

"Umana", aprile - giugno  
1964.

# Galileo Galilei fondatore della fisica sperimentale

di ANGELO CRESCINI

Quest'anno ricorre il quarto centenario della nascita di Galileo Galilei, e sarebbe gravissima dimenticanza, per noi italiani soprattutto, non ricordare l'insegnamento di uno scienziato che campeggia come una stella di prima grandezza nel cielo di quella scienza che sembra dare alla civiltà contemporanea la sua impronta caratteristica.

Vogliamo ricordarlo tentando di fissare il nucleo della concezione galileiana non soltanto ancora operante nel pensiero scientifico, ma che sembra destinato a rimanere come possesso imperituro dell'umanità.

Di Scienza se ne era fatta parecchia anche prima di Galilei, soprattutto nel campo della matematica pura. Ma la scienza sperimentale, soprattutto la fisica, era sempre rimasta bambina. Anche il pensiero greco, che pure aveva elaborato con Euclide una geometria che pareva uscita perfetta dalla mente dell'uomo come Minerva dal cervello di Giove, e che era destinata a valere come *la* geometria fino alla scoperta delle geometrie non-euclidee<sup>1</sup>), e che, con la scuola pitagorica, era arrivato in aritmetica sulla soglia del calcolo dei numeri irrazionali, in fisica invece si era arrestato a costruzioni spesso fantastiche e quasi puerili.

Aristotele, a dire il vero, si era impegnato, soprattutto nell'età più matura, a elaborare una scienza sperimentale valida, ossia basata sul metodo sperimentale, e quindi sull'osservazione se non sulla ripetizione in circostanze opportune, dei fenomeni della natura. Ma fosse per l'attrazione che naturalmente doveva esercitare su di lui, sia pure allontanandosene nel tempo, il pensiero del maestro Platone (la cui filosofia, come a tutti è noto, si era polarizzata nella contemplazione delle idee, comprese le idee-numeri, ritenute separate dal mondo sensibile e ad esso antecedenti), fosse per l'influsso del metodo dimostrativo geometrico, tipicamente deduttivo, che Aristotele doveva tenere ben presente come modello di precisione scientifica, fosse per il suo stesso studio costante dei procedimenti dimostrativi logici (per cui egli stesso ebbe giustamente a dichiararsi il fondatore della scienza logica), o fosse per tutti questi motivi insieme, egli esagerò nelle sue indagini fisiche il momento deduttivo, trascurando proporzionalmente quello induttivo.

Forse qualche esempio, espresso colle parole stesse di Aristotele, chiarirà la cosa.

Nei primi capitoli della sua opera *De coelo* il grande filosofo afferma che «ci sono due sole grandezze semplici, la linea retta e quella circolare. Circolare è il movimento intorno al centro, rettilineo quello verso l'alto e il basso»<sup>2</sup>).

Inoltre «se un corpo va verso l'alto, sarà fuoco o aria, se verso il basso, acqua o terra»<sup>3</sup>). «Il circolo appartiene al numero delle cose perfette, mentre la linea retta non è mai perfetta»; infatti «per tutte le linee perfette c'è qualcosa al di fuori (del loro limite), dato che prendendone una qualunque di esse, può venire prolungata»<sup>4</sup>). In conseguenza, il corpo che si muove di moto circolare è semplice e

perfetto. Vi è anche un'altra ragione: il moto rettilineo ammette contrario (può infatti avvenire verso il basso o verso l'alto), ma non così il moto circolare. Ora la corruzione avviene nel passaggio di un qualche cosa al contrario delle qualità che possiede; quindi tale possibilità rimane esclusa per il moto e per il corpo che si muove di moto circolare<sup>5</sup>).

Da tutti questi presupposti ingiustificati conseguiva quella dottrina delle sfere concentriche alla terra e ruotanti di moto circolare, ingenerabili e incorruttibili, che tutti sappiamo.

Un altro esempio è dato dalla definizione che nel capitolo I del libro IV della stessa opera, Aristotele dà del corpo leggero e di quello grave: «Diciamo leggero in senso assoluto quanto si muove verso l'alto e in direzione dell'estremo, pesante in senso assoluto ciò che si sposta verso il basso e in direzione del centro».

Era naturale che da tali premesse derivasse una fisica che non abbiamo esitato a chiamare fantastica. A ben esaminare, tale carattere fantasioso era dovuto a due fattori fondamentali: Primo, alla mancanza di un'aderenza rigorosa al dato empirico quale si manifesta, ossia al fenomeno osservato. Secondo, alla supposizione che la scienza dovesse avere la stessa indole della filosofia, in particolare della filosofia classica, e dovesse quindi indagare *la natura* delle cose, la loro essenza, la loro forma sostanziale, come allora si diceva.

La denuncia esplicita di tali false prospettive di partenza costituisce nello stesso tempo l'inizio della vera scienza e uno dei meriti più insigni di Galileo.

Per ovviare al primo inconveniente, Galileo oppose il principio sperimentale, ossia l'esigenza che sia possibile produrre effettivamente ed esattamente tutti i fenomeni che la teoria prevede, e che non sia possibile produrne alcun altro che la teoria escluda. Bastava quindi, per esempio, l'osservazione, «che in faccia dell'istesso sole si veggono, mercè del telescopio, produrre e dissolvere materie dense ed oscure, in sembianza molto simili alle nugole intorno alla Terra»<sup>6</sup>) per rovesciare la teoria dell'incorruttibilità delle sfere celesti in quanto destituita di base sperimentale e costruita solo su presupposti aprioristici. Bastava osservare che una vescica piena d'aria si muove molto lentamente verso il basso nell'aria e molto più rapidamente verso l'alto quando è nell'acqua, che è più densa dell'aria<sup>7</sup>), perchè cadesse la teoria aristotelica che la velocità del moto è inversamente proporzionale alla densità del mezzo.

Riguardo al secondo inconveniente, la presa di posizione di Galileo fu ancora più rivoluzionaria e geniale. Egli abolì dalla scienza la ricerca dell'essenza delle cose, per attenersi soltanto alla determinazione spazio-temporale del comportamento dei corpi. «Il tentar l'essenza, l'ho per impresa non meno impossibile e per fatica non meno vana nelle prosime sostanze elementari che nelle remotissime e celesti». «E nell'istesso modo non più intendo della vera essenza della terra e del fuoco, che della Luna e del Sole: e questa è quella cognizione che ci viene

riservata da intendersi nello stato di beatitudine e non prima<sup>3)</sup>. Sarà la sostituzione dei rapporti matematici, delle leggi quantitative («primi e reali accidenti») alle descrizioni qualitative che, secondo Galilei, avevano soltanto un valore relativo al nostro punto di vista strettamente umano e terrestre («immagina la terra assente, non vi è più nè sorgere nè tramonto del sole, nè meridiano, nè giorno, nè notte». Immagina che il corpo sparisca, e tutte le qualità sensoriali spariranno).

Questo secondo punto, dicevamo, è l'apporto più geniale dovuto a Galilei. L'esigenza infatti di partire da dati di fatto rigorosamente osservati e ripetuti con l'esperienza, e di assurgere da queste constatazioni, non già a principi generalissimi, ma ai cosiddetti *assiomi medi* (le ipotesi o postulati di Aristotele), era già stata messa in rilievo dal filosofo Francesco Bacone, il quale appunto era rimasto ancora nell'ambito della ricerca degli aspetti qualitativi. Galileo sottolineò invece la necessità di «diffalcare gli impedimenti della materia»<sup>9)</sup>, ossia di prescindere da ogni aspetto qualitativo, per scoprire le leggi matematiche che venivano quindi a costituire la struttura essenziale della sua fisica.

E' procedendo su questa nuova via che egli scopre ed enunciò con esattezza il principio della composizione dei movimenti, il principio d'inerzia (già intravvisto da Leonardo da Vinci ed enunciato, incoerentemente coi suoi principi, da Cartesio nei *Principia philosophiae*, parte II, 39), e soprattutto il secondo principio della dinamica (l'accelerazione proporzionale alla forza)<sup>10)</sup>, ossia le basi della meccanica moderna. Per cui è lecito affermare che la dinamica di Newton, nato nell'anno in cui Galileo moriva (1642), va considerata soltanto come una generalizzazione, una sistemazione e un'integrazione (soprattutto mediante il principio di azione e reazione) della meccanica già sostanzialmente presente nelle opere di Galileo.

Il punto di vista introdotto da Galileo nella scienza è oggi diventato addirittura ovvio; ma non lo era certo al tempo in cui egli visse, quando un aristotelico dello studio di Padova, per citare un esempio, si rifiutava di guardare attraverso il cannocchiale, perchè anche se avesse visto le macchie solari, e quindi constatato che gli astri sono anche essi composti della stessa materia corruttibile che compone la nostra terra, avrebbe piuttosto creduto all'imperfezione dei suoi occhi che a quella della dottrina del maestro; tempo in cui, per citare un secondo esempio riferito dallo stesso Galileo, un altro aristotelico, a un medico che gli aveva mostrato su di un cadavere sezionato che i nervi partono dal cervello e non dal cuore, ebbe a dire: «voi mi avete fatto veder questa cosa talmente aperta e sensata, che quando il testo d'Aristotele non fusse in contrario, che apertamente dice, i nervi nascer dal cuore, bisognerebbe per forza confessarla per vera»<sup>11)</sup>.

Arrivati a questo punto, ci è facile ormai abbracciare con uno sguardo il significato di quell'attualità di Galileo, che doveva essere l'argomento principale di queste poche considerazioni. Egli è l'iniziatore di quella meccanica classica che coincide nello spirito e nei suoi principi colla prima grande fase della moderna scienza sperimentale. Le parole «prima fase» non vogliono ovviamente significare che la fisica ga-

lileiana sia stata poi superata e messa in disparte dalle successive tappe della fisica moderna e, in particolare, da quella contemporanea. Essa è stata una premessa e una prima approssimazione alla nostra fisica contemporanea, i cui principi, infatti, sono ancora per certi aspetti fondamentali da considerare come una conferma della sperimentaltà che costituisce uno dei pilastri della scienza galileiana.

E' facile dimostrarlo. La rivoluzione nel campo fisico, della quale è stato spettatore stupefatto il nostro secolo, si riassume sostanzialmente in due grandi scoperte: la fisica quantistica, iniziata con Max Planck nel 1900, e la teoria della relatività, che Albert Einstein espose, incominciando dal 1905. Ebbene, la prima è nata nel tentativo di spiegare la distribuzione dell'energia termica emessa da un corpo nero. Se la distribuzione avvenisse secondo le conseguenze derivanti dalle ipotesi classiche, non soltanto ne deriverebbe una legge assurda, ma si produrrebbe un cataclisma universale. E la teoria della relatività, a sua volta, è nata come correzione della teoria elettromagnetica classica, la quale prevedeva la possibilità di rivelare, mediante esperienze elettriche e ottiche, il moto traslatorio assoluto della terra, ossia quel moto che essa dovrebbe avere in un presupposto spazio assoluto, o in relazione all'etere immobile. Quando, appellandosi all'esperienza, questo moto si è rivelato inesistente, si dovettero modificare le ipotesi da cui derivavano quelle previsioni.

E se il meccanismo, nato in buona parte in grazie alle fondamentali scoperte meccaniche di Galilei, non volle a sua volta indietreggiare davanti alle nuove teorie elettriche sorte per spiegare fenomeni che non potevano ottenere valide giustificazioni dai concetti meccanici, e se la stessa fisica quantistica e relativistica trovarono opposizioni, sia pure meno fanatiche di un tempo, ma ancora spesso ingiustificate, lo si dovette a una persistente insufficienza di assimilazione del principio sperimentale galileiano.

E' pertanto legittimo concludere asserendo che la fisica ha trovato la sua strada, sia pure faticosamente e talvolta anche tumultuosamente, sulla base di quelle intuizioni geniali che fanno di Galilei non soltanto il primo grande fisico moderno, ma anche l'assertore di quel metodo che fruttò meravigliose scoperte nel passato, e che è destinato a difenderne e ad assicurarne per sempre la possibilità nelle epoche future.

Angelo Crescini

1) Anche ora, del resto, dopo la scoperta delle geometrie non-euclidee, essa va considerata come una geometria intrinsecamente privilegiata, come la geometria più immediata e più pura, perchè a differenza delle geometrie non-euclidee, prescinde da ogni dato empirico in quanto tale. Cfr. V. Ma-thieu, *L'oggettività*, Torino, 1960, pp. 187-200.

2) Cap. 2, 268 b, 20-21.

3) *Ibidem*, 269 a, 17-18.

4) *Ibidem*, 20-23.

5) *Ibidem*, cap. 4.

6) *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, giorn. 1<sup>o</sup>, *Opere*, VII, pp. 76.

7) *De motu*, *Opere*, I, p. 260.

8) Terza lettera a Marco Welser, *Opere*, V, p. 187.

9) *Dialogo...* cit., giorn. 2, *Opere*, VII, p. 234.

10) *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due Nuove Scienze*, VIII, p. 201.

11) *Dialogo...* cit., giorn. 2, *Opere*, VII, p. 134.