

## ANALISI D'OPERE

*The concept and the role of the model in mathematics and natural and social sciences.* Proceedings of the Colloquium sponsored by the Division of Philosophy of Sciences of the International Union of History and Philosophy of Sciences organized at Utrecht, January, 1960, by Hans Freundenthal. (Reidel Publishing Comp. - Dordrecht - Holland).

Il volume contiene i seguenti contributi:  
L. APOSTEL, *Toward the formal study of models in the non - formal sciences.* R. C. ATKINSON, *The use of the model in experimental psychology.* E. W. BETH, *Semantics of physical theories.* J. L. DESTOUCHES, *Sur la notion de modèle en microphysique.* R. FEYS, *Modèles à variables de différentes sortes pour les logiques modales  $M''$  ou  $S_5$ .* R. FRAÏSSÉ, *Les modèles et l'algèbre logique.* H. FREUDENTHAL, *Models in applied probability.* G. FREY, *Symbolische und ikonische Modelle.* H. J. GROENEWOLD, *The model in physics.* A. GRZEGORCZYK, *Axiomatizability of geometry without points.* M. GUILLAUME, *Certains aspects syntactiques d'une notion de modèle: Relativisation d'une fonction logique de choix.* A. KUIPERS, *Model and insight.* J. J. MULCKHUYSE, *Molecules and models.* PHAM XUAN YEM, *Modèle d'interaction entre corpuscules en théorie fonctionnelle.* J. F. STAAL, *Formal structures in indian logic.* P. SUPPES, *A comparison of the meaning and uses of models in mathematics and the empirical sciences.* J. B. UBBINK, *Model, description and knowledge.*

Come si vede anche dalla sola ispezione dei titoli, tra i contributi vi sono studi di logica pura, studi sulla teoria formale dei modelli, discussioni sul significato e sulla portata dei modelli nelle varie scienze (fisica, chimica, psicologia) e discussioni di carattere prettamente filosofico sul significato e sulla portata della nostra conoscenza.

Per il termine « modello » si è verificato un fenomeno molto frequente: la parola è stata presa dal linguaggio comune e adattata all'uso delle scienze, ricevendo pertanto dei significati circoscritti e specializzati, spesso lontani da quello iniziale, e diversi a seconda della scienza che la usa: logica, matematica, fisica, statistica, chimica, economia, psicologia, scienze sociali.

Forse si potrebbe affermare che la scienza nella quale il concetto di modello è stato applicato con la maggiore precisione e con una certa

priorità storica è la matematica. E la validità di questa affermazione non appare dubbia a chi consideri la importanza del concetto di « isomorfismo » per tutta la matematica e gli innumerevoli « teoremi di rappresentazione » che esistono. Per limitare la esemplificazione ai soli aspetti storicamente importanti, vale la pena di ricordare che proprio il ricorso ad un modello ha permesso di garantire la compatibilità delle geometrie non euclidee e quindi ha permesso di garantire la non dimostrabilità del postulato euclideo della parallela a partire dagli altri postulati di Euclide. Da questa dimostrazione ha preso l'avvio tutto il vasto movimento di critica che ha portato la matematica dall'assetto che aveva nel secolo XIX al suo assetto attuale.

Sull'esempio di questa dimostrazione, per decenni la costruzione di un « modello » è stata la via unica per garantire la compatibilità di un sistema di assiomi; le discussioni sulla « esistenza » e sulla « realtà » del modello, così come il tentativo di sciogliere quest'ultimo legame con la « realtà » per dare alla logica una autonomia in certo senso assoluta sono stati i motivi ispiratori fondamentali della logica matematica di questo secolo. Nulla di strano quindi che il concetto di « modello » sia stato e sia ancora oggi studiato e discusso nel campo della logica formale e della logica matematica, soprattutto in relazione ai problemi di semantica e nella teoria della « verità ».

Se la matematica e la logica studiano ed usano il concetto di « modello » con la massima precisione desiderabile, non si può negare tuttavia che l'impiego più clamoroso ed appariscente dei modelli viene fatto nella fisica; si potrebbe addirittura affermare che la storia più recente di questa scienza è una continua costruzione, critica e demolizione dei modelli.

Per la fisica matematica e la meccanica razionale classiche, il continuo geometrico è assunto come modello del corpo continuo ed il fluido perfettamente elastico fornisce il modello del campo elettromagnetico, secondo le vedute di Maxwell.

Le teorie gravitazionali di Einstein si potrebbero esporre dicendo che la geometria di una varietà riemanniana quadridimensionale fornisce il modello dei fenomeni della gravitazione, così come il sistema solare fornisce un modello di atomo al Bohr.

Le successive elaborazioni di Rutherford, la introduzione di due modelli contraddittori come il modello corpuscolare e quello ondulatorio della microfisica ed infine la crisi della modellistica e la introduzione delle nuove tecniche nella meccanica quantistica sono oggetto di storia della scienza in questi ultimi decenni. E proprio la crisi delle teorie modellistiche introduce nella fisica la coscienza della instabilità e della inadeguatezza dei modelli (nel senso classico della parola) insieme con una nuova problematica relativa ad essi.

Le applicazioni alla logica, alla matematica ed alla fisica sono esempi classici di uso di « modelli »; in tempi più recenti il numero delle scienze che fanno uso (almeno con senso esplicito) di questi strumenti è cresciuto di molto. Un calcolatore analogico può essere considerato come « modello » di un sistema fisico nel senso che i suoi circuiti obbediscono ad equazioni formalmente uguali a quelle che reggono (o almeno si presume che reggano) il sistema fisico. Il funzionamento di un calcolatore « digital » può essere assunto come « modello » di un calcolo matematico perché i suoi circuiti obbediscono ad un' « algebra » uguale a quella che regge i calcoli da eseguire.

In senso diverso l'economista chiama « modello » di un sistema economico un sistema di equazioni che rispecchiano, in modo più o meno approssimato, le relazioni quantitative che vuole studiare in quel momento. La psicologia chiama « modello » di apprendimento un insieme di ipotesi schematiche di comportamenti, reazioni a stimoli e ricordi.

Infine si può ritenere, secondo una tesi brillantemente sostenuta da H. Freudenthal, che il concetto stesso di probabilità non possa essere fondato senza il ricorso ad un « modello »; questo può essere il modello materiale della estrazione a sorte da urne a cui facevano ricorso i classici oppure il modello della « strategia mista » che costituisce il comportamento razionale di due giocatori che giocano ad un gioco avente una data « matrice dei pagamenti ».

In conseguenza del fatto che il concetto di « modello » viene usato nei modi e nei sensi più diversi, sorgono numerosi e svariati problemi. Essi si presentano al filosofo della scienza piuttosto che allo scienziato intento all'opera di ricerca; infatti a ragione, secondo noi, scrive Apostel che... « la scienza appare scritta in un miscuglio di linguaggio comune (che descrive le esperienze), equazioni matematiche (che descrivono calcoli) e deduzione semi-formalizzata (se la scienza è abbastanza progredita da contenere una parte teorica) ».

Tuttavia anche allo scienziato può essere di grande utilità una analisi delle possibili modalità di realizzazione del concetto di « modello » e le conseguenti classificazioni e distinzioni tra « modelli iconici » e « modelli simbolici », insieme con le numerose suddivisioni e sfumature. Ma i problemi più interessanti sorgono a livello dell'analisi gnoseologica: si

tratta anzitutto di definire con precisione il concetto di « modello » in modo che valga per tutte o quasi le scienze che lo adoperano ed in particolare di porre le distinzioni tra modello e spiegazione, tra modello e legge, tra modello e teoria. In secondo luogo si tratta di analizzare e valutare il tipo di conoscenza della realtà che ci viene dall'uso dei modelli.

Per quanto riguarda la prima questione è chiaro che la definizione di « modello » deve necessariamente essere tanto più vaga e generica quanto più grande è il numero delle scienze per cui si desidera che la definizione stessa sia valida; a tal punto che L. Apostel, alla fine di una pregevole analisi del concetto formale di modello, nel tentativo di concludere scrive:

« Ogni soggetto che usa un sistema A, il quale non ha connessioni dirette né indirette con un altro sistema B, per ottenere informazioni su (quest'ultimo) sistema B, usa A come modello di B ».

Per quanto riguarda il secondo punto, cioè (per conservare il modo di esprimersi di Apostel) per quanto riguarda la questione di stabilire quale sia il significato ed il fondamento delle « informazioni » che il soggetto trae dal modello, troviamo sostenute le tesi più svariate: c'è chi vuole attribuire al modello una funzione semplicemente « illustrativa » ed « euristica », cioè una funzione stimolatrice della costruzione di teorie e della ideazione di esperienze e chi invece considera la costruzione di un modello della « realtà » l'estremo risultato a cui si può giungere con le nostre forze intellettuali.

Non occorre dire che ognuna di queste posizioni è fondata (anche se non sempre in modo esplicito e cosciente) su una sottostante filosofia della conoscenza; ed anche a questo riguardo troviamo sostenute le tesi più svariate: da quelle di un realismo forse un po' sbrigativo, alle posizioni estreme di stretto sapore umano.

Riteniamo il volume di grande interesse; oltre che per i contributi (in diversi casi notevoli per acutezza di analisi), perché porta l'attenzione su uno dei problemi dominanti della moderna filosofia della scienza.

Sarebbe augurabile che un realismo ben fondato prendesse coscienza di uno fra gli aspetti dominanti della scienza moderna: quello di usare dei metodi di cui ben si conosce la limitatezza, la inadeguatezza, la caducità, di mantenersi coscientemente ad un livello che spesso è quello della pura illustrazione e della analogia, del conquistare faticosamente i successivi gradi di approssimazione spesso con rinuncia totale ad una immagine dell'universo che sembrava definitiva. Ed insieme il bisogno, l'urgenza quasi, di valutare con la migliore approssimazione possibile la portata dei suoi strumenti e almeno di circoscrivere i concetti se non esiste la possibilità di definirli con precisione.

CARLO FELICE MANARA