

Galileo Galilei e la nascita del pensiero scientifico moderno



Lina Malfiore

Nel giugno del 1633 sta per concludersi a Roma un importante processo.

L'uomo comparso davanti al tribunale dell'Inquisizione ha 69 anni, è uno studioso pisano universalmente noto, all'apice della sua gloria, conosciuto e ammirato dai più grandi astronomi d'Europa.

Le sue scoperte hanno sovvertito quello che fino a quel momento si era creduto in campo astronomico; tuttavia, è sul banco degli imputati e il tribunale della Santa Inquisizione, che dichiara di rappresentare in Terra la volontà del Cielo, si appresta ad emettere la sentenza forse più famosa della storia europea.

Galileo ha osato mettere in discussione la visione geocentrica del mondo sancita dalle Sacre Scritture e la sua condanna diviene, in breve tempo, l'emblema dell'inevitabile opposizione fra la nuova visione scientifica del mondo e l'oscurantismo religioso.

Galileo nasce a Pisa il 15 febbraio 1564, in pieno Rinascimento.

È questo un periodo di grande entusiasmo per la letteratura e le arti, soprattutto figurative, ricordiamo le grandi scuole del Masaccio, Piero della Francesca, Leonardo, Raffaello, per non citarne che

alcuni. È però quasi del tutto indifferente alla scienza.

Il Cattolicesimo, con la Santa Inquisizione, non la incoraggia di certo in quanto esso è fondato sull'infallibilità della Parola di Dio trasmessa attraverso il Libro Sacro per eccellenza, la Bibbia. E se la Bibbia dice che Giosuè ha fermato il Sole, non ci sono dubbi in proposito.

Tutti gli avvenimenti della vita umana sono interpretati come l'espressione di forze divine o al contrario demoniache, non rimanendo spazio alcuno per la ragione e la comprensione dei fenomeni su una base razionale, fenomeni dunque soggetti a leggi che si possono conoscere e utilizzare.

Nel Rinascimento si riscopre il mondo e l'essere umano nei loro valori immanenti, naturali e laici, contro la trascendenza della concezione medioevale. È questo il carattere distintivo della filosofia naturale di Ficino, Telesio, Giordano Bruno, Campanella, Bacone, che accompagna il progresso parallelo della scienza, la quale tende a vedere nel mondo un ordine regolato da leggi matematiche (ad opera di studiosi del calibro di Paracelso, Copernico, Keplero, Tycho Brahe, Harvey e più tardi Newton, ma soprattutto Galileo).

Forse Galileo sarebbe diventato medico se un episodio, accaduto all'inizio dei suoi studi nel 1581, non avesse cambiato tutto il corso della sua vita e dei suoi interessi.

Mentre assiste ad una funzione nel Duomo di Pisa, vede sopra la sua testa una lampada che oscilla. Egli la osserva e si rende conto che essa impiega esattamente lo stesso tempo a oscillare avanti e indietro, a prescindere dal fatto che il movimento sia molto ampio o appena percepibile.

Ha appena scoperto la legge dell'isocronismo del pendolo, che tra l'altro porta all'invenzione dell'orologio a pendolo e dunque alla misurazione esatta del tempo.

Lascia la facoltà di medicina, con grande dispiacere del padre, per dedicarsi alla matematica, sua vera vocazione, affascinato com'è dal rigore del ragionamento matematico stesso unito alla sperimentazione fisica.

La matematica gli appare quindi fin dall'inizio come





un potentissimo strumento per conoscere la natura, per coglierne i segreti più intimi, per tradurre i processi naturali in discorsi precisi, coerenti, rigorosamente verificabili. Come scriverà più tardi *"il libro della natura è scritto in lingua matematica"*.

Nei 4 anni successivi approfondisce la conoscenza della geometria di Euclide, di Archimede e di Aristotele.

E insegna, dapprima a Siena, poi nella sua città natale,

prima di trasferirsi a Padova dove farà le sue scoperte più importanti.

Scopre che per la fisica si è verificata la stessa cosa che è accaduta per l'astronomia: la gente si fida di quello che ha detto Aristotele anche quando non coincide con quanto chiunque è in grado di verificare con l'osservazione.

Ad esempio Aristotele affermava che gli oggetti pesanti cadevano più velocemente di quelli leggeri, ma si sbagliava perché

in realtà un sasso pesante ed uno leggero fatti cadere dalla stessa altezza toccano terra nello stesso istante.

Tuttavia Galileo si rende conto che non basta dire che Aristotele si sbaglia per far cambiare idea agli altri, ma, come aveva già affermato Ruggero Bacone, occorre eseguire esperimenti. Egli non si accontenta di commentare le opere di autori antichi come fanno gli altri professori universitari, pensa invece che le leggi fisiche debbano essere stabilite con esperimenti. In altre parole Galileo dà una nuova fondamentale importanza a due elementi: l'elemento matematico e l'elemento empirico, l'esigenza di matematizzare la fisica, come abbiamo visto prima, per darle una rigorosa veste scientifica. E lui li esegue, questi esperimenti, facendo cadere sassi e sfere metalliche dall'alto, facendo rotolare sfere lungo piani inclinati e ripetendo diverse volte le prove, calcolando il tempo che ci impiegano a percorrere la distanza.

Galileo riconosce l'importanza del problema del moto: ammette cioè che esso debba costituire il punto base di qualsiasi trattazione scientifica dei fenomeni naturali.

In questo senso Galileo può essere considerato il vero precursore e fondatore della scienza moderna, basata sul metodo sperimentale, vale a dire l'osservazione, la formulazione di ipotesi, la sperimentazione, la deduzione, la verifica delle deduzioni e l'espressione dei risultati in rigorosi termini matematici: ecco riassunto in termini semplici il metodo scientifico, nato con Galileo alla fine del 1500.

Per quanto riguarda l'astronomia egli se ne occupa fin dall'inizio, dal momento che

deve insegnarla accanto alla matematica, in particolare è l'astronomia tolemaica che egli deve insegnare, così come accade in tutte le università europee. Questa non aveva nulla a che fare con la fisica celeste così come la intendiamo noi, ma era una cosmologia generale, sintesi più o meno felice tra metafisica finalistica ed esperienza del senso comune.

Insegna a Padova, dunque, per quelli che Galileo stesso definisce più tardi in una lettera *"i 18 anni più belli della mia vita"*.

A quel tempo Venezia domina il commercio fra l'Europa e l'Oriente: spezie, zucchero, cotone, seta, legni preziosi arrivano direttamente a Venezia e su navi veneziane.

Per fabbricare navi servono macchine: paranchi, argani, rulli che permettono di spostare pesi enormi.

Il funzionamento di queste macchine, insieme alla teoria delle fortificazioni e all'astronomia, fa parte della matematica che egli deve insegnare all'Università.

Galileo, contrariamente a tutti gli altri docenti, va sul campo, vale a dire all'Arsenale di Venezia dove vengono costruite le navi, a osservare le macchine il cui principio di funzionamento fa parte del suo corso.

Nel 1609, Galileo viene a conoscenza dello strumento che dà l'impulso definitivo all'osservazione scientificamente condotta in campo astronomico: un ottico olandese, mettendo due lenti ai due estremi di un tubo, ha costruito un giocattolo, il cannocchiale.

Per tutti gli studiosi del tempo, il cannocchiale è un giocattolo senza futuro, ma Galileo non è dello stesso parere.

E in questo si vede la differenza tra un uomo comune ed un genio: il genio vede in ciò che è sotto gli occhi di tutti quello che gli altri non vedono.

Galileo ne costruisce uno più potente e inizia ad osservare il cielo alla ricerca delle prove di quello che in cuor suo già ritiene vero: la teoria di Copernico che egli conosce da tempo (vedi riquadro).

Il polacco Niccolò Copernico per rispondere alle difficoltà del sistema tolemaico circa il moto apparente degli astri, nella sua opera "De revolutionibus orbium coelestium" (che esce nello stesso anno della sua morte, il 1543), nega alla Terra la posizione centrale nell'Universo affermata dalle concezioni tradizionali, mentre sostiene che ruoti, come gli altri pianeti, attorno al Sole, immobile.

Nel mese di marzo del 1610 Galileo pubblica un piccolo libro sulle sue scoperte intitolato "Sidereus Nuncius" ovvero "Il messaggero delle stelle", che induce molti astronomi a costruirsi un cannocchiale col quale possono verificare che ha ragione.

Nel 1611 Galileo va a Roma per mostrare la sua scoperta al papa Paolo V. Viene accolto a braccia aperte e ricoperto di onori, tra i quali l'elezione a membro dell'Accademia dei Lincei.

Col 1613 però ha inizio la guerra contro di lui. Il processo che porterà alla sentenza di eresia contro Galileo merita di essere scorso, anche se per sommi capi.

I suoi avversari sanno perfettamente che hanno perso la battaglia astronomica e anche quella sulla fisica dei corpi. Non potendo attaccare Galileo sulle sue scoperte astronomiche, ampiamente dimostrate, i suoi avversari lo attaccano

Dalla concezione geocentrica a quella eliocentrica

Aristotele (IV secolo a.C.) fu il primo ad affermare che la Terra è rotonda, un'idea coraggiosa in un'epoca in cui filosofi e gente comune credevano fermamente che essa fosse piatta.

Secondo lui la Terra si trova al centro dell'Universo, mentre il Sole, la Luna, i pianeti e le stelle girano attorno ad essa fissati a grandi sfere trasparenti. Era facile credere che fosse così perché questa è esattamente la nostra esperienza sensibile. L'universo di Aristotele è finito, neanche troppo grande, e delimitato dalla sfera delle stelle fisse, esso esiste da tutta l'eternità ed è immutabile.

Questa visione cosmologica aristotelica predominò nell'insegnamento della filosofia naturale nelle università europee fino al tempo di Galileo.

Aristotele non era cristiano, ma la Chiesa ritenne che le sue teorie sostenessero la fede e fu così che divenne l'unico referente per quanto riguardava le cose naturali.

Dal punto di vista strettamente astronomico il sistema aristotelico poneva dei problemi: esso infatti postulava una distanza costante di ciascun pianeta dalla Terra, incapace di spiegare l'aumentare ed il diminuire della grandezza apparente dei pianeti nel corso del tempo, variazione che implica una variabilità di quella distanza. Inoltre, non spiegava un altro problema fondamentale, vale a dire l'osservazione che i pianeti hanno orbite molto irregolari (pianeta deriva dal greco e significa vagabondo, errante).

La teoria di Claudio Tolomeo, l'ultimo grande astronomo greco che lavorò ad Alessandria nel 2° secolo d.C., nasce come risposta al problema lasciato insoluto del comportamento anomalo del moto dei pianeti. Egli elabora la più compiuta sintesi astronomica che è accettata per 1500 anni circa: immaginò che ciascuna delle enormi sfere dei pianeti fosse dotata di sfere più piccole, che si muovevano a loro volta di moto circolare. È su una di queste sfere minori che sono fissati i pianeti.

Quest'idea della Terra circondata da sfere fissate su altre sfere che girano a velocità elevata appariva piuttosto strana già a quel tempo, ma non era considerato un problema rilevante dal momento che egli viveva in un'epoca nella quale la verità non era quella che corrispondeva alla realtà, ma quella che coincideva con il pensiero di Aristotele.

Alla fine del Medioevo il conflitto tra la concezione aristotelica e quella tolemaica sarà destinato ad assumere grande importanza per la storia della scienza.

Il polacco Niccolò Copernico (1473 - 1543) per rispondere alle difficoltà del sistema tolemaico circa il moto apparente degli astri, nella sua opera "De revolutionibus orbium coelestium" (che esce nello stesso anno della sua morte, il 1543), nega alla Terra la posizione centrale nell'Universo affermata dalle concezioni tradizionali, mentre sostiene che ruoti, come gli altri pianeti, attorno al Sole, immobile.

In particolare, spiega il moto retrogrado dei pianeti in un modo molto semplice supponendo innanzi tutto che sia il Sole al centro e, conoscendo esattamente quanto tempo impiega ogni pianeta a compiere un giro intorno ad esso, che il moto retrogrado non è reale, ma appare così perché la Terra procede ad una velocità maggiore rispetto a quella di altri Pianeti.

Arriviamo infine a Galileo il quale con il cannocchiale, del quale è venuto a conoscenza nel 1609, fa delle osservazioni molto importanti. Con esso Galileo trova le prove definitive che la teoria eliocentrica non solo è vera, ma spiega in modo razionale i fenomeni osservati.

Intanto scopre che ci sono molte più stelle di quante se ne possono vedere a occhio nudo, contraddicendo il dogma aristotelico dell'immutabilità dell'Universo; che Luna e Sole non sono sfere perfettamente lisce come si pensava; ma soprattutto scopre le fasi di Venere, la scoperta forse più importante, le quali possono essere spiegate solo ammettendo che il pianeta e la Terra ruotino entrambi attorno al Sole (e così Galileo ebbe la conferma che Copernico aveva ragione).

sul terreno della controversia religiosa.

Lasciare dunque il pensiero scientifico e provocare un intervento della Chiesa, all'epoca è il modo più sicuro e radicale per fermare "chi

pensa male!". I suoi nemici mobilitano allo scopo religiosi ignoranti, grossolani e aggressivi, i "cani da guardia della fede", come si definiscono essi stessi: sono i frati predicatori dell'ordine Domenicano, rivali

dei Gesuiti, moderatamente favorevoli a Galileo.

Nel 1612 padre Lorini, uno di loro, dichiara pubblicamente che le nuove idee in astronomia sono contrarie alle scritture, e specificamente il

passo della Bibbia nel quale Giosuè ferma il Sole.

Non direttamente contro di lui, ma contro uno dei suoi allievi, il padre benedettino e insieme copernicano Castelli, professore di matematica a Pisa.

Il Lorini viene in possesso di una lettera inviata da Galileo al Castelli per appoggiarlo e la cambia ad arte facendola pervenire all'Inquisizione. A titolo d'esempio in essa viene costruita la tesi che per i seguaci dello scienziato "Dio è un mero accidente". Questo proverebbe l'empietà di Galileo.

Il meccanismo è ormai noto e collaudato: gli inquisitori di Pisa non possono sorvolare su simili accuse e trasmettono il fascicolo all'Inquisizione di Roma.

È la stessa Inquisizione che nel 1600 ha mandato al rogo

il domenicano Giordano Bruno per aver affermato, tra le altre cose, che il sistema copernicano è corretto, che l'Universo è infinito, le stelle sono altri soli attorno ai quali ruotano pianeti abitati.

Il problema, delineato chiaramente in una lettera del cardinale Bellarmino è che la teoria di Copernico non è cattiva finché si limita a una descrizione matematica dei fenomeni, affermare però che il Sole è veramente al centro del sistema "è cosa molto pericolosa non solo d'irritare tutti i filosofi e teologi scolastici, ma anche di nuocere alla Santa Fede con rendere false le Sacre Scritture...".

"...Quello che scrisse 'la Terra è eternamente in quiete; il Sole sorge e tramonta' fu Salomone...e tutta questa sapienza l'ebbe da Dio; onde non è verosimile che affermasse una cosa che fosse contraria alla verità dimostrata e che si potesse dimostrare".

Insomma astronomi e teologi parlano due lingue diverse.

Galileo viene diffidato direttamente dal papa dal parlare in pubblico delle sue teorie contrarie alle Sacre Scritture

La decisione papale viene letta da tutti i pulpiti e annunciata in tutte le università, i libri, sia di Copernico che di tutti coloro che lo sostengono, sequestrati.

Galileo continua i suoi studi nell'ombra, anche se passa lunghi periodi di inattività, ammalato.

Nel frattempo papa Paolo V muore e al suo posto viene eletto il cardinale

Barberini, amico di Galileo, col nome di Urbano VIII.

Galileo torna a Roma nel 1624 e viene ricevuto a braccia aperte dal papa, ottiene addirittura il permesso di scrivere un libro che presenti le idee di Tolomeo accanto a quelle di Copernico.

Il libro ha per titolo *"Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo"*, scritto sotto forma di conversazione tra diversi personaggi, e compare nel 1632.

In questo libro Galileo non difende apertamente Copernico, ma chi lo difende nel libro ha argomenti migliori del suo avversario, che difende Tolomeo.

Purtroppo le persone che circondano il papa riescono a convincerlo con due argomenti, tanto speciosi quanto ridicoli, che Galileo si è preso gioco di lui. Gli fanno credere che il personaggio di Simplicio, colui che nel libro difende Tolomeo, sia una caricatura del papa stesso e, in più, che la scelta della tipografia (il cui nome è Tre Pesci) sia una velata accusa di nepotismo per l'appoggio dato dal papa ai suoi tre nipoti.

La collera del papa, che si crede beffato da chi considerava un amico, non tarda a farsi sentire. Il libro è immediatamente vietato, e la macchina dell'Inquisizione si rimette in moto.

Galileo è convocato a Roma e lì si ritrova solo: i suoi amici romani sono morti o temono la collera del papa, Cosimo de' Medici suo protettore e amico è ugualmente morto.

Si arriva alla sentenza.

Viene condannato ad essere imprigionato fino alla fine dei suoi giorni; dopo un anno esce di prigione e gli viene permesso di tornare a casa, ad Arcetri vicino a Firenze, che però non

può lasciare senza autorizzazione, né ricevere visitatori importanti in assenza di un inquisitore.

Negli ultimi anni della sua vita continua ad osservare il cielo e scrive un altro libro: *"Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze"*, che riesce perfino a far pubblicare ad Amsterdam, dove l'Inquisizione non ha alcun potere.

Così, nel 1638, quest'uomo indomabile sa che tutti gli uomini di scienza d'Europa lo stanno leggendo. Sa che le idee di Aristotele non avranno vita lunga, sa di aver vinto!

Egli ci lascia due capisaldi che hanno aperto la strada alla scienza: il metodo sperimentale per giungere alla verità ed il coraggio di affrontare la lettura dell'incomparabile immensità dell'Universo.

Muore l'8 gennaio del 1642 ad Arcetri all'età di 78 anni.

Nel 1755 la Chiesa revoca la proibizione di trattare del moto della Terra.

Nel 1968 papa Paolo VI annuncia una revisione del processo di Galileo, ma è soltanto nel 1992 che la Chiesa riconosce che la condanna contro Galileo fu ingiusta, e che lui e Copernico avevano sempre avuto ragione. ■

