



La rivoluzione scientifica di Galileo Galilei



Galileo Galilei (1564-1642). *Dialogo di Galileo Galilei...*, 1744

Le molteplici scoperte e invenzioni fatte dagli scienziati nei diversi campi del sapere tra il 1500 e il 1600, hanno introdotto un nuovo modo di concepire la scienza, dando vita alla cosiddetta *rivoluzione scientifica*. Una delle caratteristiche che accompagnarono il suo avvento fu il graduale imporsi - pur tra contrasti e resistenze - del principio dell'autonomia della scienza, in base a propri metodi e criteri di giudizio. Si passò da un approccio d'indagine di tipo deduttivo-razionale (o retorico) fondato sull'autorità dei classici (Aristotele, Tolomeo, Ippocrate, Galeno, ecc.) a un metodo di tipo "induttivo". Quest'ultimo, il cui fine era lo studio e la conoscenza delle leggi a vantaggio dell'uomo, era caratterizzato dalla ricerca esperienziale e dall'osservazione diretta della natura, grazie anche all'aiuto di strumenti scientifici capaci di potenziare e controllare i dati dei sensi.

In questo contesto spicca, senza alcun dubbio, Galileo Galilei (1564-1642) (Figura 1), uno dei più grandi scienziati della storia, figura chiave della rivoluzione scientifica.

Nato a Pisa, studiò inizialmente medicina presso l'Università della sua città, seguendo le aspettative familiari, ma ben presto abbandonò



Figura 1 - Galileo Galilei (1564-1642). *Dialogo di Galileo Galilei...*, 1744

questa strada per dedicarsi alla matematica e alla filosofia naturale, discipline in cui mostrò fin da subito un talento straordinario.

Dopo aver lasciato l'università senza conseguire la laurea, Galilei proseguì la sua formazione in modo autonomo e iniziò a insegnare matematica prima a Pisa e poi a Padova dove trascorse alcuni degli anni più proficui della sua vita. Qui sviluppò i primi studi sul moto, sulla meccanica e sull'uso degli strumenti scientifici, ponendo le basi per le sue future scoperte.

Fin da giovane Galilei si distinse per la sua curiosità intellettuale; il suo approccio innovativo, fondato sull'osservazione diretta e sull'esperimento, si poneva in netto contrasto con la tradizione aristotelica dominante nel mondo accademico, basata invece sull'autorità e sulla speculazione teorica. Questo nuovo modo di guardare la realtà rappresenta il contributo più importante di Galilei, tanto da renderlo il padre della scienza moderna. La sua rivoluzione non riguarda soltanto singole scoperte, ma soprattutto un metodo completamente nuovo di indagine, che emerge con chiarezza nelle sue opere.

Uno degli aspetti più significativi del suo pensiero è il confronto critico con le due grandi autorità del tempo: da un lato la Chiesa e i teologi, dall'altro la tradizione aristotelica. Nei confronti della Chiesa Galilei non assunse una posizione di rifiuto ma propose una distinzione tra ambiti diversi del sapere. Egli sosteneva che la scienza si occupa della natura, mentre la Bibbia ha come oggetto la religione e la salvezza dell'anima. Entrambe derivano da Dio e quindi non possono essere realmente in contraddizione, eventuali conflitti nascono da interpretazioni errate dei testi sacri.

Parallelamente, Galilei si oppose agli aristotelici che continuavano a basarsi sulle dottrine tradizionali senza verificarle. Questa critica emerge chiaramente in opere come *il Saggiatore* (1623), dove egli difende l'idea che la natura debba essere studiata attraverso l'esperienza e la matematica. In questo trattato Galilei formula una delle sue idee più celebri e significative, affermando che il "libro della natura" è scritto in linguaggio matematico, e

che quindi i fenomeni naturali non possono essere compresi attraverso interpretazioni qualitative o basate sull'autorità, ma solo mediante numeri, misure, proporzioni e relazioni geometriche, ossia interpretazioni quantitative. La matematica diventa così lo strumento indispensabile per decifrare la realtà: come non si può comprendere un testo senza conoscere la lingua in cui è scritto, allo stesso modo non è possibile capire la natura senza padroneggiare il linguaggio matematico che ne costituisce la struttura profonda.

In seguito alle straordinarie *scoperte astronomiche* fatte con il cannocchiale (Figura 2), che per primo utilizzò a partire dal 1609 - in gran parte esposte nel *Sidereus Nuncius* (1610) - Galilei mise in crisi la visione geocentrica tradizionale, cosciente della profonda trasformazione culturale che ciò avrebbe comportato. In quest'opera, infatti, egli descrive le macchie solari e lunari, le fasi di Venere e soprattutto i satelliti di Giove, dimostrando che non tutti i corpi celesti ruotano attorno alla Terra.

Le osservazioni astronomiche trovano una sintesi più ampia nel *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* (1632) dove Galilei mette a

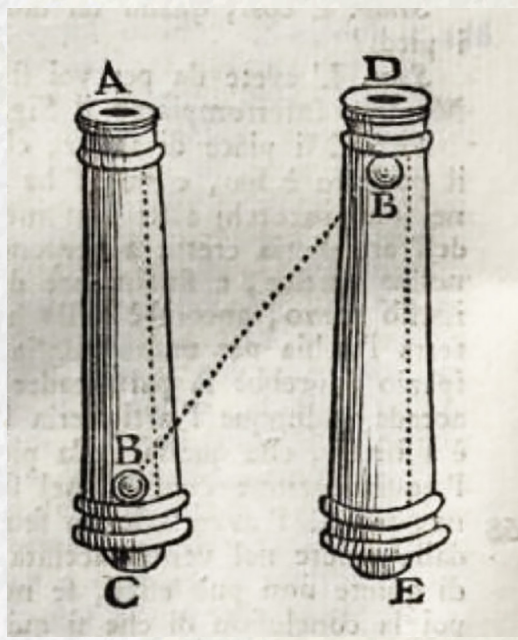


Figura 2 - Galileo Galilei (1564-1642). *Dialogo di Galileo Galilei...*, 1744



confronto il sistema tolemaico (geocentrico) e quello copernicano (eliocentrico) (Figura 3). Per non contraddire troppo apertamente le espressioni letterali delle Sacre Scritture e contravvenire all'ingiunzione del Sant'Uffizio - che già nel 1616 lo aveva diffidato dal sostenere il sistema copernicano - Galilei presenta la teoria copernicana come pura "analisi matematica", ovvero uno strumento utile per spiegare più facilmente i moti dei cieli ma non per questo corrispondente alla realtà fisica.

Risultò una evidente scappatoia, infatti dalle discussioni esposte nel *Dialogo* emerge la profonda convinzione di Galilei circa la portata realistica e non solo strumentale della teoria copernicana (Figura 4). Proprio quest'opera infatti sarà al centro del processo che lo porterà, nel 1633, alla condanna da parte della Chiesa e alla sua conseguente abiura. Quest'ultima, insieme alla sentenza, è presente nel quarto volume delle Opere di Galileo Galilei (1744): *Dialogo... sopra i due massimi sistemi del mondo tolemaico, e copernicano. Proponendo indeterminatamente le ragioni filosofiche, e naturali tanto per l'una, quanto per l'altra parte...*, posseduto nel Fondo Rari della Biblioteca ISS (Figura 5).

Salvo. Accomodata Venere, è bene, che pensare a Mercurio, il quale, come sapete, trattenendosi sempre intorno al Sole, molto meno da lui si allontana, che Venere: però considerate qual luogo convenga allegargli.

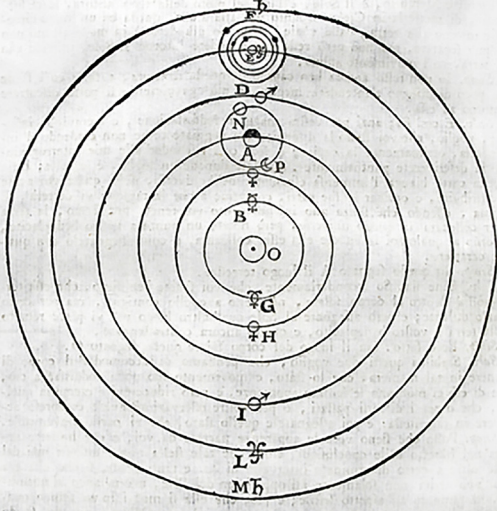


Figura 3 - Galileo Galilei (1564-1642). *Dialogo di Galileo Galilei...*, 1744

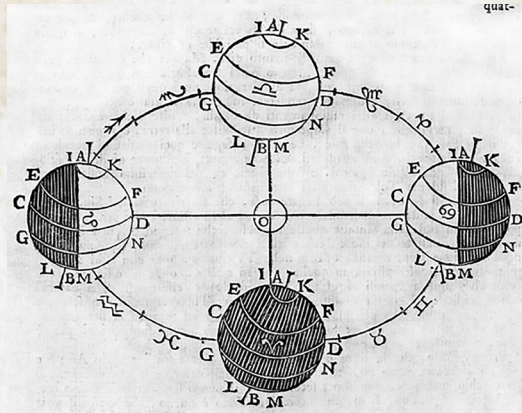
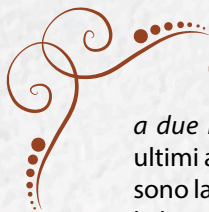


Figura 4 - Galileo Galilei (1564-1642). *Dialogo di Galileo Galilei...*, 1744

Oltre all'astronomia, Galilei offrì contributi fondamentali alla fisica. Le sue iniziali ricerche sul movimento, esposte nel *De Motu* (1591 ca.), trovarono una sistemazione completa nei *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno* ▶



Figura 4 - Galileo Galilei (1564-1642). *Dialogo di Galileo Galilei...*, 1744



a due nuove scienze (1638), pubblicati negli ultimi anni della sua vita. Le due nuove scienze sono la “statica” e la “dinamica”, che devono a lui la loro moderna impostazione. In quest’opera, inoltre, egli analizza il moto e la caduta dei gravi, di cui formulò in termini matematici le leggi.

Alcuni fondamentali principi, che seppero cogliere e almeno parzialmente formulare in tali studi, furono il principio della relatività (classica o galileiana) e quello di inerzia. In base ad essi Galilei riuscirà a rispondere con pertinenza alle principali obiezioni rivolte al sistema copernicano, spiegando perché, nonostante la Terra si muova velocemente di moto rotatorio, i gravi ci appaiano cadere perpendicolarmente come se essa fosse ferma. E così, nella difesa del sistema copernicano, Galilei non solo utilizza i principi della relatività e dell’inerzia, ma offre anche importanti precisazioni di metodo circa il rapporto tra argomentazioni a posteriori e a priori, tra esperienza e discorso.

Alla base delle sue scoperte vi è infatti un metodo scientifico innovativo, che Galilei contribuisce a definire con grande chiarezza e che emerge in diverse sue opere, in particolare nel *Saggiatore* e nei *Discorsi*. Il metodo si articola in due fasi principali: una analitica (o risolutiva) e una sintetica (o compositiva).

Nella fase analitica lo scienziato osserva il fenomeno e lo scompone nei suoi elementi più semplici, quantitativi e misurabili, formulando un’ipotesi matematica; nella fase sintetica questa ipotesi viene verificata attraverso esperimenti e, se confermata, diventa legge scientifica. Questo approccio, che unisce esperienza e ragione, rappresenta il cuore della scienza moderna.

Infine, è importante considerare i presupposti filosofici che sostengono questo metodo. Galilei rifiuta il finalismo e l’essentialismo della tradizione aristotelica,

Dichiarazione sui conflitti di interesse

Gli autori dichiarano che non esiste alcun potenziale conflitto di interesse o alcuna relazione di natura finanziaria o personale con persone o con organizzazioni, che possano influenzare in modo inappropriato lo svolgimento e i risultati di questo lavoro.

sostenendo che la natura non va spiegata attraverso scopi o essenze, ma attraverso leggi matematiche. Questa posizione è particolarmente evidente nel *Saggiatore*, dove insiste sul primato delle proprietà quantitative (come forma, numero e movimento) rispetto a quelle qualitative (immagini, suoni, odori, ecc.).

Un altro presupposto fondamentale è la fiducia nella struttura matematica del cosmo: la natura è regolata da leggi precise e universali, esprimibili matematicamente. A ciò si aggiunge la convinzione dell’uniformità della natura e della validità del rapporto causale, che rende possibile formulare leggi generali valide in ogni tempo e luogo.

In conclusione, l’opera di Galilei segna una svolta decisiva nella storia del pensiero scientifico.

Attraverso testi fondamentali come il *Sidereus Nuncius*, il *Saggiatore*, il *Dialogo sopra i due massimi sistemi...* e i *Discorsi e dimostrazioni matematiche...*, egli non solo presenta scoperte rivoluzionarie, ma definisce anche un nuovo metodo e una nuova visione della realtà. Grazie a lui, la scienza diventa un’indagine rigorosa e sistematica, fondata sull’esperienza e sulla matematica, aprendo così la strada allo sviluppo della fisica moderna e delle scienze naturali. ■

Bibliografia

Enciclopedia Treccani. *Storia della scienza*. Vol. 5. Roma: Treccani; 2002.

Geymonat L. *Storia del pensiero filosofico e scientifico*. V.2. Milano: Garzanti; 1975.

Koyré A. *Dal mondo chiuso all’universo infinito*. Milano: Feltrinelli; 1988.

Donatella Gentili, Maria S. Graziani,
Stefano Bonifazi, Ornella Ferrari,
Paola Ferrari, Luigi Nicoletti
Servizio Comunicazione Scientifica, ISS

Coordinamento redazionale Inserto RarISS

Antonio Mistretta, Giovanna Morini

Servizio Comunicazione Scientifica, ISS

Anna Maria Giammarioli, Centro Nazionale Salute Globale

Fotografie di Luigi Nicoletti

Servizio Comunicazione Scientifica, ISS