

Biografia



Galileo nacque a Pisa il 15 febbraio 1564, primogenito dei sette figli di Vincenzo Galilei e Giulia Ammannati. Il padre Vincenzo, nato a Firenze nel 1520, ex liutista ed ex insegnante di musica (aveva fatto parte della Camerata fiorentina dei Bardi), in passato era entrato in conflitto con la tradizione classica che attribuiva la consonanza tra tutti i suoni al controllo delle proporzioni numeriche ed aveva proposto alcune sue idee al riguardo. Era quindi ferrato in matematica, ma, intuendo le difficoltà pratiche per tale professione, spinse il figlio a studiare medicina, proprio come un loro avo, quel Galileo Bonaiuti che nel XV secolo si era distinto nell'esercizio dell'arte medica ed in onore del quale un ramo della famiglia aveva preso il nome di Galilei. Nel 1574 la famiglia Galilei si trasferì a Firenze e qui il giovane Galileo studiò nel Convento di Santa Maria in Vallombrosa, dove rimase fino all'età di quindici anni. Il 5 settembre 1581 Vincenzo lo iscrisse all'Università di Pisa per fargli studiare l'arte della medicina. Nonostante il suo interesse per i progressi sperimentali di quegli anni, l'attenzione di Galileo fu presto attratta dalla matematica, che cominciò a studiare nel 1583 sotto la direzione di Ostilio Ricci da Fermo, un seguace della scuola matematica di Niccolò Tartaglia. Dopo quattro anni il giovane rinunciò a qualsiasi titolo accademico e ritornò a Firenze, dove approfondì gli studi, occupandosi di meccanica e di idraulica. Galileo, pur costretto per motivi economici ad impartire lezioni private, cercò di farsi conoscere nel mondo accademico diffondendo, privatamente, i suoi scritti e partecipando attivamente alla vita culturale del suo tempo con lezioni e conferenze pubbliche. Durante la sua permanenza a Pisa, tra il 1585 e il 1586, Galilei arrivò alle sue prime conclusioni sul centro di gravità dei solidi con "*Theoremata circa centrum gravitatis solidorum*" e trovò una soluzione al *problema della Corona* di Erone, inventando uno strumento per la determinazione idrostatica del peso specifico dei corpi: ne descrive i dettagli nel breve trattato "*La bilancetta*", pubblicato nel 1644.

Su invito dell'Accademia Fiorentina trattò, tra il 1587 ed il 1588, argomenti letterari, come discussioni sull'*Inferno* di Dante Alighieri ("*Lezioni circa la figura, sito e grandezza dell'Inferno di Dante*") o valutazioni sull'opera di Ludovico Ariosto e Torquato Tasso.

Gli anni dell'insegnamento a Pisa e a Padova



Alla fine del 1587, nonostante l'appoggio del Marchese Guidobaldo Del Monte, che leggendo le prime opere galileiane era rimasto entusiasticamente coinvolto dalla sua genialità, non riuscì ad ottenere la cattedra di matematica all'Università di Bologna, assegnata a Giovanni Antonio Magini. Diverso il discorso nel 1589, quando, sempre con l'appoggio di Del Monte, l'Università di Pisa gli assegnò la cattedra di Matematica. Nonostante lo stipendio di sessanta scudi fosse appena sufficiente per sopravvivere, Galileo riuscì a produrre ottime idee e strumenti. Negli anni seguenti, infatti, lavorò intensamente, studiando il pendolo, che gli consentirà di stabilire la legge dell'isocronismo nelle oscillazioni. Studiò, poi, il moto dei corpi materiali (è del 1590 il piccolo trattato "*De motu*") ed eseguì esperimenti con il piano inclinato, usando sfere di materiale diverso, per stabilire se la velocità di caduta dipendesse dal peso. Nell'estate del 1591 il padre Vincenzo morì, lasciando a Galileo il compito di occuparsi della madre e dei fratelli minori: Michelangelo, Lena e Livia. A ciò si aggiunsero le richieste del marito della sorella maggiore, Virginia, tal Benedetto Landucci, che esigeva il rispetto degli impegni promessi in dote. Lo stipendio pisano, però, non dava molte prospettive per il futuro e la risoluzione dei molti problemi, così Galileo si rivolse ancora al Marchese Del Monte che, grazie anche all'appoggio del cardinale Francesco Maria, suo fratello, riuscì a farlo chiamare all'Università di Padova come professore di Matematica. Il 26 settembre 1592 venne quindi emanato il decreto di nomina, con uno stipendio di 180 fiorini l'anno. Il 7 dicembre Galileo tenne il discorso introduttivo e dopo pochi giorni iniziò un corso destinato ad avere un grande seguito presso gli studenti. Resterà per 18 anni a Padova, di cui egli conserverà un ricordo affezionato (*li diciotto anni migliori di tutta la mia età*). È del 1593 la macchina per portare l'acqua ai livelli più alti, per la quale ottenne, dal Senato Veneto, un brevetto per l'utilizzazione pubblica per un periodo di venti anni. L'importanza di Galileo, in quegli anni, però, va oltre le semplici lezioni accademiche: è infatti con le lezioni private che il suo pensiero si diffonde e diventa sempre più forte, grazie agli importanti studenti che ne seguono queste lezioni: Vincenzo Gorzaga, Giovanni Federico Principe d'Alsazia, i futuri cardinali Guido Bentivoglio e Federico Cornaro, ed altri ancora. In questi anni scrisse anche due trattati sulle opere di fortificazione, *Brevi istruzioni all'arte militare* e *Trattato di fortificazione*, oltre a *Le meccaniche*, nel quale approfondì le teorie sulla statica delle macchine. Proprio nel periodo padovano incontrò Marina Gamba, con la quale avrà tre figli: Virginia e Livia, diventate monache, e Vincenzo, l'unico legittimato nel 1619. Intorno al 1597 Galilei si occupò dello studio e della realizzazione di strumenti di misura, tra i quali il compasso per uso geometrico e militare, oggetto

dell'opera *Le operazioni del compasso geometrico et militare*, pubblicata a Padova nel 1606 e dedicata a Cosimo II. Verso la metà del 1609 Galileo apprese dell'esistenza di un cannocchiale, costruito in Olanda e lo perfezionò, dotandolo di lenti ottiche lavorate con alta precisione e facendone uno strumento scientifico. Con il nuovo telescopio, strumento che migliorava il già esistente astrolabio, probabilmente realizzato dall'artigiano fiorentino Ignazio Dondi, Galilei intraprese osservazioni per determinare la posizione del Sole, della Luna e degli altri corpi celesti. Le scoperte astronomiche, realizzate mediante il nuovo strumento ed importanti per confermare la giustezza del modello cosmologico copernicano, furono poi raccolte nel *Sidereus Nuncius*, pubblicato nel marzo del 1610.

Il trasferimento a Firenze

L'eco delle scoperte galileiane fu immediata. Già nel luglio dello stesso anno, grazie anche alla dedica dell'opera al granduca di Toscana ed all'attribuzione del nome di medicei ai satelliti celesti di Giove, Galilei fu nominato a vita matematico primario dello studio di Pisa, senza obblighi di lezioni, e filosofo granducale.

Prima della fine del 1610, osservò Saturno, che chiamò *tricornoreo*, scambiando (a causa dello scarso potere risolutivo del suo cannocchiale) gli anelli con la presenza di due satelliti. Successivamente osservò le fasi di Venere che interpretò correttamente come una prova a favore dell'ipotesi eliocentrica.

Quindi lasciò Padova, per trasferirsi a Firenze. Nel 1611 fu convocato a Roma, dove presentò le sue scoperte ai gesuiti del Collegio Romano, inclusi il futuro Papa Urbano VIII e Roberto Bellarmino, che lo onorarono con una conferenza in cui riconoscevano le sue scoperte. Nello stesso anno entrò a far parte dell'Accademia dei Lincei. Nel 1612 Galileo scrisse il *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua, o che in quella si muovono*, mentre dell'anno seguente è l'*Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti*, pubblicata a Roma in risposta ad un opuscolo del gesuita Christoph Scheiner. Riguardo alle macchie solari era infatti scoppiata una controversia sull'attribuzione del primato della loro scoperta, fatta quasi contemporaneamente da vari astronomi. Nel marzo 1614 compì studi sul metodo per determinare il peso dell'aria, scoprendo che pesa poco, ma non zero. L'aria è infatti circa settecentosessanta volte più leggera dell'acqua: i pensatori della sua epoca, al contrario, pensavano, ma senza mai avere alcun supporto sperimentale, che l'aria non avesse peso. Tra il 1613 ed il 1615 scrisse le famose *lettere copernicane*, indirizzate a Benedetto Castelli, Pietro Dini e Cristina di Lorena, le quali, pur se non pubblicate, iniziarono a circolare e a destare preoccupazione negli ambienti più conservatori per le idee innovative espresse dal Galilei, ma soprattutto per il carattere polemico e per l'ardimento con cui lo scienziato pretese che alcuni passi delle Sacre Scritture venissero reinterpretati alla luce del sistema copernicano (a favore del quale comunque Galileo non disponeva ancora di prove scientifiche certe e inconfutabili).

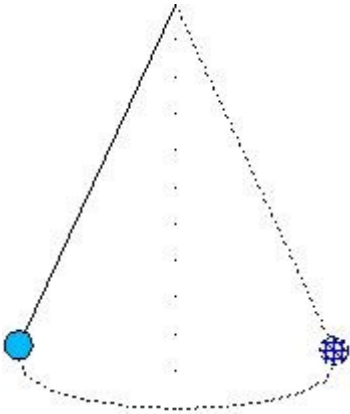
La disputa con la Chiesa e gli ultimi anni

Nel febbraio 1616, il Santo Uffizio espresse una condanna per le teorie cosmologiche copernicane, considerate *stolte ed assurde*, proibendo di difenderle come realtà fisica ma consentendo di parlarne come ipotesi scientifiche; mise all'indice dei libri proibiti (*Index librorum prohibitorum*) della Chiesa Cattolica il *De revolutionibus orbium coelestium* di Niccolò Copernico e altri libri che parlavano del sistema copernicano, *sospesi fino a che non siano corretti* e cioè conformati al decreto secondo cui bisognava parlare della tesi copernicana solo come ipotesi matematica (il libro di Copernico fu rimosso dall'Indice quattro anni dopo con poche correzioni). Benché le opere di Galileo non fossero state inserite nell'elenco dei libri proibiti, lo scienziato pisano si recò a Roma per difendere le sue teorie. Il cardinale Roberto Bellarmino invitò Galileo a sostenere l'eliocentrismo come mera ipotesi

matematica, atta a semplificare i calcoli della meccanica celeste e non come unica descrizione dell'universo, in attesa di una prova definitiva. La prova delle maree (che in seguito risultò scientificamente falsa) non era considerata sufficiente. Il timore da parte di Galilei che gli si espropriasse l'imprimatur della sua teoria e l'impazienza di vedere accettate le sue idee, lo irrigidirono sulle sue posizioni e lo condussero allo scontro finale, risolto da un atto di autorità da parte del Santo Uffizio. Allo scienziato s'intimò di non divulgare più tali idee. Il documento in cui gli s'intima di non parlare del Copernicanesimo neanche come ipotesi è oggetto di controversia e non è certo che fu effettivamente letto a Galileo. Nel 1618 comparvero nel cielo tre comete, fatto che attirò l'attenzione e stimolò gli studi degli astronomi di tutta Europa. Fra essi, il gesuita Orazio Grassi, matematico del Collegio Romano, tenne con successo una lezione che ebbe vasta eco, la "*Disputatio astronomica*": con essa, sulla base di alcune osservazioni dirette e di un procedimento logico-scolastico, egli sosteneva l'ipotesi che le comete fossero di origine celeste e la utilizzava per avvalorare il modello di Tycho Brahe (la Terra è posta al centro del creato, con gli altri pianeti in orbita invece intorno al Sole), contro l'ipotesi eliocentrica. Galilei, nonostante la recente ingiunzione al silenzio da parte della Chiesa, decise di replicare per difendere la validità del modello copernicano. Rispose in modo indiretto, attraverso lo scritto "*Discorso delle Comete*" di un suo amico e discepolo, Mario Guiducci, ma in cui la mano del maestro era certamente presente. Pur sbagliando nel ritenere (fra molte cautele) le comete oggetti non celesti, il suo testo dimostra le molte contraddizioni del ragionamento di Grassi e le sue erronee deduzioni dalle osservazioni delle comete con il cannocchiale. Il gesuita rispose con uno scritto intitolato *Libra astronomica ac philosophica* firmato con lo pseudonimo di Lotario Sarsi (ottenuto anagrammando il suo nome) in cui attaccava direttamente Galileo e il copernicanesimo. Galileo scrisse quindi nel 1623 il trattato *Il Saggiatore*, che già nel titolo intende confutare il trattato di Grassi: se questi aveva usato la bilancia (*Libra*), Galileo vuol utilizzare il "saggiatore", una bilancetta molto precisa per pesare i metalli preziosi. Dedicò la sua nuova opera al nuovo papa. Scrivendolo in Italiano e non in Latino (la lingua dei dotti di allora) violò scientemente l'ordine della Chiesa, sebbene nel 1623 a Papa Gregorio XV fosse succeduto, col nome di Urbano VIII, Maffeo Barberini, intellettuale ed estimatore di Galileo tanto che al processo del 1616, quando non era ancora Papa, si era perfino pronunciato a suo favore. Davanti al cardinale di Hohenzollern nel 1624 riferendosi a Copernico affermò che "la Chiesa non aveva condannato e non condannerebbe la sua dottrina come eretica, ma solo come temeraria". Recatosi a Roma ebbe sei udienze con il papa. Durante queste udienze ricevette onori, raccomandazioni e denaro, anche se comunque il Papa non accettò l'istanza di Galileo di revocare il decreto del 1616. In ogni caso lo incoraggiò a continuare i suoi studi riguardo il sistema copernicano, purché ne parlasse come di un'ipotesi. Galileo si dedicò quindi alla stesura del *Dialogo di Galileo Galilei sopra i due Massimi Sistemi del Mondo Tolemaico e Copernicano*, in cui espose il principio di relatività e il suo metodo per determinare la velocità della luce. Nel 1630, ad opera completata, Galileo si recò a Roma e, ricevuto da papa Urbano, gliela mostrò. Questi, essendo occupato personalmente, dopo una veloce lettura affidò la cura di leggerlo prima della pubblicazione ai censori per verificare che fosse conforme al decreto del 1616. Ma varie vicissitudini, tra le quali l'ignoranza in materia di astronomia dei censori preposti e le difficoltà, dovute alla peste, delle comunicazioni tra Firenze, dove Galileo era ritornato, e Roma rallentarono questo lavoro. Galileo approfittò della confusione per accelerare la concessione dell'*imprimatur*. Alla fine furono apportate solo alcune modifiche marginali per sottolineare l'uso della teoria copernicana come ipotesi matematica e nel 1632 fu pubblicato a Firenze. Non passò molto perché Urbano VIII si pentisse di non aver vigilato personalmente alla concessione dell'*imprimatur* all'opera di Galileo. Infatti il sistema copernicano non era affatto trattato come mera ipotesi matematica ma tutta l'opera tentava di dimostrarne l'effettiva realtà. Inoltre l'autore aveva anche messo in bocca a Simplicio, personaggio preso in giro durante tutto il corso dell'opera, l'argomento preferito di Urbano VIII, presentandolo come quello di «persona dottissima ed eminentissima». Nel Papa nacque perfino il sospetto che Simplicio rappresentasse una caricatura della propria persona, anche se ciò non era certamente nelle intenzioni di Galileo. Galileo, ormai settantenne, fu chiamato a comparire davanti al tribunale dell'Inquisizione nel 1632. Essendo ammalato cercò di rinviare il viaggio, fiducioso nella protezione del Granduca di Toscana, il quale aveva ricevuto il titolo dal Papa, e dunque mai avrebbe contraddetto la volontà di questi. Dovette tuttavia recarsi a Roma, in pieno inverno, il 13 febbraio

1633. *Secondo alcuni critici e storici* la questione da parte della chiesa era oltremodo delicata, perché comportava l'inaccettabile autonomia del sapere scientifico dalla teologia. La reazione contro il copernicanesimo fu quindi violenta. *Altri storici e critici di Galileo sostengono invece* che la polemica con la Chiesa, più che una necessità storica dettata dal presunto intrinseco contrasto tra Scienza e Fede, è la conseguenza soprattutto del carattere sanguigno, se non a tratti arrogante, di Galileo quale si evincerebbe dalle sue lettere in cui accusa violentemente alcune personalità della Chiesa Cattolica. Bisogna inoltre ricordare che *Galileo non portò mai prove scientifiche assolutamente certe* sulla teoria copernicana (che comunque rimaneva una descrizione dell'universo ancora imprecisa, in quanto prevedeva orbite circolari e non ellittiche e doveva quindi ricorrere agli epicicli per correggerle). La conferma sperimentale definitiva della teoria copernicana arrivò in realtà solo nel XIX secolo; va tuttavia sottolineato che la teoria tolemaica, sostenuta dalla Chiesa Cattolica, non godeva, al tempo di Galileo come in seguito, in alcun modo del sostegno di prove scientifiche, sussistendo come mera ipotesi del tutto indimostrata sul piano razionale; a nulla vale pertanto l'argomento in base al quale la posizione critica della Chiesa nei confronti di Galilei fosse dovuta alla mancanza di prove certe della sua teoria. Nel corso del processo Galileo che era già malato e fu ad un certo punto minacciato di tortura, negò perfino di aver mai abbracciato il copernicanesimo, nonostante l'evidenza di ciò che aveva scritto nel *Dialogo* e si dichiarò disposto ad aggiungere dei capitoli per confutare Copernico (ma l'Inquisizione per fortuna non tenne in considerazione questa offerta di Galileo). Il 22 giugno 1633 Galileo fu riconosciuto colpevole di "aver tenuto e creduto dottrina falsa e contraria alle Sacre e divine Scritture, ch'il Sole [...] non si muova da oriente ad occidente, e che la Terra si muova e non sia centro del mondo". Vedi Sentenza di condanna di Galileo. La pena inflitta a Galileo consistette in diverse disposizioni: la messa all'indice del *Dialogo sopra i massimi sistemi del mondo*; l'abiura della tesi copernicana; un periodo di prigionia della durata che sarebbe piaciuta al Sant'Uffizio; la recita dei sette salmi penitenziari una volta alla settimana per tre anni (che incaricò di recitare, con il consenso della Chiesa, sua figlia Maria Celeste, suora carmelitana). Nel 1757 Giuseppe Baretti, in una sua ricostruzione, avrebbe fatto nascere la leggenda di un Galileo che una volta alzatosi in piedi, colpì la terra e mormorò: "Eppur si muove!". Tale frase non è contenuta in alcun documento contemporaneo ai fatti, ma nel tempo è stata ritenuta veritiera, probabilmente per suggestione letteraria come nel caso di Berthold Brecht. In ogni caso Galileo non passò neppure un giorno in cella, né durante il processo, né dopo. Il carcere fu mutato nel confino all'interno della villa dell'ambasciatore del Granduca di Toscana in Roma, e quindi nella casa dell'arcivescovo Piccolomini a Siena. Infine dopo tre anni fu libero e tornò alla villa che possedeva nella campagna di Arcetri per poi trasferirsi nella sua casa a Firenze. Nel 1638 quando era già completamente cieco, pubblicò (a Leida, in Olanda) il suo lavoro più importante: *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*. In essa tratta le leggi del moto e la struttura della materia. È del 1640 la spinta decisiva data al suo allievo Bonaventura Cavalieri con la scoperta della proprietà caratteristica dell'infinito. Galileo Galilei si spense l'8 gennaio 1642, nella sua casa di Firenze, circondato dai suoi allievi e venne tumulato nella basilica di Santa Croce a Firenze insieme agli altri grandi fiorentini come Machiavelli e Michelangelo.

Il pendolo



Galileo Galilei comincia i suoi studi sulla legge di oscillazione osservando un anello sospeso ad un filo con il quale vede la costanza di esso nell'oscillare. In seguito a questa osservazione Galileo Galilei ci propone un esperimento sul pendolo. Egli prende due spaghi della stessa lunghezza e li lega ad un piano verticale. Alla loro estremità inferiore appende due sfere di diverso materiale, *una di legno e una di ferro*. Facendole oscillare si poteva notare che la pallina di legno dopo un certo periodo di tempo rallentava rispetto alla pallina di ferro ma la frequenza delle due rimaneva uguale. Possiamo dire che il periodo del pendolo non dipende né dalla massa della sfera né dall'ampiezza dell'angolo ma dalla lunghezza del filo e dall'accelerazione gravitazionale. *Quindi si può dire che il pendolo ha una perfetta scansione del tempo secondo la formula:*

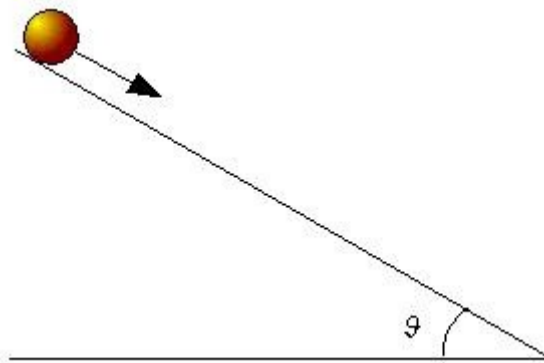
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Piani inclinati, accelerazioni di gravità e conservazione dell'energia

Un'altra delle sue tante scoperte fu la legge di caduta provata grazie al piano inclinato. Galileo posizionò su esso una pallina ed una barriera ad una distanza X. Egli sincronizzò la partenza della pallina ad un pendolo. Si poteva quindi osservare che la distanza X dalla pallina alla barriera era uguale ad un'oscillazione completa del pendolo. Galileo allora quadruplicò la distanza cioè portò l'ostacolo a 4X. Ora poteva osservare che le oscillazioni del pendolo diventavano 2 prima che la pallina arrivasse in fondo. La stessa cosa successe quando la barriera fu posta a 9X infatti il pendolo compì 3 oscillazioni. Galileo Galilei allora posizionò dei campanelli sul piano inclinato rispettivamente a 1X, 4X e 9X di distanza dal punto 0 cioè il punto di partenza della pallina. *Quindi facendo partire la pallina constatò che i campanelli suonavano ogni un secondo l'uno dall'altro*

<i>Spazio</i>	<i>Tempo</i>
0	0
1	1
4	2
9	3

La stessa cosa Galileo constatò mettendo due palline sul piano inclinato. Infatti facendole partire una distante di $1X$ l'una dall'altra si può vedere che quando la prima arriva sul secondo campanello la seconda sfera arriva sul primo e ci si accorge che i due suonano insieme. Galileo inoltre disse che per ottenere la seconda distanza rispetto alla prima di $1X$ bastava aggiungere i numeri dispari.



Francesco Fuschi