

Davide Arecco

Il Dialogo sopra i due massimi sistemi di Galileo

Opera di rilievo storico cruciale o libro fantasma?

1. Una questione posta di rado: fonte documentaria o monumento a stampa? – 2. Il libro come edizione: un quadrilatero di rari codici a stampa. – 3. Il libro come veicolo del testo: la costruzione d'una nuova scienza fisico-astronomica. – 4. Il libro attraverso immagini e apparati: paratesto ed iconografia scientifica. – 5. Autore e contesto: Galileo tra Repubblica veneta, Granducato e Stati della Chiesa. – 6. La matematica galileiana seicentesca: l'analisi di Cavalieri, Torricelli, Barrow e Mengoli. – 7. Scienza, religione e Lumi: l'astronomia di Galileo e i gesuiti di Vienna nel XVIII secolo. – 8. Libri e bibliografia.

1. Una questione posta di rado: fonte documentaria o monumento a stampa?

Il *Dialogo sopra i due massimi sistemi* di Galileo, il capolavoro della scienza italiana nella prima età moderna, ha avuto una storia, editoriale e non solo, quantomeno singolare se non paradossale. Libro riscoperto a tutti gli effetti nella nostra penisola solo da metà Settecento circa (quando in Inghilterra era stato letto ed assimilato sin dai tardi anni Trenta del secolo

precedente, prima di divenire una delle basi della grande sintesi newtoniana), il *Dialogo* galileiano ebbe nella seconda metà del XIX secolo letture più politico-ideologiche che tecnico-scientifiche. La retorica risorgimentale del nostro positivismo vide in Galileo, talora senza studiarne davvero a fondo il contributo scientifico, quasi solo l'eroe laico ed il martire della libertà di pensiero (due cose che al pisano non appartennero e che in vita non cercò mai)¹.

¹ Cfr. in merito A. Favaro, *Vincenzo Viviani e la sua vita di Galileo*, Venezia, Ferrari, 1903; M. Torrini, *Una vita difficile. Il Racconto storico della vita di Galileo Galilei di Vincenzo Viviani*, Lucca, Pacini Fazzi, 2015. Il tentativo storiografico e interpretativo messo in atto da Favaro, gesuita, era volto a ridimensionare la portata del conflitto storico tra Galileo e la Chiesa (sul quale si vedano: A. Calemme, *L'Illuminismo prima dell'Illuminismo. Perché la Chiesa condannò Galilei*, Reggio Calabria, La Città del Sole, 2014; Id., *La ragione*

Indubbiamente, la sorte toccata a Galileo – a prescindere, qui, dalla lettura che se ne vuole dare – ha finito spesso (è stato il caso anche di certa letteratura manualistica ad uso delle scuole) per oscurare o comunque porre in secondo piano la scienza del grande pisano, fatta, si sa, di induzione e deduzione, osservazione e riproduzione tecnica, geometria ed esperimento di laboratorio². Il processo romano e la condanna³, l’abiura e la messa all’Indice del *Dialogo*, tra 1632 e 1633, detto altrimenti, si sono sovente sostituiti, gioco forza, ad una ricostruzione e ad una analisi storiografica esaustive della nuova scienza inaugurata da Galileo⁴. Il che è peraltro, sotto certi aspetti almeno, del tutto comprensibile.

Ora, tuttavia, occorre affrontare una questione di rado approcciata in modo diretto, ma d’estremo rilievo, sotto il profilo della storia della stampa e della cultura, scientifica e non solo. Il punto nodale è questo: Galileo visse e pubblicò in piena galassia Gutenberg, ma il suo capolavoro – subito rimosso dal mercato editoriale – è un monumento librario dal forte valore iconico piuttosto che un documento.

Se la storia di un libro è anche e soprattutto la storia della sua circolazione e diffusione, l’opera di Galileo fu immediatamente – e a lungo rimase, per oltre un secolo – il gran libro proibito della scienza italiana nell’età della Contro-riforma, più che il testo-chiave capace di albergare una nuova era per la storia delle scienze. Autentico monumento a stampa e libro-simbolo (ma quasi solo in teoria), l’opera di Galileo ebbe infatti una circolazione e

galileiana del mondo. Tra metafisica, tecnologia e teologia, Napoli, Guida, 2017). Negli stessi anni di Favaro, sul finire dell’Ottocento, R. Caverni, *Storia del metodo sperimentale in Italia*, Firenze, Civelli, 1891-1900 (ristampa anastatica: Bologna, Forni, 1970), 6 voll., sminuì anche lui il significato della scienza galileiana, inserendola all’interno di un percorso plurisecolare di sviluppo. Un analogo taglio «continuista», sia pure assai più profondo ed articolato, si ritrova in A.C. Crombie, *Da S. Agostino a Galileo*, Milano, Feltrinelli, 1970 (ristampa: 1982).

² Cfr., al riguardo, i saggi di C. Maccagni, *Esperienza, tecnica e matematica nel «metodo» di Galileo Galilei*, in *Actes du Symposium International d’histoire des sciences* (Pisa-Vinci, 16-18 giugno 1958), Firenze, Bruschi, 1958, pp. 167-177; Id., *Appunti biografici e passi scelti dalle opere di Galileo Galilei*, Roma, Comitato nazionale per le manifestazioni celebrative del IV centenario della nascita, 1964; Id., *Antologia galileiana*, Firenze, Giunti Barbèra, 1964 (ristampa: 1967); Id. (a cura di), *Saggi su Galileo Galilei*, Firenze, Giunti Barbèra, 1972; Id., *Le matematiche nella concezione galileiana della fisica come scienza sperimentale*, in *Galileo e la scienza sperimentale*, Padova, Dipartimento di Fisica, 1995, pp. 87-102. Sulle ascendenze platoniche – e pitagoriche, riscoperte anch’esse dalla cultura rinascimentale – della geometria galileiana, cfr. C. Maccagni, *Riscontri platonici relativi alla matematica in Galileo e in Torricelli*, in *Atti del Convegno di studi torricelliani* (Faenza, 19-20 ottobre 1958), Faenza, Lega, 1959, pp. 66-75; A. Koyré, *Studi galileiani*, Torino, Einaudi, 1979, nonché M. Torrini, *Galileo, Platone e la filosofia*, in *Il neoplatonismo nel Rinascimento*, Roma, Istituto dell’Enciclopedia Italiana, 1993, pp. 233-243.

³ Sull’istruttoria e le sue circostanze storiche, cfr. G. De Santillana, *Processo a Galileo. Studio storico-critico*, Milano, Mondadori, 1960, che resta il vero grande classico sull’argomento, ancora oggi.

⁴ Cfr., su quest’ultima, almeno la sintesi complessiva di M. Torrini, *La nuova scienza*, Firenze, Le Monnier, 1978.

diffusione – leggasi: capacità di penetrazione intellettuale – assai ristretta, limitata e circoscritta (anche geograficamente). Subito posto all'*Index Librorum Prohibitorum*, il *Dialogo* venne posseduto e letto con numerosi rischi sul versante individuale da poche persone, dotti e *savants* sparpagliati per la già frammentata realtà istituzionale degli antichi stati italiani e dell'Europa centro-settentrionale⁵, fra steccati politici ed accese divisioni confessionali. Né si dimentichi – in questa sede – che l'opera uscì in piena Guerra dei Trent'anni, in un contesto dilaniato da aspri scontri bellici e dalla difficoltà (o talora impossibilità materiale) che avevano i libri a viaggiare in quelle zone dove, più feroci, infuriavano allora le battaglie.

Chi poté davvero leggere il *Dialogo sopra i due massimi sistemi*? I non moltissimi e coraggiosi galileiani toscani, alcuni filosofi naturali veneti, moltissimi *virtuosi* nell'allora più libera Inghilterra⁶. In Francia la situazione si rivelò complicata come all'interno dei nostri confini. Alla luce del destino avuto da Galileo, Cartesio rinunciò a stampare il suo progettato e grande trattato *Le Monde*, distribuendone i contenuti epurati nelle sue opere, uscite a stampa a partire dal 1633. I problemi incontrati da Cartesio, a ben guardare, erano gli stessi che a Galileo già erano costati moltissimo: l'adesione all'eliocentrismo e la separazione tra filosofia e teologia, con la messa a punto di una scienza autonoma e libera da vincoli e restrizioni metafisico-religiose di sorta.

Davvero simile – e, insieme, significativa – la fortuna (ma si dovrebbe a questo punto dire invece la sfortuna) dei capolavori di Copernico e Galileo, così implicitamente centrali nell'elaborazione della scienza cartesiana francese del primo Seicento: entrambi i libri, il *De revolutionibus orbium coelestium* e il *Dialogo* incisero ben poco nelle immediate prossimità temporali del loro apparire a stampa, in vero quasi per nulla. La lettura su larga scala, l'assi-

⁵ Cfr. M. Torrini (a cura di), *Galileo e l'Europa*, Napoli, Procaccini, 1994.

⁶ Il primo libro galileiano inglese fu la *Discovery of a New World* del matematico John Wilkins, apparso prestissimo, nel 1638. Da quel momento, innestato nel corpo della tradizione baconiana, il galileismo ebbe una vita felice in Inghilterra: l'elogio di Galileo compare inalterato e sincero in tutte e tre le edizioni dei *Principia* che Newton pubblicò in vita (ossia 1686, 1713 e 1726). Sempre Newton ebbe in biblioteca le *Theoriae Mediceorum planetarum* (1666) di Borelli, libro di fisica celeste, implicitamente copernicana e galileiana. Cfr., in proposito, A.R. Hall, *Da Galileo a Newton (1630-1720)*, Milano, Feltrinelli, 1973 (rist.: 1981); V. Ferrone, *Scienza, natura e religione. Mondo newtoniano e cultura italiana nel primo Settecento*, Napoli, Jovene, 1982; A. Calemme, *Alle origini della tecnologia scientifica. Ricezione e sviluppo del pensiero galileiano nell'opera di Isaac Newton*, Milano, Mimesis, 2020. La Firenze degli allievi e discepoli di Galileo – raccolti nell'Accademia del Cimento (1657-1669), e non soltanto – fu in effetti il cuore di un triangolo costituito a Nord dall'Inghilterra e a Sud dal Regno di Napoli. Cfr. F. Lomonaco e M. Torrini (a cura di), *Galileo e Napoli*, Napoli, Guida, 1987, e D. Arecco, *Galileismo, corte medicea e pratiche accademiche. Il mondo di Bartolomeo Intieri*, in *Volte della modernità nella cultura europea*, Novi Ligure, Città del silenzio, 2018, pp. 45 ss.

milazione e la diffusione più vasta vennero dopo, anche e soprattutto grazie all'Illuminismo settecentesco. Vi torneremo sopra in seguito più in dettaglio⁷.

Sempre in Francia, dopo la morte a Stoccolma di Cartesio nell'inverno del 1650, il maggior uomo di scienza galileiano fu Jean Picard (1620-1682), nato a La Fleche (dove studiò anche padre Mersenne, convertitosi solo tardi al copernicanesimo di Galileo) e morto a Parigi. Anche in questo caso, non fu il *Dialogo* ad ispirare il geodeta ed astronomo francese, quanto il Galileo studioso di meccanica terrestre e idrostatica archimedeica dei *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, usciti a Leida, presso gli Elzeviri, nel 1638⁸. Sempre nella città olandese, tra le capitali del mercato librario nel Seicento, vide la luce tra mille difficoltà e patemi – nel 1641, per i tipi dello stampatore e libraio Jean-Antoine Huguetan (1589-1649) – la prima e unica traduzione latina del *Dialogo* galileiano, intitolata per l'occasione *Systema cosmicum de duobus maximis mundi systematibus*. A promuovere l'iniziativa, di certo non esente da pericoli personali e timori di censura, furono le cerchie cartesiane di Lione. Forse non a caso, a possedere real-

⁷ La tesi di una mancata ricezione immediata dell'astronomia eliostatica copernicana appartiene come noto a A. Koestler, *I sonnambuli. Storia delle concezioni dell'universo*, Milano, Jaca Book, 1982 (ristampe: 1991, 2002 e 2010), ed è stata nondimeno duramente contestata, studiando e le opere e le iniziative editoriali di Rheticus e Reinhold, da O. Gingerich, *Alla ricerca del libro perduto*, Milano, Rizzoli, 2004. Sulla circolazione della scienza dei cieli copernicana, soprattutto in rapporto a Galileo, cfr. M. Torrini, *La diffusione del copernicanesimo in Italia*, Firenze, Olschki, 1997; C. Maccagni, *Galileo and cosmology*, in *Galileo scientist*, Roma, Istituto Nazionale di Fisica, 1997, pp. 61-75; Id., *La cosmologia di Galileo*, in *Principio di secol novo*, Pisa, Cassa di risparmio di Pisa, 1998, pp. 67-93.

⁸ Cfr. J.-P. Verdet, *Storia dell'astronomia*, Milano, Longanesi, 1995, pp. 156 ss., 229 ss. Anche gli studi sugli orologi fatti a Parigi da Huygens, altro cartesiano di stretta osservanza, erano debitori verso non il Galileo del *Dialogo*, ma quello il quale in gioventù, a fine Cinquecento, aveva condotto – in parallelo con (e indipendentemente da) Giambattista Baliani – ricerche sull'isocronismo delle oscillazioni pendolari, ancora tra Firenze e Pisa. Sugli spostamenti di Galileo – vale a dire Pisa 1564-1574, Firenze 1574-1589, ancora Pisa 1589-1592, Padova 1592-1610 (l'anno in cui Tommaso Baglioni stampò a Venezia il *Sidereus Nuncius*), di nuovo Firenze 1610-1632, Roma 1632-1633, Arcetri 1633-1642 – si veda S. Drake, *Galileo. Una biografia scientifica*, Bologna, Il Mulino, 1988. Galileiano e cripto-copernicano – ma sostenitore di un eliocentrismo che non apprese sulle pagine del *Dialogo* di Galileo – fu infine il maggiore astronomo italiano nella Francia di Luigi XIV, il ligure Giandomenico Cassini (1625-1712), in pubblico fautore del compromesso geo-eliostatico elaborato dal danese Tycho Brahe fra Copenhagen e Praga (ove ebbe per allievo Keplero) sul finire del XVI secolo. Cfr. D. Arecco, *Da Genova a Versailles. Giandomenico Cassini e l'astronomia francese all'epoca del Re Sole*, in *Percorsi di storia della cultura. Saggi e studi storici in ricordo di Salvatore Rotta*, Roma, Aracne, 2014, pp. 169-190. Quanto ai *Discorsi* galileiani editi nel 1638 e frutto di oltre un quinquennio di ricerche sperimentali circa la dinamica, la resistenza dei materiali e la cinematica, vanno letti anche alla stregua della rielaborazione e sviluppo finali di idee precedenti, alle quali Galileo lavorava da tempo. Nel contempo, aveva altresì postillato le *Esercizioni filosofiche le quali versano in considerare le posizioni et obiettoni che si contengono nel Dialogo del signor Galileo Galilei linceo, contro la dottrina d'Aristotile* (Venezia, Baba, 1633) di Antonio Rocco (1578-1653): libro in quarto, di 226 pagine totali, con una marca tipografica sul frontespizio (una personificazione della Toscana, la terra di Galileo), presente in nove esemplari presso i centri bibliotecari italiani (copie di questo scritto minore ad Ancona, Bari, Firenze, Gorizia, Milano, Pesaro, Teramo, Venezia e Vicenza).

mente il *Dialogo*, nella Francia luigiana, non fu un seguace di Minerva, ma Gabriel Nicolas de la Reynie (1625-1709), magistrato di Limoges passato alla storia per essere stato il luogotenente generale della polizia segreta parigina al tempo del Re Sole, come Montesquieu barone di antica famiglia feudale, intimo collaboratore ed amico del primo ministro Colbert e, malgrado non lo si rammenti praticamente mai, colto bibliofilo e collezionista di libri (anche clandestini e proibiti, su cui riusciva a mettere le mani nel corso delle proprie capillari indagini).

2. Il libro come edizione: un quadrilatero di rari codici a stampa

Galileo aveva già dato una prima consistente spallata all'epistemologia aristotelica attraverso la pubblicazione de *Il Saggiatore*, impressa nel 1623 a Roma dal Mascardi, tipografo anche di quei Lincei ai quali era stato ascritto tra il 1611 e il 1612, gli anni dei cordiali rapporti con Cristoforo Clavio e con i dotti del Collegio romano. Uscito *Il Saggiatore*, libro che smontò il mito peripatetico della perfezione dei corpi celesti – non senza errori concettuali, ma con una lezione di metodo che ha fatto storia e dato il via ad una nuova epoca per il sapere scientifico – Galileo iniziò a pensare a un'opera vasta, completa e poderosa, circa la verità del sistema copernicano a dispetto di quello tolemaico, allora ancora vincente e insegnato presso gli Studi universitari sia italiani sia europei: un'opera che fosse in grado di accordare in via definitiva osservazioni astronomiche e calcoli matematici, affermando senza più remore o dubbi la realtà fisica dello schema eliocentrico. Vi lavorò per quasi sette anni. Terminata la stesura dell'opera, il manoscritto di essa venne inviato all'autorità religiosa, per ottenere l'imprimatur. Il papa stesso, l'ex cardinale Urbano VIII Barberini, ne vide una copia manoscritta, che poi misteriosamente scomparve. A seguito di due anni di lotte, con la censura di Roma e Firenze, allora legate da alleanze diplomatiche, il *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* uscì infine a stampa, in Firenze, per Giovanni Battista Landini, nel 1632, in quarto, per 458 pagine complessive, con una carta di tavole illustrative e antiporta calcografica, incisa dal pittore Stefano Della Bella (1610-1664). Le iniziali sono xilografate e la marca tipografica presente sul frontespizio raffigura tre pesci uniti a formare un cerchio con il motto *Grandior ut proles* riportato su un nastro collocato in basso al centro.

La prima stampa landiniana del *Dialogo* si conserva oggi – fatte salve eventuali collezioni private – in solamente trentadue esemplari: alla Pog-

giana di Montevarchi, presso le Biblioteche universitarie di Bologna e Cagliari, alla Seminariale Paolo VI di Aversa, alla Nazionale di Firenze (cinque esemplari), alla Biomedica di Firenze, nel Fondo antico del Museo Galilei sempre a Firenze, alla Braidense ed alla Trivulziana di Milano, presso l'Accademia Nazionale di Scienze e Lettere di Modena, all'Universitaria e alla Vittorio Emanuele III di Napoli, alla Civica Negroni di Novara, alla Capitini di Perugia, presso la Biblioteca centrale di Palermo, all'Universitaria di Pisa, alla Palatina di Parma, all'Universitaria pavese e, sempre in riva al Ticino, presso l'Istituto nazionale di astrofisica. Altre copie sono infine a Roma – alla Alessandrina, alla Vallicelliana, all'Angelica e alla Casanatense –, a Porto Venere (nella Biblioteca dell'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia), Vicenza (presso la Bertoliana) e Torino (alla Reale, alla Nazionale e nella sede della Accademia delle Scienze). Diversi di questi esemplari risultano inoltre mutili di carte. Una sorte editoriale veramente ingiusta, nei riguardi di un libro sopravvissuto alla storia già in poche copie, circolanti più o meno liberamente solo da metà del XVIII secolo grazie alle aperture del pontificato illuminato di Benedetto XIV (al secolo Prospero Lambertini). Sono andati infine perduti gli esemplari che, del Dialogo, ebbero i teologi membri nel 1632 della commissione romana incaricata di esaminare i contenuti del libro (tra di loro vi erano Niccolò Riccardi e l'architetto Gaspare Maculani, detto 'il Fiorenzuola', colui che aveva fortificato il Castello di Gavi dopo l'assedio del 1625 a cui aveva preso parte anche il giovane Cartesio, all'epoca soldato d'artiglieria nell'esercito francese)⁹.

La traduzione latina del Dialogo pubblicata, a Leida, nel 1641, con il titolo *Systema cosmicum*, fu opera di Matthias Bernegger (1582-1640), che iniziò a lavorarci nel 1634, quindi quando le acque non si erano ancora e per nulla calmate, dopo la condanna del libro da parte del Tribunale dell'Inquisizione del San'Uffizio. Terminato il lavoro, questo venne letto (e revisionato) dal matematico e bibliotecario francese Pierre de Carcavy (1602-1684, già in corrispondenza con Galileo) e dall'inventore fiammingo Isaac Beeckman (1588-1637)¹⁰. Il volume, in quarto, di 377 pagine, con ritratto dell'autore, illustrazioni ed antiporta intitolata *Dialogus de systemate mundi*, presenta

⁹ Cfr. J. Reston, *Galileo. La biografia*, Casale Monferrato, Piemme, 2005; D. Arecco, *Descartes, Muratori e l'assedio al castello di Gavi*, in «Rivista di storia, arte e archeologia per le province di Alessandria e Asti», 115 (2006), pp. 57-67.

¹⁰ Cfr., al riguardo, D. Arecco-C. Tacchella, *Dalla tecnica alla scienza, nei Paesi Bassi (1570-1640): Cornelis Drebbel e Isaac Beeckman*, in *Scienza, tecnica e società dal tardo Medioevo all'età contemporanea*, Genova, Città del silenzio, in corso di stampa.

due carte di tavole astronomiche. L'autore della prefazione è Keplero, ex-matematico cesareo di Rodolfo II d'Asburgo, a Praga, che con Galileo e proprio sulla verità del paradigma copernicano aveva corrisposto in passato, tra il 1596 e il 1597. Altra introduzione è quella del patrizio veneto (e dilettante di scienze astronomiche) Paolo Antonio Foscarini, scritta a Napoli nel 1615 e dedicata alle lontane origini pitagoriche dell'eliocentrismo copernicano. Sul frontespizio dell'opera, stampato in rosso e nero (tecnica allora in uso anche per alcuni libri alchemici), troviamo una marca calcografica, che riproduce una sfera armillare, a sua volta sormontata dalla scritta *Vniversitas rerum vt pulvis in manu Iehovae*. Presso i fondi antichi delle biblioteche di casa nostra, del libro latino abbiamo solo nove esemplari (e in taluni casi monchi): ad Ancona, Chiari, Firenze, Genova, Napoli, Novi Ligure, Pisa, Roma e Torino.

Con il XVIII secolo e il progressivo avvento del razionalismo illuminista, le cerchie newtoniane di Firenze, Roma e Napoli guidate dal cappellano Celestino Galiano (in contatto epistolare a Pisa con il matematico cartesiano Guido Grandi e a Londra con Francis Hauksbee, dimostratore sperimentale della Royal Society) decisero di arrischiarsi ad approntare una nuova edizione a stampa del Dialogo sopra i due massimi sistemi, in volgare. Questa, pressoché identica all'originale per contenuti, vide la luce per mano di Renzo Ciccarelli (il cui pseudonimo Cellenio Zacclori figura a pagina 4) in Napoli, con la falsa indicazione di Firenze¹¹, nel 1710. Il libro, dal titolo Dialogo di Galileo Galilei linceo matematico dello Studio di Padova, e Pisa dove ne i congressi di quattro giornate si discorre sopra i due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano, è in quarto, per 458 pagine complessive. Il frontespizio, stampato in caratteri rosso e nero, presenta un'impresa calcografica dell'Accademia della Crusca. Acclusa vi è la famosa lettera galileiana alla Granduchessa di Toscana a favore dell'ipotesi copernicana. Il libro è assai più presente della prima edizione fiorentina del 1632 (che fu di fatto quasi una stampa fantasma, per le ragioni dette) nei centri bibliotecari della nostra penisola: se ne trovano infatti esemplari ad Asti, Bari, Bologna, Cesena, Mondovì, Foggia, Firenze, Fermo, Legnano, Lucca, Lucera di Puglia, Milano, Monza e Modena, Napoli, Padova, Città di Castello, Perugia, Pisa, Prato, Parma, Reggio Calabria, Vicenza e Roma, Torino e Trieste. Evidentemente, i seguaci italiani di Newton, nella cui scienza coglievano non a torto un completamento

¹¹ Si vedano: M. Parenti, *Luoghi di stampa falsi*, Firenze, Sansoni, 1951, p. 86; D. Cinti, *Bibliografia galileiana*, Firenze, Sansoni, 1957, pp. 319-320.

definitivo di quella galileiana, si prodigarono nel diffondere il più possibile la nuova edizione partenopea del *Dialogo*, che circolò ampiamente anche a livello provinciale, sfidando le altrimenti sempre vigili attenzioni persecutorie della curia romana, nel corso del primo Settecento certo meno stringenti ma comunque da non sottovalutare.

Sempre restando nel Settecento illuministico, impossibile poi dimenticare la stampa padovana, a cura dell'astronomo e studioso di meteorologia Giuseppe Toaldo (1719-1797) del *Dialogo*, accresciuto di materiali inediti e di ragioni filosofiche, omesse nell'edizione napoletana. L'anno di pubblicazione è il 1744, presso la Tipografia del Seminario di Padova, la città del Franklin italiano (Toaldo fu strenuo e competente difensore e dei parafulmini e del loro uso, per preservare gli edifici), come recita il titolo di una sua opera sull'argomento). Ad aiutare Toaldo nell'impresa, fu l'attivo tipografo e libraio Giovanni Manfrè, responsabile della bella edizione dell'opera. Quest'ultima è in quarto, per 342 pagine, illustrata da fregi iniziali ornati. La marca editoriale sul frontespizio raffigura una Fenice, incorniciata, col motto *Post fata resurgo*. Una palese e voluta allusione al fatto che il *Dialogo* di Galileo, il capolavoro assente della scienza italiana seicentesca, poteva finalmente tornare ad essere letto: anzi – per molti, moltissimi – a venire letto per la prima volta, grazie allo spirito dei Lumi. Piccolo dato curioso: il libro è introdotto (pp. 1-21) da una erudita e circostanziata Dissertazione sopra il sistema del mondo degli antichi, opera del reverendo agostiniano francese padre Augustin Calmet, poi passato alla storia per avere studiato le leggende sui vampiri di Moravia e qui alle prese con un saggio storico, che riecheggia la *Chronology* di Newton¹². L'edizione toaldiana del *Dialogo* è sopravvissuta in dieci esemplari, presso le biblioteche di casa nostra: se ne trovano copie a Bari, Brindisi, Foggia, Gorizia, Milano, Mantova, Padova, Parma e Pavia, Venezia e Vicenza. Il libro era il quarto tomo della prima pubblicazione a stampa completa delle *Opere di Galileo*, dopo la pionieristica edizione felsinea del 1655, mancante però quest'ultima tanto del *Dialogo* quanto della celebre lettera copernicana a Cristina di Lorena.

Ripubblicando il *Dialogo*, Toaldo mirava probabilmente anche a riconsegnare a Padova e alla sua Università la memoria storica di Galileo e l'innovativa eredità del suo metodo scientifico. Toaldo aveva del sapere scientifico, in linea in questo proprio con Galileo, una concezione strettamente tecnica.

¹² Stampata a Londra, postuma di un anno, nel 1728, ma nota al pubblico italiano per la traduzione del viaggiatore e poeta arcade romano Paolo Rolli (1687-1765), edita a Venezia nel 1757.

Del resto, lo stesso pisano aveva avuto modo di lavorare con pratici ed artefici lagunari, sottolineando tutta l'utilità dei loro risultati e contribuendo, matematizzandoli, a fare crescere in misura notevole, non solo negli spazi marittimi della Serenissima, l'architettura navale e l'odierna scienza delle costruzioni.

Toaldo, nel curare la stampa finalmente completa delle Opere di Galileo Galilei, comprensiva del capolavoro del 1632 e degli apparati epistolari manoscritti, diede, di fatto, asilo e diritto di cittadinanza, a tutti gli effetti, ad un modello, quello elio-statico, riscoperto, nel 1543, da Copernico, che non doveva adesso più nascondersi e poteva venire esplicitato alla luce del sole. Grazie alla impresa editoriale di Toaldo, il quale portava altresì a compimento la grande tradizione galileiana veneta principata tra XVII e XVIII secolo, a Padova, da Giovanni Poleni¹⁵, Galileo aveva vinto. Post mortem e con oltre un secolo di ritardo, ma aveva infine vinto. Una vittoria sofferta, ma per nulla effimera o da sottostimare.

3. Il libro come veicolo del testo: la costruzione d'una nuova scienza fisico-astronomica

Il Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo è opera lunga e complessa, ricca di contenuti e scientifici e tecnici. Essa veicola un sapere eminentemente pratico-concreto, dalla chiara ed orgogliosa ascendenza archimedea. L'impostazione di Galileo è rigorosamente meccanicistica e atomista, in senso democriteo più che lucreziano o epicureo (questi ultimi due modelli cari a libertini e deisti radicali)¹⁴.

Nel libro, l'autore fa inoltre tesoro delle esperienze fatte, ad inizio Seicento, presso l'Arsenale di Venezia, dove Galileo poté vedere all'opera le maestran-

¹³ Cfr. su di lui C. Maccagni, *I problemi delle scienze fisico-matematiche al tempo di Giovanni Poleni*, in *Giovanni Poleni idraulico, matematico, architetto e filologo (1683-1761)*, Padova, Erredici, 1988, pp. 23-32. Il galileismo veneto era poi strettamente legato a quello emiliano, facente ovviamente capo alla prestigiosissima Università di Bologna. Un esempio seicentesco illustre rimane quello del fisico, medico, matematico ed astronomo Geminiano Montanari, insieme seguace del metodo galileiano e antesignano della sensibilità illuministica successiva, animato dall'ideale già baconiano di voler porre la scienza e la tecnica al servizio del pubblico bene: il grande mito, si sa, poi settecentesco. Molto diversa era, per altro, la situazione politico-religiosa e socio-istituzionale, tra Padova e Bologna: più aperta alla possibilità di un dialogo libero e costruttivo la prima (sin dai tempi, vissuti in prima persona da Galileo e Sarpi, dell'Interdetto e del conflitto tra Venezia e Roma), necessariamente costretta ad adottare strategie retoriche già libertine di riscrittura, dissimulazione e auto-censura la seconda, in quanto territorialmente posta all'interno degli Stati della Chiesa e quindi obbligata a fare i conti cautamente con la cultura di orientamento post-tridentino. Quest'ultima nondimeno seppe incontrare a Rimini, a inizio Settecento, con il cardinale David, ammirato da Montesquieu tanto la nuova scienza, quanto il riformismo dei Lumi più moderati.

¹⁴ Cfr. S. Drake, *Galileo Galilei pioniere della scienza. La fisica moderna di Galileo*, Padova, Muzzio, 1992 (ristampa: 2009).

ze impegnate ad affrontare problemi idraulici e costruttivi nel settore della cantieristica navale: caso classico ed altamente rappresentativo – per quanto mai troppo ricordato dagli storici della scienza – di trasferimento scientifico di conoscenze tecniche, di passaggio da un sapere di mestiere empirico ed analogico a una rielaborazione-riqualificazione dotta ed alta, tramire il medium del nuovo organo geometrico-matematico¹⁵.

Il Dialogo si svolge lungo l'arco di quattro giornate, con tre protagonisti: i galileiani Salviati e Sagredo, ed il peripatetico Simplicio (lo stesso nome del commentatore di Aristotele, vissuto nel secolo VI). La prima giornata riguarda la cosmologia ed il confronto fra copernicanesimo e geocentrismo, con la preferenza accordata al primo. La seconda espone il principio galileiano della relatività, per cui non è possibile stabilire se un sistema meccanico sia in quiete o in moto, restando all'interno di esso. La terza giornata esamina problemi di arte nautica e smonta le argomentazioni della filosofia aristotelica contro il movimento della Terra. La quarta giornata è consacrata, per intero, alla dottrina delle maree. Galileo, qui, respinge la corretta spiegazione luni-solare di età ellenistica (già accettata da Keplero, e ripresa poi da Newton, a fine secolo), in favore di un complesso ragionamento fisico e matematico, incentrato sulla doppia rotazione diurna e annua del nostro globo, rispettivamente attorno al Sole e al proprio asse. Qui, il grande pisano considera erroneamente il discorso *de fluxu et refluxu maris* come la prova certa della verità fisico-astronomica del sistema eliocentrico. Quando, al momento del processo romano, i teologi dell'Inquisizione gli fecero notare che si trattava di un falso argomento probatorio, avevano ragione. In realtà, l'errore galileiano si spiega. Esso è il frutto di un estremo atto di coerenza metodologica in senso archimedeo, questa volta eccessiva: il fatto è che Galileo faceva scienza in termini meccanicistici, volto a prendere in considerazione solo e unicamente fenomeni spiegabili ricorrendo a rapporti causali, privi di implicazioni finalistiche ed essenzialistiche. Ai suoi occhi, ammettere una *actio in distans*, come la attrazione lunare (che effettivamente provoca e regola il moto di alta e bassa marea), era troppo vicino al mito delle intelligenze angeliche, che muovono e orientano le sfere planetarie, all'idea astratta delle origini metafisiche del movimento, da studiarsi per lui al contrario in un'ottica solo ed esclusivamente razionale e scientifica, senza alcuna concezione a magia naturale o illusori retaggi sostanzialistici.

¹⁵ Cfr. W.C. Dampier, *Storia della scienza*, Torino, Einaudi, 1953, pp. 217 ss.

4. Il libro attraverso immagini e apparati: paratesto ed iconografia scientifica

Lo storico della stampa sa bene quanto, accanto e congiuntamente al testo, sia opportuno – se non fondamentale e talvolta imprescindibile – porre la dovuta attenzione anche al paratesto, ossia l'insieme di elementi e grafici di contorno, che servono a presentare il libro nel contesto della sua distribuzione e circolazione materiale effettiva (che, nel caso del *Dialogo*, come si è visto, sono avvenute con più di un secolo di ritardo rispetto alla prima impressione landiniana del 1632)¹⁶.

Parlare di paratestualità in seno alla storia del libro scientifico della prima età moderna è pertanto cogliere la relazione fra il contenuto testuale dell'opera e tutti quegli elementi accessori (determinanti, in ogni caso) appartenenti ad esso, sorta di contorno variabile fatto, nel caso d'un libro come il *Dialogo* di Galileo, anche di immagini e figure: un'iconografia scientifica che è dunque parte del testo, anzi che è essa stessa in parte testo, quantomeno apporto irrinunciabile ad esso, sua integrazione sul piano visivo e fattore di chiarificazione dei concetti, appunto attraverso l'apparato illustrativo. Quella fra il testo e il paratesto è quindi una relazione niente affatto trascurabile, visto il forte impatto che ha sul ricettore, nel caso d'un libro scientifico-astronomico come il *Dialogo sopra i due massimi sistemi* sul lettore colto.

Nel capolavoro galileiano, sono a conti fatti poche le illustrazioni: figure geometriche di stampo tradizionalmente euclideo, mai troppo complesse (almeno nella prima giornata); altre figure e immagini di strumenti scientifici e tavole aritmetiche si trovano nella seconda giornata; nella terza (la sola nella quale i numeri contendono il primato espositivo alle parole, comunque predominanti), abbiamo figure, diagrammi astronomici, formule e tabelle, che materializzano visivamente ragionamenti di tipo logico-matematico; nella quarta giornata, incontriamo infine vari disegni di cerchi e quadranti: la geometria la fa pertanto da protagonista, in linea del resto con tutta la grande tradizione matematica italiana, cinque e seicentesca. In generale, nel *Dialogo* il formalismo geometrico-matematico è limitato, mai eccessivo o troppo ingombrante, ma comunque non certo assente. Il libro è, d'altra parte, anche un classico della grande prosa italiana nella prima metà del secolo XVII, come noto. La pagina è classicamente barocca e seicentesca, con varie note esplicative a margine. Un lungo elenco di *errata* chiude poi il volume.

¹⁶ Cfr. in proposito M. Torrini, *Paratesto e rivoluzione scientifica*, in *Dintorni del testo. Approcci alle periferie del libro*, I, Roma, Edizioni dell'Ateneo, 2005, pp. 207-215.

Se nel *Dialogo* l'immagine ritrae e raffigura la scienza, altrettanto importante è fare alcuni brevi cenni al ritratto dell'autore, quello, famosissimo, realizzato per Galileo, nel 1626, dal pittore di Anversa Justus Sustermans (1597-1681). Questi abitava a Firenze, a Villa Giovannelli, ed era il vicino di casa di Galileo, allora impegnato, già da tre anni, a comporre la sua opera magna. Più che di un ritratto, come è stato sottolineato da Carlo Maccagni, si tratta di una vera e propria celebrazione artistico-pittorica: una autentica e intenzionalmente perseguita apoteosi iconografica, con un garbato cromatismo e il desiderio di rappresentare – sul volto, appena velato dall'apparente severità – la saggezza della scienza coltivata dall'uomo, non senza abili giochi di chiaroscuri¹⁷. Il ritratto galileiano opera di Sustermans si trova agli Uffizi sin dal 1678, testimonianza imperitura della grandezza scientifica eternata da arte e pittura.

5. Autore e contesto: Galileo tra Repubblica veneta, Granducato e Stati della Chiesa

Nell'elaborazione della scienza galileiana agì, sin da fine Cinquecento, l'umanesimo matematico, che aveva riscoperto e ripristinato filologicamente i codici di Euclide, Archimede, Eudosso, Apollonio, Erone ed Eratostene. Un'operazione, libraria e culturale, sempre troppo poco rimarcata. Durante tutto il Rinascimento, di cui Galileo fu un erede indiscusso, sul piano e degli interessi e dell'impostazione, uno dei principali centri dell'umanesimo matematico sorse in città prive all'epoca di una università (allora, comunque, raccaforti dell'aristotelismo imperante e più dogmatico, anche in Inghilterra). Ad Urbino, i Duchi riuscirono a coniugare il mecenatismo scientifico rinascimentale con lo sviluppo di fortificazioni ed artiglieria. Alla corte ducale dei Montefeltro, venne creato in tale modo un centro propulsivo – para-accademico o, se si preferisce, pre-accademico – della nuova scienza matematico-sperimentale poi andatasi affermando con Galileo¹⁸.

Quest'ultimo trascorse, per sua stessa ammissione, i diciotto anni più felici della sua vita presso lo Studio di Padova, dal 1592 al 1610. Era circondato da aristotelici, tuttavia aperti al dialogo (tranne in alcuni rari casi) e propensi a confrontarsi, cautamente, con le frontiere del nuovo sapere, che andava via via

¹⁷ Cfr. C. Maccagni, *L'iconografia di Galileo Galilei. Dal ritratto all'apoteosi*, in *La ragione e il metodo*, Milano, Electa, 1999, pp. 55-61.

¹⁸ Cfr. C. Maccagni, *Scienze e tecniche nella rivoluzione scientifica*, in *Galileo Galilei e gli scienziati del Ducato di Urbino*, Pesaro, Comune di Pesaro, 1992, pp. 9-13.

chiedendo strada per sé. I peripatetici patavini erano disposti ad incorporare nel quadro filosofico di un aristotelismo a maglie larghe varie integrazioni e modifiche. La meccanica dello Stagirita e dei suoi commentatori medievali lo richiedeva inevitabilmente sempre più. Certo, lo sfondo restava metafisico e tradizionale, ma i segnali erano per Galileo molto incoraggianti. A Padova, sulla base di poche semplici notizie, giuntegli dai Paesi Bassi olandesi, a partire dal 1604, il grande pisano cominciò a ricostruire il telescopio, lo strumento principe della nuova scienza, puntandolo nell'inverno 1609-1610 verso il cielo convinto della sua forza euristica. Fare entrare gli strumenti nella scienza: fu anche questo uno dei più grandi meriti storici di Galileo, appena prima di Bacone e Boyle nell'Inghilterra degli Stuart.

Se il matematico e fisico toscano scelse, infine, di lasciare quella Padova dove si era trovato così bene, la cosa è facilmente spiegabile. Restare in terra veneta, sempre più anti-curiale, dopo l'Interdetto, avrebbe per un verso protetto Galileo, ma gli avrebbe inevitabilmente impedito di tentare il confronto con la crema dell'*intelligenza* scientifica italiana, che allora era nella Roma dei gesuiti e del papa re: nella Città eterna si giocava la vera partita, pro o contro il copernicanesimo, in cui Galileo colse più che correttamente la nuova e più aggiornata frontiera dell'astronomia. Fare accettare l'eliocentrismo – e da Clavio gli vennero all'inizio incoraggianti segnali di apertura al dialogo – dai dotti della corte pontificia fu la comprensibile – illusoria e controproducente solo col senno di poi – ambizione galileiana, dopo la stampa del *Sidereus Nuncius*, nel marzo del 1610. Ecco il perché del ritorno in terra granducale, dove i Medici gli avevano poi sempre accordato notevoli favori e protezione personale, promuovendone a più riprese la carriera scientifica. Solo a posteriori possiamo affermare che Galileo si illuse. In lui, la buona fede ebbe il sopravvento: disincanto e delusione sarebbero sopravvenuti solo negli anni tardi della vita, complici anche l'indebolirsi della salute ed alcune sofferenze familiari. Appiattare la tragedia galileiana pensando solo alla tenace opposizione riservatagli da domenicani e ignaziani (con qualche francescano di supporto) significherebbe falsare la realtà dei fatti e osservarli solo da un'angolazione preconcepita e angusta, rinunciando alle molte sfumature che impreziosiscono invece il quadro d'insieme¹⁹.

Ovunque – prima a Pisa, quindi a Padova, infine a Firenze – Galileo operò in contesti istituzionali in trasformazione, rispetto al recente passato.

¹⁹ Cfr. A. Battistini, *Galileo e i gesuiti*, Milano, Vita e pensiero, 2000.

Il suo metodo scientifico, unito al recupero di più antiche conoscenze, a sperimentazioni sistematiche e alla progettazione di strumenti, rese l'attività scientifica e utile, e di grande interesse socio-culturale, e finanche politico. Gli interessi galileiani per la navigazione (osservando dal vivo sul campo le maestranze all'opera nei cantieri di Venezia, oltretutto una delle città della stampa nel Seicento) e per la guerra (il suo famoso compasso geometrico e militare) erano, allora, di marcato interesse per la riorganizzazione degli Stati nazionali, nati a fine Quattrocento. Pure grazie a Galileo, la scienza andò vieppiù guadagnandosi una posizione privilegiata, nell'attenzione dei governi, come quello della Serenissima e quello mediceo. Ne venne una crescita esponenziale del sapere pratico ed utile, con un secolo di anticipo sul Settecento dei Lumi, alimentata dal circolo virtuoso costituito da incrementi di risultati scientifici, nuove applicazioni tecnologiche ed investimenti dall'alto. Spesso – la cosa accadde a Galileo confrontandosi per via diretta con il lavoro di ingegneri e manodopera presso gli arsenali veneti – la pratica di artigiani, mercanti e tipografi contribuì allo sviluppo della scienza, dando nuovi materiali di riflessione a filosofi naturali dalla preparazione altrimenti ancora soprattutto teorica.

Sia in Veneto, in seno all'ingegneria navale²⁰, sia in Toscana, in relazione alla meccanica ed alla costruzione di strumenti scientifici, Galileo fece scuola ed avviò una tradizione di ricerca durata per lo meno sino alla fine del secolo XVIII, celebrata fra gli altri anche da Giovanni Lami e Targioni Tozzetti, nel tramonto dell'Illuminismo lorenese. Negli spazi granducali, in particolare, il galileismo fu tenuto in vita, dopo la condanna del *Dialogo*, si sa, dalle attività sperimentali della Accademia del Cimento, tra il 1657 e il 1669 circa, posta direttamente sotto la protezione politico-religiosa della dinastia medicea. Fu un classico esempio storico di politica scientifica, portata volutamente avanti da uno Stato nazionale. Il granduca e l'*élite* fiorentina considerarono infatti il finanziamento delle ricerche sperimentali un utile e fondamentale investimento per la crescita ed affermazione del principato: il segno e di

²⁰ La scienza degli ingegneri nacque poi a tutti gli effetti, nel 1729, in Francia, grazie all'opera tecnica e manualistica edita da Bernard Forest de Belidor (1698-1761), studioso di idraulica e balistica, continuatore della tradizione galileiana, tra i padri della moderna ingegneria, e civile e militare. Dotato di eccellente preparazione matematica, capace di utilizzare il neonato calcolo integrale per risolvere problemi tecnici, Belidor fu membro dal novembre del 1726 della Royal Society di Londra. I suoi libri – specie quelli su fortificazioni e fisica delle acque, dati alle stampe tra il 1725 ed il 1758 – fanno data nella storia della scienza e della tecnica settecentesche, non solo francesi, ma a livello europeo. Belidor fu altresì il punto di approdo delle ricerche idrauliche portate avanti nel Seicento francese da Roberval, Fournier e Mariotte. Cfr. R. Lenti, *L'Hydrographie di Fournier e la marina francese moderna*, Genova, Dismec, 1997.

tempi nuovi e di idee nuove, espresse con chiarezza a fine Seicento per lettera da Leibniz, al principe Eugenio di Savoia, circa l'opportunità di creare a Vienna un'istituzione accademica sul modello della accademia fiorentina dei galileiani e della Royal Society londinese (nata ufficialmente grazie a Carlo II Stuart nel 1662). Nel gruppo del Cimento, luogo di attrazione anche per *savants* d'oltralpe, vennero cooptati pure uomini di scienza stranieri, come l'anatomista cartesiano francese Claude Aubry, latinamente Claudius Auberius, autore ancora tutto da studiare, così come da studiare sono le relazioni scientifiche italo-francesi a metà del XVII secolo²¹.

6. La matematica galileiana seicentesca: l'analisi di Cavalieri, Torricelli, Barrow e Mengoli

Il *Dialogo*, come s'è detto prima, è sorretto sul fronte della teoria della materia da un'impalcatura corpuscolare di marca democritea²². Gli atomi di Galileo sono l'equivalente fisico, in matematica, degli indivisibili del felsineo Bonaventura Cavalieri, pure lui fautore di un approccio archimedeo alla scienza e tappa fondamentale nella nascita del moderno calcolo infinitesimale. Cavalieri analizzò la traiettoria parabolica dei gravi studiati da Galileo nel *Dialogo*. Nella formulazione dell'analisi Cavalieri riprese da Galileo – quello del *Dialogo* appunto e dei *Discorsi*²³ – la discussione dei concetti di infinito e quantità infinitesimale (il noto esempio degli insiemi infiniti posti in corrispondenza biunivoca con le loro parti e l'analogo rapporto fra i numeri naturali e i quadrati perfetti): procedure utili nella meccanica dei corpi uniformemente accelerati, per avere l'area del triangolo sottostante la linea che rappresenta

²¹ Accanto a quello leibniziano, anche l'epistolario di Spinoza – contenuto nell'edizione di *Opera posthuma*, pubblicata a L'Aja nel 1677 – è ricchissimo di notizie ed informazioni, circa lo stato delle questioni scientifiche e del trattamento che ad esse allora dedicavano le neonate istituzioni accademiche europee: oltre cinquanta lettere, tutte scritte fra il 1661 e il 1676, a diversi destinatari (Oldenburg, Meyer, Boyle, lo stesso Leibniz), in merito a varie problematiche, prima fra tutte quella relativa alla teoria cartesiana della materia, introdotta, con notevoli riserve critiche, prima da More, a Cambridge, e poi – nel secolo successivo – da Giannone a Napoli.

²² Cfr. E.J. Dijksterhuis, *Il meccanicismo e l'immagine del mondo*, Milano, Feltrinelli, 1971 (ristampa: 1980), pp. 115 ss., 221 ss.

²³ Dei *Discorsi* va ricordata anche la ristampa ampliata del 1718, a cura di Vincenzo Viviani, discepolo diretto di Galileo e suo primo biografo (nel 1654), ristampa che fu la versione del libro letta e studiata dai cultori settecenteschi e di fisica e meccanica. L'opera galileiana, che non finì all'Indice, in quanto si occupava per via non teorica ma solo sperimentale di dinamica e resistenza dei materiali, nasceva anche dai problemi, discussi dall'autore, in occasione del suo carteggio (del marzo 1635) con il veneziano Antonio De Ville, a proposito delle molte questioni fisiche lasciate irrisolte dagli pseudo-aristotelici *Problemi meccanici*. Il milanese Bonaventura Cavalieri – da Bologna, il 28 giugno 1639, dunque un anno dopo soltanto la stampa olandese dei *Discorsi*, ne scrisse a Galileo, ridiscutendo con lui, per lettera, la geometria sottesa al libro. Cfr. M. Mamiani, *Storia della scienza moderna*, Roma-Bari, Laterza, 1998, pp. 110 ss.

la velocità in funzione del tempo: superficie uguale allo spazio percorso. Galileo aveva considerato i triangoli fatti di infiniti segmenti misurabili. La sua idea del volume come composto da superfici piane venne ripresa a Bologna dal suo allievo Cavalieri, creatore di una geometria degli indivisibili ottenuta studiando piani e rette parallele in combinazione tra loro.

Tale nuova geometria, radice storica della analisi, poi newtoniana, fu formalizzata e generalizzata da un altro galileiano, il faentino Evangelista Torricelli, che prese in considerazione, altresì, indivisibili curvi, senza peraltro rinunciare ai metodi degli antichi, per motivi di rigore. Torricelli studiò il concetto di infinito lavorando sui solidi della stereometria euclidea, non senza esempi pratici e risultati inediti: in particolare, il matematico di Faenza si concentrò sulle curve che sono grafici delle funzioni $y=x^n$ (con n anche negativo o frazionario), calcolando la direzione della tangente e il rapporto inverso tra quelle che oggi chiamiamo integrale e derivata. Le osservazioni torricelliane²⁴ vennero estese, in Inghilterra, nelle *Lectiones geometriae* (1669) da Isaac Barrow (professore di matematica a Cambridge), al caso di curve generiche. Al pari di Torricelli e dei primi allievi di Galileo, anche Barrow si riferiva a curve ed a figure geometriche e non a funzioni in senso cartesiano. Non senza oscillazioni terminologiche inevitabili, sia Torricelli sia Barrow allargarono mediante i nascenti metodi analitici il raggio d'azione della geometria classica di origini elleniche, riscoperta, anche tipograficamente, in epoca rinascimentale. E Torricelli e Barrow, inoltre, dimostrano che l'analisi matematica nasce storicamente in seno alla geometria, a cui è debitrice sul piano concettuale e logico-deduttivo. Lo stesso Galileo, come i greci prima di lui, lavorava per costruzioni geometriche (anche il *Dialogo* ne è in più passi la dimostrazione): pensiamo solamente, qui, agli algoritmi dell'astronomia tradizionale, che consentivano ancora di determinare la posizione di

²⁴ Nel suo lavoro di matematico e di fisico (studiando come noto il vuoto nel tubo barometrico), Torricelli fu coadiuvato da Gasparo Berti (1600-1643), astronomo e geometra di Mantova, che trascorse la parte maggiore della sua vita a Roma, in contatto diretto con Holstenius, Kircher e Magiotti, fra gli altri. Alla morte del galileiano Benedetto Castelli, nel 1643, il Berti gli succedette, per pochi mesi, sulla cattedra di matematiche de La Sapienza. In fisica, Berti studiò in particolare la pressione atmosferica e propagandò gli studi torricelliani in merito, verificando altresì il livello di ascesa dell'acqua nei sifoni, in diciotto braccia, valore già fissato da Galileo durante i suoi esperimenti idraulici. Se ne trova un'eco pure nella corrispondenza di Mersenne coi cartesiani romani. Tramite Kircher e il suo allievo Kaspar Schott, autore nel 1657 della *Mechanica idraulico-pneumatica*, le indagini barometriche di Torricelli e Berti giunsero in Francia (dove ispirarono il noto esperimento del Puy de Dome ai fratelli Pascal) e in Inghilterra (contribuendovi con Boyle alla nascita della nuova pneumato-chimica, contrastata da Hobbes). Cfr., in proposito, S. Shapin, S. Schaffer, *Il Leviatano e la pompa ad aria*, Firenze, La Nuova Italia, 1994, nonché S. Drake, *Gasparo Berti*, in *Dictionary of Scientific Biography*, a cura di C.C. Gillispie, II, New York, Charles Scribner's Sons, 1970, pp. 83-84.

un pianeta, usando compasso e goniometro. Galileo, Cavalieri, Torricelli e Barrow impiegarono metodi insieme geometrici e numerici tramite tavole la cui costruzione era indipendente dall'algebra cartesiana dei francesi. I galileiani e Barrow – compreso in principio Newton, suo giovane allievo nel 1661 – non smisero di ragionare, come Archimede e Apollonio, in termini di curve, l'ente matematico basilare, da loro preferito alla relazione aritmetica, che riduce la curva al grafico della funzione $y=kx^2$. I galileiani e Barrow impiegarono ugualmente talvolta tavole numeriche, ma così come le avevano impiegate antichi matematici ed astronomi (tra questi, ad esempio, Ipparco in trigonometria). La crescente pubblicazione di tavole crebbe in parallelo con lo sviluppo delle matematiche, ed invase letteralmente il mercato della stampa, dal 1665 circa in avanti. Grazie alle tecniche tipografiche, si poté disporre di tavole sempre più precise e accurate, utili tanto in fisica matematica quanto in astronomia, infinitamente superiori, se le si confronta con la produzione geometrica manoscritta precedente. La stessa stampa delle tavole, da cui la moderna analisi sorse, era determinata dal numero via via crescente di utilizzatori del moderno metodo scientifico inaugurato dalla scienza galileiana in Italia durante la prima metà del secolo XVII²⁵.

I metodi infinitesimali antichi – non inventati da Newton o Leibniz, lo si rammenti – furono usati dunque con frutto, a partire da Galileo e per tutto il Seicento. Vennero assimilati, ripensati e trasformati, estesi e generalizzati, ad un insieme sempre più ampio di enti matematici, prima di venire convertiti dal linguaggio geometrico galileiano a quello algebrico. Segnatamente, l'apporto italiano si rivelò del tutto essenziale lungo una parte importante di questo articolato itinerario. Sulla scia di Cavalieri e Torricelli, si mosse il poco menzionato Pietro Mengoli (1626-1686), cultore di meccanica razionale, astronomia e matematiche, corrispondente fra gli altri di Stefano degli Angeli e Geminiano Montanari, nei cui libri è rintracciabile la trattazione di algoritmi infiniti, all'interno di contesti e geometrici e numerici. Mengoli, allievo di Cavalieri e galileiano di ferro, diede un contributo rilevante studiando le serie – in anticipo su Wallis e Newton – e i procedimenti di integrazione. Pubblicò

²⁵ Cfr. L. Russo e E. Santoni, E., *Ingegni minuti. Una storia della scienza in Italia*, Milano, Feltrinelli, 2010, pp. 176-177. Uno studio esaustivo a proposito della trattatistica a stampa dedicata alle tavole trigonometriche di età moderna non si è ancora avuto. Ne servirebbe uno, comparato, capace di confrontare le singole produzioni librarie nazionali in merito alle tavole numeriche, dal XVI al XVIII secolo: inglese, italiana, francese e austro-tedesca, senza dimenticare l'Olanda, con il tipografo, matematico ed astronomo Adrien Ulacq (1600-1667), autore delle *Tables de sinus tangentes et secantes, et de logarithmes et des nombres*, pubblicate a Gouda da Pierre Ramassein nel 1636 e da allora riedite più volte.

nel 1650 un libro fondamentale, le *Novae quadraturae arithmeticae, seu de additione fractionum*, opera che muove da Archimede, per studiare gli inversi della successione dei numeri triangolari e sommando le serie armoniche divergenti, mediante il calcolo logaritmico, per completare i processi di integrazione. Nelle pagine dei *Geometriae speciosae elementa*, Mengoli esaminò poi il concetto di limite ed introdusse quello di integrale, concepito come la somma di aree pluri-rettangolari, il tutto senza venire meno in termini di rigore logico ed espositivo, in grado di rivaleggiare con quello newtoniano (il solo, forse, nella nostra penisola, dopo metà Seicento): Mengoli, i cui libri arrivarono in Inghilterra contribuendo a radicarvi i temi e il messaggio della scienza galileiana, fu una lettura influente, sia per Wallis, sia per lo stesso Newton. Aspetti, veramente, troppo a lungo trascurati, anche per via del fatto che le matematiche italiane entrarono, subito dopo la morte di Mengoli, in una (sia pure breve e solo temporanea) stagione di parziale declino.

Anche nel caso di Mengoli²⁶, altro segno dell'influenza esercitata da Galileo, la matematica restò legata, più a lungo di quella d'altri contesti nazionali, agli stilemi della geometria greca tradizionale. La cosa non è da leggersi come un limite deplorabile, o un ritardo culturale, ma in termini di scelta, voluta e consapevole. I matematici di indirizzo galileiano non rifiutarono di adeguarsi al nuovo d'oltralpe, ma, semmai, preferirono continuare a rielaborare gli strumenti concettuali acquisiti dal passato. L'efficienza del calcolo – sviluppato e portato avanti, nel Settecento illuministico, a Treviso dai Riccati²⁷ – non

²⁶ Figura troppo presto ed immeritabilmente caduta nel dimenticatoio, quella di Mengoli è al contrario di rilevanza assoluta nella scienza del nostro ancora sconosciuto Seicento. Addottoratosi in legge, docente all'Università di Bologna, dedito a studi di aritmetica e meccanica, soprattutto, parroco di Santa Maria Maddalena nella città emiliana, Mengoli scrisse libri poi fatti conoscere in Inghilterra, con un certo successo nella repubblica dei matematici d'allora, da John Collins, stretto collaboratore di Newton e di fatto suo agente nel mercato librario continentale, fra gli anni Sessanta e Ottanta del secolo XVII. Mengoli studiò l'integrazione delle serie geometriche ed armoniche, utilizzando la tecnica logaritmica principata da Mercatore in Olanda, sommando i reciproci dei numeri triangolari, nelle *Novae quadraturae*. Nel 1659 definì, primo assoluto in Europa, il concetto di integrale definito, da lui inteso come la superficie racchiusa da una figura piana, a sua volta calcolata sommando l'area di parallelogrammi, inscritti e circoscritti. Seguace in astronomia di Galileo, tra i pochi a possedere materialmente il *Dialogo sopra i due massimi sistemi* nel secondo Seicento italiano, fu cripto-copernicano e lettore di Keplero, studiando il fenomeno ottico della rifrazione atmosferica, in chiave matematica. Nelle *Speculazioni musicali* del 1670, Mengoli riprese anche da Galileo, non senza riserve ed una certa originalità, la teoria della risonanza, in acustica. I suoi contributi matematici sull'analisi infinitesimale, oltre che da Wallis e Newton, in Inghilterra, vennero altresì molto apprezzati da Leibniz, in area tedesca. Nel 1681 – oramai non più giovane, solo un lustro prima di morire – Mengoli fece dare alle stampe, per gli eredi di Vittorio Benacci, l'almanacco dal titolo *Mese*. Cfr. M. Cavazza, *Pietro Mengoli*, in *Dizionario biografico degli Italiani*, LXXIII, Roma, Istituto dell'Enciclopedia Italiana, 2009, *ad vocem*.

²⁷ Cfr. in proposito: D. Arecco, *I Riccati, la matematica e l'armonia delle sfere: contributo alla storia del newtonianesimo*, in «Il Protagora», 27-28 (2017), pp. 45 ss.

fu di certo svilita, o trascurata. La stampa di aggiornate tavole logaritmiche interessò sempre moltissimo alla *coterie* galileiana italiana, primariamente a Cavalieri ed a Mengoli. Ad impiegarle erano però solo loro, i matematici continuatori di Galileo. Tecnici e pratici non le usavano, diversamente dal Nord Europa. In Inghilterra, fin dal 1615, solo un anno dopo la loro prima apparizione a stampa, le tavole di logaritmi si diffusero largamente, rivelandosi uno strumento di lavoro fatto proprio anche da ingegneri e costruttori navali (John Wells, tra questi). Mentre Galileo attendeva alla stesura del *Dialogo*, l'esperto di tecniche nautiche e cosmografia Henry Briggs, l'altro grande matematico inglese vissuto tra XVI e XVII secolo, già aveva dato alle stampe tavole numeriche ad uso di naviganti e comandanti di vascelli²⁸. Ai marinai, membri dello stesso ambiente, Edward Wright (1557-1615) aveva dedicato, sin nel 1599, il suo trattato *Certain errors in navigation*, stampato a più riprese, a Londra, da Joseph Moxon, libraio, fabbricante di mappamondi ed editore di ricchi atlanti illustrati.

7. Scienza, religione e Lumi: l'astronomia di Galileo e i gesuiti di Vienna nel XVIII secolo

L'atteggiamento della Chiesa cattolica verso Galileo e la cosmologia copernicana iniziò a mutare a partire dal 1740. Il cattolicesimo illuminato italiano – se a qualcuno pare ancora un ossimoro storico parlare di Illuminismo cattolico – era presente, negli spazi della nostra penisola, da almeno tre decenni: nel 1710 era stata pubblicata – a cura di religiosi eterodossi come Celestino Galiani, l'allora cappellano maggiore del Regno di Napoli – la stampa clandestina del *Dialogo* galileiano; la grande sintesi esposta da Newton nei *Philosophiae naturalis principia mathematica*, apertamente eliocentrica nei suoi assunti fisici di base, non era mai stata posta all'Indice ed anzi lo stesso Galiani se n'era fatto, con altri, attivo apologeta e propagandista; l'opera kepleriana, scampata alla condanna, continuava poi a essere letta ed utilizzata; sempre dal 1710 aveva iniziato a uscire, regolarmente, il *Giornale de' letterati d'Italia*, frutto degli sforzi culturali congiunti di tre ferventi ammiratori di Galileo (Apostolo Zeno, Lodovico Antonio Muratori e Scipione Maffei). Dimenticati i trascorsi libertini precedenti, lo stesso Maffei s'era non poco adoperato presso i gesuiti, dei quali era tornato di nuovo amico, affinché le cose riguardo alla memoria del grande pisano finalmente mutassero, almeno un poco. I frutti di tutte

²⁸ Cfr. L. Russo ed E. Santoni, *Ingegni minuti*, cit., pp. 178-180.

quelle fatiche non tardarono a maturare, non solo negli antichi stati italiani, la cui cultura si rivelava sempre più sensibile ai fermenti illuministici che giungevano da oltre i monti, sia nei riguardi di quelli più conservatori anglo-britannici, sia verso quelli francesi radicali (il cardinale Domenico Passionei entrò in corrispondenza con Voltaire, tra gli altri). A Roma, dal 1738 al 1748, prima di passare a Torino ed a Vienna, l'ignaziano Boscovich si convertì in via definitiva al newtonianesimo approfondendo la *new theory about light and colours* degli inglesi. Altri newtoniani di vaglia – su tutti il matematico, cosmografo e studioso di idraulica galileiana Paolo Frisi (1728-1784) – finì presto per annoverare al suo interno l'Ordine dei Barnabiti, tenace rivale di quello gesuitico nella gestione della politica culturale e della didattica scientifica, in particolare nella Lombardia austriaca sotto Maria Teresa e il principe Kaunitz. Frisi fu anche storico e biografo. Le sue vite di Galileo e di Cavalieri, visti e celebrati, soprattutto, come matematici e fisici, apparvero, in forma di elogio, a Milano, per i tipi del Galeazzi, nel 1778. La tradizione settecentesca degli elogi scientifici – inaugurata a inizio secolo, in Francia, dal cartesiano Fontenelle – venne accortamente utilizzata da Frisi per rivalutare-riabilitare Galileo e per ricollocare Cavalieri ed i suoi contributi all'analisi moderna nella storia delle matematiche italiane ed europee. L'impostazione, avallata dalla politica culturale perseguita in Lombardia dalla *maison d'Autriche*, nel quadro delle più ampie riforme teresiane, era schiettamente illuministica e non temeva più le reazioni dei gesuiti, oramai sciolti, dopo avere combattuto negli ultimi anni battaglie sempre più di retroguardia.

Dopo Roma, anche nella seconda città ufficiale del cattolicesimo europeo, la Vienna asburgica, il clima intellettuale crebbe e maturò, facendosi più tollerante e disponibile, nei confronti della scienza di matrice galileiana. Erano insomma lontani i tempi della strenua e feroce opposizione mostrata a Galileo da Orazio Grassi e Christoph Scheiner (in privato peraltro critico del geocentrismo) nel primo Seicento, all'indomani della stampa romana, ad opera del Mascardi, della sua *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari* (1613). La figura cardine nell'opera di implicita accettazione del galileismo nell' Austria settecentesca fu quella oggi assai poco conosciuta del gesuita Maximilian Hell²⁹.

²⁹ Cfr. D. Arecco, *Massoneria, scienza e Illuminismo nell' Austria settecentesca*, in «Lumina», 5 (2021), pp. 311-320.

Quest'ultimo, come pressoché tutti gli astronomi e filosofi naturali, nel secolo dei Lumi, arrivò a Galileo attraverso la fisica gravitazionale newtoniana, portata a Vienna da Boscovich. Nato in Ungheria da famiglia tedesco-slovacca, nel 1720, scomparso nella capitale asburgica nel 1792, Hell diventò, nel 1756, il direttore dell'osservatorio astronomico viennese, lavorandovi assiduamente alla redazione delle *Ephemerides ad meridianum Vindobonensem*, serie di tavole astronomiche contenenti dati celesti che si guadagnarono presto fama in Europa centrale, lette e ristampate. Figura di punta del Collegio teresiano, nel XVIII secolo l'ultimo grande avamposto della scienza gesuitica, Hell vi fu collega, fra gli altri, del medico e fisico Peter Holler (poi suo corrispondente, durante i viaggi scientifici nei paesi baltici), ma in particolare del matematico e naturalista ignaziano Christian Mayer (1719-1785) e dell'astronomo Franz von Zach (1754-1832), allora socio straniero della Reale Accademia delle Scienze di Torino, in contatto con padre Giambattista Beccaria (1716-1781), e anello di congiunzione fra il microcosmo della scienza austriaca ed il *milieu* illuministico che, in Piemonte, faceva corte attorno al re sabauda Vittorio Amedeo III (un attivissimo circolo accademico composto da massoni, aristocratici, nobili e tecnocrati).

Nel 1769, ormai convinto sostenitore e continuatore dell'astronomia galileiano-newtoniana – e di essa strenuo difensore – Hell si recò per otto mesi in Europa settentrionale, prima in Finlandia – dove si dedicò allo studio, cominciato solo pochi decenni prima da Linneo, di lingua, costumi, flora e fauna dei Lapponi – e poi in Norvegia, a Vardo, allo fine di osservarvi il transito di Venere, l'evento astronomico del secolo, oggetto di discussioni ancora nell'Ottocento (nel Regno Unito con Simon Newcomb)⁵⁰.

Al principio di ottobre di quello stesso 1769, Hell venne nominato membro straniero della Reale Accademia delle Scienze danese, che l'anno successivo coprì le spese di stampa del resoconto che Hell ricavò, da quelle osservazioni celesti, ad uso della Repubblica delle Lettere: la sua *Observatio transitus Veneris ante discum Solis* venne infatti edita, a Copenhagen, nel 1770. Come Galileo, anche Hell aveva una grandissima fiducia nella capacità ostensiva degli strumenti astronomici, primo fra tutti come ovvio il cannocchiale. Nel 1771, per i suoi meriti scientifici e successi a stampa, inoltre, Hell fu ascritto anche alla Reale Accademia delle Scienze di Stoccolma. Passato in Svezia,

⁵⁰ Cfr. P. Moore, *Exploring the Night Sky with Binoculars*, Cambridge, Cambridge University Press, 2000, pp. 212 ss.; H. Kragh, *The Moon that Wasn't. The Saga of Venus Spurious Satellite*, Budapest, Springer, 2008, pp. 79 ss.

vi raccolse notizie ed informazioni scientifiche sulle zone artiche che nelle sue intenzioni sarebbero dovute andare a formare una grande ed esauriente enciclopedia di scienze naturali, nate in quegli anni a tutti gli effetti in Francia con Lamarck.

La grande impresa editoriale – di fatto una rilettura in chiave cattolica e religiosa (evidente, qui, l'influenza della *natural theology* newtoniana anglo-britannica) di quelle scienze celebrate, in Francia, dai *philosophes*, con l'enciclopedia di Diderot e d'Alembert – non si concretò e finì per non vedere mai la luce, anche e soprattutto a seguito della soppressione papale dell'Ordine gesuitico. Anche un'analoga operazione editoriale relativa ad astronomia e cosmografia naufragò, questa volta per l'invidia e gelosia di alcuni colleghi. Come Galileo, Hell era convinto che fare scienza fosse studiare, fenomenicamente e con l'ausilio dei mezzi geometrico-matematici, il regno di Dio sulla terra: un'opportunità imperdibile al fine di gettare un colpo d'occhio scientifico sulla saggezza divina, dispiegatasi nel creato. A differenza, però, di Galileo – e ancora in linea, da questo punto di vista almeno, con la cultura gesuitica barocca di Kircher e di Schott – Hell coltivò anche alcuni interessi esoterici, come quello per la magnetoterapia di Mesmer e della Massoneria teosofica e spiritualista, mistica e legata alle scienze occulte, resa popolare a Parigi nel tramonto dell'*ancien régime* pure da Cagliostro.

In definitiva, quindi, anche grazie all'azione gesuitica europea e ai ripensamenti degli ignaziani al tempo dell'Illuminismo settecentesco, la sintassi galileiana del cielo ebbe la sua vittoria postuma, poco dopo la metà circa del XVIII secolo. Il *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* – che pochi, se non quasi nessuno, lessero al suo apparire, in prima edizione – poté entrare nelle biblioteche private dei filosofi naturali, dei matematici e degli astronomi, senza più difficoltà, o timori. La meccanica terrestre di Galileo, secondo molti storici della scienza il vero grande contributo del grande pisano alla crescita e allo sviluppo del sapere scientifico (più di un eliocentrismo già riproposto da Copernico e da Keplero e di una teoria delle maree erronea nei suoi fondamenti), era e già da tempo parte integrante di una nuova cultura, foriera d'ulteriori approfondimenti che vennero soprattutto dall'Inghilterra newtoniana.

8. Libri e bibliografia

8.1. *Fonti primarie manoscritte*

CASTELLI, B., *Lettera* (Roma, 23 luglio 1633), originale, firma autografa, Firenze, Biblioteca Nazionale Centrale, Ms. Gal. 20.

CIOLI, A., *Firenze* (15 giugno 1631), originale, Firenze, Biblioteca Nazionale Centrale, Ms. Gal. 12.

MAGIOTTI, R., *Lettere* (Roma, 25 agosto 1633 e 17 dicembre 1633), originale, firma autografa, Firenze, Biblioteca Nazionale Centrale, Ms. Gal. 20.

NICCOLINI, F., *Lettere* (Roma, 17 maggio 1631 e 8 giugno 1631), originale, Firenze, Biblioteca Nazionale Centrale, Ms. Gal. 12.

NARDI, A., *Lettere* (Roma, 20 luglio 1633 e 20 agosto 1633), originale, firma autografa, Firenze, Biblioteca Nazionale Centrale, Ms. Gal. 20.

NARDI, B., *Lettera* (Bruxelles, 19 aprile 1633), originale, firma autografa, Firenze, Biblioteca Nazionale Centrale, Ms. Gal. 20.

8.2. *Fonti primarie a stampa*

BARROW, I., *Lectiones geometricae*, Londini, Dunmore, 1669-1770.

BARROW, I., *Lectiones opticae*, Londini, Scott, 1674.

BARROW, I., *Lectiones mathematicae*, Londini, Wells, 1685.

BORELLI, G.A., *Theoricae Mediceorum planetarum*, Florentiae, ex typographia SMD, 1666.

CALMET, A., *Dissertazioni sopra le apparizioni de' spiriti, e sopra i vampiri, o i redivivi d'Ungheria, e di Moravia*, Venezia, presso Simone Occhi, 1756 (ristampa: 1770).

CATTANEO, G., *Opera nuova di fortificare aggiuntovi nel fine un trattato de' g'essamini de' bombardieri e di far fuochi arteficiati*, Brescia, appresso Giovanni Battista Bozola, 1564.

CAVALIERI, B., *Lo specchio ustorio* (1632), Bologna, Dozza, 1650.

DELLA VALLE, B., *Libro con nuovi capitoli di artificii de fuoco*, Venezia, per Marchio Sessa, 1524.

FRISI, P., *Elogi di Galileo Galilei e di Bonaventura Cavalieri*, Milano, Galeazzi, 1778.

- GALIANI, C., GRANDI, G., *Carteggio (1714-1729)*, a cura di F. Palladino, L. Simonutti, Firenze, Olschki, 1989.
- GALILEI, G., *Dialogo di Cecco di Ronchitti, in proposito della stella nuova*, Padova, appresso Pietro Paolo Tozzi, nella stamperia di Lorenzo Pasquati, 1605.
- GALILEI, G., *Sidereus Nuncius*, Venezia, Baglioni, 1610.
- GALILEI, G., *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari*, Roma, Mascardi, 1613.
- GALILEI, G., *Il Saggiatore*, Roma, Mascardi, 1623.
- GALILEI, G., *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, Fiorenza, Landini, 1632.
- GALILEI, G., *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, Leida, appresso gli Elzeviri, 1638.
- GALILEI, G., *Systema cosmicum de duobus maximis mundi systematibus*, Lugduni, Huguëtan, 1641.
- GALILEI, G., *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, Fiorenza [ma Napoli], 1710.
- GALILEI, G., *Opere*, Padova, Stamperia del Seminario, 1744.
- GALILEI, G., *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, Padova, Stamperia del Seminario, 1744.
- KEPLER, J., *Harmonices Mundi*, Linz, Ioannes Plancus, 1619.
- KEPLER, J., *Opera omnia*, Frankfurt, Heyder-Zimmer, 1858-1871.
- MENGOLI, P., *Novae quadraturae arithmeticae, seu de additione fractionum*, Bologna, Monti, 1650.
- MENGOLI, P., *Geometriae speciosae elementa*, Bologna, Ferroni, 1659.
- NEWTON, I., *Philosophiae naturalis principia mathematica*, Londini, Innys, 1726.
- NEWTON, I., *The mathematical papers*, a cura di D.T. Whiteside, Cambridge, Cambridge University Press, 1964-1981.
- ROCCO, A., *Esercitazioni filosofiche*, Venezia, Baba, 1633.
- SCHOTT, K., *Mechanica idraulico-pneumatica*, Frankfurt, Schoenwetter-Pigrin, 1657 (ristampe successive: 1664, 1677 e 1687).

TARGIONI TOZZETTI, G., *Notizie degli aggrandimenti delle scienze fisiche accaduti in Toscana nel corso di anni XL del secolo XVII*, Firenze, da Giuseppe Bouchard libraio in mercato nuovo, 1780 (ristampa: Bologna, Forni, 1967).

TOALDO, G., *Dei conduttori per preservare gli edifizj da' fulmini*, Venezia, Storiti, 1778.

TORRICELLI, E., *Opere*, a cura di G. Loria, Faenza, Montanari, 1908-1919.

ULACQ, A., *Tables de sinus tangentes et secantes, et de logarithmes et des nombres*, Gouda, Ramassein, 1636 (ristampe: Amsterdam, Goos, 1666; Lyon, Thioly-Carteron, 1670; Paris, Jombert, 1699 e 1720).

VIVIANI, V., *Vita di Galileo (1717)*, a cura di F. Flora, Milano, Rizzoli, 1954.

WALLIS, J., *Opera mathematica*, Oxford, Theatro Sheldoniano, 1693-1699.

8.3. Letteratura secondaria e studi critici

ARECCO, D., *Galileismo, corte medicea e pratiche accademiche. Il mondo di Bartolomeo Intieri*, in *Volti della modernità nella cultura europea*, Novi Ligure, Città del silenzio, 2018, pp. 45-63.

BALDINI, U. (a cura di), *Cristoforo Clavio e l'attività scientifica dei Gesuiti nell'età di Galileo*, Atti del Convegno internazionale (Chieti, 28-30 aprile 1993), Roma, Bulzoni, 1995.

BALDINI, U., *Galileo Galilei*, in *Dizionario biografico degli Italiani*, LI, Roma, Istituto dell'Enciclopedia Italiana, 1998, *ad vocem*.

BATTISTINI, A., *Galileo e i gesuiti*, Milano, Vita e pensiero, 2000.

CALEMME, A., *L'Illuminismo prima dell'Illuminismo. Perché la Chiesa condannò Galilei*, Reggio Calabria, La Città del Sole, 2014.

CALEMME, A., *La ragione galileiana del mondo. Tra metafisica, tecnologia e teologia*, Napoli, Guida, 2017.

CALEMME, A., *Alle origini della tecnologia scientifica. Ricezione e sviluppo del pensiero galileiano nell'opera di Isaac Newton*, Milano, Mimesis, 2020.

CINTI, D., *Bibliografia galileiana*, Firenze, Sansoni, 1957.

CROMBIE, A.C., *Da S. Agostino a Galileo*, Milano, Feltrinelli, 1970 (ristampa: 1982).

- DE CEGLIA, F.P., *Reazioni romane. L'idraulica galileiana negli scritti di Giovanni Bardi e Giuseppe Biancani*, Bari, Laterza, 1997.
- DE CEGLIA, F.P., *De natantibus. Una disputa ai confini tra filosofia e matematica nella Toscana medicea (1611-1615)*, Bari, Laterza, 1999.
- DE SANTILLANA, G., *Processo a Galileo. Studio storico-critico*, Milano, Mondadori, 1960.
- DRAKE, S., *Gasparo Berti*, in *Dictionary of Scientific Biography*, a cura di C.C. Gillispie, II, New York, Charles Scribner's Sons, 1970, pp. 83-84.
- DRAKE, S., *Galileo. Una biografia scientifica*, Bologna, Il Mulino, 1988.
- DRAKE, S., *Galileo Galilei pioniere della scienza. La fisica moderna di Galileo*, Padova, Muzzio, 1992 (ristampa: 2009).
- FAVARO, A., *Vincenzo Viviani e la sua vita di Galileo*, Venezia, Ferrari, 1905.
- GALLUZZI, P., *Momento. Studi galileiani*, Roma, Edizioni dell'Ateneo, 1979.
- GALLUZZI, P. (a cura di), *Novità celesti e crisi del sapere*, Firenze, Giunti Barbèra, 1984.
- HALL, A.R., *Da Galileo a Newton (1630-1720)*, Milano, Feltrinelli, 1973 (ristampa: 1981).
- HOSKIN, M., *Dalla geometria alla fisica: l'astronomia trasformata*, in *Storia dell'astronomia di Cambridge*, Milano, Rizzoli, 2001, pp. 105-112.
- KOYRÉ, A., *Studi galileiani*, Torino, Einaudi, 1979.
- LOMONACO, F., TORRINI, M. (a cura di), *Galileo e Napoli*, Napoli, Guida, 1987.
- MACCAGNI, C., *Esperienza, tecnica e matematica nel 'metodo' di Galileo Galilei*, in *Actes du Symposium International d'histoire des sciences (Pisa-Vinci, 16-18 giugno 1958)*, Firenze, Bruschi, 1958, pp. 167-177.
- MACCAGNI, C., *Riscontri platonici relativi alla matematica in Galileo e Torricelli*, in *Atti del Convegno di studi torricelliani* (Faenza, 19-20 ottobre 1958), Faenza, Lega, 1959, pp. 66-75.
- MACCAGNI, C., *Appunti biografici e passi scelti dalle opere di Galileo Galilei*, Roma, Comitato nazionale per le manifestazioni celebrative del IV centenario della nascita, 1964.
- MACCAGNI, C., *Antologia galileiana*, Firenze, Giunti Barbèra, 1964 (ristampa: 1967).
- MACCAGNI, C., *Saggi su Galileo Galilei*, Firenze, Giunti Barbèra, 1972.

- MACCAGNI, C., *Scienze e tecniche nella rivoluzione scientifica*, in *Galileo Galilei e gli scienziati del Ducato di Urbino*, Pesaro, Comune di Pesaro, 1992, pp. 9-13.
- MACCAGNI, C., *Le matematiche nella concezione galileiana della fisica come scienza sperimentale*, in *Galileo e la scienza sperimentale*, Padova, Dipartimento di Fisica, 1995, pp. 87-102.
- MACCAGNI, C., *Galileo and cosmology*, in *Galileo scientist*, Roma, Istituto Nazionale di Fisica, 1997, pp. 61-75.
- MACCAGNI, C., *La cosmologia di Galileo*, in *Principio di secol novo*, Pisa, Casa di risparmio di Pisa, 1998, pp. 67-95.
- MACCAGNI, C., *L'iconografia di Galileo Galilei. Dal ritratto all'apoteosi*, in *La ragione e il metodo*, Milano, Electa, 1999, pp. 55-61.
- MAMIANI, M., *Storia della scienza moderna*, Roma-Bari, Laterza, 1998.
- MILIGHETTI, M.C., *Antonio Nardi: natura e scienza. Pensiero filosofico e scientifico nell'opera di un discepolo aretino di Galileo Galilei*, Milano, Prometheus, 2017.
- NARDI, B., *I processi di Galileo*, Firenze, Sansoni, 1965.
- REDONDI, P., *Galileo eretico*, Torino, Einaudi, 1983.
- RESTON, J., *Galileo. La biografia*, Casale Monferrato, Piemme, 2005.
- TORRINI, M., *Galileo, Platone e la filosofia*, in *Il neoplatonismo nel Rinascimento*, Roma, Istituto dell'Enciclopedia Italiana, 1995, pp. 233-243.
- TORRINI, M., *Galileo e l'Europa*, Napoli, Procaccini, 1994.
- TORRINI, M., *Una vita difficile. Il Racconto storico della vita di Galileo Galilei di Vincenzo Viviani*, Lucca, Pacini Fazzi, 2015.

8.4. Repertori bibliografici e opere generali di consultazione

- ANASTASIO, P., *Paolo Antonio Foscarini*, in *Dizionario biografico degli Italiani*, XLIX, Roma, Istituto dell'Enciclopedia Italiana, 1997, *ad vocem*.
- ARECCO, D., *Da Genova a Versailles. Giandomenico Cassini e l'astronomia francese all'epoca del Re Sole*, in *Percorsi di storia della cultura. Saggi e studi storici in ricordo di Salvatore Rotta*, Roma, Aracne, 2014, pp. 169-190.

- ARECCO, D., *Scienza e libero pensiero. Francia, Austria e stati italiani di Antico Regime*, Novi Ligure, Città del Silenzio, 2016.
- ARECCO, D., *Comete, stelle e pianeti. Storia dell'astronomia nell'età di Newton*, Novi Ligure, Città del Silenzio, 2019.
- BARBARISI, G. (a cura di), *Ideologia e scienza nell'opera di Paolo Frisi (1728-1784)*, Milano, Franco Angeli, 1987.
- CALEMME, A., *Dalla rivoluzione scientifica alla rivoluzione industriale*, Roma, Meltemi, 2022.
- CASTELNUOVO, G., *Le origini del calcolo infinitesimale nell'era moderna*, Bologna, Zanichelli, 1938 (ristampa a cura di U. Forti: Milano, Feltrinelli, 1962).
- CAVAZZA, M., *Pietro Mengoli*, in *Dizionario biografico degli Italiani*, LXXIII, Roma, Istituto dell'Enciclopedia Italiana, 2009, *ad vocem*.
- CAVERNI, R., *Storia del metodo sperimentale in Italia*, Firenze, Civelli, 1891-1900 (ristampa anastatica: Bologna, Forni, 1970), 6 voll.
- CLAGETT, M., *La scienza della meccanica nel Medioevo*, Milano, Feltrinelli, 1972.
- COCHRANE, E.W., *Giovanni Lami e la storia ecclesiastica ai tempi di Benedetto XIV*, Firenze, Olschki, 1965.
- DAMPIER, W.C., *Storia della scienza*, Torino, Einaudi, 1953.
- DARNTON, R., *Il mesmerismo e il tramonto dei Lumi*, Milano, Medusa, 2005.
- DE RIENZO, E., *Celestino Galiani*, in *Dizionario biografico degli Italiani*, Roma, Istituto dell'Enciclopedia Italiana, LI, 1998, *ad vocem*.
- DIJKSTERHUIS, E.J., *Il meccanicismo e l'immagine del mondo*, Milano, Feltrinelli, 1971 (ristampa: 1980).
- FERRONE, V., *Scienza, natura e religione. Mondo newtoniano e cultura italiana nel primo Settecento*, Napoli, Jovene, 1982.
- GINGERICH, O., *Alla ricerca del libro perduto*, Milano, Rizzoli, 2004.
- KOESTLER, A., *I sonnambuli. Storia delle concezioni dell'universo*, Milano, Jaca Book, 1982 (ristampe: 1991, 2002 e 2010).
- KRAGH, H., *The Moon that Wasn't. The Saga of Venus Satellite*, Budapest, Springer, 2008.
- LENTI, R., *L'Hydrographie di Fournier e la marina francese moderna*, Genova, Dismec, 1997.

- MACCAGNI, C., *Scienza e arte militare in Giovanni Battista Baliani*, in *La storia dei genovesi*, V, Genova, Copy-Lito, 1985-1986, pp. 423-427.
- MACCAGNI, C., *Il Cinquecento. La definitiva affermazione della stampa*, in *Copernico e la questione copernicana*, Ferrara, Corbo, 1993, pp. 31-39.
- MACCAGNI, C., *I problemi delle scienze fisico-matematiche al tempo di Giovanni Poleni*, in *Giovanni Poleni idraulico, matematico, architetto e filologo (1683-1761)*, Padova, Erredici, 1988, pp. 23-32.
- MACCAGNI, C., FREGUGLIA, P. (a cura di), *La storia delle scienze*, Busto Arsizio, Bramante, 1989.
- MAIERÙ, L., *Fra Descartes e Newton: Isaac Barrow e John Wallis*, Catanzaro, Rubbettino, 1995.
- MAIERÙ, L., *Le sezioni coniche nel Seicento*, Catanzaro, Rubbettino, 2009.
- MCLUHAN, M., *La galassia Gutenberg*, Roma, Armando, 1962.
- MOORE, P., *Exploring the Night Sky with Binoculars*, Cambridge, Cambridge University Press, 2000.
- NICOLINI, F., *Celestino Galiani*, in *Enciclopedia italiana*, Roma, Istituto dell'Enciclopedia Italiana, 1952, *ad vocem*.
- NICOLINI, F., *Un grande educatore italiano, Celestino Galiani*, Napoli, Giannini, 1951.
- PARENTI, M., *Luoghi di stampa falsi*, Firenze, Sansoni, 1951.
- RUSO, R., SANTONI, E., *Ingegni minuti. Una storia della scienza in Italia*, Milano, Feltrinelli, 2010.
- SHAPIN, S., *La rivoluzione scientifica*, Torino, Einaudi, 2005.
- SHAPIN, S., SCHAFFER, S., *Il Leviatano e la pompa ad aria*, Firenze, La Nuova Italia, 1994.
- TORRINI, M., *La nuova scienza*, Firenze, Le Monnier, 1978.
- TORRINI, M. (a cura di), *La diffusione del copernicanesimo in Italia*, Firenze, Olschki, 1997.
- TORRINI, M., *Paratesto e rivoluzione scientifica*, in *Dintorni del testo. Approcci alle periferie del libro*, I, Roma, Edizioni dell'Ateneo, 2005, pp. 207-215.
- VERDET, J.-P., *Storia dell'astronomia*, Milano, Longanesi, 1995.

