

## LIBRI

### I PERCORSI DELL'EPISTEMOLOGIA CONTEMPORANEA

L'emergere di nuove teorie all'inizio di questo secolo (quantum indeterminismo, relatività) aveva messo in crisi l'ingenuo meccanicismo ottocentesco e il positivismo di stampo comtiano; in tale situazione deve essere inquadrato il tentativo dei filosofi neopositivisti di fornire una descrizione formalmente corretta e funzionale del rapporto che intercorre fra i risultati delle osservazioni sperimentali e le teorie scientifiche costruite su di essi. In realtà il neopositivismo trascura il problema delle origini storiche e psicologiche delle teorie scientifiche, per concentrarsi unicamente sul rapporto fra enunciati che descrivono fatti ed enunciati teorici. Inoltre il neopositivismo non indaga circa l'origine delle verità di ragione (cioè della conoscenza tipica della logica e della matematica); la logica non esprime alcuna «verità», ed i suoi enunciati si riducono ad una serie di tautologie o di puri giochi linguistici la cui accettazione o meno dipende unicamente dall'utilità. Questa riduzione delle questioni *ontologiche* a questioni *pragmatiche*, accanto alla riduzione di tutti i linguaggi scientifici a quello della fisica e alla distinzione tra termini teorici e termini osservativi, è stata assai criticata, non solo per ragioni di ordine filosofico, ma anche per ragioni legate allo sviluppo delle scienze in questi anni.

In effetti, a causa delle critiche che sono state mosse da più parti, le originali posizioni neopositiviste si sono andate perfezionando e raffinando col passare del tempo; oggi può risultare ancora significativo leggere le conclusioni cui pervengono gli esponenti più raffinati di tale indirizzo di pensiero, anche

per comprendere meglio lo sviluppo del dibattito successivo. Intendiamo riferirci in particolare al Carnap (di cui citiamo i volumi: *I fondamenti filosofici della fisica*, tr. it., Il Saggiatore, Milano 1981; *Analiticità, significanza, induzione*, il Mulino, Bologna 1981) e ad Hempel che, sotto l'influenza dell'epistemologia popperiana, riconosce l'impossibilità di ridurre completamente i termini teorici a quelli osservativi (cf. G.C. Hempel, *La formazione dei concetti e delle teorie nella scienza empirica*, Feltrinelli, Milano 1976). Dobbiamo osservare che l'opera di K. Popper, che è senz'altro il più emblematico e significativo esponente dell'epistemologia contemporanea, può essere compresa solo se la si inquadra sullo sfondo dell'epistemologia neopositivista; da più parti è stato osservato che Popper appare contemporaneamente come l'ultimo esponente del razionalismo di stampo neopositivista e insieme come colui che ha portato al superamento dell'epistemologia neopositivista, aprendo, talora inconsciamente, la strada alla «nuova epistemologia». A tale riguardo consigliamo il volume di M. Pera, *Popper e la scienza su palafitte*, Laterza, Bari 1981.

Nel pensiero di Popper è centrale il problema del razionalismo e del valore dell'induzione nella scoperta delle teorie scientifiche. È nota la battaglia condotta da Popper contro il carattere onnipervasivo di teorie come il marxismo e la psicoanalisi, che sembrano in grado di spiegare ogni fatto che accade nel loro campo di applicazione. L'insoddisfazione verteva non tanto sulla verità di queste teorie o su qualche loro aspetto particolare, quanto sulla loro pretesa di trovare sempre e soltanto conferme. In altri termini, esse non chiarivano quali accadimenti o stati di cose sarebbero stati in grado di smentirle, a differenza delle teorie scientifiche che invece indicano chiaramente quali fatti sono in grado di prevedere e quali potrebbero smentirle. Carattere distintivo delle teorie scientifiche, infatti, non è la verificabilità, ma la falsificabilità, nel senso che una teoria scientifica può sempre essere messa alla prova ed essere rifiutata qualora non si trovi in accordo con i risultati sperimentali. Se nessun fatto sperimentale riesce a falsificare la teoria, questa è assunta provvisoriamente come vera; essa assume dunque un carattere ipotetico

e congetturale, poiché potrà sempre risultare confutata da controlli futuri. Di Popper ricordiamo in particolare i volumi: *Congetture e confutazioni*, il Mulino, Bologna 1972; *La logica della scoperta scientifica*, Einaudi, Torino 1970; *Conoscenza oggettiva. Un punto di vista evoluzionista*, Armando, Roma 1972; *Scienza e filosofia*, Einaudi, Torino 1969; *La ricerca non ha fine*, Armando, Roma 1976.

È evidente che la filosofia di Popper risente in maniera notevole dell'influsso di Hume per quanto concerne il problema dell'induzione; la posizione anti-induttivista di Popper sembra scontrarsi, però, con il concetto stesso di scienza come conoscenza che ha carattere di intersoggettività; senza contare che possiamo giustificare la deduzione, che è fondamentale per lo sviluppo logico di una teoria, solo applicando una sorta di procedimento induttivo (cf. M.L. Dalla Chiara - G. Toraldo Di Francia, *Le teorie fisiche*, Boringhieri, Torino 1981). Possiamo affermare che il principio di falsificazione non è altro che il principio di induzione sotto mentite spoglie; lo stesso Popper afferma: «Le nostre teorie sono invenzioni, nostre idee. Ma alcune di queste nostre teorie possono cozzare contro la realtà: e quando cozzano, sappiamo che c'è una realtà; che esiste qualcosa, a rammentarci il fatto che le nostre idee possono essere errate». Si tratta dunque di un realismo in forma negativa: le teorie non sono verificate, non ci dicono come è fatto il mondo, ma ci dicono come non è fatto. Le teorie scientifiche appaiono come ardite costruzioni della mente umana, formulate dagli scienziati nel tentativo di dare un inquadramento razionale e unitario al molteplice dei fenomeni; esse tuttavia rimangono sempre controvertibili e non hanno mai carattere di certezza assoluta e definitiva. La scienza procede per tentativi ed errori, ed anzi può essere definita come «l'arte di imparare dai propri errori»; l'epistemologia tradizionale, intessuta di logicismo e di convenzionalismo, risulta con Popper definitivamente superata, ma è aperta la strada anche alle epistemologie più recenti che guardano alla scienza come assenza di metodo (Feyerabend), come successione di paradigmi (Kuhn), come costruzione di nuovi modelli concettuali che consentano di considerare in modo nuovo il mondo (Hanson).

È certamente interessante comprendere perché la cosiddetta «nuova filosofia della scienza» giunga a risultati essenzialmente relativistici, tanto da parlare, come nel caso di Feyerabend, di anarchismo metodologico. Il punto di partenza è certamente la distinzione cara ai neopositivisti fra enunciati teorici ed enunciati osservativi. Già Hempel aveva notato che pur sussistendo la necessità di particolari rapporti fra i termini teorici ed il vocabolario osservativo, è impossibile ridurre i primi al secondo. Ogni osservazione scientifica è fatta sulla base di particolari ipotesi preliminari che lo scienziato fa su ciò che è fondamentale osservare e ciò che non lo è, per cui si può dire che ogni osservazione presuppone della teoria. L'epistemologia successiva a Popper ha dunque sottolineato la tesi, che viene formulata non solo da Popper e da Hempel ma che appartiene già al cosiddetto «secondo Wittgenstein», secondo cui non esiste osservazione pura che sia separabile da ipotesi di carattere teorico, sino a revocare in dubbio la rilevanza dei fatti sperimentali nella costruzione e nella verifica delle teorie scientifiche.

All'interno della nuova filosofia della scienza esistono differenze fra le posizioni espresse dai suoi diversi rappresentanti; in particolare ci sembra interessante quanto viene sostenuto da T.S. Kuhn, sia per chiarezza che per originalità. Di questo autore è nota soprattutto l'opera: *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Einaudi, Torino 1978, ma alcuni tratti caratteristici del suo pensiero si ritrovano già nel volume: *La rivoluzione copernicana*, Einaudi, Torino 1972, che è dedicato alla storia della astronomia nel suo sviluppo storico dall'antichità sino al XVII secolo. In tale opera Kuhn mostra come ogni modello teorico elaborato dall'uomo per descrivere e comprendere i fatti naturali abbia due importanti funzioni: una logica ed una psicologica. Il passaggio dalla funzione logica a quella psicologica avverrebbe quando lo schema concettuale, oltre a rendere conto di determinate evidenze sperimentali, soddisfa a esigenze di carattere estetico, religioso, filosofico. A questo punto l'esigenza dell'uomo di sentirsi a proprio agio in un universo conosciuto trasformerebbe lo schema iniziale in una vera e propria concezione del mondo. Per questa ragione l'abbandono di una teoria non corrisponderebbe allo

schema falsificazionista popperiano, ma avverrebbe solo quando è data una teoria alternativa che viene sostenuta e portata avanti con coraggio e determinazione dai suoi fautori.

Secondo Kuhn, nello sviluppo scientifico si alternano due fasi diverse: una di «scienza normale» e una di «scienza straordinaria». La prima è dominata da un «paradigma», cioè dalla accettazione di un determinato schema interpretativo, le cui assunzioni metodologiche e gnoseologiche sono condivise dalla comunità scientifica e vengono apprese in modo piuttosto acritico mediante la ripetuta applicazione di tecniche concettuali e sperimentali esemplari; la seconda consiste invece nella transizione da un paradigma all'altro.

La distinzione tra scienza normale e scienza straordinaria è stata spesso criticata e non sembra del tutto soddisfacente; tuttavia Kuhn mette chiaramente in evidenza che il progresso della scienza non è un semplice fatto di logica e di applicazione impersonale di un metodo, ma è intimamente legato alle convinzioni degli uomini che hanno sostenuto di volta in volta le nuove teorie scientifiche, convinti della loro superiorità rispetto a quelle precedentemente accettate. La distinzione, cara ai neopositivisti, fra il momento storico e psicologico dell'invenzione delle teorie e quello della discussione critica della loro validità, è rifiutata da Kuhn, non senza valide ragioni. L'importanza e il significato attribuiti oggi alla dimensione storica costituiscono certamente uno degli aspetti più interessanti della nuova filosofia della scienza, grazie ai quali l'interesse degli epistemologi è progressivamente slittato dai «modelli logici» ai «modelli storici» delle teorie. L'epistemologia contemporanea ha operato una progressiva riscoperta del fattore storico e del suo significato teorico entro l'impresa scientifica, al punto che Lakatos afferma: «la filosofia della scienza senza storia della scienza è vuota. La storia della scienza senza la filosofia della scienza è cieca» (I. Lakatos, *La storia della scienza e le sue ricostruzioni razionali*, in AA.VV., *Critica e crescita della conoscenza*, Feltrinelli, Milano 1976).

Non è certo possibile in questa sede esaminare in dettaglio le diverse linee di tendenza dell'epistemologia contemporanea; a tale proposito pensiamo sia interessante il volume di H.I. Brown,

*La nuova filosofia della scienza*, Laterza, Bari 1984, che rappresenta un tentativo di sintesi e di interpretazione di quanto sta avvenendo nell'attuale ricerca epistemologica. Altrettanto interessante può risultare la lettura di N.R. Hanson, *I modelli della scoperta scientifica*, Feltrinelli, Milano 1978, che ha il pregio di mediare l'argomentazione filosofica con una ricca esemplificazione storica; maggiori problemi presenta invece la lettura delle opere di Feyerabend, anche per la radicalità estrema delle sue conclusioni (cf. ad esempio P.K. Feyerabend, *Contro il metodo*, Feltrinelli, Milano 1981). Per Feyerabend, la scelta tra teorie rivali, non potendo avvenire sulla base dei fatti sperimentali, avviene sulla base di motivazioni psicologiche, estetiche, sociologiche o di altra natura. Non esiste un metodo scientifico per dedurre le teorie dai fatti sperimentali, al punto che «avere delle idee è la suprema riuscita per uno scienziato». Non si può parlare di «metodo scientifico», perché non esiste alcun insieme di regole che possono essere applicate in modo automatico e impersonale allo sviluppo della ricerca. La storia della scienza mostra, per Feyerabend, che non vi è alcuna regola di metodo che non sia stata violata in qualche circostanza e la cui violazione non si sia in seguito rivelata indispensabile per il progresso della conoscenza.

Il ricorso alla dimensione storica non deve però servire ad avvalorare questa o quella concezione ideologica, e neppure deve permettere all'epistemologo di utilizzare determinati casi storici o esempi per sostenere un particolare punto di vista teorico o per confutare le tesi degli altri. Lo sviluppo storico della scienza è legato allo sviluppo delle altre forme di pensiero, e non si può comprendere la portata delle grandi rivoluzioni scientifiche senza riferimento al contesto culturale in cui tali rivoluzioni si sono prodotte. Ogni conoscenza si trova sempre storicamente immersa in un determinato patrimonio di sapere che costituisce un fattore ineliminabile del processo conoscitivo stesso. Possiamo dunque affermare con Laudan che: «Non è possibile effettuare nessuna valutazione rilevante di una dottrina senza una ricca conoscenza del suo sviluppo storico» (L. Laudan, *Il progresso scientifico*, Armando, Roma 1979).

Come ha rilevato P. Rossi, se guardiamo allo sviluppo storico della scienza, vediamo che attorno ad essa si sono sviluppate diverse immagini. «Il termine "immagine" rinvia ad una somma di pensieri, di riflessioni, di affermazioni su ciò che la scienza è o dovrebbe essere. Essa risulta da un discorso (più o meno articolato) sulla natura, gli scopi, le funzioni, i compiti della scienza; da una riflessione sul significato della scienza e della tecnica per la vita del singolo e della collettività; da una valutazione della loro incidenza nella storia e nella vita delle società. Quei giudizi, quelle valutazioni, quelle decisioni dipendono dalla considerazione che lo scienziato ha dei compiti e del ruolo della scienza e dell'uomo di scienza, sono legati alla sua considerazione di ciò che in essa è fondamentale o basilare, alla sua concezione della scienza come prevalentemente intessuta di audaci speculazioni teoriche oppure come risultante da minute e pazienti connessioni tra eventi. I problemi di carattere teorico e sperimentale che vengono emergendo dallo sviluppo delle teorie e degli esperimenti hanno un'esistenza obiettiva, tendono a possibili direzioni di mutamento, di integrazione e di sviluppo. Ma la scelta dei problemi da risolvere, degli esperimenti da fare, nonché la determinazione del loro significato, è legata ad una determinata immagine della scienza» (P. Rossi, *Immagini della scienza*, Editori Riuniti, Roma 1977).

In questo modo è possibile capire perché I. Lakatos rifiuti il concetto popperiano di falsificazione, in quanto non è affatto vero che un solo controesempio può falsificare una teoria scientifica e portare alla sua sostituzione con un'altra. Spesso le difficoltà di una teoria vengono aggirate con ipotesi supplementari se questo permette di sviluppare la teoria, e di ricavarne tutte le implicazioni conoscitive e applicative. Al concetto di teoria si dovrebbe sostituire, secondo Lakatos, quello di «programma di ricerca»; in quanto nessuna teoria è un sistema isolato di proposizioni (o un sistema formale), ma è una successione di teorie che si sono sviluppate attorno ad un «nucleo» interno di carattere metafisico e quindi non falsificabile. Il ruolo positivo della metafisica, non solo quale scelta avanzata della scienza (come sostiene Popper), ma come elemento insostituibile per lo sviluppo

della scienza, è sostenuto in particolare da J. Agassi nel volume: *Epistemologia, metafisica, storia della scienza*, Armando, Roma 1978.

In definitiva possiamo dire che i più recenti studi nel campo dell'epistemologia tendono a mettere in rilievo come la scoperta scientifica non sia un semplice fatto di logica formale, e come essa abbia un carattere storico ed un profondo legame con la storia del pensiero in generale. La scienza non è assolutamente oggettiva e neutrale, ed anzi si mostra sempre più soggetta ai diversi condizionamenti di carattere ideologico, linguistico e culturale. Nasce allora il problema del rapporto tra il contenuto delle teorie scientifiche e la realtà (quella naturale e quella storico-sociale) che tali teorie hanno il compito di descrivere o di raffigurare. Da quanto abbiamo detto in precedenza, appare evidente che oggi è impossibile sostenere un punto di vista quale quello del realismo immediato, in quanto le teorie scientifiche hanno un rapporto complesso con la realtà, di cui esse non sono un immediato rispecchiamento. Comunque l'epistemologia contemporanea registra la presenza di autorevoli prese di posizione a favore di un realismo critico, che andiamo ora brevemente ad esaminare.

In direzione realista si pongono quelle concezioni che sottolineano l'importanza dell'inferenza analogica e del concetto di modello nell'interpretazione della conoscenza scientifica. Modello è qui inteso nel senso di modello materiale o «iconico», di facile e immediata comprensione intuitiva. In particolare dobbiamo ricordare M. Hesse, che presenta le sue tesi nel volume: *Modelli e analogie nella scienza*, Feltrinelli, Milano 1980. In effetti sappiamo che vi sono notevoli difficoltà ad interpretare la meccanica quantistica in termini di modelli familiari e facilmente comprensibili. Benché sia desiderabile disporre di un modello soddisfacente della teoria, anche se ciò che viene considerato soddisfacente dipende dal clima intellettuale prevalente, occorre ricordare la grande potenza della meccanica quantistica in fatto di previsione e descrizione dei fenomeni sub-atomici. Il fatto che i suoi modelli non abbiano carattere di immediata familiarità e comprensibilità non implica necessariamente che essi siano erronei, e non è



escluso che in futuro ci si abitui maggiormente ad essi o che si trovi una interpretazione più soddisfacente. Von Bertalanffy ricorda che il nostro modo di concepire la realtà materiale è legato alla nostra struttura macroscopica; scopo della scienza è però quello di estendere l'osservabile, e le leggi della meccanica quantistica non possono essere considerate meno reali di quelle della meccanica classica per il solo fatto di ricorrere a categorie sempre più astratte e formali (L. von Bertalanffy, *Teoria generale dei sistemi*, ILI, Milano 1971).

Le ragioni che possono essere portate a sostegno di una concezione di tipo realista sono diverse, ma pensiamo che la principale sia legata al fatto che la «razionalità della scienza» coincide con la logica della discussione storicamente realizzatasi, nell'ambito di determinate società, tra schemi concettuali rivali all'interno di diverse tradizioni di pensiero che individuano particolari problemi concettuali ed empirici (come puntualmente osserva F. Minazzi nel volume: L. Geymonat - G. Giorello, *Le ragioni della scienza*, Laterza, Bari 1986).

Dato il profondo legame esistente fra storia della scienza e filosofia della scienza, il realismo sembra essere la concezione più consona ad evitare gli opposti pericoli dell'autoritarismo scienziato o del relativismo culturale. Ricordiamo che il relativismo epistemologico conduce sempre ad un pragmatismo ideologico che, come ha mostrato Russel, è sempre connesso a concezioni autoritarie e totalitarie. Una filosofia della scienza, che tenga conto della evoluzione del pensiero scientifico nel corso della storia, tende sempre ad individuare i condizionamenti culturali, biologici, materiali, che hanno permesso concretamente la genesi e lo sviluppo del pensiero e delle teorie scientifiche. In questa direzione si muovono tutti quegli studiosi che cercano di chiarire le modalità di elaborazione del dato empirico e di capire come questo si trasforma in oggetti della conoscenza.

Partendo dalla constatazione della grande importanza assunta oggi dal movimento strutturalista, Piaget si interroga sul rapporto che esiste fra le strutture nel campo della logica e della matematica e quelle nel campo fisico e biologico, e giustifica ciò ricordando che non è possibile stabilire a priori se le strutture dipendono

dall'uomo, dalla natura o da tutti e due, e che la congiunzione di entrambi è da cercare sul terreno della spiegazione umana dei fenomeni fisici (J. Piaget, *Lo strutturalismo*, Il Saggiatore, Milano 1974). Le ricerche portate avanti da Piaget e dai suoi collaboratori nel campo dell'epistemologia genetica, insieme a quelle condotte in diversi contesti da specialisti di teoria dei sistemi, neurofisiologia, cibernetica, biofisica, psicologia genetica, sociologia, antropologia, chimica, e altre, mostrano l'insostenibilità dei tradizionali modelli epistemologici; ed in particolare mostrano la complessità del reale e la sua stratificazione in una gerarchia di livelli che vanno da quelli chimico-fisici a quelli biologici e sociologici. Sui livelli di realtà e sui diversi approcci conoscitivi risulta senz'altro utile la lettura del volume curato da M. Piattelli Palmarini dal titolo: *Livelli di realtà*, Feltrinelli, Milano 1984.

Per un primo approccio a quella che viene oggi definita l'«epistemologia della complessità», risulta importante la lettura del volume: G. Bocchi - M. Ceruti (a cura di), *La sfida della complessità*, Feltrinelli, Milano 1985, che riporta gli interventi di numerosi esperti italiani e stranieri sui problemi connessi allo sviluppo della teoria dei sistemi e al sempre più frequente ricorso in ambito scientifico al concetto di complessità. La complessità non è nella natura ma nel codice, non nel semplice sistema osservato ma nella congiunzione di sistema osservato e sistema osservante, in cui hanno posto le scelte, gli scopi, i fini dell'osservatore. La complessità rappresenta l'irruzione dell'incertezza irriducibile nelle nostre conoscenze, lo sgretolarsi dei miti della certezza, della completezza, dell'eshaustività, della completa prevedibilità e controllabilità, che per secoli hanno indicato e regolato il cammino e gli scopi della scienza moderna. Essa comporta l'esigenza di un diverso approccio conoscitivo alla realtà, di un approfondimento del nostro dialogo con l'universo, di una trasformazione dei giudizi di valore che stanno alla base delle nostre scelte scientifiche e tecnologiche. L'emergere del paradigma della complessità è legato, come mostra E. Morin, al problema del rapporto fra scienza ed etica, che appare oggi come uno dei nodi cruciali che l'umanità contemporanea dovrà affrontare e risolvere in modo corretto, se vorrà garantire la sicurezza non solo della

generazione presente ma anche di quelle future. A tale riguardo rinviamo a: E. Morin, *Scienza con coscienza*, Angeli, Milano 1984; ed inoltre P. Quattrocchi, *Etica, scienza, complessità*, Angeli, Milano 1984.

Per quanto riguarda la teoria dei sistemi, è senz'altro consigliabile la lettura di: E. Agazzi (a cura di), *I sistemi fra scienza e filosofia*, SEI, Torino 1978; mentre per quanto concerne l'opera di J. Piaget, oltre al noto volume su *L'epistemologia genetica*, Laterza, Bari 1971, risulta interessante lo studio di G. Bocchi - M. Ceruti, *Disordine e costruzione. Un'interpretazione epistemologica dell'opera di Jean Piaget*, Feltrinelli, Milano 1981. Dobbiamo infine ricordare le ricerche di I. Prigogine, che rappresentano un interessante approfondimento dello studio dei sistemi fisico-chimici e un ribaltamento o superamento dell'approccio tradizionale. Per una introduzione a questi problemi e per le conseguenze sul piano culturale e conoscitivo rimandiamo a: I. Prigogine - I. Stengers, *La nuova alleanza. Metamorfosi della scienza*, Einaudi, Torino 1981.

La critica all'epistemologia tradizionale coincide con il rifiuto di guardare alla scienza secondo l'aspetto logico-formale, dimenticando la sua dimensione storica, i suoi rapporti con le problematiche socio-economiche, il suo carattere di attività personale e umana, in cui l'uomo è impegnato con le sue risorse di creatività, di pazienza, di dedizione, in una ricerca appassionata e costante della verità, nella tensione ideale verso la comprensione della struttura intelligibile del reale. Quest'ultimo aspetto della conoscenza scientifica è quello su cui maggiormente si concentra l'attenzione di M. Polanyi, che, in polemica con la concezione neopositivista, si sforza di mettere in evidenza gli aspetti non del tutto «oggettivabili» e «palesabili» dell'attività di ricerca degli scienziati. In particolare egli vede nell'attività scientifica una componente soggettiva e «tacita», cioè inespressa, ma tale da far pensare ad una «conoscenza personale» in antitesi con le posizioni deterministiche e comportamentistiche della personalità umana. Di Polanyi ricordiamo: *Studio dell'uomo; individuo e processo conoscitivo*, Morcelliana, Brescia 1973; *La conoscenza inespressa*, Armando, Roma 1979.

In questa breve rassegna bibliografica sull'epistemologia contemporanea, non possiamo dimenticare quanto è stato scritto a proposito della meccanica quantistica e dei problemi che essa apre circa l'oggettività del reale. Molte delle critiche all'epistemologia neopositivista sono venute dalle scienze biologiche e dalle scienze umane, a causa dell'irrisolubile contrasto fra lo statuto epistemologico delle tradizionali scienze chimico-fisiche e quanto andava emergendo nel campo della biologia e delle scienze umane e sociali riguardo alla metodologia e al valore conoscitivo e predittivo di queste scienze. L'esame dei problemi connessi allo sviluppo della fisica moderna non vuole essere uno scotto da pagare al fisicalismo, ma una semplice puntualizzazione di quanto sia complessa la problematica epistemologica all'interno della stessa scienza fisica, che per decenni ha preteso di estendere i propri canoni metodologici e i propri schemi esplicativi alle altre scienze sperimentali. Su tale questione ci sembrano consigliabili i seguenti volumi: E. Agazzi, *Temi e problemi di filosofia della fisica*, Abete, Roma 1974; e B. D'Espagnat, *Alla ricerca del reale*, Boringhieri, Torino 1983. In entrambi i casi, il tema conduttore è quello del rapporto della fisica con il reale, nel senso di vedere in che misura gli apporti della fisica contemporanea consentono di affermare o di negare l'esistenza di una realtà oggettiva accessibile alla ricerca. Su questa e su altre questioni legate allo sviluppo attuale della cibernetica, che nei suoi aspetti astratti e formali assume un carattere interdisciplinare tale da farne un modello del conoscere che richiede una rifondazione dell'epistemologia e della teoria dell'apprendimento, può essere ancora utile la consultazione del volume: V. Tonini, *Scienza dell'informazione, cibernetica, epistemologia*, Bulzoni, Roma 1971.

Fra le personalità di maggior rilievo nel campo della filosofia della scienza, non possiamo dimenticare G. Bachelard, autore talvolta ingiustamente trascurato, ma la cui opera è fondamentale per comprendere gli sviluppi recenti dell'epistemologia francese. Sugli sviluppi dell'epistemologia francese può essere utilmente consultato il volume: C. Vinti, *L'epistemologia francese contemporanea*, Città Nuova, Roma 1977, che riporta anche numerosi brani antologici. Anche per Bachelard la natura specifica della

scienza e il suo rapporto con la filosofia devono essere posti in relazione con le problematiche storiche, tecniche, sociali che determinano o condizionano lo sviluppo delle teorie scientifiche. Secondo Bachelard la scienza non si evolve secondo un processo lineare e unitario; in opposizione con le tesi continuiste, sostenute soprattutto da Meyerson, la scienza ha un carattere rivoluzionario, essendo il suo sviluppo caratterizzato da «rotture epistemologiche», cioè da rotture col sapere precedente, innovando radicalmente i suoi criteri metodologici. Di Bachelard ricordiamo: *La ragione scientifica* (scritti a cura di G. Sertoli), Bertani, Verona 1974; *Epistemologia* (antologia di scritti epistemologici a cura di D. Lecourt), Laterza, Bari 1975.

Naturalmente non pretendiamo con questa breve rassegna di aver esaurito l'argomento; molti aspetti della questione sono soltanto stati accennati, mentre numerosi sono gli autori e gli orientamenti dell'epistemologia contemporanea che sono stati forzatamente omessi. Speriamo comunque di aver fatto cosa gradita al lettore, al quale spetta il compito di verificare personalmente lo schema proposto, accettandolo o rifiutandolo a seconda che lo ritenga più o meno valido e aderente alla realtà.

CARLO BORASI