

NEL QUARTO CENTENARIO
DELLA NASCITA
DI GALILEO GALILEI



SOCIETÀ EDITRICE VITA E PENSIERO - MILANO

SOMMARIO

<i>Presentazione</i>	pag. VII
EVANDRO AGAZZI	
<i>Fisica galileiana e fisica contemporanea</i>	» 1
CARMELO FERRO	
<i>Galilei e il problema del metodo agli inizi dell'età moderna</i>	» 53
LUIGI FIRPO	
<i>Il processo di Galileo</i>	» 83
CARLO FELICE MANARA	
<i>La matematica nel pensiero galileiano</i>	» 103
CARLO M. MARTINI	
<i>Gli esegeti del tempo di Galileo</i>	» 115
PIETRO G. NONIS	
<i>Galileo e la religione</i>	» 125
MARIANO PIERUCCI	
<i>Galileo e il principio di relatività</i>	» 153
ANGELO PUPI	
<i>Una riflessione a proposito delle critiche di Galileo all'aristotelismo</i>	» 171
VASCO RONCHI	
<i>La nuova ricostruzione della invenzione del cannocchiale</i>	» 191
SOFIA VANNI ROVIGHI	
<i>Il significato di Galileo nella storia della filosofia</i>	» 207

PRESENTAZIONE

Nel 1964, l'Università Cattolica del Sacro Cuore promosse un ciclo di pubbliche lezioni per celebrare il quarto centenario della nascita di Galileo Galilei.

L'iniziativa, che rientrava nel quadro delle manifestazioni promosse dal Comitato Nazionale costituitosi per l'occasione, ebbe larga eco di consensi e ottenne un lusinghiero successo.

Il presente volume raccoglie l'insieme di quelle lezioni perché il frutto che esse ebbero per gli uditori possa estendersi in più ampia superficie: e perché l'omaggio reso dall'Università Cattolica del Sacro Cuore a Galileo resti anche materialmente come atto di testimonianza e di riconoscenza.

IL RETTORE

SOFIA VANNI ROVIGHI

IL SIGNIFICATO DI GALILEO NELLA STORIA DELLA FILOSOFIA

Determinare il significato di Galileo nella storia della filosofia non è certo possibile in un breve saggio commemorativo: chi scrive si limiterà quindi a sottolineare un aspetto del pensiero galileiano che le sembra particolarmente interessante.

E vorrebbe premettere una osservazione sulla quale ha già insistito altra volta¹, ma che non le sembra inutile ripetere perché più volte le è occorso di leggere anche in scritti usciti in occasione di questo quarto centenario della nascita di Galileo che il significato di Galileo consisterebbe nella sua rivendicazione dei diritti della ragione contro il principio di autorità. Ora sembra a chi scrive che questo sia un modo generico e ambiguo di presentare il pensiero di Galileo.

Generico perché, anche se è vero che Galileo ha insistito con particolare efficacia sulla necessità di guardare coi propri occhi come stanno le cose e di non ripetere ciò che è stato detto fidandosi dell'autorità di chi lo dice², è anche vero che questa è la caratteristica di ogni

¹ *La teoria della conoscenza in Galileo*, nel volume commemorativo: *Nel terzo centenario della morte di Galileo Galilei - Saggi e Conferenze*, «Pubblicazioni dell'Università Cattolica del S. Cuore», Milano 1942.

² Citerò qui un passo non riportato nell'articolo *La teoria della conoscenza in Galileo*. Nella Seconda giornata del *Dialogo dei massimi Sistemi*, quando Simplicio, dopo una invettiva di Sagredo contro gli adoratori di Aristotile, domanda candidamente: «Ma quando si lasci Aristotile, chi ne ha da essere scorta nella filosofia?», Salviati risponde: «Ci è bisogno di scorta nei paesi incogniti e selvaggi, ma ne i luoghi aperti e piani i ciechi solamente hanno bisogno di guida; e chi è tale, è ben che si resti in casa, ma chi ha gli occhi nella fronte e nella mente, di quelli si ha da servire per iscorta. Né perciò dico io che non si deva ascoltare Aristotile, anzi laudo il vederlo e diligentemente studiarlo, e solo biasimo il darsogli in preda in maniera che alla cieca si sottoscriva a ogni suo detto e, senza cercarne altra ragione, si debba avere per decreto inviolabile; il che è un abuso che si tira dietro un altro disordine estremo, ed è che altri non si applica più a cercar d'intender la forza delle sue dimostrazioni. E qual cosa è più vergognosa che il sentir nelle pubbliche dispute, mentre si tratta di conclusioni dimostrabili, uscir un di traverso con un testo, e bene spesso scritto in ogni altro pro-

uomo di genio, di ogni uomo che insegna veramente qualcosa di nuovo, e può insegnarlo proprio perché *vede e fa vedere* qualche aspetto del reale prima non visto. E poiché il vedere qualcosa di nuovo presuppone sempre un faticoso cercare, tanto più scomodo del ripetere, gli uomini di genio debbono generalmente lottare per persuadere gli altri a cercare, sia pure dietro le loro indicazioni, e a guardare coi propri occhi. Ma questo è avvenuto da Socrate ai nostri giorni e non sembra caratteristico solo di Galileo. E se per scolastica in senso deterioro intendiamo ogni corrente che si limiti a ripetere certe dottrine con cieca fiducia³, dobbiamo riconoscere che di scolastiche ce ne sono state molte, ed è probabile che ce ne siano sempre, come sempre ci saranno certi difetti umani. C'è stata una 'scolastica' hegeliana, c'è stata in Italia una 'scolastica' gentiliana⁴, c'è una 'scolastica' esistenzialistica, marxistica e così via.

Ambiguo poi mi sembra quel modo di presentare Galileo come assertore dei diritti della ragione contro l'autorità, perché spesso sotto il termine 'autorità' si mettono indifferentemente l'autorità umana dei 'filosofi' aristotelici e l'autorità divina della Rivelazione cristiana: due tipi di autorità che Galileo invece distingue benissimo, come si vede anche dagli studi di Luigi Firpo e di Pietro G. Nonis contenuti in questo volume.

posito, e con esso serrare la bocca dell'avversario? Ma quando pure voi vogliate continuare in questo modo di studiare, deponete il nome di filosofi, e chiamatevi o storici o dottori di memoria; che non conviene che quelli che non filosofano mai, si usurpino l'onorato titolo di filosofo ». GALILEO GALILEI, *Opere*, Ediz. nazionale (ristampa), vol. VII, pp. 138-139.

³ Come non è stata, o almeno non è stata tutta, la scolastica medievale. E, proprio a proposito di filosofia della natura, ricorderò questa constatazione di A. Maier: « Von der gern angeführten Autoritätsglaubigkeit der Scholastik Aristoteles gegenüber, der ein *Ipse dixit* als Beweis gelten soll, ist in der Naturphilosophie des 13. und 14. Jahrhunderts tatsächlich nicht viel zu merken, mindestens nicht bei den Denkern, die eine wirklich führende Rolle spielten ». *Ausgehendes Mittelalter*, Edizioni di Storia e Letteratura, Roma 1964, pp. 419. Solo gli averroisti, aveva osservato poco prima la Maier, seguono ciecamente l'autorità di Aristotele.

⁴ Chi scrive è abbastanza vecchia per ricordare che durante un certo periodo una notevole aliquota di articoli sulle riviste italiane di filosofia era costruita press'a poco così: Con Cartesio e il *cogito* si scoprì l'immanenza dell'essere al pensiero, ma restavano questi e questi residui di trascendenza; i filosofi che vennero dopo Cartesio eliminarono ciascuno un residuo di trascendenza; Gentile era quello che ne aveva eliminati più di tutti: restava però anche in lui un oscuro angolino in cui l'autore dell'articolo aveva scoperto un ultimo residuo di trascendenza: egli aveva felicemente eliminato anche questo ed in ciò consisteva il suo contributo alla filosofia. Ciò non toglie nulla al valore di Giovanni Gentile, che era un grande filosofo, ma vuol dire solo che le scie conformistiche seguono spesso le nuove navigazioni.

Fatta questa breve premessa, veniamo al punto che mi sembra particolarmente interessante per il significato di Galileo nella storia della filosofia: il problema che egli ha posto dei rapporti tra la filosofia e quel tipo di sapere sulla natura, alla creazione del quale egli ha dato un contributo fondamentale: quel tipo di sapere che egli, e molti dopo di lui, continuava ancora a chiamare « filosofia », ma che noi oggi chiamiamo scienza e che è di un tipo epistemologico diverso da quello della « fisica » aristotelica.

Non voglio dire con questo che l'idea di un nuovo tipo di sapere sulla natura sia sorta di colpo nella mente di Galileo. Gli storici della scienza — e ne vorrei ricordare qui specialmente due: Pierre Duhem e Anneliese Maier — ci hanno fatto conoscere precursori di Galileo fin dal secolo XIV, e questi precursori del secolo XIV avevano meditato sulle teorie di autori che, con Giovanni Filopono, risalgono al VI secolo. Precursori di Galileo non solo e non tanto perché preludono in qualche misura alla scoperta di determinate teorie della meccanica galileiana⁵, ma specialmente perché si pongono di fronte alla natura in un atteggiamento diverso da quello degli aristotelici del secolo XIII, in un atteggiamento che ha aspetti analoghi a quello galileiano. Non si preoccupano tanto di problemi metafisici, non studiano il mondo corporeo in quanto tale, ma studiano determinati fenomeni. Nello studiarli poi cercano di introdurre il calcolo letterale e la rappresentazione grafica dei fenomeni, ma sopra tutto cercano di esprimere matematicamente i rapporti di dipendenza tra i fenomeni⁶.

Non pretenderò dunque di determinare quanto, anche in fatto di metodologia, sia stato anticipato dai *Magistri Artium* del secolo XIV, compito questo che neppure gli specialisti, come Anneliese Maier, ritengono di poter assolvere allo stato attuale delle ricerche, ma osser-

⁵ Polemizzando contro l'interpretazione di P. Duhem, che attribuirebbe troppo ai *Magistri artium* del sec. XIV, A. Maier scrive: « Die spätscholastischen Naturphilosophen haben zweifellos ihre grossen Verdienste...; aber sie haben das Werk eines Galilei, Descartes, Leibniz, Newton, und wie sie alle heissen, nicht *vorweggenommen*, sie haben es *vorbereitet* »: *Ausgehendes Mittelalter*, p. 414.

⁶ « Am stärksten die Methode der künftigen grossen Naturwissenschaft vorweggenommen hat ganz entschieden Thomas Bradwardine mit einer Entdeckung die er in seinem 1328 veröffentlichten *Tractatus proportionum* bekanntmachte und die mit unglaublicher Schnelligkeit und Einmütigkeit von allen Seiten anerkannt und akzeptiert wurde. Es ist die Entdeckung der mathematischen Funktion als Mittel der exakten Beschreibung von physikalischen Abhängigkeitsbeziehungen. Die konkrete Formel, die Bradwardine aufstellt... ist ihrer inhaltlichen Aussage nach völlig falsch, aber das nimmt dem Wert der Entdeckung als solcher nichts ». *Ibid.*, pp. 441-442.

verò che anche nello stesso Galileo la consapevolezza metodologica, come è del resto molto naturale, sembra formarsi a poco a poco.

In quegli scritti infatti che sono raccolti sotto il titolo *Juvenilia*⁷, e che forse a quanto ci dice il Favaro, non sono neppure di Galileo, ma sono soltanto ricopiati da lui, possiamo trovare uno *specimen* dell'insegnamento che Galileo trovò all'Università. Vi sono questioni sul *De coelo* che mescolano insieme problemi di metafisica (creazione *ab aeterno* o meno) e di « fisica »; il metodo per risolverle fa grande uso di *auctoritates*, che vanno da teologi, come san Tommaso, san Bonaventura, Duns Scoto, Gregorio da Rimini e molti altri, a uomini che noi oggi qualificheremmo scienziati, come Tolomeo, Alfonso di Spagna ed altri fino al P. Clavio; adduce però anche fatti di esperienza; molti problemi riguardano le essenze delle cose: se il cielo sia uno dei corpi semplici o sia un composto di elementi, se sia o no composto di materia e forma, se, ammesso che sia composto di materia e forma, la sua materia sia dello stesso tipo di quella dei corpi terrestri. In favore della eterogeneità di materia è addotto l'argomento che ritroveremo citato (e confutato) nei *Massimi sistemi*: l'eterogeneità dei movimenti fra corpi celesti (moto circolare) e corpi terrestri (moto rettilineo).

Viene poi un *Tractatus de elementis*, la cui prima parte è dedicata all'essenza e alla sostanza degli elementi (*De quidditate et substantia elementorum*), poi si discute sulle quattro prime qualità che definiscono gli elementi (caldo, freddo, umido, secco), e si afferma che anteriori a queste qualità « alterative » sono le due « motive »: grave e leggero.

Considerazioni di questo genere dovevano sembrare infondate a chi, come Galileo, aveva il gusto del rigore matematico, e del tutto inutili alla tecnica. Già nel *De motu*, che, secondo il Favaro, appartiene al periodo dell'insegnamento pisano, Galileo non è soddisfatto della tesi che attribuisce alla « natura » dei gravi il moto verso il centro del mondo e ne cerca la ragione nel fatto che i corpi più pesanti son quelli che racchiudono in più piccolo spazio più particelle di materia, come dicevano gli « antichi filosofi », *immerito fortasse ab Aristotele* 4. *Caeli confutati*, onde è ragionevole pensare che i corpi che contengono più particelle di materia in piccolo spazio si avvicinino al centro, dove lo spazio è minore⁸. Tale spiegazione suppone che la materia di tutti

⁷ Nel primo volume delle *Opere*.

⁸ *Opere*, II, 252-253.

i corpi sia uguale, come pensarono quegli stessi « antichi filosofi » confutati da Aristotele. Questa teoria sulla gravità è implicita anche nella definizione data ne *Le Meccaniche*: « Adimandiamo dunque gravità quella propensione di muoversi naturalmente al basso, la quale, nei corpi solidi, si ritrova cagionata dalla maggiore o minore copia di materia, della quale vengono costituiti »⁹. Ma quel che è più interessante è la premessa metodologica a questa definizione: « Quello che in tutte le scienze dimostrative è necessario di osservarsi, doviamo noi ancora in questo trattato seguitare: che è di proporre le definizioni dei termini proprii di questa facultà, e le prime supposizioni, dalle quali, come da fecondissimi semi, pullulano e scaturiscono conseguentemente le cause e le vere dimostrazioni delle proprietà di tutti gli instrumenti meccanici »¹⁰.

Era questo il metodo teorizzato da Aristotele nei secondi Analitici (I, c. 2), ma, almeno secondo Galileo, solo teorizzato, poiché lo sanno applicare solo i matematici. Di questo Galileo è persuaso fino dal *De motu*¹¹, e lo ribadisce nei *Massimi Sistemi*: « ... la logica, come benissimo sapete, è l'organo col quale si filosofa; ma, sì come può esser che un artefice sia eccellente in fabbricare organi, ma indotto nel sapergli sonare, così può esser un gran logico, ma poco esperto nel sapersi servir della logica; sì come ci son molti che sanno per lo senno a mente tutta la poetica, e son poi infelici nel compor quattro versi solamente; altri posseggono tutti i precetti del Vinci, e non saprebber poi dipignere uno sgabello. Il sonar l'organo non s'impara da quelli che fanno far organi, ma da chi gli sa sonare; la poesia s'impara dalla continua lettura de' poeti; il dipignere s'apprende col continuo disegnare e dipignere; il dimostrare, dalla lettura de i libri pieni di dimostrazioni, che sono i matematici soli, e non i logici »¹².

⁹ *Opere*, II, 159.

¹⁰ *Ibid.*

¹¹ « Methodus quam in hoc tractatu servabimus ea erit, ut semper dicenda ex dictis pendeant; nec unquam (si licebit) declaranda supponam tanquam vera. Quam quidem methodum mathematici mei me docuere; nec satis quidem a philosophis quibusdam servatur... ». *Opere*, II, 285. Cfr. queste parole di Cartesio: « Quantum denique ad consilium vestrum de meis rationibus more geometrico proponendis... operae pretium est ut hinc exponam quatenus illud jam sequutus sum, et quatenus deinceps sequendum putem. Duas res in modo scribendi geometrico distinguo, ordinem scilicet, et rationem demonstrandi. — Ordo in eo tantum consistit, quod ea, quae prima proponuntur, absque ulla sequentium ope debeant cognosci, et reliqua deinde omnia ita disponi, ut ex praecedentibus solis demonstrantur ». *Meditationes, Secundae Responsiones*, in *Oeuvres de Descartes*, ed. Adam-Tannery, vol. VII, p. 155.

¹² *Opere*, VII, 59-60.

Ma, mentre negli scritti giovanili Galileo sembra badare sopra tutto al rigore della dimostrazione, nelle opere della maturità egli guarda alle « prime supposizioni », cioè ai principii, alle premesse sulle quali si fonda la dimostrazione stessa, e alle definizioni. A proposito del moto dei gravi, per esempio, il ragionamento col quale Galileo prova che la tesi aristotelica (la velocità è proporzionale al peso) è errata, si trova già nel *De motu*¹³, mentre nelle opere della maturità la critica è rivolta contro « i primi principii e fondamenti » della fisica aristotelica.

Secondo Aristotele, dice Galileo, « essendo la natura principio di moto, conviene che i corpi naturali siano mobili di moto locale. Dichiaro poi, i movimenti locali esser di tre generi, cioè circolare, retto e misto del retto e del circolare; e li duoi primi chiama semplici, perché di tutte le linee la circolare e la retta sola son semplici. E di qui, restringendosi alquanto, di nuovo definisce, de i movimenti semplici uno esser il circolare, cioè quello che si fa intorno al mezo, ed il retto all'insù e all'ingiù, cioè all'insù quello che si parte dal mezo, all'ingiù quello che va verso il mezo: e di qui inferisce come necessariamente conviene che tutti i movimenti semplici si restringano a queste tre spezie, cioè al mezo, dal mezo, ed intorno al mezo [...]. Stabiliti questi movimenti, segue dicendo che, essendo, de i corpi naturali, altri semplici ed altri composti di quelli (e chiama corpi semplici quelli che hanno da natura principio di moto, come il fuoco e la terra), conviene che i movimenti semplici sieno de i corpi semplici, ed i misti de' composti... »¹⁴.

Qui cominciano già le obiezioni di Galileo, messe in bocca a Sagredo: perché i corpi naturali sono *per natura* mobili? Perché chiamar semplici solo i moti circolari e rettilinei? Perché usare l'*insù* e l'*ingiù*, che son termini relativi, come assoluti? Lo stesso Salviati poi che impersona Galileo continua: « Torno dunque ad Aristotele, il quale, avendo molto bene e metodicamente cominciato il suo discorso [...] interrompendo il filo ci esce trasversalmente a portar come cosa nota e manifesta, che quanto ai moti retti in su e in giù, questi naturalmente convengono al fuoco e alla terra, e che però è necessario che oltre a questi corpi, che sono appresso di noi, ne sia un altro in natura al quale convenga il movimento circolare, il quale sia ancora tanto più eccellente, quanto il moto circolare è più perfetto del moto retto:

¹³ E Galileo lo riprende dal Benedetti, come dimostra A. Carugo nella nota 108 (pp. 659 ss.) a G. GALILEI, *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a Due Nuove Scienze*, a cura di Adriano CARUGO e Ludovico GEYMONAT, Boringhieri, Torino 1958.

¹⁴ *Dialoghi sopra i due massimi Sistemi*, Giornata I, Opere, VII, 38-39.

quanto poi quello sia più perfetto di questo, lo determina dalla perfezion della linea circolare sopra la retta, chiamando quella perfetta ed imperfetta questa [...]. Questa è la prima pietra, base e fondamento di tutta la fabbrica del mondo Aristotelico, sopra la quale si appoggiano tutte l'altre proprietà di non grave né leggiero, d'ingenerabile, incorruttibile ed esente da ogni mutazione, fuor della locale, etc.: e tutte queste passioni afferma egli esser proprie del corpo semplice e mobile di moto circolare; e le condizioni contrarie, di gravità, leggerezza, corruttibilità, etc. le assegna a' corpi mobili naturalmente di movimenti retti »¹⁵.

Da queste premesse seguono logicamente varie conclusioni che sono invece contraddette dalle osservazioni di Galileo e da conclusioni ricavate con l'applicazione della misura e del calcolo matematico a tali osservazioni. Per esempio, le osservazioni sulla scabrosità della superficie lunare, fatte da Galileo col telescopio, contraddicono la tesi che i corpi celesti abbiano una superficie perfettamente liscia. La scabrosità della superficie lunare, affermata in base alle osservazioni riferite nel *Sidereus Nuncius*, è poi confermata, nella Prima Giornata del *Dialogo sopra i due Massimi Sistemi*, con le esperienze sul modo in cui riflettono la luce un muro e uno specchio. Le osservazioni sulle macchie solari, interpretate come manifestazioni di mutamenti nel corpo stesso del Sole, e non come dovute all'interporsi di stelle fra il Sole e l'occhio dello spettatore¹⁶, dimostrano che anche il sole è « alterabile »¹⁷.

Non vi è dunque rapporto necessario fra il moto circolare e l'inalterabilità. Altre tesi della fisica aristotelica, quelle per esempio sul moto dei gravi e dei proietti, si dimostrano false se controllate con l'esperienza, oltre che esaminate con più rigoroso ragionamento o « discorso », come Galileo già faceva negli scritti giovanili.

Ma tali dottrine galileiane interesserebbero solo la storia della scienza e non il significato filosofico di Galileo se egli, polemizzando contro « la fabbrica del mondo aristotelico », non mettesse in dubbio non solo le pietre di quell'edificio, ma gli stessi « precetti d'architettura » per stabilire « i primi fondamenti » di un edificio più saldo¹⁸.

Ora Galileo non ci enuncia mai astrattamente e sistematicamente tali precetti d'architettura: non ha scritto un *Novum Organum* né

¹⁵ *Opere*, VII, 42.

¹⁶ Così le interpretava il P. Scheiner, e Galileo argomenta contro tale interpretazione nella *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari*, in *Opere*, V, cfr. 97, 101 ss.

¹⁷ *Opere*, V, 139.

¹⁸ *Dialoghi sopra i due massimi Sistemi*, Giornata I, *Opere*, VII, 43.

un *Discorso sul metodo*; bisogna quindi coglierli in qualche affermazione di carattere generale che egli intercala all'esposizione della sua « filosofia », ossia della sua fisica, e specialmente vedere come li attui.

Una delle affermazioni generali sul metodo è quella espressa nella famosa frase della *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari*: « Il tentar l'essenza, l'ho per impresa non meno impossibile e per fatica non men vana nelle prossime sustanze elementari che nelle remotissime e celesti... »¹⁹. Ora l'essenza è espressa dalla definizione: sembra dunque che il metodo proposto ne *Le Meccaniche*, cioè quello di « proporre le definizioni dei termini proprii... e le prime supposizioni » non sembri più applicabile a Galileo dopo le grandi scoperte astronomiche del 1610, dopo le esperienze che hanno fatto crollare la « fabbrica del mondo aristotelico ». Non sembri più applicabile, dico, nella fisica, in quella « filosofia » alla quale Galileo, nella lettera a Belisario Vinta dove chiede di esser nominato non solo Matematico, ma Filosofo del Granduca di Toscana, dichiara di avere dedicato più anni che mesi alla matematica pura²⁰. O almeno, se anche la fisica deve proporre le definizioni dei termini proprii, non si tratterà di definizioni che esprimano l'essenza dei fenomeni naturali, poiché le pretese essenze definite dalla fisica aristotelica non sono tali, non dicono che cosa sia veramente la realtà definita; e che non lo dicano è provato dal fatto che le conclusioni tratte dai principî formulati su quelle pretese essenze sono contraddette dall'esperienza.

Questo urto dell'esperienza colpisce specialmente quando si vuol conoscere la natura per dominarla. Finché si teorizza soltanto, infatti, ci si può illudere di esser nel vero, d'aver colto l'essenza, anche se si sbaglia; ma quando si sperimenta, quando si manipola, si modifica la realtà per servirsene, per la tecnica, allora gli errori teorici vengono a galla. In questo senso l'importanza della tecnica per lo sviluppo della nuova scienza è grandissima: sono molto spesso interessi tecnici quelli che spingono a sperimentare — o a finanziare gli sperimentatori — e quindi ad ottenere una conoscenza più determinata della natura. L'officina padovana ebbe certo una grande importanza nello sviluppo della scienza di Galileo e, d'altra parte, i ritrovati tecnici (si pensi solo al cannocchiale) permisero a Galileo ulteriori ricerche e scoperte scientifiche²¹. La tecnica insomma è spesso la molla dell'interesse scientifico

¹⁹ *Opere*, V, 187.

²⁰ *Opere*, X, 353.

²¹ Sull'importanza della tecnica non solo per la scienza, ma anche per la cultura in senso

(si cerca una legge della natura per risolvere un problema tecnico) ed è la condizione per la ricerca scientifica (senza strumenti si studia assai male la natura). Ma neppure la scoperta tecnica si compie senza fare delle ipotesi: senza supporre cioè ad un certo momento che il fenomeno o i fenomeni studiati (p.es. l'ingrandimento degli oggetti da esplorare, nel caso del cannocchiale) si svolgano in un certo modo, seguano una certa legge esprimibile con una proposizione universale. Anzi Galileo riferisce la sua scoperta o riscoperta del cannocchiale come guidata dal « discorso », dal ragionamento matematico²². Le considerazioni del Ronchi, riprese dal Carugo, sull'importanza dei tentativi in questa riscoperta galileiana, sono certo importanti, ma forse il dire, come dice il Carugo, che Galileo « giunge a ricostruire il cannocchiale per via di tentativi e non di ragionamenti »²³, è eccessivo, se non altro perché i tentativi umani sono sempre guidati da ragionamenti, da ipotesi delle quali si cerca la verifica.

Ora, dicevo, Galileo non teorizza sul modo di arrivare alle ipotesi — preferisce suonare piuttosto che fabbricare organi — ma, dal modo in cui vi è effettivamente arrivato, possiamo vedere qualcosa del suo metodo.

Innanzitutto alla ricerca delle « essenze » bisogna sostituire lo studio di « alcune affezioni », di *alcune*, non di tutte, poiché di altre Galileo pensa che non appartengano alle sostanze corporee, ma « tengano solamente lor residenza nel corpo sensitivo », cioè nel soggetto senziente, e tali sono colori, suoni, sapori, odori, caldo, freddo ecc²⁴. Affezioni invece « come il luogo, il moto, la figura, la grandezza, l'opacità, la mutabilità, la produzione ed il dissolvimento »²⁵ possono servir di base ad una scienza esatta, perché sono misurabili e quindi possono essere sottoposte alla deduzione matematica — unico tipo di autentico « discorso », secondo Galileo.

Se leggiamo come Galileo studiò il moto dei gravi, vediamo in atto

ampio si vedano gli studi approfonditi e penetranti di PAOLO ROSSI, *I filosofi e le macchine*, Feltrinelli, Milano 1962. Per Galileo si vedano specialmente le pp. 113 ss.

²² I testi galileiani fondamentali sono riportati dal CARUGO nella nota 46** all'ediz. citata delle *Nuove Scienze*, pp. 598-600.

²³ *Ibid.*, p. 600. Il Carugo segue nella sua interpretazione L. GEYMONAT, del quale si veda, oltre l'Introduzione all'ediz. citata delle *Nuove Scienze* anche il volume *Galileo Galilei*, Einaudi, Torino 1957 (2ª ed.).

²⁴ Sull'importanza di questa tesi nella storia della filosofia ho detto qualcosa nell'articolo su *La teoria della conoscenza in Galilei* nel volume già citato.

²⁵ Come ho detto altrove, all'infuori, forse, dell'opacità, si tratta di aspetti riducibili ad estensione e moto locale, l'unica mutazione ammessa da Galileo (cfr. *Dialoghi sopra i due massimi Sistemi*, Giornata I, *Opere*, VII, 64-65).

il suo metodo. Disinteressandosi dell'essenza del corpo grave e della gravità, Galileo cercò di descrivere quella « affezione » dei corpi gravi che è il loro moto, ma cercò di descriverla *misurandola*: in questo egli vede la novità della sua scienza sul moto locale e in particolare, su quei due tipi di moto locale che formano oggetto della Terza giornata delle *Nuove Scienze*: il moto dei gravi e quello dei proietti. Il tema è antichissimo, dice Galileo: i « filosofi » hanno scritto sopra volumi *nec pauca nec parva*, ma non ne hanno osservati né tanto meno dimostrati caratteri che meritano di essere descritti. Hanno osservato per esempio che il moto dei gravi verso il basso si accelera continuamente, ma nessuno ha detto finora in che rapporto si acceleri; hanno osservato che il moto dei proietti segue una linea curva, ma non hanno determinato di quale curva si tratti²⁶. Per il moto dei gravi Galileo formulò prima l'ipotesi che in un moto uniformemente accelerato la velocità fosse proporzionale allo spazio percorso, ma l'ipotesi non fu verificata dall'esperienza²⁷; arrivò più tardi all'ipotesi confermata poi dall'esperienza: che gli spazi percorsi stiano tra loro come i quadrati dei tempi. L'ipotesi è formulata in termini matematici, la deduzione (che è poi la previsione dei comportamenti concreti) può quindi essere rigorosa, e precisa può essere la verifica sperimentale, come mostrano le esperienze riferite da Galileo.

Ho detto sopra che dell'essenza della gravità Galileo si disinteressa, per studiare e formulare rigorosamente il modo in cui si comportano i gravi: potremmo aggiungere che la gravità è definita dalla formula del moto dei gravi. Se fosse lecito adoperare un termine che sarà usato due secoli e mezzo dopo, a proposito dei fondamenti della matematica, direi che Galileo applica ai concetti fondamentali della meccanica il metodo della definizione implicita: li definisce cioè mediante gli assiomi che l'esperienza, matematicamente interpretata, gli permette di formulare.

Con questo egli introduceva un nuovo tipo di sapere sulla natura: non un sapere in cui si formulano gli assiomi speculando sulle essenze delle cose e predicandone le « proprie passioni », ma un sapere in cui ci si propone di « investigare e dimostrare alcune passioni »²⁸ di certi oggetti, di esprimerle in rapporti matematici, e di considerare gli oggetti stessi come definiti da tali rapporti.

²⁶ *Nuove Scienze*, in *Opere*, VIII, 190.

²⁷ Anzi, Galileo la ritenne poi addirittura assurda. Sulla via seguita da Galileo per arrivare alla formula esatta, le difficoltà incontrate e superate si vedano le note 203 e 204 di A. CARUGO, all'edizione citata delle *Nuove Scienze*.

²⁸ *Nuove Scienze*, in *Opere*, VIII, 202.

L'introduzione di questo tipo di sapere avrebbe potuto liberare (e, col tempo, di fatto, liberò) la filosofia da una serie di problemi che non si possono certo affrontare con una pretesa, e inesistente, intuizione delle essenze specifiche delle cose; avrebbe potuto determinare (e almeno in alcuni pensatori determinò) la distinzione di due diversi tipi di sapere: quello nuovo, diciamo così, che chiamiamo comunemente scienza, e quello antico che chiamiamo comunemente filosofia. Una filosofia, però, che ha rinunciato a risolvere problemi come quello della corruttibilità o incorruttibilità dei cieli o della natura dei quattro (o novanta o uno solo) elementi.

Ma i pionieri della nuova scienza, e molti dopo di loro, ereditarono il monismo epistemologico di Aristotele e degli aristotelici. Intendo per monismo epistemologico la teoria²⁹ secondo la quale esiste un solo tipo di sapere: solo che per gli aristotelici l'unico tipo sapere era quello filosofico, per i creatori della nuova scienza era quello scientifico. Gli aristotelici contemporanei di Galileo erano persuasi che la semplice astrazione universalizzatrice potesse fornire concetti specifici degli enti naturali e che su pseudo-concetti come caldo e freddo si potessero formulare assiomi veri, dai quali dedurre teoremi validi a spiegare i fenomeni naturali³⁰; oppure che bastassero concetti estremamente generici, come quelli di materia e forma, di generazione e corruzione, e le proposizioni che a questi concetti si riferiscono, per dedurre come avviene la pretesa generazione spontanea dei moscerini dal mosto di vino³¹. Ma, d'altro lato Galileo e molti dopo di lui furon persuasi che concetti come quelli di materia e forma fossero privi di senso solo per-

²⁹ Talora è una persuasione non teorizzata, e tanto più difficilmente confutabile in quanto non teorizzata.

³⁰ Per il Cremonini si veda lo studio di ANGELO PUPPI in questo volume.

Ho parlato degli aristotelici contemporanei di Galileo, e avrei anche potuto dire: gli aristotelici in quanto « fisici ». Debbo ricordare infatti che S. Tommaso afferma ripetutamente che le essenze specifiche delle cose naturali ci sono ignote e che noi le indichiamo solo attraverso alcuni aspetti sensibili. Questo affermava san Tommaso come teorico della conoscenza: ma accettava la « fisica » che trovava nel suo mondo culturale, come un filosofo di oggi adopera, per i suoi esempi e riferimenti, la fisica che trova elaborata nella cultura odierna. La grande differenza fra un san Tommaso o un Alberto Magno da una parte e un Lodovico delle Colombe, un Antonio Rocco, un Cremonini dall'altra, è che i primi non si spaventarono affatto di una « fisica », come quella aristotelica, che si presentava certo molto più pericolosa per il sistema filosofico-teologico elaborato fino ad allora di quanto non fossero le teorie galileiane per il sistema filosofico-teologico del Seicento, e, persuasi che la verità non può contraddire la verità, guardarono fiduciosi al nuovo dei loro tempi, come lo *scriba doctus* di cui parla il Vangelo, mentre i « dotti » contemporanei di Galileo lo denunciarono al S. Uffizio.

³¹ Cfr. *Opere*, VII, 611.

ché non servivano a prevedere fenomeni naturali e non erano di alcun uso nella tecnica. Non è solo un fatto di terminologia quello che Galileo si chiami « filosofo » e che opere scientifiche famose, basti pensare ai *Principia* di Newton, si intitolino di *filosofia naturale*: è un fatto che indica anche la persuasione che la nuova scienza avesse sostituito *tutto* quello che era contenuto nella « fisica » aristotelica.

Ritengo però che sulla via di questo monismo epistemologico Galileo si sia spinto molto meno avanti di altri: in particolare molto meno avanti di Cartesio. Vi sono certo punti comuni fra i due: per esempio la persuasione che la logica come teoria (l'arte di fabbricare gli organi, per usare il paragone galileiano) sia inutile e fastidiosa e che la sola vera logica sia l'applicazione delle leggi logiche (il sonar l'organo), applicazione della quale soltanto la matematica dà esempio³²; la persuasione della incommensurabilità fra la complessità, la perfezione della natura e le capacità dell'ingegno umano³³ — persuasione con la quale contrasta stranamente l'affermazione che le qualità corporee, non sottoponibili al discorso umano, non oggetto di idea chiara e distinta, siano fisicamente inesistenti. Ma vi sono anche grandi differenze fra i due: fondamentale mi sembra proprio quella indicata da Cartesio nella lettera a Mersenne dell'11 ottobre 1638 nella quale dopo aver riconosciuto a Galileo il merito di studiare i problemi della fisica applicando nozioni matematiche, gli rimprovera di non aver considerato « le prime cause della natura », di aver « cercato solo le ragioni di alcuni effetti particolari e di aver così costruito senza fondamento »³⁴. Il fondamento

³² I passi nei quali Cartesio esprime il suo disprezzo per la logica scolastica sono moltissimi. Ne ricorderemo solo due: « ... la logique, ses syllogismes et la plupart de ses autres instructions seruent plutost à expliquer à autrui les choses qu'on sçait, ou mesme, comme l'art de Lulle, à parler sans jugement de celles qu'on ignore, qu'à les apprendre ». E, dopo aver enunciato i precetti del suo metodo, aggiunge: « ... considérant qu'entre tous ceux qui ont cy deuant recherché la vérité dans les sciences, il n'y a eu que les seuls mathématiciens qui ont pu trouver quelques démonstrations... ». *Discours de la méthode*, 2^o partie, in *Oeuvres de Descartes*, VI, pp. 17 e 19. Nella lettera di prefazione alla traduzione francese dei *Principii di filosofia* Cartesio dice che colui che vuol acquistare un vero sapere « doit aussi estudier la logique, non pas celle de l'eschole, car elle n'est, à proprement parler, qu'une dialectique qui enseigne les moyens de faire entendre à autrui les choses qu'on sçait, ou mesme aussi de dire sans jugement plusieurs paroles touchant celles qu'on ne sçait pas, et ainsi elle corrompt le bon sens plutost qu'elle ne l'augmente; mais celle qui apprend à bien conduire sa raison pour découvrir les véritéz qu'on ignore; et, pource qu'elle dépend beaucoup de l'usage, il est bon qu'il s'exerce longtemps à en pratiquer les règles touchant des questions faciles et simples, comme sont celles des mathématiques ». *Oeuvres de Descartes*, IX-2, pp. 13-14.

³³ *Principia philosophiae*, III, n. 2, in *Oeuvres de Descartes*, VIII-1, pp. 80-81.

³⁴ *Oeuvres de Descartes*, II, p. 380.

che mancherebbe alla fisica galileiana secondo Cartesio sarebbe quello di una metafisica: una metafisica che, affermata la radicale eterogeneità di pensiero ed estensione, permettesse di dedurre la struttura del mondo e tutti i suoi fenomeni, fino allo psichismo animale, dalla ipotesi di un moto vorticoso impresso originariamente da Dio alla materia. Ma l'unitaria cosmologia cartesiana, per certi suoi « precetti di architettura » assomigliava molto più della fisica galileiana alle filosofie scolastiche della natura, anche se era con queste in continua polemica, anche se incastonava nel suo complesso autentiche scoperte scientifiche. Assomigliava, dico, alle filosofie scolastiche della natura per la sua preoccupazione di dedurre gli effetti dalle cause, dove per cause si debbono intendere quei principî metafisici dai quali, dice Cartesio, « deduco chiarissimamente quelli delle cose corporee o fisiche »³⁵. Così, per esempio, le leggi del movimento sono presentate nella seconda parte dei *Principii di filosofia* come conseguenza della immutabilità divina: ossia ipotesi fatte per interpretare dati di esperienza sono presentate come conseguenze necessarie di una dottrina metafisica — procedimento che mi sembra del tutto estraneo alla mentalità galileiana.

E si capisce che la dottrina cartesiana sia servita a giustificare una ideologia come quella illuministica³⁶; amputata (altri direbbe: liberata) da quelle pretese radici metafisiche spiritualistiche, senza le quali poteva benissimo vivere, la « fisica » cartesiana si prestava benissimo a costituire un nuovo preteso sapere totalitario, sul quale, quando fosse diventato la dottrina di uomini al potere, si sarebbero potute appoggiare future Inquisizioni. La scienza galileiana, invece, lasciava posto ad altri tipi di sapere, anche se di questi Galileo non si interessava.

Della possibilità, anzi della necessità di un altro tipo di sapere si rese conto Leibniz. Leibniz sapeva fabbricare gli organi e suonarli: voglio dire era logico e matematico, e, come logico, non disprezzava affatto la logica scolastica, anzi mirava a perfezionarla sul modello della matematica. Era metafisico e scienziato, e si rendeva conto che lo sforzo di spiegare i fenomeni naturali ricorrendo solo ad elementi misurabili, che potessero essere sottoposti alla deduzione matematica, era fecondo, ma non escludeva un altro tipo di spiegazione. Vorrei ricordare qui un passo del *Discours de Métaphysique* che mi sembra sempre fondamentale: « Son d'accordo che la considerazione di queste

³⁵ Lettera al traduttore dei *Principii di filosofia*, in *Oeuvres de Descartes*, IX-2, p. 10.

³⁶ A. VARTANIAN, *Diderot e Descartes*, Feltrinelli, Milano 1956.

forme sostanziali non serve a nulla nelle dottrine particolari della fisica e non deve essere usata per spiegare i fenomeni in particolare. E in questo hanno sbagliato gli scolastici e i medici dei tempi passati che ne seguivano l'esempio, credendo di spiegare le proprietà dei corpi col ricorrere a forme e qualità, senza preoccuparsi di esaminare il modo dell'operazione, come se uno si accontentasse di dire che un orologio ha la qualità orodittica, che proviene dalla sua forma, senza considerare in che cosa consista tale qualità... Ma questo cattivo uso delle forme non deve farci negare una cosa la cui conoscenza è così necessaria in metafisica che senza di essa non si potrebbero conoscere i primi costitutivi della realtà, né elevare lo spirito alla conoscenza delle realtà incorporee e delle meraviglie di Dio. Tuttavia, come un geometra non ha bisogno di preoccuparsi lo spirito col famoso labirinto della composizione del continuo³⁷, e come un moralista, e ancor meno un giurista o un politico, non ha bisogno di penare con le gravi difficoltà che si trovano nella conciliazione del libero arbitrio con la provvidenza di Dio, poiché il geometra può svolgere tutte le sue dimostrazioni e il politico può condurre a termine tutte le sue deliberazioni senza entrare in questi problemi — che tuttavia non perdono la loro importanza in filosofia e in teologia — così un fisico può spiegare le esperienze servendosi ora di esperienze più semplici già fatte, ora di dimostrazioni geometriche e meccaniche, senza aver bisogno di considerazioni generali che appartengono ad un'altra sfera. E se il fisico introduce il concorso di Dio, o qualche anima, *arché*, o altra cosa simile, egli esce dal suo campo, come ne uscirebbe chi in una deliberazione importante della vita pratica volesse entrare in gran ragionamenti sulla natura del destino e della nostra libertà »³⁸.

Ma, come per molto tempo non fu presa sul serio l'idea leibniziana di una logica matematica, così non sembra sia stata tenuta in gran conto la sua chiara distinzione di due tipi di sapere. E se gli aristotelici contemporanei di Galileo cercavano nei caratteri dei diversi movimenti (moto dei gravi, moto dei proietti) una applicazione del principio *omne quod movetur ab alio movetur*, ostacolando in questo modo la ricerca scientifica e ritenendo il principio di inerzia opposto a quel loro principio, un secolo e mezzo dopo, Kant vedrà nel principio di inerzia un « principio metafisico della fisica », ossia una necessità del-

³⁷ Il problema se il continuo (ossia l'esteso) sia divisibile all'infinito o sia costituito da parti indivisibili.

³⁸ *Discours de Métaphysique*, X, in *Philos. Schriften*, ed. Gerhardt, vol. IV, pp. 434-435.

l'intelletto puro. Gli aristotelici chiedevano alla metafisica di suggerire leggi scientifiche: pretendevano cioè di dedurre da un principio generalissimo cognizioni determinate sui fenomeni naturali, Kant erigeva a principio metafisico la conclusione di un ragionamento induttivo. Se infatti nei *Principi metafisici della fisica* il principio di inerzia è presentato come una applicazione del « principio di causa »³⁹, ossia della Seconda Analogia dell'esperienza, in realtà sono le Analogie dell'esperienza suggerite dalla fisica newtoniana. Sicché per gli aristotelici la metafisica diventava una fisica, per Kant la fisica diventava « logica trascendentale »⁴⁰.

Il problema dei rapporti fra scienza e filosofia, posto dall'elaborazione di un sapere secondo i precetti d'architettura attuati, più che formulati, da Galileo doveva continuare a interessare la filosofia anche dopo Kant. Potremmo dire anzi che i tentativi di soluzione continuano ad alternarsi nei due sensi opposti: con le filosofie romantiche della natura si torna a proporre una metafisica che generi una fisica, col positivismo una fisica (o, più genericamente, una scienza) che sostituisca la metafisica, e il fysicalismo è stato propugnato a un certo momento da parte di neopositivisti, mentre il Croce parlava di pseudo-concetti a proposito della scienza e, senza arrivare a tanto, alcune correnti spiritualistiche guardano alla scienza come ad un valore infraumano, per dir così.

Chi scrive ritiene che la strada da proseguire sia quella iniziata da Leibniz: quella che valorizza la nuova scienza senza farne una nuova metafisica. Ma non è questo il punto da illustrare in un saggio commemorativo di Galileo: il punto al quale si voleva accennare è l'importanza dei problemi posti dalla « nuova scienza » galileiana. Dico: posti dalla nuova scienza galileiana, poiché il problema dei rapporti tra filosofia e scienza non poteva porsi finché una scienza distinta dalla

³⁹ *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*, 3. Hauptst., Lehrsatz 3. KANT'S *Ges. Schriften*, IV, p. 543.

⁴⁰ Né il caso del principio di inerzia è l'unico, anche se è uno dei più significativi: l'invariabilità della quantità di materia diventa una applicazione della Prima Analogia, il principio di azione e reazione della Terza Analogia. Infine (e avremmo dovuto dirlo all'inizio se non fossimo partiti dalla dinamica galileiana) non dimentichiamo che quello spazio e quel tempo che Kant considera condizioni a priori di ogni conoscenza sensibile sono lo spazio e il tempo assoluto dei quali parla Newton nel famoso Scolio dei *Philosophiae naturalis principia mathematica*.

filosofia non ci fosse, ossia finché la « fisica » si presentava come il momento corrispondente ad un certo grado di astrazione: *grado* di un unico tipo di sapere⁴¹ che, partendo dall'apprensione dell'essenza, ne scrutasse le proprietà, per dedurne poi i comportamenti nei casi più specifici.

⁴¹ Come ho cercato di far rilevare in un articolo su *L'unità del sapere in san Tommaso d'Aquino*, ne « Il Pensiero », 1965, il monismo epistemologico di san Tommaso è molto meno unitario di quanto non possa sembrare, e più che di *gradi* si dovrebbe forse parlare di *tipi* di astrazione. Ma neppure san Tommaso poteva teorizzare sui rapporti fra la filosofia e una « scienza » che ancora non c'era.