

MARINO NICOLINI

GLI EFFIMERI MONUMENTI DELLA SCIENZA:
DIVAGAZIONI DI UN CHIMICO *

Gli effimeri monumenti della scienza: questo titolo volutamente criptico, credo, e provocatorio dato agli interventi del mio collega Lorenzo Pinna e del sottoscritto, implicherebbe un'analisi della storia e della scienza e chiamerebbe in causa un testimone-chiave per la spiegazione di questa designazione, per me interrogativa: i monumenti della scienza o i monumenti dedicati alla scienza?

Naturalmente, il testimone è la filosofia.

Scienza e filosofia, originate dalla stessa pulsione – la ricerca del sapere – hanno condiviso lo stesso percorso nella storia dell'uomo, fino alla «frattura» galileiana (inizio del XVII secolo); e fino a questo periodo la scienza non aveva monumenti dedicati.

Nel suo percorso la filosofia ha prodotto opere, dottrine, sistemi, ma i problemi che sono alla base dell'interrogativo filosofico sono rimasti pressoché gli stessi: si tratta di una *philosophia perennis* che ha confortato i dubbi dell'uomo.

Mentre la scienza ha proceduto per accumulazione progressiva di dati empirici; in qualche caso, con rotture teoriche, rotture che Kuhn chiama rivoluzioni scientifiche. Ancora nel XVIII secolo la scienza veniva ritenuta cumulativa e sintetizzante, costituentesi in un processo razionale e continuo, e progressivamente si definivano le idee, scaturite dalle scoperte scientifiche.

Dopo la frattura galileiana, i tentativi di appropriazione reciproca di filosofia e scienza si sono risolti in un fallimento esemplificabile, da un lato, nel positivismo: esperimento filosofico di acquisizione e di traduzione dei risultati scientifici; e, dall'altro, nella negazione di Heidegger (del 1929): «Die Wissenschaft denkt nicht» (la scienza non pensa).

Queste due posizioni paradigmatiche sanciscono la separazione tra scienza e filosofia: per gli scienziati, la filosofia non è di alcuna utilità; per i filosofi, i risultati della scienza non riescono a rispondere ai grandi interrogativi della vita.

* Comunicazione letta il 15 marzo 1996 nell'Odeo Olimpico.

Ma questi rimproveri mossi reciprocamente da due coniugi separati da secoli nascono dalla confusione e dalla pretesa del ruolo da svolgere rispettivamente da ciascuno dei due attori.

La filosofia-teologia ha assolto nei secoli un suo ruolo, ha cercato di spiegare il senso della vita; la scienza ha indagato il perché e il come dei fenomeni.

Questa separazione tra scienza e pensiero significa anche che l'intelligenza, l'operatività e la razionalità della scienza si sarebbero disgiunte dagli interrogativi fondamentali sul destino dell'essere e sul senso dell'autenticità.

L'antico conflitto tra obiettività scientifica, spiegazione casuale, da un canto, e dall'altro, senso del vissuto, cultura, comprensione autoriflessiva, in sostanza l'opposizione tra discipline sperimentali dell'attività strumentale e tecnologica e discipline pratiche dell'attività comunicativa e simbolica, opposizione di derivazione kantiana ed hegeliana, è stata finora tradotta con la formula delle *due culture*.

Potremmo allora descrivere la scienza come effemeride, richiamandoci al significato etimologico di questo termine, e cioè effemeride come «diario degli avvenimenti notevoli».

Se scorriamo questo diario vedremo allora che i monumenti sono sì effimeri, ma ci sono tuttavia dei cippi che delimitano confini, delle pietre miliari che indicano e misurano la strada che ci porta alla conoscenza.

Se vogliamo comprendere la validità della scienza bisogna riflettere sul suo programma autolimitativo, com'è, per esempio, magistralmente definito da Poincaré, secondo cui questa validità risiede nella capacità di non ritornare su di un'affermazione, su una legge stabilita nei limiti delle ipotesi prefissate, nei limiti delle osservazioni che essa può esprimere o nei limiti alle previsioni che vuole fare.

Secondo Poincaré, dunque, la scienza è un sistema cumulativo e progressivo che conosce i suoi limiti e che include questi limiti in tutti i suoi enunciati.

Ma come procede il cammino della scienza? A questa domanda si è risposto in modi diversi; ma possiamo tener presente il programma di Kuhn (1972) secondo il quale la scienza non si sviluppa con un regime costante.

Nei periodi di «scienza normale», secondo la terminologia di questo autore, periodi di solito lunghi, la scienza si sviluppa entro un quadro concettuale, costituito da un determinato sistema di idee, considerato come scientificamente giusto ed esatto.

In questi periodi le idee sono generalizzate e i loro esiti chiaramente desunti; e questo fatto permette la loro verificabilità con l'esperienza in un quadro sempre più ampio.

Quando la costruzione di una nuova teoria richiede una rottura con le idee precedenti, si produce una crisi o una rivoluzione (naturalmente scientifica).

Al di là di una possibile semplificazione o di una capacità esplicatrice non si possono prevedere le conseguenze delle rivoluzioni scientifiche.

In una teoria non c'è niente di predeterminato; la teoria deve spiegare i fatti che s'inquadrano nella teoria precedente oltre quelli che rappresentano delle anomalie; e tutto questo con la maggior economia e semplicità.

Teorie che espongono concetti molto diversi e che si fondano su basi diverse potrebbero rispondere adeguatamente a queste esigenze.

Secondo il teorema di Mach-Duhem-Poincaré, un numero illimitato di teorie può comprendere un certo insieme di osservazioni; qualunque sia il numero di teorie, elevato o basso, in ogni caso è superiore a uno. A queste condizioni, la scienza nei periodi rivoluzionari di innovazione teorica ha una grande possibilità di scelta.

A nuove teorie, nuovi strumenti. Ad esempio, la rivoluzione galileiana è originata da due innovazioni matematiche: la scrittura di un numero reale come numero decimale illimitato, e la nozione di funzione $\varphi = f(x)$ che permette di esprimere le leggi fisiche. La portata della rivoluzione galileiana è stata enorme perché ha modificato l'assetto della scienza e della filosofia.

Ecco quindi un cippo che delimita i confini tra scienza e teologia.

Ma i conti con quest'ultima rimanevano ancora aperti per il pensiero di Cartesio e di Newton.

Quando la meccanica newtoniana, nata dal calcolo differenziale – nuovo strumento per questa nuova teoria – definiva il quadro concettuale dentro il quale avrebbe preso avvio lo sviluppo della fisica e della tecnologia, la meccanica newtoniana, dunque, cominciava a costruire anche il suo linguaggio, sottolineando la pertinenza di determinati concetti o la fecondità di determinate rappresentazioni.

La visione del mondo che scaturiva da questi progressi della scienza e che veniva ad imporsi alla fine del XVII secolo e all'inizio del XVIII è stata chiamata meccanicismo; era una filosofia dominante tra la maggior parte degli uomini di scienza del tempo; ed ha resistito fino all'inizio del nostro secolo.

Il tramonto del meccanicismo cominciato con l'affermarsi della fisica contemporanea non smentisce tuttavia la validità del formalismo newtoniano espressione del calcolo differenziale. Tramonta una concezione del mondo ma rimangono gli strumenti operativi.

Le due nozioni di base – punto materiale e forza – e le tre leggi costitutive, dette Leggi di Newton, fondanti la meccanica razionale, sono tuttora alla base della fisica macroscopica, mentre il meccanicismo

simo fa ancora parte del bagaglio intellettuale della maggior parte degli insegnanti di scienze.

Pur essendo una teoria sorpassata, perché, dunque, il meccanicismo è così resistente nella mentalità di molte persone che si occupano di scienza?

Perché, come diceva Bohr, la meccanica classica è fondata su di un uso ben definito di immagini e di idee che si riferiscono agli avvenimenti della vita quotidiana.

E ancora ai nostri giorni l'approccio meccanicista è fecondo di intuizioni e di scoperte, specialmente in biologia.

Fu Einstein a mettere l'accento sul fatto che la visione meccanicista che informava la fisica classica non poteva essere salvata con l'aggiunta – per spiegare le anomalie – di equazioni a equazioni, di epicicli ad epicicli.

L'abbandono del meccanicismo avviene quando gli uomini di scienza, e notamente i fisici, all'inizio del XX secolo sostituiscono a questa concezione un'altra secondo la quale la nozione di realtà non è veramente distinta da quella di insieme di fenomeni, mentre la nozione di fenomeno viene identificata con quella di esperienza umana comunicabile, ottenuta in condizioni ben specificate.

Queste definizioni di realtà e di fenomeno si richiamano a Bohr, dato che nel grande dibattito che oppose negli anni trenta i protagonisti della fisica contemporanea – Einstein e de Broglie *versus* Bohr, Heisenberg, Pauli ed altri – intorno al problema se la realtà sia o no conoscibile, fu Einstein, sostenitore dell'idea che questa sia conoscibile, che riconobbe di aver torto nei confronti di Bohr.

Per la cronaca, la concezione realista, mai rinnegata da Einstein, è ancora sostenuta da fisici come David Bohm o John Bell con l'introduzione di variabili supplementari che definiscono gli stati fisici dei sistemi in un modo più preciso di quello espresso dalla funzione d'onda.

In questi ultimi decenni, un nuovo paradigma – il paradigma evolutivista – ha permesso una profonda indagine nelle scienze della natura e nelle scienze sociali.

Integrato in una sintesi generale, questo paradigma si risolve in un potente tentativo interdisciplinare che coinvolge i concetti fondamentali delle scienze contemporanee dell'evoluzione: teoria generale dei sistemi di Von Bertalanffy, di Weiss, di Rapoport, di Boulding; cibernetica di Wiener, di Ashby, di Beer; termodinamica del non equilibrio di Katchalsky, di Prigogine; teorie degli automi cellulari di von Neumann; teoria delle catastrofi di Thom, di Zeeman; teoria dei sistemi dinamici di Show, di Abraham.

Queste discipline riunite sotto il nome di scienze della complessità costituiscono i principi fondamentali di una sintesi che getta i piloni di

un ponte che unisce le due culture, la scientifica e l'umanistica, e che traccia il percorso di una nuova via della conoscenza.

Secondo questa nuova sintesi di dimensione pluridisciplinare viene evidenziata, ad esempio, la similarità del processo della circolazione del denaro nell'economia finanziaria e della circolazione del sangue nei reni di un organismo (Ross Ashby), anche se questo collegamento di finanza con fisiologia può sembrare strano.

E ancora, l'*omeostasi* o principio auto organizzatore e auto stabilizzante di Ashby si applica sia ai servomeccanismi artificiali che al cervello umano. La cibernetica di Norbert Wiener descrive i processi di controllo negli animali come nelle macchine. La teoria generale dei sistemi di Ludwig von Bertalanffy si applica al funzionamento dei sistemi, indipendentemente dalla natura dei loro costituenti. Le leggi della termodinamica contemporanea presiedono a tutti i sistemi che impiegano energia, sia naturali che artificiali, viventi o non viventi.

La trasversalità di questi fenomeni mette in evidenza il fatto che la natura non conosce frontiere, mentre queste sono stabilite dagli uomini di scienza.

La concezione meccanicistica del mondo che sottendeva la fisica newtoniana e la teoria di Laplace, secondo cui note le posizioni iniziali si può prevedere in ogni minuto la posizione di una particella dell'universo, portavano a una concezione dell'evoluzione come un processo di natura deterministica, orientato verso l'equilibrio. I fattori di caso e di instabilità venivano trascurati per i più rassicuranti stabilità, controllo, prevedibilità.

Lo stato aleatorio, concettualizzato della meccanica quantistica è di pertinenza del mondo microscopico, mentre i fenomeni appartenenti al mondo macroscopico sono deterministici.

Le leggi della natura sono deterministiche e universali; i sistemi considerati nel corso di processi complessi ma deterministi tendono verso l'equilibrio.

Determinismo ed equilibrio erano, dunque, i concetti dominanti nelle scienze della vita e della società.

Ma, secondo Prigogine premio Nobel per la chimica, i sistemi dinamici non sono strettamente determinati; non hanno traiettorie individuali, ma fasci di traiettorie; hanno una *proprietà di divergenza* che scalza il determinismo classico, il quale si basa sul concetto di traiettoria unica.

In sostanza, i sistemi lontani dall'equilibrio e l'indeterminismo permettono la costituzione di questo nuovo paradigma, l'elaborazione di una nuova sintesi, punto di approdo di una delle più grandi imprese scientifiche di questo secolo.

La grande trasformazione che ha prodotto la scienza contempora-

nea si fonda su due grandi pilastri (monumenti?), gettati da un gruppo di fisici: la relatività ristretta e generale e la meccanica quantistica.

Teoria della relatività e meccanica quantistica hanno prodotto discipline quali la cosmologia, l'astrofisica, la fisica delle particelle elementari. Mentre la chimica teorica e la fisica dei solidi si fondano piuttosto sulla meccanica quantistica.

Ma al di là dell'influenza che queste due potenti teorie hanno avuto sulla nascita e sullo sviluppo delle diverse discipline scientifiche, bisogna considerare anche l'impatto prodotto sulle discipline umanistiche, e soprattutto sull'atteggiamento mentale dell'uomo di cultura, scientifica o umanistica.

Consideriamo, ad esempio, il principio di indeterminazione di Heisenberg. Ebbene, questo principio ci ha introdotto la nozione dell'incertezza del mondo, dal momento che se si vuole osservarlo, i due fattori descrittivi – per es. posizione e velocità delle particelle – si trovano legati indissolubilmente nella relazione di indeterminazione; se aumenta la conoscenza di un fattore, diminuisce la conoscenza dell'altro.

Il mondo finito e stabile, ereditato dalla fisica classica e le cui incertezze dipendevano dalle nostre tecniche, non era più quello.

Sono stati impiegati decenni per far penetrare nella cultura questo principio di indeterminazione, dalla formulazione così semplice all'apparenza.

Inoltre, l'analisi subnucleare, con la richiesta degli strumenti più raffinati del nostro pensiero, ha trasformato il ritratto dell'universo in un sistema astratto di difficile comprensione, nella cui struttura la maggior parte delle persone può penetrare solo attraverso la matematica, quando è in grado di farlo.

Per questo motivo e per gli altri su esposti, la maggior parte della gente nella vita quotidiana dimostra una grande impermeabilità nei confronti del dato scientifico, incapace di operare dei distinguo nei confronti della verità scientifica e del suo relativismo.

Incapacità, inoltre, di portarsi al livello di un'etica del pensiero che non riesce ad essere adottata nella vita di tutti i giorni.

Questa mancanza di un'etica del pensiero può permettere l'accettazione di false scienze, quali l'astrologia, la telepatia e altre amenità.

Credo che un buon programma sarebbe la ricerca di un'etica e di un'ecologia della conoscenza che ci permetterebbe di smontare le strutture su cui poggiano le false scienze che in questo clima di fine secolo e di fine millennio trovano *status* e adepti.

Ma per consolarci pensiamo a ciò che già diceva Albert Einstein: «It requires very strong minds to resist the temptation of superficial explanations» (sono necessari spiriti molto forti per poter resistere alla tentazione delle spiegazioni superficiali).