
FOCUS · STORIA DELLA SCIENZA

La rivoluzione di Galileo Galilei

Come è cambiato, nel corso dei secoli, il modo di «fare scienza»

1. Introduzione

Tra la fine del Cinquecento e i primi decenni del Seicento la scienza cambiò volto. Da un sapere fondato soprattutto sull'autorità di testi antichi e sulla tradizione religiosa, si passò a un sapere costruito attraverso l'osservazione diretta della natura, la misura e l'esperimento. Il protagonista di questa svolta fu lo scienziato pisano Galileo Galilei (1564-1642), che per primo applicò in modo sistematico un metodo rigoroso allo studio dei fenomeni naturali, ponendo le basi della scienza moderna.

2. Da Copernico a Galilei: due modi di vedere l'Universo

2.1 La teoria geocentrica

Fino al XVI secolo era diffusa la convinzione, ereditata dall'astronomia greca (in particolare da Tolomeo, II secolo d.C.) e fatta propria dalla Chiesa, secondo cui la Terra si trovasse immobile al centro dell'Universo. Il Sole, la Luna, i pianeti e le stelle le ruotavano intorno, «fissati» a sfere trasparenti e concentriche. Questo modello è detto teoria geocentrica, dal greco *ghe*, «Terra».

2.2 La rivoluzione di Copernico

Nel 1543 l'astronomo polacco Niccolò Copernico (1473-1543) pubblicò l'opera **De revolutionibus orbium coelestium**, in cui sosteneva una tesi rivoluzionaria: non è la Terra a trovarsi al centro dell'Universo, ma il Sole, attorno al quale ruotano tutti i pianeti, Terra compresa. Questo modello prende il nome di teoria eliocentrica, dal greco *hélios*, «Sole». Al momento della sua pubblicazione la teoria copernicana ebbe una diffusione limitata e non entrò subito in conflitto con la Chiesa, anche perché veniva presentata come una semplice ipotesi matematica utile a calcolare il moto degli astri, più che come una descrizione della realtà fisica.

2.3 Galileo e la difesa dell'eliocentrismo

Fu Galileo Galilei, tra la fine del Cinquecento e l'inizio del Seicento, a trasformare l'ipotesi copernicana in una teoria fisica sostenuta da prove osservative concrete. Da convinto sostenitore delle idee di Copernico, Galileo entrò così in contrasto con l'autorità della Chiesa cattolica, che continuava a sostenere ufficialmente la teoria geocentrica in accordo con una lettura letterale delle Sacre Scritture. Nel 1624 Galileo cominciò a scrivere la sua opera più celebre, **il Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo**, pubblicata nel 1632, in cui mise a confronto sistema tolemaico e sistema copernicano, propendendo apertamente per quest'ultimo.

3. Le invenzioni e le scoperte di Galilei

Le convinzioni scientifiche di Galileo non nascevano da semplici intuizioni, ma dallo studio sperimentale di numerosi fenomeni fisici e astronomici. Nel corso della sua attività egli perfezionò strumenti già esistenti e ne inventò di nuovi, che gli permisero di raccogliere prove decisive a favore del sistema copernicano.

3.1 Il cannocchiale

Nel 1609, venuto a conoscenza di un rudimentale strumento ottico costruito in Olanda, Galileo costruì e perfezionò un proprio cannocchiale, arrivando a ottenere ingrandimenti fino a circa 30 volte. Puntandolo verso il cielo, per la prima volta nella storia poté osservare gli astri con un dettaglio mai raggiunto prima.

3.2 Le scoperte astronomiche

- I quattro maggiori satelliti di Giove (Io, Europa, Ganimede e Callisto), oggi chiamati «satelliti medicei» o «satelliti galileiani»: la loro esistenza dimostrava che non tutti i corpi celesti ruotano intorno alla Terra.
- Le fasi di Venere, simili a quelle della Luna: un fenomeno spiegabile solo ammettendo che Venere orbita intorno al Sole.
- Le macchie solari, la cui presenza e il cui movimento dimostravano che il Sole non è un corpo perfetto e immutabile, come voleva la tradizione aristotelica.
- I rilievi della superficie lunare (monti e crateri), che smentivano l'idea di una Luna perfettamente liscia e levigata.
- Una miriade di stelle non visibili a occhio nudo, in particolare nella Via Lattea.

3.3 Gli esperimenti sulla caduta dei corpi e sul pendolo

Oltre che astronomo, Galileo fu un pioniere della fisica sperimentale. Compì esperimenti fondamentali sulla caduta dei gravi, dimostrando che, in assenza di attrito, tutti i corpi cadono con la stessa accelerazione, indipendentemente dal loro peso: un principio in netto contrasto con la fisica aristotelica, secondo cui i corpi più pesanti sarebbero dovuti cadere più velocemente. Scoprì inoltre le leggi che regolano il moto accelerato e la legge dell'isocronismo del pendolo, secondo cui il periodo di oscillazione di un pendolo dipende dalla sua lunghezza e non dall'ampiezza dell'oscillazione.

4. Un nuovo metodo per fare scienza

L'aspetto più innovativo dell'opera di Galileo non fu soltanto l'insieme delle sue scoperte, ma il metodo con cui le raggiunse. **Egli riponeva totale fiducia nella ragione umana e nell'osservazione diretta dei fenomeni, liberandosi dai vincoli imposti dall'autorità della tradizione filosofica e religiosa.** Era convinto che la natura fosse scritta in un linguaggio matematico e che il compito dello scienziato fosse quello di saperlo interpretare correttamente attraverso l'osservazione, la misura e l'esperimento.

«La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi agli occhi (io dico l'universo)... Egli è scritto in lingua matematica.» — Galileo Galilei, *Il Saggiatore*, 1623

Il metodo elaborato da Galileo si può schematizzare in alcuni passaggi fondamentali: **l'osservazione dei fenomeni naturali; la formulazione di un'ipotesi capace di spiegarli; la verifica dell'ipotesi attraverso esperimenti controllati e misurabili; la formulazione di leggi generali espresse in termini matematici.** Per questo motivo Galileo è universalmente riconosciuto come il fondatore del metodo scientifico sperimentale, che ancora oggi costituisce il fondamento della ricerca scientifica.

5. Il processo e la condanna

La Chiesa cattolica non tollerò che le convinzioni tradizionali venissero messe in discussione in modo così esplicito. Già nel 1616 l'opera di Copernico era stata inserita all'Indice dei libri proibiti «fino a correzione», e a Galileo era stato intimato di non sostenere più pubblicamente la teoria eliocentrica come verità di fatto. La pubblicazione del Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, nel 1632, fu interpretata come una violazione di quell'ammonizione.

Nel 1633 Galileo fu processato dal Sant'Uffizio, il tribunale ecclesiastico istituito per reprimere l'eresia. Sotto la minaccia della tortura, fu costretto ad abiurare pubblicamente, cioè a dichiarare false le proprie idee sul moto della Terra. Alla condanna venne comunque risparmiato il carcere duro: Galileo trascorse gli ultimi anni della sua vita agli arresti domiciliari nella sua villa di Arcetri, presso Firenze, dove morì nel 1642, ormai cieco, continuando comunque a lavorare e a scrivere fino agli ultimi anni.

6. La riabilitazione di Galileo

Per secoli il caso Galileo rimase il simbolo del conflitto tra scienza e fede. Solo nel 1992 la Chiesa cattolica, per volontà di papa Giovanni Paolo II, riconobbe ufficialmente gli errori commessi dal tribunale del Sant'Uffizio, «riabilitando» il pensiero e la figura scientifica di Galileo Galilei, a distanza di circa 360 anni dalla condanna.

7. L'eredità di Galileo

L'importanza di Galileo Galilei nella storia della scienza non si limita alle singole scoperte astronomiche o fisiche, per quanto straordinarie: il suo contributo più duraturo è aver mostrato che la conoscenza della natura deve fondarsi sull'osservazione, sulla misura e sulla verifica sperimentale, e non soltanto sull'autorità della tradizione. Per questo motivo è spesso definito il «padre della scienza moderna».

Scheda riassuntiva

Nome completo	Galileo Galilei
Nascita e morte	Pisa, 1564 – Arcetri (Firenze), 1642
Teoria sostenuta	Eliocentrismo (di Copernico, 1543)
Teoria contrapposta	Geocentrismo (di Tolomeo)
Strumento chiave	Cannocchiale, perfezionato nel 1609
Principali scoperte	Satelliti di Giove, fasi di Venere, macchie solari, rilievi lunari, legge del pendolo, caduta dei gravi
Opera principale	Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo (1632)
Processo	Sant'Uffizio, 1633 – abiura forzata, arresti domiciliari

Riabilitazione	1992, papa Giovanni Paolo II
Eredità	Fondatore del metodo scientifico sperimentale

Domande guida (da rispondere sul quaderno)

- Qual è la differenza fondamentale tra la teoria geocentrica e quella eliocentrica? Qual è la teoria oggi comunemente accettata?
- In quale epoca visse Galileo Galilei? Nel Medioevo o in epoca moderna? Quali furono i suoi contributi più importanti per l'evoluzione delle scienze?
- In che cosa consiste il metodo scientifico sperimentale ideato da Galileo, e perché rappresenta una novità rispetto al passato?
- Perché Galileo entrò in conflitto con la Chiesa? Come si concluse questo conflitto nel 1992?