

LA RIVOLUZIONE SCIENTIFICA DEL SEICENTO

1 IL SIGNIFICATO DELLA RIVOLUZIONE SCIENTIFICA

L'avvenimento più importante che si verificò nella cultura europea tra Cinquecento e Seicento e che diede inizio, dopo il periodo di transizione rappresentato dal Rinascimento, all'età propriamente moderna, fu la cosiddetta «rivoluzione scientifica». Questa espressione, recentemente ma unanimemente adottata dagli storici della filosofia e della scienza, significa che se anche nell'antichità e nel Medioevo esistevano delle vere e proprie scienze, all'inizio dell'età moderna nacque un tipo nuovo di scienza, la scienza moderna appunto, che non si poneva più in continuità con le scienze precedenti, ma costituiva nei confronti di esse un mutamento radicale, cioè una vera e propria rivoluzione.

La differenza principale tra la scienza medioevale, che si collocava in un rapporto di continuità con quella antica ed era dominata dalla fisica di Aristotele, e la scienza moderna sta nel fatto che la prima è essenzialmente **qualitativa** e **finalistica**, cioè ricerca soprattutto le qualità delle cose, ovvero la loro essenza (la «forma» di cui parlava Aristotele), e il loro fine, ovvero ciò a cui tendono (l'aristotelica «causa finale»), mentre la seconda è esclusivamente **quantitativa** e **meccanicistica**, cioè indaga soltanto gli aspetti quantitativi, ovvero misurabili, della realtà, e si serve soltanto di cause efficienti, in particolare di quelle che spiegano il movimento meccanico, cioè lo spostamento di corpi nello spazio, cercando di ridurre a quest'ultimo tutti gli altri tipi di mutamento.

Volendo ricorrere a delle immagini, si può dire che la scienza antica e medioevale, nella sua componente aristotelica, che è la principale, rappresenta la realtà secondo un **modello biomorfico**, cioè nella forma di un organismo vivente, composto di molti organi tutti miranti a un fine, mentre la scienza moderna rappresenta la realtà secondo un **modello meccanico**, cioè come una macchina, composta di molti ingranaggi che si trasmettono il movimento attraverso un'azione materiale dell'uno sull'altro.

L'attenzione esclusiva per gli aspetti quantitativi, cioè misurabili, della realtà, tra i quali rientra anche il movimento meccanico, fu dettata agli iniziatori della scienza moderna (Keplero, Galilei e Cartesio) dalla constatazione che, fra tutte le scienze coltivate nell'antichità e nel Medioevo, l'unica strutturata secondo dimostrazioni rigorose, cioè capaci di pervenire a conclusioni necessarie, era la **matematica**, in particolare la geometria, condotta a una sistemazione rigorosamente assiomatico-deduttiva dai Greci e riscoperta tra il Quattrocento e il Cinquecento grazie allo studio dei testi

antichi. Il desiderio di ottenere in tutte le altre scienze (astronomia, fisica, chimica, biologia) lo stesso tipo di dimostrazioni che erano proprie della matematica, indusse i primi scienziati moderni ad **applicare la matematica allo studio della natura** e a concentrare l'attenzione su quegli aspetti che si lasciano esprimere matematicamente, cioè si lasciano misurare, calcolare esattamente, rinunciando a conoscere scientificamente tutti gli altri aspetti della realtà.

Poiché, inoltre, le dimostrazioni matematiche consentono di stabilire delle connessioni assolutamente necessarie tra premesse e conseguenze (per esempio tra assiomi e teoremi), ma non assicurano, di per sé, la verità delle premesse, cioè la loro corrispondenza con la realtà, gli scienziati moderni hanno cercato di assicurarsi la verità delle premesse non soltanto mediante osservazioni semplici, cioè dirette, della realtà sensibile, le quali possono essere talvolta ingannevoli, ma anche mediante **strumenti di osservazione** capaci di aumentare la capacità degli organi di senso (per esempio il telescopio e il microscopio), e soprattutto mediante **esperimenti**, cioè tentativi di riprodurre i fenomeni già osservati in condizioni di maggiore osservabilità, ad esempio mediante l'eliminazione o la riduzione di eventuali interferenze, per controllare se essi si svolgano realmente così come appaiono ad una prima osservazione, o come sono stati da noi interpretati, oppure no. La sintesi di queste due procedure, cioè della dimostrazione matematica applicata alla natura e dell'esperimento, costituisce il **metodo matematico-sperimentale**, che ha permesso alla scienza moderna di compiere notevoli progressi rispetto a quella antica e medioevale.

Naturalmente i fenomeni naturali che si prestano maggiormente ad essere riprodotti dall'uomo sono i movimenti meccanici, perché l'uomo stesso è in grado di produrli spostando per mezzo del suo corpo e di eventuali strumenti gli altri corpi nello spazio. Inoltre la riduzione di tutti i vari mutamenti a movimenti meccanici permette all'uomo di intervenire nei fenomeni naturali, orientandoli in modo conforme ai suoi desideri. Pertanto il metodo matematico-sperimentale rende possibile un'azione dell'uomo sulla natura, ovvero una trasformazione della natura ad opera dell'uomo, quale era impensabile in base alla scienza qualitativa e finalistica dell'antichità e del Medioevo.

Per effetto della scienza moderna, dunque, la **tecnica**, cioè l'intervento artificiale sulla natura («tecnica» deriva dal greco *téchne*, che significa arte), assume uno sviluppo quale non aveva mai avuto nell'antichità e nel Medioevo, e diventa **strumento per dominare la natura**, sia applicando a questa i risultati della scienza, sia elaborando esperimenti capaci di favorire ulteriori progressi della stessa scienza. In tal modo la scienza e la tecnica moderne soppiantano definitivamente la magia rinascimentale, sostituendo alla pretesa di un dominio misterioso della natura la realtà di un dominio razionale.

Secondo alcuni storici, la rivoluzione scientifica è stata resa possibile dalla nascita, dopo la fine del feudalesimo, di una nuova classe sociale, la **borghesia**, formata da individui che lavorano per se stessi e quindi sono interessati ad arricchirsi sempre più attraverso lo sfruttamento delle forze della natura. Questo intento pratico di dominare la natura, pressoché sconosciuto all'antichità ed al Medioevo, avrebbe pertanto favorito lo sviluppo della scienza moderna. Secondo altri, invece, la rivoluzione scientifica sarebbe dipesa dall'imporsi definitivo della **concezione cristiana** sulla concezione antica, cioè pagana, della realtà, reso possibile soprattutto dalla Riforma protestante, la quale ha portato a escludere dalla natura ogni residuo di divinità, e quindi

ogni elemento sacro, rendendo la natura totalmente disponibile all'intervento trasformatore dell'uomo. Nella concezione biblica, cioè ebraico-cristiana, infatti, solo Dio è sacro, ma Dio è del tutto trascendente, mentre la natura non ha nulla di sacro ed è totalmente a disposizione dell'uomo. Entrambe queste spiegazioni possono essere vere, così come accanto ad esse ne possono esistere anche altre, altrettanto vere: è un fatto, tuttavia, che la rivoluzione scientifica si è verificata solo nell'Europa cristiana e borghese e che da questa, successivamente, si è propagata al mondo intero, investendo e trasformando tutte le altre culture e civiltà.

2 KEPLERO: LA MATEMATIZZAZIONE DELL'ASTRONOMIA

La prima scienza nella quale si è verificata la suddetta rivoluzione, cioè l'applicazione della matematica allo studio della natura, è stata l'astronomia, perché i fenomeni celesti, a causa della loro maggiore regolarità, sin dall'antichità si erano prestati più di quelli terrestri a essere misurati, calcolati e quindi studiati in modo matematico: le teorie astronomiche di Eudosso e di Tolomeo erano infatti già delle spiegazioni di tipo matematico, in particolare geometrico. Tuttavia all'inizio dell'età moderna la **matematizzazione dell'astronomia** progredì enormemente grazie alla teoria copernicana, che, rispetto a quella tolemaica e anche a quella «mista» di Tycho Brahe, aveva il vantaggio di operare una semplificazione molto maggiore dei fenomeni celesti (essa eliminava, infatti, eccentrici ed epicicli e riduceva tutti i movimenti degli astri a moti circolari) e quindi di rendere possibile una misurazione di essi molto più precisa. Il primo astronomo che applicò la matematica all'astronomia, **Keplero**, aderì infatti alla teoria copernicana e, formulando matematicamente le leggi dei moti degli astri, fondò l'astronomia scientifica moderna.

Johannes Kepler (detto latinamente Keplero) nacque a Weil (Germania) nel 1571 da famiglia protestante, studiò all'università di Tubinga, dove si convinse della validità della teoria copernicana, e andò a insegnare matematica nel ginnasio di Graz, dove pubblicò nel 1596 la sua prima opera di astronomia, il *Mysterium cosmographicum*, inviandone una copia a Tycho Brahe e una a Galilei. Il primo, avendola letta, lo chiamò nel 1600 come suo assistente a Praga, dove era astronomo dell'imperatore Rodolfo II. Alla morte di Brahe (1601), Keplero gli succedette nella carica ed ebbe dall'imperatore il compito di preparare nuove tavole per il calcolo delle posizioni dei pianeti, le *Tavole Rudolphine*. A Praga nel 1609 pubblicò l'*Astronomia nova*, contenente le sue prime due leggi sul moto dei pianeti. Dopo l'abdicazione di Rodolfo II (1611) Keplero si recò a Linz, dove pubblicò il *Compendio dell'astronomia copernicana*. Nel 1619 pubblicò l'*Armonia del mondo*, contenente la sua terza legge sul moto dei pianeti, e nel 1627 le *Tavole Rudolphine*. Morì nel 1630 a Ratisbona.

Nel *Mysterium cosmographicum* Keplero fece il suo primo tentativo di spiegare matematicamente l'ordine celeste, che egli concepiva, secondo la teoria copernicana, come un sistema avente il sole al centro e sei pianeti (Mercurio, Venere, Terra, Marte, Giove e Saturno) che gli ruotavano intorno secondo orbite perfettamente circolari. Egli suppose che le distanze tra queste orbite dipendessero dal fatto che le sfere, sulle quali esse erano idealmente tracciate, fossero rispettivamente inscritte e circoscritte alle cinque figure solide regolari scoperte dalla geometria greca, cioè il cubo, il tetraedro, il dodecaedro, l'icosaedro e l'ottaedro. Più precisamente: la sfera di Saturno sa-