

L'Universo di Galileo

Paolo Rossi

Non si può parlare dell'Universo di Galileo senza allargare lo sguardo al contesto storico e culturale nel quale si colloca il pensiero e l'opera del grande scienziato pisano. E per lanciare questo sguardo vorrei scegliere, tra le tante possibili date di riferimento, ognuna in qualche modo giustificabile ma anche ognuna in larga misura arbitraria, la data del 17 febbraio 1600. Quel giorno a Roma, nella piazza di Campo de' Fiori, fu arso vivo all'età di 52 anni, per ordine dell'Inquisizione, in quanto colpevole di eresia, il filosofo e scrittore nolano fra' Giordano Bruno, autore, tra le altre sue numerose opere, della *Cena delle Ceneri*, dei dialoghi *De la causa, principio et uno* e del saggio *De l'infinito, universo e mondi*¹. La vicenda intellettuale e umana di Bruno s'intreccia in molti modi con quella di Galilei, anche se i due non ebbero l'occasione di incontrarsi, perché Bruno fu arrestato a Venezia il 23 maggio 1592 e dopo pochi mesi fu estradato a Roma, mentre Galileo mise piede nel territorio della Serenissima soltanto quando, il 26 settembre di quello stesso anno, prese possesso della cattedra di Matematica allo Studio padovano.

Certamente il processo e l'atroce fine di Bruno costituiscono un'ombra che aleggia su buona parte del XVII secolo italiano. Oltre a contribuire in generale ad emarginare l'Italia, come ha ben osservato Nicola Badaloni², da tutte le correnti più innovative della filosofia europea, la vicenda bruniana ha certamente spinto Galilei ed altri, per ragioni che non richiedono certo sottigliezze interpretative, a una cautela altrimenti esagerata nell'esposizione delle proprie dottrine, a tutto scapito dell'efficacia persuasiva e della forza di penetrazione in strati ampi della società.

Ma Giordano Bruno si staglia anche, sullo sfondo degli opposti integralismi della Riforma e della Controriforma, come il primo spirito veramente libero che, sia pure sulla scia di Nicola Cusano, filosofo tedesco del XV secolo legato al recupero della tradizione platonica, e sia pure in nome di un pregiudizio filosofico sulla natura e gli attributi della Divinità, ha osato rivendicare la possibilità (o meglio, dal suo punto di vista, la necessità teoretica) di un Universo illimitato e infinito, privo di un centro e popolato di infiniti mondi tra i quali nessuna particolare proprietà o privilegio cosmogonico permette di isolare e differenziare la Terra, il Sole e il sistema dei pianeti solari.

¹ G. Bruno, *Opere italiane*, a cura di G. Gentile, Bari 1907.

² N. Badaloni, *La filosofia di Giordano Bruno*, Firenze 1955.

Per Bruno quindi la validità del sistema copernicano, pure da lui rivendicata con forza, contro le interpretazioni che ne facevano una pura ipotesi matematica (a partire da quella di Osiander, autore della prefazione alla prima edizione del *De revolutionibus orbium caelestium*), è soltanto un primo e provvisorio passaggio verso il superamento non soltanto di una concezione tolemaica e geocentrica del Cosmo, ma anche di un'idea strettamente eliocentrica che si limiti a sostituire il Sole alla Terra in un sistema di sfere e di epicicli del quale il cielo delle stelle fisse rappresenterebbe comunque la finita e invalicabile frontiera.

Se in Bruno, come già in Nicola Cusano, questa visione rischia, come ha osservato Koyré³, di condurre alla negazione della possibilità stessa di un'interpretazione matematica della natura, è però altrettanto vero che la rottura dello schema concettuale entro il quale si era dovuto (e voluto) muovere lo stesso Copernico fu avvertita come liberatoria dalle menti più brillanti del secolo di Galileo, da Keplero a Descartes, anche se poi nessuno di loro (e neppure lo stesso Galileo, come vedremo) riuscì a cogliere tutta la straordinaria valenza, anche sotto il profilo della formulazione matematica dei principi della fisica, del nuovo punto di vista. Eppure la *Cena delle Ceneri* (1584) contiene un esame e una confutazione delle classiche obiezioni al moto della Terra che lo stesso Koyré ha giudicato "la migliore refutazione che sia mai stata scritta prima di Galilei"⁴. E il richiamo alla tradizione democritea nella descrizione del vuoto infinito apre esplicitamente la via anche a un recupero della concezione atomistica della materia che (anch'essa osteggiata dalla speculazione teologica, che si avvaleva della nozione aristotelica di *substantia* nell'analisi del mistero eucaristico) richiederà ancora secoli prima di giungere a una definitiva affermazione.

Non è quindi per caso che Tommaso Campanella (1568-1639), seppure invisito anch'egli alla gerarchia ecclesiastica e incarcerato fin dal 1599, ma comunque ben più desideroso di Bruno di evitare una rottura filosofica totale con l'insegnamento della Chiesa, nella sua appassionata *Apologia pro Galilaeo*⁵ (1616) insistette con forza sulla differenza profonda che intercorre tra l'ammettere l'esistenza di più mondi coordinati a formare un unico sistema e l'ipotizzare una pluralità disordinata di mondi sperduti in un universo infinito. Secondo Campanella (e non si può dargli del tutto torto, malgrado gli sviluppi successivi della scienza moderna), le affermazioni di Galileo non vanno confuse con quelle di Democrito e di Epicuro: "Ammettere più mondi non coordinati a costituirne uno solo... è errore di fede...

³ A. Koyré, *Dal mondo chiuso all'universo infinito*, Milano 1970.

⁴ A. Koyré, *op. cit.*, p. 38.

⁵ T. Campanella, *Apologia di Galileo*, a cura di L. Firpo, Torino 1968.

Invece concepire molti sistemi minori in seno ad uno massimo... non è affatto contrario alla Scrittura, ma solo ad Aristotele⁶.

La tesi di Campanella, come del resto si addice a un'*Apologia*, è quindi in ultima analisi quella di una piena legittimità "teologica" delle idee galileiane, che sarebbe oscurata soltanto da una lettura troppo rigida (e in sostanza erronea, o comunque impropria) del testo biblico.

"Copernico, Keplero, Tycho Brahe, Galilei (al di là differenze), mantengono invece ben salda l'immagine di un universo ordinato come un sistema unitario⁷. E lo stesso Newton che, come vedremo, nella formulazione dei *Principia* non potrà in alcun modo prescindere da una definitiva rottura con ogni modello finitista della spazio, del tempo e dell'Universo, rivendicherà comunque l'esistenza di un Piano ordinatore, vedendone la manifestazione anche nell'immensa distanza che separa i sistemi stellari, evitando la loro caduta l'uno sull'altro per effetto della gravitazione universale.

Tra i padri dell'astronomia moderna, prima di Galileo, merita particolare attenzione, anche per la straordinaria rilevanza scientifica dei suoi risultati, l'opera di Johannes Kepler (1571-1630) e quindi anche la concezione dell'universo ad essa sottesa. Kepler, allievo di Tycho ma decisamente copernicano, rifiuta tuttavia con forza le concezioni infinitiste di Bruno, ed è perfino in sostanza favorevole all'ipotesi che le stelle fisse siano collocate su un'unica sfera (certamente immensa) e quindi tutte equidistanti dal Sole: le nuove stelle scoperte da Galileo grazie al cannocchiale non sono più lontane delle altre, ma semplicemente troppo piccole per essere viste a occhio nudo, mentre il sistema solare è e resta un *unicum* la cui specificità non è messa in crisi dai satelliti di Giove, mentre lo sarebbe se fossero scoperti pianeti orbitanti intorno a una stella, come prevedono i seguaci della dottrina di Bruno, come Wackher von Wackhenfeltz, che peraltro di Kepler è amico e corrispondente. V'è in Kepler un residuo, ma forte, antropocentrismo, che lo spinge a produrre argomenti non più fisici, ma metafisici a suffragio di una sorta di "centralità" cosmica della Terra, e a introdurre, seppure *in nuce*, quello che diverrà noto come "paradosso di Olbers" (un numero infinito di astri simili al sole, comunque piccoli e lontani, produrrebbe un cielo uniformemente luminoso: si noti che la soluzione è relativamente recente, e deve fare appello alla legge di Hubble).

Come si colloca Galileo in questo dibattito, e qual è la sua concezione dell'Universo? Certamente gli è estraneo l'antropocentrismo di Kepler, e non condivide le obiezioni basate sull'"inutilità" del grande spazio vuoto,

⁶ T. Campanella, *op. cit.*, pp. 50-51.

⁷ P. Rossi, *Storia della scienza moderna e contemporanea*, vol. I, p. 326, Milano 2000.

tra il cielo di Saturno e le stelle fisse, che l'assenza di effetti di parallasse nella osservazione delle stelle impone di postulare in un modello che assuma il moto della Terra:

*Grandissima mi par l'inezia di coloro che vorrebbero che Iddio avesse fatto l'universo più proporzionato alla piccola capacità del loro discorso che all'immensa, anzi infinita, sua potenza*⁸.

Ma Galileo non cita mai il nome di Giordano Bruno, e non partecipa al dibattito sulla finitezza o infinità dell'universo, dichiarando di non aver mai preso una decisione in proposito e di considerare la questione insolubile. Manifesta soltanto una lievissima propensione per l'ipotesi dell'infinita, ma con una motivazione strettamente metafisica: è più facile riferire l'incomprensibilità all'infinito che al finito, che in quanto tale dovrebbe essere comprensibile. Non molto lontano da quello di Galileo sarà, pochi anni più tardi, anche l'atteggiamento di Descartes, che respinge l'antropocentrismo insieme con il geocentrismo, ma preferisce non pronunciarsi sulla questione dell'infinità dell'universo.

Ma c'è ancora una domanda alla quale sarebbe abbastanza importante cercare di offrire una risposta: in che misura quest'irrisolta ambiguità poté condizionare non soltanto le concezioni astronomiche di Galilei, ma anche la formazione degli stessi presupposti concettuali su cui si doveva fondare l'intera sua meccanica (e non solo quella celeste)?

C'è un dibattito ancora aperto sulla supposta "inerzia circolare", che secondo molti studiosi⁹ (ma non secondo Bellone¹⁰) avrebbe costituito per Galilei la giustificazione dinamica del moto dei pianeti (e anche il motivo della freddezza dello scienziato italiano nei confronti degli straordinari risultati fisico-matematici ottenuti da Kepler nella descrizione delle orbite, che erano però difficilmente conciliabili con l'idea che il moto "naturale" dei pianeti fosse quello circolare). Non ci sono tuttavia molti dubbi sul fatto che la nozione galileiana di inerzia, pure implicita nella sua analisi del moto parabolico dei proiettili, risultante dalla composizione del moto naturalmente accelerato lungo la verticale con un moto rettilineo e uniforme (e quindi inerziale), così come l'analisi galileiana della relatività, come emerge dal celebrato esempio della nave in moto in un mare calmo, non sono riportabili alla rigorosa definizione newtoniana in quanto fanno sempre riferimento a moti "orizzontali", e quindi in ultima analisi curvilinei,

⁸ G. Galilei, *Dialogo dei massimi sistemi*, in *Opere*, VII, pp. 393-397, Firenze 1890-1909.

⁹ P. Rossi, *op. cit.*, vol. I, pp. 215-217.

¹⁰ E. Bellone, *Galileo*, in *I grandi della scienza*, vol. I, p. 443, Novara 2005.

perché obbligati a svolgersi seguendo la curvatura della superficie terrestre. Più che un effetto dell'inerzia, il mantenimento del moto "orizzontale", e di quello orbitale dei pianeti, sono quindi il risultato di quella che in un linguaggio moderno chiameremmo la conservazione dell'energia (e non la conseguenza della conservazione della quantità di moto, che è invece la "vera" manifestazione del principio d'inerzia).

Sarebbe antistorico giudicare "sbagliate" le idee di Galileo, che non arrivò mai a formulare una vera e propria dinamica, e quindi non poté mai analizzare fino in fondo tutte le implicazioni logiche delle proprie ipotesi. Ma non può nemmeno sfuggirci l'evidenza del fatto che soltanto nel contesto di un universo almeno matematicamente infinito, quale quello che sarebbe poi stato postulato da Newton, fu possibile formulare in modo logicamente coerente quelle leggi fondamentali che Galileo aveva certamente in qualche misura intuito, ma che soltanto con la sintesi newtoniana sarebbero state poste definitivamente alla base della fisica moderna.

