – contro la egemone eredità neoempiristica - la perdurante attualità di un *irrisolto* problema *ontologico* dello spazio, che oltrepassa il livello della *rappresentazione* fisico-matematica dello spaziotempo relativistico.

Partirò subito dai primi passi della TRG, dato che il punto centrale del problema posto nel titolo del presente saggio è già parzialmente contenuto *per contrasto* in due radicali dichiarazioni espresse da Albert Einstein nel 1915-1916. Tali dichiarazioni riguardano le conseguenze, *prima facie* inevitabili, della cosiddetta *covarianza generale* della teoria, conseguenze evidenziate nel famoso “*Hole Argument*” (*Lochbetrachtung*, 1915):

Sono affettuosamente debitore al mio amico professor Mario Casartelli per una attenta lettura critica del manoscritto.

¹ Si veda, per es. Agazzi 1974 e Agazzi 2004.

² Si veda Pauri 2006a,b, Pauri, Vallisneri 2002, Lusanna, Pauri 2004, 2006a,b,c, 2007a, 2007b.

³ La nozione di spaziotempo è ovviamente relativistica. Tuttavia, *almeno per una parte* delle questioni concernenti *oggettività* e/o *realtà*, sarà utile anche la sola analisi del concetto di spazio (tridimensionale).

General covariance robbed time and space the *last trace of objective reality* [Einstein 1915].

That this requirement of *general covariance*, which takes away from space and time *the last remnant of physical objectivity*, is a natural one, will be seen from the following reflexion ... [Einstein 1916].

È importante tener presente che lo spazio e il tempo di cui Einstein pone in questione la realtà oggettiva sono quelli ereditati storicamente dal dibattito Leibniz-Newton-Clarke sulle concezioni assolutistica e relazionale, cioè, le nozioni di spazio e - con le dovute differenze - di tempo, come entità opposte, quanto a *realtà/oggettività*, alla nozione di *corpo* in divenire. Da questo punto di vista, le affermazioni di Einstein sono perfettamente in linea con le *concezioni antirealistiche* di Mach, da lui condivise nella prima parte della sua vita scientifica. Ma è anche ovvio che lo spaziotempo di cui si nega la realtà *come conseguenza della covarianza generale* è solo quello della TRG.

Questa distinzione è molto importante poiché permette di tenere in evidenza la profonda divaricazione intervenuta a partire dalla *catastrofe euclidea* dell'inizio del secolo XIX¹ fino ad oggi, fra il livello del *fondamento ontologico* dei concetti di spazio e tempo e il livello *della descrizione fisico-matematica* di tali concetti entro la *rappresentazione scientifica* affermatasi con le teorie relativistiche. Il dibattito ripreso nell'ultimo scorcio del Novecento, principalmente in ambito empirista e analitico, proprio in relazione allo "*Hole Argument*", è quasi completamente egemonizzato dal dogma *carnapiano* secondo cui la riflessione filosofica può soltanto *partire*, oltretutto dalla struttura logica, dai risultati acquisiti dall'indagine scientifica. Considero inaccettabile un punto di vista che evade sostanzialmente i sofisticati problemi filosofici relativi alla fondazione del concetto moderno di *oggetto scientifico* e di *sistema fisico*, in particolare le *approssimazioni fondanti* che rendono possibile l'*idealizzazione* costitutiva dell'*oggetto fisico* e la sua *matematizzazione*. La più cospicua premessa di tali approssimazioni è l'esclusione della *soggettività concreta* (del "questo", "qui" ed "ora") dal campo degli enti oggetto della descrizione fisica ed anche la definitiva eliminazione della prospettiva dell'"essenza" dell'oggetto, prospettiva di cui Galilei era ancora pienamente consapevole. Ciò non significa – ovviamente – che la riflessione filosofica non possa tener conto dei risultati dell'indagine scientifica, anzi assolutamente *lo deve*, ma senza ignorare le limitazioni metodiche della fondazione della descrizione fisica del mondo. Ho discusso altrove² gli effetti dei *blocco del processo di individuazione classico* degli enti che sta alla base della formazione del metodo galileiano. Esso conduce alla costituzione di una specifica *ontologia "ridotta"* sulla base della quale si costituisce e si mantiene la matematicizzabilità degli enti fisici

¹ In realtà già a partire da Kant.

² Per una estesa esposizione del mio punto di vista su tali questioni, si veda Pauri 1996,1997a,1997b,1998, 2008.

e il fondamentale concetto di “condizione iniziale”.³ Così, si suole dire che l’“ontologia” della meccanica classica è un’“ontologia” di punti materiali, l’“ontologia” dell’elettromagnetismo un’“ontologia” di campi classici, l’“ontologia” della teoria quantistica relativistica un’“ontologia” di campi quantizzati, e così via. Al fondo di questa operazione filosofica sta poi l’idea, data per scontata, di una possibile “ricostruzione” del mondo a partire dalla *ontologia ridotta*.

È mia ferma convinzione che, nonostante l’attuale egemonia del paradigma scientifico per cui il dibattito sui problemi dello spaziotempo è interamente confinato alla loro *rappresentazione fisico-matematica*, la questione di chiarire il fondamento ontologico della esperienza dei *continui*⁴ dell’*estensione spaziale* e della *durata temporale* rimanga un problema filosofico fondamentale, irrisolto e sostanzialmente dimenticato nei residui della disgregazione dell’*a priori* kantiano. Osservo poi che tale nodo concettuale assume un decisiva rilevanza, filosofica e scientifica, quando sia posto in relazione alla – pure irrisolta – questione della macro-oggettivazione quantistica⁵. Ma, ovviamente, non è questa la sede appropriata per una approfondita discussione dell’argomento, che mi riprometto di affrontare in un prossimo lavoro.

Concludo queste precisazioni toccando solo un punto cruciale, posto proprio dalle teorie relativistiche. In tali teorie, i *concetti fisici* di spazio e tempo vengono peculiarmente unificati in una struttura matematica quadri-dimensionale (lo spaziotempo, appunto). Spazio e tempo, tuttavia, mantengono una sostanziale *diversità ontologica*: il tempo “*passa*”, lo spazio no. Il tempo, ancor più dello spazio, ha un ruolo primario, addirittura costitutivo, per il nostro essere nel mondo e per la *soggettività* in generale che è presente con varie gradazioni negli organismi viventi. La profonda contrapposizione fra la *unificabilità formale intersoggettiva* del tempo e dello spazio nella descrizione scientifica del mondo macroscopico da un lato, e la diversità ontologica del tempo rispetto allo spazio nella soggettività dell’esperienza, dall’altro, rappresenta probabilmente il problema più profondo e difficile posto dalla fisica contemporanea alla riflessione filosofica. Esso costituisce infatti il nucleo essenziale del rapporto fra *realtà*

³ Soltanto la esaustiva matematizzabilità dell’*ontologia ridotta* consente infatti l’introduzione di *condizioni iniziali analitiche* grazie alle quali si può parlare, per es., di *determinismo* (o *indeterminismo*) delle teorie. Al contrario nel *mondo aperto* non sussiste una *minimalità naturale* che consenta tali attribuzioni. Per questo, in particolare, si veda Pauri 2008.

⁴ Mi riferisco qui al *continuo sintetico* (o *pre-fenomenico* nel senso di Husserl) e non già all’altra componente della *bi-modalità* del continuo, quella *assiomatica*, essenziale per la descrizione fisico-matematica. Indipendentemente da ciò, in relazione al dogma *carnapiano*, aggiungerei il fatto, sottolineato da Agazzi, e denso di implicazioni filosofiche, che un riferimento *metateorico* al soggetto umano osservante risulta in qualche modo ineliminabile per caratterizzare certi *dati* come *osservativi*. La negazione di tale ineliminabilità da parte delle contemporanee posizioni riduzioniste è una ovvia conseguenza dei (espliciti o impliciti) presupposti *filosofici* di tali posizioni.

⁵ Per una prima analisi dei problemi posti dal rapporto fra processi quantistici e spaziotemporalità, si veda Pauri 2007.

dell'esperienza e *realtà-oggettività* della conoscenza, e quindi anche del cosiddetto *problema mente-corpo*. È ben vero che – in linea con quanto già osservato – alcune posizioni sostengono una interpretazione immediatamente *ontologica* e *letterale* delle teorie relativistiche che implica una *reifcazione* dei modelli matematici di spaziotempo. Ma, a parte la astratta *antifattualità* e anche i limiti tecnici di una interpretazione di tal tipo, queste posizioni sono comunque derivate da *interpretazioni* filosofiche (riduzionistiche) delle teorie scientifiche sicché non si deve dimenticare che il loro fondamento è quello proprio di una tesi filosofica e in nessun caso di un dato di fatto. In ogni caso, ciò di cui le teorie relativistiche essenzialmente parlano sono sempre e soltanto *misure spaziotemporali*, connesse alla teoria da *definizioni coordinative*.

Riprendendo la linea principale del discorso e in accordo con la distinzione da me precedentemente introdotta, deve essere chiaro che il senso della qualificazione di *realtà oggettiva* riferita allo spaziotempo, sia nella forma della sua affermazione che della sua negazione, è quello proprio di un'entità *fisico matematica*. Le radicali affermazioni di Einstein implicano dunque che – come conseguenza della *covarianza generale* della teoria – lo spaziotempo della TRG non possa avere alcuna *realtà fisica*, sia nel senso di referente in una *interpretazione realistica* della teoria fisica, sia come entità dotata della qualificazione più debole della *oggettività*, in una interpretazione *strumentalista*. D'altra parte, in paradossale contrasto con l'opinione di Einstein, nella vulgata della TRG dovuta principalmente a Ernst Cassirer, la covarianza esprime una condizione *a priori* (sia pure non trascendentale) per il *massimo di oggettività di ogni possibile spaziotempo*. Vedremo invece che: (i) in una classe ben definita di soluzioni delle equazioni di Einstein per il campo gravitazionale-inerziale, emerge una peculiare concezione *neo-strutturalista* (o, più propriamente, di *strutturalismo puntuale*) che include *elementi comuni* alle contemporanee *concezioni assolutista e relazionale* e le *supera entrambe*; (ii) la tesi di Einstein *non è propriamente vera*, perché – almeno per la classe sopraddetta – sopravvivono peculiari *elementi di realtà* dello spaziotempo e, infine, che: (iii) le implicazioni dello “*Hole Argument*” sono in realtà molto più sofisticate di quanto contenuto nella argomentazione einsteiniana originale, anche se *l'ideale del massimo di oggettività* rimane *inattuabile* nell'ambito della TRG.

2. REALISMO E STRUTTURE

Il problema della *realtà* dello spaziotempo relativistico, nel senso limitato del dibattito contemporaneo, costituisce un *capitolo specifico* del più generale problema del *realismo scientifico*, anche se la nozione di “mondo spaziotemporale” è essa stessa utilizzata per la discussione del problema realismo/anti-realismo. Il realismo scientifico attuale è innanzitutto una concezione che – innanzi alla fenomenologia quantistica – ritiene *fisicamente reali* le *entità inosservabili* descritte dalla teoria, ovvero – più in generale – è fondato sulla tesi secondo cui la *verità ap-*

prossimata delle teorie è la migliore giustificazione del carattere predittivo ed esplicativo della scienza. L’argomento più potente a sostegno di tale concezione è il cosiddetto “*no miracle argument*”, secondo il quale il successo empirico e predittivo della fisica sarebbe “miracoloso” se le teorie non fornissero una descrizione del mondo almeno “approssimativamente vera”. La concezione opposta, *antirealista* o *strumentalista*, è la tesi secondo cui ci si dovrebbe limitare alle conseguenze *umanamente osservabili* delle migliori teorie scientifiche. In questo caso l’argomento a favore più potente è il cosiddetto “*underdetermination argument*” secondo cui, innanzi alla quantità necessariamente finita dell’evidenza sperimentale disponibile, esistono infinite strutture teoriche mutuamente incompatibili, le quali concordano sull’evidenza già ottenuta e discordano sull’evidenza non ancora ottenuta. Infine un forte argomento antirealista, è basato sulle discontinuità teoriche ravvisabili nella storia della fisica, ovvero sulle cosiddette “rivoluzioni scientifiche” (Kuhn).

Esistono recenti contributi al dibattito sul *realismo scientifico* successivi ad un lavoro di John Worrall [Worrall 1989]. Recuperando una lezione dimenticata di Poincaré, questo lavoro intende suggerire una via intermedia fra il *realismo scientifico* e lo *strumentalismo*, definita *realismo strutturale*. Pur concedendo alle tesi “realiste” che entro una certa continuità strutturale la conoscenza scientifica abbia incrementi convergenti, il *realismo strutturale* à la Worrall costituisce altresì un avvertimento *contro* la credenza nella *realtà* di entità fisiche *non direttamente osservabili*. Il dibattito seguito al lavoro di Worrall ha condotto ad almeno quattro varietà differenti di realismo scientifico e precisamente: *realismo delle teorie*, *realismo delle entità fisiche* (“umanamente osservabili” e “umanamente non osservabili”) e, appunto, *realismo strutturale* con le due varianti di *realismo strutturale epistemico* (RSE) e *realismo strutturale ontico* (RSO). I realisti RSE affermano – con Poincaré [Poincaré 1905: 162] – che, mentre le *entità* reali *umanamente inosservabili* (difese dagli “*entity realists*”) rimarranno sempre *nasconde ai nostri occhi*, «*les rapports véritables entre ces objets sont la seule réalité que nous pouvons atteindre*». In altre parole, l’unica realtà *umanamente accessibile* consisterebbe nelle *relazioni* fra gli enti *inosservabili*. D’altra parte i realisti RSO affermano che noi possiamo conoscere soltanto *strutture e relazioni* («*les rapports*») perché esse sono *tutto ciò che esiste*⁶. Non si vede, tuttavia come il realismo strutturale possa fondarsi senza qualche forma di realismo delle teorie o delle entità. Per esempio, se: i) la sola realtà conoscibile è (secondo RSE) l’insieme delle relazioni esemplificate da entità descritte da leggi matematicamente formulate e, in più: ii) le relazioni espresse dalle equazioni della fisica matematica costituiscono la *sola* garanzia di *continuità conoscitiva* attraverso le *Kuhniane* rivoluzioni scientifiche, allora questo equivale a riconoscere che tali equazioni e teorie sono *approssimativamente vere* (d’altra parte, anche Poincaré ammette «*les équations différentielles sont toujours vraies*» [Poincaré 1905].)

⁶ Si noti la significativa inversione “ontologica” del contenuto nella terminologia RSE vs. RSO!

Questa problematica risale in realtà a Bertrand Russell che intendeva superare il puro fenomenismo sostenendo che le *differenze rilevanti* al livello della pura percezione sono causate da *rilevanti differenze* delle loro cause (cioè degli *stimoli*). Assumendo ulteriormente un principio di *continuità spaziotemporale* (cioè che le cause siano spaziotemporalmente continue con gli effetti), Russell giungeva alla conclusione che una significativa conoscenza inferenziale fosse accessibile come *struttura* degli *stimoli*. Si noti intanto, incidentalmente (e significativamente!), che in tal modo, l'*estensione* spaziale e la *durata* temporale venivano di fatto escluse dalla struttura, e inoltre che, da un punto di vista genericamente realista, non si può escludere che il livello “inosservabile” del mondo possieda una struttura più ampia di quella degli *stimoli*.

Il *realismo strutturale* à la Worrall è chiaramente più ambizioso, dato che per *struttura* deve intendere la *totalità delle proprietà formali e logico-matematiche* del mondo. Inoltre privilegia per definizione il livello della *struttura* rispetto ai *relata*. Esso implica infatti che sia possibile conoscere ogni cosa (della *struttura*) *eccetto gli individui* che la esemplificano. Tuttavia, come mostrato convincentemente da Psillos [Psillos 2001: S22, *traduzione mia*], «Se le strutture sono indipendenti da un'ontologia di individui e proprietà, allora non possiamo nemmeno parlare di qualsiasi relazione strutturale (di isomorfismo, di *embedding* o quant'altro) fra strutture» e inoltre «Ipostatizzare strutture è una cosa, ma sostenere che queste non siano *sopravvenienti* sui loro costituenti è un'altra. Ciò implica l'errata tesi ontologica che le strutture non richiedano affatto individui per esistere e l'errata tesi epistemica che le strutture possano essere conosciute indipendentemente dagli individui che le esemplificano». In altre parole, il realismo strutturale – inteso come posizione intermedia fra il realismo *tout court* e lo strumentalismo – appare come una posizione filosoficamente superficiale o addirittura incoerente.

La debolezza della concezione originaria del *realismo strutturale* risiede – a mio giudizio – in una ambiguità che emerge da un livello filosofico più profondo di quello consentito nel dibattito contemporaneo. Il realismo di cui si parla in tali proposte è infatti il realismo della *ontologia debole* (o “ridotta”), precisamente quella introdotta nel metodo galileiano dalla necessità della *matematizzazione* e non è affatto il realismo *metafisico* nel senso filosofico tradizionale⁷. È soltanto la *riduzione ontologica* implicita nel concetto di *oggetto fisico* a consentire

⁷ Dal punto di vista della terminologia utilizzata da Agazzi, il realismo in questione non può essere equiparato ad alcuno dei seguenti termini: *realismo metafisico*, *realismo empirico*, *realismo gnoseologico forte* e *debole* ma soltanto eventualmente (secondo la classificazione di Mario Alai, si veda Alai 2008, in questa raccolta) al *realismo gnoseologico debole*; e anche a questo con molti distinguo. In effetti, nel pensiero contemporaneo il realismo ha un significato quasi esclusivamente *epistemologico* (gnoseologico). Agazzi descrive la situazione dicendo che la posizione realista attuale è un “curioso *melange* di differenti tesi filosofiche nel quale, per così dire, si riconosce un quarto di realismo ontologico, che si collega con due quarti di realismo gnoseologico e, infine, con quarto di realismo pragmatico...” (si veda Agazzi 2004).

una apparente significatività delle precedenti distinzioni. Del resto la dizione “approssimativamente vere” richiama necessariamente la inespressa prospettiva di un’ *ontologia* più *forte* di quella sottintesa dal realismo scientifico attuale.

Per tali ragioni, il realismo strutturale è stato anche interpretato⁸ entro uno schema formale più generale, mediante l’introduzione di qualche distinzione di natura “ontologica” fra il ruolo delle *relazioni* e quello dei *costituenti*⁹. Nel seguito del lavoro, utilizzo in ogni caso la terminologia strutturalista soltanto al livello della descrizione fisico-matematica e senza alcuna implicazione metafisica. Assumo pertanto che la nozione di *realismo strutturale* postuli l’esistenza di relazioni qualificanti – una *struttura*, appunto – fra i costituenti (i *relata*) di un insieme. Potremmo – per esempio - distinguere le seguenti varianti: (i) esistono strutture nelle quali i *costituenti* sono *primari* e le *relazioni* *secondarie*; (ii) esistono strutture nelle quali le *relazioni* sono *primarie* mentre i *costituenti* sono *secondari*; (iii) esistono strutture in cui sia le *relazioni* che i *costituenti* mantengono un certo, diverso, rilievo. Lo *strutturalismo misto* di una struttura del tipo (iii) – rilevante proprio per la TRG – sarà denominato, con riferimento alla specificità del caso di cui parlerò - come *strutturalismo puntuale*.¹⁰

Infine, mentre a livello logico il concetto di *struttura matematica* (ad es. un sistema di equazioni differenziali o anche la varietà differenziale *nuda* che fornisce il primo strato della nostra *rappresentazione* dello spaziotempo fisico) può essere considerato sufficientemente chiaro per i nostri scopi, la definizione di *struttura fisica* fa sorgere immediatamente problemi filosofici “esistenziali”. Riprendendo Psillos, sembra difficile infatti definire una *struttura fisica* senza garantire qualche tipo di “esistenza” ai suoi costituenti, difendendo per ciò stesso un *realismo delle entità*. Analogamente, sembra molto difficile difendere la tesi del *realismo strutturale* senza aderire anche ad un *realismo delle teorie*. Nel caso delle *entità fisiche* potremmo – seguendo Stachel [2006] - recuperare la distinzione tradizionale fra *proprietà essenziali* e *non-essenziali* (o *accidenti*) al fine di caratterizzare il grado di *primarietà* delle relazioni rispetto ai costituenti e viceversa (e questo indipendentemente da qualsiasi qualificazione metafisica eventualmente connessa alle precedenti distinzioni). Per esempio, potremmo dire che nel caso estremo (i) solo le *proprietà accidentali* dei *costituenti* possono dipendere dalla *struttura* relazionale, mentre nel caso estremo (ii) almeno *una proprietà essenziale* dei *costituenti* deve dipendere dalla *struttura* relazionale (affermare che tutte le proprietà essenziali dei costituenti dipendono dalla relazione sarebbe equivalente ad affermare che *esistono solo relazioni* senza costituenti, come sostiene appunto RSO).

⁸ Per esempio da Stachel. Si veda Stachel 2006.

⁹ Non per caso, nello Strutturalismo in voga alcuni decenni or sono in linguistica e in antropologia, c’era chi vedeva una surrettizia reintroduzione di “universali” – nel linguaggio dell’epoca: “metafisici” (cioè metastorici) - o una ripresa di temi trascendentali neo-kantiani.

¹⁰ Si veda anche Dorato, Pauri 2005. Una situazione di questa natura è stata definita di *realismo strutturale moderato* in Esfeld, Lam 2006.

Infine, nel caso intermedio (iii), sia le *proprietà essenziali* che quelle *accidentali* potrebbero essere variamente attribuite.

Ora, quali riflessi ha tutto ciò sul problema del realismo riferito allo spaziotempo della TRG? Lasciamo da parte la qualificazione di “umanamente osservabile” che è rilevante solo rispetto alle teorie quantistiche¹¹. Rimane comunque da precisare il senso nel quale – entro la latitudine di significati ammessi dalla *ontologia debole* propria della descrizione fisica del mondo – sarà usata la qualificazione di *realtà* e/o *oggettività*, qualificazione che è lasciata indefinita nelle affermazioni di Einstein. Lasciando da parte il livello metafisico sottostante, possiamo almeno stipulare che la nozione di *realtà* riconducibile a tale *ontologia debole* sia al più intesa nel senso di *oggettività*. Adottando questa linea, quando parlo di *elementi di realtà* intendo propriamente elementi di *oggettività*. D'altra parte, proprio perché concordo con Agazzi circa il fatto che lo stesso concetto di *oggettività* esige ulteriori precisazioni, propongo alcune definizioni/distinzioni, con riferimento alla ontologia debole sopraddetta, nel caso *particolare* della TRG.

Ritengo comunque di notevole importanza, anche in vista della questione ontologica irrisolta per le estensioni spaziale e temporale, il fatto – evidente al termine di questo saggio – che il dibattito sul *realismo scientifico*, elettivamente connesso alle teorie quantistiche, mantenga una significativa rilevanza critica anche nel caso delle teorie spaziotemporali.

Innanzitutto, mi riferisco costantemente alla *oggettività* di *proprietà* di un ente che siano *possedute* dall'ente stesso e non siano invece soltanto *potenziali* e quindi *definite* ed *attribuite* ad esso da *osservazioni* o *processi di misura* come nel caso quantistico. E' già interessante il fatto che, nella TRG, la condizione per cui una *proprietà fisica* di un ente sia *posseduta in sé*, indipendentemente da processi di osservazione, non esclude che la caratterizzazione *quantitativa* della proprietà stessa nel contesto fisico-matematico, possa almeno in parte essere determinata *relazionalmente* rispetto ad una *struttura* di cui il dato ente costituisca un “*relatum*” (per esempio quando la definizione di una proprietà *puntuale* sia espressa da una funzione *non-locale* che coinvolge valori di grandezze fisiche distribuite su regioni spaziotemporalmente estese). Con riferimento a tale stato di cose, introduco la nozione di *oggettività debole* e dico che la proprietà in questione è *semi-intrinseca*. Qualora invece la caratterizzazione quantitativa della *proprietà posseduta* sia costituita *intrinsecamente* o *monadicamente*, e non *relazionalmente* rispetto ad una struttura di cui l'ente sia un “*relatum*”, uso il termine di *oggettività forte* e dico che

¹¹ Si noti, tuttavia, come si vedrà nell'ultima parte del saggio, che, nella *interpretazione fisica* dello spaziotempo della TRG emerge una essenziale *non-località* della descrizione matematica. Si tratta di una forma di *non-località* che – almeno *prima facie* – non ha nulla a che vedere con la specifica *non-località quantistica*. In vista del problema della ricercata teoria quantistica della gravitazione, si dovrebbe nondimeno essere molto cauti circa le possibili relazioni fra tali due forme di non-località, quindi – in senso lato – di osservabilità.

la proprietà in questione è *intrinseca*. Infine, data la complessità della struttura dello spaziotempo della TRG, occorre fin d’ora sottolineare che non è affatto semplice ricondurre l’analisi della *oggettività*, con le distinzioni ora introdotte, alla nozione della vulgata originaria della TRG. Tale nozione è sempre stata considerata equivalente alla nozione di *intersoggettività* rispetto ad una pluralità di “*soggetti astratti*” definiti come “*osservatori*” o, più precisamente alla condizione di invarianza rispetto alle trasformazioni di *equivalenza* ammissibili fra tali osservatori. In realtà, nella TRG, questa nozione deve essere ulteriormente specificata secondo che: i) gli “osservatori” siano intesi *fisicamente* come *sistemi di riferimento spaziotemporali globali* opportunamente definiti (e nel seguito denominati NIF¹²), oppure che: ii) per “osservatori” si intendano, equivocamente, i *sistemi di coordinate* utilizzati (dagli osservatori stessi). Si tratta qui di due concetti ben distinti, poiché i sistemi di coordinate sono soltanto i possibili insiemi di quaterne di numeri reali che gli osservatori attribuiscono arbitrariamente ai punti dello spaziotempo. La vulgata della covarianza generale si riferisce alla *invarianza* in questo senso, cioè alla invarianza relativa alla scelta dei sistemi di coordinate (nel seguito definita invarianza per *diffeomorfismi passivi*). Tuttavia, mentre tale nozione è stata considerata addirittura filosoficamente fondamentale da Cassirer¹³, occorre subito dire che essa è priva di significato fisico ed esprime soltanto l’arbitrarietà nella scelta delle coordinate o, meglio, proprio il fatto – questo sì rilevante concettualmente – che nella TRG le *coordinate perdono qualunque significato fisico*¹⁴. La covarianza generale intesa in questo senso traduce semplicemente la natura *geometrica* (o “*tensoriale*”) delle equazioni di Einstein ed esprime un *principio di indifferenza* rispetto alla loro descrizione in termini di coordinate. Invece, la nozione di *oggettività* intesa secondo (i) ha un significato fisico importante e precisamente *esprime il fatto che l’attribuzione di proprietà possedute è anche intersoggettiva* (fra “osservatori” *fisicamente definiti*, distinti ed equivalenti), in un senso *forte* ma anche, in casi rilevanti e peculiari, *debole*. Infatti, la sussistenza di un’invarianza di questo tipo implica che la caratterizzazione quantitativa delle proprietà possa essere: (a) *monadica e non relazionale*, sicché la definizione rispecchi una *oggettività* in senso *forte* e la *intrinsecità* delle proprietà in questione; oppure: (b) *relazionale*, l’*oggettività* sia *debole* e le proprietà in questione *semi-intrinseche*.

¹² “(Global) Non-Inertial Frames”, si veda la Sezione 5.

¹³ Cassirer era influenzato dalla definizione di “geometria” secondo la scuola di Erlangen (Klein). Tale definizione, tuttavia, perde sostanzialmente di peso nel caso riemanniano di un gruppo infinito come il gruppo dei diffeomorfismi (vedi nel seguito). Per tale ragione, mentre nel caso della relatività ristretta – dove sussiste un gruppo di Lie con un numero finito di parametri che rappresenta la *simmetria* della metrica, cioè il gruppo inhomogeneo di Lorentz o gruppo di Poincaré – le due definizioni da me introdotte sono sostanzialmente equivalenti, ciò non è più vero nella TRG.

¹⁴ La nozione di *oggettività* come semplice *intersoggettività* è talora accolta in una certa misura da Agazzi. Occorre tuttavia precisare che essa mantiene un senso importante in molti contesti teorici ma *non* nella TRG dove richiede le qualificazioni da me introdotte.

Gli *elementi di realtà (oggettività)* preannunciati per lo spaziotempo di una opportuna classe di soluzioni delle equazioni di Einstein spaziotempo della TRG consisteranno nel riconoscimento che i punti-eventi dello spaziotempo *posseggono* proprietà fisiche, anzi sono addirittura *individuati* da esse, e sono pertanto dotati di *poteri causali autonomi*. Nondimeno, la forma di tale possesso è tale che la misura *quantitativa* delle proprietà possedute dipende *relazionalmente* dalla ricca *struttura* fisica del campo gravitazionale del vuoto. In conclusione, le proprietà *possedute* dai punti-eventi risulteranno *semi-intrinseche*.

3. GLI ARCHETIPI ORIGINARI E IL LORO SVILUPPO STORICO

Il mio *excursus* storico parte dalla nascita stessa della riflessione filosofica. La storia delle posizioni filosofico-scientifiche intorno alla natura dello spazio e del tempo appare infatti come un filo rosso che intesse internamente l'intero sviluppo del problema della conoscenza. La concettualizzazione di queste nozioni ha costantemente costituito un vero e proprio motore del pensiero filosofico e – da un certo momento in poi – della conoscenza scientifica (e, a mio giudizio, lo costituisce tuttora). Non è casuale la circostanza che fin dall'inizio della filosofia compaiano in forma per così dire *archetipica* i precursori del concetto di spazio anche se – è bene sottolinearlo subito – nel pensiero classico *non* è ancora presente il *moderno concetto di spazio*, in particolare quello di spazio come “contenitore”¹⁵, ma soltanto quello – metafisicamente inteso – di *vuoto*. La riflessione filosofica nasce sostanzialmente per rispondere alle questioni poste dal *problema del divenire* e della *molteplicità*, cioè dalla necessità che per poter parlare del cambiamento di “un” ente, pensabile come distinto da tutti gli altri enti, occorre che l'ente sia costituito in modo tale che qualche elemento caratteristico di esso *permanga inalterato*, altrimenti non avrebbe senso parlare del cambiamento di *quell'ente*. Semplificando il quadro storico della questione, distinguiamo tre classiche posizioni relative alla *molteplicità* e al *vuoto*.

a) *posizione eleatica*: la molteplicità (e quindi il cambiamento) sono pura *apparenza* e quindi *non reali*; conseguentemente, anche il vuoto non ha alcuna realtà.

b) *posizione aristotelica*: la molteplicità è reale ma il vuoto non ha alcuna realtà. La *distinzione* degli enti (rispetto alla “sostanza”, “*to upokeimenon*”) è fondata sulla *realtà di proprietà essenziali* che li caratterizzano (li “individuano”), mentre il loro cambiamento avviene attraverso la modificazione di proprietà non-

¹⁵ Tale nozione compare nei Sec. XIV e XV, con Hasdai Crescas, Bernardino Telesio, Francesco Patrizzi. Si veda poi Bruno 1548–1600, dove il concetto di spazio come “contenitore” è già pienamente esplicito: “Lo spazio è una *quantità naturale* tri-dimensionale continua, in cui è contenuta la grandezza naturale dei corpi. Essa è *precedente* per natura a tutti i corpi e sussiste senza di essi ma *indifferentemente* li riceve tutti, ed è libera dalle condizioni di azione e passione, *assoluta, impenetrabile, priva di forma, non localizzabile*, esterna a tutti i corpi e tuttavia tale da avvolgerli e illimitatamente contenerli tutti” (*corsivi miei*).

essenziali o *accidenti*. Definisco la questione metafisica della identificazione delle sostanze *processo di individuazione degli enti*.

c) *posizione atomistica*: esistono realmente sia la molteplicità sia il vuoto. Gli enti (atomi) non cambiano ma cambiano le *relazioni fra gli enti*. Il vuoto ha la funzione interstiziale di consentire la separazione e il movimento degli atomi. Trascuro qui la natura profondamente *aporetica* del concetto di atomo della ordinaria tradizione atomistica, che definisco ingenua o *spaziotemporale* (natura aporetica esplicitata da Descartes e, soprattutto, da Kant), per distinguerla dalla concezione quantistica che riguarda invece *l'atomizzazione dei processi*.

Con l'eccezione della *posizione kantiana* (che va tuttavia aggiunta alla lista pur considerandola a parte), tali posizioni costituiscono i presupposti delle *tre concezioni fondamentali* dello spazio e del tempo (poi spaziotempo) sviluppatesi storicamente e che avranno anche realizzazioni scientifiche.

a) *concezione geometrico-monistica o della pura estensione*: la sostanza, il *plenum* del reale, coincide con lo spazio, mentre i corpi, solo apparentemente separati, sono *manifestazioni dello spazio* [*plenismo* di Descartes; Clifford; la *geometrodinamica* di Wheeler; il punto di vista di Weyl e dello stesso Einstein nella seconda parte della sua vita]. Questa concezione comporta una attribuzione onnicomprensiva e anti-operativa di *oggettività* e di *realismo* al concetto di spazio (spaziotempo). Tale concezione non sarà ulteriormente considerata.

b) *concezione relazionale*: lo spazio e il tempo non sussistono come entità indipendenti da corpi e processi ma sono entità concettuali astratte che rappresentano soltanto *l'insieme ipostatizzato delle relazioni fra* - e quindi *dipendenti da* - gli oggetti e i processi materiali [Leibniz; *relazionismo* contemporaneo nelle sue varie forme; alcuni punti di vista sulla relatività generale]. Si smarrisce dunque *l'oggettività* dello spazio, nei cui confronti si assume una posizione antirealistica, almeno nel senso che lo spazio non possiede alcuna realtà indipendentemente dai corpi (si veda nel seguito una critica alla ambiguità di tale conclusione).

c) *concezione assolutistica (e/o sostanzialistica)*: lo spazio e il tempo sussistono come *entità in sé*, dotate di una loro intrinseca struttura. Sono *individui* peculiari che “contengono” tutti gli *individui ordinari* e sono quindi *indipendenti da* gli oggetti e i processi materiali [Newton, *sostantivalismo* contemporaneo nelle sue varie forme]. Abbiamo qui – *prima facie* – il massimo di attribuzione di *oggettività* e una concezione *fortemente realistica* dello spazio.

Sarebbe erroneo considerare queste tre concezioni come stabili lungo l'intero sviluppo storico. È pertanto opportuno periodizzare l'evoluzione di tali concezioni in *tre grandi fasi*: una *prima fase*, quella degli archetipi originari, della *prima matematizzazione* delle cosiddette *qualità primarie* (forma, proporzione, grandezza, localizzazione) e del paradigma della geometria Euclidea come fondamentale *scienza dello spazio* e generale quadro della razionalità scientifica. Una *seconda fase*, caratterizzata dalla sofisticatissima fondazione metodica del concetto di *oggetto fisico*, che corrisponde a quella che Husserl denomina *matematizzazione delle qualità secondarie* (colore, suono, ecc..), in quanto *oggettivate* e struttural-

mente *altro* da quanto suggerito nell'interpretazione soggettiva ed esperienziale dei *qualia*. Infine, una *terza fase*, successiva a Kant e alla formulazione della teoria elettromagnetica, fase che altrove [Pauri 1997b] ho denominato *nuova matematizzazione delle qualità primarie*, nel corso della quale spazio e tempo tendono ad acquisire essi stessi la natura di *oggetti scientifici*. La teoria elettromagnetica di Maxwell introduce la nozione irriducibile di un *campo autonomo* che si propaga nel vuoto. Tale concezione rappresenta il primo grande fattore di crisi del meccanicismo newtoniano e modifica profondamente la stessa nozione fisica di *materia*, che sarà poi radicalmente trasformata dalle teorie quantistiche. L'intera disputa sulla natura dello spazio e del tempo, che aveva avuto luogo a distanza fra Newton, Huyghens, Leibniz e Kant, sostanzialmente in termini di opposizione fra le concezioni b) e c), viene profondamente alterata dalla introduzione di questo *termine intermedio fra spazio e corpo* (il *campo elettromagnetico*, appunto) anche se la terminologia utilizzata nel dibattito epistemologico novecentesco permane acriticamente quasi inalterata. Nella prospettiva di questo lungo cammino, la sintesi einsteiniana della relatività generale costituisce la massima espressione della nozione di spazio e di tempo (spaziotempo) come *oggetto fisico* senza residui, mentre non è ancora concettualmente chiaro l'esito dell'auspicato connubio fra relatività generale e teorie quantistiche.

Con la formulazione del moderno concetto di spazio¹⁶ si pone contestualmente un *problema metafisico dello spazio* (e del tempo). Si tratta della necessità di trovare un fondamento *ontologico* al quale riferire la proprietà, che lo spazio e il tempo posseggono, di sostenere predicati di *grandezza* pur non essendo legati ad alcun oggetto. A tale problema si accompagna una trasformazione continua del senso di tali concetti, trasformazione che dura tuttora anche se, a partire dall'inizio della *seconda fase*, si delinea anche un *problema scientifico* dello spazio e del tempo che acquista lentamente una crescente autonomia non soltanto metodologica ma anche, nel senso ridotto già specificato, "ontologica". La nozione di *oggettività* dello spazio muta sostanzialmente. Fino ad un certo punto essa si riferisce – adottando le distinzioni della Scolastica e di Agazzi - alla nozione di "*objectum quod*", in contrasto con la nozione di "*objectum quo*". La prima riferita all' "oggetto" in quanto *oggetto in sé*, la seconda all' "oggetto" *in quanto conosciuto o "rappresentato"*, cioè al *concetto* o "*rappresentazione*" dell'oggetto. Nella letteratura epistemologica permane tuttavia una metafisica implicita, fondata sullo scambio tra *objectum quo* e *objectum quod*, ovvero su un'implicita attribuzione di valore ontologico alla rappresentazione, giustificato dalla già nominata *ontologia ridotta*.

¹⁶ Già delineato in Giordano Bruno.

4. IL DIBATTITO CLASSICO

A questo punto occorre approfondire alcuni aspetti fondamentali delle concezioni di Newton e Leibniz, utili al seguito della discussione.

Newton: è noto che la visione newtoniana dello spazio e del tempo, contenuta nel celebre “*Scholium*”, costituisce la massima realizzazione del paradigma assolutista. Ma, senza entrare nei dettagli, va detto che nell’assolutismo newtoniano sono conglobati ed intrecciati vari significati del termine *assoluto* che devono essere tenuti logicamente distinti. Innanzitutto:

i) L’*assolutezza del moto*. La preoccupazione principale di Newton consiste – contro il punto di vista di Descartes – nella fondazione del concetto di *moto assoluto*, cioè di una nozione di moto ben distinta dal semplice moto relativo *fra* corpi. È per questo che spazio e tempo devono essere dotati di diverse *proprietà autonome*, indipendenti dai corpi e processi. Deve, pertanto, sussistere:

ii) Una nozione *ontologica* di *assolutezza* dello spazio e del tempo, connessa alla *intrinsecità* ed *autonomia* di un *sostrato* di punti e di istanti cui le anzidette *proprietà* dello spazio e del tempo siano ancorate. *Prima facie*, la *tradizione* newtoniana dello spazio assoluto parrebbe pertanto includere anche una concezione *sostanzialistica* di esso. In altre parole l’*identità* dei punti dello spazio fisico che contiene i corpi e analogamente del tempo fisico che è il ricettacolo degli avvenimenti, dovrebbe essere *intrinseca* e non *derivata* dagli oggetti e dagli eventi. Spazio e tempo dovrebbero inoltre possedere una *metrica intrinseca*, indipendente dall’esistenza e dall’uso di regoli di misura ed orologi, che avrebbero al più una funzione *epistemica* cioè informativa, ma non *costitutiva* della metrizzazione.

iii) Una *assolutezza* nel senso di *immutabilità* e quindi di *indipendenza* dai contenuti (corpi e processi). Lo spazio è infinitamente “penetrabile” (vuoto) ma anche “rigido” nel senso che le distanze fra le *posizioni non occupate* sono invariabili e determinano il riferimento per le *connessioni causali* fra i corpi.

Dal punto di vista del problema dell’oggettività e del realismo, in particolare secondo l’angolatura di Agazzi, la posizione di Newton sembra semplice. Newton appare un *realista forte* riguardo allo spazio (ed al tempo) e, *a fortiori*, un sostenitore della loro *oggettività* comunque definita. Tuttavia, se si considera lo sviluppo del pensiero di Newton nell’intero arco della sua vita scientifica, si deve dire che in taluni dei suoi scritti relativi allo spazio emerge qualcosa che appare oggi come una significativa indeterminatezza. Proprio in vista del confronto con Einstein, è interessante sottolineare che l’opinione diffusa, principalmente a causa della influenza della tradizione leibniziana, secondo cui l’assolutismo di Newton implicherebbe necessariamente un *sostanzialismo ontologico dei punti dello spazio*, non è giustificata. Riporto qui alcuni passaggi tratti da *De Gravitatione et Aequipondio Fluidorum* (pubblicato presumibilmente nel 1685 e rinvenuto postumo nel 1952¹⁷) i quali, esprimono innanzitutto in forma esemplare il ruolo rivoluziona-

¹⁷ Si veda Janiak 2004: 21, 22 e 25 (*traduzione e corsivi miei*).

rio svolto dal concetto di spazio nel processo di emancipazione dall'ontologia classica descritto in precedenza, ma introducono anche contestualmente alcune peculiari limitazioni ontologiche:

Ci si potrebbe aspettare che io debba definire l'*estensione* come *sostanza* o come *accidente* o, altrimenti, come *qualcosa che non esiste*. Ma non è affatto così, dal momento che essa ha un *modo d'esistere suo proprio* ... Non è una *sostanza*, poiché essa non sussiste assolutamente di per sé, ma *come un effetto emanativo di Dio* e affezione di tutto l'essere; e neanche essa è sottintesa a tali affezioni sue proprie che indicherebbero una sostanza, cioè le azioni ... Per di più, poiché possiamo concepire chiaramente l'esistenza dell'estensione senza alcun soggetto, come quando possiamo immaginare soggetti esterni al mondo o soggetti vuoti d'ogni corpo, e crediamo che essi esistano sebbene immaginiamo che non vi siano corpi, né possiamo credere che, se si volesse distruggere un corpo, l'estensione debba perire con esso, ne segue che *l'estensione non esiste alla maniera di un accidente inerente in qualche soggetto* ... Proprio come le parti della durata sono *individuate* dal loro *ordine*, di modo che (per esempio) se l'ieri potesse cambiare di posto con l'oggi e divenire il posteriore tra i due, esso perderebbe la sua *individualità* e non sarebbe più l'ieri, ma l'oggi; così le parti dello spazio sono *individuate* dalle loro posizioni, di modo che se due qualsiasi di esse potessero scambiarsi di posizione, esse si scambierebbero anche di *identità*, e sarebbero convertite l'una nell'altra come *individui*. E' soltanto attraverso il loro reciproco ordine e le loro *reciproche posizioni* [*propter solum ordinem et positiones inter se*] che le parti della durata e dello spazio vengono intese proprio come quelle che sono davvero; ed esse *non hanno altro "principio di individuazione" all'infuori di quest'ordine e di questa posizione*.

Il punto di vista qui espresso da Newton è stato definito da DiSalle [1994] una semplificazione di *proto-strutturalismo*. Si noti, tuttavia, che lo spazio newtoniano è *uniforme* ovvero *omogeneo* per cui, in senso stretto, *non possiede alcuna struttura!* Sofferamoci brevemente su questi straordinari passaggi di Newton poiché la questione è complessa e profonda. In realtà, essi mostrano già con singolare evidenza la *difficoltà di trovare un fondamento ontologico allo spazio* in ogni caso. Possiamo dire che lo spazio newtoniano è un'entità illimitata e immateriale in cui ogni costruzione postulata o dimostrata da Euclide può essere attuata, ma esso sta chiaramente fuori dal perimetro delle categorie dell'ontologia tradizionale. Per sostenere una interpretazione dei punti spaziali in qualche misura "realistica" è necessario intenderli come particolari *entia per se*. Certamente, essi dovrebbero essere individuati *solo numero* e non – data l'uniformità – mediante qualità distintive. Ma Newton esclude esplicitamente *qualunque principio di individuazione* all'infuori dell'*ordine*. Dunque i *punti* dello spazio non sono affatto *individuati intrinsecamente* se non in misura meramente *verbale*. È come se venisse proposta una sorta di *relazionismo interno* allo spazio, o addirittura neppure questo: ogni vero relazionismo presuppone infatti l'esistenza indipendente degli enti da porre in relazione, mentre in questo caso la *distinguibilità* degli enti è appunto *solo e già* spaziale. Abbiamo a che fare pertanto con una sorta di peculiare *relazionismo interno impuro*, che in fondo si riduce ad un mero *principio di distinguibilità*. In realtà la caratteristica cruciale dello spazio newtoniano, decisiva in ogni discussione sulla sua natura, consiste principalmente proprio nella sua *uniforme*

mità ovvero *omogeneità*, e questa è precisamente la base della successiva critica di Leibniz, cui non è facile obiettare. Come ha osservato Hermann Weyl [1946 (*traduzione e corsivi miei*): «Non sussiste alcuna proprietà oggettiva per la quale sia possibile distinguere un punto da ogni altro in uno spazio *omogeneo*: a questo livello, la specificazione di un punto è possibile soltanto mediante un *atto dimostrativo* quale indicato da determinazioni quali “questo” e “quello”». Ora, indipendentemente dalla prospettiva fenomenologica (husserliana) implicita nelle parole di Weyl¹⁸, esiste un solo modo per individuare i punti, *a livello matematico*: precisamente mediante la *coordinatizzazione*. Utilizzando il *principio di traduzione cartesiano*, trasferiamo l'*individualità* delle triplette di numeri reali (x,y,z) agli elementi (punti) dello spazio. Ma deve essere chiaro che si tratta di una *individuazione puramente matematica* e non *fisica* e, per la natura stessa delle coordinate, del tutto *arbitraria*. Vedremo quanto il *problema della individuazione* dei punti sia fondamentale per la TRG e quale ruolo vi assumerà la questione delle coordinate.

In conclusione, mentre appare improponibile la tesi della natura dello spazio come *sostanza* o *accidente*, pare altrettanto difficile attribuire allo spazio newtoniano qualche attributo *realistico nel senso classico del termine*. D'altronde, questa situazione non pregiudica in nulla la validità della fondazione spaziotemporale della meccanica¹⁹.

Leibniz: innanzitutto, la concezione di Leibniz è *l'unica posizione integralmente relazionale mai formulata*. Come è noto, Leibniz individua il fondamento dell'Essere, sia fisico che ideale, in una continuità infinita di *unità sostanziali* intrinsecamente *singole e isolate* («monadi»), una sorta di “punti metafisici”, la cui essenza è una «forza» o «attività di rappresentazione», cioè, essenzialmente un *processo*. La «monade» *consiste* nel suo mutamento, contenendo in sé la totalità dei suoi fenomeni; in altre parole la sua *identità* è costituita dalla *permanenza* della *legge di trasformazione* che le è propria. Correlativamente, lo spazio e il tempo diventano *fenomeni*, cioè modalità di apparizione della realtà, generate dal processo di rappresentazione monadica, e la loro unità consiste solo nella *ipostatizzazione di relazioni di ordine*. Le monadi insieme alle loro rappresentazioni definiscono un ordine logico, un *sistema di rappresentazioni*, e tale sistema “è” lo spazio. Spazio (e tempo) *non* possiedono dunque per Leibniz alcuna *sostanzialità*, né alcuna *estensionalità oggettiva* nel senso cartesiano: essi non sono *enti reali*, cioè non hanno in sé il principio della propria realtà; sono invece «*entia rationis*», anche se, riflettendo una sottostante unità sistematica di natura logica, sono «*apparenze vere*» o «*phaenomena bene fundata*». Dunque, oltreché per il punto di vista relazionale, la concezione di Leibniz è

¹⁸ Si potrebbe immaginare di liberare l'argomento dalle sue caratteristiche fenomenologiche, osservando che, dopo tutto, l'atto dimostrativo stabilisce anche una coincidenza empirica. Tale punto di vista è assunto per esempio da Moritz Schlick che scrive: «Al fine di fissare un punto nello spazio, si deve in qualche modo, direttamente o indirettamente, *puntare* ad esso ..., ovvero stabilire una *coincidenza spaziotemporale* di due elementi (*già*) separati». Si veda Schlick 1917 (*traduzione e corsivi miei*).

¹⁹ Si veda l'approfondita discussione di questo punto in Friedman 1983.

fondamentale proprio perchè per la prima volta configura lo spazio e il tempo come *idealità*, cioè – in termini contemporanei - come caratteristiche essenziali della soggettività. Naturalmente, il fatto che la concezione leibniziana possa essere *puramente relazionale* è dovuto alla natura *non-spaziotemporale* delle monadi ed ha corrispondentemente un prezzo: il fatto di essere anche *puramente metafisica* e di non essere mai stata tradotta da Leibniz, o da chiunque altro, in un programma scientifico concreto.

L'argomento centrale di Leibniz contro la nozione di spazio (e di tempo) newtoniana come *contenitore* esistente in sé, ovvero *ontologicamente strutturato*, è basato sulla applicazione congiunta del *Principio di Ragion Sufficiente* e del *Principio di Identità degli Indiscernibili* alla *uniformità* dello spazio. Come abbiamo già notato, lo spazio in quanto “contenitore uniforme” non ammette proprietà “interne” dei suoi punti ed è quindi privo di un principio di individuazione dei punti stessi. Ora, in tale spazio, sarebbero possibili infinite disposizioni dei corpi, distinte rispetto ai “punti” dello spazio, ma indistinguibili l'una dall'altra *per quanto riguarda le relazioni fra i corpi stessi*. Per il Principio di Identità degli Indiscernibili, tuttavia, entità indistinguibili rispetto a *tutte* le loro caratteristiche (in questo caso soltanto relazionali), devono essere *identiche*. Non esistendo perciò alcuna proprietà intrinseca di differenziazione fra le disposizioni che si immaginano distinte, il concetto di spazio deve essere ridotto ad un concetto di ordine relativo. Parimenti viene rifiutata ogni distinzione fra tempo ed eventi concreti: in virtù della *omogeneità* del supposto tempo vuoto, due momenti di esso sarebbero indistinguibili (cioè *identici*) senza la *eterogeneità* introdotta dai contenuti dei processi fisici, che pone fra di essi una *relazione*. In realtà il *Principio di Identità degli Indiscernibili* gioca un ruolo ancora più profondo circa l'essenza dei concetti di spazio e di tempo nel senso che, in particolare, implica che non possano esservi due cose *realmente identiche* (cioè *anche* per quanto concerne le loro *proprietà non relazionali*) in luoghi spaziali, o in tempi, diversi.

Essendo lo spazio *uniforme*, non può sussistere alcuna ragione né *esterna* né *interna* per poter distinguere le sue parti e per poter operare qualsiasi scelta fra di esse. Invero, qualsiasi ragione esterna per discernere fra le parti può soltanto essere fondata su qualche *ragione interna*. Altrimenti noi dovremmo discernere ciò che è indiscernibile, o scegliere senza discernere [Alexander 1956 *traduzione e corsivi miei*].

Dal punto di vista del problema dell'oggettività e del realismo, in particolare secondo Agazzi, la posizione di Leibniz è certamente *anomala*. Abbiamo a che fare con un *realismo metafisico forte* rispetto al quale *lo spazio ed il tempo non sono reali*, mentre abbiamo il *massimo di oggettività nel senso dell'intersoggettività o dell'invarianza delle descrizioni possibili* secondo il significato contemporaneo del termine. Leibniz è in effetti un grande precursore del pensiero relativistico. Si noti che l'invarianza rispetto alle descrizioni possibili riferibile a Leibniz è fondata sulla *uniformità* dello spazio, cioè, secondo il suo stesso punto di vista, proprio dalla caratteristica che ne garantisce l'*irrealtà metafisica*.

Esiste una ricca letteratura contemporanea che si richiama a Leibniz per sostenere tesi relazionistiche con riferimento alle teorie spaziotemporali relativistiche. Tale letteratura, tuttavia, si ispira in realtà a quello che Michael Friedman ha correttamente definito «il Leibniz dei positivisti» e produce una sostanziale falsificazione terminologica del relazionismo leibniziano. A parte alcune analogie strutturali, gli argomenti dei leibniziani contemporanei prescindono (ovviamente) dalle premesse metafisiche originarie di Leibniz e pervengono ad una sorta di *riduzione incompleta* o *impura* dell'ontologia spaziale. Queste tesi relazionistiche sono infatti obbligate a considerare relazioni fra oggetti empirici *già* estesi e non possono pertanto evitare *elementi di spazialità* fra le *idee primitive* cui la riduzione dovrebbe condurre. In sostanza è lo spazio stesso a fungere primitivamente da *principio di individuazione*²⁰. In modo analogo sono naturalmente criticabili le moderne tesi *sostantivaliste* allorquando pretendono di trascrivere l'assolutismo newtoniano nel cosiddetto “*manifold substantivalism*”, cioè nella tesi secondo cui i punti dello spaziotempo relativistico vuoto di materia e di campi sarebbero “sostanze”. Nella Sezione 6 mostro come tale tesi sia confutabile, addirittura tecnicamente in un ambito della TRG ben più generale rispetto alla classe di modelli finora considerati, proprio sulla base dello “*Hole Argument*”²¹.

La configurazione filosofica che caratterizza l'opposizione classica fra assolutismo e relazionismo rende anche conto della *forza* di suggestione che continua ad esercitare Kant per la concezione dello spazio e del tempo nonostante la disgregazione dell' *a priori* e nonostante il fatto che la nozione kantiana di *intuizione pura* come indispensabile termine intermedio fra sensazione ed intelletto sia stata ridotta empiricamente in termini di teoria della visione o assorbita nelle *forme* costruttive intellettuali del neo-kantismo. La *forza* della posizione kantiana circa il problema dello spazio e del tempo consiste nella evidenza della condizione per cui, in ogni formulazione critica riguardante questi temi, viene sempre implicitamente *già presupposta* una rappresentazione intuitiva dello spazio e del tempo o, più precisamente dell'*estensione* e della *durata*, almeno come *precondizione epistemica*. La difficoltà di fondo della concezione *integralmente relazionale* di Leibniz sta infatti proprio nel tentativo di “derivare” o “costruire” lo spazio ed il tempo a partire da elementi per così dire completamente “isolati”, in conflitto con la natura caratteristica delle relazioni spaziali e temporali che sembrano *non potersi formare partendo dalla unione di elementi semplici* ma appaiono inevitabilmente già presupposti in essi²².

²⁰ Una posizione sostenuta con decisione da Schopenhauer, nella sua interpretazione di Kant.

²¹ Si veda Pauri, Vallisneri 2002, Pauri 2006a,b, Lusanna, Pauri 2004, 2006a,b,c; 2007a,b.

²² Il punto essenziale sta nella *insopprimibile natura spontanea ed originaria* dell'intuizione dell'estensione e della durata e non già nella articolata *struttura assiomatica* del “continuo” utilizzata come primo strato matematico della descrizione scientifica di spazio e tempo. E' interessante ricordare a questo proposito l'affermazione di Einstein (citato da Stachel 2002) secondo cui la rinuncia al continuo sarebbe equivalente al tentativo di “to breathe in the vacuum”.

In definitiva, sulla base di una “imparziale” analisi del dibattito classico, si deve trarre la conclusione che *né il punto di vista assolutista né quello relazionale, sono in grado di fornire una soddisfacente sistemazione ontologica alla nozione di spazio*. Singolare destino quello del concetto di spazio: possiede la forza per generare l’emancipazione dall’ontologia platonico-aristotelica ma non ha sufficiente consistenza per stabilizzarsi metafisicamente. Attualmente ciò implica che o si accetta il dogma neoempiristico e si amputa radicalmente la riflessione filosofica su uno dei nodi fondamentali della conoscenza oppure si deve concludere che *il problema metafisico dello spazio rimane aperto*.

5. LA TEORIA DELLA RELATIVITÀ GENERALE

Affronto la TRG, esponendo, per cominciare, alcune caratteristiche della teoria rilevanti per il tema principale dell’oggettività. Come è noto, con la TRG i concetti scientifici di spazio e tempo subiscono una modificazione radicale: lo spazio, formalmente unificato al tempo, diviene un *oggetto dinamico*, instaurando una *fisicalizzazione della geometria*. A questa straordinaria trasformazione concorrono elementi che Einstein eredita dal diciannovesimo secolo nonché dalla sua prima teoria (la relatività ristretta, TRR) e precisamente:

(1) La “catastrofe euclidea”, cioè la rivoluzione del concetto di spazio, associata alla scoperta delle geometrie non-euclidee, con la conseguente *disgregazione dell’a priori kantiano*, una possibilità già intuita dallo stesso Kant (nella Dissertazione del 1770) e da lui provvisoriamente scongiurata mediante la credenza nella validità dei *giudizi sintetici a priori*. La geometria euclidea perde la propria condizione privilegiata di *scienza definitiva e universale dello spazio*, univoca e apodittica e, ancor più, il proprio *status* di paradigma universale della razionalità scientifica e di modello della certezza conoscitiva. Il problema dello spazio si biforca in un problema matematico e in un problema empirico, lasciando a quest’ultimo il compito di indagare quale sia la “vera” geometria dello spazio fisico.

(2) La concezione di Riemann di una geometria priva di un *gruppo di mobilità*²³ (quale possedevano le ordinarie geometria euclidea e non) atto a definire per trasporto da un punto all’altro dello spazio una nozione globale di *congruenza* e quindi di *lunghezza* di un segmento per semplice sovrapposizione con uno *standard*. A parte gli aspetti topologici globali, con Riemann, la geometria dello spazio (o più in generale delle varietà di dimensioni *n* arbitrarie) è stabilita a livello *locale-infinitesimale*, ovvero diviene *differenziale*. Questo significa che la tessitura dello spazio, in particolare la sua *curvatura*, può variare in modo differen-

²³ Cioè un “gruppo dei movimenti” caratterizzanti la geometria. Si tratta sempre di un gruppo di Lie ad un numero finito parametri, come il gruppo delle rotazioni in 3 dimensioni e il gruppo di Lorentz in 2+1 dimensioni.

ziabile da punto a punto, mantenendo come unico assoluto la *forma pitagorica fondamentale*²⁴. Un elemento cruciale di questa nuova possibilità, lucidamente individuato dallo stesso Riemann [1953], consiste nel fatto che, mentre in una struttura *discreta* (intuitivamente: isomorfa ad un sottoinsieme del prodotto cartesiano dell'insieme dei numeri interi) il principio della *congruenza* e, in generale, delle *relazioni metriche* è implicito nel concetto stesso della struttura ed è espresso dalla “cardinalità” matematica degli elementi (un semplice conteggio dei punti), in una struttura *continua* a curvatura variabile, a causa della “equicardinalità” di tutti gli “intervalli” del continuo reale, *non sussiste alcun attributo intrinseco*, per es. di un intervallo unidimensionale di spazio, che consenta di attribuire ad esso una *quantità* di spazio uguale a quella di qualunque altro intervallo (che *non coincida* o sia *parte del primo*)²⁵. Si richiede pertanto qualcosa di *esterno*, ovvero di *fisico* (Riemann parla esplicitamente di «forze» di coesione dello spazio) per *costituire le relazioni metriche*.

(3) La teoria dell'elettromagnetismo di Maxwell.

(4) La relatività speciale, che anche nella TRG continua a valere “tangenzialmente” in ogni punto.

L'insieme di tali elementi, in particolare il concetto di campo (punto 3), l'analisi di Riemann, la relatività speciale e la necessità di *rendere relativistica la fisica della gravitazione*, conduce Einstein alla TRG.

La radice della *fisicalizzazione della geometria* dello spaziotempo operata dalla TRG consiste nel fatto che: (i) «il qualcosa di esterno» di cui parla Riemann è individuato nel *campo tensoriale inerziale-gravitazionale*²⁶ che definisce la *metrica* (la crono-geometria), e che: (ii) tale campo è una grandezza *dinamica* soluzione delle equazioni di Einstein (EE).

Le EE costituiscono un sistema di 10 equazioni alle derivate parziali definito in una varietà matematica quadri-dimensionale M^4 pseudo-riemanniana²⁷ che costituisce lo strato matematico basale di quello che viene poi – arricchito dal campo inerziale-gravitazionale - interpretato come spaziotempo. La struttura

²⁴ Il quadrato della lunghezza dell'elemento di linea infinitesimo fondamentale (ds^2) è esprimibile come una forma quadratica del secondo ordine nei differenziali delle coordinate. Tale forma pitagorica generalizzata può essere euclidea ma anche pseudo-euclidea come nello spaziotempo di Minkowski della TRR, dove la direzione temporale è caratterizzata da un segno opposto a quello delle direzioni spaziali. Secondo Reichenbach, la forma pitagorica fondamentale rimane l'unico elemento *a priori* della geometria: si veda Reichenbach 1920.

²⁵ Proprio in quanto priva di un *gruppo di mobilità* atto a definire “rigidamente” una “congruenza” universale in tutto lo spazio.

²⁶ Il termine inerziale-gravitazionale, associato al campo metrico, fa riferimento al fatto che – essenzialmente in forza del principio di equivalenza - il campo metrico definisce congiuntamente sia la struttura inerziale che quella gravitazionale dello spaziotempo.

²⁷ *Pseudo* perché – in virtù del (locale) *principio di equivalenza* - i segni della forma pitagorica della metrica non sono tutti uguali all'identità come negli spazi di Riemann, bensì uguali a quelli della metrica di Minkowski della TRR.

matematica delle EE segue dall'imporre l'uguaglianza fra due campi tensoriali: il "tensore di Einstein", funzione della metrica e delle sue derivate (e dunque del campo gravitazionale inerziale puro) e il "tensore energia-impulso", funzione delle *sorgenti materiali* del campo, oltreché della metrica stessa.

Il sistema delle EE è un sistema matematicamente molto complesso, detto *non-iperbolico*, che contiene *implicitamente* un insieme di *vincoli*, in particolare sulle *condizioni iniziali*. Conseguentemente, le equazioni dinamicamente indipendenti non sono dieci bensì *soltanto due*, in corrispondenza al fatto che il campo inerziale-gravitazionale possiede *due gradi di libertà* autonomi (come peraltro anche il campo elettromagnetico, dove i due gradi di libertà corrispondono alle due possibili *polarizzazioni* indipendenti del campo elettrico. Nel caso gravitazionale i gradi di libertà sono relativi, in particolare, alle onde gravitazionali). La determinazione delle altre otto componenti del tensore metrico riguarda, come dirò fra poco, la costituzione di un sistema di riferimento globale in cui la dinamica viene descritta. Una caratteristica fondamentale delle EE consiste poi nel fatto che esistono *soluzioni non nulle* di esse anche quando manchino le sorgenti materiali. Tali soluzioni descrivono pertanto un *campo gravitazionale non nullo* per lo *spaziotempo vuoto di materia*. L'esistenza di questo campo, caratterizzato dagli anzidetti gradi di libertà fisici, esprime una proprietà cruciale della teoria, nel senso che l'assenza del campo gravitazionale-inerziale in M^4 , ovvero un tensore metrico nullo, non corrisponde alla tradizionale nozione di *vuoto fisico* bensì *fisicamente a nulla*.

Lo studio del *problema ai valori iniziali* (o *problema di Cauchy*) può farsi coerentemente soltanto in una formulazione Hamiltoniana della teoria che presuppone una *fibratura* dello spaziotempo M^4 in *ipersuperficie di tipo spaziale*, cioè in spazi tridimensionali a tempo fissato, in generale curvi²⁸. Anziché nello spaziotempo M^4 , in quanto *spazio delle configurazioni*, si opera nel corrispondente *spazio delle fasi* Ω_{20} a tempo fissato, con evoluzione temporale di tipo Hamiltoniano. In luogo delle 10 componenti del tensore metrico e delle sue derivate, in Ω_{20} si opera con le seguenti grandezze²⁹: i) 8 campi=funzioni svolgenti il ruolo di *vincoli* (uguagliati a zero questi divengono equazioni supplementari che restringono gli stati fisicamente permessi ad un sottoinsieme Ω_{12}); ii) 8 campi=funzioni arbitrarie – dette variabili di *gauge* – la cui *dipendenza funzionale* (dalla metrica originaria) deve essere fissata in anticipo rispetto al procedimento di risoluzione delle EE (procedimento di *gauge-fixing*); iii) due coppie residue di campi=funzioni $q_1, p_1; q_2, p_2$, canonicamente coniugate, dette "osservabili di Dirac". Queste ultime

²⁸ Non esiste alcuna possibilità di spiegare in questa sede tutti i termini tecnici che mi accingo ad utilizzare. Mi auguro che alcuni di questi termini possano suscitare nel lettore qualche vago ricordo scolastico.

²⁹ Le coordinate di tale spazio a 20 dimensioni sono inizialmente 10 variabili configurazionali (q) e 10 momenti coniugati (p). Ognuna di queste coordinate è in realtà un campo=funzione delle componenti della metrica e delle sue derivate definite originariamente in M^4 .

esprimono i *veri gradi di libertà fisici* del campo gravitazionale la cui evoluzione temporale è determinata da una opportuna funzione Hamiltoniana (la cosiddetta “energia ADM³⁰ debole”). Tali grandezze, tuttavia, non sono grandezze *tensoriali* e dunque non sono entità “covarianti” sotto il gruppo $[D_p]$.

È possibile mostrare che la scelta funzionale delle variabili di *gauge*, in corrispondenza ai vincoli, equivale alla definizione di un *laboratorio spaziotemporale globale non-inerziale* (che abbiamo chiamato NIF³¹). È soltanto dopo la costituzione del NIF che le *condizioni iniziali* per le *osservabili di Dirac* possono essere formulate e le EE risolte. La scelta di un differente NIF con *condizioni iniziali equivalenti* dà luogo ad una soluzione *fisicamente equivalente* delle equazioni di Einstein (cioè, fisicamente, allo *stesso spaziotempo* o “universo”), *rappresentata in un differente laboratorio globale*. Si può dunque concludere – *ritornando all'indietro* alla rappresentazione originaria della metrica, e *riesprimendola* in termini dei campi=funzioni canonici dello spazio delle fasi sopra elencati - che un campo metrico, soluzione delle EE in M^4 , possiede la peculiare *doppia funzione* di determinare *sia l'evoluzione dinamica* delle *osservabili di Dirac* generata dalla “energia debole ADM” in tutto M^4 (cioè la fisica gravitazionale dello spaziotempo vuoto di materia), *sia il laboratorio spaziotemporale in cui tale dinamica viene rappresentata*. D'altra parte, si può anche mostrare che nel caso di *presenza di campi di materia*, la struttura complessiva del problema ai valori iniziali non cambia. Con ovvio significato dei termini, abbiamo chiamato *parte epistemica* della metrica l'insieme dei campi di *gauge*, che caratterizzano il NIF (e gli effetti *non-inerziali*), e *parte ontica* le *osservabili di Dirac*, che caratterizzano gli *effetti dinamici* gravitazionali (le cosiddette *forze di marea*). Nel completare le proprietà strutturali dello spaziotempo della TRG, i campi di *gauge* svolgono dunque un ruolo molteplice: innanzitutto - come già detto - la loro *fissazione* (“*gauge-fixing*”) è necessaria oltreché per la soluzione delle EE, per la ricostruzione della crono-geometria quadri-dimensionale emergente dalla *dinamica* delle (quattro) *osservabili di Dirac*. Essi sono dunque essenziali per riottenere all'indietro un tensore di campo metrico *locale* e *general-covariante* a 10 componenti e quindi per *riacquisire il ruolo del “continuo” spaziotemporale quadri-dimensionale*; ma, infine, la loro fissazione è anche necessaria per permettere *l'accesso empirico* alla teoria attraverso la costituzione del NIF (nella struttura del quale le variabili di *gauge* caratterizzano i *potenziali inerziali*).

³⁰ Da Arnowitt, Deser, Misner, cui è dovuta la prima schematizzazione Hamiltoniana della TRG.

³¹ “(Global) Non-Inertial-Frame”. A causa della natura *locale* del principio di equivalenza, nella TRG – a differenza della meccanica classica - gli *effetti non-inerziali* non corrispondono a “forze fittizie” che possano essere eliminate mediante un'opportuna scelta del sistema di riferimento (un sistema inerziale, appunto). Pertanto gli *effetti non-inerziali*, (rappresentati dalle variabili di *gauge*) sono sempre presenti ed entrano significativamente nella costituzione del NIF. Si noti altresì che la costituzione dei NIF (ognuno dei quali è definito per tutti i valori del tempo) incorpora anche la questione della ripetibilità galileiana degli esperimenti, nell'unica forma possibile nella TRG.

Come già anticipato, le EE soddisfano il requisito della *covarianza generale*, il che significa che esse sono *invarianti nella loro forma funzionale* rispetto a trasformazioni arbitrarie (ma differenziabili) di coordinate. In termini tecnicamente più precisi si parla di invarianza rispetto al gruppo dei cosiddetti *diffeomorfismi passivi* $[D_p]$ gruppo che, in ragione della natura *differenziale* della geometria sottostante, non è più un gruppo di Lie *finito*, come negli spazi di *libera mobilità*, bensì un gruppo *infinito*. Come pure già detto, la vulgata della TRG vede nella covarianza generale una forma d'invarianza che, mediante *l'intersoggettività*, qualifica *l'oggettività* dei fenomeni descritti. Ma in realtà questo tipo di covarianza esprime il *carattere tensoriale* delle EE, che pertanto sono “oggettive” solo in quanto traducono relazioni geometriche indipendenti dalla loro particolare rappresentazione in termini di coordinate spaziotemporali. In altre parole, le infinite forme diverse che una data soluzione delle EE assume cambiando arbitrariamente (o quasi) le coordinate, forniscono soltanto diverse facce della stessa soluzione fisica. Occorre inoltre avvertire subito che tale covarianza, valida rispetto alla totalità delle soluzioni possibili delle EE, viene *necessariamente violata* ogni qual volta si abbia a che fare con la determinazione di *una singola soluzione esplicita* delle EE (cioè con uno specifico “universo”) e con il fronte *empirico* della teoria, rilevante per gli *esperimenti*. Intendo con ciò sottolineare che la covarianza generale non possiede affatto quello *status* di *tabù* fondamentale che gli viene attribuito da molti filosofi della scienza. Sussiste invece una *diversa nozione di covarianza*, molto più significativa e già anticipata nell'Introduzione, che è formulabile in termini di invarianza rispetto al gruppo dei *diffeomorfismi attivi* $[D_A]$, concetto che non posso qui illustrare in grande dettaglio ma che, sostanzialmente, denota quanto segue. $[D_A]$ è un gruppo di trasformazioni *attive e geometriche*, sui *punti* e sui *campi tensoriali* dello spaziotempo M^4 (in particolare sulla metrica). Ogni trasformazione D_A manda (differenziabilmente) ogni punto p in un diverso punto p' , e ogni campo tensoriale T in un campo T' con le seguenti caratteristiche: i) se T è una soluzione delle EE (e quindi un “modello” di “universo”), lo è pure T' . In altre parole, i $[D_A]$ sono *simmetrie dinamiche*, cioè mandano soluzioni in soluzioni, *fisicamente equivalenti o no*; ii), il nuovo campo tensoriale T' ha (in linguaggio geometrico astratto) nel punto p un valore $T'(p) \neq T(p)$, cioè T' è un *campo tensoriale differente* da T ; infine: iii) $T'(p) = T(p)$, cioè *il nuovo campo ha nel punto trasformato lo stesso valore del vecchio campo nel punto di partenza*. In conclusione, ogni D_A produce una *diversa distribuzione dei valori del campo metrico* rispetto ai punti geometrici della regione di spaziotempo in cui agisce. Ora, lo “*Hole Argument*” è proprio una conseguenza di tale secondo tipo di invarianza, nel senso seguente. Data una regione H dello spaziotempo, topologicamente “chiusa” e *vuota di campi di materia*, cioè tale che in essa esista solo il *campo gravitazionale del vuoto* (appunto lo “*Hole*”, il “buco”), esiste un sottoinsieme dei D_A tale che: i) questi D_A sono la trasformazione *identica* fuori dal buco e sul suo contorno e quindi,

per ipotesi: ii) sono pure l'identità sulla *ipersuperficie spaziale*³² sui cui vengono assegnate le *condizioni iniziali* per la soluzione delle EE³³); quindi: iii) entro il buco, questi D_A , applicati ad un campo metrico, soluzione delle EE corrispondente a date condizioni iniziali, generano una *soluzione differente* che, tuttavia, essendo identica alla prima fuori dal buco, è *determinata dalle stesse condizioni iniziali*. È importante rendersi conto del fatto che la “fenomenologia” del buco è strettamente connessa alla natura differenziale (riemanniana) della geometria e conseguentemente al carattere di gruppo “infinito” delle simmetrie dinamiche attive $[D_A]$. Se infatti il gruppo delle simmetrie dinamiche fosse un gruppo di Lie finito, come nel caso dello spazio di Minkowski della TRR, la condizione di identità fuori e sul contorno del buco implicherebbe l'identità anche dentro il buco vanificando completamente la rilevanza matematica e fisica dello “*Hole Argument*”.

Ora, poiché i teoremi relativi alle soluzioni delle equazioni differenziali garantiscono l'esistenza e l'unicità delle soluzioni in corrispondenza a dati valori iniziali e quindi, nel nostro caso, anche il *determinismo* della TRG, lo “*Hole Argument*” pone, almeno *prima facie*, un crudo dilemma: rinunciare al *determinismo* della teoria o rinunciare alla *individualità fisica* dei punti geometrici dello spaziotempo, cioè alla sua supposta *oggettività*. Infatti, *se si vuole mantenere il determinismo della TRG* (cioè, nel caso presente, l'unicità delle soluzioni per date condizioni iniziali) è necessario *stipulare* che la soluzione T' , sebbene *matematicamente diversa*, sia *fisicamente equivalente* alla soluzione T . Ma ciò implica che anche se i punti p e p' sono *matematicamente distinti* da coordinate spaziotemporali diverse, il punto p' rappresenti invece *fisicamente lo stesso punto di partenza*, cioè p . In altre parole si deve anche stipulare che la sottoclasse dei D_A considerata nello “*Hole Argument*” *trasporti con sé (arbitrariamente) l'identità fisica* dei punti dello spaziotempo, identità che, evidentemente, non può più essere rappresentata dalle ordinarie coordinate spaziotemporali che individuano il punto geometrico.

Rimane naturalmente aperta una questione fondamentale: come ottenere concretamente una *individuazione fisica effettiva* dei punti di M^4 ³⁴ in una forma che sia *compatibile* con *tutte* le ipotesi dello “*Hole Argument*”. In ogni caso è chiaro che - salvo il ricorso a soluzioni filosoficamente eterodosse - lo “*Hole Argument*” possiede almeno una conseguenza di rilievo filosofico difficilmente attaccabile: la insostenibilità del cosiddetto *manifold substantivalism*, cioè la posizione di coloro che sostengono che i punti dello spaziotempo - in quanto definiti matematicamente siano anche *intrinsecamente individuati* in quanto *sostanze*³⁵, una po-

³² Uno spazio tridimensionale a tempo fissato $t = 0$, in generale curvo.

³³ Non posso ovviamente in questa sede aggiungere ulteriori dettagli sulla complicata struttura matematica del problema di Cauchy per il caso della TRG.

³⁴ D'ora innanzi, chiamerò *punti-eventi* i punti in quanto *fisicamente individuati*.

³⁵ La mia affermazione sulla conclusività dell’“*Hole Argument*”, anche se ottenuta a partire da posizioni filosofiche e valutazioni tecniche differenti, coincide con la tesi antisostantivalista di

sizione che - come abbiamo visto - va ben oltre la stessa concezione di Newton. Se l'evoluzione temporale deve essere deterministica, i punti matematici di M^4 non possono in alcun modo mantenere una *individuazione sostanziale fissa*. Nella Sezione 6 mostro come la nostra analisi implichi una vera e propria *dis-soluzione* dello "Hole Argument" e renda manifesto il significato fisico-geometrico della *apparente e superflua* arbitrarietà introdotta entro il buco dai D_A , a parità di condizioni iniziali.

Abbiamo detto che la covarianza generale della TRG ripartisce tutti i possibili "universi" di Einstein in classi di equivalenza fisiche. Entro ogni classe i D_p generano tutte le descrizioni possibili, in termini di *coordinate spaziotemporali arbitrarie* dello stesso "universo". La manifesta covarianza generale passiva [D_p] rende effettivamente la descrizione matematica della teoria trasparente ed elegante ma, al tempo stesso, la sua interpretazione fisica oscura e nascosta. Infatti *la relazione fra i gradi di libertà fisici del campo gravitazionale*, evidenziati dal formalismo Hamiltoniano, e le componenti del *tensore metrico originario, prima del passaggio allo spazio delle fasi*, è assai complessa. Precisamente, le relazioni funzionali che definiscono le osservabili di Dirac in termini delle componenti della metrica e delle sue derivate sono fondamentalmente *non-locali*, nel senso che i *valori* dei quattro campi di Dirac *in un punto* dipendono dai *valori della metrica e delle sue derivate temporali sull'intera ipersuperficie di simultaneità di tipo spaziale* (che è uno *spazio tridimensionale istantaneo*, in generale curvo, che la fibrazione assegna a tale punto), e quindi anche dal modo in cui tale ipersuperficie è immersa in M^4 . Si evidenzia qui una *peculiare e profonda relazione* fra la *natura non-locale e non-covariante* della intima essenza fisica del campo gravitazionale (che possiede solo *due* componenti!) e la *manifesta covarianza* (natura tensoriale della metrica) del campo locale a 10 componenti ricostruito in quattro dimensioni. Solo nella formulazione Hamiltoniana appare la peculiarità della TRG nel "dramma" della fisica della gravitazione e della sua interazione con la materia. Le EE non forniscono solo *l'intreccio* ma anche il *palcoscenico* (a sua volta *dinamico*) dove la rappresentazione si svolge, ovvero lo spaziotempo riferito a un NIF.

6. L'INDIVIDUAZIONE FISICA DEI PUNTI-EVENTI E LA "STRUTTURA" DELLO SPAZIOTEMPO

Ho delineato il quadro entro cui discutere il problema della *realtà/oggettività* dello spaziotempo della TRG. Orbene, si può mostrare che - contrariamente alle affermazioni di Einstein - almeno per una famiglia continua di spaziotempi dotati di opportune caratteristiche matematiche e fisiche³⁶ - è possibile rispondere

Earman e Norton. Si veda Earman, Norton 1987, Norton 1987, Earman 1989 nonché, per completezza di informazione, Butterfield 1984,1989, Maudlin 1990.

³⁶ Le soluzioni della classe di Christodoulou-Klainerman.

alla questione lasciata aperta nella esposizione dell’ “*Hole Argument*” e recuperare un peculiare *grado* di *oggettività fisica* dello spaziotempo vuoto. Precisamente, in *ogni prescelto* NIF, per *ogni punto* di M^4 è possibile definire *quattro coordinate spaziotemporali scalari* (in realtà vere e proprie “coordinate radar”) caratterizzanti matematicamente tale punto, come *quattro opportune funzioni delle quattro osservabili di Dirac del campo gravitazionale, calcolate nello stesso punto*. Questa riespressione, che sulle soluzioni delle EE diviene un’*identità* nelle coordinate scalari, fornisce - per ogni data soluzione delle EE nel NIF considerato- la *individuazione fisica* di ogni *punto-evento in termini dei gradi di libertà* autonomi del campo gravitazionale. In altre parole, il ruolo del campo gravitazionale in assenza di materia equivale alla *individuazione fisica* dei punti matematici di M^4 come *punti-eventi fisici, individuazione* realizzata dai suoi *gradi di libertà indipendenti*. D’altra parte, *in presenza di materia*, si hanno osservabili di Dirac sia per il campo gravitazionale sia per i campi di materia, e tali da soddisfare ad equazioni di moto accoppiate. Poiché le osservabili di Dirac continuano a fornire l’individuazione fisica dei punti-eventi secondo la sopraddetta procedura, *la materia influenza l’evoluzione di tali osservabili e dunque anche l’individuazione fisica dei punti-eventi*. Infine, poiché l’esistenza dei punti-eventi nei nostri modelli di TRG è ormai equivalente all’esistenza delle osservabili di Dirac del campo gravitazionale, possiamo proporre la tesi “ontologica”³⁷ *che lo spaziotempo vuoto di Einstein sia letteralmente identificabile con gli autonomi gradi di libertà di tale campo strutturale*, che potremmo ora chiamare “etere gravitazionale”. I punti-eventi dello spazio tempo “sono” i gradi di libertà fisici del campo gravitazionale nel vuoto, nel senso che da tali gradi di libertà essi sono *individuati fisicamente*, al di là della individuazione puramente matematica ed arbitraria fornita dalle ordinarie coordinate spaziotemporali.

Naturalmente, anche l’individuazione fisica fornita dalle osservabili di Dirac *dipende dal NIF* scelto con il “*gauge-fixing*”. Per non fare confusione, si deve ricordare che al variare del NIF cambia anche la forma in cui sono assegnate le condizioni iniziali, ma questa varia entro una classe di equivalenza che corrisponde ad un unico “universo di Einstein”. Quindi è la scelta dell’ “universo di Einstein” a determinare tutte le possibili “prospettive” di *individuazione fisica* dei punti-eventi in relazione alle differenti *apparenze non-inerziali* dei NIF. Per cambiare universo e dunque anche la classe di equivalenza di individuazioni fisiche, occorrerebbero diverse, *inequivalenti*, condizioni iniziali.

Rimane ancora aperta la questione della relazione con la formulazione covariante originaria dello “*Hole Argument*”, nello spaziotempo M^4 e quindi anche il senso fisico-geometrico della *dis-soluzione* dell’Argomento da noi ottenuta. Innanzitutto, la controparte Hamiltoniana dei D_A soddisfacenti le condizioni dell’“*Hole Argument*” è un insieme ben definito di trasformazioni canoniche (necessariamente passive) nello spazio delle fasi che agiscono sulle soluzioni delle EE. Si dimostra che, mentre in M^4 i D_A ammissibili “portano con sé” –

³⁷ Chiaramente, solo nel senso dell’“ontologia ridotta” propria della descrizione fisica del mondo.

per ipotesi - *l'identità fisica* di ogni punto su cui agiscono *geometricamente*, la loro controparte passiva Hamiltoniana attribuisce *diverse* “coordinate-radar”, *fisicamente individuate*, allo *stesso punto matematico*. Pertanto, per ogni punto-evento, una data *individuazione fisica* viene trasformata in una *individuazione fisicamente equivalente* che dipende dal NIF. In altre parole la *ridistribuzione* attiva dei valori del campo metrico sui punti all'interno del buco in M^4 , operata dai D_A soddisfacenti le ipotesi dello “*Hole Argument*”, interpretata *passivamente* a livello Hamiltoniano non è altro che una *rilettura* dei valori del campo negli stessi punti matematici *descritta in un NIF differente*. In conclusione, l'arbitrarietà che in M^4 appare come mera *superfluità* del formalismo matematico *manifestamente covariante*³⁸, non consiste in altro che nella *varietà di possibili descrizioni non-inerziali nei differenti NIF*. Si noti che la prova della validità della *dis-soluzione* dello “*Hole Argument*” da noi ottenuta vale per tutti gli spaziotempi cosiddetti “globalmente iperbolici”, cioè per una classe di soluzioni di gran lunga più ampia di quella finora considerata per l'individuazione fisica dei punti-eventi.

In termini del linguaggio utilizzato nell'Introduzione, abbiamo pertanto una situazione in cui i punti-eventi *posseggono proprietà autonome*, consistenti nei *valori puntuali* delle osservabili di Dirac. Tuttavia queste proprietà, anche se *possedute puntualmente*, non possono essere strettamente *intrinseche* poiché la loro espressione quantitativa dipende dal NIF, cioè dalla *parte epistemica* della metrica. D'altra parte, tale dipendenza dal NIF non è altro che una diversa manifestazione della complessa *struttura relazionale olistica e non-locale* che lega le osservabili di Dirac alla metrica in tutta una infinita “fettina” di spaziotempo a tempo definito. Dobbiamo dunque concludere che *l'individuazione fisica* ottenibile nella TRG per i punti-eventi è *semi-intrinseca* e che l'oggettività stessa dello spaziotempo è un tipo di *oggettività debole*. Tuttavia, anche se la NIF-dipendenza della individuazione dei punti-eventi dello spaziotempo corrisponde ad un *indebolimento* della nozione di *oggettività*, risultano erranee le affermazioni di Einstein circa *l'eliminazione completa di ogni realtà/oggettività* dello spaziotempo come conseguenza della covarianza generale. D'altra parte, occorre anche sfatare l'illusione che la covarianza generale possa garantire una *obiettività completa* di qualsivoglia altra struttura definibile nello spaziotempo della TRG. Come abbiamo dimostrato altrove [Lusanna, Pauri 2006c], contrariamente ad una diffusa opinione, una volta riesaminate al livello Hamiltoniano delle osservabili, *tutte* le strutture fisicamente significative della TRG sono necessariamente NIF-dipendenti: in particolare *la velocità one-way* della luce, *l'elemento di linea ds^2* e, conseguentemente, la stessa *struttura causale* dello spaziotempo. Invero, come il *principio di equivalenza locale* dissolve la rimanente assolutezza dello spazio di Minkowski M^4 e conduce dalla TRR alla TRG, *le conseguenze globali* del principio di equivalenza (locale) sono proprio i *pervasivi fattori non-inerziali* che si manifestano come NIF-dipendenza. Non è dunque possibile attendersi per l'individuazione

³⁸ Chiamata *Leibniz equivalence* da Earman, Norton 1987.

fisica dei punti-eventi un grado di oggettività maggiore di quello di tutte le altre strutture essenziali dello spaziotempo. In conclusione, possiamo affermare che *tutte* queste strutture sono *debolmente oggettive o sostengono proprietà semi-intrinseche*. L’oggettività e/o intersoggettività delle *proprietà possedute* dalle entità spaziotemporali nella TRG non può essere altro che quella fondata sulla “sostanziale” ma “non completa” *intrinsecità* garantita dalla equivalenza fisica delle descrizioni corrispondenti a NIF differenti.

7. CONCLUSIONI

Ho già sottolineato che per Leibniz lo spazio *non è reale* bensì *ideale*: se le parti dello spazio fossero reali, l’efficacia della congiunzione dei Principi di Ragion Sufficiente e di Identità degli Indiscernibili sarebbe infatti preclusa. Ma ora abbiamo visto che *i punti-eventi* dello spaziotempo della TRG – *a differenza dei punti dello spazio omogeneo newtoniano* cui Leibniz rivolgeva la propria critica – sono immersi in una *struttura ricca e complessa*: essi sono dotati di notevolissime *proprietà puntiformi ma anche olistiche e non-locali*, fornite dal campo metrico o , meglio, dalla *parte ontica* di esso. Questa è la ragione per cui ora possiamo affermare che – nei limiti dichiarati della rappresentazione scientifica - lo spaziotempo possiede *elementi di realtà*. Dalla sua complessa tessitura emerge un *nuovo tipo di strutturalismo* dotato di caratteri parzialmente comuni sia alla *tradizione assolutistica* (lo spaziotempo possiede un’esistenza *autonoma* indipendente dai corpi o dai campi di materia), che a quella *relazionale* (il significato fisico dello spaziotempo dipende dalle *relazioni* fra i corpi o , in linguaggio attuale, la sua realtà dipende dai campi di materia che contiene). In effetti, anche se il campo metrico nel vuoto di materia non incorpora la tradizionale nozione di *sostanza* (fra l’altro, anziché essere “interamente presente”, possiede “parti temporali”) esso esiste fisicamente e svolge un ruolo di individuazione dei punti eventi. La *parte ontica* del campo metrico possiede davvero la capacità di caratterizzare “il mutuo ordine e la posizione” di cui parla Newton, e di svolgere tale ruolo *dinamicamente* e in una forma assai articolata *cui partecipa anche la materia*. Dunque – sempre a livello della descrizione fisico-matematica – esso possiede, a differenza dello spazio newtoniano, “la sua propria modalità di esistenza”, poiché esso “*è*” i gradi di libertà intrinseci del campo gravitazionale. D’altra parte, gli elementi relazionali presenti nella individuazione fisica dei punti-eventi *nel vuoto di materia* corrispondono ad un *tipo peculiare di relazionismo*, sia perché questi elementi dipendono *soltanto* dal campo gravitazionale sia perché la *non-tensorialità* delle osservabili di Dirac fa sì che le *proprietà quantitativamente individuate* dei punti eventi dipendano dal NIF, cioè dalla scelta del laboratorio spaziotemporale globale in cui la dinamica è espressa. Come già detto, si tratta di proprietà possedute *semi-intrinsecamente*. Dunque, i punti-eventi (*i relata*) esistono ma la loro natura (le loro “grandezze”, ovvero le proprietà che essi esemplificano) non è *strettamente in-*

trinseca. La *struttura olistica* appare in un certo senso *primaria* rispetto ai suoi *costituenti* (i punti-eventi) per quanto concerne la loro *identità fisica*, ma non per questo dobbiamo concludere che i punti-eventi siano meri *indici di posizione* che derivano la loro esistenza dalla loro funzione e posizionamento nella struttura, dato che posseggono anche poteri causali individuati. Ad ogni livello della TRG, soprattutto a *livello empirico*, è impossibile evitare di *quantificare sui punti* e noi abbiamo precisamente attribuito un significato fisico alle coordinate scalari che indicizzano i punti-eventi. Tale indicizzazione rende questi ultimi “*ontologicamente*” *equivalenti all’esistenza del campo gravitazionale nel vuoto come entità estesa*. Da questo punto di vista i punti-eventi fisicamente individuati non sono sottodeterminati dall’evidenza empirica e la loro caratterizzazione fisica rappresenta il *massimo di intrinsecità possibile* nella descrizione dello spazio tempo della TRG. In conclusione, i punti-eventi spaziotemporali (i costituenti) *esistono* nel senso in cui l’esistenza può essere predicata per le tradizionali entità teoriche connettabili all’osservazione mediante *definizioni coordinative*³⁹. In tal modo, sebbene i punti-eventi non possano essere considerati come *genuini individui*, essi mantengono un “modo di esistere loro proprio” tale da giustificare un atteggiamento di *realismo delle entità* sia per essi che per il campo gravitazionale. Non appare sostenibile la tesi che le relazioni metriche possano esistere senza i loro peculiari individui, ma neppure la tesi che i punti-eventi possiedano una realtà indipendente dalla ricca struttura in cui sono immersi: si tratta, come anticipato, di uno *strutturalismo misto*.

Per quanto riguarda la tradizionale dicotomia *assolutismo/relazionismo*, l’analisi qui esposta – almeno per la classe considerata di modelli della TRG – può offrire un *tertium quid* che contribuisce a rendere il dibattito sulla opposizione tra le due concezioni ulteriormente obsoleto, rispondendo anche ad un suggerimento avanzato da John Earman [1989: 14, *traduzione mia*]:

Il contrasto assolutismo/relazionismo è ben lungi dall’essere una semplice dicotomia. Una possibile, terza alternativa, che chiamerò la “*property view*” dello spaziotempo, accoglierebbe qualcosa di entrambi i campi: si accorderebbe con il relazionista rigettando un substrato sostanzialista per gli eventi mentre aderirebbe alla visione dell’assolutista nel riconoscere proprietà monadiche della localizzazione spaziotemporale.

In effetti, il nuovo *strutturalismo* qui descritto delinea un punto di vista *intermedio* anche se non una «*property view*» nel preciso senso di Earman, dato che la localizzazione spaziotemporale non è strettamente monadica. Per questo lo abbia-

³⁹ Aggiungo che, tecnicamente, è possibile introdurre uno spazio dei *gradi di libertà astratti* del campo gravitazionale, definiti dal quoziente di tutte le possibili scelte dei NIF, cioè dalla riduzione di tutte le possibili *apparenze non-inerziali* (si veda Lusanna, Pauri 2006c). Tali gradi di libertà non sono più – per costruzione - *NIF-dipendenti* e definiscono pertanto delle *proprietà intrinseche* dei punti. Pur essendo astratti, li ritengo concettualmente sufficienti a giustificare la terminologia introdotta.

mo definito *strutturalismo puntuale*⁴⁰. Questa posizione è stata ripresa e definita da altri autori, in un contesto filosofico più generale, come *realismo strutturale moderato* [Esfeld, Lam 2006].

Infine, osservo che è singolare ed assai significativo il fatto che una fondamentale difficoltà di caratterizzazione “ontologica” del concetto di spazio (spaziotempo) compaia *anche* al livello della contemporanea *rappresentazione scientifica*. Sussiste per lo spazio (spaziotempo) una ineliminabile resistenza ad una completa trasformazione in *oggetto fisico* nella sua accezione più piena e – al tempo stesso – la impossibilità di rinunciare alla rappresentazione spaziotemporale dei processi, dei corpi e dei campi, come una modalità di esistenza non-riducibile relazionalmente ad essi. Si verifica nel caso dello spazio (spaziotempo) una interessante esemplificazione del problema – ripetutamente posto da Agazzi - circa la relazione fra oggettività come caratteristica dell’ente (e quindi come rispecchiamento di esso) e oggettività come pura indipendenza dal soggetto, che è la nozione propria della moderna concettualizzazione scientifica⁴¹. Nel caso dello spaziotempo macroscopico, più in particolare nella *rappresentazione fisico-matematica* della TRG, non solo si è abbandonata⁴² la caratterizzazione dello spaziotempo come *objectum quod* ma appare assai debole (sebbene non eliminata come pensava Einstein) anche la caratterizzazione di esso come *objectum quo*. In questa situazione rinunciare – per le limitazioni strutturali del metodo galileiano - alla determinazione di “quel che è *realmente*” non garantisce nemmeno una completa determinazione di “quel che è *oggettivamente*”. È naturale e suggestivo pensare che questa necessità sia *conseguenza di una causa più profonda*, anche perché una difficoltà ancor più grave per la concettualizzazione dello spaziotempo sussiste nell’ambito delle teorie quantistiche⁴³.

Vorrei chiudere con un commento relativo ad una affermazione di Agazzi secondo cui sarebbe stata l’apparizione della *inosservabilità* (essenzialmente a livello quantistico) a minare il *realismo scientifico*. Independentemente dalle limitazioni derivanti dalla fisica quantistica su cui tornerò in altra sede, risulta evidente dalle considerazioni qui svolte che anche il concetto di *spazio* (macroscopico), evoluto successivamente alla catastrofe euclidea e infine perfezionato dalla TRG, *pone seri problemi al realismo scientifico*. È piuttosto semplicistico sostenere con John Norton che l’antisostantivalismo non è anti-realistico poiché non af-

⁴⁰ La giustificazione matematica per l’adozione di tale terminologia è brevemente illustrata nella Nota 55.

⁴¹ Tecnicamente, nel caso presente, indipendenza dai NIF.

⁴² Come sottolinea Agazzi 1974, l’oggettività non è costituita dal *concreto* bensì dall’*astratto*.

⁴³ Come discuto in altra sede (si veda Pauri 2000, 2007), il continuo della estensione spaziotemporale appare – nonostante la sua attuale utilizzazione senza limiti nel formalismo matematico della teoria quantistica – *intrinsecamente incompatibile* con l’*atomizzazione* dei processi introdotta dalla scoperta del *quanto* d’azione, incompatibilità resa evidente dalla essenziale *non-località* della teoria.

ferma che lo spazio non è reale ma solo che non è reale indipendentemente dai corpi o campi di cui è una semplice ipostasi relazionale. La questione è infatti strettamente intrecciata con il carattere *impuro* e *circolare* del relazionismo positivista contemporaneo. Inoltre, anche dopo la disgregazione dell'*a priori* kantiano come fondamento apodittico e necessario della scienza dello spazio, rimane assai difficile liberarsi dell'intuizione del *continuo omogeneo indeterminato* (che sta oltre ed accanto all'altra modalità del continuo contemporaneo, quella "assiomatica") come *forma pura* della nostra apprensione del sensibile e come presupposto profondamente problematico della rappresentazione scientifica. Come già osservato, ritengo che la questione ontologica⁴⁴ dello spazio si presenti come un problema apertissimo. Per il momento non posso che esprimere la mia attuale incapacità di trovare una formulazione filosoficamente soddisfacente dello *status* di *priorità epistemica* che il *continuo sintetico* (il continuo pre-fenomenico husserliano) continua a possedere di fatto rispetto alla struttura simbolica della teoria quantistica nonostante si trovi in radicale conflitto con la *essenziale non-località* della teoria stessa.

⁴⁴ Nel senso proprio del termine.

BIBLIOGRAFIA

- Agazzi E. 1974 *Temi e Problemi di Filosofia della Fisica*, Abete, Roma.
- Agazzi E. 2004 “I problemi del realismo scientifico oggi”, in F. Minazzi e D. Ria (a cura di), *Realismo, illuminismo ed ermenutica*, Angeli, Milano, pp. 29-39.
- Alai M. 2008 “Il realismo di Evandro Agazzi”, in questo volume.
- Alexander H. (ed.), 1956 *The Leibniz-Clarke correspondence*, fourth paper, Manchester University Press, Manchester.
- Bruno G. 1548 -1600 *De Immenso et Innumerabilibus*, I.8; Op.Lat. Vol. I,1.
- Butterfield J. 1984 “Substantivalism and Determinism”, *International Studies in the Philosophy of Science*, 2, pp. 10-31.
- Butterfield J. 1989 “The Hole Truth”, *British Journal for the Philosophy of Science*, 40, pp. 1-28.
- Cassirer E. *Zur Einstein'schen Relativitätstheorie*, Bruno Cassirer, Berlin 1920; trad. italiana di G.A. De Toni, La Nuova Italia, Firenze, 1973.
- DiSalle R. 1994 “On Dynamics, Indiscernibility, and Spacetime Ontology”, *British Journal for the Philosophy of Science*, 45, pp. 265-287.
- Dorato M., Pauri M. 2005 “Holism and Structuralism in Classical and Quantum General Relativity”, in *The Structural Foundations of Quantum Gravity*, D. Rickles, S. French, and J.T. Saatsi, eds., Clarendon Press Oxford, England, 2006; anche in Pittsburgh-Archive, ID code 1606.
- Earman J., Norton J. 1987 “What price spacetime substantivalism? The Hole Story”, *British Journal for the Philosophy of Science*, 38, pp. 515-525.
- Earman J. 1989 *World enough and space-time*, Mit Press, Cambridge, Mass.
- Einstein A. 1915 “Erklärung der Perihelbewegung des Merkur aus der allgemeinen Relativitätstheorie”, *Preuss. Akad. der Wiss., Sitz.*, pp.831-39.
- Einstein A. 1916 “Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie”, *Annalen der Physik* 49, pp.769-822; translation by W. Perrett and G. B. Jeffrey, “The foundation of the general theory of relativity”, in *The principle of relativity*, Dover, New York 1952, pp. 117-118.
- Esfeld M., Lam V. 2006 “Moderate structural realism about spacetime”, Pitt-Archive, ID Code 2778; di prossima pubblicazione in *Synthèse*.
- Friedman M. 1983 *Foundations of Space-Time Theories: Relativistic Physics and Philosophy of Science*, Princeton University Press, Princeton.
- Janiak A. 2004 *Newton: Philosophical Writings, De Gravitatione*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Lusanna L., Pauri M. 2004 “General Covariance and the Objectivity of Space-Time Point-Events”, Invited Talk at the ESF Conference *Foundations of Space-Time Theories*, Oxford, England, March 23-28, 2004.
- Lusanna L., Pauri M. 2006a “The Physical Role of Gravitational and Gauge Degrees of Freedom in General Relativity: - I: Dynamical Synchronization and Generalized Inertial Effects”, *General Relativity and Gravitation*, vol.38 (2), pp. 187-229; anche gr-qc/0403081.

- Lusanna L., Pauri M. 2006b “The Physical Role of Gravitational and Gauge Degrees of Freedom in General Relativity: - II: Dirac versus Bergmann Observables and the Objectivity of Space-Time”, *General Relativity and Gravitation*, vol. 38 (2), pp. 229-267; anche gr-qc/0407007.
- Lusanna L., Pauri M. 2006c “Explaining Leibniz Equivalence as Difference of Non-Inertial Appearances: Dis-solution of the Hole Argument and Physical Individuation of Point-Events”, *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, vol. 37 (4), pp. 692-725, Kluwer, Dordrecht.
- Lusanna L., Pauri M. 2007a “Dynamical Emergence of Instantaneous 3-Spaces in a Class of Models of General Relativity”, in *Relativity and Dimensionality of the World*, V.Petkov ed., Springer Series *Fundamental Theories of Physics*; anche gr-qc/0611045; e Pitt-Archive, ID-code 3032.
- Lusanna L., Pauri M. 2007b “Einstein Space-Times as a Temporal Unfolding of Dynamically Generated Instantaneous 3-Spaces”, preprint, University of Parma, Parma.
- Maudlin T. 1990 “Substances and Spacetime: What Aristotle Would Have Said to Einstein”, *Studies in the History and Philosophy of Science*, 21, pp. 531-61.
- Norton J. 1987 “Einstein, the Hole Argument and the Reality of Space”, in J.Forge (ed.), *Measurement, realism and objectivity*, Reidel, Dordrecht.
- Pauri M. 1996 “Oggettività e Realtà”, in F. Minazzi (a cura di), *Realtà ed Oggettività*, Franco Angeli, Milano, pp. 79-112.
- Pauri M. 1997 “La Descrizione Fisica del Mondo e la Questione del Divenire Temporale”, in G.Boniolo (ed.) *Filosofia della Fisica*, Bruno Mondadori, Milano, pp. 245-333.
- Pauri M. 1997b “Spazio e Tempo”, Voce Quadro Monografica, *Dizionario delle Scienze Fisiche, Sezione di Filosofia della Fisica*, TRECCANI, Istituto della Enciclopedia Italiana, Roma, vol. V, pp. 433-464.
- Pauri M. 1998 “Do Living Organisms Possess Peculiar Temporal Properties?”, in *International Conference on Philosophy of Science: Philosophy of Biology*, José Tojo Suarez (ed.), Universidade de Vigo Press, Vigo, pp. 163-190.
- Pauri M. 2000 “Leibniz, Kant and the *Quantum*: A Provocative Point of View about Observation, Space-Time, and the Mind-Body Issue”, In E. Agazzi and M. Pauri (eds.), *The reality of the unobservable*, Boston Studies in the Philosophy of Science, n.215, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 270-272.
- Pauri M., Vallisneri M. 2002 “Ephemeral Point-Events: Is There a Last Remnant of Spatiotemporal Objectivity ?”, *Festschrift* in honor of Roberto Torretti on his 70th Birthday, *Dialogos*, Special Issue, 79, pp. 263-303.
- Pauri M. 2006a “Weak Objectivity of Space-Time”, Invited Talk at the *XVII SIGRAV Meeting* (Italian Society of Gravitational Physics), Turin, September 4-7.

- Pauri M. 2006b “Dis-solution of Einstein’s Hole Argument, and the Weak Objectivity of Space-Time”, Talk at the International Workshop *Physics Meets Philosophy at Every Scale*, Parma University, October 13-14, *on-line*.
- Pauri M. 2007 “Il *Quanto*, il Tutto e le Parti: Crisi dell’Atomismo e Spaziotemporalità. I – La Scoperta del Nuovo Mondo”, *Epistemologia*, XXX, pp. 3-40.
- Pauri M. 2008 “Time, Physics and Freedom: at the Roots of Contemporary Nihilism”, *Académie Internationale de Philosophie des Sciences: “Time in the Different Scientific Approaches”*, Colloques de Cerisy, 4-9 Octobre 2007, *Epistemologia*, vol. 14, Special Issue, pp. 155-192.
- Poincaré H. 1905 *La Science et l’Hypothèse*, Flammarion, Paris.
- Psillos S. 2001 “Is Structural Realism Possible?”, *Philosophy of Science*, vol. 68, Supplement: Proceedings of the 2000 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association. Part 1, pp. S13-S24.
- Reichenbach H. 1920 *Relativitätstheorie und Erkenntnis Apriori*, Springer, Berlin. Translated as *The Theory of Relativity and A Priori Knowledge*, University of California Press, Los Angeles, 1965.
- Riemann B. 1953 “Über die Hypothesen, welche die geometrie zu grunde liegen”, in *Gesammelte Mathematische Werke*, H. Weber (ed.), Dover, New York.
- Schlick M. 1917 *Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik*, pp. 207-269 Berlin, Springer; third edition 1920, fourth edition 1922; translated by H. Brose from third edition: *Space and time in contemporary physics*, (1920), Oxford, Oxford University Press; expanded to include changes in the fourth edition by P. Heath, in H. Mulder and B. van de Velde-Schlick, (eds.), *Moritz Schlick: philosophical papers*, vol.1. Dordrecht, Reidel 1978.
- Slovik E. 2006 “Spacetime and Structuralism: Epistemological Realism or Relativized A Priorism?”, <http://philsci-archive.pitt.edu/archive/00003631/>.
- Stachel J. 1993 “The meaning of general covariance”, in J. Earman, I. Janis, G. J. Massey and N. Rescher, (eds.), *Philosophical problems of the internal and external worlds, Essays on the philosophy of Adolf Grünbaum*, University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, pp.129-160.
- Stachel J. 2002 “The Other Einstein: Einstein Contra Field Theory”, in *Einstein from “B” to “Z”*, J. Stachel (ed.), *Einstein Studies*, vol. 9, Birkhäuser, Boston.
- Stachel J. 2006 “Structure, Individuality and Quantum Gravity”, in *The Structural Foundations of Quantum Gravity*, D. Rickles, S. French, and J.T. Saatsi, eds., Clarendon Press, Oxford, pp. 53-82.
- Weyl H. 1946 “Groups, Klein’s Erlangen Program. Quantities”, ch. I, §4 of *The Classical groups, their invariants and representations*, 2nd ed., pp.13-23. Princeton University Press, Princeton.
- Worrall J. 1989 “Structural Realism: The Best of All Possible Worlds ?” *Dialectica*, 43, pp. 99-124.

**REALISMO SCIENTIFICO E REALISMO EMPIRICO:
È POSSIBILE DISCRIMINARE SPERIMENTALMENTE
NEL CASO DELL'INTERPRETAZIONE DELLA
MECCANICA QUANTISTICA?**

Ivan Colagè

Istituto di Filosofia, Università di Urbino “Carlo Bo”

ivancolage@libero.it

Gino Tarozzi

Facoltà di Lettere e Filosofia, Università di Urbino “Carlo Bo”

gino.tarozzi@uniurb.it

1. INTRODUZIONE

In questo contributo ci proponiamo di discutere e mettere a confronto due diverse specifiche concezioni realistiche, che verranno illustrate e analizzate nei prossimi paragrafi, in relazione alla meccanica quantistica: il *realismo empirico* (§ 2) e il *realismo scientifico* (§ 4), sottolineando due aspetti: da una parte, come Evandro Agazzi possa essere considerato uno dei più autorevoli esponenti del secondo punto di vista, in una forma che ha giocato un ruolo particolarmente rilevante nell'interpretazione di tale teoria, e dall'altra come la recente proposta di un esperimento abbia mostrato la possibilità di discriminare tra realismo empirico, nel senso dell'identificazione di Einstein-Podolsky-Rosen (EPR) della prevedibilità come condizione sufficiente di realtà di una proprietà fisica, e realismo scientifico, nel senso del riconoscimento della realtà del concetto fondamentale di funzione d'onda.

In questi ultimi anni, nonostante le violazioni sperimentali del teorema di Bell e la mancata rivelazione delle proprietà *fisiche* ipotizzate da alcune interpretazioni non ortodosse della funzione d'onda, l'esigenza di un'interpretazione realistica della meccanica quantistica è rimasta ancora molto viva e, come vedremo, può avvalersi di nuovi risultati teorici. D'altra parte, il dibattito tra interpretazione realistica e interpretazione ortodossa accompagna la teoria sin dagli anni della sua stessa fondazione. Esso trova le sue radici più profonde da una parte nella controversia sulla natura della funzione d'onda (tra de Broglie e Schrödinger che la interpretavano come un processo fisico reale, e

Born, Heisenberg e Pauli che la consideravano invece come un mero strumento matematico per calcolare probabilità di rivelazione di particelle) e dall'altra nel dibattito tra Einstein e Bohr sul problema della completezza del formalismo quantistico, che non riusciva a descrivere come simultaneamente reali tutte le proprietà che riusciva a prevedere. In tale quadro, il principio di complementarità di Bohr giocò un ruolo fondamentale nel senso di un'interpretazione integrale della teoria quantistica con una duplice caratteristica: da un lato dava una risposta basata su una prospettiva di rinuncia epistemologica meno radicale, e quindi decisamente meno antirealistica rispetto a quella di Born, Heisenberg e Pauli, al problema della natura della funzione d'onda, riconoscendo, con de Broglie e Einstein (Schrödinger, come è noto, negava realtà fisica alle particelle a favore di un'ontologia puramente ondulatoria), la natura duale e complementare nel senso di reciprocamente esclusiva, di particelle e onde. Da un altro lato, l'interpretazione di Bohr affermava la completezza del formalismo quantistico, rigettando l'identificazione della prevedibilità, caratteristica del principio di realtà fisica di EPR, con una condizione sufficiente di realtà, a favore di una posizione fenomenistica per la quale si può definire reale soltanto ciò che viene osservato e registrato da strumenti di misurazione, a partire da una concezione relazionale dello stato quantico che nega la possibilità di parlare di proprietà di un sistema fisico indipendenti dall'apparato di misura e dalla situazione sperimentale complessiva.

Nel suo trattato *Temî e problemi di filosofia della fisica*, Evandro Agazzi ha efficacemente chiarito il ruolo concettuale del principio di complementarità come radice dei problemi interpretativi della meccanica quantistica, rilevando come esso ponga decisamente il problema dell'insufficienza di ciò che potremmo chiamare l'ontologia della fisica classica.

L'effettiva inconciliabilità delle "interpretazioni" ondulatoria e corpuscolare non è eliminata dalla certezza della non contraddittorietà del formalismo, perché questa garanzia di non contraddittorietà è solo di natura formale e, al massimo, può significare che esiste *almeno una* interpretazione globale delle varie espressioni logicamente soddisfacente, ma non significa affatto che *qualunque* interpretazione (e in particolare le interpretazioni già esistenti) lo sia. [Agazzi 1969: 265-266]

Proprio l'ostinata resistenza degli aspetti ondulatori e corpuscolari a lasciarsi coniugare in una interpretazione consistente appare come uno degli aspetti della meccanica quantistica che ha condotto molti studiosi del campo ad abbracciare una posizione antirealistica e/o strumentalista nei confronti di questa teoria [Alai *et al.* 2008]. È vero, infatti, che il principio di complementarità pone in rilievo la difficoltà di far coesistere l'immagine ondulatoria e l'immagine corpuscolare. Tuttavia, ogni risultato sperimentale consiste nella rivelazione di una particella; si potrebbe dire che, in meccanica quantistica, la rivelazione è *per natura* la rivelazione di particelle. Questo, come vedremo, rende ancor più pro-

blematica l'interpretazione realistica della descrizione dei sistemi quantistici in termini di funzione d'onda.

Il problema di un'interpretazione realistica della meccanica quantistica venne posto in tutta la sua evidenza dall'argomento proposto, nel 1935, da A. Einstein, B. Podolsky e N. Rosen (EPR) [Einstein *et al.* 1935], che, come vedremo nel prossimo paragrafo, può essere a pieno diritto considerato, dal punto di vista filosofico, un superamento in senso empiristico del realismo metafisico e come il primo tentativo di sostenere una forma di realismo empirico nell'interpretazione delle teorie fisiche. Vedremo anche che nel corso del dibattito sul realismo in meccanica quantistica si è spesso sostenuto che il realismo empirico (di cui il criterio di realtà di EPR costituisce l'esempio più significativo) non potesse essere disgiunto da una tesi realistica più debole, definita come realismo scientifico, di cui Agazzi è uno dei più autorevoli sostenitori [Agazzi 1969: 364-378], che, nell'ambito dell'interpretazione della meccanica quantistica, comporta l'attribuzione di un qualche grado di realtà fisica alla funzione d'onda, il concetto teorico fondamentale del formalismo di tale teoria.

Ciò che cercheremo di mostrare nella seconda parte di questo contributo è che alcuni recenti risultati sembrano indicare la necessità di aderire a una prospettiva completamente diversa, nella quale non soltanto le due precedenti concezioni realistiche *non* si implicano a vicenda, come invece il dibattito classico sul realismo in meccanica quantistica sembrava aver stabilito in maniera conclusiva, ma che esse potrebbero persino rivelarsi incompatibili: è stato infatti recentemente proposto un esperimento mentale che permetterebbe di *discriminare* tra l'una o l'altra di queste due interpretazioni della meccanica quantistica. Inoltre, essendo queste due possibilità le uniche ammesse dai possibili esiti dell'esperimento, seguirebbe comunque la necessità di mantenere una interpretazione realistica della meccanica quantistica, o in accordo con il realismo empirico di EPR o, *alternativamente*, con il realismo scientifico promosso da Agazzi.

2. IL REALISMO EMPIRICO DI EINSTEIN-PODOLSKY-ROSEN (EPR)

Vi sono molte ragioni che rendono l'argomento di EPR fondamentale per il dibattito sul realismo in meccanica quantistica (ed in generale sulle teorie fisiche). Esso infatti stabilisce, in primo luogo, la necessità di basare il realismo delle entità fisiche non su argomenti filosofici *a priori* ma su esperimenti e misurazioni. In secondo luogo, fu proprio a partire dall'argomento di EPR che Schrödinger introdusse il concetto di "correlazione a distanza" (*entanglement*) che rappresenta una delle peculiarità fondamentali del formalismo quantistico [Selleri, Tarozzi 1981a; Auletta 2006a; 2007]. Ed infine, perché il lavoro di EPR permette di distinguere chiaramente tra una nozione di oggettività debole di tipo relazionale e quella di soggettività caratteristica dell'interpretazione standard. In altre parole, l'*entanglement* mostra che gli oggetti microscopici sono ca-

ratterizzati da proprietà che hanno natura fondamentale relazionale, il che, però, non implica che la meccanica quantistica sia una teoria soggettiva [Alai *et al.* 2008; Auletta 2006b].

L'esigenza realistica di EPR si evince con chiarezza dal fatto che l'argomento da loro proposto prende le mosse da un criterio di realtà che rappresenta ciò che gli stessi Autori riconoscono essere condizione sufficiente (e non necessaria) per asserire la realtà di un qualche elemento:

Se, senza in alcun modo perturbare un sistema, possiamo predire con certezza (vale a dire con probabilità uguale a 1) il valore di una quantità fisica, allora esiste un elemento di realtà fisica corrispondente a quella quantità fisica. [Einstein *et al.* 1935; trad. it. in Tarozzi 1992: 2]

In una riformulazione dell'argomento di EPR, molto più semplice dal punto di vista formale, dovuta a D. Bohm [1951], considerando uno stato di *singoletto* si realizza proprio la condizione enunciata nel criterio. Infatti, lo stato di singoletto è lo stato di una coppia di sistemi quantistici (p. es. elettroni) in cui il valore dello *spin* di una particella è sempre l'opposto di quello dell'altra. Pertanto, sapere il valore dello *spin* dell'una permette di predire con certezza quello dell'altra. I due sistemi che compongono lo stato di singoletto *non* sono in interazione fisica e non scambiano segnali; quindi la misurazione del valore dello *spin* su una delle due, non disturba in alcun modo l'altra. Perché la possibilità di prevedere con certezza tale proprietà senza disturbare il sistema è considerata come condizione sufficiente di realtà da EPR?

E' necessario in primo luogo considerare che la predizione è consentita proprio dalla correlazione stretta tra i valori di *spin* delle due particelle espressa dallo stato di singoletto. Ora, soltanto in tre casi è possibile avere tale correlazione:

- 1) il sistema non misurato possedeva già tale proprietà prima della misura sull'altro sistema, e ciò è dovuto ad una *causa comune antecedente* delle due proprietà dei due sistemi (le proprietà preesistevano alla misurazione del primo sistema);
- 2) misurando il primo sistema noi perturbiamo istantaneamente anche l'altro, *causando* così anche la proprietà posseduta da quest'ultimo;
- 3) la nostra *conoscenza* della proprietà del primo sistema può influenzare in modo non-fisico il secondo sistema.

La terza possibilità implica una posizione idealistica o mentalistica che contraddice uno dei presupposti fondamentali del realismo, vale a dire che la natura – o la stessa esistenza – di qualcosa è indipendente dal suo essere conosciuta o percepita. La seconda possibilità rappresenterebbe un'aperta e diretta violazione della relatività ristretta dato che i due sistemi possono trovarsi, al momento della misurazione sul primo, ad una distanza arbitrariamente grande l'uno dall'altro.

Esclusi i casi 2) e 3), per EPR rimane soltanto la possibilità 1): applicando il loro criterio di realtà, giungono alla conclusione che dal momento che le correlazioni tra le proprietà dei due sistemi sono effettivamente rivelate, il secondo

sistema non misurato possedeva la sua proprietà già prima della (ed indipendentemente dalla) misura sul primo.

Tuttavia, va considerato che esiste anche una quarta possibilità per rendere conto di tali correlazioni quantistiche, che fu presto intuuta da E. Schrödinger e che consiste nell'accettare l'idea della *non-seperabilità* dei sistemi quantistici. Ciò significa ammettere che le proprietà dei sistemi quantistici non sono intrinseche ma essenzialmente relazionali, nel senso che dipendono dalle relazioni che ogni sistema quantistico ha con altri sistemi. Tali relazioni non devono necessariamente consistere in interazioni fisiche che coinvolgono lo scambio di segnali (e quindi di qualche grandezza misurabile), ma al contrario, nel caso dell'*entanglement*, queste relazioni, che si configurano come forme di interdipendenza, contribuiscono a definire il sistema in quanto tale, e *non* si basano su alcuno scambio di una qualche quantità fisica tra i sistemi fisici.

L'intuizione di Schrödinger fu confermata sperimentalmente, molti anni dopo, a seguito della formulazione del famoso teorema di J.S. Bell [1964; 1966], secondo il quale ogni teoria a variabili nascoste che completi la meccanica quantistica in senso deterministico e locale deve soddisfare un particolare tipo di disuguaglianza tra funzioni di correlazione che può essere invece violato da alcune previsioni della meccanica quantistica, in particolare da quelle basate sugli stati *entangled*. L'argomento di EPR, dunque, pose in rilievo il problema della *completezza* del formalismo quantistico, dato che era possibile, in ben precise situazioni fisiche (riguardanti quelli che poi verranno chiamati stati *entangled*), prevedere con certezza alcune proprietà di un sistema senza che il formalismo fosse in grado di descrivere quello stesso sistema come avente quelle proprietà predette con certezza. Per usare la terminologia dei tre Autori, il fatto che alcune proprietà, in certe situazioni, potevano essere predette con certezza, portava, sulla base del loro criterio di realtà, a sostenere l'esistenza di un elemento di realtà associato a quelle proprietà, senza che tale elemento di realtà avesse una *controparte* a livello della descrizione formale dei sistemi quantistici (in quelle situazioni fisiche). Da questo proviene, dunque, l'esigenza di completare il formalismo.

Inoltre, considerando che il completamento proposto da Bell andava proprio nella direzione della possibilità 1) considerata da EPR, le conferme sperimentali della violazione, da parte della meccanica quantistica, delle disuguaglianze di Bell, da un lato ponevano seri problemi all'interpretazione realistica della teoria nella prospettiva del criterio di EPR, ma al tempo stesso mostravano chiaramente che il principio *filosofico* utilizzato dai tre Autori, proprio perché non si mostra insensibile all'esperienza, si configura necessariamente come un principio dotato di significato dal punto di vista fattuale.

Questa riformulazione in termini significanti, dal punto di vista empirico, delle tesi del realismo metafisico è avvenuta operando uno spostamento della nozione di realtà dagli oggetti alle loro *proprietà prevedibili*, facendo propria la critica, prima kantiana e poi logico-empirista, all'esistenza come *ulteriore* proprietà

che può essere attribuita a un oggetto in aggiunta alle sue proprietà empiriche. Esiste quindi una perfetta continuità tra realismo metafisico e realismo empirico nel senso che quest'ultimo conserva l'idea fondamentale della realtà come indipendenza dalla mente (o coscienza) caratteristico del primo ma, considerando la prevedibilità attraverso le nostre teorie come una garanzia di realtà, è il realismo empirico ad apparire fondato sulla scienza, e nel nostro caso specifico sulla fisica, e non viceversa. Nel caso del realismo metafisico, è infatti la fisica a dover essere fondata sul realismo, come ha sottolineato uno dei più autorevoli sostenitori di quest'ultimo punto di vista: «*I'm not only a realist but a metaphysical realist [...]. That is, my realism is not based on physics, but physics, I think, is based on realism*» [Popper 1985: 3].

Il criterio di realtà di EPR è strettamente deterministico; ciò deriva dal fatto che esso richiede che le proprietà del sistema fisico a cui viene attribuita realtà devono essere prevedibili con certezza per ogni singolo sistema. Così, le teorie a variabili nascoste che soddisfacevano la disuguaglianza di Bell erano non soltanto locali (vale a dire, in accordo con la località einsteniana che vietava l'esistenza di azioni a distanza superluminali), ma anche deterministiche. Il risultato di Bell venne comunque presto esteso alle teorie probabilistiche locali di variabili nascoste da Clauser e Horne [1974]. Appariva quindi naturale generalizzare in senso probabilistico anche l'argomento di EPR.

3. GENERALIZZAZIONI PROBABILISTICHE DEL REALISMO EMPIRICO DI EPR

La prevedibilità con certezza richiesta dal criterio di realtà di EPR, se per un verso costituiva una diretta conseguenza della descrizione quantistica nel caso di coppie di particelle correlate, dall'altro sembrava richiedere una forte idealizzazione rispetto alle situazioni fisiche reali, nelle quali, per poter fare previsioni certe rispetto al risultato di una misurazione, dovremmo poter disporre di un apparato di misura ideale. Un tale apparato non esiste tuttavia nel mondo fisico, dato che ogni strumento di misura ha un certa probabilità p di errore, che per un buon apparato, sarà naturalmente molto bassa: $p \ll 1$. Il criterio di EPR avanzava invece l'ipotesi semplificatrice che $p = 0$, richiedendo una precisione assoluta, una sorta d'infallibilità nei risultati delle nostre misurazioni.

Per evitare quest'ultima difficoltà, si può cercare, come è stato proposto da uno di noi, di formulare un nuovo e più ampio criterio sostituendo la nozione di "prevedibilità con certezza", con quella "prevedibilità con un alto grado di probabilità induttiva": «se senza disturbare il sistema possiamo prevedere con un alto grado di probabilità la proprietà di un sistema fisico allora possiamo attribuire tale proprietà a quel sistema, vale a dire, possiamo considerare quella proprietà come reale» [Tarozzi 1979]. A partire da tale principio di realtà è stata discussa una prima generalizzazione in senso probabilistico del paradosso di

EPR, che riporteremo sinteticamente data la sua capacità di mostrare il significato fattuale anche di questa seconda forma di realismo empirico.

Consideriamo il “classico” esperimento di correlazione, in cui due sistemi correlati 1 e 2 si propagano verso due apparati di misura spazialmente separati. Lo stato complessivo è descritto dal vettore:

$$|\psi_{1,2}\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} (|+\rangle_1 |-\rangle_2 - |-\rangle_1 |+\rangle_2). \quad (1)$$

Supponiamo ora di effettuare una misurazione della componente di *spin* lungo una certa direzione sul sistema 1 e di ottenere il valore $+1/2$. In considerazione della non infallibilità degli apparati di misura (che, per ipotesi, possono sbagliare con probabilità $p \ll 1$), e del fatto che la meccanica quantistica impone che la componente totale dello *spin* dei due sistemi considerati, lungo la direzione scelta per la misura sul primo sistema, deve essere zero, possiamo predire con un alto grado di probabilità $1-p$ che il sistema 2 avrà il valore $-1/2$ per lo *spin* lungo quella direzione. Ora, considerando un generico stato quantistico per un singolo sistema a due livelli (*two-level-system*)

$$|\eta\rangle = a|+\rangle + b|-\rangle, \quad (2)$$

il sistema avrà, per l'ipotesi della non infallibilità degli apparati,

$$\text{il valore } +\frac{1}{2} \text{ con probabilità } P_+ = |a|^2(1-p) + |b|^2 p \text{ e} \quad (3)$$

$$\text{il valore } -\frac{1}{2} \text{ con probabilità } P_- = |a|^2 p + |b|^2(1-p). \quad (4)$$

Se ora assumiamo che il nostro generico sistema sia proprio il sistema 2 del sistema composto descritto dal vettore (1), e considerando che i coefficienti a e b devono soddisfare le condizione di normalizzazione ($|b|^2 + |a|^2 = 1$), le (3)-(4) diventano:

$$P_+ = p + (1-2p)|a|^2 = p \quad (5)$$

$$P_- = 1-p + (1-p)|a|^2 = 1-p. \quad (6)$$

Si constata facilmente che queste ultime uguaglianze, data l'assunzione iniziale che $p \ll 1$, sono rispettate soltanto per $a = 0$, il che implica che $|b|=1$. Questo, a sua volta, implica che lo stato del sistema su cui è possibile prevedere con un alto grado di probabilità $1-p$ (ove $p \ll 1$) il valore $-1/2$ sarà comunque

descritto dal vettore $|-\rangle$. Ora, sotto l'ipotesi (di località) che, dato che i due sistemi 1 e 2 sono separati al momento della misura su 1, tale misura non può aver modificato lo stato di 2, possiamo applicare il criterio di realtà nella sua forma probabilistica più generale data sopra, riconoscendo che 2 era nello stato $|-\rangle$ anche prima della misura. Considerando che la meccanica quantistica impone che lo *spin* totale lungo la direzione considerata sia zero, l'ipotesi di completezza della meccanica quantistica ci porta necessariamente ad ammettere che il sistema totale 1+2 era già nello stato $|+\rangle_1|-\rangle_2$ anche prima dell'istante della misurazione effettuata sul sistema 1.

Se estendiamo le precedenti considerazioni a un ampio numero di simili coppie di sistemi, giungiamo alla conclusione che l'*insieme statistico* che essi formano è descrivibile come una miscela, con uguale peso statistico, degli stati

$$|+\rangle_1|-\rangle_2 \text{ e } |-\rangle_1|+\rangle_2 \quad (7)$$

anche prima che una qualsiasi misurazione abbia luogo, una situazione sperimentalmente distinguibile, come già si è visto, da quella descritta dallo stato (1).

Questa generalizzazione probabilistica del paradosso di EPR apparve tuttavia poco prima che entrasse in crisi la generalizzazione probabilistica del teorema di Bell, data da Clauser e Horne. La dimostrazione di tali Autori, si rivelò infatti ben presto fondata su un'assunzione addizionale nota come ipotesi di fattorizzabilità [Selleri, Tarozzi 1981b], che consisteva nell'identificazione della nozione fisica di località con il concetto di indipendenza statistica del calcolo delle probabilità, come apparve chiaro dalla discussione di un modello realistico locale in grado di violare questa ipotesi addizionale: «F. Selleri e G. Tarozzi trovarono un modello che soddisfa la definizione della località di Bell, ma non la definizione di località di Clauser e Horne (nota anche come “condizione di fattorizzabilità”)» [Popper 1985: 23].

In tal modo veniva messa in luce secondo Popper l'infondatezza di ciò che egli definiva la “pretesa universalità” del teorema di Bell, vale a dire che «tutte le possibili teorie locali (di emissione e propagazione di particelle in direzioni opposte) portano a previsioni statistiche che differiscono dalle previsioni della meccanica quantistica» [ivi: 11], che sembrava aprire la strada a una possibilità di conciliazione tra meccanica quantistica e un suo completamento realistico ma non deterministico.

Contro quest'ultima possibilità è stata proposta una dimostrazione del paradosso di EPR e del teorema di Bell, a partire da una ulteriore riformulazione in termini probabilistici del loro criterio di realtà. Il nuovo criterio probabilistico di realtà è stato così formulato:

Se ad un certo istante t_1 , senza disturbare un sistema fisico O, possiamo predire che se eseguiamo, in un istante successivo $t_2 > t_1$, una misurazione su O troveremo sempre

una proprietà Γ , cioè che la grandezza fisica R , definita su O , ha (al tempo t_2 , e con probabilità rispettivamente date da p_1, p_2, \dots, p_n) i differenti possibili valori r_1, r_2, \dots, r_n , allora diremo che Γ è una proprietà reale di O e che può caratterizzare tale sistema fisico anche ad un tempo anteriore alla nostra previsione. [Tarozzi 1994: 258]

Ora, l'introduzione di proprietà come Γ permette, in primo luogo, di non far ricorso a considerazioni probabilistiche soltanto come conseguenza di possibili errori nel processo di misurazione e, in secondo luogo, di abbandonare l'idea che le probabilità in meccanica quantistica dipendono necessariamente dall'esistenza di variabili nascoste, la cui conoscenza eliminerebbe ogni considerazione di tipo probabilistico. Il criterio di realtà probabilistico può infatti essere applicato a stati di EPR-generalizzati in cui le correlazioni tra i due sottosistemi non sono strette ma ammettono eccezioni. Il vettore che descrive simili stati implica che ognuna delle coppie di sistemi da esso descritti siano identici, e quindi che un insieme costituito da N tali sistemi dia vita ad un *insieme omogeneo*. Questo però è in contraddizione con l'assunzione che i sistemi considerati siano caratterizzati da proprietà di tipo Γ : questa assunzione infatti implica, a sua volta, che gli N sistemi costituiscano una *miscela statistica* (vale a dire un insieme *non-omogeneo*) – in aperta violazione della descrizione quantistica degli stati generalizzati di EPR. Per rendere tale contraddizione evidente è sufficiente esplicitare qualche dettaglio formale [Selleri, Tarozzi 1983: 58-60; Tarozzi 1993].

Lo stato generalizzato di EPR per una coppia di sistemi correlati può essere descritto dal seguente vettore:

$$|\eta\rangle = \alpha |\psi_1\rangle |\phi_1\rangle + \beta |\psi_1\rangle |\phi_2\rangle + \gamma |\psi_2\rangle |\phi_1\rangle + \delta |\psi_2\rangle |\phi_2\rangle \quad (8)$$

Dove $|\psi_1\rangle$ e $|\psi_2\rangle$ ($|\phi_1\rangle$ e $|\phi_2\rangle$) sono i vettori di *spin* per le particelle (con *spin* semi-intero) P_1 (P_2) la cui componente di *spin* S_1 (S_2), lungo una direzione *stabilita*, è rispettivamente uguale a $+1$ e -1 (in unità $\hbar/4\pi$); $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ sono coefficienti non negativi che soddisfano la condizione di normalizzazione ($|\alpha|^2 + |\beta|^2 + |\gamma|^2 + |\delta|^2 = 1$).

Dal vettore (8) possono essere derivate le seguenti probabilità *individuali*:

$$P(S_1 = +1) = |\alpha|^2 + |\beta|^2 \quad (9)$$

$$P(S_1 = -1) = |\gamma|^2 + |\delta|^2 \quad (10)$$

$$P(S_2 = +1) = |\alpha|^2 + |\gamma|^2 \quad (11)$$

$$P(S_2 = -1) = |\beta|^2 + |\delta|^2 \quad (12)$$

in cui, $P(S_1 = +1)$ indica la probabilità che la componente di *spin* lungo la direzione prefissata della prima particella è uguale a +1, e così via per gli altri casi. Da (8) sono derivabili anche le seguenti probabilità congiunte:

$$P(S_1 = +1 \wedge S_2 = +1) = |\alpha|^2, \quad (13)$$

$$P(S_1 = +1 \wedge S_2 = -1) = |\beta|^2, \quad (14)$$

$$P(S_1 = -1 \wedge S_2 = +1) = |\gamma|^2, \quad (15)$$

$$P(S_1 = -1 \wedge S_2 = -1) = |\delta|^2. \quad (16)$$

Inoltre, possiamo definire le probabilità condizionate per il risultato di possibili misure di S_2 , che risultano dalla supposizione che venga eseguita una misura di S_1 ; si hanno le quattro seguenti possibilità:

$$P(S_2 = +1 | S_1 = +1) = |\alpha|^2 / (|\alpha|^2 + |\beta|^2), \quad (17)$$

$$P(S_2 = -1 | S_1 = -1) = |\delta|^2 / (|\gamma|^2 + |\delta|^2), \quad (18)$$

$$P(S_2 = -1 | S_1 = +1) = |\beta|^2 / (|\alpha|^2 + |\beta|^2), \quad (19)$$

$$P(S_2 = +1 | S_1 = -1) = |\gamma|^2 / (|\gamma|^2 + |\delta|^2). \quad (20)$$

Supponiamo ora che sia effettuata una misura della terza componente di *spin* del primo sistema e che $S_1 = +1$ sia il risultato trovato. Da questo, considerando la (17) e la (19), la meccanica quantistica permette di predire con certezza e senza disturbare in alcun modo il secondo sistema che:

la terza componente di *spin* del secondo sistema ha $r_1 = +1$ e $r_2 = -1$ come possibili differenti valori, le cui probabilità sono date, rispettivamente, da $p_1 = |\alpha|^2 / (|\alpha|^2 + |\beta|^2)$ e $p_2 = |\beta|^2 / (|\alpha|^2 + |\beta|^2)$.

È facile vedere che quest'ultima è una proprietà di tipo Γ che, dato il criterio probabilistico di realtà, deve essere considerata come caratterizzante il secondo sistema anche prima che venga effettuata la misura sul primo. In altre parole, essendo questa proprietà indipendente da quella ottenuta sul primo sistema, p_1 e p_2 devono essere considerate come probabilità *individuali* e non condizionate. Abbiamo visto, però, che il vettore di stato (8) impone che le vere probabilità individuali siano:

$$(|\alpha|^2 + |\gamma|^2) = P(S_2 = +1) \neq p_1 \text{ e}$$

$$(|\beta|^2 + |\delta|^2) = P(S_2 = -1) \neq p_2.$$

La sola descrizione quantistica che permetterebbe di considerare p_1 and p_2 come probabilità *condizionate*, e che contemporaneamente conserverebbe le probabilità congiunte date da (13)-(16), è la miscela statistica di stati descritti da due differenti vettori di stato:

$$|\eta^1\rangle, \text{ con probabilità } a \text{ priori } |\alpha|^2 / (|\alpha|^2 + |\beta|^2) \text{ e}$$

$$|\eta^2\rangle, \text{ con probabilità } a \text{ priori } |\beta|^2 / (|\alpha|^2 + |\beta|^2).$$

Esiste, dunque, un contrasto tra le conseguenze del formalismo quantistico e quelle che seguono dall'assunzione dell'esistenza di proprietà di tipo Γ , in relazione a stati generalizzati di EPR del tipo (8): considerare p_1 e p_2 come probabilità individuali piuttosto che come probabilità condizionate ha conseguenze osservabili diverse. La disuguaglianza di Bell non vengono infatti mai violate da insiemi statistici (e quindi nel caso in cui p_1 e p_2 siano probabilità *condizionate*) ma possono essere invece violate nei casi di insiemi omogenei (e perciò nel caso in cui p_1 e p_2 siano probabilità *individuali*).

Si può dunque concludere che anche una versione generalizzata in senso probabilistico del realismo empirico contenuto nel criterio di realtà di EPR non è compatibile neppure con una formulazione autenticamente probabilistica della teoria quantistica (dello *spin*) in cui venga eliminato ogni residuo deterministico. Questo significa anche che – come può essere visto riflettendo sul fatto che le probabilità p_1 e p_2 dovrebbero essere considerate, secondo il criterio di realtà probabilistico, come individuali, e che quindi le proprietà ad esse associate (r_1 e r_2 , rispettivamente) dovrebbero caratterizzare il sistema 2 prima (ed indipendentemente) dalla misura su 1 – anche questa seconda formulazione probabilistica del principio di realtà di EPR appare perfettamente dotata di significato, dal momento che la sua assunzione, esattamente come accadeva nel caso dell'originario criterio di EPR, conduce alle medesime precise e non banali conseguenze empiriche.

4. IL REALISMO SCIENTIFICO DI EVANDRO AGAZZI E LA REALTÀ FISICA DELLA FUNZIONE D'ONDA

Come abbiamo visto, l'argomento di EPR, e il dibattito che ne seguì, poneva con decisione il problema dell'*incompletezza* della meccanica quantistica. La più naturale possibilità di completamento della teoria esistente, peraltro già proposta qualche anno prima da de Broglie al congresso Solvay del 1927 con la teoria dell'onda pilota, andava nella direzione di un'interpretazione realistica della

funzione d'onda. Un simile impegno ontologico nei confronti di questo termine teorico del formalismo quantistico corrisponde all'assunzione di una concezione di realismo scientifico del tipo sostenuto da Agazzi, vale a dire di un realismo che non riguarda – come quello empirico – le *proprietà* dei sistemi, ma che si concentra direttamente sulle *entità* stesse. Proprio questo portò a ritenere che il realismo empirico implicasse il realismo scientifico come sua formulazione debole e che entrambi dovessero essere sostenuti contemporaneamente per un'interpretazione realistica della meccanica quantistica coerente ed esaustiva: coerente perché se il formalismo quantistico dà, come mostrano sia la versione deterministica sia quella probabilistica dell'argomento di EPR, una descrizione incompleta, appare inevitabile andare a completare l'interpretazione parziale del suo concetto teorico fondamentale proposta da Born (la quale si limita a identificare il modulo quadro della funzione d'onda con la densità di probabilità di trovare una particella) attribuendo invece proprietà reali specifiche a tale termine teorico; esaustiva perché una teoria in cui si assume la realtà delle proprietà prevedibili dovrà impegnarsi ontologicamente anche sui suoi concetti fondamentali. Appariva quindi assolutamente naturale che l'interpretazione realistica della meccanica quantistica, così come quella di una qualunque altra teoria fisica, dovesse soddisfare entrambe i seguenti requisiti [Tarozzi 2006: 130; 2007b: 27-28]:

a) il primo è che i concetti non-logici di una teoria che ne caratterizzano lo specifico contenuto empirico possano essere messi in corrispondenza con, o in altri termini hanno come “controparte”, proprietà o oggetti fisici reali;

b) il secondo è che l'intera teoria soddisfi un principio generale ed epistemologico di realtà che non si limita esso stesso, né richiede necessariamente, un'interpretazione realistica di questo o quel concetto, ma stabilisce l'indipendenza da ogni processo mentale delle proprietà degli oggetti che possono essere predette senza essere, per questo scopo, costretti ad interagire con l'oggetto a cui queste proprietà sono riferite.

In altri termini dunque, esistono due assunzioni distinte e complementari che sono alla base di una interpretazione realista (non metafisica) di una teoria fisica [Tarozzi 2006: 132]:

a) L'attribuzione di realtà ai suoi *concetti* basilari;

b) l'assunzione che le *proprietà* fisiche predette da questa teoria sono proprietà oggettive (o, nella versione fenomenistica del realismo, intersoggettive) indipendenti dalla mente o dalla coscienza di un dato osservatore.

Abbiamo visto come i due requisiti (a) e (b) corrispondano a due distinte tesi realistiche: il requisito (b) con il realismo empirico *a là* EPR, mentre il requisito (a), preso da solo, può essere visto come una tesi realista più moderata. Da quanto segue, vedremo come la posizione sostenuta da Evandro Agazzi e che egli stesso definisce “*realismo scientifico*”, corrisponda al realismo basato sul solo requisito (a).

Agazzi elabora la propria concezione proprio in stretta connessione con i problemi sollevati dalla meccanica quantistica, ed in particolare con il significa-

to del principio di complementarità (si veda anche § 1) e con l'interpretazione realistica della funzione d'onda.

L'esigenza realistica dell'Autore nasce dal problema di stabilire il valore conoscitivo delle teorie scientifiche. Il punto è quello di accertare se si possa attribuire ad esse un valore *oggettivo*, un termine di cui Agazzi evidenzia tre sensi fondamentali diversi: «l'oggettività come intersoggettività, come invarianza e come corrispondenza ad oggetti» [Agazzi 1969: 364]. Mediante una efficace e molto circostanziata analisi [Agazzi 1969: 339-357; anche 1979b], viene mostrato che questi tre sensi possono venire identificati. I presupposti che rendono possibile che intersoggettività, invarianza e corrispondenza ad oggetti coincidano da un punto di vista concettuale ed epistemologico sono essenzialmente, almeno per ciò che ci riguarda, tre: (I) il *fondamento operazionistico* dei concetti scientifici e il fatto che essi, pur basandosi su operazioni, *non* possono essere *ridotti* ad una dimensione puramente operazionistica; (II) la constatazione che il significato dei termini scientifici è essenzialmente contestuale e (III) il fatto che gli oggetti scientifici, costituiti a partire da proprietà stabilite in maniera *oggettiva grazie a* operazioni, non rappresentano un semplice aggregato di proprietà ma una *struttura* ben definita di *relazioni* tra tali proprietà.

Come vedremo, questi tre punti risultano più fortemente interconnessi tra loro soprattutto per ciò che riguarda quei concetti scientifici che sono espressi dai cosiddetti termini teorici – ovvero quei termini i cui denotati non sono direttamente osservabili. D'altra parte, ciò su cui la nostra attenzione è focalizzata è proprio un termine teorico: precisamente quello di *onda quantistica*. Analizziamo brevemente ciascuno di questi punti.

(I) Le teorie scientifiche sono costruite sulla base di termini teorici, ma il loro fine è quello di fornire spiegazioni di fatti di esperienza immediata, descrivibili con termini empirici (o osservativi). Questo pone il problema di come garantire che i termini teorici possano mantenere un legame con quelli empirici [Agazzi 1969: 138-139]. Un concetto teorico come “elettrone” è un «costrutto teorico attorno al quale raggruppiamo molte proprietà definibili operativamente» [*ivi*: 146; si veda anche Colagè 2006]. Ed è proprio questo aspetto operativo che permette ai termini teorici di mantenere un contatto con l'esperienza, e dunque di avere un significato fisico [Agazzi 1997: 49-65]. Tuttavia, tali termini teorici non possono essere ridotti ai termini operativi direttamente denotanti ambiti di operazioni: «[...] noi non ci sogniamo neppure di dire che i concetti teorici si possano ridurre a concetti operativi: chi pretendesse questo, farebbe esattamente come chi pretendesse di ridurre la casa ai mattoni che la compongono» [Agazzi 1969: 147-148].

Le varie combinazioni di termini empirici (operativi) danno vita a costrutti (i termini teorici) che non sono più essi stessi direttamente operativi. Questo punto sarà rilevante per i prossimi paragrafi in quanto fornirà la base filosofica per poter attribuire una realtà fisica all'onda quantistica, anche se essa non risulta direttamente “osservabile” o misurabile – vale a dire, anche se essa non

può essere definita direttamente in termini operativi. Tuttavia sarà necessario poter associare tale entità teorica ad una qualche proprietà rivelabile.

(II) Da quanto appena detto, segue anche che il significato dei termini teorici è sempre un significato *contestuale*. Questo

non equivale a dire, si badi bene, che ad essi il significato fisico viene *dai termini osservativi* grazie ad un contesto [...], ma viene proprio *dal contesto*, nel quale i termini osservativi sono presenti, ma non da soli, in quanto il contesto è fatto, autenticamente, anche di tutti i nessi logici e matematici che collegano tra loro i vari concetti, osservativi e no. [Agazzi 1969: 148]

Il contesto in cui i termini teorici assumono significato definito non è nient'altro che la teoria in cui essi compaiono e che contribuiscono a costituire. Soltanto la teoria nel suo complesso può essere interpretata empiricamente e quindi essere messa in relazione con osservazioni possibili. Anche questo punto è della massima rivelanza per un'interpretazione realistica dell'onda quantistica. Secondo Agazzi, gran parte dei problemi interpretativi della meccanica quantistica discende dal tentativo di applicare agli oggetti quantistici concetti di derivazione classica. La soluzione non può consistere tuttavia, secondo il nostro Autore, in qualche combinazione inedita delle immagini corpuscolare e ondulatoria in senso classico, proprio a causa del carattere contestuale dei termini teorici: «non solo possiamo, ma dobbiamo dire che “non è la stessa particella”, “non è la stessa onda” quella di cui si parla in meccanica classica e in meccanica quantistica perché i contesti sono diversi» [ivi: 271].

Di qui nasce l'esigenza di ricercare, per uscire dalle difficoltà connesse con un'interpretazione realistica della meccanica quantistica, concetti *veramente nuovi*:

nuovi non solo, come già accade, per il semplice fatto di risultare dalla combinazione in modo nuovo di concetti classici ma, addirittura, per il fatto di sostituire in tutto o in parte tali «componenti» classiche con qualcosa di veramente nuovo. [ivi: 285]

Lo stesso concetto viene ribadito dall'Autore anche a decenni di distanza [Agazzi [1988]. Vedremo nel seguito che nella storia della meccanica quantistica sono presenti alcuni tentativi di soddisfare questa esigenza chiaramente sottolineata da questa acuta analisi filosofica di Agazzi, che hanno dato luogo a diverse proposte di esperimenti volti all'individuazione delle proprietà di questi nuovi oggetti (ed in particolare dell'onda quantistica).

(III) In relazione all'ultimo dei punti sopra accennati, abbiamo già ricordato che gli oggetti scientifici denotati (molto spesso) da termini teorici, si presentano come strutture relazionali di proprietà definibili operativamente; ma anche che essi non possono essere completamente ridotti a tali proprietà. Quest'ultima istanza, fondamentale nel pensiero di Agazzi, è strettamente legata al carattere contestuale dei termini teorici:

l'oggetto è sempre una struttura, una struttura di relazioni, la maggior parte delle quali può essere frutto di operazioni, ma il cui «stare insieme» non è giustificabile con alcuna operazione pur dovendo riuscire appurabile in modo oggettivo. [Ivi. 374]

Ora, il tentativo di ricostruire questa struttura è proprio il compito principale delle teorie scientifiche, in quanto «la struttura non è ciò che «sta sotto» le determinazioni sperimentali e le caratteristiche obiettivabili, ma è ciò che è costituito da esse: è, appunto, l'oggetto» [ivi].

D'altra parte, è proprio questa struttura che rende il mondo ciò che è, e che fa sì che le nostre teorie, in quanto tentativi di ricostruire quella struttura, possono essere sbagliate, nella misura in cui suppongono una struttura che non è quella del mondo (o dell'universo di oggetti che costituiscono il dominio della teoria). Il carattere strutturale delle entità teoriche risulterà utile per comprendere che tipo di realtà può essere attribuito alle onde quantistiche.

Abbiamo già più volte accennato che proprio questo termine teorico presenta notevoli difficoltà rispetto alla possibilità di una sua interpretazione in senso realistico. Ora, proprio nello stesso anno in cui Agazzi esprimeva per la prima volta l'esigenza di un autentico rinnovamento dei concetti della fisica classica, Franco Selleri [1969] proponeva una nuova ipotesi realistica a proposito dell'onda quantistica che andava decisamente, e per la prima volta, nella direzione auspicata da Agazzi [Tarozzi 2007a]. Questa direzione di ricerca ha recentemente portato, come già ricordato, all'elaborazione di un nuovo esperimento mentale, le cui conseguenze scientifiche e filosofiche sembrano portare un significativo elemento di novità anche sul problema del realismo in meccanica quantistica.

5. INTERPRETAZIONE REALISTICA E INTERPRETAZIONE ORTODOSSA DELLA FUNZIONE D'ONDA

Il primo tentativo di interpretazione realistica della funzione d'onda risale, come già accennato, a Louis de Broglie [1927; 1955; 1956] e alla sua teoria dell'onda pilota, una teoria che, in estrema sintesi, sostiene che ogni particella è accompagnata e guidata nel suo moto da un'onda classica. Risultano così perfettamente spiegati i fenomeni di diffrazione e autointerferenza delle particelle, ma non il fatto che le evidenze empiriche mostrano che tutta l'energia si trova concentrata nella particella. Il che poneva un serio problema epistemologico, quello dell'assunzione dell'esistenza di un'entità fisica (l'onda pilota, appunto) a cui non era però direttamente associata alcuna quantità fisica osservabile, come accade invece nel caso dell'onda classica, una delle cui principali caratteristiche è proprio quella di trasportare energia.

Nel tentativo di individuare una via nuova per superare questo problema, Franco Selleri avanzò una soluzione basata sull'ipotesi rivoluzionaria che, no-

nostante non fosse possibile associarle direttamente una qualche quantità fisica, l'onda quantistica potesse essere messa in relazione con variazioni nella probabilità di transizione di alcuni tipi di sistemi con i quali si trovasse a interagire, e quindi con fenomeni fisicamente osservabili. A partire da questa idea, fin dal 1969 Selleri propose un esperimento, successivamente perfezionato [Selleri 1984], in cui una sorgente di fotoni (Fig. 1) incide su uno specchio semitrasparente che divide il fascio incidente in un fascio trasmesso e in uno riflesso che si propagano verso due rivelatori (DT e DR, rispettivamente).

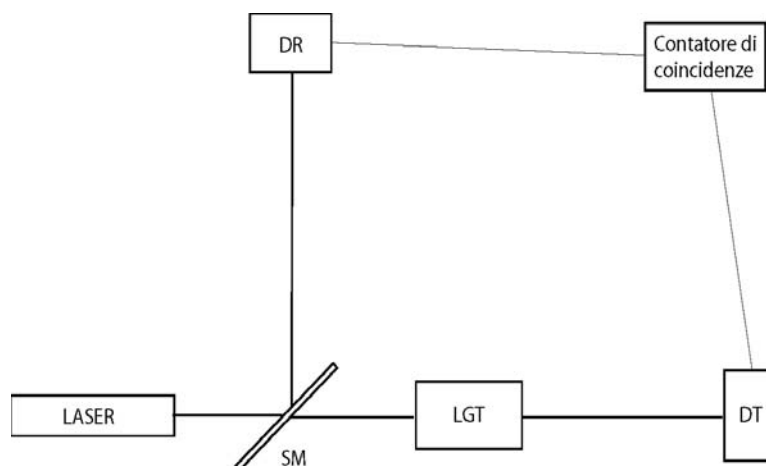


Fig. 1

Lungo il percorso del fascio trasmesso, tra lo specchio semitrasparente SM e DT, viene posto un tubo di guadagno laser LGT. Nei casi in cui DR, che si trova lungo il fascio riflesso, rivela la presenza di un fotone, nel fascio trasmesso dovrebbe essere presente la sola onda quantistica che, secondo l'ipotesi di Selleri, ha la possibilità di rivelare la sua presenza, generando emissione stimolata di fotoni nel passaggio attraverso LGT: infatti, le molecole contenute in LGT sono tenute in un livello eccitato, che include la lunghezza d'onda dell'onda incidente. Il fotone eventualmente emesso da LGT potrebbe essere rivelato da DT. In questo modo le coincidenze tra le rivelazioni di DT e DR indicherebbero inequivocabilmente la propagazione di un fenomeno ondulatorio privo di energia trasmesso dallo specchio semitrasparente lungo il braccio in cui è posto DT. La propagazione spazio-temporale di questa nuova entità potrebbe essere studiata controllando se le coincidenze tra DT e DR spariscono quando viene inserito un ostacolo nel fascio trasmesso prima di LGT (che impedirebbe in tal modo all'onda di dar vita all'emissione stimolata). Una risposta positiva dell'esperimento avrebbe mostrato, secondo Selleri, che «qualcosa che non trasporta energia o impulso ma che può produrre transizioni di probabilità

si propaga nello spazio e nel tempo» [ivi], confermando così una nuova interpretazione realistica dell'onda quantistica.

Due varianti dell'esperimento di Selleri furono successivamente proposte da uno degli scriventi: la prima di queste varianti [Tarozzi 1982; 1984] costituiva un controllo sperimentale dell'interpretazione realistica dell'esperimento della doppia fenditura proposta come alternativa all'interpretazione logico quantistica [Selleri, Tarozzi 1978], mentre la seconda si proponeva di mettere in evidenza la coesistenza della nuova proprietà (di generare emissione stimolata di luce) delle onde quantistiche ipotizzata da Selleri, con quella ben nota di produrre auto-interferenza di fotoni, mostrando come entrambe queste proprietà si riferissero al medesimo oggetto e non dovessero essere considerate complementari e quindi anche reciprocamente esclusive nel senso di Bohr [Tarozzi 1985a; 1985b].

Altri autori proposero diversi esperimenti per rivelare le proprietà fisiche delle onde quantistiche, basati sul fallimento dell'ipotesi di Selleri che l'onda quantistica produca emissione stimolata di fotoni. Tuttavia, tali esperimenti, a differenza di quello di Selleri, non costituivano tanto o soltanto dei test dell'interpretazione realistica della funzione d'onda, quanto piuttosto dei controlli sperimentali del postulato di riduzione della funzione d'onda stessa, uno dei presupposti fondamentali della teoria quantistica della misurazione.

Le due proposte più significative in questo senso sono dovute a Garuccio, Rapisarda, Vigier [Garuccio *et al.* 1982] e ancora a uno dei due presenti Autori [Tarozzi 1985a], il quale ha anche mostrato la possibilità di combinare entrambe tali proposte in un singolo esperimento [Tarozzi 1985b], che illustreremo ora brevemente.

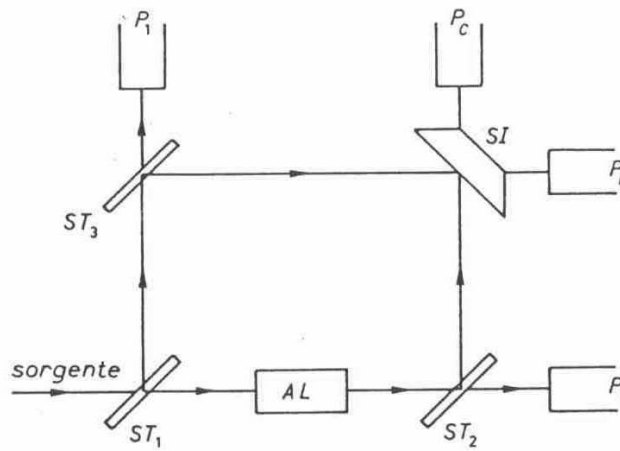


Fig. 2.

L'apparato sperimentale (Fig. 2), consiste di una sorgente incoerente e d'intensità molto bassa di fotoni monocromatici che, incidendo su uno specchio semitrasparente (ST_1), vengono scissi in un fascio trasmesso ed uno riflesso. Entrambi i fasci vengono nuovamente divisi da altri due specchi semitrasparenti (ST_2 e ST_3) in due componenti. Le componenti trasmesse si propagano verso i fotomoltiplicatori P_1 e P_2 rispettivamente, mentre entrambe le parti riflesse raggiungono il sistema interferenziale SI (composto da due fotomoltiplicatori P_C e P_D situati, rispettivamente, nelle zone di interferenza costruttiva e distruttiva). Lungo il cammino del fascio trasmesso, tra ST_1 e ST_2 , viene collocato un amplificatore laser AL.

Con un simile dispositivo possiamo, in primo luogo, controllare l'ipotesi dell'emissione stimolata dovuta a Sella, verificando l'esistenza di coincidenze non casuali tra le rivelazioni di P_1 e P_2 , una volta che ST_2 e ST_3 sono stati rimossi. La constatazione di tali coincidenze dimostrerebbe infatti che l'onda relativa alla particella che è stata rivelata da P_1 è stata trasmessa da ST_1 producendo poi l'emissione di una seconda particella, attraversando AL, rivelata da P_2 .

Ora, indipendentemente dal risultato trovato, siamo comunque in grado di controllare sperimentalmente il postulato di riduzione della funzione d'onda. In primo luogo, infatti, supponiamo che le coincidenze non casuali tra le rivelazioni di P_1 e P_2 non vengano trovate, e che, dunque, l'onda quantistica non provochi l'emissione stimolata di fotoni. Questo riporterebbe la situazione all'ipotesi di base di Garuccio, Rapisarda e Vigier, del 1982, secondo la quale AL si limiterebbe a duplicare le particelle che lo attraversano e che saranno, quindi, nei casi interessanti, rivelate da P_2 e da SI con probabilità $1/3$. In particolare, secondo i tre Autori, la possibilità di isolare, nel fascio riflesso da ST_1 e ST_2 , l'onda quantistica priva della relativa particella, permetterebbe di avere interferenza in SI, e quindi, coincidenze tra P_2 e P_C (regione di interferenza costruttiva). Tale risultato sarebbe in contraddizione con le previsioni quantistiche basate sul postulato di riduzione della pacchetto d'onda che imporrebbero le coincidenze tra P_2 e P_D (e non P_C) a causa della scomparsa dell'interferenza in conseguenza della possibilità di stabilire il percorso seguito dalla particella nell'apparato.

Supponiamo ora di trovare coincidenze tra P_1 e P_2 , confermando l'ipotesi dell'emissione stimolata. In questo caso la rivelazione delle coincidenze tra P_2 e P_C non sarebbe più in contraddizione con il postulato di riduzione dal momento che non saremmo ora in grado di stabilire se il fotone rivelato da P_2 è una conseguenza della duplicazione della particella proveniente da ST_1 o dall'emissione stimolata provocata dalla sola onda quantistica nell'attraversare AL. Tuttavia, la rivelazione della particella in P_1 consente di stabilire che un'onda quantistica si è propagata da ST_3 a SI. La verifica della coincidenza tra P_1 e P_D (che contrastano le previsioni quantistiche delle coincidenze tra P_1 e P_C) non confermerebbero soltanto l'interpretazione realistica della funzione d'onda ma confuterebbero anche il postulato di riduzione.

Questo secondo tipo di esperimenti volti a rivelare le proprietà delle onde quantistiche hanno la caratteristica comune di stare a metà strada tra gli esperimenti che, come quello di Selleri e le varianti di uno di noi, controllavano l'interpretazione filosofica di un termine teorico e erano privi di conseguenze nei confronti della validità dell'attuale formalismo quantistico, e gli esperimenti sul teorema di Bell, che controllano invece, come abbiamo visto, la validità della descrizione quantistica basata sugli stati non fattorizzabili (*entangled*), logicamente implicati dal principio di sovrapposizione, uno dei due principi fondamentali (l'altro è il principio di indeterminazione) su cui è stato costruito il formalismo stesso.

Ci troveremmo quindi di fronte ad un livello intermedio di controllabilità della teoria quantistica: una falsificazione sperimentale del postulato di riduzione non comporterebbe soltanto l'esigenza di un abbandono dell'interpretazione di Copenhagen, implicata da una eventuale rivelazione delle proprietà dell'onda quantistica, ma anche una modifica della formulazione assiomatica della teoria, che, a differenza di quanto accadrebbe nel caso di una conferma sperimentale delle disuguaglianze di Bell, consentirebbe tuttavia di conservare i principi matematici basilari dell'attuale formalismo.

Gli esperimenti finora realizzati, tuttavia, non sono riusciti né a confermare l'interpretazione realistica della funzione d'onda sostenuta da Selleri, né tantomeno a confutare il postulato di riduzione della funzione d'onda caratteristico dell'interpretazione ortodossa [Hardy, 1992; Zou *et al.* 1992].

6. STATI *ENTANGLED* E INTERPRETAZIONE REALISTICA DELLA FUNZIONE D'ONDA

Dalla discussione del paragrafo precedente è emersa una relazione molto stretta tra il problema dell'interpretazione della funzione d'onda e il problema della misurazione. Si è anche visto come un esperimento che cerchi di dare una risposta a uno di questi problemi possa comportare una risposta anche all'altro, così come precedentemente (§ 3) era emerso un rapporto ancor più stretto tra il problema della misurazione e quello di EPR (dato che gli stati di EPR o *entangled* costituiscono un particolare caso di sovrapposizione di stati non fattorizzabili, si riteneva che una soluzione del problema di EPR avrebbe dovuto necessariamente comportare un'automatica soluzione anche del problema della misurazione).

Una possibilità che, invece, non era mai stata né intuita né investigata era quella di un diretto rapporto tra problema dell'interpretazione della funzione d'onda e problema di EPR, questione fondazionale che rimanda al problema filosofico del rapporto tra realismo scientifico (delle entità) e realismo empirico (delle proprietà) [Fano, Tarozzi 1995; 2006]. Esiste, tuttavia, un recente esperimento [Auletta, Tarozzi 2004a; 2004b] che si propone di evidenziare come

proprietà fisicamente osservabile delle onde quantistiche quella che esse possano produrre correlazioni a distanza del tipo EPR: in questo modo l'*entanglement*, legato agli stati non fattorizzati (o *entangled*) di EPR, viene associato, come proprietà, all'onda quantistica.

A tale scopo, consideriamo (Fig. 3) un cristallo non lineare (NL) che produce una coppia di fotoni inizialmente in uno stato fattorizzato (e quindi *non-entangled*). Qualsiasi fotone può essere rivelato o dai due rivelatori "vicini" (D1 e D2), che sono collocati dopo un breve percorso, o dai due rivelatori "lontani" (D3 e D4), collocati dopo un lungo percorso. Se, operando una *post-selection*, trascuriamo tutti i casi nei quali entrambi i fotoni vengono rivelati da D1 o da D2, otteniamo un caratteristico stato *non fattorizzato*, di tipo EPR,

$$|f'\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|1\rangle|4\rangle + |2\rangle|3\rangle), \quad (21)$$

in cui c'è correlazione tra la rivelazione in D1 e la rivelazione in D4, da una parte, e tra la rivelazione in D2 e la rivelazione in D3 dall'altra. Infatti, dopo che un fotone è stato assorbito da D1, l'altro fotone, grazie all'interferenza distruttiva, non può raggiungere D3 e viene obbligato dall'interferenza costruttiva a raggiungere D4 (allo stesso modo, quando il primo fotone è catturato da D2, l'altro verrà rivelato da D3).

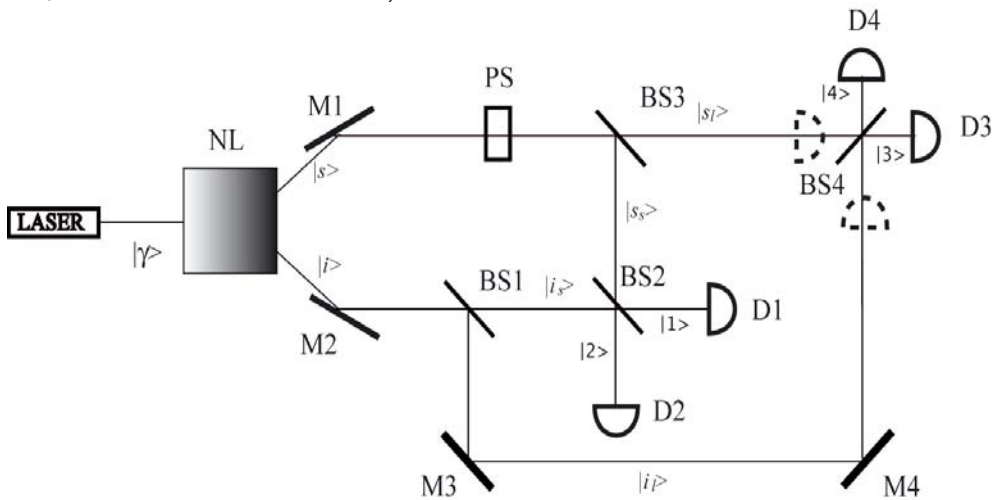


Fig. 3

In questo caso, è chiaramente possibile prevedere con certezza quale dei due rivelatori lontani (D3 o D4) rivelerà un fotone, a seconda che D2 o D1 (rispettivamente) abbiano già rivelato l'altro fotone. Una piccola variazione del dispositivo sperimentale – consistente nello spostare i rivelatori D3 e D4 prima del

secondo specchio semiriflettente (*beam-splitter*) BS2 – genererà una situazione completamente diversa, in cui D3 e D4 riveleranno fotoni in modo assolutamente e genuinamente casuale. In questa situazione, però, sarà possibile sapere, una volta che o D3 o D4 avrà rivelato, il percorso seguito da ogni fotone e dunque quale fotone è stato rivelato da quale rivelatore.

Il punto fondamentale da notare è che nella prima situazione sperimentale, quella in cui viene generato uno stato di tipo EPR, la possibilità di prevedere in quale dei due rivelatori lontani arriverà il fotone è data dal fatto che entrambi gli specchi semiriflettenti svolgono la loro funzione propriamente e quindi danno vita ad un *comportamento ondulatorio* (interferenza) prima di entrambe le coppie di rivelatori. La previsione è resa possibile dalla correlazione espressa nello stato (21), la quale, come abbiamo appena visto, è indotta dal comportamento ondulatorio determinato dalla presenza di BS1 e BS2. Ciò può essere evinto chiaramente perché eliminando uno o entrambi gli specchi semiriflettenti la correlazione non viene più prodotta.

Ora, il fatto che grazie al comportamento di tipo ondulatorio possiamo prevedere qualcosa di nuovo e differente (precisamente quale dei due rivelatori lontani scatterà) rispetto a ciò che il comportamento corpuscolare permette di predire (il cammino seguito dai fotoni), fornisce forti ragioni empiriche per attribuire una qualche realtà ontologica all'onda (e quindi non soltanto alla particella). Questo è possibile perché il particolare dispositivo sperimentale permette di associare al comportamento ondulatorio proprietà che sono empiricamente controllabili, esattamente quelle proprietà che dipendono dall'*entanglement* (cioè, dalle correlazioni tra gli eventi di rivelazione). Nel contesto di tale esperimento, dunque, l'*entanglement* è associato a un comportamento di tipo ondulatorio. Come abbiamo già accennato in precedenza, proprio questo costituisce l'aspetto più sorprendente di questa proposta; infatti, quelle proprietà che, associate al comportamento ondulatorio, indurrebbero ad attribuire all'onda quantistica *realtà* fisica, sono proprio quelle proprietà che violano il realismo empirico di EPR!

In questo modo, l'esperimento proposto sembra, dunque, aprire la possibilità di discriminare sperimentalmente tra il realismo locale di EPR e un'interpretazione realistica dell'onda in cui gli stati *entangled* sono stati posti in relazione con comportamenti di tipo ondulatorio e che risulta particolarmente consonante – come vedremo nel prossimo paragrafo – con alcune tesi del realismo scientifico di Agazzi considerate in precedenza.

7. REALISMO SCIENTIFICO E REALISMO EMPIRICO

L'interpretazione dell'esperimento appena presentato si distingue da quella complementare “classica” in un importante aspetto filosofico: è ovviamente molto difficile comprendere quale tipo di realtà si possa attribuire alle onde.

Appare infatti chiaro che esse non possono avere lo stesso genere di realtà degli eventi o delle particelle, che sono ben localizzati e possiedono proprietà direttamente misurabili. Al contrario è intrinsecamente impossibile misurare direttamente onde o stati quantistici: l'esistenza di tali oggetti può essere soltanto *inferita*. D'altra parte, soltanto la rivelazione delle correlazioni previste sulla base del modello sperimentale permetterebbe di inferire la realtà dell'onda, nel momento in cui la si trovasse associata, come pare molto plausibile, con nuove previsioni fisicamente controllabili (in caso contrario, saremmo di fronte a una vera e propria confutazione sperimentale della meccanica quantistica).

Proprio questo aspetto costituisce la forza di tale interpretazione, che permette per la prima volta di evidenziare che un'*entità* esiste senza che per questo le sue proprietà siano intrinseche. Come abbiamo visto, infatti, le proprietà *ondulatorie* dei due fotoni dipendono fortemente dal contesto sperimentale. Questo significa che la ragione decisiva per la quale non è possibile rivelare direttamente le onde quantistiche è che esse appartengono a un livello di realtà essenzialmente relazionale e interazionale. Per l'interpretazione ortodossa, che nega realtà fisica all'onda, questo carattere sarebbe tipico della realtà corpuscolare. In una certa misura questo appare vero, dato che in un esperimento di tipo complementare, come in quello sopra considerato, ciò che noi riveliamo dipende dalla disposizione del nostro apparato. Tuttavia, l'atto stesso di rivelazione, come abbiamo già accennato, è *per natura*, in meccanica quantistica, la rivelazione di una particella o la registrazione di un evento (e questo risultato può anche essere memorizzato e comunicato), e questo spiega l'asimmetria ontologica tra eventi registrabili (rivelamento di particelle) ed entità relazionali (onde quantistiche, che possono esser soltanto inferite).

L'esperimento proposto, dunque, pone un'alternativa tra due possibilità: o le correlazioni verranno effettivamente osservate, imponendo di attribuire realtà ontologica alle onde quantistiche e costituendo una ulteriore smentita del realismo empirico di EPR, oppure le correlazioni non saranno trovate, confermando il realismo empirico e confutando le previsioni della meccanica quantistica. In quest'ultima prospettiva non si porrebbe neppure più il problema del completamento della meccanica quantistica attraverso l'onda quantistica, ma quello di una nuova teoria per la descrizione dei micro-oggetti. È possibile chiarire ancor meglio questa alternativa ribadendo che il realismo empirico si configura essenzialmente come un realismo sulle *proprietà* (intrinseche), mentre il realismo scientifico riguarda *entità*. In questo senso, la prima alternativa permessa dall'esperimento imporrebbe una interpretazione realistica di quella entità teorica che è l'onda quantistica, mentre la seconda porterebbe a ritenere reali alcune proprietà dei sistemi quantistici coinvolti (il cammino seguito e, dunque, la loro posizione spaziale determinata in contrasto con il principio di sovrapposizione di cui i vettori di stato *entangled* sono una diretta conseguenza logica).

Ciò che emerge comunque come elemento di assoluta novità rispetto a tutto il dibattito precedente è che con questa nuova proposta non saremmo più di

fronte a un esperimento che discrimini tra interpretazione realistica e interpretazione di Copenaghen, come nel caso di molti altri fino ad ora proposti, ma ad un esperimento capace di dirimere, per la prima volta, tra l'una o l'altra di due *diverse* interpretazioni realistiche della meccanica quantistica. Questo ci sembra una conferma decisiva dell'ineludibilità di un'interpretazione realistica delle teorie fisiche, esigenza che Agazzi ha sempre considerato un presupposto epistemologico imprescindibile di ogni seria indagine filosofica.

Supponendo, come pare probabile, che l'esperimento confermi le previsioni della meccanica quantistica e conseguentemente favorisca il realismo scientifico contro il realismo empirico di tipo EPR, ciò confermerebbe l'idea originale di Agazzi del 1969 secondo la quale la meccanica quantistica richiederebbe l'introduzione di concetti *veramente* nuovi. L'onda quantistica, intesa come responsabile del verificarsi di correlazioni a distanza tra due sistemi inizialmente in uno stato fattorizzato, è certamente una novità non riconducibile né all'immagine ondulatoria classica, né a qualunque altra rappresentazione classica della realtà fisica. Inoltre, tale risultato confermerebbe la tesi di Agazzi secondo cui i termini teorici non possono essere ridotti ad un piano strettamente operativo; infatti, l'esperimento proposto non permetterebbe di rivelare proprietà intrinseche dell'onda quantistica – che in quanto tali dovrebbero essere suscettibili di diretta caratterizzazione operativa – ma indurrebbe ad inferire la realtà dell'onda a partire da proprietà relazionali. Va infatti sottolineato che l'*entanglement* costituisce proprio una forma di correlazione molto stretta tra sistemi quantistici fisicamente separati ma ciononostante interdipendenti: le correlazioni a distanza rappresenterebbero un caso emblematico di proprietà relazionali non intrinseche. La realtà dell'onda quantistica confermerebbe infine pienamente l'interpretazione che Agazzi aveva già dato dell'ipotesi alla base dell'esperimento di Selleri prima considerato:

The essential novelty of this concept is represented by the acceptance of the de Broglie realist interpretation of the wave-particle duality but not of the symmetrical nature of this dualism. In Selleri's approach both particles and waves are simultaneously real, but the latter can be characterized only with relational properties with the particles: the observable properties of producing interference and stimulated emission. Such a possibility would imply an ontological priority of particles over waves, which would therefore belong to a weaker level of physical reality, containing objects which are sensible carriers of exclusively relational predicates. [Agazzi 1988: 73]

BIBLIOGRAFIA

- Agazzi E. 1969 *Tem e problemi di filosofia della fisica*, Manfredi, Milano.
- Agazzi E. 1979a *Problemi di epistemologia contemporanea*, Itinerari, Lanciano.
- Agazzi E. 1979b “Proposta per una nuova caratterizzazione dell’oggettività scientifica” in Agazzi E. 1979a, pp. 31-61.
- Agazzi E. 1988 “Waves, Particles and Complementarity”, in Tarozzi G., van der Merwe A. (eds.), *The Nature of Quantum Paradoxes. Italian Studies in the Foundations and Philosophy of Modern Physics*, Kluwer, Dordrecht.
- Agazzi E. 1997 *On the criteria for establishing the ontological status of different entities*, in Agazzi E. (ed.), *Realism and Quantum Physics*, Rodopi, Amsterdam-Atlanta.
- Agazzi E. 2000 “Observability and Referentiality”, in Agazzi E., Pauri M. (eds.), *The Reality of the Unobservable*, Kluwer, Dordrecht.
- Alai M., Auletta G., Tarozzi G. 2008 “Einstein’s Local Realism and the Realistic Interpretation of the Wave Function”, in Alunni C., Castellana M., Ria D., A. Rossi (eds.) *Albert Einstein et Herman Weyl (1955-2005). Questions Épistémologiques Ouvertes, Atti del Convegno Internazionale di Presicce 22-23.04.2005*, Paris-Maglie 2008, pp. 27-49.
- Auletta G. 2006a “Einstein, Bohr e Schrödinger: Un esempio di dibattito filosofico-scientifico” *21^{mo} Secolo. Scienza e Tecnologia* 3.
- Auletta G. 2006b “The Problem of Information, in Auletta G. (ed.), *The Controversial Relationship between Science and Philosophy: a Critical Assessment*, LEV, Vatican City.
- Auletta G. 2007, “Il dibattito tra Einstein, Bohr e Schrödinger: Causalità, determinazione e azione a distanza”, *Il Protagonista* 9.
- Auletta G., Tarozzi G. 2004a “Wave-like Correlations versus Path Detection: Another Form of Complementarity”, *Foundations of Physics Letters* 17, p. 882.
- Auletta G., Tarozzi G. 2004b “On the Reality of Quantum Waves”, *Found. of Physics* 34.
- Bell J.S. 1964 “On Einstein Podolsky Rosen Paradox”, *Physics* 1.
- Bell J.S. 1966 “On the Problem of Hidden Variable in Quantum Mechanics”, *Review of Modern Physics* 38.
- Bohm D. 1951 *Quantum Theory*, Prentice-Hall, New York.
- Cluser J.F., Horne 1974 “Experimental Consequences of Objective Local Theories”, *Phys. Rev. D* 10, p. 526
- Colagè I. 2006 “Between Realism and Instrumentalism: Description Interaction and Truth”, in Auletta G. (ed.), *The Controversial Relationship between Science and Philosophy: a Critical Assessment*, LEV, Vatican City.
- De Broglie L. 1927 “La structure de la matière et du rayonnement et la mécanique ondulatoire”, *Comptes rendus de l’Accademie des Sciences* 184.

- Einstein A., Podolsky B., Rosen N. 1935 “Can Quantum-Mechanical Description of Reality Be Considered Complete?”, *Physical Review* 47.
- Fano V., Tarozzi G. 1995 “Realismo empirico e meccanica quantistica” in Giuliani G. (a cura di), *Ancora sul realismo*, Università degli Studi di Pavia e Istituto Italiano per gli Studi Filosofici, Pavia 1995, pp. 143-168.
- Fano V., Tarozzi G. 2006 “Realismo fenomenologico e meccanica quantistica”, in *Eredità di Enzo Melandri*, De Palma V. (a cura di), Quaderni dell'Istituto di Filosofia dell'Università di Urbino, 10, pp. 11-21.
- Garuccio A., Rapisarda V., Vigier J.-P. 1982 “New Experimental Set-up for the Detection of de Broglie’s Waves”, *Phys. Letters A*, 90, p. 17.
- Hardy L. 1992 “On the Existence of Empty Waves in Quantum Theory”, *Physics Letters* 167A, pp. 11-16.
- Popper K. 1985 “Realism in Quantum Mechanics and a New Version of the EPR Experiment”, in Tarozzi G., van der Merwe A. (eds.) 1985, pp. 3-25.
- Selleri F. 1969 “On the Wave Function of Quantum Mechanics”, *Lettere Nuovo Cimento*.
- Selleri F. 1984 *Gespenssterfelder*, in Diner S. et al. (eds.) *The Wave particle Dualism*, Reidel, Dordrecht.
- Selleri F., Tarozzi G. 1978 “Is Nondistributivity for Microsystems Empirically Founded?”, *Nuovo Cimento* 43B, pp. 31-40.
- Selleri F., Tarozzi G. 1981a “Quantum Mechanics, Reality and Separability”, *Rivista del nuovo cimento*.
- Selleri F., Tarozzi G. 1981b “Is Clauser and Horne’s Factorability a Necessary Requirement for a Probabilistic Local Theory?”, *Lett. Nuovo Cimento* 29, p. 533
- Selleri F., Tarozzi G. 1983 “A Probabilistic Generalization of the Concept of Physical Reality”, *Speculations in Science and Philosophy* 6, pp. 55-64.
- Tarozzi G. 1979 “The Conceptual Development of the E.P.R. Argument”, *Mem. Acc. Naz. Sci. Lett. Arti Modena XXI*, pp. 353-373.
- Tarozzi G. 1982, “Two Proposal for Testing Physical Properties of Quantum Waves”, *Lett. Nuovo Cimento* 35(2), pp. 553-559.
- Tarozzi G. 1984 “From Ghost to Real Waves: a Proposed Solution to the Wave-Particle Dilemma”, in Diner S., Fargue D., Lochak G., Selleri F. (eds.), *The Wave-Particle Dualism*, Reidel, Dordrecht, pp. 139-148.
- Tarozzi G. 1985a “Experimental Tests of the Properties of the Quantum Mechanical Wave-Function”, *Lett. Nuovo Cimento* 42, pp. 439-442.
- Tarozzi G. 1985b “A Unified Experiment for Testing Both the Interpretation and the Reduction Postulate of the Quantum Mechanical Wave Function”, in Tarozzi G., van der Merwe A. (eds.), *Open Questions in Quantum Physics*, Reidel, Dordrecht, pp. 337-390.
- Tarozzi G. (ed.) 1992 *Il paradosso della realtà fisica. Le interpretazioni dell’argomento di Einstein Podolsky e Rosen*, Mucchi, Modena.

- Tarozzi G. 1993 “Nuovi paradossi della teoria quantistica”, in *Formalismo matematico e realtà*, Mucchi, Modena.
- Tarozzi G. 1994 “On the Implications of Generalised EPR States for the Completeness and Consistency of Quantum Theory”, in Accardi L. (ed.), *Proceedings of New York Conference, The Interpretation of Quantum Mechanics*, Istituto dell'Enciclopedia Italiana, Roma.
- Tarozzi G. 2006 “Logical Positivism, Quantum Mechanics and the Meaning of Philosophical principles. Empirical Realism and the Philosophy of Quantum Mechanics”, in Auletta G. (ed.), *Proceedings of the I Workshop on the Relationship between Science and Philosophy*, LEV, Vatican City.
- Tarozzi G. 2007a “Agazzi e la ricerca di nuovi concetti per superare il dualismo onda-corpuscolo”, in Minazzi F. (cur.), *Filosofia, Scienza e Bioetica nel dibattito contemporaneo. Studi internazionali in onore di Evandro Agazzi*, Istituto Poligrafico e Zecca di Stato, Roma 2007, pp. 375-384.
- Tarozzi G. 2007b “Principi filosofici e principi della fisica. La riapertura delle controversie metafisiche nei fondamenti della meccanica quantistica”, in Pera M., Tarozzi G., Fleishmenn M., Del Giudice L., *Lezioni in onore di Giuliano Preparata*, Bibliopolis, Napoli.
- Tarozzi G., van der Merwe A. (eds.) 1985 *Open Questions in Quantum Physics*, Reidel, Dordrecht.
- Zou X.Y., Grayson T.P., Wang T.P., Mandel L. “Can an Empty de Broglie Pilot Wave Induce Coherence?”, *Physical Review Letters* 68, pp. 3667-69.

REALISMO DEI MODELLI E PROGRESSO SCIENTIFICO

Vincenzo Fano

Istituto di Filosofia, Università di Urbino “Carlo Bo”
vincenzo.fano@uniurb.it

Giovanni Macchia

Istituto di Filosofia, Università di Urbino “Carlo Bo”
lucbian@hotmail.com

Le ipotesi di una teoria scientifica non hanno mai la caratteristica di presentarsi come condizioni necessarie, ma solo come condizioni sufficienti alla spiegazione del dato, il che è come dire che mai ci troveremo nella condizione di dover dire che senza l'una o l'altra di esse il dato sarebbe contraddittorio.

Evandro Agazzi [1969: 371]

1. IL PROBLEMA DI KUHN

Secondo Kuhn [1962: 205ss], il concetto di *verità* non svolge un ruolo significativo nell'analisi epistemologica dell'avvicinarsi delle teorie scientifiche. Infatti il loro progresso sarebbe simile a quello proposto da Darwin per l'evoluzione biologica: come lo sviluppo evolutivo di un certo organismo non procede verso una qualche forma ideale, ma è solo una risposta alla continua sfida posta dal suo ambiente, in una natura concepita senz'alcun carattere teleologico, così l'evoluzione delle teorie non va verso uno scopo prestabilito, come ad esempio una sempre migliore comprensione del mondo, o una ideale teoria vera, ma verso la soluzione sempre migliore dei problemi che sono ritenuti importanti dalla comunità scientifica. Ed è a tale soluzione esemplare di un problema – che, una volta accettata dalla comunità scientifica, entrerà a far parte del sostrato della cosiddetta *scienza normale*¹ – che Kuhn soprattutto si riferisce col noto

¹ «“Scienza normale” significa una ricerca stabilmente fondata su uno o su più risultati raggiunti dalla scienza del passato, ai quali una particolare comunità scientifica, per un certo periodo di tempo, riconosce la capacità di costituire il fondamento della sua prassi ulteriore» [Kuhn ibid.: 29]. Tale attività scientifica di routine consiste, genericamente, nell'ampliare, raffinare e artico-

termine *paradigma*, nozione centrale della sua opera². La scienza, quindi, per Kuhn, non progredisce *verso* qualcosa, cioè non si approssima gradualmente a una meta assoluta (tradizionalmente intesa come la verità: la rappresentazione *vera* della realtà), ma progredisce *a partire da* qualcosa, allontanandosi sempre più da stadi primitivi di ricerca grazie a quelle rivoluzioni periodiche ch'egli chiama "slittamenti di paradigma" (*paradigm shift*)³. Il senso di tale analogia è così delineato da Kuhn:

Il risultato complessivo di una serie di selezioni rivoluzionarie di questo genere separate da periodi di ricerca normale, è l'insieme meravigliosamente adeguato di strumenti che chiamiamo conoscenza scientifica moderna. Gli stadi successivi di questo processo di sviluppo sono contrassegnati da un incremento dell'articolazione e della specializzazione di tali strumenti. E l'intero processo può aver avuto luogo, come oggi supponiamo si sia verificato per l'evoluzione biologica, senza l'aiuto di un insieme di finalità, o di una verità scientifica stabilita una volta per tutte, della quale ciascuno stadio di sviluppo della conoscenza scientifica costituisca una copia migliore rispetto alla precedente [Kuhn *ibid.*: 207].

Gli argomenti di Kuhn per questa rinuncia al concetto di verità sono i seguenti:

1. Una teoria che esce vincente da una rivoluzione scientifica non risolve tutti i problemi che la teoria precedente risolveva, anche se certamente è migliore della precedente nel risolvere quelli che interessano dopo la rivoluzione.

lare il patrimonio conoscitivo di una tradizione di ricerca, e, più concretamente, nella «soluzione di rompicapi» (*puzzles-solving*), il tutto in stretta aderenza ai principi di fondo del paradigma vigente. Essa è quindi il modello formativo che ogni nuovo scienziato apprende, e al quale conforma la sua ricerca.

² Rammentiamo che due sono le accezioni fondamentali di questo concetto che Kuhn distilla nel Poscritto 1969 alla seconda edizione del suo testo: 1) un "paradigma" è una «costellazione di credenze condivise da un gruppo», vale a dire «l'insieme delle teorie, dei valori e delle tecniche di ricerca di una determinata comunità scientifica»; in questo senso generale, Kuhn suggerisce di cambiare tale termine con l'espressione matrice disciplinare: «"disciplinare" poiché si riferisce al possesso, comune a coloro che sono impegnati nella ricerca, di una particolare disciplina; "matrice" poiché è composta di elementi ordinati di vario genere, ciascuno dei quali esige una ulteriore specificazione» [Kuhn *ibid.*: 219-220]; 2) un "paradigma" è, soprattutto, come già detto, un esemplare «condiviso da un gruppo»: una delle concrete soluzioni di problemi costituente l'assetto tipico della scienza normale di un certo ambito di ricerca.

³ Egli infatti afferma: «Possiamo vederci costretti ad abbandonare la convinzione, esplicita o implicita, che mutamenti di paradigmi portino gli scienziati, e coloro che ne seguono gli ammaestramenti, sempre più vicino alla verità. [...] Il processo di sviluppo descritto in questo saggio [La struttura delle rivoluzioni scientifiche] è stato un processo di evoluzione a partire da stadi primitivi: un processo i cui stadi successivi sono caratterizzati da una comprensione sempre più dettagliata e raffinata della natura. Ma nulla di ciò che abbiamo detto, o diremo, ne fa un processo di evoluzione verso qualcosa». E aggiunge: «Se impareremo a sostituire l'evoluzione verso ciò che vogliamo conoscere con l'evoluzione a partire da ciò che conosciamo, nel corso di tale processo, un gran numero di problemi inquietanti può dissolversi» [Kuhn *ibid.*: 204-205].

I paradigmi, infatti, differiscono non solo riguardo agli oggetti del mondo presi in considerazione e al loro comportamento, che è il tipo di differenza comunque più evidente, ma anche sui metodi, sulla varietà di problemi e rispettive soluzioni che al loro interno “spontaneamente” sorgono. Il passaggio a un nuovo paradigma, quindi, ridefinendo un po’ tutta la scienza corrispondente, riconfigura nella nuova veste concettuale i problemi del vecchio paradigma, che ora possono anche essere dichiarati non scientifici, oppure, all’opposto, questioni precedentemente considerate banali possono assurgere alla dignità di problema, e magari «diventare veri e propri archetipi di conquiste scientifiche rilevanti. E, col mutare dei problemi, spesso muta anche il criterio che distingue una soluzione realmente scientifica da una mera speculazione metafisica, da un gioco di parole, o da un indovinello matematico», precisa Kuhn, che aggiunge, introducendo il nostro successivo secondo punto: «La tradizione della scienza normale che emerge dopo una rivoluzione scientifica è non soltanto incompatibile, ma spesso di fatto incommensurabile con ciò che l’ha preceduta» [ibid.: 132].

2. Non esiste un linguaggio neutrale mediante il quale confrontare il contenuto empirico di due teorie, poiché ogni teoria in parte crea i fenomeni che la confermano. Poiché ogni paradigma è portatore di teorie, metodi, criteri suoi propri – che determinano specifiche legittimazioni sia dei problemi che delle soluzioni che la scienza normale deve affrontare –, lo “scontro”, e la conseguente scelta, fra paradigmi contrastanti, solleva questioni irrisolvibili con i criteri della scienza normale, proprio perché le scuole scientifiche “interne” ai rispettivi paradigmi saranno in disaccordo persino su che cosa considerare come problema e come soluzione: «Nelle argomentazioni parzialmente circolari che ne risultano, ciascun paradigma mostrerà di soddisfare più o meno i criteri che esso stesso si impone e di essere inadeguato rispetto ad alcuni di quelli imposti dal paradigma avversario» [Kuhn ibid.: 138]. Ma non solo, tale «incompletezza di contatto logico», come Kuhn la chiama, tipica delle discussioni sui paradigmi, si nutre anche della difficoltà di stabilire quali problemi sono più importanti da risolvere, questo perché ogni paradigma non risolve mai tutti i problemi che esso stesso definisce, e nemmeno accade mai che due paradigmi lascino irrisolti esattamente i medesimi problemi, quindi sorgeranno inevitabili “rivalità” sulla validità dei rispettivi, e inconciliabili, problemi irrisolti. Solo il ricorso a criteri totalmente esterni alla scienza normale, fatto questo che rende rivoluzionari i dibattiti sui paradigmi, può dare risposta agli interrogativi sui valori e sui meriti dei problemi, e di conseguenza sulle corrispondenti teorie.

3. Tutte le teorie utilizzate dagli scienziati sono falsificate, in quanto esse convivono con le cosiddette “anomalie”⁴, vale a dire violazioni, da parte della natura per così dire, delle «aspettative suscitate dal paradigma che regola la

⁴ Tuttavia, queste ultime, a differenza di quanto avviene nell’impostazione popperiana, «non possono essere identificate con esperienze falsificanti. Dubito infatti che esperienze di quest’ultimo genere esistano» [Kuhn ibid.: 178].

scienza normale» [Kuhn ibid.: 76]. Le esperienze anomale, allora, sono eventi nuovi, inaspettati e assai resistenti ai tentativi di incasellamento e soluzione entro il paradigma vigente, che quindi richiedono un ripensamento delle modalità teoriche e procedurali di una certa disciplina interna alla scienza normale, e, a volte e per ragioni ricostruibili solo a posteriori, «suscitando una crisi, aprono la strada ad una nuova teoria» [Kuhn ibid.: 178]⁵.

Come vedremo meglio, al punto 1. si può obiettare che le teorie passate non debbono essere abbandonate. Se dobbiamo calcolare il rendimento di un frigorifero certo non utilizziamo la meccanica statistica, bensì la termodinamica, anche se riteniamo che la prima sarebbe una descrizione più adeguata di quella realtà. Analogamente, se vogliamo descrivere la traiettoria di un proiettile non utilizziamo la meccanica quantistica, bensì la meccanica classica, anche se sappiamo che quel proiettile in realtà è un oggetto quantistico. Perciò accade spesso che le vecchie teorie non vengono abbandonate. Inoltre, possiamo giustificare l'uso della teoria più vecchia proprio sulla base della nuova teoria, subentrata per campi differenti o più ampi di applicazione. La teoria di Einstein, per esempio, consente di giustificare, sotto opportune condizioni restrittive, la validità dei risultati ottenibili dalle equazioni di Newton, mostrando che la teoria newtoniana è un caso speciale di quella einsteiniana, ed è quindi da essa derivabile.

A questa prospettiva si può però replicare che, ad esempio, la descrizione classica e quella quantistica del proiettile sono fra loro contraddittorie, quindi se l'una è vera l'altra è falsa. In risposta, osserviamo che non dobbiamo utilizzare la *visione accettata* delle teorie, in base alla quale esse sono un sistema logico-linguistico, ma quella *semantica*, in base alla quale esse sono un insieme di *modelli* [Fano 2005: cap. III]. Vedremo meglio che un insieme di modelli non è vero o falso, bensì più o meno vero o più o meno falso. Perciò, da questo punto di vista, due teorie come la meccanica classica e quella quantistica, non sono contraddittorie, ma contrarie, in quanto entrambe false.

Tuttavia la visione accettata non può essere del tutto eliminata, perché è quella che spiega meglio il conferimento di senso ai termini teorici di una teoria. Cioè essa spiega come termini che non hanno un senso empirico diretto, quali “elettrone” o “gene”, mediante la rete teorica in cui sono inseriti, all'interno della quale alcuni nodi sono effettivamente collegati con i dati sperimentali, acquisiscono significato empirico indirettamente. Per cui dobbiamo ammettere che, da questo punto di vista, la scienza si trova normalmente in una situazione in cui convivono teorie contraddittorie. Ma la maggiore ricchezza nella rappresentazione ontologica che otteniamo è un compenso più che sufficiente a questo difetto.

Al punto 2. si può rispondere esattamente come al punto precedente. Il problema dell'esistenza di un linguaggio neutrale per confrontare le teorie è ca-

⁵ Rispetto a tali anomalie si misurano, più che l'adeguatezza del paradigma, la capacità e l'ingegno dei ricercatori, sottolinea Kuhn [ibid.: cap. VI].

ratteristico della visione accettata, ma passa in secondo piano nell'approccio semantico, in quanto i modelli non sono entità linguistiche.

Al punto 3. si può rispondere che, dopo le grandi rivoluzioni scientifiche della fine dell'Ottocento e dell'inizio del Novecento, noi sappiamo che tutte le teorie che l'uomo produce sono false. Il problema è quello di stabilire dei criteri adeguati che decidano quali fra esse siano *meno false*, o, che è lo stesso, *più vere*.

2. LE TEORIE SECONDO GIÈRE⁶

L'approccio di Giere è forse riassumibile in questa sua breve frase: «Quando si affronta una teoria, per prima cosa bisogna cercare i modelli e poi le ipotesi che impiegano quei modelli. Non si devono cercare principi generali, assiomi o cose simili» [Giere *ibid.*: 147-148].

Ma vediamo più in specifico la sua analisi delle teorie scientifiche, che parte essenzialmente dalla fisica, in particolare dallo studio dell'impostazione dei testi di meccanica, branca della fisica da egli ritenuta particolarmente esemplificativa del modo di procedere, anche nell'insegnamento, degli scienziati. Giere si chiede come dare un senso all'apparente conflitto esistente fra gli esempi paradigmatici di sistemi quali "l'oscillatore armonico lineare", o "il moto libero di un corpo simmetrico rigido", o ancora "il moto di un corpo soggetto solo a una forza centrale gravitazionale", e così via, e il loro non soddisfare *completamente* le equazioni dalle quali vengono descritti. Infatti non esiste, per esempio, alcun pendolo privo d'attrito, né alcun corpo non soggetto del tutto a forze esterne.

Egli propone di considerare tali sistemi come *entità astratte*, entità cioè *socialmente* costruite, descritte dalle varie equazioni del moto, la cui realtà non va al di là di quella fornita loro dalla comunità di fisici e le cui proprietà sono solo quelle attribuite loro nei libri di testo standard⁷. Tali sistemi idealizzati li chiama «modelli teorici» (o semplicemente «modelli»), evidenziando comunque il fatto che non tutti questi modelli sono (anche se in linea di principio potrebbero essere) schemi *esemplari* sui quali altri modelli teorici possono essere configurati. È importante sottolineare, inoltre, che i modelli non sono entità linguistiche.

Equazioni e modelli corrispondenti sono legati da una relazione di *corrispondenza*, o di *definizione*, ed è anche possibile chiamare in causa il concetto di "verità", ma senza alcun significato epistemologico: «Le equazioni interpretate sono *vere* del modello corrispondente», nel senso che «le equazioni descrivono veramente il modello, perché il modello è definito come qualcosa che soddisfa esattamente le equazioni» [Giere *ibid.*: 131]. I modelli teorici non sono soltanto prototipi per la costruzione di altri modelli teorici, ma sono progettati allo sco-

⁶ Giere 1988: 135ss.

⁷ Ad esempio, la caratteristica peculiare dell'oscillatore armonico semplice è il suo soddisfare la nota legge $F = -kx$.

po di esser modelli *di* qualcosa, cioè per funzionare – propone Giere – come “rappresentazioni”, solitamente di qualche sistema già presente nel mondo (molle, pendoli, pianeti, corde di violino), quindi: «I modelli teorici sono i mezzi attraverso i quali gli scienziati rappresentano il mondo» [Giere *ibid.*: 133].

Poi Giere introduce il concetto di “ipotesi teorica” come «un’entità *linguistica*, vale a dire un enunciato che asserisce un qualche tipo di relazione tra un modello e un sistema reale designato (o una classe di sistemi reali)» [Giere *ibid.*]; ne consegue che se la relazione asserita vale, l’ipotesi teorica è vera, altrimenti è falsa. Tale verità o falsità è però del tutto peculiare, in quanto non è, come vorrebbe Van Fraassen [1980], un isomorfismo fra il modello e la realtà, ma qualcosa di più debole: è una *relazione di similarità*, vale a dire le ipotesi «affermano una *similarità* tra modelli e sistemi reali» [Giere *ibid.*: 134]. La nozione di similarità, comunque, non può essere resa con precisione, perché essa è determinata non solamente da un *grado* (la maggiore o minore “vicinanza”, o “approssimazione”, tra modello e sistema), ma anche da una relazione di *rilevanza*. Ad esempio, tre arance sono più o meno simili a due arance di quanto lo siano due mele? La risposta dipenderà da quale aspetto consideriamo più rilevante, cioè il numero o il genere. Se è più importante il numero, allora due arance sono più simili a due mele di quanto lo siano tre arance, se, invece, è più importante il genere, allora tre arance sono più simili a due arance di quanto lo siano due mele.

Il concetto di “verità” viene così reso più flessibile: affermare che un’ipotesi teorica è vera equivale a dire che tra un modello e un sistema reale esiste un certo tipo e un certo grado di similarità.

Per concludere la nostra panoramica sul lavoro di Giere, non ci rimane che far confluire quanto finora detto nel concetto da lui proposto di *teoria scientifica*: essa è composta da una popolazione di modelli (correlati fra loro da relazioni di similarità: un modello, ad esempio, può essere un’approssimazione di un altro) e da varie ipotesi colleganti quei modelli con sistemi del mondo reale (tali legami sono ancora relazioni di similarità)⁸, ognuno dei quali può dirsi *identificativo* se è simile ad uno dei modelli⁹.

In che cosa differisce, quindi, l’impostazione di Giere dalle usuali interpretazioni? Solitamente si assume, nelle teorie della scienza, che fra teoria e realtà esista una relazione rappresentativa intesa come “corrispondenza” *diretta* tra

⁸ Giere specifica che i legami fra modelli e mondo reale sono differenti dalle regole di corrispondenza che associano i termini fra loro, o con le cose.

⁹ Due precisazioni: 1) per quanto detto precedentemente, risulta che una teoria scientifica non è un’entità ben definita, nel senso che «nessuna condizione necessaria e sufficiente determina quali modelli o quali ipotesi siano parte della teoria» [Giere *ibid.*: 142]; 2) per l’appartenenza di un modello a una data famiglia di modelli di una teoria, Giere non sostiene che sia questione di somiglianza oggettiva, da doversi poi giudicare correttamente o meno, ma che sia il giudizio collettivo degli scienziati a determinare se la somiglianza è sufficiente (anche le teorie, quindi, come visto prima per i modelli ch’esse includono, sono in questo senso entità socialmente costruite).

enunciati scientifici e mondo reale. Di conseguenza, considerare le teorie come rappresentazioni della realtà significa affidarsi alla validità di una teoria della verità come corrispondenza. Ebbene, Giere rende tale corrispondenza *indiretta*, cioè gli asserti scientifici sono ora correlati al mondo (sistema reale) *tramite* un modello teorico, ed è tra questo e il sistema reale – essendo essi legati da ipotesi teoriche, cioè entità linguistiche che cercano di asserire l'esistenza di relazioni di similarità – che si gioca la partita di una teoria della verità, comunque depotenziata¹⁰.

Insomma, mentre le difficoltà della concezione standard risiedono in quel legame semantico diretto ch'essa cerca di creare tra gli enunciati della teoria e il mondo, nella prospettiva di Giere «la relazione che svolge il pesante lavoro di rappresentazione non è quella di verità tra un'entità linguistica e un oggetto reale, bensì quella di similarità tra due oggetti, uno astratto e uno reale» [Giere *ibid.*: 136], appunto il modello e il sistema reale.

Conseguentemente, le leggi del moto di Newton, o le equazioni di Schrödinger, e in genere le leggi della fisica, non sono asserti sul mondo (e quindi, su di esso, non possono dire menzogne¹¹): esse sono solo parte della caratterizzazione dei modelli teorici che possono eventualmente rappresentare sistemi reali¹².

Riassumendo, quindi:

- G₁ Una *teoria* è un insieme di *modelli* legati fra loro da un rapporto di *similarità*.
 G₂ I modelli vanno intesi come rappresentazioni di parti della realtà, legate a quest'ultima da *ipotesi* che stabiliscono una relazione di *similarità* fra essi e il mondo.

3. UNA RIFORMULAZIONE DELLA RISPOSTA DI AGAZZI¹³

Come si può pensare che una teoria scientifica sia in qualche modo *vera*, quando è proprio una delle caratteristiche fondamentali della mentalità scientifica a

¹⁰ Giere parla per le ipotesi addirittura di teoria della verità come ridondanza. Essa sostiene che asserire che una certa proposizione S è vera equivale ad asserire la proposizione stessa, cioè la proposizione metalinguistica “S è vera” (per esempio: “la neve è bianca” è vera) ha lo stesso contenuto della proposizione S stessa (“la neve è bianca”). Il predicato “è vera” consente solo la cosiddetta “ascesi semantica”: la possibilità di parlare non più soltanto di oggetti non linguistici, ma anche intorno agli enunciati stessi. Tuttavia non si comprende come il dire che un'ipotesi sia vera, cioè l'affermare che un modello e un sistema reale siano simili, possa essere considerato ridondante!

¹¹ Come sostiene Cartwright 1983.

¹² Per avere un modello completo, confrontabile con un sistema reale, non basta, ad esempio, la singola legge $F = ma$: ulteriori dettagli – quali: funzioni di forza specifiche, approssimazioni, condizioni sui limiti, ecc. – sono necessari.

¹³ Agazzi 1969: cap. X. Uno di noi ha già affrontato questi problemi in Fano 2005: §V.11.

indurci ad abbandonare *qualsiasi* teoria per un'altra migliore? Agazzi risponde così a questa, solo apparente, contraddizione:

Si tratta di capire che il tramonto di una autentica teoria non significa l'aver riconosciuto che essa è *falsa*, ma che essa era *parziale* e la sua sostituzione con una nuova non è una sostituzione *qualsiasi*, ma un farle subentrare una teoria *migliore*, cioè capace di cogliere un numero maggiore di determinazioni della realtà. L'esser disposti, in linea di principio, a lasciar cadere anche questa nuova teoria è solo una conseguenza del fatto che in nessun istante si può pensare di aver portato l'orizzonte dell'oggettività a coincidere senza residui con quello della realtà [Agazzi 1969: 368].

Per Agazzi, quindi, è in quello iato *incolmabile*, in «quella perpetua inadeguatezza dell'oggettivo rispetto al reale» [Agazzi *ibid.*: 378] – essendo l'oggettivo reale, ma non tutto il reale oggettivo¹⁴ –, la possibilità non solo di rimettere a fuoco incessantemente le nostre teorie, ma anche di verificarne la loro non convenzionalità¹⁵.

Ebbene, vediamo come leggere questa *parzialità* delle teorie scientifiche alla luce dell'approccio semantico, che, ricordiamo, guarda a esse come a un insieme di modelli dotati di certe proprietà matematiche. Prendiamo le mosse dalla seguente definizione:

Df₁ Un modello *possibile* [Sneed 1972] di una teoria *T* è un sistema fisico, che, adeguatamente trattato, può diventare un modello di *T*.

Si noti che i modelli possibili sono parti della realtà, mentre i modelli sono rappresentazioni. Proseguiamo con le nostre definizioni:

Df₂ Una teoria è *parzialmente vera* quando possiede almeno un modello possibile.

E' chiaro che questa è una condizione minima di verità parziale, nel senso che basta un modello possibile. Ci occorre anche quest'altra definizione:

Df₃ Due teorie *T* e *T'* parzialmente vere sono *sovrapposte* quando hanno almeno un modello possibile in comune.

¹⁴ Non possiamo qui entrare nel “realismo oggettualistico” di Agazzi. Rimandiamo al saggio di Alai, in questo stesso volume.

¹⁵ «Se, infatti, una teoria o un'ipotesi fisica fossero pure convenzioni, si potrebbe decidere (cioè, appunto, “convenire”) di non modificarle mai, quand'anche nuovi referti sperimentali venissero a contraddirle. Il fatto che ciò non accada e che, anzi, tutti ammettano che in casi simili si deve modificare la teoria, è una prova che, in realtà, nessuno è disposto ad ammettere sul serio una simile convenzionalità» [Agazzi *ibid.*: 369].

A questo punto il *problema* è quello di stabilire un criterio che, almeno in alcuni casi, decida quale fra due teorie sovrapposte sia *più vera*. Proviamo in questa maniera:

CR₁ T è *più vera* di T' , quando l'insieme dei modelli possibili di T' è un sottoinsieme proprio dell'insieme dei modelli possibili di T .

Non possiamo contemplare il caso in cui l'insieme dei modelli possibili di T' non è un sottoinsieme di quelli di T , in quanto un criterio tipo il seguente:

CR₂ T è *più vera* di T' , quando

1. T e T' sono *sovrapposte*;
- 2'. l'insieme dei modelli possibili di T' è *più numeroso* dell'insieme dei modelli possibili di T ,

non sarebbe adeguato, perché non possediamo un buon principio di individuazione dei modelli possibili, cioè delle parti della realtà che possono essere rappresentate in una teoria, che ci consentirebbe di contarli.

E' chiaro che il criterio proposto non è in grado di ordinare tutte le coppie possibili di teorie sovrapposte, perché non sempre l'insieme dei modelli possibili di una teoria è un sottoinsieme di quello dell'altra. Secondo Kuhn, nessuna coppia di teorie soddisfa il criterio CR₁. Tuttavia, per affrontare questo problema, è possibile elaborare il concetto di *situazione cognitiva*:

Df₄ Una *situazione cognitiva* è l'insieme di tutte le teorie scientifiche che, in un dato momento storico, sono parzialmente vere, cioè che possiedono almeno un modello possibile.

A questo punto è facile introdurre le seguenti definizioni per analogia con le precedenti:

Df₅ Due situazioni cognitive SC e SC' sono *sovrapposte* quando hanno almeno un modello possibile in comune.

CR₃ La situazione cognitiva SC è *più vera* della situazione cognitiva SC' , quando l'insieme dei modelli possibili di SC' è un sottoinsieme proprio dell'insieme dei modelli possibili di SC .

E' ragionevole ritenere che tutte le situazioni cognitive siano confrontabili sulla base di questo criterio. E inoltre che, in generale, situazioni cognitive più recenti siano più vere di quelle più antiche.

Si noti che CR₃ fornisce un ordine non metrico. Cioè la relazione "più vera di" è antisimmetrica, transitiva e totale, tuttavia essa non ammette una specificazione quantitativa.

Ad esempio, se i modelli possibili della situazione cognitiva SC sono a, b, c e quelli della situazione cognitiva SC' sono a, b , allora l'insieme dei modelli possibili di SC contiene l'insieme dei modelli possibili di SC' come suo sottoinsieme, quindi SC è più vera di SC' .

Tuttavia, di fatto, come dimostrato ampiamente da Kuhn, gli scienziati a volte non abbracciano l'intera situazione cognitiva in cui vivono, ma solo quelle teorie parzialmente vere che risolvono i problemi che essi ritengono più importanti. Verrebbe da dire "tanto peggio per quegli scienziati", che di fatto sono vittima del loro specialismo! Il concetto di "situazione cognitiva più vera" non fa parte di un tentativo sociologico di descrivere la comunità degli scienziati, ma è una nozione normativa della teoria della conoscenza.

Teniamo infine presente, come abbiamo già accennato, che le situazioni cognitive sono per lo più contraddittorie, soprattutto se consideriamo le teorie dal punto di vista della visione accettata, cioè come insiemi di assiomi parzialmente interpretati dai dati sperimentali. Tuttavia tale contraddittorietà viene meno nel momento in cui le teorie vengono rappresentate come insiemi di modelli. Dunque in definitiva abbiamo fornito una risposta almeno parziale alle sfide di Kuhn. Possiamo cioè stabilire in molti casi quale fra due situazioni cognitive è più vera, reintroducendo nella scienza almeno in parte, sulla scorta del pensiero di Agazzi, un aspetto teleologico di ricerca della verità.

BIBLIOGRAFIA

- Agazzi E. 1969 *Temi e problemi di filosofia della fisica*, Manfredi, Milano.
Cartwright N. 1983 *How the Laws of Physics Lie*, Clarendon, Oxford.
Fano V. 2005 *Comprendere la scienza*, Liguori, Napoli.
Giere R. 1988 *Spiegare la scienza*, Il Mulino, Bologna 1996.
Kuhn T. S. 1962 *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Einaudi, Torino 1979.
Sneed J. 1972 *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Reidel, Dordrecht.
van Fraassen B. C. 1980 *The Scientific Image*, Oxford University Press, Oxford
(tr. it. *L'immagine scientifica*, Clueb, Bologna 1985).

COMMENTI

di
Evandro Agazzi

E' certamente superfluo che io sottolinei il piacere e la soddisfazione che mi ha procurato il fatto di ascoltare le riflessioni tanto approfondite e impegnative che diversi colleghi, nessuno dei quali è stato mio allievo diretto, hanno dedicato a uno dei temi centrali del mio pensiero filosofico. In occasioni come queste, è consuetudine che lo studioso che viene in tal modo onorato entri in discussione con gli autori di tali contributi, risponda a domande e ad eventuali critiche, ma nel caso attuale non vi è molto spazio per un simile esercizio, dal momento che mi trovo in sostanziale, e direi addirittura completo, accordo con i contenuti dei discorsi presentanti dai colleghi. I miei commenti ai cinque saggi presentati in questo incontro saranno quindi molto limitati e andranno leggermente crescendo in ampiezza mano a mano che verrò considerando quelli che si appuntano in modo più analitico sui contenuti dei miei scritti.

Due fra questi saggi hanno la caratteristica di contributi originali e importanti su problemi impegnativi di filosofia della fisica, e il loro ragguardevole valore è del tutto indipendente dal fatto che i loro autori facciano riferimento ad alcuni tratti caratteristici del mio modo di concepire la natura dell'oggettività scientifica. Mi riferisco al saggio di Massimo Pauri (*"Realismo" strutturale dello spaziotempo*) e a quello di Gino Tarozzi e Ivan Colagè (*Realismo scientifico e realismo empirico: è possibile discriminare sperimentalmente nel caso dell'interpretazione della meccanica quantistica?*). Il primo opera con notevole audacia intellettuale una rivisitazione critica delle implicazioni ontologiche della covarianza generale espressa nella Teoria della Relatività Generale (TRG), asserendo, contro quanto lo stesso Einstein aveva sostenuto, che essa non implica la completa eliminazione di ogni realtà/oggettività dello spazio-tempo e non garantisce l'oggettività completa di qualsiasi struttura definibile nello spazio-tempo della TRG. Il risultato della complessa riflessione, ad un tempo di carattere storico, filosofico e tecnico, è l'affermazione di una sorta di "realismo debole" tanto della struttura del campo gravitazionale quanto dei punti-evento che in esso compaiono, cui viene riconosciuto quel medesimo tipo di "esistenza" che si suole attribuire in fisica alle entità teoriche che risultino definitivamente correlate con osservazioni. Anche

se l'Autore ammette che il problema della natura dello spazio rimane ancora aperto (fra l'altro per il difficile equilibrio che si deve conservare fra aspetti assolutisti e aspetti relazionali di questo concetto), è fuori dubbio che ci troviamo di fronte ad una posizione originale e ben argomentata, ed è motivo di soddisfazione per me notare che l'Autore ha esplicitamente utilizzato alcune mie proposte concernenti la caratterizzazione dell'oggettività scientifica nell'articolare il suo discorso, anche se sarebbe qui fuori luogo entrare in discussione sui vari punti di un lavoro tanto dettagliato e impegnativo.

Analogo discorso vale anche per il saggio di Colagè e Tarozzi che affronta il problema del realismo in seno all'altra fondamentale teoria della fisica contemporanea, la meccanica quantistica. In questo caso il riferimento a miei contributi è più diretto e dettagliato, dal momento che vi vengono accolte parecchie delle tesi fondamentali del mio volume *Temî e problemi di filosofia della fisica*. Quando apparve in prima edizione, nel 1969, esso era il primo trattato italiano di filosofia della fisica e si cimentava appunto con alcuni dei problemi più controversi delle meccanica quantistica. E' pertanto molto naturale la soddisfazione che provo nel constatare che certe impostazioni da me allora proposte siano ritenute soddisfacenti e ben fondate dopo parecchi lustri dalla loro presentazione e abbiano potuto alimentare ricerche originali e impegnative anche dal punto di vista tecnico, oltre che filosofico. Infatti le discussioni filosofiche espresse in questo saggio che, in senso lato, possono esser viste come una sempre più approfondita disamina del paradosso di Einstein-Podolski-Rosen e delle sue conseguenze, hanno dato luogo alla proposta di alcuni esperimenti mentali capaci di difendere un'interpretazione realista della funzione d'onda. Questi possono esser visti come una interessante elaborazione teorica, a livello tecnico, di concetti da me a suo tempo illustrati relativi alla natura strutturale-relazionale dell'oggetto fisico, che è reale anche se soltanto alcuni costituenti del tessuto relazionale sono accessibili empiricamente (ossia operazionalmente). Gli Autori riconoscono il fallimento di loro precedenti tentativi di dimostrare l'esistenza oggettiva delle onde, ma propongono un nuovo originale esperimento il cui esito potrebbe discriminare tra due possibili forme di realismo, quello "scientifico" e quello "empirico". Non potendo qui entrare nei dettagli, sottolineiamo che avremmo in questo caso un esempio quanto mai interessante di un esperimento fisico capace di operare come discriminante fra due tesi filosofiche.

Questi due saggi, come si è detto, non entrano nella discussione delle mie concezioni del realismo scientifico, limitandosi ad accogliere parti più o meno rilevanti di esse, ed è questa la ragione per la quale non si prestano in modo naturale a veri e propri commenti. Un avvio ad un'analisi più puntuale della mie posizioni è offerto nell'ampio saggio di Fabio Minazzi (*Ludovico Geymonat ed Evandro Agazzi: il problema epistemologico del realismo*), che presenta una ricostruzione dettagliata di una parte consistente del mio itinerario intellettuale. Questa contiene in particolare anche una disamina di un mio saggio sul realismo scientifico

da cui emergono con chiarezza le caratteristiche essenziali di quest'ultimo. Tenendo conto, poi, delle mie strette relazioni di amicizia e di attivo dialogo filosofico con Geymonat (non impedito dai nostri diversi orientamenti ideologici), Minazzi analizza affinità e differenze fra le diverse maniere con cui entrambi abbiamo concepito il realismo scientifico e lo abbiamo difeso, e non manca di porre anche in risalto le ascendenze del mio pensiero in quello di Gustavo Bontadini, nonché di sottolineare affinità e differenze rispetto a quello di Giulio Preti. Proprio per il carattere accurato e fedele di questo quadro, non ho elementi di discussione su cui soffermarmi, ma piuttosto ragioni per compiacermi dell'importanza che questo inquadramento storico-comparativo riveste ai fini di una migliore comprensione del mio modo di concepire il realismo scientifico.

Un confronto più dettagliato con le tesi della mia epistemologia e un vaglio critico di alcune di esse appare nei due saggi, rispettivamente di Vincenzo Fano e Giovanni Macchia (*Realismo dei modelli e progresso scientifico*) e Mario Alai (*Il realismo di Evandro Agazzi*). Il primo contiene una proposta di superamento della tesi kuhniana dell'impossibilità di giustificare sul piano cognitivo il concetto di progresso scientifico, a causa della "incommensurabilità" delle teorie scientifiche. Gli Autori ritengono che tale pretesa incommensurabilità sia la conseguenza dell'aver concepito le teorie come sistemi di proposizioni (con tutte le note conseguenze legate alle tesi dell'olismo semantico alla Quine), mentre questa non si produce se si aderisce invece a quella che essi chiamano la concezione "semantica" delle teorie e che, in sostanza, consiste nel considerare una teoria come un "modello", e questo non è una entità linguistica. Pertanto, mentre dal punto di vista linguistico teorie opposte sono mutuamente escludentisi in quanto si "contraddicono", e quindi l'una deve esser vera e l'altra falsa, se le consideriamo come modelli esse sono semplicemente "contrarie" e quindi possono essere entrambe false, e tuttavia essere parzialmente vere. La relazione fra un modello e un sistema reale cui esso viene rapportato è quella di una similarità, che può essere più o meno accentuata, senza esser mai perfetta. Queste idee, corredate da riferimenti a Giere e Sneed, consentono di procedere verso una riabilitazione del concetto di progresso scientifico, senza per altro conseguire completamente l'obiettivo, in quanto rimane sempre difficile determinare il "grado di verità" raggiunto da una teoria. La proposta degli Autori è quella di introdurre la nozione di "situazione cognitiva" che rende più agevole stabilire un confronto fra diverse situazioni cognitive in momenti storici diversi dello sviluppo di una scienza e scegliere la migliore, ossia la "più vera". In questo saggio vengono accolti alcuni spunti del mio volume del 1969, mentre non emergono altri ulteriori sviluppi (di cose già adombrate in quel volume) che mi hanno condotto a elaborare idee molto prossime a quelle qui difese, anche se con differenze non secondarie. Anch'io, infatti, ho presto sottolineato che una concezione "puramente linguistica" delle teorie è inadeguata, in quanto esse sono basate su un "modello" o una *Gestalt* riguardante un certo dominio di oggetti, di cui sono semplicemente la esplicitazione linguistica (indispensabile per

esporne, analizzarne, controllarne i vari aspetti). Proprio per questo le eventuali smentite empiriche di qualche proposizione di una teoria non ne comportano l'abbandono, poiché si tratta di vedere sino a che punto queste intaccano (marginalmente, piuttosto che essenzialmente) la fedeltà o conformità del modello, preso nel suo insieme, rispetto al sistema reale. Tenuto conto di questo, io preferisco continuare ad usare la nozione di *verità* come proprietà delle singole proposizioni (e, con un certo allargamento, di un insieme di proposizioni, come quelle che costituiscono una teoria), mentre mi sembra più adeguato parlare appunto di *fedeltà* o *conformità* quando si tratti modelli. Mi risulta un po' anomalo, insomma, parlare di "modello vero", così come di situazione cognitiva "vera". Con queste precisazioni, per altro, le tesi sostenute dai due Autori si trovano un sintonia con quanto io stesso ho sostenuto anche molto oltre quello che essi stessi hanno potuto constatare (mi limito a citare tre miei lavori che consentono un esame dettagliato anche da un punto di vista filosofico generale, di questa prospettiva: "Intelligibility, understanding and explanation in science", in C. Dilworth (ed.), *Idealization IV: Intelligibility in science*, Amsterdam, Rodopi, 1992, pp. 25-46; "Interpreting reality: models and reference", in *Logique et analyse* 164 (1998), pp. 343-363; "Idealization, intellectual intuition...", in J. Brzezinski, A. Andrzej, T. A.F. Kuipers (eds.) *The courage of doing philosophy...*, Amsterdam, Rodopi, 2007, pp. 303-314).

Venendo infine al saggio di Alai, devo in primo luogo sottolineare la notevole utilità metodologica della sua ben articolata distinzione di diversi significati o forme di realismo (e antirealismo). Come tutte le classificazioni, anche questa racchiude un aspetto di convenzionalità, ma consente di procedere ad analisi accurate e a porre in luce possibili incongruità o insufficienze. Avvalendosi di questo crivello, egli passa in rassegna praticamente tutto l'arco della mia produzione specificamente correlata al tema del realismo, inteso sia in senso generale che in senso strettamente scientifico, e viene ricostruendo, con notevole capacità di correlazione e integrazione, un quadro delle mie posizioni nel quale non ho difficoltà a riconoscermi. L'impresa non è banale, trattandosi di seguire un tragitto che si è snodato dal 1969 ad oggi, ossia per poco meno di quarant'anni (infatti, per quanto i riferimenti di Alai siano alla seconda edizione del mio *Temie problemi di filosofia della fisica*, uscita nel 1974, questa in realtà era la pura e semplice ristampa anastatica della prima, uscita presso Manfredi a Milano nel 1969 e divenuta irreperibile a causa della scomparsa di tale casa editrice). In un certo senso sono sempre rimasto io stesso sorpreso del fatto che in quel primo volume la mia concezione dell'oggettività fosse già tutta espressa nelle sue linee essenziali, cosicché col passar degli anni mi sono trovato ad approfondirla e ampliarla in misura non trascurabile, ma mai nella situazione di rettificarla o correggerla. Tuttavia è non meno vero che gli sviluppi successivi le hanno apportato arricchimenti non secondari i quali, in particolare, hanno contribuito molto a delineare il più generale quadro filosofico ed epistemologico in cui tale concezione si innesta, con tutte le sue ramificazioni nei campi della teoria della

conoscenza, della filosofia del linguaggio, dell'ontologia. Lungo questo itinerario ho cercato di mettere in evidenza due significati non sovrapponibili della nozione di "oggetto scientifico", che si trovano effettivamente intrecciati nella mia prospettiva. Per un verso, infatti, *l'oggetto* viene indicato come un insieme strutturato di predicati, ed è quindi chiaramente un'entità astratta, un ente di ragione, ma per altro verso diciamo che una certa cosa diviene *oggetto* di una data scienza quando viene indagata secondo un determinato "punto di vista", cosicché *gli oggetti* di quella data scienza sono cose considerate da tale punto di vista, e in questo senso è chiaro che gli oggetti sono enti concreti o, se vogliamo, strutture di attributi ontologicamente presenti nelle cose. Questa duplicità di significati, presente nei miei primi scritti, è stata disambiguata nei successivi (in particolare nei saggi già citati in precedenza), chiarendo la natura ideale dell'oggetto scientifico, che *codifica* una determinata struttura di *attributi* della realtà mediante una struttura di *predicati*. Una certa teoria scientifica studia e dipana le caratteristiche di questo oggetto o "modello" ideale, il quale poi può essere più o meno fedelmente *esemplificato* da enti o eventi concreti, ossia da oggetti in senso non più concettuale, che sono i suoi *referenti*. Ogni teoria scientifica, pertanto, parla solo circa i suoi referenti e vuole esprimere a loro proposito soltanto proposizioni *vere*. Questo è solo un esempio di come il nocciolo primitivo della mia concezione dell'oggettività scientifica, e il correlato realismo, si siano venuti chiarendo col trascorrere delle mie ricerche. Proprio tenendo conto di questi sviluppi Alai è riuscito a fornire un'immagine fedele della mia posizione, che va al di là della possibilità di classificarla come realismo metafisico e gnoseologico forte, accompagnato ad una forma moderata di costruttivismo, nonché come un realismo scientifico secondo tutti i sensi da lui stesso individuati. In realtà questo inquadramento classificatorio è il risultato dell'aver correttamente analizzato, interpretato e reso compatibili parecchie tesi mie che potevano di primo acchito sembrare talora inconciliabili.

Posso cercar di rispondere brevemente a un paio di rilievi critici che Alai mi muove. Il primo concerne la mia tesi del carattere "relativo" della verità in generale e di quella scientifica in particolare, relatività che io intendo come una "delimitazione" del discorso ad un preciso ambito di *referenti*. A lui sembra che tale limitazione sia superflua poiché, quando si ha a che fare con una proposizione scientifica, essa risulta già dalla composizione di predicati specifici che, grazie alle relazioni intrateoriche e ai criteri di referenzialità di cui io stesso parlo, non possono che riguardare i referenti propri della teoria stessa. Sono d'accordo, e io stesso ho spesso asserito che una proposizione scientifica è *assolutamente vera relativamente* al suo campo di riferimento, volendo escludere ogni senso di relativismo dalla mia concezione. Perché, allora, mi sembra opportuno insistere sulla delimitazione del campo di verità? Perché, come amo affermare, nella semantica occorre distinguere tre livelli, quello del *segno* linguistico, quello del *significato* concettuale e quello del *riferimento* fattuale. Ebbene, quando si considera una proposizione, abbiamo a che fare direttamente con un *enunciato* che è

di natura semplicemente linguistica e che, normalmente, non è associato in modo esplicito né ad un significato concettuale univoco, né a criteri espliciti di referenzialità. Senza queste ulteriori precisazioni è impossibile stabilire la verità o falsità della proposizione in questione ma, purtroppo, la vita ordinaria ci offre abbondanti esempi di discussioni inutili circa la verità di asserzioni delle quali i contendenti non condividono spesso né il significato né i criteri di verità. In particolare, questa mia tesi vuole evitare gli equivoci del *riduzionismo* che sempre consiste nel conferire a proposizioni, che sono vere nel proprio ambito specifico di riferimento scientifico, una portata generale che esse non hanno. Ad esempio, è vero asserire che “il cervello è un computer molto potente”, purché si sottintenda che tale è il cervello considerato dal punto di vista della capacità di immagazzinare ed elaborare informazioni, ma è chiaro che questa proposizione non dice *tutta la verità* sul cervello e quindi sarebbe scorretto (come spesso si fa) pretendere di *ridurre* a processi algoritmici le diverse funzioni cerebrali, anche se hanno indubbiamente *aspetti* algoritmici.

L'altra obiezione di Alai riguarda una mia asserzione concernente la possibilità che una certa forma di fenomenismo possa in effetti equivalere a una posizione realista. Basta semplicemente contestualizzare tale frase andando all'inizio del discorso in cui è inserita, per vedere che in essa si ipotizza una posizione di fenomenismo talmente radicale da non accettare la distinzione gnoseologica fra fenomeni e cose in sé. Per un tale fenomenista la realtà si ridurrebbe a fenomeno e quindi tale fenomenista sarebbe suo malgrado un realista. Ma è una minuzia di dettaglio.

Concludendo, non posso che compiacermi di questo incontro dal quale ho potuto imparare parecchio, oltre che trarre godimento intellettuale e umano per il fatto di dialogare con colleghi cui sono anche legato da rapporti di amicizia. Sono certo che questo dialogo, per il quale serbo loro sincera gratitudine, è stato per tutti un'esperienza di arricchimento e riflessione della quale porteremo per lungo tempo il ricordo e di cui certamente coglieremo frutti forse in questo momento neppure intravisti.