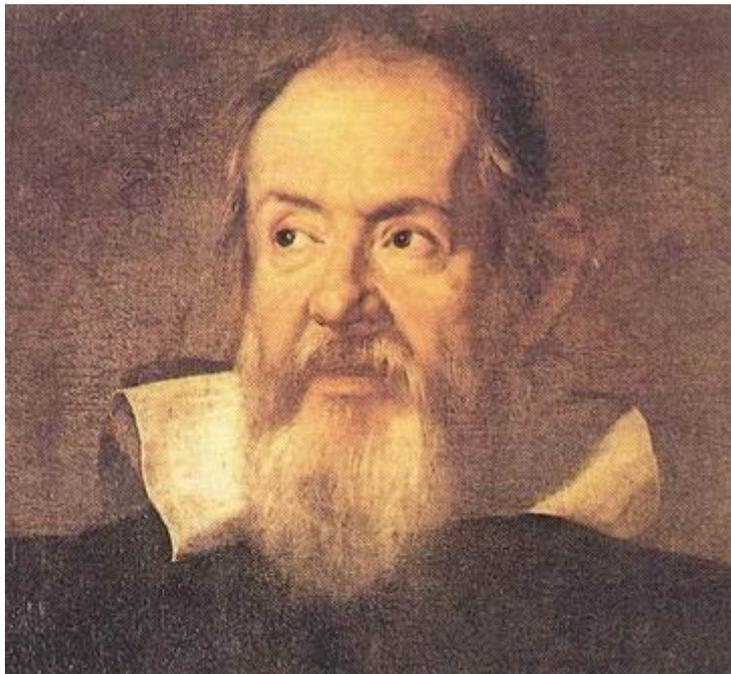




Galilei e la rivoluzione scientifica

di Giovanna Pietragalla



Premessa

E' vero che anche nel Seicento si continuò a cercare un'unica chiave universale in grado di svelare tutti i misteri della natura. Tuttavia, anche se non volto a risolvere problemi tecnologici e a venire incontro a bisogni correnti, il sapere seicentesco seppe farsi davvero sperimentale. Nella misura in cui si cominciarono a creare condizioni mentali più adeguate, gli sforzi verso le applicazioni della scienza raggiunsero maggiori



risultati concreti. E' giusto insistere sul fatto che nel secolo XVII gli scienziati continuarono a perseguire verità teoriche che lasciarono quasi intatti i problemi tecnologici ereditati dal Cinquecento. Ma essi ebbero già una visione della natura, come dominio autonomo retto da principi propri, che permise loro appunto di cominciare a ricercarvi e ad individuarvi delle leggi verificabili. Inoltre essi seppero organizzare lo studio in modo reciprocamente coordinato, cosicché l'insieme dei loro articolati tentativi merita già la definizione di scienza.

La nascita della matematica moderna viene giustamente situata nella prima metà di questo secolo. Secentesche sono le scoperte di strumenti indispensabili di osservazione come il telescopio, il barometro ed il termometro.

Un impulso notevolissimo alla ricerca astronomica era stato impresso dall'istituzione di osservatori, il primo dei quali venne fondato nel 1560 dal langravio Guglielmo IV d'Assia. Il Seicento mise in pratica la lezione fornita da Tycho, realizzando la sistematica ed accurata osservazione dei fenomeni naturali ed organizzando logicamente le deduzioni rese possibili dai dati raccolti. Così le teorie di Keplero, elaborate fra il 1601 e il 1609, si basarono su un prolungato lavoro matematico e sperimentale, che permise di arrivare ad una teoria astronomica nuova e rigorosa. Dopo di lui non si poté più credere che i corpi celesti si muovessero con una lentezza uniforme o che le orbite planetarie fossero circolari (risultando ellittiche). Di primaria importanza furono ugualmente i lavori di Galileo Galilei, che, tuttavia, lo misero in conflitto diretto e penoso con l'autorità ecclesiastica.

Su tale personaggio che ha svolto un ruolo fondamentale nella storia del pensiero moderno è opportuno soffermarsi.

La vita e le prime scoperte



Galileo Galilei nasce, il 15 febbraio 1564, a Pisa da nobile famiglia fiorentina, sebbene oramai avviata a decadenza economica. Il padre Vincenzo è un insigne musicista e teorico della musica. Quindi a Firenze, dove la famiglia si trasferisce nel 1574, Galileo riceve una raffinata educazione di stampo prevalentemente artistico e letterario. Poi però il padre stesso, spinto dalla speranza di ridare lustro alla famiglia decaduta, lo avvia all'esercizio di una professione più lucrativa, facendogli intraprendere lo studio della medicina. Così nel 1581 Galileo entra all'università di Pisa, dove segue i corsi dei maestri aristotelici, legge Platone ed Aristotele, e soprattutto approfondisce lo studio della matematica.

È di quegli anni la prima scoperta: la legge dell'isocronismo del moto pendolare, compiuta, secondo il tipico processo galileiano, osservando oscillare una lampada nel duomo di Pisa. Nell' 85 lascia Pisa senza conseguire alcun titolo accademico, e torna a Firenze. Qui, approfondendo sempre più lo studio della geometria, in particolar modo di Archimede, giunge sia alle fondamentali ricerche sul baricentro dei solidi, esposte nel *Theoremata circa centrum gravitatis solidorum* (1585), sia all'invenzione della bilancetta idrostatica, descritta nel trattatello in volgare *La bilancetta* (1586).

Intanto, come rivelano i suoi scritti letterari, le Due lezioni all'Accademia fiorentina circa la figura, sito e grandezza dell'«Inferno» dantesco, le Postille all'Ariosto, le Considerazioni al Tasso, non viene meno in lui quell'amore per le lettere, che continuerà a coltivare per tutta la vita.

Grazie all'appoggio dell'astronomo e matematico Guido Dal Monte, ottiene nel 1589 la cattedra di matematica nello Studio di Pisa. Spinto da una forte insoddisfazione nei confronti della scienza aristotelica, intraprende, «con grande scontento di tutti i filosofi» nemici delle novità, le ricerche sul moto ed inizia a scrivere il *De motu*, rimasto a lungo inedito. Intanto, in seguito alla morte del padre, che gli lascia la responsabilità della madre, delle due sorelle e del fratello, la sua situazione economica



diviene assai difficile. Sicché, desideroso di migliori condizioni economiche e lavorative, nel 1592 riesce a farsi assegnare la cattedra di matematica allo Studio di Padova. E vi rimane per diciotto anni, gli anni più sereni e felici della sua vita, sebbene le difficoltà economiche lo costringano ancora a impartire lezioni private. Stringe rapporti con gli uomini di cultura più in vista (soprattutto con Paolo Sarpi), e relazioni epistolari con i maggiori scienziati europei, Keplero, Gassendi, Welser. Vari e ricchi sono gli interessi di questo periodo padovano, come rivelano i titoli delle sue opere: il *Trattato di fortificazione*, la *Breve istruzione dell'architettura militare* e *Le Meccaniche*, il *Trattato della sfera ovvero cosmografia*, e *Le operazioni del compasso geometrico e militare*. Frattanto, dalla convivenza con la veneziana Marina Gamba ha tre figli, due femmine e un maschio.

In seguito alla riscoperta e al perfezionamento del cannocchiale, nel 1609 compie il passo decisivo che lo avvia a verificare la validità del sistema copernicano, di cui da tempo è oramai convinto. Rivolgendo lo strumento al cielo e applicandolo all'osservazione dei fenomeni celesti, compie una serie di scoperte (la natura montuosa della luna, l'individuazione di stelle prima sconosciute e dei quattro satelliti di Giove, chiamati *Astri Medicei*), che all'inizio del 1610 viene presentata alla comunità scientifica internazionale nel *Sidereus Nuncius*. In quest'opera, Galileo descrisse la scoperta di quattro satelliti di Giove al cannocchiale; egli notò "dapprima tre e poi quattro "stelline" vicino al pianeta, che sembrano seguirlo nel suo moto e che si spostano l'una rispetto all'altra. A di' 7 di gennaio 1610 Giove si vedeva col cannone (il cannocchiale) con tre stelle fisse, delle quali senza il cannone niuna si vedeva". Non potendosi trattare, per questo motivo, di stelle fisse, l'unica conclusione possibile era che fossero dei satelliti di Giove: "...quattro stelle erranti attorno a Giove, così come la Luna attorno alla Terra...". Questa conclusione rappresentò una prova a sfavore della cosmologia tolemaica, che non ammetteva altro centro del moto oltre alla Terra.



L'astronomo volle dedicare la scoperta a Cosimo II de' Medici, allora Granduca di Toscana, com'è scritto anche sul frontespizio dell'opera.

Quindi acquista un prestigio tale che viene nominato primario matematico e filosofo granducale, senza obbligo di insegnamento e a onorevoli condizioni economiche. In quello stesso anno scopre gli anelli di Saturno, le macchie solari, le fasi di Venere. Poi, spinto dalla necessità di staccarsi dal retrico ambiente accademico e dalla possibilità di dedicarsi con maggiore libertà alle sue ricerche, torna a Firenze. Nel 1611, dopo aver ottenuto le adesioni dei maggiori astronomi e matematici del tempo, va ad illustrare le sue scoperte, duramente osteggiate dagli scienziati tradizionalisti, proprio a Roma, ove ottiene l'approvazione dai Gesuiti del Collegio Romano, probabilmente ancora inconsapevoli delle implicazioni del programma galileiano. Ma già si destano i primi sospetti d'eresia da parte dell'Inquisizione.

La polemica antiaristotelica e l'accusa

Galileo, dal canto suo, accentua la polemica antiaristotelica contro la scienza ufficiale. Prima, nel 1612, pubblica, il *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua o che in quella si muovono*. Poi, nel 1613, entra in polemica diretta con un gesuita nelle tre lettere indirizzate a Marco Welser, edite col titolo *L'Istoria e dimostrazione intorno alle macchie solari e loro accidenti*. Inoltre, prima di stendere la grande opera sul sistema copernicano del mondo, si trova costretto a porre i limiti tra scienza e fede. E nelle quattro famose *Lettere copernicane* (una a Benedetto Castelli, due a Monsignor Dini, e una più ampia alla granduchessa Cristina di Lorena), viene a rivendicare l'indipendenza della scienza dalla religione e il diritto alla libera ricerca scientifica. Così, nonostante gli amici influenti, il 24 febbraio del 1616, da un decreto del cardinal Bellarmino, Galileo viene ammonito ad astenersi, pena il carcere, dal professare e dall'insegnare la teoria copernicana, in quanto inconciliabile con la fede cattolica.



Profondamente amareggiato, tuttavia saldo nelle proprie convinzioni, riprende la polemica, e con *Il Saggiatore* - edito a cura degli Accademici dei Lincei nel 1623, e dedicato al suo vecchio amico, il nuovo papa Urbano VIII - risponde al trattato, *Libra astronomica ac philosophica*, scritto nel 1618, in occasione della comparsa di tre comete, dal gesuita Orazio Grassi. Sulla scia del grande successo conseguito con *Il Saggiatore*, suo capolavoro polemico, e sperando in una maggiore apertura della Chiesa verso la nuova scienza, nel 1624 intraprende la composizione del *Dialogo dei Massimi Sistemi*. Nel 1623 Maffeo Barberini, che era considerato un patrono di artisti e scienziati, divenne Papa Urbano VIII. Galileo cerco' di riproporre la questione copernicana, ed ottenne dal Papa il permesso di scrivere un dialogo, nel quale espone i principi della teoria, senza pero' arrivare ad una conclusione sulla sua validita', bensì trattandola come una semplice ipotesi matematica. Galileo lavorò al *Dialogo* fino al 1630.

Il testo e' diviso in quattro giornate, durante le quali il copernicano Salviati (che rappresenta lo stesso Galileo) e l'aristotelico Simplicio si confrontano esponendo le due teorie; un terzo personaggio, Sagredo, interviene spesso nel dialogo tra i due, a favore di Salviati. Durante le prime tre giornate, i tre prendono in considerazione il moto terrestre e alcuni fenomeni celesti che sembrerebbero invalidare la cosmologia aristotelica. La quarta giornata e' dedicata invece all'analisi del fenomeno che piu' degli altri convinse Galileo della validità della teoria copernicana, cioè quello delle maree. Egli spiegava il fenomeno in maniera errata, semplicemente come la combinazione del moto annuale di rivoluzione terrestre con quello diurno di rotazione; non prese invece in considerazione l'attrazione gravitazionale della Luna. Nel *Dialogo* vengono presentate alcune conclusioni a favore della teoria copernicana. Dopo una stesura protratta per anni e dopo vari negoziati ed aggiustamenti per ottenere il permesso di stampa, nel febbraio del 1632, esce il capolavoro della letteratura scientifica di ogni tempo. Ma la carica rivoluzionaria dell'opera scatena



immediatamente la reazione dell'Inquisizione, che sequestra il libro e ordina all'autore di recarsi immediatamente a Roma, dove Galileo, «veementemente sospetto d'eresia» viene processato e condannato per aver disobbedito all'ingiunzione del 1616. Del resto, come afferma Procacci: "troppo forti erano la pressione e la vigilanza esercitate dallo spirito e dalle autorità della Controriforma, troppo accentuato l'isolamento e la frammentazione provinciale della cultura italiana, troppo consistenti i suoi residui retorici e gli "idoli" del passato"(cfr. Giuliano Procacci, *Storia degli italiani*). Nel 1633, dopo cinque mesi, il processo si conclude con la sentenza che proibisce il *Dialogo*, con l'abiura, e con la condanna al carcere formale. Grazie al suo prestigio internazionale e al suo atto di sottomissione, Galileo non viene incarcerato, ma relegato, prima a Siena presso l'arcivescovo Ascanio Piccolomini, e poi nella sua villa di Arcetri, presso Firenze.

Il declino

Vecchio, debilitato e cieco, continua a mantenere rapporti con gli scienziati di tutta Europa; e sotto l'occhio vigile dell'Inquisizione, riprende e porta a termine il capolavoro in cui vengono gettate le basi della dinamica moderna, il trattato *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attinenti alla meccanica ed i movimenti locali*, edito nel 1638 a Leida.

In quest' opera, scritta tra il 1633 e il 1636, Galileo tratta la resistenza dei materiali e alcuni argomenti di dinamica. L'opera è articolata, come il *Dialogo*, in quattro giornate durante le quali gli stessi personaggi (Salviati, Simplicio e Sagredo) discutono di vari argomenti di fisica. Le prime due giornate sono scritte sotto forma di un vero e proprio dialogo, durante il quale vengono presentati incidentalmente molti esperimenti di fisica; nelle ultime due, invece, vengono trattati alcuni teoremi di dinamica con formalismo più strettamente matematico.

In quest' opera Galileo dimostra la sua abilità nello svelare i paradigmi che stanno alla



base dei fenomeni della fisica "quotidiana". Egli confronta per esempio la velocità del suono con quella della luce, il moto di caduta libera dei corpi col moto lungo un piano inclinato, le vibrazioni acustiche con gli intervalli musicali, il moto libero dei corpi con quello forzato (ad esempio quello dei proiettili). Egli cercò sempre di trovare il denominatore comune dei vari fenomeni, abbinando l'intuito per il fenomeno fisico con il rigore della sua descrizione matematica. Non solo, ma assistito dal fedele allievo Vincenzo Viviani, scrive nel 1640 la *Lettera sul candore della luna*.

Vigile e sereno, muore ad Arcetri, nel suo «continuato carcere ed esilio», l'8 gennaio del 1642. Le sue spoglie vengono deposte nella basilica di Santa Croce a Firenze solamente nel 1736.

L'intellettuale nuovo

Per quanto riguarda la posizione storica dell'intellettuale Galilei, è necessario prendere in considerazione ciò che afferma Ludovico Geymonat. Il critico si chiede se Galileo fosse aristotelico o meno. A questa impegnativa domanda non si può rispondere, secondo Ludovico Geymonat, con un semplice « sì » o con un semplice « no », ma occorre dare una risposta più ragionata e complessa. Innanzi tutto sembra che l'esame compiuto, con tanta serenità, dal medesimo Galileo circa i rapporti esistenti fra la propria posizione e quella di Aristotele, sia largamente sufficiente a dimostrarci che esistono senza alcun dubbio nel pensiero galileiano profonde tracce di aristotelismo. E poiché la più importante fra esse consiste nell'anteporre l'esperienza al discorso, ciò pare bastevole ad escludere l'interpretazione in senso puramente e strettamente platonico della scienza galileiana. Vero è, tuttavia, che l'appello galileiano all'esperienza va assai oltre l'analogo appello di Aristotele, perché Galileo sa molto bene che l'esperienza - per avere valore probativo - deve essere sapientemente interrogata; spesso infatti egli dichiara che « il senso, nella prima apprensione, può errare ». Come si deve dunque procedere per



correggerlo? In quest'opera di correzione Galileo non è più puramente aristotelico, perché fa appello, oltre che alla logica, anche alla matematica, vuoi come grande elaboratrice di discorsi corretti, vuoi come guida ad un'osservazione più precisa della natura (osservazione quantitativa e non puramente qualitativa), vuoi ancora come suggeritrice di dispositivi tecnici (o modelli) per il controllo delle ipotesi teoriche. Galileo ritiene tuttavia - non importa se a torto o a ragione - che il suo « andar oltre » Aristotele, non sia « andar contro » Aristotele; e se, parecchie volte, si richiama a Platone, non lo fa certo per ritornare a un qualsiasi tipo di « subordinazione dell'esperienza al discorso », bensì per dar vigore alla propria polemica contro gli aristotelici (contro i « falsi aristotelici »), e per sottolineare l'importanza attribuita alla matematica come integrazione della logica (si ricordino le parole di Simplicio, «veramente comincio a comprendere che la logica, benché strumento potentissimo per regolare il nostro discorso, non arriva... all'acutezza della geometria»). Risulta fin troppo chiaro il pericolo che gli aristotelici scorgevano nel procedere galileiano; poco importava loro che esso si attenesse o no ai canoni metodologici di Aristotele: la cosa grave era, ai loro occhi, la pretesa della nuova scienza di rompere ogni rapporto di subordinazione nei confronti di un'antica e ben solida metafisica. E che fosse una rottura estremamente profonda, essi lo comprendevano meglio dei gesuiti, che infatti speravano di poter trovare, con opportuni artifici, una sorta di compromesso tra la nuova scienza e l'antica metafisica, mentre gli aristotelici, non nutrivano alcuna illusione in proposito. Né, a voler essere sinceri, possiamo sostenere che la loro diagnosi fosse inesatta: la nascita della nuova scienza rappresentava davvero un colpo gravissimo inferto alla metafisica, un salto rivoluzionario che non tollerava compromessi. Che cosa ne sarebbe nato? Dove avrebbe finito per condurre il pericoloso moltiplicarsi delle ricerche particolari, condotto al di fuori di qualunque sistema? Era dunque il contrasto di due mondi di valori, anziché soltanto di due cosmografie, quello che opponeva Galileo ai teologi aristotelici.



Questa preoccupazione degli aristotelici era così seria, che - all'incirca nei medesimi anni - fu condivisa, sia pure sotto una visuale diversa, anche da un pensatore della statura di Cartesio. Quest'ultimo, però, convinto che la scienza moderna non poteva ormai venire negata, non persisterà più come i seguaci di Aristotele in una sterile lotta contro di essa, ma andrà alla ricerca di una nuova metafisica, capace di offrire alla nascente scienza un nuovo fondamento filosofico, altrettanto solido quanto era stato quello offerto dall'aristotelismo alle vecchie indagini pre-galileiane. Considerato da questo punto di vista, è chiaro che Galileo non fu un aristotelico. Ma non fu neanche un platonico; anzi, possiamo dire qualcosa di più; non fu un vero filosofo. Egli non comprese la portata filosofica della rivoluzione scientifica da lui stesso propugnata; non volle preoccuparsi delle conseguenze che ne sarebbero, prima o poi, derivate. L'unica sua vera preoccupazione fu di aiutare in tutti i modi lo sviluppo della nuova scienza: di aprirle coraggiosamente la strada, superando tutti gli ostacoli che potevano provenirle, vuoi dalla metafisica, vuoi dalla teologia. Di qui il suo grande interesse metodologico; di qui le sue tenaci lotte per sgombrare i dibattiti scientifici da tutto ciò che poteva ostacolare il libero sviluppo dell'indagine; di qui ancora la sua mancanza di qualunque ricerca, veramente seria, rivolta a scoprire i presupposti filosofici dei nuovi metodi necessari alla scienza.

Una cosa sola era per lui importante: che questi nuovi metodi risultassero veramente efficienti, onde la scienza, avvalendosi di essi, potesse compiere progressi sempre più rapidi.

Tra scienza e fede

Ciò non significa tuttavia che l'importanza di Galileo sia quasi esclusivamente di tipo scientifico, poiché nel momento stesso in cui apre alla fisica una feconda via da



percorrere, egli determina anche, indirettamente, una svolta nella storia del pensiero filosofico. Infatti con Galileo entrano in crisi alcuni concetti millenari della metafisica, come quelli di essenza e di causa finale, che si rivelano inadatti o fuorvianti per un'efficace conoscenza della natura e che più tardi avrebbero trovato una critica filosofica da parte degli empiristi. Nello stesso tempo, egli rielabora in modo del tutto nuovo i concetti di ragione ed esperienza, di induzione e deduzione, abbattendo l'ideale aristotelico e scolastico del sapere e facendo della verifica il contrassegno della nuova scienza. Alla visione antropomorfa e metafisica della natura, come forza vivente o come insieme di essenze gerarchicamente e finalisticamente ordinate, Galileo contrappone la concezione dell'universo come sistema di leggi e di relazioni, inaugurando il modo tipicamente moderno di intendere la realtà naturale.

Il nostro studioso comunque da buon matematico noto solo in ambiente accademico si era trasformato in un personaggio molto chiacchierato e le sue prese di posizione contro i filosofi *in libris*, che cercavano la verità fra le pagine dei testi, gli procurarono, com'era prevedibile, ostilità molto accese per cui non potendo attaccare Galileo sul piano scientifico, si passò alla religione. La Chiesa di Roma infatti era in pieno periodo controriformistico e, per evitare di perdere potere intellettuale e politico in Europa, seguiva una politica di repressione abbastanza pesante, come conferma la condanna di Giordano Bruno al rogo in Campo dei fiori a Roma nel 1600. L'accusa a Galileo fu iniziata in questa prima fase (vedremo la sconfitta definitiva dello scienziato circa vent'anni dopo) da un certo Ludovico delle Colombe, il quale era un personaggio alquanto bramoso di possedere la benevolenza dei potenti e forse suggerì per la prima volta la possibilità di fermare lo studioso con un discorso da un pulpito e non con una disquisizione sulla natura. Il problema non era impedire che Galileo vedesse, pensasse e traesse le debite conclusioni, ma era evitare che questi pensasse di poter scorgere la verità, ben custodita ed intoccabile nella metafisica, vista come l'unica via percorribile per il vero, ed oggetto delle dotte disquisizioni dei



filosofi. Proprio quelli che egli attaccava senza riserva di colpi. L'opera di Ludovico e dei suoi seguaci contro Galileo viene chiamata congiura dei "colombi" che dimostrarono di sapersi muovere con considerevole perizia nella situazione politica e diplomatica del periodo, aspetto che Galileo, probabilmente troppo fiducioso nella protezione del Granduca, forse trascurò alquanto. Un segnale di pericolo gli giunse però quando l'ipotesi dell'inconciliabilità delle tesi da lui proposte contro la filosofia naturale aristotelica e le Sacre Scritture venne riportata alle orecchie di Cristina di Lorena, granduchessa di Toscana nonché devotissima cristiana. Tale illazione non deve stupire: pensiamo a quanta fatica gli studiosi ed interpreti medioevali hanno dovuto fare per conciliare le ipotesi di Aristotele con la descrizione biblica ed ora saltava fuori uno che aveva la pretesa di stravolgere tutto come un immenso castello di carte! La mossa era quindi astuta e poneva in pericolo il nostro studioso il quale, per cercare di difendersi in modo adatto alla politica ed alla diplomazia del periodo, inviò una lettera all'amico Benedetto Castelli in cui egli descriveva in dettaglio ciò che pensava sul rapporto fra scienza e fede; infatti il Castelli risiedeva presso la corte di Cristina e poteva far giungere, sia pure per via indiretta, la lettera di Galileo indirizzata alla duchessa. Il punto era l'intoccabilità delle Scritture per la materia di fede, ma la possibilità di interpretare i passi dedicati alla filosofia naturale in quanto, seppure ispirati da Dio, essi erano stati scritti in forma allegorica per lettori poco acculturati. Non bisognava pertanto prendere alla lettera le affermazioni relative alle questioni scientifiche, ma era opportuno interpretare con saggezza quei passi (che peraltro erano veramente pochi) i quali trattavano esplicitamente dell'organizzazione del creato. Nessun problema sorgeva fra teologia ed astronomia, ma si aveva un nettissimo contrasto fra metafisica e scienza. Dunque la via d'uscita da queste difficoltà viene indicata dal Nostro nel riconoscimento dell'esistenza di due linguaggi tra loro radicalmente diversi: quello ordinario, con tutte le sue imprecisioni e incoerenze e quello scientifico,



rigoroso ed esattissimo. L'infinita sapienza di Dio che è espressa nella Sacre Scritture, sapeva benissimo che per farsi comprendere dall'uditorio a cui si rivolgeva, avrebbe dovuto usare il linguaggio ordinario, che è l'unico comprensibile dall'uomo comune. La nuova fisica apriva una questione di fondo per la Chiesa: quella di liberare il messaggio cristiano, il suo ideale dell'"uomo nuovo" che combatte e soffre per la giustizia nel mondo, da una metafisica carica di nascoste motivazioni teologiche.

La situazione iniziò comunque a precipitare quando nel 1613 un domenicano, tal Tommaso Caccini, pronunciò una violentissima invettiva dal pulpito di S. Maria Novella a Firenze contro la matematica (arte diabolica) ed i matematici (eretici) e tale predica, che ovviamente non fu opera dell'iniziativa privata del frate, si fece sentire fino in Vaticano. Non dobbiamo pensare comunque che Galileo, il quale era ovviamente al centro della polemica, non avesse amici; un frate, tal Padre Maraffi gli denunciò il proprio sdegno per la posizione di Caccini e per il fatto che avesse trovato orecchie disposte ad ascoltare proprio a Roma; inoltre Federico Cesi lo invitava a prestare estrema attenzione a non esporsi troppo in quanto Roberto Bellarmino, il cardinale che nel 1600 aveva avuto un peso considerevole nella condanna al rogo di Giordano Bruno, aveva dichiarato di non accettare le tesi copernicane che risultavano così pericolosamente eretiche. Intanto il Caccini andò in Vaticano ed espose le proprie idee di fronte all'Inquisizione. Nel 1615 una copia della lettera scritta dallo scienziato a Benedetto Castelli venne fatta giungere dall'Inquisizione a Roma, accompagnata da accuse scritte dal professore fiorentino Niccolò Larini e falsificata in diversi punti; comunque, data la gravità della situazione, il Sant'Ufficio diede l'ordine di rintracciare l'originale. La questione venne chiusa da una lettera del cardinale Bellarmino al carmelitano Paolo Antonio Foscarini il quale aveva preso le parti di Galileo sostenendo la conciliabilità delle tesi eliocentriche con le Sacre Scritture, in cui era esposta con durezza la posizione ufficiale della chiesa: l'astronomo poteva dire quello che voleva nel momento in cui si trattava di fare calcoletti matematici, ma non poteva



assolutamente pretendere di pervenire alla Verità la quale era, come al solito, raggiungibile solo con la metafisica aristotelica. Le dottrine eliocentriche erano così dichiarate pericolose e si mise in atto una pesante censura sulle opere di Copernico. Il commento di Galileo su questa pesante sconfitta fu tanto breve quanto significativo: "mi vien serrata la bocca", ma il Bellarmino gli affidò una lettera che lo salvaguardava comunque da accuse e da maldicenze: «il suddetto Sig. Galileo non ha abiurato in mano nostra né di altri qua in Roma, né meno in altro luogo che noi sappiamo, alcuna sua opinione o dottrina, né manco ha ricevuto penitenzie salutari né d'altra sorte, ma solo gl'è stata denunziata la dichiarazione fatta da N. Sig. [...] nella quale si contiene che la dottrina attribuita al Copernico sia contraria alle Sacre Scritture, et però non si possa difendere né tenere». Il nostro studioso fu dunque costretto al silenzio e, per sbarcare il lunario, cercò di utilizzare il telescopio per altri fini diversi da quelli accademici; è in questo periodo che tentò di sfruttare le prospettive economiche offertagli dalla costruzione di cannocchiali ed altri strumenti.

Il rapporto tra Galileo e la religione è trattato anche in tempi moderni. In una recente conferenza Ratzinger ricostruisce l'operato dello scienziato, questo «mito dell'Illuminismo: Galilei appare come la vittima dell'oscurantismo medievale, ancora persistente nella Chiesa. da una parte troviamo l'Inquisizione come la forza della superstizione, come avversaria della libertà e della conoscenza. Dall'altra parte sta la scienza della natura, rappresentata da Galilei, come forza del progresso e della liberazione dell'uomo dalle catene dell'ignoranza».

Semplice. Troppo semplice. Oggi sappiamo: che fu lo stesso Galilei a immischiarsi in questioni teologiche e a pretendere il pronunciamento del Sant'Uffizio. Ci è noto che uomini illuminati come il cardinal Bellarmino e papa Urbano VIII non avevano nessun pregiudizio sulle teorie copernicane e anzi sostenevano la ricerca scientifica. Sappiamo anche che la Chiesa sollecitò sempre un atteggiamento razionale da Galileo:



non trasformare ipotesi scientifiche in dogmi. Inoltre si sa che Galileo non solo fu trattato con umanità, ma fu addirittura "mantenuto" dalla Chiesa.

Ratzinger cita due autori moderni. Il marxista Ernst Bloch, per il quale sistema copernicano e tolemaico hanno la stessa plausibilità: «Dipende dalla scelta dei corpi presi come punti fissi di riferimento... non appare affatto improponibile accettare, così come si faceva nel passato, che la terra sia stabile e che sia il sole a muoversi»; e un filosofo della scienza laico, Paul Feyerabend: «Al tempo di Galilei la Chiesa si mantenne ben più fedele alla ragione di Galilei stesso, e prese in considerazione anche le conseguenze etiche e sociali della dottrina di Galilei. Il suo processo contro Galilei era razionale e giusto, mentre la sua attuale revisione si può giustificare solo con motivi di opportunità politica».

In effetti la Chiesa del tempo di san Roberto Bellarmino difendeva innanzitutto l'aristotelismo scolastico, cioè l'approccio alla realtà più razionale e realistico. E, curiosamente, la nascente scienza galileiana non ha come programma esplicito la guerra ai dogmi della fede e alla dottrina cattolica, ma lancia tutti i suoi strali contro l'aristotelismo. Affondando le sue radici nell'antica mitologia ermetica e occultista, nella magia e nell'alchimia rinascimentali. Giordano Bruno, ad esempio, nel 1584 con *La cena delle ceneri* aderisce alle teorie copernicane, ma non dà motivazioni razionali o matematiche. Per lui l'eliocentrismo indica l'imminente ritorno della religione "egizia" o magica, "il solo copernicano annuncia il risorgere vittorioso dell'antica verace filosofia". La sua, secondo Frances A. Yates, «è una nuova interpretazione ermetica della divinità dell'universo, una gnosi sviluppata». Una mitologia inaccettabile per la Chiesa che accettava Copernico come ipotesi scientifica, ma - proprio a difesa della ragione e dell'esperienza - riteneva deliri quelli di Bruno. Diversamente da Bruno, Galileo non si pose mai il problema di un rinnovamento del patrimonio filosofico e teologico della Chiesa. Così come afferma Ludovico Geymonat, possiamo dire che il nostro studioso considerava la scienza, non come un'attività privata di singoli studiosi,



ma come un fatto di interesse pubblico destinato a permeare di sé l'intera società. Di qui la convinzione radicatasi nel suo animo che occorreva tentare ogni mezzo per convertire la Chiesa alla causa della scienza per impedire che sorgesse fra esse una frattura che avrebbe pericolosamente ritardato lo sviluppo della ricerca scientifica.

La messa in crisi della fisica aristotelica e l'elaborazione d'una nuova meccanica si accompagnano strettamente, in Galileo, alla demolizione del sistema tolemaico. Infatti, l'esistenza di un'unica scienza del moto e la negazione della diversità di natura fra moti rettilinei-(ritenuti tipici del mondo sublunare) e moti circolari (ritenuti tipici del mondo sopralunare)-entrambi spiegabili alla luce dei due fondamentali principi della dinamica-porta al rifiuto della diversità di struttura fra cielo e terra, fondata appunto sulla diversità dei rispettivi movimenti. Per Galileo, così come sostiene Ludovico Geymonat, la concezione copernicana acquista il valore di punto di convergenza di tutte le nuove ricerche scientifiche sicchè accettarla o respingerla significa accettare la metodologia che rende possibili tali scienze, o rimanere invece legati a tutti i vecchi pregiudizi. Il peso della teoria copernicana per la filosofia non risiede a suo parere nel fatto che essa apra la via a nuovi tipi di metafisica, ma nel fatto che rende impossibile la fedeltà al vecchio spirito metafisico.

Il metodo sperimentale

Un eccezionale strumento di indagine nelle mani di Galileo diventò il telescopio a partire dall'estate del 1609, periodo in cui egli venne a conoscenza dell'esistenza dello strumento ed impiegò poco tempo a comprenderne il funzionamento ed a costruirne un proprio esemplare.



Galileo non fu probabilmente il primo ad usare il cannocchiale (esso era noto almeno dalla fine del 1500 e le lenti venivano molate abitualmente per la costruzione di occhiali) e forse neppure puntarlo verso il cielo, ma sicuramente fu il primo a capire cosa guardare; venne inoltre aiutato da un periodo di buone condizioni metereologiche che consentivano buone osservazioni. Il risultato delle sue notti insonni è il *Sidereus Nuncius* (1610), un'opera che avrebbe procurato un'immensa fama allo scienziato in tutta Europa, ma anche i primi guai con la Chiesa di Roma. In essa erano racchiuse, oltre ad una breve descrizione dello strumento, anche delle scoperte eccezionali, la prima delle quali riguardava la Luna. Essa infatti non si mostrava affatto come liscia ed uniforme, ma era profondamente increspata e le ombre osservabili con lo strumento lo rendevano molto evidente; tutto ciò contrastava ovviamente con la perfetta armonia dei cieli cristallini ed immutabili. Ma la scoperta di gran lunga più rilevante fu quella dei satelliti di Giove che egli battezzò "Stelle medicee", in onore di Cosimo II de' Medici, Granduca di Toscana; egli le osservò per la prima volta nel gennaio del 1610 e riuscì a calcolarne con considerevole precisione il periodo orbitale. Questo assestava ancora un duro colpo alle ipotesi aristoteliche perché uno dei punti a favore della fissità della terra era la difficoltà di pensare che un oggetto come la Luna potesse orbitarvi attorno se essa non fosse ferma al centro dell'universo; l'osservazione di "lune" di un altro pianeta dimostrava quindi la falsità di quest'argomentazione.

E' facile comprendere come la portata di queste considerazioni fosse immensa, minasse ancora una volta alla base le tesi aristoteliche, e trascinasse in un oceano impetuoso di polemiche il loro per la verità poco diplomatico autore. Alcune delle critiche erano di tipo metafisico, del tipo: «Dio ha creato l'universo prediligendo il numero sette e pertanto i pianeti sono solo sette e le stelle medicee costituiscono un colossale abbaglio», inutile dire che la penna di Galileo fosse piuttosto acida nel rispondere ad argomentazioni di questo genere! Altre accuse erano invece tutt'altro



che infondate ed erano collegate al fatto che la prassi della costruzione del cannocchiale era ben nota (Galileo stesso era un eccellente costruttore di strumenti scientifici ed il suo telescopio era di qualità adeguata alla sua fama, anche se oggi sarebbe agilmente superato da un buon binocolo) ma non era conosciuta affatto la teoria dell'ottica geometrica che ne spiegava il funzionamento. Chi poteva dire che ciò che scorgeva il nostro astronomo non fosse un'illusione provocata dallo strumento? In realtà, probabilmente lo studioso prese un po' sottogamba le polemiche in cui era coinvolto, forse troppo fiducioso della protezione del Granduca fiorentino il quale però rimaneva comunque ben attento alla situazione politica. Altre osservazioni compiute da Galileo furono quelle delle fasi di Venere e delle macchie solari; pure queste ultime costituivano un grosso indizio contro la solita tesi aristotelica dell'immutabilità degli oggetti celesti.

Un altro risultato storicamente decisivo dell'opera di Galileo -che fa di lui il padre della scienza moderna- è l'individuazione del metodo della fisica, ossia del procedimento che ha spalancato le porte ai maggiori progressi scientifici dell'umanità, da Newton ad Einstein, ai giorni nostri. Tuttavia in Galileo non vi è una teoria organica del metodo, analoga ad esempio a quella che Bacone svolgerà nel *Novum Organum*, poiché egli, tutto preso dalle sue ricerche concrete di fisica ed astronomia, applica il metodo, più che teorizzarlo filosoficamente.

Nel *Saggiatore*, nel *Dialogo* e nei *Discorsi*, Galileo tende ad articolare il lavoro della scienza in due parti fondamentali: il momento "risolutivo" o analitico e quello "compositivo" o sintetico. Il primo consiste nel risolvere un fenomeno complesso nei suoi elementi semplici, quantitativi e misurabili, formulando un'ipotesi matematica sulla legge da cui dipende. Il secondo momento risiede nella verifica e nell'esperimento, attraverso cui si tenta di comporre o di riprodurre artificialmente il fenomeno, in modo tale che se l'ipotesi supera la prova, risultando quindi verificata, essa venga



accettata e formulata in termine di legge, mentre, se non supera la prova, risultando smentita o falsificata, venga sostituita da un'altra ipotesi.

Questo schema su cui sono basate soprattutto le presentazioni tradizionali, pur descrivendo in modo formalmente corretto il procedimento della fisica sperimentale, appare un po' generico ed incapace di far comprendere le vie concrete e i modi originali seguiti da Galileo nelle sue scoperte.

Nella lettera a Cristina di Lorena Galileo scrive: «Pare che quello degli effetti naturali che o la sensata esperienza ci pone dinanzi agli occhi o le necessarie dimostrazioni ci concludono, non debba in conto alcuno esser revocato in dubbio». Questo passo, come tendono a riconoscere gli studi più recenti, è altamente significativo, poiché in esso Galileo ha racchiuso il cuore stesso del suo metodo e la strada effettivamente seguita nelle sue scoperte.

Con l'espressione "sensate esperienze", che alla lettera significa "esperienza dei sensi", con primario riferimento alla vista, Galileo ha voluto evidenziare il momento osservativi-induttivo della scienza, preponderante in alcune scoperte. Infatti, in certi casi, la scienza galileiana, attraverso un'attenta ricognizione dei fatti e dei casi particolari, induce, sulla base dell'osservazione, una legge generale. E' questo il momento più comunemente noto del metodo scientifico, denominato appunto "sperimentale".

Con l'espressione "necessarie dimostrazioni" Galileo ha voluto evidenziare il momento raziocinativo o ipotetico-deduttivo della scienza; è questa la parte meno nota, ma anche la più affascinante del metodo galileiano. Le "necessarie dimostrazioni" o "matematiche dimostrazioni", sono i ragionamenti logici, attraverso cui il ricercatore, partendo da un'intuizione di base e procedendo per una "supposizione", formula in teoria le sue ipotesi, riservandosi di verificarle nella pratica.



L'eredità galileiana

Con il suo metodo il nostro studioso lasciava in eredità, ai filosofi successivi, una serie di problemi su cui si sarebbero affaticati grandi pensatori, dal Seicento ai giorni nostri: che cosa giustifica la validità della scienza? Che rapporto esiste fra mente e realtà, sensi e ragione? Che relazione esiste tra metafisica ed il nuovo sapere? Quali sono il titolo in base a cui un sistema di conoscenze può ritenersi certo e fondato? Queste domande, od altre analoghe, testimoniano chiaramente l'incidenza della Rivoluzione scientifica sul pensiero filosofico e mostrano come parallelamente alla scienza si sia sviluppata una filosofia condizionata dalla scienza.

In quanto scrittore Galileo è un erede diretto della tradizione letteraria cinquecentesca. Caratteristiche della sua prosa sono un'eleganza, non ricercata e studiata, bensì naturale e schietta; una chiarezza cristallina di esposizione e di ragionamento, aliena per lo più da ogni schematismo e da ogni freddezza, e sorretta dovunque dal calmo fervore di chi sa di esser nel vero e perciò non sente il bisogno di forzare ed esagerare la virtù dei propri argomenti; un vigore combattivo, infine, misurato e dignitoso, che non trascende mai all' invettiva, alla beffa o al sarcasmo, ma si effonde in sottile ironia e in una garbata canzonatura dell'avversario. Nello stile e nella lingua Galileo si tiene stretto ai modi del gusto fiorentino del secolo aureo; e dalla tradizione cinquecentesca riprende e rinnova anche lo schema dialogico, che in lui non si riduce mai a finzione umanistica e oratoria, bensì è la forma naturale in cui s'esprime il vivo processo dialettico del suo pensiero. Questo si vede soprattutto nel *Dialogo sopra i massimi sistemi*, dove l'urto tra le due opposte concezioni del mondo, la vecchia e la nuova, si concreta, drammatizzandosi, nel contrasto tra personaggi, che sono persone vive e non semplici voci di dottrine amate od avverse. Il fiorentino



Salviati, amico di Galilei e sostenitore della teoria copernicana, impersona nel dialogo la figura dello scienziato vero, misurato e cauto; il veneziano Francesco Sagredo è il seguace fervente delle idee nuove, entusiasta e spregiudicato, caustico ed arguto, quasi l'espressione dell'ironia galileiana nelle sue punte più ardite e baldanzose: i due amici si completano e si frenano a vicenda, e dalla varia misura delle loro reazioni scaturisce il tono polemico equilibratissimo dell'opera nel suo complesso. Quanto a Simplicio, il terzo personaggio del *Dialogo*, che è il tipo dell'aristotelico misoneista, egli è ritratto con mano sobria, se pure abilissima, nei suoi atteggiamenti di boriosa sufficienza e di scandalizzato conservatorismo, nella consapevolezza della sua vasta dottrina e nell'irrimediabile opacità e limitatezza della sua intelligenza: è un personaggio di commedia, non una caricatura.

Un altro esempio di polemica argutissima, e più diretta, più libera, più immediata di quella dei *Massimi sistemi*, è fornito dal *Saggiatore*, che è forse, tra tutte, l'opera più fresca e più ricca del Nostro, quella in cui meglio si ritrovano e armonizzano fra loro la vivacità canzonatoria del polemista, la finezza del dialettico, il religioso entusiasmo dello scopritore. Se nei *Dialoghi delle Nuove scienze* il discorso si fa più astratto, più rigidamente intellettuale, precludendo agli sviluppi della prosa scientifica moderna, per le due scritture ora citate e per non poche altre delle minori, Galileo occupa un posto notevolissimo nella storia della nostra prosa letteraria, come espressione di un momento di suprema maturità e di compiuto equilibrio del gusto toscano e classicistico.

L'insegnamento scientifico e metodologico del grande pisano si perpetua attraverso l'opera dei discepoli e continuatori, organizzati ben presto in opportuni sodalizi, che tennero alta per tutto il secolo XVII e tramandarono ai secoli successivi la bandiera del naturalismo antiaristotelico: tali la romana *Accademia dei Lincei*, istituita nel 1603 da Federico Cesi; la fiorentina *Accademia del Cimento*, fondata da Viviani nel 1657, che ebbe vita breve, ma gloriosa; e la napoletana *degli Investiganti* (1663), che ebbe i



suoi maggiori rappresentanti in Tommaso Cornelio e in Leonardo di Capua. Anche l'insegnamento stilistico, di chiarezza, di eleganza e di misura, che viene fuori dagli scritti di Galileo, non è dimenticato da questi discepoli e continuatori del metodo sperimentale, per opera dei quali, in pieno Seicento, si attua un'efficace reazione all'andazzo della prosa d'arte barocca.

Possiamo concludere l'approfondimento sullo scienziato con una frase, molto esplicativa delle idee di Galileo, tratta dalla *Vita di Galileo* di Bertold Brecht: «Finché l'umanità continuerà a brancolare nella sua nebbia millenaria di superstizioni e di venerande sentenze, finché sarà troppo ignorante per sviluppare le sue proprie energie, non sarà nemmeno capace di sviluppare le energie della natura che le vengono svelate».

BIBLIOGRAFIA

La storia:

G.CANDELORO, *L'Italia nell'età del predominio spagnolo e della Controriforma*, in *Storia dell'Italia moderna*, Milano 1978, pp. 44-60.

M.CIPOLLA, *Il declino economico dell'Italia*, in *Storia dell'economia italiana*, Torino 1959, vol.I.

B.CROCE, *Storia dell'età barocca in Italia*, Bari 1929.

G.LUZZATTO, *Storia economica dell'età moderna e contemporanea*, Padova 1952, vol.I, pp. 53-125.

I.MONTANELLI-R.GERVASO, *L'Italia del Seicento*, Milano 1974, pp.11-117.

G.QUAZZA, *La decadenza italiana nella storia europea*, in *Saggi sul Sei-Settecento*, Torino 1972.



G.PROCACCI, *Un secolo di stagnazione*, in *Storia degli Italiani*, Bari 1984, pp.225-243.

G.SPINI, *Storia dell'età moderna*, Milano 1972.

R.VILLARI, *Storia contemporanea*, Bari 1984.

Galilei:

N.ABBAGNANO, *Galilei*, in *Dizionario di Filosofia*, Torino 1999.

L.ALTIERI BIAGI, *Galileo e la terminologia tecnico-scientifica*, Firenze 1965.

A.BANFI, *G.Galilei*, Milano 1961.

A.BATTISTINI, *Introduzione a Galilei*, Bari 1989.

B.BRECHT, *Vita di Galileo*, Milano 1993.

L.BULFARETTI, *Galilei e la società del suo tempo*, Mandria 1964.

E.CASSIRER, *Storia della filosofia moderna*, Torino 1954, vol. I, pp. 421-64.

G.GALILEI, *Opere*, a cura di F.Brunetti, Torino 1964.

E.GARIN, *Rinascimento e vita civile nel Rinascimento italiano*, Bari 1965.

L.GEYMONAT-F.BRUNETTI, *G.Galilei*, in Cecchi e Spegno, V, cit., 157-222.

L.GEYMONAT, *G.Galilei*, Torino 1957.

G.PRETI, *Storia del pensiero scientifico*, Milano 1975, pp.147-233. P.REDONDI, *Galilei eretico*, Torino 1983.

G.SANTILLANA, *Processo a Galileo*, Milano 1960.

W.R.SHEA, *La rivoluzione intellettuale di Galilei* (1972), trad. it., Firenze 1974.

G.R.SPONGANO, *La prosa di Galileo e altri scritti*, Messina-Firenze 1949.

