
Mario Livio
Galileo
Contro i nemici
del pensiero scientifico
Rizzoli


Mario Livio
Galileo
Contro i nemici
del pensiero scientifico
Rizzoli

Il libro

Galileo è forse lo scienziato più celebre di tutti i tempi: il suo approccio allo studio dei fenomeni naturali – basato su osservazioni dirette e misurazioni concrete – ha contribuito a spalancare le porte alla modernità ed è alla base del metodo che guida ancora oggi ogni seria ricerca sperimentale. Le sue teorie hanno rivoluzionato la nostra visione del mondo e delle leggi fisiche che lo regolano, non meno di quelle di Einstein; non stupisce, quindi, che sia tuttora considerato uno dei padri della scienza, accanto a figure quali Copernico, Newton o Darwin. Ma a farne un'icona del pensiero moderno è stata soprattutto la sua battaglia con quanti, all'interno della Chiesa e della società del Seicento, preferivano rifugiarsi in una visione dogmatica dell'universo anziché accettare le evidenze poste davanti ai loro occhi. Sappiamo tutti come andò a finire: il *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* messo all'Indice, il processo davanti al Sant'Uffizio, l'abiura.

Per la prima volta, l'intera parabola di questo gigante dell'astronomia ci viene raccontata da un grande astrofisico che ha a lungo lavorato al programma del telescopio spaziale Hubble, il pronipote del cannocchiale galileiano. Grazie alle sue indiscusse doti di divulgatore, Mario Livio ci accompagna in un viaggio alla scoperta della vicenda umana e scientifica di Galileo per mostrarci quanto sia incredibilmente attuale. Ancora oggi, infatti, vediamo all'opera lo stesso cieco atteggiamento antiscientifico di chi allora sosteneva – sulla sola base dell'autorità di Aristotele e delle Sacre Scritture – la correttezza della teoria geocentrica tolemaica, ignorando le prove inconfutabili a favore del modello eliocentrico copernicano. Allo stesso modo, ai giorni nostri sempre più persone rifiutano i vaccini, negano il fenomeno del cambiamento climatico o la sua origine antropica, sposano il creazionismo o si dicono convinte di vivere su una Terra piatta.

Acuta, precisa, brillante e coinvolgente, questa biografia di Galileo è anche una strenua difesa della sua eredità più grande: il metodo scientifico, l'unica chiave capace di darci accesso alle verità fisiche dell'universo.

L’autore

Mario Livio è un astrofisico e divulgatore scientifico israeliano. Fino al 2015 ha lavorato presso lo Space Telescope Science Institute di Baltimora, l’ente che ha sviluppato il programma scientifico del telescopio spaziale Hubble. È autore di numerosi saggi divulgativi sulla storia della scienza, tutti pubblicati in Italia da Rizzoli: *La sezione aurea* (2003), *L’equazione impossibile* (2010), *Dio è un matematico* (2010), *Cantonate* (2014) e *Curiosi* (2017).

Mario Livio

GALILEO

Contro i nemici del pensiero scientifico

Traduzione di Daniele Didero

Rizzoli

Galileo

A Sofie

Prefazione

Come astrofisico, sono sempre stato affascinato dalla figura di Galileo. In fin dei conti, non è stato soltanto il fondatore dell'astronomia e dell'astrofisica moderne – la persona che ha trasformato due antiche professioni in una finestra sulle meraviglie e i segreti più profondi dell'universo – ma anche un simbolo della lotta per la libertà intellettuale.

Usando un semplice cilindro cavo con due lenti fissate alle estremità, Galileo è riuscito a rivoluzionare la nostra comprensione del cosmo e del posto che in esso occupiamo. Oggi, a quattro secoli di distanza, abbiamo un bis-bis-bis-nipote del cannocchiale di Galileo nel telescopio spaziale Hubble. Nei decenni in cui ho lavorato con questo strumento (fino al 2015), mi sono spesso sentito chiedere perché, secondo me, fosse diventato uno dei progetti più famosi nella storia della scienza, assurgendo allo status di icona. Ho identificato almeno sei ragioni principali della popolarità di Hubble, che vi elenco di seguito in ordine sparso.

- Le incredibili immagini che produce, paragonate da un giornalista alla «Cappella Sistina dell'età della scienza».
- Le scoperte scientifiche cui ha contribuito in modo significativo, che vanno dalla determinazione della composizione delle atmosfere dei pianeti extrasolari alla sbalorditiva scoperta dell'accelerazione dell'espansione cosmica.
- Il dramma associato alla sua storia, con la trasformazione di quello che all'inizio era stato considerato come un disastroso fallimento (a poche settimane dal lancio, venne scoperto un difetto nello specchio del telescopio) in un clamoroso successo.
- L'ingegno degli scienziati e degli ingegneri e il coraggio degli astronauti che hanno reso possibile il superamento delle incredibili

sfide tecnologiche comportate dalla necessità di effettuare riparazioni e aggiornamenti a centinaia di chilometri sopra la Terra.
- La sua longevità: è stato lanciato nel 1990 e nel 2019 continua ancora a funzionare perfettamente.
- Un programma di divulgazione e di diffusione delle informazioni dalla straordinaria efficacia, che fa circolare le scoperte tra gli scienziati, gli insegnanti e il grande pubblico, in un modo efficiente, accattivante e facilmente accessibile.

Ora, quando ho studiato con attenzione la vita e l'opera di Galileo, mi sono venute in mente queste stesse parole chiave: «immagini», «scoperte», «dramma», «ingegno», «coraggio», «longevità» e «divulgazione».

Innanzitutto, Galileo ottenne delle immagini mozzafiato dalle sue osservazioni della superficie lunare. In secondo luogo, anche se le sue spettacolari scoperte sul sistema solare e la Via Lattea non dimostravano in modo definitivo la correttezza del modello copernicano, con la Terra in orbita attorno al Sole, esse venivano però a distruggere la stabilità dell'universo geocentrico tolemaico.

Infine, il dramma che caratterizzò la vita di Galileo, il brillante ingegno da lui mostrato con i suoi esperimenti nel campo della meccanica, il coraggio di cui diede prova nel difendere la propria visione, l'enorme successo che ebbe nel divulgare le proprie scoperte e nel renderle accessibili, e il fatto che le sue idee siano diventate la base su cui è stata costruita la scienza moderna: questi sono i fattori principali che rendono immortale la figura di Galileo e la sua storia.

Forse vi chiederete come mai mi sia sentito chiamato a scrivere l'ennesimo libro su Galileo, con tante eccellenti biografie e analisi del suo lavoro già in circolazione. Le ragioni principali che mi hanno spinto a prendere questa decisione sono state tre. In primo luogo, mi sono reso conto che ben poche delle biografie conosciute sono state scritte da un astronomo o un astrofisico. Ritengo – o perlomeno spero – che una persona attivamente impegnata sul fronte della ricerca possa gettare nuova luce anche in questo campo, del quale in apparenza si è già detto tutto, facendo emergere delle intuizioni innovative; in particolare, in questo libro ho cercato di collocare le scoperte di Galileo nel contesto delle conoscenze, delle idee e del quadro intellettuale odierni.

In secondo luogo – ed è la cosa più importante – sono convinto che i lettori di oggi saranno sorpresi di scoprire quanto sia importante la storia di Galileo per il presente. In un mondo dove i governi assumono atteggiamenti antiscientifici e i negatori della scienza occupano posizioni chiave, nel quale assistiamo a inutili scontri tra scienza e religione e si percepisce una separazione sempre più ampia tra le scienze e le discipline umanistiche, la storia di Galileo serve innanzitutto a ricordarci l'importanza della libertà di pensiero. Allo stesso tempo, la sua complessa personalità, radicata com'era nella Firenze tardorinascimentale, costituisce un perfetto esempio del fatto che tutte le conquiste della mente umana sono parte di una sola, unica cultura.

Infine, molte delle splendide ed erudite biografie di Galileo includono parti che risultano alquanto astruse o di gran lunga troppo dettagliate per i lettori istruiti ma non esperti. Il mio obiettivo era quindi realizzare una presentazione accurata, ma relativamente breve e accessibile, della vita e dell'opera di quest'uomo affascinante. Nel farlo, ho umilmente cercato di seguire le orme dello stesso Galileo, in un certo senso, che scelse di pubblicare molte delle sue scoperte scientifiche in italiano (anziché in latino) proprio in modo da potersi rivolgere a tutte le persone istruite e non solo a una piccola élite. La mia speranza è di poter fare lo stesso con la sua storia e il suo messaggio di vitale importanza.

1
Un ribelle con una causa

Nel dicembre 1613, durante una colazione a Palazzo Medici a Pisa,[1] i presenti chiesero a Benedetto Castelli, ex studente di Galileo, di spiegare l'importanza delle scoperte fatte dal suo maestro con il cannocchiale. Durante la discussione che ne seguì, la granduchessa Cristina di Lorena torchiò Castelli con una serie di domande su quelle che riteneva contraddizioni fra alcuni passi biblici e la visione copernicana della Terra come un oggetto in orbita attorno a un Sole stazionario. In particolare citò una scena descritta nel *Libro di Giosuè*, nella quale, su richiesta di quest'ultimo, il Signore ordinò al Sole (e non alla Terra) di fermarsi sopra l'antica città cananea di Gàbaon, e alla Luna di rimanere immobile sulla valle di Àialon.[2] Castelli raccontò la vicenda in una lettera inviata a Galileo il 14 dicembre 1613, affermando di aver indossato i panni del teologo «con tanta riputazione e maestà» che il maestro sarebbe stato felice di sentirlo. Nel complesso, dichiarò Castelli, «mi diportai da paladino».[3]

A quanto pare, però, Galileo non era altrettanto convinto del successo ottenuto dal suo studente nel chiarire il punto. Infatti, nella lunga risposta indirizzata a Castelli il 21 dicembre,[4] spiegò nel dettaglio la sua visione, indicando quanto fosse improprio usare la Scrittura per discutere delle questioni di scienza. «Io crederei che l'autorità delle Sacre Lettere avesse avuto solamente la mira a persuader a gli uomini quegli articoli e proposizioni, che, sendo necessarie per la salute loro e superando ogni umano discorso, non potevano per altra scienza né per altro mezzo farcisi credibili» dichiarò. Secondo lo stile che caratterizza gran parte dei suoi scritti, aggiunse subito, con sarcasmo, che non riteneva «che quel medesimo Dio che ci ha dotati di sensi, di discorso e d'intelletto, abbia voluto, posponendo l'uso di questi, darci con altro mezzo le notizie che per quelli possiamo conseguire». In breve, la tesi di Galileo era che, di fronte a un apparente conflitto tra la Scrittura e ciò che l'esperienza e la dimostrazione

stabiliscono riguardo la natura, i testi sacri andassero reinterpretati in modo alternativo. E ciò soprattutto «in quelle scienze delle quali una minima particella e in conclusioni divise se ne legge nella Scrittura; qual appunto è l'astronomia, di cui ve n'è così piccola parte, che non vi si trovano né pur nominati i pianeti».

Anche se tale ragionamento non era del tutto nuovo – già nel V secolo sant'Agostino aveva affermato che gli autori delle Sacre Scritture non erano mossi dall'intenzione di insegnarci la scienza, in quanto «quelle cose […] non avrebbero giovato a chi le apprende per il conseguimento della vita eterna»[5] – le dichiarazioni ardite di Galileo lo avrebbero presto messo in rotta di collisione con la Chiesa cattolica. La *Lettera a Benedetto Castelli* fu infatti solo l'inizio di un cammino pericoloso che lo avrebbe infine condotto, il 22 giugno 1633, a essere considerato «veementemente sospetto d'eresia». Nel complesso, se esaminiamo la vita di Galileo in termini di appagamento personale, possiamo dire che abbia seguito un percorso simile a una U capovolta, con un netto picco poco dopo le sue numerose scoperte astronomiche seguito da una rapida discesa. Per ironia della sorte, questa curva parabolica è simile a quella del moto dei proiettili, che proprio Galileo fu il primo a determinare.

Di fatto, comunque, la tragica fine di Galileo non fece altro che contribuire a trasformarlo in uno dei più straordinari eroi della nostra storia intellettuale. In fin dei conti, non ci sono molti scienziati alle cui vite e ai cui successi siano stati dedicati interi drammi (come l'indimenticabile *Vita di Galileo* di Bertolt Brecht, messa in scena per la prima volta nel 1943) e un gran numero di poesie, o su cui sia stata composta un'opera lirica. E, a ulteriore riprova di un impatto che molti degli accademici odierni sognerebbero di avere, cercando su Google «Galileo Galilei» si ottengono nientemeno che trentasei milioni di risultati.

Albert Einstein lo definì «il padre della fisica moderna e soprattutto delle scienze naturali moderne». Il suo giudizio veniva a riprendere quello del filosofo e matematico Bertrand Russell, che aveva a sua volta visto in Galileo «il più grande tra i fondatori della scienza moderna».[6] Einstein aggiunse che «la scoperta e l'uso del ragionamento scientifico» da parte di Galileo erano stati «una delle conquiste più importanti nella storia del pensiero umano». Questi due illustri personaggi non erano soliti profondersi in lodi, ma in questo caso c'era una solida ragione alla base dei loro

riconoscimenti: attraverso la sua rivoluzionaria e ostinata insistenza sul fatto che il libro della natura fosse «scritto in lingua matematica», e grazie al suo successo nel fondere assieme sperimentazione, idealizzazione e quantificazione, Galileo aveva letteralmente riplasmato la storia naturale, trasformandola da una mera collezione di vaghe e nebulose spiegazioni verbali, abbellite da metafore, a una splendida opera che faceva uso – dove le conoscenze contemporanee lo permettevano – di teorie matematiche rigorose. Nel quadro di tali teorie, le osservazioni, gli esperimenti e il ragionamento diventavano gli unici strumenti accettabili per indagare il mondo e ricercare nuove connessioni in seno alla natura. Per citare le parole di Max Born, vincitore del premio Nobel per la fisica del 1954: «L'atteggiamento scientifico e i metodi della ricerca teorica ed esperimentale sono rimasti immutati nei secoli successivi a Galileo e continueranno a restare tali». [7]

Nonostante la sua grandezza scientifica, Galileo non era comunque la persona più affabile, né la più facile con cui trattare; e non era neppure un libero pensatore idealista, un esploratore finito per caso in mezzo a una controversia teologica. Pur sapendo essere molto empatico e di grande sostegno verso i membri della sua famiglia, era anche capace di mostrare aggressività e intolleranza, e non si tratteneva dal brandire la sua tagliente penna contro gli scienziati che erano in disaccordo con lui. Diversi studiosi lo hanno descritto come un fanatico, anche se non sempre in merito alla stessa causa: per alcuni era un sostenitore accanito del copernicanesimo (la visione secondo cui la Terra e gli altri pianeti ruotano attorno al Sole), mentre per altri ciò che difendeva con tanto zelo era la propria convinzione di essere nel giusto. Altri ancora hanno persino ritenuto che stesse combattendo per il bene della Chiesa cattolica, mosso dalla volontà di impedirle di compiere un errore di proporzioni storiche con la condanna di una teoria scientifica che – era convinto – si sarebbe dimostrata una descrizione corretta del cosmo. In difesa del suo fervore, comunque, dovremmo tener presente che un atteggiamento del genere è probabilmente comprensibile in un uomo deciso non solo a cambiare una visione del mondo vecchia di secoli, ma anche a introdurre degli approcci del tutto nuovi a ciò che costituisce la conoscenza scientifica stessa.

Senza dubbio, Galileo deve gran parte della sua fama accademica alle spettacolari scoperte che compì con il cannocchiale e all'estrema efficacia

con cui seppe divulgarle. Volgendo questo nuovo strumento verso il cielo (anziché usarlo per avvistare navi o scrutare i suoi vicini), riuscì a portare alla luce fenomeni meravigliosi: la presenza di montagne sulla superficie della Luna, quella dei quattro satelliti che orbitano attorno a Giove, l'esistenza di fasi di Venere simili a quelle lunari e il fatto che la Via Lattea sia composta da un numero enorme di stelle. Tuttavia, anche questi straordinari risultati non sono di per sé sufficienti a spiegare l'immensa popolarità di cui Galileo continua a godere tutt'oggi, né il fatto che sia diventato, più di ogni altro scienziato (con le possibili eccezioni di Sir Isaac Newton e Albert Einstein), l'imperituro simbolo dell'immaginazione e del coraggio scientifici. Nemmeno l'essere stato il primo a decifrare con solidità le leggi della caduta dei corpi e l'aver introdotto nella fisica il concetto cruciale della dinamica bastano a trasformarlo nell'eroe della rivoluzione scientifica. In fin dei conti, ciò che distingueva Galileo dalla maggior parte dei suoi contemporanei non erano tanto le sue convinzioni, ma piuttosto le ragioni dietro di esse, e il modo in cui le aveva raggiunte.

Galileo basava le proprie tesi non sull'autorità, ma sull'evidenza sperimentale (a volte concreta, a volte nella forma di quegli «esperimenti di pensiero» in cui esaminava mentalmente le conseguenze di un'ipotesi) e sulla riflessione teorica. Era disposto a riconoscere e accettare che delle convinzioni ritenute vere per secoli potessero essere sbagliate. Ebbe inoltre la lungimiranza di affermare con forza che la strada verso la verità scientifica è lastricata da un paziente lavoro di sperimentazione, che conduce a quelle leggi matematiche capaci di intessere tutti i fatti osservati in un unico, armonioso arazzo. Come tale, può essere senza dubbio considerato uno degli inventori di quello che oggi chiamiamo «metodo scientifico»:[8] una sequenza di passi che, idealmente (anche se in realtà avviene di rado), vanno compiuti per sviluppare una nuova teoria o per acquisire conoscenze più avanzate. Nel 1759, il filosofo empirista scozzese David Hume mise a confronto la figura di Galileo e quella di un altro famoso empirista, il filosofo e statista inglese Francis Bacon: «Bacon indicò da lontano la strada che porta alla vera filosofia; Galileo, oltre a indicarla agli altri, la percorse in prima persona, facendo notevoli progressi. L'inglese non conosceva la geometria; il fiorentino fece rivivere tale scienza, in cui eccelleva, e fu il primo ad applicarla, assieme all'esperimento, alla filosofia naturale».

Tutte le straordinarie intuizioni di Galileo non sarebbero potute nascere dal nulla. Forse potremmo anche spingerci ad affermare che l'epoca plasma gli individui più di quanto gli individui plasmino l'epoca. Come scrisse lo storico dell'arte Heinrich Wölfflin, «persino il talento più originale non può andare oltre determinati limiti che gli vengono imposti dalla sua data di nascita».[9] Qual era, quindi, il contesto in cui Galileo venne a muoversi e a produrre la sua magia senza pari?

Galileo nacque nel 1564, solo pochi giorni prima della morte del grande artista Michelangelo (e nello stesso anno in cui venne al mondo il drammaturgo William Shakespeare), e morì nel 1642, quasi un anno prima della nascita di Newton. Non serve credere alla trasmigrazione delle anime da un corpo all'altro – anzi, fareste meglio a non crederci in ogni caso – per capire che la torcia della cultura, della conoscenza e della creatività passa sempre da una generazione a quella successiva.

Sotto molti punti di vista, Galileo era un prodotto del tardo Rinascimento. Per citare le parole del suo studioso Giorgio de Santillana: «il classico esempio di umanista, che tenta di risvegliare la propria cultura alla consapevolezza delle nuove idee scientifiche».[10] L'ultimo discepolo e primo biografo (o forse sarebbe meglio dire «agiografo») di Galileo, Vincenzo Viviani, scrisse del suo maestro: «Lodava ben sì il vedere quanto in filosofia e geometria era stato scritto di buono, per dilucidare e svegliar la mente a simili e più alte speculazioni; ma ben diceva che le principali porte per introdursi nel ricchissimo erario della natural filosofia erano l'osservazioni e l'esperienze, che, per mezzo delle chiavi de' sensi, da i più nobili e curiosi intelletti si potevano aprire». Questo stesso modo di vedere le cose era stato espresso, circa un secolo prima, dal grande Leonardo da Vinci, che, sfidando quanti lo avevano deriso per «non essere io litterato», esclamò: «quegli che solamente studiano li altori [autori] e non l'opere di natura, sono per arte nipoti e non figlioli d'essa natura, maestra de' boni altori».[11] Viviani ci riferisce inoltre che i giudizi dati da Galileo su varie opere d'arte erano tenuti in gran conto da famosi artisti, come il pittore e architetto Lodovico Cardi detto il Cigoli, suo amico personale e, in alcune occasioni, collaboratore.[12] Di fatto, a quanto pare proprio in risposta a una richiesta di Cigoli, Galileo scrisse un saggiò in cui discusse la superiorità della pittura sulla scultura. Anche la famosa pittrice barocca Artemisia Gentileschi si rivolse a lui quando ritenne che il nobile francese Carlo di

Lorena, IV duca di Guisa, non avesse apprezzato a sufficienza uno dei suoi quadri. Inoltre, nel dipinto *Giuditta che decapita Oloferne*, la Gentileschi rappresentò gli schizzi di sangue in accordo con la scoperta galileiana della traiettoria parabolica dei proiettili.

Gli encomi di Viviani non finiscono qui. In uno stile che ricorda da vicino quello del primo storico dell'arte, Giorgio Vasari, nelle sue biografie dei più grandi pittori,[13] Viviani scrive che Galileo era un eccellente suonatore di liuto, «superando nella gentilezza e grazia del toccarlo il medesimo padre». Questo apprezzamento sembra almeno un po' fuori luogo: per quanto sia vero che il padre di Galileo, Vincenzo Galilei, era un compositore, un liutista e un teorico della musica, e che Galileo stesso suonava il liuto piuttosto bene,[14] era suo fratello minore Michelangelo a essere un vero virtuoso di quello strumento.

Infine, come ciliegina sulla torta, Viviani ci riferisce che Galileo era in grado di recitare a memoria gran parte delle opere di Dante Alighieri, Ludovico Ariosto e Torquato Tasso.[15] In questo caso, non si tratta di un eccesso di adulazione. Galileo, il cui poema preferito era proprio l'*Orlando furioso*, dedicò un serio lavoro di analisi letteraria a un confronto tra Ariosto e Tasso, esaltando il primo e criticando pesantemente il secondo. Una volta disse al suo vicino (e, in seguito, biografo) Niccolò Gherardini che leggere il Tasso dopo l'Ariosto era come mangiare aspri limoni dopo un delizioso melone. Fedele al suo spirito rinascimentale, Galileo continuò per tutta la vita a coltivare un profondo interesse per l'arte e la poesia contemporanea; i suoi scritti – compresi quelli su questioni scientifiche – rispecchiavano la sua erudizione letteraria e ne erano permeati.

Oltre a questo splendido background artistico e umanistico, alcuni importanti progressi scientifici – in certi casi davvero rivoluzionari – contribuirono ad aprire la strada a quel genere di innovazioni concettuali che Galileo stava per introdurre. Nel 1543, in particolare, videro la luce non uno ma ben due libri che avrebbero cambiato le idee degli uomini sul microcosmo e il macrocosmo. Copernico pubblicò infatti il *De revolutionibus orbium coelestium* («Sulle rivoluzioni delle sfere celesti»), in cui la Terra veniva a perdere la sua posizione centrale nel sistema solare, e l'anatomista fiammingo Andreas van Wesel – meglio conosciuto come Andreas Vesalius, o Andrea Vesalio – diede alle stampe il *De humani corporis fabrica* («Sul modo in cui è costituito il corpo umano»), in cui

presentava una nuova visione dell'anatomia umana. Questi saggi sfidavano convinzioni ormai comunemente accettate e risalenti all'antichità. Il libro di Copernico fu d'ispirazione per altri pensatori – come il filosofo Giordano Bruno e, in seguito, astronomi quali Keplero e Galileo – che spinsero ancora più in là la sua visione eliocentrica. In modo analogo, il volume di Vesalio – nel quale venivano accantonate autorità del mondo antico come il medico greco Galeno – spronò William Harvey (il primo anatomista a descrivere il sistema circolatorio che conduce il sangue in ogni parte del corpo) a difendere il primato dell'evidenza osservativa. Anche in altri rami della scienza ci furono notevoli progressi: nel 1600 il fisico inglese William Gilbert pubblicò il suo importante libro sui magneti, e nel XVI secolo il medico svizzero Paracelso introdusse una nuova prospettiva sulle malattie e la tossicologia.

Tutte queste scoperte vennero a creare un clima di apertura alla scienza che non si era mai visto nei cosiddetti Secoli oscuri.[16] Ciononostante, alla fine del XVI secolo la prospettiva intellettuale delle persone – comprese quelle più istruite – aveva ancora un'impronta perlopiù medievale; le cose sarebbero cambiate in modo drastico soltanto nel corso del XVII secolo. Ci devono quindi essere stati ulteriori fattori alla base di quello che potremmo chiamare il «fenomeno Galileo». Per preparare un terreno fertile pronto ad accogliere il grande astronomo e promuoverlo allo status di protomartire e icona della libertà scientifica furono dunque necessari altri cambiamenti radicali.

Un nuovo e importante elemento sociopsicologico che segnò il periodo tra la fine del XVI secolo e l'inizio del XVII fu l'ascesa dell'*individualismo*: l'idea secondo cui una persona può realizzarsi pienamente a prescindere dalle circostanze sociali.[17] Questa nuova prospettiva si manifestò in tutta una serie di aree: dall'acquisizione della conoscenza all'accumulo di ricchezza, dalla determinazione delle verità morali alla valutazione del successo imprenditoriale. L'atteggiamento individualista si distingueva profondamente dai valori ereditati dalla filosofia dell'antica Grecia, che considerava le persone più come membri di una comunità che come individui: per esempio, lo scopo di Platone nello scrivere *La Repubblica* era definire – e aiutare a costruire – una società superiore, non una persona migliore.

Nel Medioevo, l'emergere dell'individualismo era stato frenato dalla Chiesa cattolica, attraverso il principio per cui le verità e l'etica non erano determinate dalle esperienze, dalle meditazioni o dalle opinioni dei liberi pensatori, bensì da concili religiosi formati da «uomini saggi». Questo tipo di rigidità dogmatica iniziò a mostrare le prime crepe con l'ascesa dei movimenti protestanti, che si ribellarono contro l'asserzione che quei concili fossero infallibili. Le idee abbracciate dalla Riforma penetrarono anche in altre aree della cultura; le guerre religiose che ne seguirono non furono combattute soltanto sui campi di battaglia e con opuscoli di propaganda, volantini e saggi, ma anche con i dipinti di artisti come Lucas Cranach il Vecchio, che mettevano in contrasto il cristianesimo cattolico e quello protestante. Fu in parte la diffusione di queste convinzioni individualiste nell'ambito della filosofia a permettere l'emergere del fenomeno Galileo. Queste stesse idee divennero poi il fulcro del pensiero filosofico del francese René Descartes, o Cartesio, il quale sosteneva che i pensieri di un individuo costituissero la migliore – se non l'unica – dimostrazione di esistenza («Penso, dunque sono»).

C'era inoltre una nuova tecnologia – la stampa – che rendeva possibili sia l'accesso alla conoscenza da parte dei singoli individui sia la standardizzazione delle informazioni. L'invenzione dei caratteri mobili e del torchio tipografico nell'Europa di metà Quattrocento ebbe un impatto enorme: di colpo, l'alfabetizzazione non fu più appannaggio di una ricca élite, e la diffusione di informazioni e dottrine attraverso i libri stampati continuò a far crescere il numero degli istruiti.[18] Ma non era tutto: più persone di diversa estrazione sociale potevano ora leggere gli stessi, *identici* libri, cosa che portò alla creazione di una nuova base di informazioni condivise e di un'educazione più democratica. Nel XVII secolo gli studenti di botanica, astronomia, anatomia – o anche della Bibbia – di Roma potevano sfruttare i medesimi testi usati dai loro colleghi di Venezia o Praga.

La somiglianza tra questa proliferazione di fonti di informazione e le ramificazioni di internet, dei social media e degli strumenti di comunicazione odierni, con tutti i loro effetti, salta subito all'occhio. La stampa, come un antico precursore delle e-mail, di Twitter, di Instagram e di Facebook, permetteva inoltre agli individui di trasmettere le loro idee alle masse in modo più rapido ed efficace. Nella sua campagna per la riforma

della Chiesa, il teologo tedesco Martin Lutero fu molto aiutato dall'invenzione della stampa: in particolare, la sua traduzione della Bibbia dal latino al volgare tedesco (in linea con il suo ideale di un mondo dove le persone comuni potessero consultare direttamente la parola di Dio) ebbe un profondo impatto sia sul tedesco moderno sia sulla Chiesa in generale. Prima della morte di Lutero, la sua traduzione della Bibbia apparve in circa duecentomila copie, con centinaia di ristampe.

Parimenti, nessuno scienziato dell'epoca aveva un talento superiore a quello di Galileo nel comunicare le proprie scoperte agli altri; convinto che il suo messaggio segnasse l'alba di una nuova scienza, riteneva gli fosse affidato il ruolo di grande persuasore, e la scelta di pubblicare i suoi libri in italiano anziché nel tradizionale latino degli accademici (che avrebbe permesso solo a poche persone istruite di apprezzarli) si dimostrò un mezzo eccellente per raggiungere tale obiettivo.

Meno evidente è forse l'impatto della stampa sulla matematica in sé. La possibilità di riprodurre con facilità i diagrammi e ristampare manoscritti della Grecia classica rilanciò l'interesse per la geometria euclidea, di cui Galileo avrebbe fatto un uso creativo. Archimede, il più grande matematico dell'antichità, sarebbe diventato il suo modello di riferimento. Tra i suoi numerosi successi, Archimede aveva formulato la legge della leva, servendosi con ingegno di quello strumento contro i romani attraverso le sue leggendarie macchine belliche («Datemi un punto d'appoggio e solleverò la Terra!» è l'esclamazione che gli viene attribuita). Galileo era più che felice di dimostrare che la maggior parte delle macchine, nei loro principi fondamentali, potesse essere ridotta a qualcosa di simile a una leva; e, alla fine, arrivò a convincersi anche della validità del modello copernicano del moto terrestre, nel quale l'intervento umano non era ovviamente necessario.

Più in generale, il recupero, la cura editoriale e la traduzione dei testi dell'antichità classica fornirono una base per l'adozione di atteggiamenti più scettici, indagativi e attenti all'osservazione. Il primato della matematica come chiave per i progressi sia teorici sia pratici stava diventando evidente, e fiorì fino a diventare il faro di Galileo. La matematica si dimostrò essenziale in tutta una serie di ambiti che spaziavano dalla pittura (dove veniva usata per determinare i punti di fuga e lo scorcio prospettico) alle transazioni economiche (con il matematico Luca

Pacioli che introdusse la contabilità a partita doppia nel suo influente libro *Summa de arithmetica, geometria, proportioni et proportionalita*, ovvero «Riassunto di aritmetica, geometria, proporzioni e proporzionalità»). Un divertente aneddoto su Lord William Cecil Burghley, il più importante consigliere della regina Elisabetta I d'Inghilterra, illustra a meraviglia il rilievo acquisito dal pensiero matematico in quell'epoca: stando a quanto raccontato, nel 1555 prese la sorprendente iniziativa di far pesare se stesso, sua moglie, suo figlio e la loro servitù domestica per poi registrare i dati ottenuti.

Infine, un altro fattore che contribuì a dare maggior riverbero alle scoperte di Galileo fu la forte curiosità per i risultati appena ottenuti dai grandi esploratori. A partire dall'ultimo decennio del XV secolo, l'espansione degli orizzonti geografici procedette di pari passo con l'ampliamento degli orizzonti della conoscenza. Tra il 1492 e il 1498 Cristoforo Colombo raggiunse le isole caraibiche, Giovanni Caboto sbarcò in Nord America e Vasco da Gama individuò la rotta marittima per l'India; negli anni Venti del secolo successivo gli uomini avevano ormai circumnavigato il globo. Non c'è quindi da stupirsi che, cercando di sintetizzare la sete di nuova saggezza e di umanesimo che aveva contraddistinto il Rinascimento, lo storico francese ottocentesco Jules Michelet abbia usato l'espressione «la scoperta del mondo, la scoperta dell'uomo». [19]

Un uomo della sua epoca che precorreva i tempi

Il viaggio di Galileo come scienziato ebbe inizio nel 1583, quando abbandonò gli studi di medicina per cominciare a dedicarsi alla matematica. Nel 1590, all'età di ventisei anni, aveva già l'audacia di criticare gli insegnamenti sul moto del grande filosofo greco Aristotele, secondo i quali i corpi si muovevano a causa di un impeto connaturato. Circa tredici anni dopo, in seguito a una serie di ingegnosi esperimenti con piani inclinati e pendoli, Galileo formulò le primissime leggi del moto sulla caduta libera, anche se non le avrebbe pubblicate fino al 1638.

Presentò le sue prime rivoluzionarie scoperte con il cannocchiale nel 1610 e cinque anni più tardi, nella celebre *Lettera a Cristina di Lorena*,

espresse la sua pericolosa opinione secondo cui il linguaggio biblico doveva essere interpretato alla luce degli insegnamenti della scienza, e non viceversa.

Nonostante il suo personale disaccordo con alcune tesi dell'ortodossia cattolica, il 18 maggio 1630 venne ancora ricevuto a Roma con tutti gli onori, come ospite di papa Urbano VIII, e lasciò la città con l'impressione che il pontefice avesse approvato la stampa del suo *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, previe piccole correzioni e un cambio di titolo. Sopravvalutando il proprio legame di amicizia con il papa e sottostimando la fragilità della delicata posizione politica e psicologica di Urbano VIII in quella turbolenta epoca post Riforma, Galileo continuò a credere che la ragione avrebbe infine prevalso. «Le conclusioni vere, benché nel primo aspetto sembrino improbabili, additate solamente qualche poco, depongono le vesti che le occultavano, e nude e semplici fanno de' lor segreti gioconda mostra» avrebbe in seguito scritto in *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*. Peccando di negligenza per la propria personale incolumità, procedette con la pubblicazione del libro che, dopo una serie piuttosto contorta di eventi, andò infine alle stampe il 21 febbraio 1632. Anche se nella prefazione Galileo si proponeva di discutere il moto della Terra come un semplice «capriccio matematico», il resto del testo aveva un tono molto diverso: di fatto, derideva quanti continuavano a non accettare la visione copernicana, secondo la quale era la Terra a orbitare attorno al Sole e non viceversa.

A proposito di questo libro, Einstein dichiarò:

> È una miniera di informazioni per chiunque sia interessato alla storia culturale del mondo occidentale e alla sua influenza sullo sviluppo economico e politico. La figura che emerge qui è quella di un uomo con la passione, l'intelligenza e il coraggio di ergersi come il rappresentante del pensiero razionale contro le schiere di coloro che, facendo affidamento sull'ignoranza del popolo e sull'indolenza degli insegnanti – preti e accademici –, mantengono e difendono le loro posizioni di autorità. [20]

Eppure, la pubblicazione del *Dialogo* segnò l'inizio della fine della vita di Galileo, anche se non della sua fama. Nel 1633 fu processato dall'Inquisizione, che lo dichiarò sospetto di eresia; venne costretto ad abiurare le sue posizioni copernicane e, alla fine, fu messo agli arresti

domiciliari. Il *Dialogo* entrò nell'Indice dei libri proibiti del Vaticano, dove sarebbe rimasto fino al 1835.

Nel 1634, Galileo soffrì un altro devastante colpo con la morte della sua amata sorella suor Maria Celeste. Riuscì comunque a scrivere un nuovo libro, *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, che venne portato di nascosto fuori dall'Italia per essere pubblicato a Leida, in Olanda. Quest'opera riassumeva gran parte del lavoro che aveva svolto fin dai suoi primi anni di attività a Pisa, circa cinque decenni prima. Anche se non gli era consentito viaggiare, Galileo poteva occasionalmente ricevere dei visitatori; e tra le persone che lo andarono a trovare in quell'ultimo periodo ci fu il giovane John Milton, in seguito diventato famoso come l'autore del *Paradiso perduto*. Il grande astronomo morì nel 1642 nella sua villa di Arcetri, vicino a Firenze; aveva ormai perso la vista ed era costretto a letto da tempo.

Come vedremo con chiarezza nel corso del libro, i risultati scientifici e la vicenda umana di Galileo, nonché il quadro generale dei suoi tempi, presentano una forte risonanza con il mondo odierno: c'è una sorprendente analogia tra alcuni dei problemi religiosi, sociali, economici e culturali con cui dovette battersi lo studioso del XVII secolo e quelli che ci troviamo ad affrontare noi oggi. Di fatto, la storia di Galileo è emblematica nel far luce su tutta una serie di problemi odierni, come il perdurante dibattito su quali siano gli ambiti propri della scienza e della religione, il supporto dato all'insegnamento di idee creazioniste e gli attacchi senza fondamento al razionalismo e alla competenza. Il modo sfacciato con cui, in alcuni circoli, vengono liquidati gli studi sul cambiamento climatico, l'atteggiamento sarcastico verso il finanziamento della ricerca e il taglio dei budget per le arti e le radio pubbliche negli Stati Uniti sono solo alcune delle manifestazioni di questi assalti.

Ma ci sono anche altre ragioni se le vicende di un astronomo del Seicento hanno enorme rilevanza per noi e la nostra cultura. Un motivo importante è dato dall'apparente scisma tra le scienze e le discipline umanistiche, messo in luce per la prima volta in una conferenza (poi diventata un libro) del 1959 dal chimico, fisico e scrittore britannico Charles Percy Snow, il padre dell'espressione «le due culture». Snow esternò le sue preoccupazioni con grande chiarezza: «Molte volte mi sono trovato presente a riunioni di persone reputate di elevata cultura, secondo i

criteri della cultura tradizionale, che si sono precipitate a dichiarare di non poter credere che gli scienziati fossero così privi di cultura letteraria».[21] Ma al contempo, sottolineava Snow, se avesse chiesto a quegli stessi eruditi saggisti di definire i concetti di *massa* o di *accelerazione* (cosa che, per lui, era l'equivalente scientifico del domandare: «Sapete leggere?»), per nove su dieci sarebbe stato come ascoltare una frase in una lingua sconosciuta. In generale, Snow notò che dagli anni Trenta in poi gli studiosi delle discipline letterarie avevano iniziato a indicare se stessi come «gli intellettuali», escludendo così gli scienziati da quel novero. Alcuni di quegli intellettuali mostravano persino un certo risentimento per la diffusione di un approccio scientifico in aree non tradizionalmente associate alle scienze esatte, come la sociologia, la linguistica e gli studi umanistici. Pur non raggiungendo le stesse vette di estremismo, la loro posizione non era poi del tutto diversa dall'indignazione espressa dai prelati della Chiesa di fronte a quella che percepivano come un'inopportuna intrusione di Galileo nel campo della teologia.

Secondo alcuni studiosi, oggi il problema delle due culture è meno marcato rispetto ai tempi della conferenza di Snow; altri, invece, ritengono che manchi ancora un vero e proprio dialogo tra quei mondi. Lo storico della scienza David Wootton, per esempio, è del parere che il problema si sia addirittura aggravato: nel suo libro *The Invention of Science. A New History of the Scientific Revolution*, scrive infatti: «La storia della scienza, ben lungi dal servire come ponte tra le discipline umanistiche e le scienze, presenta oggi un'immagine degli scienziati in cui la maggior parte di questi ultimi non si riconosce».[22]

Nel 1991 lo scrittore e agente letterario John Brockman introdusse – in una discussione online, in seguito pubblicata sotto forma di libro – il concetto di una «terza cultura». Stando a Brockman, essa «è formata da quegli scienziati e altri pensatori del mondo tecnico che, attraverso il loro lavoro e i loro scritti espositivi, stanno prendendo il posto degli intellettuali tradizionali nel rendere visibile il significato più profondo delle nostre vite, ridefinendo chi e cosa siamo».[23] Come vedremo nelle pagine successive, quattro secoli fa Galileo si sarebbe aggiudicato un posto d'onore nell'ambito di questa terza cultura.

Nel Rinascimento, il confine tra arte e scienza era perlopiù sfumato, con artisti come Leonardo da Vinci, Piero della Francesca, Albrecht Dürer e

Filippo Brunelleschi che si dedicavano alla matematica o a importanti ricerche scientifiche. In linea con tale approccio, lo stesso Galileo incarnava un'integrazione tra le discipline umanistiche e le scienze che oggi potrebbe essere presa a modello per uno studio, anche se non sarebbe facile emularla. Considerate, per esempio, che all'età di ventiquattro anni tenne due lezioni «circa la figura, sito e grandezza dell'inferno di Dante», o il fatto che le sue stesse ricerche facessero largo ricorso alle arti visive. Nel *Sidereus nuncius* – ovvero «Annuncio sugli astri», un libretto di sessanta pagine dato in fretta alle stampe nel 1610 – presentava le proprie scoperte sulla Luna attraverso una serie di splendidi disegni a tempera, mettendo a frutto con tutta probabilità le lezioni apprese dal pittore Cigoli all'Accademia delle arti del disegno di Firenze.

La cosa più importante, comunque, è che Galileo fu il pioniere e il paladino di una nuova arte: la scienza sperimentale. Si rese conto della possibilità di testare o formulare teorie intervenendo in modo mirato su vari fenomeni, e fu il primo scienziato la cui visione e prospettiva integravano metodi e risultati applicabili a tutte le branche della scienza.

Galileo fece numerose scoperte, e riuscì letteralmente a rivoluzionare quattro intere aree di studio: l'astronomia e l'astrofisica; le leggi del moto e la meccanica; la stupefacente relazione tra matematica e realtà fisica (quella che, nel 1960, il fisico Eugene Wigner definì «irragionevole efficacia della matematica»)[24]; e la scienza sperimentale. Grazie in particolare alla sua intuizione senza precedenti, e in parte anche alla sua formazione artistica nell'uso del chiaroscuro (l'arte di rappresentare una realtà tridimensionale in due sole dimensioni attraverso un sapiente uso di luci e ombre), riuscì a trasformare quelle che altrimenti sarebbero state semplici esperienze visive in conclusioni intellettuali sui corpi celesti.

In seguito alle numerose osservazioni di Galileo e alla conferma delle sue scoperte da parte di altri astronomi, nessuno poté più seriamente sostenere che quanto si ammirava attraverso il cannocchiale doveva essere frutto di un'illusione ottica, e non si trattasse invece di una riproduzione fedele della realtà. L'unica linea di difesa rimasta a chi si ostinava a non voler accettare le conclusioni implicate dal crescente peso delle evidenze empiriche e del ragionamento scientifico consisteva nel rifiutare l'interpretazione dei risultati, basandosi quasi esclusivamente sull'ideologia politica o religiosa. Se una reazione di questo genere vi suona terribilmente

simile all’odierno negazionismo di alcune persone riguardo alla realtà del cambiamento climatico – o alla teoria dell’evoluzione attraverso la selezione naturale – be’, avete ragione: è proprio così!

2
Uno scienziato umanista

Galileo Galilei nacque a Pisa il 15 o il 16 febbraio 1564.[1] La madre Giulia Ammannati – donna istruita, per quanto dal carattere irritabile, difficile e aspro – proveniva da una famiglia di Pescia dedita al commercio di lana e vestiario. Il padre, Vincenzo, era un musicista e teorico musicale fiorentino di nobili origini, ma dalla situazione economica tutt'altro che florida. Anche a quei tempi i musicisti faticavano a mantenere se stessi e i loro cari con la propria arte, e pare quindi che Vincenzo avesse a sua volta avviato un'attività parallela di mercante d'abiti.[2] La coppia si era sposata nel 1563 e, dopo Galileo, ebbero altri due figli maschi e tre – o, secondo alcune fonti, quattro – femmine.[3] Tuttavia solo il fratello Michelangelo e le due sorelle Livia e Virginia ebbero un ruolo significativo nella vita di Galileo.

Nessuno può sfuggire ai propri geni, e Galileo potrebbe aver ereditato almeno un po' della sua natura ribelle, del suo senso di superiorità morale e della sua sfiducia nei confronti dell'autorità dal padre, mentre l'egoismo, la gelosia e l'ansia potrebbero essergli derivati dalla madre. Vincenzo Galilei avversava con forza la teoria musicale promossa dal suo stesso maestro, Gioseffo Zarlino, un teorico della vecchia scuola che sosteneva una tradizione risalente ai tempi degli antichi pitagorici. L'idea di base era che tutti i suoni generati dagli strumenti a corda e considerati piacevoli dal nostro orecchio (per esempio gli intervalli di ottava o quinta) vengano prodotti pizzicando le due parti di una corda suddivisa in lunghezza secondo un rapporto tra numeri interi (come 1:2, 2:3, 3:4 e così via). L'inflessibile adesione a questo schema portò alla battuta secondo la quale i musicisti del Rinascimento passavano metà del proprio tempo ad accordare gli strumenti, e l'altra meta a suonare stonati.

Vincenzo, dal canto suo, riteneva che questa numerologia conservatrice fosse qualcosa di arbitrario e che fosse possibile adottare altri criteri altrettanto validi, se non addirittura migliori. In parole semplici, il padre di

Galileo era del parere che l'armonia musicale fosse frutto dell'orecchio del musicista più che delle sue capacità aritmetiche. Insistendo sulla necessità di liberare la musica dai pitagorici, Vincenzo aprì le porte al moderno «sistema temperato equabile», reso poi famoso da Johann Sebastian Bach. Attraverso una serie di esperimenti con corde di materiali differenti sottoposte a diverse tensioni, mostrò, per esempio, che era possibile produrre un intervallo di ottava con un rapporto di lunghezza che non fosse il canonico 2:1 con tensione mantenuta costante. In modo quasi profetico (o, più probabilmente, compiendo una scelta che avrebbe poi influenzato il figlio), Vincenzo intitolò uno dei suoi libri su questo tema *Dialogo della musica antica, et della moderna*[4] e un altro *Discorso intorno all'opere di Messer Gioseffo Zarlino da Chioggia*; anni dopo, due delle opere più importanti di Galileo si sarebbero intitolate *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* e *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*. In particolare, c'è una frase nel dialogo di Vincenzo sulla musica che esprime alla perfezione il credo poi esposto da Galileo: i due interlocutori si accordano infatti fin dall'inizio per mettere sempre «da parte non solo l'autorità; ma la colorata ragione che ci fusse in contrario co qual si voglia apparenza di verità».

È probabile che il giovane Galileo abbia aiutato il padre negli esperimenti con le corde; e, nel farlo, potrebbe aver iniziato a capire l'importanza di un approccio alla scienza basato sulle evidenze. Questo potrebbe essere stato il primo passo del cammino che lo portò a diventare un fermo sostenitore dell'idea secondo cui, quando cerchiamo di formulare delle descrizioni di un fenomeno naturale, è necessario «investigare e spiegare la definizione che corrisponde esattamente [a ciò (nel testo originale si fa qui riferimento al moto accelerato)] di cui si serve la natura». Inoltre, è possibile che gli esperimenti compiuti con pesi legati alle corde, per variarne la tensione, abbiano gettato nella sua mente il seme dell'idea di ricorrere ai pendoli per misurare il tempo.[5]

Ma Vincenzo non era solo un liutista di talento, e i suoi interessi non si limitavano alle obiezioni in materia di polifonia contrappuntistica. Oltre a essere un membro attivo della Camerata fiorentina (un gruppo di eruditi che coltivava l'interesse per la musica e la letteratura), aveva studiato lettere classiche e matematica. In breve, era esattamente quello che oggi

considereremmo un uomo del Rinascimento, e non solo per il fatto di essere vissuto proprio in quell'epoca.

Cresciuto in un simile ambiente, Galileo avrebbe seguito le orme intellettuali del padre, anche se non sulla via della musica (per quanto suonasse spesso come secondo liuto accanto a Vincenzo). Allo stesso tempo, l'aver visto le ambizioni idealiste del padre frustrate dalla dura realtà – in particolare sul piano economico – potrebbe aver instillato in lui un'ostinata e tenace volontà di raggiungere il successo.

Il rapporto di Galileo con la madre era alquanto più problematico. Anche suo fratello Michelangelo la descrisse come una donna assolutamente «terribile». Tuttavia, nonostante i numerosi e spiacevoli incidenti (una volta, per esempio, Giulia spiò Galileo e cercò di rubare alcune delle sue lenti da cannocchiale per darle al proprio genero), in seguito l'astronomo fece tutto il possibile per venire incontro alle crescenti necessità economiche della donna.

Vincenzo si trasferì di nuovo a Firenze quando Galileo aveva circa dieci anni, ma non portò con sé il figlio maggiore. A spingerlo a tale scelta potrebbe aver contribuito il fatto che la famiglia, in rapida crescita e costretta ad affrontare una condizione non certo agiata, vivesse in una casa poco spaziosa. Fatto sta che Galileo restò a Pisa, affidato per un certo tempo a un parente della madre, Muzio Tedaldi. In quel periodo la sua istruzione si incentrò su quelle che oggi chiameremmo arti liberali: latino, poesia e musica. Sia il suo primo biografo, Viviani, sia il suo vicino e secondo biografo, Niccolò Gherardini, [6] ci raccontano che superò presto il livello del suo stesso insegnante e proseguì nella propria formazione leggendo da sé gli autori classici.

A undici anni fu mandato al monastero di Vallombrosa, nella serenità del quale studiò logica, retorica e grammatica; venne inoltre a contatto con le arti visive, osservando il lavoro dei maestri che vi soggiornavano. A quella età impressionabile, sarà senz'altro rimasto colpito dall'abate di Vallombrosa, un erudito la cui cultura enciclopedica spaziava dalla matematica all'astrologia, dalla teologia a «tutte le altre scienze e le arti musicali».

Anche se Galileo subì senza dubbio il fascino dell'ambiente spirituale e intellettuale del monastero, non sappiamo con sicurezza se intendesse davvero diventare un novizio di quell'ordine di monaci camaldolesi. In ogni

caso, Vincenzo aveva altri piani per lui: in parte, forse, per far rivivere il glorioso passato della famiglia (un suo bisnonno era stato un famoso medico fiorentino) e di certo per assicurare al figlio un futuro prospero, nel settembre del 1580 lo iscrisse come studente di medicina all'Università di Pisa.[7]

Purtroppo, però, Galileo pensava che la medicina – all'epoca insegnata soprattutto seguendo la dottrina del celebre anatomista greco Galeno di Pergamo, e infarcita di rigide regole e superstizioni – fosse noiosa: secondo il Viviani non riteneva di doversi dare «in preda così alla cieca» alle asserzioni e alle opinioni di scrittori antichi. Ma dai suoi primi anni a Pisa nacque comunque qualcosa di buono: ebbe modo di incontrare il matematico di corte toscano Ostilio Ricci,[8] e rimase stregato dalle sue lezioni sulla geometria euclidea. Già da prima, comunque, stando a quanto ci riferisce Viviani, «il gran talento e diletto insieme ch'egli aveva […] nella pittura, prospettiva e musica, et il sentire affermare frequentemente dal padre che tali pratiche avevan l'origin loro dalla geometria, gli mossero desiderio di gustarla». Di conseguenza iniziò a dedicare tutto il suo tempo allo studio personale di Euclide, trascurando completamente la medicina.

Più di tre secoli dopo, Einstein avrebbe dichiarato: «Se Euclide non è riuscito ad accendere il vostro entusiasmo giovanile, significa che non siete nati per essere dei pensatori scientifici».[9] Galileo superò quel «test» a pieni voti. E, prendendo in considerazione l'idea di abbracciare la carriera matematica, nell'estate del 1583 presentò Ricci al padre, con la speranza che il matematico riuscisse a convincerlo della bontà di quella scelta. L'uomo spiegò a Vincenzo che la matematica era la vera passione di Galileo, dicendosi disponibile a fargli da istruttore. In linea di principio Vincenzo – egli stesso un discreto matematico – non aveva obiezioni, ma da padre era legittimamente preoccupato per il futuro del figlio: temeva che non avrebbe trovato lavoro in quel campo, e in fin dei conti aveva sperimentato sulla propria pelle cosa significhi dedicarsi a una professione non troppo remunerativa, come quella del musicista. Pertanto, insistette affinché Galileo terminasse prima i suoi studi di medicina, minacciandolo che, in caso contrario, gli avrebbe tagliato i fondi. Alla fine, comunque, padre e figlio raggiunsero un compromesso: per un anno Galileo si sarebbe dedicato alla matematica con il supporto economico del padre, dopodiché avrebbe dovuto provvedere a mantenersi da solo.

Ricci lo introdusse dunque alle opere di Archimede, il cui genio nell'applicazione della matematica alla fisica e ai problemi concreti di ingegneria avrebbe ispirato il giovane, permeandone l'intero lavoro scientifico. Lo stesso maestro di Ricci, il matematico Niccolò Tartaglia, aveva seguito la pubblicazione di alcune opere di Archimede in latino, oltre a produrre un'autorevole traduzione italiana del capolavoro di Euclide, gli *Elementi*. Non c'è da stupirsi, quindi, che Galileo abbia composto i suoi due primi trattati – uno incentrato sul trovare il centro di massa in un sistema di pesi e l'altro sulle condizioni sotto le quali i corpi galleggiano nell'acqua – su argomenti per cui Archimede aveva mostrato un grande interesse. Stando a ciò che ci riferisce Gherardini, il secondo biografo di Galileo, quest'ultimo riteneva che sarebbe stato possibile «passeggiar sicuro e senza inciampo sì per la terra come per il cielo, mentre non si fossero smarrite le pedate [le orme] di Archimede». [10] Ironia della sorte, il risultato di questa sequenza di eventi fu che Galileo – una delle più grandi menti scientifiche della storia – lasciò l'Università di Pisa nel 1585, dopo aver abbandonato i corsi di medicina e senza aver conseguito alcuna laurea.

Ciononostante, gli studi sotto la guida di Ricci e l'introduzione ad Archimede non furono vani: inculcarono in Galileo la profonda convinzione che la matematica fosse in grado di fornirci gli strumenti necessari per decifrare i segreti della natura. In essa vedeva un modo per tradurre i fenomeni in formule precise, che si sarebbero poi potute testare e mettere alla prova senza ambiguità. Un'intuizione davvero rimarchevole se, circa trecentocinquanta anni dopo, Einstein poteva ancora chiedersi: «Come è possibile che la matematica, che è un prodotto del pensiero umano indipendente da ogni altra esperienza, se la cavi così bene al confronto con l'esperienza?». [11]

Viviani ci racconta un aneddoto affascinante sugli anni di studio di Galileo a Pisa. Nel 1583 il diciannovenne vide nel duomo della città una lampada che oscillava avanti e indietro, appesa a una lunga catena, e contando i propri battiti cardiaci notò che impiegava sempre lo stesso tempo per spostarsi da un estremo all'altro (a voler essere precisi, ciò vale solo finché la portata dell'oscillazione non è eccessiva). Partendo da questa semplice osservazione, scrive Viviani con ammirazione, Galileo proseguì nelle riflessioni e «facendone esperienze esattissime, si accertò dell'egualità delle sue [del pendolo] vibrazioni [cioè della costanza del periodo di

oscillazione]». Viviani racconta poi che Galileo sfruttò quella caratteristica del pendolo al fine di costruire un apparato medico con il quale misurare la frequenza cardiaca. Questo aneddoto divenne in seguito così famoso che, nel 1840, il pittore Luigi Sabatelli realizzò uno splendido affresco che ritraeva il giovane astronomo intento a osservare la lampada (si veda il riquadro in alto a sinistra nella Figura 1 dell'inserto fotografico).

In questo accattivante racconto c'è solo un «piccolo» problema: la lampada in questione venne installata nella cattedrale di Pisa soltanto nel 1587, ossia quattro anni più tardi rispetto a quando Galileo avrebbe dovuto vederla oscillare. Certo, è possibile che Galileo abbia osservato un'altra lampada appesa in precedenza in quel medesimo punto; tuttavia, dato che lui stesso accenna per la prima volta alla costanza dell'oscillazione del pendolo solo nel 1598, e che nessun altro documento attesta una sua invenzione di un qualche strumento atto a misurare la frequenza cardiaca, la maggior parte degli storici della scienza sospettano che la pittoresca descrizione delle precoci intuizioni di Galileo costituisca un tipico esempio degli abbellimenti caratteristici delle biografie dell'epoca.

In realtà, il medico veneziano Santorio Santorio pubblicò nel 1626 i dettagli del suo *pulsilogium*, uno strumento in grado di misurare con accuratezza la frequenza cardiaca sulla base della costanza del periodo del pendolo; e Galileo, che di solito reagiva con veemenza ai tentativi di non riconoscere i suoi meriti, non rivendicò mai tale scoperta. Ciononostante, il fatto che possa aver condotto esperimenti con dei pesi legati alle corde (ossia, in sostanza, dei pendoli) nel laboratorio di suo padre lascia aperta la possibilità che nel racconto di Viviani ci sia un pizzico di verità. Quello che sappiamo con certezza è che Galileo iniziò a usare i pendoli come strumenti per misurare il tempo nel 1602, e nel 1637 ebbe anche l'idea di creare un orologio a pendolo. Suo figlio Vincenzo iniziò a realizzare un modello basato sull'idea dal padre, ma purtroppo morì prima di completarlo, nel 1649. Un orologio di questo tipo venne infine costruito nel 1656 dallo scienziato olandese Christiaan Huygens.

Dopo aver lasciato Pisa senza aver conseguito una laurea, Galileo dovette cercarsi un lavoro e iniziò quindi a dare lezioni private di matematica, in parte a Firenze e in parte a Siena. Nel 1586 pubblicò inoltre un breve trattato scientifico intitolato *La bilancetta*,[12] che – pur non spiccando per originalità – introduceva una tecnica più accurata per pesare

gli oggetti nell'aria e nell'acqua; il processo risultava utile soprattutto ai gioiellieri, che erano soliti pesare i metalli preziosi in questo modo.

Alla fine del 1586 Galileo iniziò a comporre un trattato sul moto e i corpi in caduta libera; seguendo l'esempio di Platone, scelse di scriverlo in forma di dialogo, un genere molto popolare nell'Italia del XVI secolo come veicolo per l'esposizione tecnica, la polemica e le brevi opere di persuasione. Il libro non venne mai terminato e i problemi in esso affrontati sembrano alquanto triviali per gli standard odierni; tuttavia, segnò un passo importante nel cammino di Galileo verso la fondazione di una nuova meccanica. In particolare, ci dice due cose interessanti. La prima è che, all'età di ventidue anni Galileo aveva già l'ardire di sfidare il grande Aristotele su diversi temi relativi al moto, anche se non esistevano ancora gli strumenti matematici necessari per trattare variabili come la velocità e l'accelerazione. (Il calcolo infinitesimale, che avrebbe consentito la formulazione di definizioni appropriate per la velocità e l'accelerazione come *tassi* di variazione, fu introdotto da Newton e Gottfried Leibniz soltanto verso la metà del XVII secolo.)

La seconda è che Galileo aveva raggiunto una conclusione almeno provvisoria: a prescindere dal loro peso, i corpi fatti dello stesso materiale in caduta attraverso un elemento dato si muovevano con la medesima velocità. Negli anni successivi, questa ipotesi sarebbe diventata parte di una delle sue principali scoperte nel campo della meccanica.

Alla luce del dramma associato al nome di Galileo e alla sua accettazione del copernicanismo, è inoltre intrigante scoprire che in un altro manoscritto, il *Trattato della sfera ovvero Cosmografia* (probabilmente scritto sul finire degli anni Ottanta del Cinquecento e pensato soprattutto in vista delle sue lezioni private),[13] Galileo aveva adottato senza riserve il vecchio sistema geocentrico tolemaico, in cui il Sole, la Luna e i pianeti ruotavano attorno alla Terra su orbite circolari. Tutto questo sarebbe cambiato drasticamente negli anni a venire.

Nel tentativo di rimpolpare il suo ancora scarno curriculum, nel 1587 Galileo fece visita al più grande matematico di Roma: il gesuita Cristoforo Clavio (o Christophorus Clavius, probabile latinizzazione di Christoph Clau o Klau), divenuto membro effettivo dell'ordine – pronunciando l'ultimo voto, quello di ubbidienza al papa – nel 1575. Clavio aveva insegnato matematica al prestigioso Collegio romano fin dal 1564 ed era stato

nominato Primo matematico nella commissione pontificia che nel 1582 aveva istituito il calendario gregoriano. Galileo aveva messo gli occhi su un incarico in particolare: una cattedra di matematica che si era liberata all'Università di Bologna, la più vecchia d'Occidente, che vantava ex allievi del calibro di Niccolò Copernico e dell'umanista e architetto Leon Battista Alberti. Sperando di assicurarsi una raccomandazione da parte di Clavio, Galileo gli lasciò alcuni dei suoi lavori originali sull'individuazione del centro di gravità di diversi solidi, un argomento popolare tra i matematici gesuiti dell'epoca.

Più o meno in quello stesso periodo, Galileo dimostrò inoltre un interessante teorema che suscitò un certo clamore: mostrò che se prendiamo una serie di pesi di, mettiamo, 1 libbra (antica unità di peso corrispondente a circa 325 grammi), 2 libbre, 3 libbre, 4 libbre e 5 libbre, e li appendiamo a distanze uguali lungo il braccio di una bilancia, il centro di gravità (il punto attorno al quale il braccio è in equilibrio) dividerà la lunghezza dello stesso braccio secondo un preciso rapporto di 2:1. Ma anche se questo piccolo teorema guadagnò a Galileo una discreta fama in diversi ambienti – da Padova a Roma alle università del Belgio – la cattedra di Bologna fu comunque assegnata a Giovanni Antonio Magini, un rinomato astronomo, cartografo e matematico di Padova.

Questo insuccesso sarà stato senz'altro un duro colpo per il giovane e ambizioso Galileo, ma il suo impatto venne presto attenuato da un grande onore che gli fu riconosciuto nel 1588: il console dell'Accademia fiorentina, Baccio Valori, lo invitò a tenere due lezioni sulla geografia e sull'architettura dell'inferno nella *Divina commedia* di Dante. In quest'opera monumentale, che conta più di quattordicimila versi, l'Alighieri racconta del suo viaggio immaginario nell'aldilà e al contempo mette a frutto diversi spunti filosofici. Al termine del suo epico cammino attraverso l'inferno, il purgatorio e il paradiso, il poeta arriva infine a contemplare «l'amor che move il Sole e l'altre stelle».

L'invito a tenere le due lezioni rendeva evidente il rispetto dell'Accademia non solo per le competenze matematiche di Galileo, ma anche per la sua erudizione letteraria. Egli fu senza dubbio felicissimo di ricevere tale richiesta, per due ragioni principali. In primo luogo, creare una mappa a partire dalla disorientante descrizione dell'inferno fatta da Dante nella *Divina commedia* gli diede l'opportunità di provare a costruire un

ponte tra un capolavoro letterario e il ragionamento scientifico.[14] Negli anni successivi, dimostrare che la scienza era parte integrante della cultura ed era in grado di rafforzare – e non certo sminuire – la stessa esperienza poetica divenne un aspetto importante del suo approccio filosofico, e del suo lascito ai posteri. Per raggiungere questo obiettivo Galileo scelse di ignorare la consolidata tradizione che vedeva nel latino la lingua più adatta a trattare di argomenti scientifici, e preferì invece scrivere in italiano. Al contempo, nella sua ampia produzione scientifica attinse alle proprie risorse letterarie per trasmettere idee e collegamenti in uno stile pittoresco e stimolante.

In secondo luogo, Galileo era scaltramente consapevole dell'importanza di quelle lezioni per la sua carriera personale. In sostanza, gli veniva chiesto di fare da arbitro tra le visioni contrapposte di due interpreti e commentatori dell'opera dantesca riguardo all'ubicazione, alla struttura e alle dimensioni dell'inferno: l'architetto e matematico fiorentino Antonio Manetti, biografo di Filippo Brunelleschi, e l'intellettuale lucchese Alessandro Vellutello. Quest'ultimo sosteneva che la struttura ad anfiteatro proposta dal Manetti non si sarebbe dimostrata sufficientemente stabile, e proponeva un modello alternativo in cui l'inferno occupava uno spazio molto più piccolo attorno al centro della Terra. Ma non si trattava solo di una mera disputa intellettuale: c'era in gioco ben di più. Nel 1430 Firenze aveva subito un'umiliante disfatta alle porte di Lucca. L'esercito aveva assediato a lungo e senza successo la città, finché Brunelleschi, in qualità di consulente militare, non aveva proposto di deviare il corso del Serchio per creare un lago attorno alle mura e costringere i nemici alla resa; il piano, però, si era rivelato disastroso: una diga era crollata e il fiume aveva inondato l'accampamento dell'esercito fiorentino. Il doloroso ricordo di quell'evento era senza dubbio ben presente ai letterati fiorentini quando chiesero a Galileo di dimostrare che Manetti e l'intera Accademia «sia dal Vellutello stata calunniata». Inoltre, il commento di Vellutello rappresentava un disconoscimento dell'autorità di Manetti – e, per associazione, dell'Accademia stessa – nell'interpretazione di Dante. In altre parole, a Galileo era stato affidato il compito di salvare il prestigio dell'istituzione, e lui si rendeva perfettamente conto che sancendo il primato di Manetti sarebbe stato considerato come un difensore dell'orgoglio fiorentino.

Galileo aprì la prima delle sue *Due lezioni all'Accademia circa la figura, sito e grandezza dell'inferno di Dante* con un riferimento diretto alle

osservazioni astronomiche (probabilmente perché all'epoca aspirava soprattutto a cattedre in matematica e astronomia), ma ponendo comunque l'accento sul fatto che la decifrazione dell'architettura dell'inferno avrebbe richiesto considerazioni di carattere teorico. Quindi passò alla descrizione dell'interpretazione di Manetti, mettendo in mostra le abilità analitiche che sarebbero poi diventate il suo tratto distintivo nel campo della ricerca scientifica. La tetra struttura dell'inferno dantesco occupava una porzione conica della Terra, con Gerusalemme al centro della base (a forma di cupola) del cono e il centro del pianeta al suo vertice.

In opposizione a quanto sosteneva Vellutello, secondo il quale la struttura di Manetti avrebbe riempito un sesto dell'intera Terra, Galileo usò la geometria dei solidi appresa dalla lettura delle opere di Archimede per dimostrare che, di fatto, avrebbe occupato meno di sette centesimi del volume complessivo: nelle sue parole, «qualcosa meno di una delle 14 parti di tutto l'aggregato». Quindi procedette metodicamente a demolire il modello del lucchese, mostrando non solo che le componenti della struttura architettonica da lui proposta sarebbero collassate sotto il loro stesso peso, ma che il suo disegno non era neppure in accordo con l'agghiacciante descrizione dantesca. Per contro, Galileo affermò che nella costruzione di Manetti, «tal grossezza è suffizientissima […] per sostenersi». Concluse poi le sue lezioni ringraziando l'Accademia, nei cui confronti si sentiva «obbligatissimo», e aggiungendo saggiamente che pensava di aver dimostrato «quanto più sottile sia l'invenzione del Manetti».

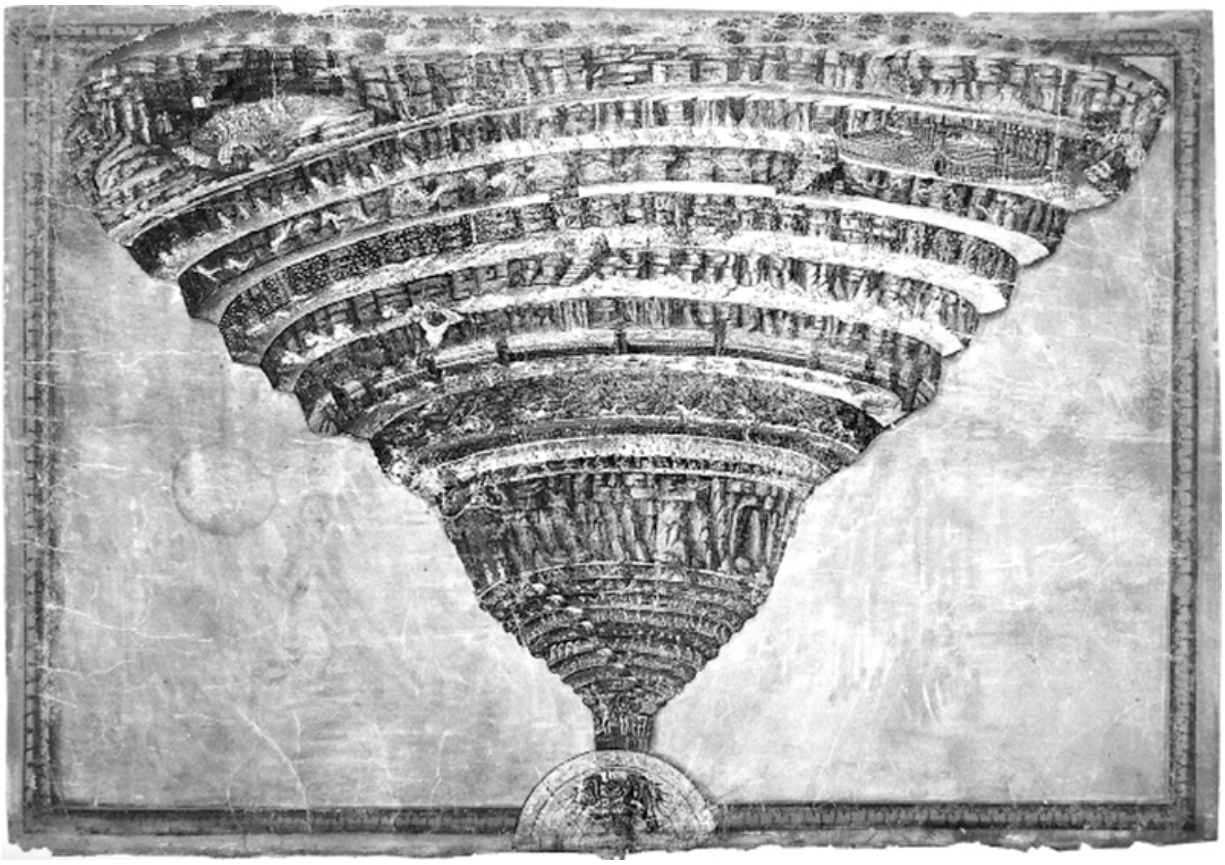


FIGURA 2.1. *La voragine infernale* di Sandro Botticelli, ispirata all'inferno di Dante.

Purtroppo, forse per l'eccessivo desiderio di compiacere il proprio pubblico, Galileo era caduto nella sua stessa trappola: non si era reso conto, cioè, che anche la struttura architettonica di Manetti era destinata a collassare su se stessa in modo catastrofico. Difficilmente qualcuno all'interno dell'istituzione se ne accorse, ma è probabile che Galileo abbia riconosciuto quell'errore grossolano poco dopo aver tenuto le lezioni, in quanto per anni non vi fece più riferimento e Viviani non le menzionò mai, pur avendo vissuto nella casa del maestro durante i suoi ultimi anni.

Solo nel suo ultimo libro, *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, Galileo tornò sull'interessante problema della stabilità delle costruzioni con il crescere della loro scala. L'idea chiave a cui era approdato era che mentre il volume (e quindi il peso) di un corpo aumenta di mille volte se le sue dimensioni sono decuplicate, la resistenza alle

incrinature (che si formano lungo superfici bidimensionali) aumenta solo di cento volte. Nei *Discorsi* Galileo scrisse dunque che «la machina maggiore, fabbricata dell'istessa materia e con l'istesse proporzioni che la minore, in tutte l'altre condizioni risponderà con giusta simmetria alla minore, fuor che nella robustezza e resistenza contro alle violente invasioni; ma quanto più sarà grande, tanto a proporzione sarà più debole».[15] Quindi, in una probabile allusione all'abbaglio preso nelle lezioni sull'inferno, raccontò «un caso degno veramente di esser saputo» relativo «ad un mecanico» che aveva commesso un errore nello stimare la resistenza di oggetti aumentati di scala.

Forse l'elemento più interessante riguardo all'errore commesso da Galileo nelle sue lezioni è proprio che, sebbene fossero ormai passati molti anni dal suo intervento, si sentiva ancora tenuto a correggere le proprie conclusioni, a rivedere le vecchie idee alla luce delle nuove intuizioni e a pubblicare i risultati corretti analizzando il problema in un contesto del tutto diverso.

Galileo era di fatto un uomo del Rinascimento, tuttavia ci si potrebbe chiedere se nella nostra epoca di specializzazioni in ambiti ristrettissimi e competenze sviluppate pensando alla carriera esistano ancora studiosi del genere, o se siano tutt'ora necessari gli individui dalla poliedrica curiosità e gli eruditi dai vasti interessi. Basandosi su un centinaio di interviste con uomini e donne dalla creatività straordinaria, attivi in ambiti disciplinari diversi, lo psicologo della University of Chicago Mihály Csíkszentmihályi ritiene che la risposta a entrambe le domande sia affermativa. La sua conclusione è che «se l'essere un bambino prodigio non è un requisito necessario per il successivo manifestarsi della creatività, una curiosità più accesa del normale riguardo al mondo circostante sembra invece esserlo. Quasi tutti gli individui che hanno portato un contributo originale in qualche campo ricordano di aver provato un senso di meraviglia riguardo ai misteri della vita e hanno vividi aneddoti da raccontare sugli sforzi che hanno fatto per trovarvi risposta».[16] In effetti, la creatività consiste spesso nella capacità di prendere in prestito alcune idee da un campo specifico e trasportarle in un altro. Charles Darwin, per esempio, mutuò uno dei pilastri della sua teoria dell'evoluzione – il gradualismo – dai suoi amici geologi: si trattava dell'idea secondo cui, come la superficie della Terra viene plasmata molto lentamente dalle azioni dell'acqua, del Sole, del vento e dell'attività

geologica, allo stesso modo i cambiamenti evolutivi si verificano nell'arco di centinaia di migliaia di generazioni.

Ma, anche se ai nostri tempi rendere omaggio agli «uomini del Rinascimento» può ispirare la creatività, ciò non significa che dobbiamo rinunciare alla specializzazione. Oggi, con le fonti d'informazione che abbiamo letteralmente a portata di mano, anche quelle diecimila ore circa che secondo Malcolm Gladwell sarebbero necessarie per diventare degli esperti in un dato ambito (una tesi in realtà messa in discussione dagli autori dello studio originale) possono essere ridotte attraverso tecniche e pratiche d'apprendimento più efficaci. Questo risparmio di tempo, assieme al fatto che gli esseri umani vivono più a lungo rispetto al passato, significa che – almeno in linea di principio – nulla ci impedisce di essere *sia* esperti, *sia* uomini del Rinascimento.

Tornando alla vita di Galileo, la fama che si era fatto con le sue lezioni sull'inferno e la raccomandazione che riuscì infine a ottenere da Clavio si dimostrarono estremamente utili: nell'estate del 1589 Filippo Fantoni lasciò la cattedra di matematica all'Università di Pisa e Galileo, che solo pochi anni prima aveva abbandonato quell'ateneo senza aver conseguito una laurea, venne nominato al suo posto.

3
La Torre pendente e i piani inclinati

Anche se il primo incarico di Galileo come professore di matematica a Pisa durò solo dal 1589 al 1592,[1] un particolare aneddoto legato a quel periodo ci ha tramandato un'immagine iconica dello scienziato che, indossando la sua sontuosa toga accademica, fa cadere alcune palle di peso diverso dalla cima della Torre pendente di Pisa.

La storia venne raccontata per la prima volta da Viviani, che nel 1657 mise assieme i ricordi di una conversazione avuta con Galileo nei suoi ultimi anni di vita.

> Furono da esso [Galileo] convinte di falsità [dimostrate false], per mezzo d'esperienze e con salde dimostrazioni e discorsi, moltissime conclusioni dell'istesso Aristotele intorno alla materia del moto, sin a quel tempo state tenute per chiarissime et indubitabili; come, tra l'altre, che le velocità de' mobili dell'istessa materia, disegualmente gravi, movendosi per un istesso mezzo, non conservano altrimenti la proporzione delle gravità loro, assegnatagli da Aristotele, anzi che si muovon tutti con pari velocità, dimostrando ciò con replicate esperienze, fatte dall'altezza del Campanile di Pisa con l'intervento delli altri lettori e filosofi e di tutta la scolaresca.

In altri termini, tra il 1589 e il 1592, stando al racconto Galileo aveva dimostrato, lasciando cadere delle palle dalla Torre pendente, che due oggetti dello stesso materiale ma peso diverso toccavano terra nel medesimo istante; il che era in evidente contrasto con la tesi sostenuta dagli aristotelici, secondo i quali la velocità di caduta di un grave dovrebbe essere proporzionale al suo peso.

E, come se l'aneddoto non avesse già forza sufficiente, gli storici e i biografi successivi continuarono ad aggiungere dettagli sconosciuti al racconto originale di Viviani e ad altre fonti contemporanee.[2] Per esempio, l'astronomo e divulgatore scientifico britannico Richard Arman Gregory

scrisse nel 1917 che i membri dell'Università di Pisa si riunirono ai piedi della Torre pendente «una mattina del 1591», anche se Viviani non aveva menzionato l'anno preciso né il momento della giornata. Gregory aggiunse inoltre che una palla «pesava cento volte più dell'altra», un altro dettaglio non riportato da Viviani. Francis Jameson Rowbotham, biografo di scienziati, musicisti, scrittori e artisti di grande fama, aggiunse nella sua vivida descrizione del 1918 che Galileo «invitò l'intera università ad assistere all'esperimento».

Altri scrittori diedero prova di altrettanta inventiva. Il fisico e storico della scienza William Cecil Dampier Whetham scrisse, nel 1929, che Galileo aveva lasciato cadere «assieme un peso da dieci libbre e uno da una libbra», mutuando quei valori da una precedente biografia dell'astronomo firmata da John Joseph Fahie. Tutti questi autori – e altri ancora – hanno visto nell'episodio della Torre un punto di svolta nella storia della scienza: il passaggio da un approccio basato sul primato dell'autorità a uno che poneva al centro gli esperimenti. L'aneddoto divenne tanto famoso che, in un affresco del 1816, il pittore toscano Luigi Catani raffigurò Galileo nell'atto di compiere l'esperimento alla presenza del granduca. Ma questa dimostrazione ebbe davvero luogo?

Secondo la maggior parte degli storici della scienza a noi contemporanei, è probabile di no.[3] Lo scetticismo deriva in parte dalla nota tendenza di Viviani ad aggiungere elementi agiografici non accurati a livello storico, in parte dai suoi occasionali errori nel ricostruire la cronologia degli eventi, e soprattutto dal fatto che lo stesso Galileo, nei suoi scritti, non faccia mai menzione di questo specifico esperimento, che non viene citato nemmeno in altri documenti dell'epoca. In particolare il filosofo Jacopo Mazzoni, professore a Pisa e amico di Galileo, pubblicò nel 1597 un libro in cui appoggiava le idee dell'astrofisico riguardo al moto, ma senza fare alcun accenno a un esperimento compiuto sulla Torre pendente. Nemmeno Giorgio Coresio, docente di Pisa che nel 1612 descrisse alcuni esperimenti sulla caduta di gravi dalla cima della Torre pendente, riferì l'aneddoto. Va notato che Coresio, nella sua *Operetta intorno al galleggiare de corpi solidi*, sostenne l'ambigua teoria secondo cui tali esperimenti avevano «avverato [confermato] il detto d'Aristotile […] che 'l corpo maggiore, si muove più velocemente del minore della medesima materia, e nel medesimo modo che cresce la gravità, cresce ancora la velocità». Questa

affermazione risulta ancora più enigmatica alla luce del fatto che, già nel 1544, lo storico Benedetto Varchi aveva citato alcuni esperimenti che contraddicevano le predizioni aristoteliche.

Galileo aveva settantacinque anni quando il diciottenne Viviani andò a vivere a casa sua: è possibile, dunque, che gli abbellimenti alla storia derivino dall'uno come dall'altro. In ogni caso, per comprendere l'approccio scientifico dell'astronomo non ha molta importanza che abbia o meno compiuto questa particolare dimostrazione. Resta il fatto che in quegli anni, mentre teneva la cattedra a Pisa, si dedicò a importanti esperimenti con i corpi in caduta libera; poco importa se li abbia davvero fatti volare giù dalla Torre pendente. Sempre a Pisa, inoltre, intorno al 1590 compose un trattato in cui analizzava vari aspetti del moto; pubblicato postumo nel 1687 con il titolo *De motu antiquiora* («Antichi scritti sul moto», poi conosciuto semplicemente come *De motu*), quel testo mostra lo sviluppo delle sue prime ipotesi, che lo pongono già all'avanguardia nelle ricerche teoriche e sperimentali sul moto in generale e sui corpi in caduta libera in particolare.[4] Nel *De motu*, Galileo dichiarò di aver confermato attraverso ripetuti esperimenti (senza menzionare la Torre pendente) che quando due oggetti vengono lasciati cadere da un luogo elevato, quello più leggero si muove all'inizio più velocemente, ma poi quello più pesante lo supera e arriva a terra per primo. Esperimenti successivi hanno mostrato che questo peculiare risultato era probabilmente dovuto al fatto di non aver lasciato cadere i due oggetti nel medesimo istante.[5] In sostanza si è dimostrato che, quando si tengono in mano due palle, l'arto che regge quella più pesante si stanca prima e deve stringere l'oggetto con maggior forza, il che lo porta a lasciarlo con un leggero ritardo rispetto all'altra. Tra l'altro, qualche anno prima del presunto esperimento di Galileo alla Torre pendente, il fisico fiammingo Simon Stevin di Bruges aveva lasciato cadere due palle di piombo, una dieci volte più pesante dell'altra, «da un punto alto circa nove metri», e nel 1586 aveva pubblicato i risultati ottenuti: «Hanno toccato terra così vicine da far credere che ci fosse stato un unico tonfo».

Il *De motu* segnò l'inizio della sistematica critica di Galileo verso Aristotele e costituì la base per i suoi successivi esperimenti, eseguiti sfruttando palle lasciate rotolare lungo piani inclinati.[6] Inoltre dimostrò che, a volte, la scienza non progredisce attraverso rivoluzioni nette, ma in modo graduale. Infatti, sebbene le idee di Galileo sugli oggetti in caduta libera si

allontanassero marcatamente da quelle dei filosofi naturali che l'avevano preceduto, all'inizio non si accordavano del tutto con i risultati dei suoi stessi esperimenti. Stando alla teoria postulata da Aristotele, i corpi dovevano cadere a una velocità costante, determinata dal loro peso e dalla resistenza del mezzo in cui si muovevano; e, per molti, il semplice fatto che questa tesi fosse stata sostenuta dal filosofo greco bastava a renderla vera. Nel *De motu*, Galileo affermava invece che un corpo in caduta accelerava nella fase iniziale, per poi assumere una velocità costante determinata dalla relazione tra la propria densità e quella del mezzo che attraversava. In altre parole, una palla fatta di piombo si sarebbe mossa verso il basso più velocemente di una in legno, superandola (nel latino di Galileo: «per magnum spatium praecedat»), ma due palle di piombo sarebbero cadute alla medesima velocità a prescindere dal loro peso. Era un passo nella direzione giusta, tuttavia quell'ipotesi mostrava ancora delle falle, di cui Galileo si rendeva conto. Per esempio, non era in accordo con un'evidenza sperimentale: l'accelerazione dei corpi in caduta libera sembrava costante. La prima risposta immaginata dall'astronomo fu che tale accelerazione potesse via via ridursi, fino al raggiungimento di una velocità costante.

Solo nei suoi *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, pubblicati nel 1638, Galileo arrivò a formulare una teoria corretta sui corpi in caduta libera, sostenendo che, nel vuoto, subiscono tutti la *stessa uniforme accelerazione*, a prescindere da peso e densità. Nel testo, l'astronomo mette questa spiegazione in bocca al suo alter ego Salviati: «Aristotele dice: "Una palla di ferro di cento libbre, cadendo dall'altezza di cento braccia, arriva in terra prima che una di una libbra sia scesa un sol braccio"; io dico ch'ell'arrivano nell'istesso tempo».[7] Questa intuizione cruciale – risultato di uno straordinario lavoro sperimentale – si sarebbe rivelata fondamentale per lo sviluppo della teoria della gravitazione di Newton.

Nel 1971 un astronauta della missione Apollo 15, David Scott, confermò la teoria con un semplice esperimento condotto sulla superficie della Luna (dove in pratica non c'è atmosfera a opporre resistenza): lasciò cadere dalla stessa altezza un martello dal peso di circa 1,3 chili e una piuma di falco di 30 grammi, e i due oggetti toccarono il suolo simultaneamente, proprio come Galileo aveva concluso secoli prima.[8]

Ma, ai tempi del *De motu*, Galileo aveva anche un altro problema: le sue prime misurazioni, in particolare quelle relative ai tempi, non erano ancora abbastanza precise da consentirgli di raggiungere conclusioni definitive. Il che non gli impedì di avanzare un'osservazione lungimirante:

> Quando una persona ha scoperto la verità su qualcosa e l'ha stabilita con grande sforzo, nell'esaminare le proprie scoperte con maggiore attenzione spesso si rende conto che ciò che ha appreso al prezzo di così tanta fatica avrebbe potuto essere colto con la massima facilità. La verità, infatti, non è nascosta così in profondità come molti pensano, ma, di fatto, le sue tracce brillano con chiarezza in vari punti e ci sono molti sentieri che a essa conducono. [9]

Negli anni successivi, domande quali «Cos'è la verità?» e «Come la si dimostra?» (specie attraverso teorie scientifiche) sarebbero diventate fondamentali nella vita di Galileo. Interrogativi forse ancor più cruciali oggi, quando dati di fatto indiscutibili vengono talvolta bollati come *fake news*. È senz'altro vero che, ai loro albori, le scienze per come le intendiamo ora non erano immuni dall'influenza di convinzioni erronee, in quanto spesso legate a campi nei quali regnava l'immaginazione (si pensi all'alchimia e all'astrologia). Ed è in parte per questa ragione se Galileo decise invece di fare affidamento sulla matematica, che sembrava offrire basi più solide. Poi, con il progressivo sviluppo di pratiche che consentivano di riprodurre gli esperimenti (un altro settore nel quale l'astronomo fu pioniere), le asserzioni scientifiche sono diventate sempre più affidabili. In sostanza, perché una teoria venga accettata – anche solo in via provvisoria – non basta che sia in accordo con tutti i dati noti, sperimentali e osservativi, ma dev'essere anche in grado di fare predizioni verificabili. Rifiutare le conclusioni di studi che hanno superato questo rigoroso processo di validazione e dichiarato in modo esplicito gli eventuali margini d'incertezza – come nel caso dei modelli sul cambiamento climatico, per esempio – significa giocare con il fuoco (anche in senso letterale: lo dimostrano gli imponenti incendi che stanno devastando il globo, causati da condizioni meteorologiche divenute estreme).

Guardando agli immensi sforzi profusi da Galileo nelle ricerche per la stesura del *De motu*, qualcuno potrebbe pensare che si fosse lasciato alle spalle le radici da uomo dalla cultura enciclopedica, per dedicarsi anima e

corpo a questioni puramente matematiche o sperimentali. Le cose, però, non stanno affatto così. Anche se a Pisa spese gran parte del proprio tempo in studi empirici, il suo interesse per la filosofia e il suo amore per la poesia rimasero intatti.[10] Nei suoi scritti, Galileo mostra una straordinaria comprensione degli insegnamenti di Aristotele, anche se talvolta la usa per attaccare le conclusioni del filosofo; per esempio quando afferma: «Quanto sia ridicola questa opinione [di Aristotele], risulta più chiaro della luce del Sole: […] se da un'alta torre lanciamo insieme due pietre, una grande il doppio dell'altra, quando la più piccola è arrivata a metà strada la più grande avrà forse già toccato terra?».[11] È evidente che Galileo non si fosse limitato ad assimilare dal contesto pisano alcune vaghe conoscenze sulle convinzioni di Aristotele: aveva studiato con impegno per arrivare a comprenderle in profondità. E, in effetti, ancora sedici mesi prima di morire avrebbe ribadito di aver sempre seguito il suo metodo logico. Ciononostante, nell'esporre il proprio sistema di pensiero sottolineò più volte il ruolo centrale giocatovi dalla matematica; ai suoi occhi, la conoscenza nasceva dalla sapiente unione di osservazioni, ragionamento e matematica, e ognuno di questi tre ingredienti era assolutamente necessario.

Al periodo di Pisa risale un altro divertente episodio, nel quale Galileo mise in luce da un lato la sua ammirazione per l'arguto poeta cinquecentesco Ludovico Ariosto (e per lo spirito parodistico del poeta Francesco Berni), e dall'altro la radicale avversione che nutriva per l'autorità e le pompose formalità. Iniziò tutto con un decreto del rettore, che chiedeva ai professori dell'università di indossare la toga ogniqualvolta si fossero mostrati in pubblico. Galileo trovava ridicola quell'imposizione e lo urtava doversi adeguare, ma fu ancor più seccato quando ricevette diverse multe per non averla rispettata. Così, per dar sfogo al proprio sdegno, scrisse un poemetto satirico di 301 versi intitolato *Capitolo contro il portar la toga*.

In questo audace componimento Galileo mostrava per la prima volta il lato sprezzante e provocatorio del proprio carattere, dando sfoggio di quella creatività linguistica venata di umorismo che avrebbe spesso arricchito i suoi scritti successivi. In alcuni versi arrivava persino a sostenere che le persone dovessero andare in giro nude, così che si potessero valutare meglio le virtù di ciascuna. È probabile, però, che l'opera non sia nata soltanto per palesare la sua contrarietà all'uso della toga: quella regola

assurgeva a simbolo per condannare l'accettazione dogmatica delle tesi di Aristotele da parte di molti degli scienziati dell'epoca. Purtroppo, è difficile che con quell'atteggiamento sarcastico Galileo si sia accattivato le simpatie dei colleghi pisani. Ecco alcuni versi del controverso poema:

> E non ci starò a far altre parole:
> andrommen'anch'io dietro a questa voga;
> ma Dio sa lui, se me n'increscе e duole!
> Ma ch'io sia per voler portar la toga,
> come s'io fussi qualche fariseo,
> o qualche scriba o archisinagoga,
> non lo pensar; ch'io non son mica ebreo,
> se bene e' pare al nome e al casato
> ch'io sia disceso da qualche giudeo. [12]

Almeno da un punto di vista economico, in ogni caso, a Pisa Galileo riusciva a tirare avanti, nonostante una paga di soli sessanta scudi l'anno. (Per fare un confronto, quella stessa università riconosceva più di dieci volte tanto al filosofo Jacopo Mazzoni, e ciò rende l'idea della scarsa considerazione in cui era tenuta all'epoca la matematica.) La situazione cambiò però alla morte del padre, nel 1591: Galileo, in quanto figlio maggiore, si ritrovò caricato di un pesante fardello. L'anno successivo si candidò dunque per un incarico all'Università di Padova, che per sua fortuna ottenne; lì avrebbe ricevuto un compenso tre volte più alto. Quella prestigiosa cattedra era rimasta vacante dalla morte del famoso matematico Giuseppe Moleti, nel 1588, e i responsabili dell'ateneo erano alquanto esigenti nella scelta di un successore. Galileo fu aiutato a ottenere l'incarico anche dall'appoggio dell'umanista napoletano Giovanni Vincenzo Pinelli, le cui raccomandazioni avevano un peso notevole: la sua biblioteca padovana – all'epoca la più grande in Italia – si era affermata come importante punto di riferimento per l'attività di molti intellettuali. Lì Galileo ebbe accesso a manoscritti inediti e appunti di lezioni sull'ottica che in seguito gli sarebbero stati d'aiuto nel suo lavoro con il cannocchiale.

Galileo avrebbe descritto gli anni nella «bella Padova, culla delle arti» – per citare le parole di Shakespeare – come il periodo migliore della sua vita, in buona parte per la libertà di pensiero e il vivace scambio di informazioni

garantiti agli studiosi della Repubblica di Venezia, di cui la città faceva parte. E fu proprio allora che si «convertì» al copernicanesimo.

La meccanica padovana

Oggi tutti i ricercatori lo sanno: non ci si può aspettare che i risultati sperimentali confermino *precisamente* una predizione quantitativa. Le incertezze statistiche e sistematiche che, in un certo grado, affliggono tutte le misurazioni portano piuttosto a individuare un range di valori nel quale è *probabile* che ricada quello reale; e ciò rende a volte difficile identificare con prontezza schemi che pure esistono. Al contrario, gli antichi greci davano grande enfasi all'importanza di formulare asserzioni estremamente precise.

All'epoca in cui visse Galileo non era possibile condurre misurazioni accurate del tempo, quindi l'astronomo trovò difficili, e persino frustranti, i primi passi mossi nel campo dello studio del moto. Inoltre doveva spesso interrompere le sue ricerche per problemi d'altra natura: a partire più o meno dal 1603 cominciò infatti a soffrire di forti dolori artritici e reumatici, che a volte si facevano così intensi da costringerlo a letto; questa condizione debilitante lo accompagnò, stando alla testimonianza del figlio, «da circa quarant'anni dell'età sua sino all'ultima sua vita». [13]

Ciononostante, dal 1603 al 1609 Galileo mise a punto alcune tecniche ingegnose per lo studio del moto e gettò le basi dei rivoluzionari risultati conseguiti in seguito nel campo della meccanica. [14] Molto più avanti, nei suoi *Discorsi*, avrebbe descritto sia i problemi incontrati nell'indagare e analizzare la caduta dei corpi, sia le brillanti soluzioni escogitate per riuscirvi. In particolare, aveva dovuto superare la difficoltà sperimentale, in apparenza insormontabile, di determinare se le velocità di oggetti di peso differente fossero di fatto uguali o diverse, considerando che gli oggetti stessi restavano in caduta libera per intervalli relativamente brevi. Scrisse infatti:

> Nell'altezza piccola si potrebbe dubitare se veramente non vi fusse differenza, o pur se ve ne fusse, ma inosservabile. E però sono andato pensando di reiterar tante volte la scesa da piccole altezze, ed accumulare insieme tante di quelle minime differenze di

> tempo, che potessero intercedere tra l'arrivo al termine del grave e l'arrivo del leggiero, che così congiunte facessero un tempo non solo osservabile, ma grandemente osservabile. [15]

Un'intuizione rimarchevole: Galileo aveva già compreso, quando l'impiego di soluzioni di tipo statistico era ancora di là da venire, che ripetere più volte il medesimo esperimento poteva far emergere e rendere osservabili anche piccole differenze nei risultati. Ma il vero colpo di genio, nella soluzione del problema, doveva ancora arrivare. Galileo stava infatti cercando un modo per rallentare la caduta – o «diluire» la gravità – così che fosse più facile misurarne le tempistiche e individuare eventuali differenze: «sono andato pensando di fare scendere i mobili sopra un piano declive, non molto elevato sopra l'orizontale; ché sopra questo, non meno che nel perpendicolo, potrà scorgersi quello che facciano i gravi differenti di peso». [16] In altre parole, la caduta libera di una palla poteva essere considerata come la casistica estrema di un lento rotolare lungo un piano inclinato: quella, cioè, in cui il piano stesso è verticale. E, come mostravano i suoi calcoli, lasciando scivolare o rotolare i corpi lungo un piano inclinato di soli 1,7 gradi, Galileo poteva rallentare in modo considerevole il moto, così da compiere misurazioni affidabili.

C'è un elemento interessante da comprendere in merito agli esperimenti di Galileo nel campo della meccanica, che riguarda il suo metodo d'indagine: era lo sviluppo delle sue prove empiriche a essere in prevalenza guidato da teorie e ragionamenti, anziché il contrario. Per citare le sue parole nel *De motu*, occorre «sempre adoperare il ragionamento più che non gli esempi (dato che cerchiamo le cause che producono determinati effetti, e queste cause non ci vengono dall'esperienza)». [17] Circa tre secoli e mezzo dopo, il grande astrofisico teorico Arthur Eddington avrebbe ribadito qualcosa di simile: «È chiaro che un'affermazione non può essere testata attraverso l'osservazione a meno che non riguardi i risultati dell'osservazione stessa. Ogni tassello della conoscenza fisica deve pertanto essere costituito da un'asserzione sui risultati – ottenuti o possibili – di una determinata procedura osservativa». [18] Al contrario, nelle scoperte astronomiche di Galileo furono le osservazioni a dettare il passo.

Dunque il progresso scientifico può essere figlio tanto di risultati sperimentali che precedono le spiegazioni teoriche, quanto di predizioni in

seguito confermate o smentite dall'esperienza o dalle osservazioni. Per esempio, si sapeva almeno dal 1859 che l'orbita di Mercurio attorno al Sole non confermava alla perfezione le predizioni basate sulla teoria della gravità di Newton. Fu la teoria della relatività generale di Einstein, pubblicata nel 1915, a *spiegare* tale anomalia. Al contempo, essa *prediceva* che, transitando vicino al Sole, la luce proveniente da stelle lontane avrebbe subito una certa deflessione; un fenomeno osservato per la prima volta solo nel 1919, durante un'eclissi totale di Sole (e in seguito confermato da diversi altri esperimenti). Tra parentesi, fu proprio Arthur Eddington a guidare una delle squadre che realizzarono le osservazioni del 1919.

Le odierne ricerche sul cambiamento climatico hanno seguito uno sviluppo simile.[19] All'inizio, nel corso dell'ultimo secolo fu *osservato* un aumento nella temperatura media globale. A tale scoperta fece poi seguito una serie di studi mirati a identificarne le cause principali, che portarono all'*elaborazione* di modelli climatici dettagliati. Sulla base di questi ultimi, sono quindi state fatte delle predizioni in merito agli effetti attesi nel XXI secolo.

Tornando a Galileo, abbiamo detto che quello trascorso a Padova fu un periodo felice a livello personale, ma fu comunque segnato da gravi ristrettezze economiche. Le sue due sorelle, Virginia e Livia, si sposarono rispettivamente nel 1591 e nel 1601, e l'onere di fornire loro doti importanti ricadde tutto sull'astrofisico. Il marito di Virginia si spinse addirittura a minacciare che lo avrebbe fatto arrestare se non avesse versato la somma pattuita. In realtà anche il fratello Michelangelo aveva firmato l'impegno per la dote, ma non riuscì a farvi fronte nonostante all'epoca si fosse assicurato due ottimi ingaggi come musicista: un primo in Polonia (per il quale Galileo coprì le spese di viaggio) e un secondo – successivo – in Baviera. Quasi ad aggiungere al danno anche la beffa, mentre si trovava in Baviera Michelangelo sposò Anna Chiara Bandinelli e spese tutti i suoi soldi in un sontuoso banchetto di nozze. Di conseguenza, sebbene nel 1609 la paga di Galileo a Padova fosse salita a mille scudi l'anno (dagli iniziali centottanta), per evitare di impantanarsi nei debiti lo scienziato fu comunque costretto a continuare con le lezioni private, affittare parte della propria casa a una dozzina di studenti e vendere alcuni degli strumenti da lui realizzati. Un'altra fonte di reddito era poi costituita dagli oroscopi, che scriveva di tanto in tanto per studenti e uomini di mondo.

Non deve sorprenderci che Galileo si dedicasse all'astrologia: all'epoca, infatti, uno dei compiti tradizionali dei matematici era proprio quello di realizzare carte astrali, altrimenti note come temi natali. Erano persino chiamati a insegnare agli studenti di medicina come usare gli oroscopi per individuare i trattamenti più appropriati da seguire con i pazienti. Ci sono giunte più di due dozzine di carte astrali tracciate da Galileo, comprese quelle per se stesso e per le figlie Virginia e Livia. Tuttavia, sappiamo da una lettera di Ascanio Piccolomini – nella cui casa Galileo avrebbe poi trascorso i primi sei mesi di arresti domiciliari, nel 1633 – che all'epoca lo scienziato non dava alcun credito all'astrologia, e ne rideva «come di professione fondata sopra incertissimi se non falsi fondamenti». [20]

Intanto, la vicinanza di Padova a Venezia permise a Galileo di stringere nuove amicizie e legami con intellettuali e figure di spicco di quella città. In particolare, Giovanfrancesco Sagredo – che possedeva un palazzo sul Canal Grande – sarebbe diventato per lui quasi un fratello, tanto da essere in seguito immortalato nel *Dialogo*, chiamato a incarnare il ruolo del profano intelligente e curioso. [21] A quanto ci risulta si tratta di un ritratto accurato, dato che in una delle sue lettere Sagredo si descrisse dicendo: «Et se tal volta mi do alla speculatione delle scienze, non credi già V.S. che io mi prosumi concorrere co' professori di quelle, e tanto meno garrire con loro, ma solo per ricreare il mio animo, indagando liberamente, sciolto da ogni obligatione et affetto, la verità di alcuna propositione che sia di mio gusto». [22] Un altro amico e consigliere fidato di Galileo fu Paolo Sarpi: religioso dell'ordine dei serviti, teologo e storico, ma anche scienziato e brillante matematico, con un grande interesse per argomenti che spaziavano dall'astronomia all'anatomia. [23] In seguito, Galileo avrebbe detto con ammirazione che «niuno l'avanza in Europa di cognizione di queste scienze [matematiche]».

Il drammaturgo ed enciclopedista Giambattista della Porta dichiarò addirittura di non aver mai conosciuto un uomo più erudito di Sarpi. Lodi simili erano state riservate in precedenza a personaggi del calibro di Leonardo da Vinci, riferendosi al quale il re di Francia Francesco I aveva affermato di «non credere che fosse mai esistito un uomo con pari conoscenze». E proprio Sarpi, che poteva vantare un'ottima competenza nel campo dell'ottica e dei processi coinvolti nella visione, [24] nel 1608 condivise con Galileo le prime informazioni affidabili sull'invenzione del

cannocchiale, dopo che le voci di uno strumento olandese si erano diffuse in tutta Europa.

Ma Galileo era attratto da Venezia anche per un altro importante motivo: il suo celebre arsenale, un complesso di armerie e cantieri navali pieno di strumenti per i quali nutriva un profondo interesse. Si diceva che, nel periodo di massima attività, le migliaia di uomini che lavoravano all'arsenale sarebbero stati in grado di costruire una nave in un sol giorno. Non c'è quindi da stupirsi che Galileo abbia aperto i suoi *Discorsi* dichiarando: «Largo campo di filosofare a gl'intelletti specolativi parmi che porga la frequente pratica del famoso arsenale di voi, Signori Veneziani, ed in particolare in quella parte che mecanica si domanda; atteso che quivi ogni sorte di strumento e di machina vien continuamente posta da numero grande d'artefici».[25] Il fatto che l'area in cui sorgeva l'arsenale ospiti oggi la Biennale di Venezia ci ricorda simbolicamente la connessione tra arte e scienza nell'Italia rinascimentale.

La frenetica attività scientifica e ingegneristica portata avanti nell'arsenale veneziano diede a Galileo l'idea di creare un proprio laboratorio, per il quale assunse in pianta stabile l'artigiano Marcantonio Mazzoleni, che si trasferì a vivere con la famiglia nella casa dello scienziato. Il laboratorio (che potremmo vedere come l'equivalente seicentesco di un'odierna start-up) serviva a Galileo sia per portare avanti le proprie ricerche sia come fonte di reddito, attraverso la creazione di svariati strumenti di misurazione e rilevamento, anche a scopo militare. Uno in particolare, il compasso proporzionale (che Galileo chiamava «compasso geometrico et militare»), era uno strumento di calcolo che aiutava a compiere in rapidità operazioni aritmetiche e geometriche complesse, necessarie ad esempio per valutare le distanze sul campo di battaglia o l'altezza di un bersaglio. Galileo approntò anche un libretto in italiano che lo mostrava e ne spiegava il funzionamento; ne vennero distribuite solo sessanta copie, così da limitare la diffusione non autorizzata di tali informazioni.[26] In seguito un altro scienziato, Baldassarre Capra, pubblicò un testo in latino sul medesimo strumento, sostenendo di esserne l'inventore (in realtà era stato lo stesso Galileo a mostrargli come usarlo). La reazione di Galileo non si fece attendere, e fu dura: raccolse le deposizioni scritte di diverse persone cui aveva presentato lo strumento alcuni anni prima, e accusò Capra di plagio. Dopo aver vinto la causa davanti alle autorità

universitarie, scrisse anche un feroce articolo intitolato *Difesa contro alle calunnie e imposture di Baldessar Capra*.

Perché Galileo reagì in modo così violento? Non c'è dubbio che, per via dei suoi problemi economici, si sentiva costretto a difendersi con forza da ogni attacco che potesse macchiare la sua reputazione e ridurre quindi le sue chance di ottenere un incarico più importante o meglio retribuito. Probabilmente, però, dietro un simile accanimento si nasconde anche un elemento personale, un motivo d'onore: nell'ottobre del 1604, quando in cielo era apparsa una nuova stella, Capra si era vantato in pubblico di averla vista cinque giorni prima di Galileo, e ciò doveva aver toccato un nervo scoperto.

A Venezia Galileo non trovò soltanto stimoli intellettuali e artistici. Attraverso l'amico Sagredo venne introdotto alle tentazioni che la vita notturna della città poteva offrire, in particolare buon vino e belle donne. Ne nacque una relazione romantica con Marina di Andrea Gamba, che in seguito si trasferì a Padova. I due non si sposarono mai, ma convissero per più di un decennio ed ebbero due figlie – Virginia (in seguito ordinata suora con il nome di Maria Celeste) e Livia (poi divenuta suor Arcangela) – e un figlio, Vincenzo. Si potrebbe ipotizzare che la riluttanza di Galileo a formalizzare quel legame fosse dovuta agli esempi di matrimoni che aveva in famiglia, tutt'altro che incoraggianti; ma è anche possibile che vi abbia rinunciato per poter sistemare economicamente le due sorelle. O almeno, questo è ciò che pensava suo fratello Michelangelo.

Per quanto riguarda il lavoro scientifico, i risultati più importanti conseguiti nei diciotto anni trascorsi a Padova riguardarono gli esperimenti con i piani inclinati. Anche se le conclusioni non furono pubblicate fino agli anni Trenta del Seicento, la maggior parte del lavoro sperimentale fu compiuta tra il 1602 e il 1609. Il 16 ottobre 1604, Galileo scrisse una lettera all'amico Paolo Sarpi, annunciando la scoperta della prima legge matematica del moto: quella sulla caduta libera.

> Ripensando circa le cose del moto […] dimostro […] gli spazii passati dal moto naturale esser in proportione doppia [quadratica] dei tempi, et per conseguenza gli spazii passati in tempi eguali esser come i numeri impari *ab unitate* [partendo dall'uno], et le altre cose. Et il principio è questo: che il mobile naturale vadia crescendo di velocità con quella proportione che si discosta dal principio del suo moto. [27]

La prima affermazione enuncia la legge scoperta da Galileo: la distanza percorsa da un corpo in caduta libera è proporzionale al quadrato del tempo trascorso in volo. In altre parole, un corpo che cade per due secondi partendo da uno stato di quiete percorre una distanza quattro volte superiore (2 al quadrato) a quella percorsa da un corpo che precipita per un secondo solo. La distanza raggiunta in tre secondi è nove volte maggiore (3 al quadrato) a quella coperta in un secondo, e così via. L'affermazione successiva è, di fatto, una conseguenza diretta della prima. Supponiamo di chiamare la distanza percorsa durante il secondo iniziale di caduta «1 Galileo»; ne consegue che quella coperta nel secondo seguente sarà data dalla differenza tra 4 Galilei (distanza coperta in due secondi) e 1 Galileo (distanza percorsa nel primo secondo), ossia 3 Galilei. In modo simile, la distanza percorsa dal corpo nel terzo secondo di caduta sarà di 9 Galilei meno 4 Galilei, vale a dire 5 Galilei. In sostanza, le distanze percorse in ciascun secondo seguiranno la sequenza dei numeri dispari: 1, 3, 5, 7… Galilei.

L'ultima affermazione riportata nella citazione della lettera a Sarpi era di fatto scorretta. Nel 1604 Galileo pensava ancora che la velocità di un corpo in caduta libera crescesse in proporzione alla *distanza* dal punto da cui il movimento era iniziato; solo molto più tardi si sarebbe reso conto che, in tale scenario, la velocità aumenta in proporzione diretta rispetto al *tempo* di caduta, non alla distanza percorsa. In altre parole, la velocità di un oggetto che si trova in caduta libera da cinque secondi è cinque volte superiore alla velocità di un corpo che è in caduta libera da solo un secondo. In seguito, nei suoi *Discorsi*, avrebbe così correttamente affermato: «Moto equabilmente, ossia uniformemente, accelerato dico quello che, a partire dalla quiete, in tempi eguali acquista eguali momenti di velocità». [28]

L'importanza di queste scoperte per la storia della scienza non potrà mai essere enfatizzata abbastanza. Nella fisica di Aristotele il «moto naturale» di elementi quali la terra e l'acqua era diretto verso il basso, mentre quello del fuoco seguiva la direttrice opposta; e il «moto naturale» dell'aria dipendeva dalla sua posizione o da ciò che la circondava. Per Galileo, l'unico moto naturale sulla faccia della Terra era quello verso il basso (ossia verso il centro del pianeta), a prescindere dal corpo esaminato. Gli oggetti che si libravano verso l'alto (come le bolle d'aria nell'acqua) lo facevano solo per via della spinta esercitata su di essi da un mezzo di densità

maggiore, come spiegato dalle leggi dell'idrostatica formulate originariamente da Archimede. In questo quadro teorico possiamo riconoscere alcuni degli ingredienti della teoria della gravitazione di Newton. La domanda cui Galileo non aveva risposta (né l'aveva cercata, in effetti) era *perché* i corpi cadessero; un quesito che rimase aperto fino, appunto, a Newton. Galileo non cercò cause che spiegassero il fenomeno della caduta libera; si concentrò invece sulla scoperta della sua «legge»: ciò che considerava l'essenza stessa della caduta libera.

Ma le idee di Galileo si allontanavano da quelle di Aristotele anche per un altro aspetto. La teoria del moto elaborata dal filosofo greco non era mai stata sottoposta a nessuna seria verifica sperimentale, in parte per via della convinzione – aristotelica e platonica – che il modo migliore per portare alla luce verità concernenti la natura consistesse nel riflettere anziché nel condurre esperimenti. Per Aristotele, si poteva comprendere un fenomeno solo arrivando a conoscerne il fine; Galileo, all'opposto, faceva ricorso a un'intelligente combinazione di ragionamento e sperimentazione. Si rese conto relativamente presto che i progressi vengono spesso raggiunti prendendo la giusta decisione su quali domande porsi, e scegliendo di non limitarsi all'esame dei soli moti naturali ma studiare anche circostanze artificiali (come nel caso delle palle che rotolano lungo piani inclinati). Ciò segnò davvero la nascita della fisica sperimentale moderna.

Due elementi in particolare spiccano come rivoluzionari nella nuova teoria galileiana del moto.[29] Il primo è l'universalità della legge ricavata, che si applica a tutti i corpi in moto accelerato. Il secondo è la sua formulazione matematica, che non è più riservata solo alle leggi che descrivono configurazioni statiche (ad esempio quella di Archimede, nella quale il moto non è previsto).

Una conversione

Tuttavia fu un altro l'aspetto più significativo degli anni padovani per il futuro di Galileo. Se molte delle sue fruttuose ricerche furono condotte nel campo della meccanica, il cambio di prospettiva più importante avvenne nell'ambito dell'astronomia. Come abbiamo già osservato, in una pubblicazione intitolata *Trattato della sfera ovvero Cosmografia* (scritto

probabilmente sul finire degli anni Ottanta del Cinquecento) Galileo descriveva ancora – e sembrava seguire nel dettaglio – il sistema geocentrico tolemaico, senza neppure menzionare il modello eliocentrico copernicano. È probabile che quel libro riunisse gli argomenti richiesti dal percorso di studi universitari e fosse usato soprattutto per tenere le lezioni. Ma due lettere scritte nel 1597 ci offrono la prova di un cambiamento radicale di vedute: Galileo vi esprime per la prima volta la propria crescente adesione al copernicanesimo.

La prima, datata 30 maggio 1597, era indirizzata a Jacopo Mazzoni, un filosofo ed ex collega di Pisa.[30] Mazzoni aveva appena pubblicato un libro intitolato *De comparatione Aristotelis et Platonis*, nel quale sosteneva di aver trovato la prova che la Terra non ruotasse attorno al Sole, invalidando così il modello copernicano. Il suo ragionamento si basava sull'asserzione di Aristotele che la sommità del monte Caucaso, all'intersezione tra Europa e Asia, fosse illuminata dal Sole per un intero terzo della notte. Assumendola per vera, Mazzoni concludeva in modo inesatto che, siccome nel modello copernicano un osservatore situato in cima alla montagna quando quest'ultima si trovava sulla parte della Terra non rivolta verso il Sole sarebbe stato più lontano dal centro del sistema (il Sole stesso) rispetto al modello tolemaico (secondo il quale il centro del sistema era invece la Terra), allora il suo orizzonte avrebbe dovuto abbracciare ben più di 180 gradi, il che era contrario all'esperienza. Nella sua lettera a Mazzoni, Galileo usò una precisa dimostrazione trigonometrica per mostrare che il moto della Terra attorno al Sole non avrebbe comportato nessun cambiamento rilevabile nella porzione visibile della volta celeste. Quindi, dopo aver confutato questa critica al modello di Copernico, Galileo aggiungeva un'affermazione di importanza fondamentale: dichiarava che la visione copernicana era «da me stata tenuta per assai più probabile dell'altra di Aristotile e di Tolomeo».

Nella seconda lettera, Galileo fu ancora più chiaro nell'esprimere la propria posizione rispetto al copernicanesimo. La lettera faceva seguito alla pubblicazione di un libro di Keplero. Oggi il grande astronomo tedesco è ricordato soprattutto per le tre leggi del moto planetario che portano il suo nome e diedero impulso alla formulazione, da parte di Newton, della teoria della gravitazione universale. Keplero era un eccellente matematico, un metafisico speculativo e un autore prolifico. Da bambino era stato ispirato

dallo spettacolo della cometa del 1577; dopo aver studiato matematica e teologia all'Università di Tubinga, era stato introdotto alla teoria di Copernico dal matematico Michael Mästlin. Sembra si fosse immediatamente convinto della bontà di quel modello; forse, almeno in parte, perché l'idea di un Sole in posizione centrale circondato a grande distanza da stelle fisse era in sintonia con le sue profonde credenze religiose. Pensava infatti che, così, l'universo venisse a riflettere la natura del suo creatore, con il Sole, le stelle e lo spazio interposto tra questi due elementi a simboleggiare la Santissima Trinità.

Nel 1596 Keplero pubblicò un libro intitolato *Mysterium cosmographicum* («Mistero del cosmo»), nel quale ipotizzava che la struttura del sistema solare fosse composta dai cinque poliedri regolari noti come solidi platonici (tetraedro, cubo, ottaedro, dodecaedro e icosaedro) inscritti uno nell'altro. I cinque solidi sommati alla sfera delle stelle fisse venivano a creare esattamente sei spazi, e Keplero pensava che ciò spiegasse perché esistessero proprio sei pianeti (in realtà, gli unici conosciuti all'epoca). Anche se il suo modello era in sé piuttosto folle, nel libro Keplero sosteneva la visione copernicana secondo cui tutti i pianeti orbitavano attorno al Sole. Il suo errore non risiedeva tanto nei dettagli del modello, ma piuttosto nell'assunzione che il numero di pianeti e le loro orbite costituissero elementi quantitativi fondamentali, che dovevano essere motivati deducendoli da principi primi; oggi sappiamo invece che le orbite dei pianeti rappresentano soltanto il risultato accidentale delle condizioni verificatesi nella nebulosa protosolare.

In qualche modo, le due copie del libro di Keplero destinate agli astronomi italiani finirono sulla scrivania di Galileo, che il 4 agosto 1597 – dopo aver letto soltanto la prefazione[31] – gli mandò una lettera in latino nella quale dichiarava di ritenere corretta la teoria di Copernico. E si spingeva anche oltre, sostenendo di essere copernicano ormai «da molti anni» e aggiungendo di aver trovato in quel modello uno strumento per dare ragione di diversi fenomeni naturali altrimenti inspiegabili nel quadro dell'ipotesi geocentrica. Ammetteva però di non aver «osato pubblicare» le proprie conclusioni, trattenuto dal fatto che Copernico, pur essendosi conquistato una fama immortale presso alcuni, era stato «ridicolizzato e disapprovato da infiniti altri».

Nella sua risposta del 13 ottobre 1597, Keplero invitò Galileo ad affrettarsi a pubblicare – in Italia o, qualora ci fossero stati impedimenti, in Germania – le dimostrazioni che sostenevano il modello copernicano. Invece non vennero divulgate. E dato che Galileo non si era mai mostrato particolarmente timido o esitante nel pubblicare i risultati che considerava solidi, la sua ritrosia sembra indicare che all'epoca – quindi prima delle osservazioni fatte con il cannocchiale – avesse in mano solo semplici ipotesi, idee stimolate magari dalle sue scoperte nel campo della meccanica. Probabilmente stava già pensando anche a una spiegazione delle maree, fenomeno che avrebbe in seguito sfruttato tra i principali argomenti a sostegno del moto della Terra. E, come nel caso di Mazzoni, è possibile che avesse la sensazione intuitiva di poter usare alcune di quelle idee per respingere una parte delle obiezioni sollevate contro l'ipotesi del moto terrestre. Al contempo, dietro l'atteggiamento passivo di Galileo potevano celarsi ragioni di carattere politico: a quel punto della sua carriera, con l'Europa investita in pieno dalla Controriforma, era probabilmente restio a dichiararsi alleato di Keplero – un noto luterano – nella cattolicissima Italia.

Un evento dell'autunno 1604 gli offrì però l'occasione di sostenere pubblicamente una posizione che, se non proprio copernicana, era perlomeno chiaramente antiaristotelica. Il 9 ottobre gli astronomi di alcune città italiane trasalirono di fronte alla scoperta di una nuova stella – una nova – che in breve tempo divenne più luminosa di tutte le altre. Il meteorologo Jan Brunowski la osservò il 10 ottobre e ne informò Keplero, che si imbarcò in una serie di fruttuose osservazioni proseguite per quasi un anno. (Per questo motivo, quell'oggetto è oggi noto come supernova di Keplero.) Baldassarre Capra, che qualche anno dopo si sarebbe imbarcato nella disputa con Galileo riguardo l'invenzione del compasso proporzionale, notò la nuova stella assieme al suo precettore Simon Mayr e all'amico Camillo Sasso, il 10 ottobre. Fu invece il frate e astronomo italiano Ilario Altobelli ad avvisare Galileo, che la osservò per la prima volta nella seconda metà di ottobre e tenne quindi tre conferenze su di essa, davanti a un vasto pubblico, tra novembre e gennaio. La tesi principale di Galileo era semplice: dato che non era stata osservata alcuna variazione della posizione della nova rispetto allo sfondo delle stelle fisse – fenomeno noto come parallasse – quel nuovo corpo celeste doveva trovarsi più lontano della Luna. Tuttavia, secondo Aristotele, quella regione avrebbe

dovuto essere inalterabile; di conseguenza la nuova stella (che oggi sappiamo essere una supernova, ossia l'esplosione finale di una stella morente) contribuì a mandare in frantumi la concezione aristotelica di una sfera stellare immutabile.

Quella sfera immaginaria aveva già iniziato a mostrare le prime crepe nel 1572, quando l'astronomo danese Tycho Brahe scoprì un'altra «nuova stella» (vale a dire, un'altra esplosione di una stella morente, oggi nota come supernova di Tycho). Purtroppo, però, Galileo aggiunse alla propria trattazione della nova un elemento del tutto errato: ipotizzò che si trattasse di un riflesso della luce solare su «una gran mole di vapore» [32] esalata dalla Terra e salita oltre l'orbita lunare. Se questa ipotesi fosse stata corretta, avrebbe rappresentato un colpo ancor più fatale alla distinzione aristotelica tra materia terrestre (soggetta a degradazione) e celeste (eterna e incorruttibile); in realtà, però, questa fantasiosa aggiunta non era assolutamente necessaria, e lo stesso Galileo nutriva dubbi in proposito.

In ogni caso, non tutti erano dell'avviso che la scoperta della nuova stella venisse a distruggere il cosmo aristotelico. Spesso occorrono più di una o due osservazioni, per quanto significative possano essere, per spingere le persone ad abbandonare convinzioni vecchie di secoli. Alcuni, non fidandosi delle misurazioni della parallasse, non credevano nemmeno che la nova si trovasse nell'incontaminata sfera celeste che Aristotele associava all'etere; altri, come l'autorevole matematico e astronomo gesuita Cristoforo Clavio, pur confermando l'assenza di parallasse (ossia concordando che non era stato osservato alcun spostamento), si rifiutavano comunque di considerare le sue implicazioni come stringenti. Altri ancora – per esempio il filosofo fiorentino Lodovico delle Colombe, con il quale Galileo avrebbe avuto accese discussioni negli anni successivi – trovarono spiegazioni alternative per l'apparizione della nova. Nel tentativo di preservare l'incorruttibilità dei cieli, Lodovico delle Colombe ipotizzò che la nova non fosse davvero una nuova stella, né si trattasse di un fenomeno legato al cambiamento di luminosità di un corpo celeste, ma fosse piuttosto una stella diventata solo in quel momento *osservabile*: in altre parole si sarebbe trattato di una stella prima invisibile, palesatasi per via di un rigonfiamento nel materiale celeste interposto, che era venuto ad agire come una lente. Galileo si prese la briga di ribattere a solo alcuni dei critici, [33] ritenendo gli altri non meritevoli di una replica. In un caso la sua risposta

assunse la forma di un dialogo sarcastico, composto assieme ad alcuni amici e pubblicato sotto pseudonimo. [34]

Nel complesso, gli ottimi risultati ottenuti nel campo della meccanica, la considerazione di nuove prospettive teoriche in astronomia e il fascino dell'arte e della libertà intellettuale di Venezia resero molto piacevole per Galileo la vita a Padova. A quanto pare, però, i suoi problemi economici – che lo costringevano a un pesante carico di lezioni – sottoponevano la sua mente a un notevole sforzo. Così, le difficoltà e lo stress lo spinsero infine a cercare occupazioni meglio retribuite, lavorando per singoli patroni anziché per le università. In seguito, in due lettere datate 1609 e 1610, spiegò con schiettezza il motivo dell'abbandono di Padova.

> Otio maggiore di quello che io habbia qua, non credo che io potessi havere altrove, tuttavolta che [nella misura in cui] et dalla publica et dalle private letture mi fusse forza di ritrarre il sostentamento della casa mia […] Ottenere da una Repubblica, benché splendida et generosa, stipendii senza servire al publico, non si costuma, perché per cavar utile dal publico bisogna satisfare al publico […] et in somma simile comodità non posso io sperare da altri, che da un principe assoluto. [35]

E aggiungeva, nella seconda lettera:

> desidererei che la prima intenzione di S.A.S. [Sua Altezza Serenissima] fusse di darmi otio et comodità di potere tirare a fine le mie opere, senza occuparmi in leggere [tenere lezioni]. [36]

Di fatto, Galileo si trasferì a Firenze nel settembre 1610, su invito del granduca di Toscana Cosimo II de' Medici; non prima, però, di aver fabbricato lo strumento con cui avrebbe ottenuto le scoperte più sensazionali. I suoi confidenti a Venezia ritenevano che scambiare la libertà intellettuale di cui godeva a Padova con la stabilità economica e l'affrancamento dalle logoranti lezioni fosse un grave errore. In effetti, la storia ci ha mostrato che persino la lunga mano dell'Inquisizione era riuscita di rado a raggiungere la Repubblica di Venezia con un qualche effetto, mentre spostandosi a Firenze Galileo si sarebbe ritrovato più esposto al controllo della Chiesa. Con il senno di poi, sappiamo che quegli amici veneziani avevano pienamente ragione. La libertà intellettuale è

davvero un bene inestimabile. E lo è oggi a maggior ragione, quando la verità e i dati di fatto sembrano sotto assedio.

4
Un copernicano

Se fino al 1609 gli esperimenti di Galileo si erano concentrati sulla caduta dei corpi verso terra, a partire da quell'anno egli rivolse la propria attenzione al cielo. Ecco come ebbe inizio quell'avventura celeste.

Sul finire del 1608 giunsero a Paolo Sarpi, l'amico veneziano di Galileo, alcune voci su uno strumento ottico inventato nei Paesi Bassi: un monocolo grazie al quale gli oggetti lontani apparivano più vicini e più grandi. Realizzato quanto fossero interessanti le possibili applicazioni di un simile congegno, Sarpi avvertì Galileo nel 1609, e all'incirca nello stesso periodo scrisse a un conoscente di Parigi per accertarsi che le voci fossero vere.

Nel suo *Sidereus nuncius* Galileo descrisse quegli eventi.

> Circa dieci mesi fa giunse alle nostre orecchie la voce che un certo fiammingo aveva fabbricato un occhiale, mediante il quale gli oggetti visibili, per quanto molto distanti dall'occhio dell'osservatore, si vedevano distintamente come fossero vicini; e di questo effetto, davvero mirabile, si raccontavano alcune esperienze, alle quali chi prestava fede, chi le negava. La medesima cosa pochi giorni dopo mi fu confermata per lettera da un nobile francese, Jacopo Badovere, da Parigi; il che fu infine il motivo che mi spinse ad applicarmi tutto a ricercarne le ragioni, e a escogitare i mezzi, per i quali io potessi giungere all'invenzione di un simile strumento; invenzione che conseguii poco dopo, fondandomi sulla dottrina delle rifrazioni. [1]

L'ultima frase potrebbe risultare fuorviante, e dare l'impressione che Galileo fosse guidato dai principi teorici dell'ottica, campo nel quale le sue conoscenze erano invece piuttosto scarse. In realtà, l'approccio adottato da Galileo era molto più sperimentale. Scoprì, per prove ed errori, che collocando delle lenti da occhiale in un tubo (una piano-concava a un'estremità e una piano-convessa all'altra), poteva ottenere con facilità un ingrandimento di circa tre o quattro volte. Dato che Venezia era una potenza

marittima, Galileo capì subito il valore potenziale di uno strumento del genere (per citare le sue parole: «quanti e quali siano i vantaggi di questo strumento, così per terra come per mare, sarebbe del tutto superfluo enumerare»)[2] e la forza contrattuale che avrebbe potuto dargli al momento di negoziare la sua paga con i senatori veneziani. Pertanto si mise subito a studiare le tecniche per levigare lenti di qualità superiore, e condusse diversi esperimenti con lenti di grandezza differente collocate a varie distanze. Per quanto incredibile, nel giro di neanche tre settimane poté andare a Venezia con un cannocchiale da otto ingrandimenti, e grazie ai contatti di Sarpi fu in grado di dare una dimostrazione del suo *perspicillum* (come l'aveva battezzato) alle autorità veneziane.

La possibilità di individuare navi lontane prima che fossero visibili a occhio nudo colpì i senatori, che all'inizio accettarono di aumentare lo stipendio di Galileo da 520 a 1000 scudi l'anno; in seguito, però, quando si resero conto che il cannocchiale non era un'invenzione esclusiva dello scienziato (cosa che lui, comunque, non aveva mai affermato) ma uno strumento già conosciuto in altre parti del continente, stabilirono che l'aumento si sarebbe limitato a un singolo anno, dopodiché la paga sarebbe stata congelata. Infuriato per questa decisione – e perché i senatori non sembravano rendersi conto che il suo cannocchiale era di gran lunga superiore agli altri modelli diffusi al tempo in Europa – Galileo ne mandò uno al granduca di Toscana Cosimo II de' Medici, nella speranza di assicurarsi così un posto alla corte di Firenze. Le mire di Galileo potrebbero sembrare un po' esagerate, ma non gli mancavano motivi per essere ottimista: aveva infatti dato lezioni di matematica a Cosimo nelle estati tra il 1605 e il 1608, ed era stato proprio il padre del granduca, Ferdinando I, a nominarlo professore di matematica all'Università di Pisa nel 1589.

Verso la fine del 1609 i progressi di Galileo iniziarono a farsi significativi: le clamorose scoperte da lui compiute in soli due mesi – nel dicembre di quell'anno e nel gennaio successivo – superarono probabilmente quelle di chiunque altro nella storia della scienza. Riuscì inoltre a perfezionare il suo cannocchiale, portandolo a quindici ingrandimenti nel novembre 1609 e a venti o più nel marzo 1610. Rivolgendo lo strumento verso il cielo notturno iniziò dunque a osservare la superficie della Luna, per poi passare alle stelle della Via Lattea e individuare infine i satelliti di Giove, una rivelazione straordinaria. Forte di

questi risultati a dir poco sorprendenti, decise di affrettarsi a pubblicarli, nel timore che qualche altro astronomo potesse rubargli la paternità di quelle che considerava – giustamente – scoperte sensazionali. Il *Sidereus nuncius* fu dunque pubblicato a Venezia il 13 marzo 1610.


SIDEREVS
NVNCIVS
MAGNA, LONGEQVE ADMIRABILIA
Spectacula pandens, suspiciendaque proponens
vnicuique, præsertim verò
PHILOSOPHIS, atq; ASTRONOMIS, quæ à
GALILEO GALILEO
PATRITIO FLORENTINO
Patauini Gymnasij Publico Mathematico
PERSPICILLI
Nuper à se reperta beneficio sunt obseruata in FACIE, PVNCTIS NVMERIS, LACTEO CIRCVLO, STELLIS NEBVLOSIS,
Apprime verò in
QVATVOR PLANETIS
Circa IOVIS Stellam disparibus interuallis, atque periodis, celeritate mirabili circumuolutis; quos, nemini in hanc vsque diem cognitos, nouissimè Author deprehendit primus; atque
MEDICEA SIDERA
NVNCVPANDOS DECREVIT.
VENETIIS, Apud Thomam Baglionum. M DC X.
Superiorum Permissu, & Priuilegio.
M VIIII 11. 14.

FIGURA 4.1. Il frontespizio del *Sidereus nuncius*.

Il fermento creativo di Galileo seguì la partenza di sua madre da Padova, e non sorprenderebbe se fosse stato favorito proprio da tale circostanza. Oltre a non sostenere le ricerche del figlio, Giulia Ammannati aveva addirittura cercato di convincere Alessandro Piersanti, un servitore dello scienziato, a spiarlo. Mossa dal costante timore che la compagna di Galileo, Marina Gamba, potesse in qualche modo persuaderlo a ridurre gli aiuti economici che le versava, o che volesse rubarle le stoffe, Giulia intendeva incaricare Piersanti di riferirle segretamente le conversazioni private della coppia. E, come se ciò non bastasse, gli chiese addirittura di rubare alcune delle lenti da cannocchiale. La sua intenzione era darle al proprio genero – il marito della sorella di Galileo, Virginia – come gesto di riconoscenza per la sua presunta generosità. Per fortuna, comunque, Piersanti passò subito le lettere compromettenti di Giulia a Galileo.

In quel passaggio così delicato della propria vita, Galileo dimostrò saggezza politica dedicando il *Sidereus nuncius* a Cosimo II de' Medici, quarto granduca di Toscana. Si spinse persino a chiamare i quattro satelliti di Giove «astri medicei», dando di quella scelta la seguente spiegazione: «che poi io dovessi destinare questi nuovi pianeti all'inclito nome dell'Altezza Vostra a preferenza d'ogni altro, lo stesso Artefice delle stelle parve avvertirmi con chiari argomenti».[3] La ricompensa per quei «doni celesti» fu rapida e gratificante: nel giugno del 1610 Galileo venne nominato filosofo e matematico del granduca e Primo matematico – libero dagli incarichi di insegnamento – all'Università di Pisa. Nella sua domanda per ottenere quell'incarico, Galileo aveva insistito affinché vi fosse aggiunto il titolo di «filosofo». Alla base di tale richiesta vi era di certo una ragione semplice e immediata: i filosofi godevano di uno status più elevato rispetto a quello dei matematici. Tuttavia, non si trattava solo di un desiderio di autoaffermazione; all'epoca, infatti, Galileo dichiarò di «havere studiato più anni in filosofia, che mesi in matematica pura».

Tra i tratti distintivi di quanti hanno fatto davvero la differenza nella storia della scienza, o comunque di molti di loro, trovo che due siano particolarmente significativi: la capacità di riconoscere subito le scoperte che potrebbero avere un autentico impatto e l'efficacia nel divulgare i risultati conseguiti rendendoli comprensibili ai più. Galileo era un maestro in entrambe le cose. Nel 1610 diventò inarrestabile: nel giro di un anno circa scoprì le fasi di Venere, il fatto che Saturno sembrava avere una forma

bizzarra e le macchie variabili che si muovevano sulla superficie del Sole. Quindi, nei ventiquattro mesi successivi, pubblicò altri due libri: il *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua* (1612) e la *Historia e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti* (1613).

Il *Sidereus nuncius* divenne subito un bestseller: la sua tiratura iniziale di 550 copie andò esaurita in un baleno. Nel 1611 Galileo era ormai diventato l'esperto di scienze naturali più famoso d'Europa; anche gli scienziati presenti tra i gesuiti di Roma dovettero accorgersene, e gli stesero il tappeto rosso quando si recò in visita da loro il 29 marzo. Sebbene l'illustre astronomo Cristoforo Clavio nutrisse qualche riserva sull'interpretazione di alcuni dei risultati galileiani, in linea generale i matematici del Collegio romano si dissero convinti dell'accuratezza delle sue osservazioni e certificarono come reali i fenomeni rivelati dal cannocchiale. Di conseguenza, Galileo fu ricevuto in udienza da papa Paolo V e dal cardinale Maffeo Barberini, che anni dopo – salito al soglio pontificio come Urbano VIII – avrebbe giocato un ruolo cruciale in quello che sarebbe diventato famoso come il «caso Galileo». Inoltre, sia il cardinale Roberto Bellarmino, ex rettore del Collegio, sia lo stesso Clavio incontrarono Galileo durante il suo soggiorno romano, e Bellarmino discusse con lui di alcuni aspetti del modello astronomico copernicano. L'unico segno di possibili nubi all'orizzonte si presentò nella forma di un commento un po' inquietante fatto da Bellarmino all'ambasciatore toscano, alla fine della visita di Galileo a Roma: «se [Galileo] fosse stato qua troppo, non harebbono [le autorità della Chiesa] potuto far di meno di non venire a qualche giustificazione de' casi suoi». [4]

Un altro onore conferito allo scienziato durante quello stesso viaggio fu la sua nomina a sesto membro dell'Accademia dei Lincei di Federico Cesi. [5] Questa prestigiosa istituzione scientifica era stata fondata nel 1603 dall'aristocratico romano Cesi (in seguito divenuto duca di Acquasparta) e tre suoi amici, e aveva per scopo idealistico «non soltanto quello di acquisire la conoscenza dei fenomeni e il sapere tramite una vita giusta e nel contempo pia, ma anche trasmetterli agli uomini a voce e con scritti, pacificamente, senza danno per alcuno». [6] L'Accademia prendeva il nome dalla lince – animale dalla vista particolarmente sviluppata – e da Linceo, che nella mitologia greca era l'argonauta dalla vista più acuta. L'istituzione, della quale entrarono presto a far parte anche membri non italiani, pubblicò

nel 1613 il libro di Galileo sulle macchie solari, e nel 1623 la sua opera intitolata *Il saggiatore*. L'astronomo si sentì sempre molto onorato del titolo di accademico e spesso si firmava come «Galileo Galilei, Linceo». Lui e Cesi strinsero un legame basato non solo sull'affinità personale, ma anche sulla comune convinzione che molte credenze concernenti il mondo tenute per vere fin dall'antichità andassero superate.

Ma quali erano le mirabili osservazioni di Galileo che avevano mostrato per la prima volta all'umanità l'autentico aspetto dei cieli?

Non altrimenti che la faccia stessa della Terra

Nel 1606 un certo Alimberto Mauri pubblicò un libro satirico in cui ipotizzava (sulla base di un ragionamento ispirato da osservazioni fatte a occhio nudo) che i rilievi visibili sulla superficie della Luna indicassero come quest'ultima fosse coperta da montagne circondate da pianure. Molti storici della scienza hanno il sospetto che Alimberto Mauri fosse in realtà uno pseudonimo dietro il quale si nascondeva Galileo; sia come sia, una volta che ebbe in mano il suo cannocchiale l'astronomo poté infine verificare quella congettura. La Luna fu di fatto il primo corpo celeste verso cui rivolse il proprio strumento, e ciò che vide fu una superficie scabra coperta da piccole aree circolari che sembravano crateri. In quella circostanza gli tornò utile la formazione ricevuta in campo artistico; in particolare, osservando l'area di confine che separa la parte illuminata del nostro satellite da quella in ombra – anche nota come terminatore – e sfruttando la propria comprensione intuitiva della luce e le conoscenze in materia di prospettiva, Galileo fu in grado di sostenere in modo convincente che la superficie lunare era molto irregolare. La descrisse come «disuguale, scabra, ripiena di cavità e di sporgenze, non altrimenti che la faccia stessa della Terra».[7] Le straordinarie tempere e acqueforti che realizzò mostrano aree illuminate nella parte in ombra, che si fanno sempre più grandi man mano che ci si sposta verso il terminatore.

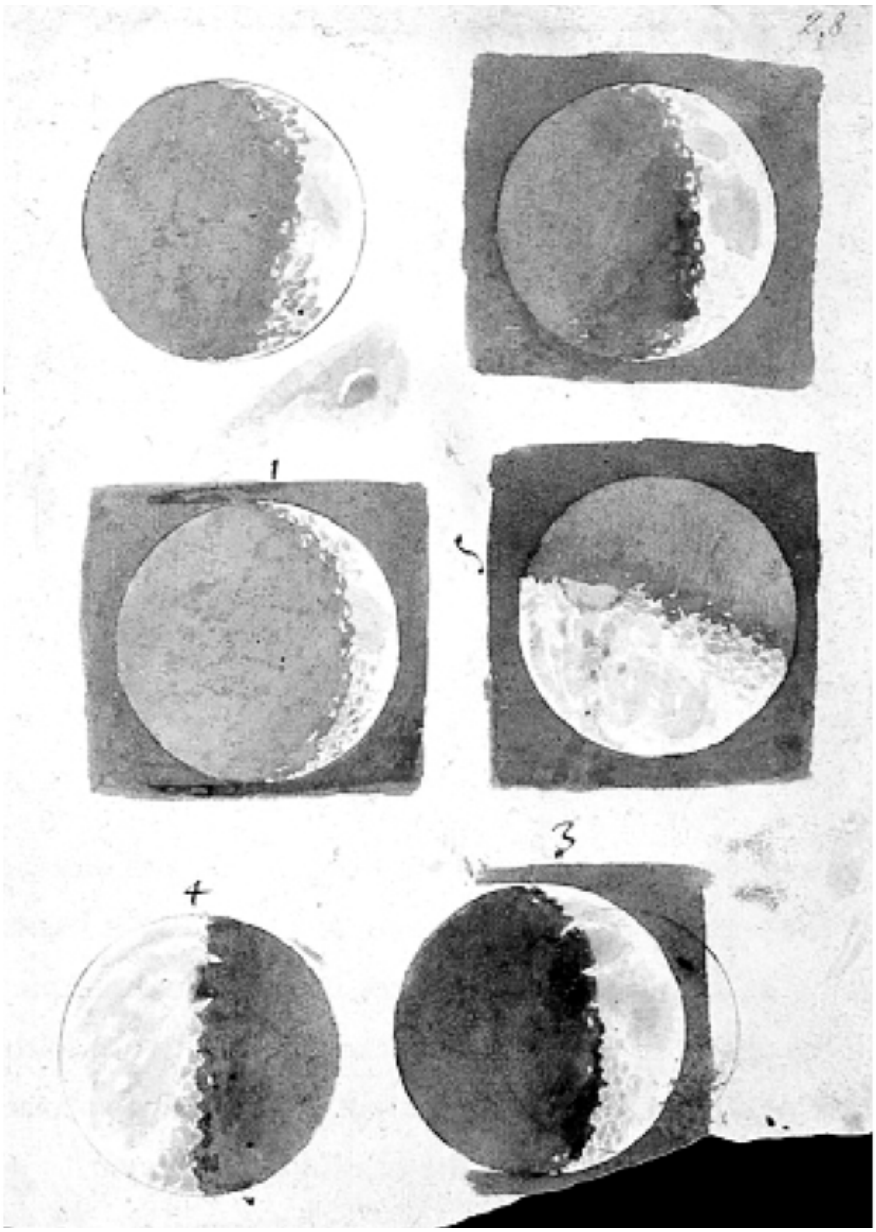


FIGURA 4.2 (*a sinistra*). Tempera di Galileo che raffigura la Luna, così come l'aveva vista attraverso il suo cannocchiale.



FIGURA 4.3 (*a destra*). Acquaforte di Galileo che raffigura la Luna.

Si tratta del fenomeno che ci aspetteremmo di osservare quando, all'alba, vengono illuminate solo le cime delle montagne, e la luce scende poi fino a raggiungere le pianure in ombra. Stimando che la distanza di uno di questi punti di luce dal terminatore fosse pari a circa un decimo del raggio della Luna, Galileo stabilì che l'altezza di quella montagna dovesse superare i 6,4 chilometri.[8] Il calcolo venne poi messo in discussione, nell'ottobre del

1610, dallo scienziato tedesco Johann Georg Brengger; questi suggerì che con tutta probabilità le catene montuose della Luna si sovrapponevano l'una all'altra, altrimenti il bordo del corpo celeste sarebbe apparso frastagliato anziché liscio. Comunque, a prescindere dall'altitudine precisa di quelle montagne, Galileo dimostrò di poter non solo scorgere le strutture geologiche del paesaggio lunare, ma anche – almeno in linea di principio – stimarne in modo piuttosto accurato le dimensioni. Oggi sappiamo che la montagna più alta del nostro satellite naturale, il monte Huygens, raggiunge all'incirca i 5,3 chilometri. Confrontando i disegni di Galileo con le immagini catturate dai moderni telescopi, risulta subito chiaro che l'astronomo aveva esagerato di proposito le dimensioni di alcuni elementi (per esempio quelle del cratere Albategnius, com'è conosciuto oggi, nella metà inferiore della Figura 4.3), probabilmente a scopo didattico: intendeva mettere in evidenza le diverse condizioni di luce e ombra osservate in quel punto. [9]

I disegni di Galileo ci offrono un altro splendido esempio della sovrapposizione e delle interconnessioni tra scienza e arte nel tardo Rinascimento. E potrebbe forse sorprendere il fatto che Adam Elsheimer – un artista tedesco che all'epoca lavorava a Roma e morì nel dicembre 1610 – nel suo celebre dipinto *Fuga in Egitto* rappresentò la Luna in modo molto simile. [10] Di fatto, alcuni storici dell'arte si sono persino spinti a ipotizzare che Elsheimer avesse osservato il satellite grazie a uno dei primi cannocchiali, magari fornitogli da Federico Cesi. [11]

Un aneddoto interessante sul *Sidereus nuncius* risale al 2005, quando un mercante d'arte italiano, Marino Massimo De Caro, si offrì di vendere all'antiquario newyorkese Richard Lan una copia particolare del volume: invece delle acqueforti consuete, conteneva cinque meravigliosi acquarelli della Luna che si presumeva fossero stati dipinti da Galileo stesso. [12] Un gran numero di esperti tedeschi e statunitensi confermò l'autenticità della copia, che Lan comprò per mezzo milione di dollari. Uno di quegli esperti, Horst Bredekamp, rimase talmente affascinato dalla bellezza di quell'esemplare che scrisse un libro sull'eccitante scoperta. Poi, però, le cose presero una svolta inattesa: nel 2011, mentre stava scrivendo una recensione della traduzione inglese del libro di Bredekamp, Nick Wilding – storico del Rinascimento della Georgia State University – iniziò a sospettare

che qualcosa non tornasse. Per farla breve, ulteriori esami e ricerche rivelarono che si trattava di un magistrale falso, opera dello stesso De Caro.

Tornando a Galileo, egli sfruttò le sue osservazioni lunari per discutere un'altra enigmatica questione che, nel corso degli anni, aveva generato diverse interpretazioni errate: il fatto che la Luna fosse una sorgente di luce secondaria. Gli osservatori erano infatti rimasti perplessi di fronte al fatto che le sue zone in ombra durante la fase crescente non fossero del tutto oscurate, ma apparissero debolmente illuminate. Per citare le parole di Galileo: «Se poi consideriamo la cosa con più accurata indagine, vedremo non soltanto il lembo estremo della parte tenebrosa rilucere in tal incerto chiarore, ma l'intera faccia della Luna […] albeggiare di una certa luce, e non tanto scarsa». [13]

Le precedenti spiegazioni del fenomeno andavano dall'assurda ipotesi che il satellite fosse in parte trasparente alla luce del Sole all'idea, quasi altrettanto incredibile, che la Luna non si limitasse a riflettere i raggi solari, ma risplendesse anche di luce propria. Galileo liquidò subito simili teorie, affermando che qualcuna di esse era «tanto puerile, da esser indegna di risposta». Quindi, pur specificando che dell'argomento «più diffusamente tratteremo nel libro *Del sistema del mondo*», diede una breve spiegazione che spiccava per semplicità: come la Luna rischiara – seppur tenuemente – le nostre notti, a sua volta la Terra illumina la notte lunare. Tale fenomeno è oggi noto come «luce cinerea». Poi, forse intuendo che questa soluzione avrebbe potuto suscitare qualche obiezione tra le file dei seguaci di Aristotele, Galileo aggiunse un chiarimento:

> Che c'è di strano? In breve: con giusto e grato ricambio la Terra rende alla Luna una illuminazione pari a quella che essa stessa dalla Luna riceve per quasi tutto il tempo nelle tenebre più profonde della notte. […] Con tal periodo dunque ad alterne vicende il fulgore lunare largisce a noi illuminazioni mensili or più chiare or più deboli; e invero in egual misura il beneficio è ricambiato dalla Terra. [14]

Una splendida fotografia della Terra illuminata che sorge sull'orizzonte lunare venne scattata dall'orbita del satellite dall'astronauta della missione Apollo 8 Bill Anders, il 24 dicembre 1968 (Figura 6 dell'inserto fotografico). E siccome la Luna è in rotazione sincrona con il suo moto orbitale (dunque rivolge sempre la stessa faccia alla Terra), il fenomeno può

essere ammirato solo da un osservatore che si trovi in moto relativo rispetto alla sua superficie.

Galileo concluse la discussione delle proprie straordinarie scoperte sulla Luna proclamando:

> E bastino queste poche cose dette nel presente luogo su tale argomento, che più diffusamente sarà trattato nel nostro Sistema del mondo; dove, con moltissimi e ragionamenti ed esperimenti, si dimostra validissima la riflessione solare operata dalla Terra, a coloro che vanno proclamando doversi questa escludere dal giro danzante delle Stelle [pianeti], soprattutto per il motivo che sarebbe priva di moto e di luce; perché *noi la dimostreremo errante e superante in splendore la Luna* [il corsivo è mio], e non già sentina di sordidezze e terrene brutture. [15]

Anche se nel *Sidereus nuncius* Galileo non analizzò tutte le implicazioni delle sue scoperte (lasciando quel compito al *Dialogo*), le conclusioni che se ne potevano trarre erano comunque chiare. Innanzitutto, nella cosmologia aristotelica (che, nel corso dei secoli, si era strettamente intrecciata con l'ortodossia cristiana) c'era una netta distinzione tra realtà terrestri e celesti: mentre le prime erano corruttibili, mutevoli e destinate a consumarsi, deperire o anche morire, si presumeva che le seconde fossero perfette, pure, permanenti e immutabili. E se i corpi terrestri erano tradizionalmente costituiti dai quattro elementi classici (terra, acqua, aria e fuoco), quelli celesti si immaginavano fatti di sostanza differente e immacolata, detta appunto quintessenza, o etere. Tuttavia le osservazioni di Galileo mostravano che sulla Luna c'erano montagne e crateri, e che, riflettendo la luce del Sole, la Terra si comportava in modo del tutto analogo a ogni altro corpo planetario. Per il momento non veniva data prova del fatto che la Terra fosse davvero in movimento, ma l'affermazione di Galileo «la dimostreremo errante» (nell'originale latino: «vagam enim illam […] esse demonstrabimus») rendeva più che evidente il suo orientamento copernicano. Se la Luna era di fatto solida e molto affine alla Terra, e si muoveva in orbita attorno al nostro pianeta, perché quest'ultimo, a essa così simile, non avrebbe potuto muoversi a sua volta attorno al Sole?

Com'è comprensibile, questa nuova rappresentazione della superficie lunare e del posto occupato dalla Luna nel sistema-universo suscitò violente obiezioni. In fin dei conti era in netto contrasto con la surreale descrizione

che si legge nel libro dell'Apocalisse: «Un segno grandioso apparve nel cielo: una donna vestita di Sole, con la Luna sotto i suoi piedi e, sul capo, una corona di dodici stelle».[16] Nelle raffigurazioni tradizionali di questa descrizione biblica, la Luna era rappresentata come un oggetto traslucido, perfettamente liscio e privo di macchie, a simboleggiare la perfezione e la purezza della Vergine; il che dava seguito alla mitologia greco-romana della personificazione della Luna come una dea. Ma l'allontanamento di Galileo dalle convinzioni dominanti riguardo al nostro satellite era soltanto l'inizio; le altre sue scoperte con il cannocchiale stavano per sferrare il colpo di grazia alla vecchia cosmologia.

Notte stellata

Dopo aver osservato la Luna, Galileo puntò il suo cannocchiale verso i puntini luminosi che brillano nel cielo notturno: le stelle. E anche lì trovò diverse sorprese. Innanzitutto, a differenza della Luna (e, in seguito, dei pianeti), le stelle viste attraverso il cannocchiale non apparivano più grandi di quanto sembrassero a occhio nudo, pur mostrandosi più luminose. Da questo singolo dettaglio Galileo concluse – correttamente – che la loro dimensione apparente non era un dato reale, ma piuttosto un semplice costrutto. Ciò che non sapeva era che, in effetti, la dimensione apparente non è legata a caratteristiche intrinseche alle stelle stesse, bensì al fatto che la loro luce viene rifratta e diffusa dall'atmosfera terrestre; di conseguenza pensava che il cannocchiale rimuovesse i fuorvianti «fulgori ascitizi e accidentali» delle stelle. Ciononostante, siccome il cannocchiale non gli permetteva di osservare immagini dettagliate delle stelle, Galileo ne dedusse che queste ultime erano molto più lontane da noi di quanto non lo fossero i pianeti.

In secondo luogo, Galileo scoprì un enorme numero di stelle del tutto invisibili a occhio nudo; nei pressi della costellazione di Orione ne contò non meno di cinquecento, e altre decine si palesarono vicino alle sei stelle più brillanti delle Pleiadi. Ancor più importante per il futuro dell'astrofisica fu la scoperta che la luminosità poteva variare enormemente dall'una all'altra: alcune erano centinaia di volte più brillanti di altre. Circa tre secoli dopo, gli astronomi avrebbero creato dei diagrammi in cui la luminosità

delle stelle veniva messa in relazione al loro colore, e gli schemi emersi avrebbero portato gli scienziati a comprendere come quei corpi celesti si evolvono: nascono da nubi di gas e polvere, trascorrono le loro «vite» generando energia attraverso reazioni nucleari, e infine muoiono – a volte con un'esplosione – dopo aver esaurito il loro combustibile nucleare. In un certo senso, questo processo potrebbe essere considerato come l'ultimo chiodo sulla bara dell'idea aristotelica di un cielo immutabile. Tuttavia, il risultato più sorprendente riguardo le stelle arrivò quando Galileo puntò il cannocchiale verso la Via Lattea: quella misteriosa e uniforme striscia di luce che attraversa il cielo si scompose in «una congerie di innumerevoli stelle, disseminate a mucchi […] delle quali parecchie si vedono abbastanza grandi e molto distinte, ma la moltitudine delle piccole è del tutto inesplorabile». [17]

Queste scoperte avevano implicazioni significative per quanto riguardava il dibattito sui sistemi tolemaico e copernicano. Qualche anno prima il famoso astronomo danese Tycho Brahe aveva evidenziato quella che riteneva una grave pecca della teoria eliocentrica. Se la Terra fosse davvero stata in movimento attorno al Sole, aveva detto, nelle osservazioni fatte a sei mesi di distanza (ossia, quando il pianeta si trova in due punti diametralmente opposti lungo la sua orbita) le stelle avrebbero dovuto subire uno spostamento misurabile – una parallasse – rispetto allo sfondo, così come gli alberi visti attraverso il finestrino di un treno in movimento sembrano muoversi rispetto all'orizzonte. Solo se si fossero trovate a enorme distanza da noi si sarebbe potuta spiegare l'assenza di parallasse, affermava Brahe. In tal caso, però, era possibile stimare le dimensioni che avrebbero dovuto avere per apparirci come le vediamo a occhio nudo, e i calcoli fornivano stime che sembravano altamente implausibili: avrebbero dovuto essere persino più grandi del diametro dell'intero sistema solare. Di conseguenza, Brahe concluse che la Terra non poteva trovarsi in orbita attorno al Sole e propose invece un sistema ibrido geocentrico-eliocentrico, nel quale tutti gli altri pianeti orbitavano attorno al Sole mentre quest'ultimo ruotava attorno alla Terra.

Galileo, dal canto suo, aveva una spiegazione molto più semplice per l'assenza di parallasse: come abbiamo visto, la sua conclusione era che le dimensioni apparenti delle stelle non fossero rappresentative della loro grandezza reale, ma fossero artefatte. Le stelle, affermò, si trovavano a

distanze così grandi che nemmeno i cannocchiali disponibili all'epoca permettevano di rilevare uno spostamento. E aveva ragione: per misurare una parallasse si dovette attendere lo sviluppo di telescopi dalla risoluzione molto più alta. Il fenomeno venne osservato per la prima volta solo nel 1806, dall'astronomo italiano Giuseppe Calandrelli, e le prime misurazioni furono condotte dall'astronomo tedesco Friedrich Wilhelm Bessel nel 1838. Nel 2019 il satellite Gaia dell'Agenzia spaziale europea, lanciato nel 2013, determinò le parallassi di più di un miliardo di stelle nella Via Lattea e nelle galassie vicine.

Galileo respinse il «compromesso» del modello di Brahe per due ragioni principali. Innanzitutto gli sembrava estremamente artificioso (nel linguaggio odierno, aveva «troppe parti in movimento»); inoltre, negli anni a seguire avrebbe basato proprio sul movimento terrestre la sua spiegazione del fenomeno delle maree (di cui parleremo nel capitolo 7). Pertanto non poteva più accettare uno scenario in cui la Terra fosse costretta a rimanere immobile. E la sua intuizione si dimostrò poi corretta.

Il quadro emerso dalle osservazioni galileiane si allontanava molto dall'antica teoria aristotelica. Le stelle – che in precedenza si ritenevano incastonate in una sfera celeste solida posizionata subito al di là dell'orbita di Saturno – si dimostravano ben più piccole (a livello di grandezza apparente) di quanto si pensasse, incalcolabili in numero e molto diverse le une dalle altre, sia per luminosità sia per distanza. Di fatto, questo schema iniziava a sembrare pericolosamente simile all'ipotetico cosmo descritto dal matematico e filosofo Giordano Bruno, nel quale molteplici mondi coesistevano in un universo infinito.[18] Ben consapevole della tragica fine toccata a Bruno – bruciato vivo il 17 febbraio 1600 – Galileo fu molto attento nel descrivere e interpretare le proprie rilevazioni, anche nel successivo *Dialogo*. In ogni caso, le osservazioni galileiane delle remote stelle della Via Lattea possono essere senza dubbio considerate il primo sguardo lanciato dall'umanità sull'enorme universo che si estende oltre i confini del sistema solare.

Oggi sappiamo che la Via Lattea contiene tra i cento e i quattrocento miliardi di stelle. In base ai dati raccolti da Gaia e dal telescopio spaziale Kepler, le stime più recenti suggeriscono che la nostra galassia ospiti miliardi di pianeti di dimensioni simili a quelle della Terra, che orbitano attorno a stelle paragonabili al Sole e si trovano alla giusta distanza da esse

(quella che viene definita fascia abitabile, o zona Goldilocks, dalla favola di Riccioli d'oro: né troppo calda, né troppo fredda) per mantenere sulla propria superficie dell'acqua allo stato liquido. [19]

Hor ecco trovata la corte a Giove

La sera del 7 gennaio 1610 Galileo osservò Giove con il suo cannocchiale da venti ingrandimenti e notò, per citare le sue parole, «che gli stavano accanto tre stelline, piccole invero, ma pur lucentissime». [20] Aggiunse poi che quelle stelle «mi destarono una qualche meraviglia, per il fatto che apparivano disposte secondo un'esatta linea retta e parallela all'eclittica». Due di esse si trovavano a est di Giove, una a ovest. La notte seguente le vide di nuovo, ma questa volta erano tutte a ovest del pianeta e separate da uguale distanza; il ciò lo spinse a ipotizzare che Giove si stesse spostando verso est, contrariamente a quanto ci si sarebbe aspettati sulla base delle tavole astronomiche.

Il 9 gennaio le nuvole gli impedirono di compiere nuove osservazioni, e il giorno successivo vide solo due stelle, a est. Immaginando che la terza fosse nascosta dietro Giove, iniziò a sospettare che a muoversi non fosse il pianeta ma quei piccoli corpi celesti. La loro danza proseguì nei giorni successivi, con solo due stelle visibili a est l'11 gennaio e la ricomparsa della terza a ovest del pianeta il 12 (mentre le altre due erano ancora a est). Il 13 gennaio apparve una quarta stella, e i corpi erano disposti tre a ovest e uno a est. Il 14 il cielo fu di nuovo coperto, e il 15 tutte e quattro le stelle erano visibili a ovest di Giove.

La più antica testimonianza giunta sino a noi delle osservazioni galileiane di Giove e di quelli che sarebbero poi stati identificati come i suoi satelliti si trova nella metà inferiore di una bozza di lettera indirizzata al doge di Venezia (Figura 7 dell'inserto fotografico), ora conservata nelle Special Collections della University of Michigan, ad Ann Arbor. È affascinante notare come, da quanto emerge dai disegni contenuti nel documento, almeno fino al 12 gennaio Galileo non comprese che quei corpi celesti orbitassero attorno a Giove. Riteneva invece che si stessero spostando lungo una linea retta, in un moto che di copernicano aveva ben poco. Tuttavia il 13 gennaio, quando apparve il quarto satellite, Galileo

realizzò che la sua ipotesi non poteva essere corretta: avrebbe infatti richiesto che uno dei corpi passasse letteralmente attraverso un altro. E solo dopo il 15 arrivò alla spiegazione giusta. Quelle meticolose osservazioni conducevano a un'inevitabile conclusione.

> Poiché ora seguono, ora precedono Giove con intervalli consimili, e da esso solo di ridottissimi allargamenti si allontanano sia verso oriente che verso occidente, e lo accompagnano nel suo moto retrogrado allo stesso modo che nel diretto, nessuno può mettere in dubbio che essi compiano i loro giri intorno a esso, nello stesso tempo che effettuano tutti insieme i periodi dodecennali intorno al centro del mondo [Galileo si sta riferendo qui all'orbita di Giove attorno al Sole]. [21]

In altri termini, Galileo scoprì che Giove aveva quattro satelliti – o lune – che gli orbitavano attorno, muovendosi all'incirca sullo stesso piano delle altre traiettorie planetarie, proprio come la nostra Luna. In pratica, quello di Giove era un sistema copernicano in miniatura. Il 30 gennaio Galileo informò il primo segretario toscano, Belisario Vinta, che quattro satelliti si muovevano attorno a una «stella» (un pianeta) più grande «non altrimenti che si muovino Venere et Mercurio, et per avventura li altri pianeti conosciuti, intorno al Sole». [22] Confermò tutto ciò attraverso una diligente e metodica serie di osservazioni condotte ogni notte – condizioni meteorologiche permettendo – fino al 2 marzo; durante questo periodo calcolò anche le distanze delle lune da Giove e fra di loro, e ne misurò la luminosità. Per convincere chiunque di ciò che aveva visto, presentò ben sessantacinque diagrammi che mostravano le differenti configurazioni da lui osservate.

La scoperta dei quattro satelliti di Giove aveva un'importanza storica (erano i primi nuovi corpi individuati nel sistema solare dai tempi dell'antichità), inoltre veniva a demolire una delle obiezioni al modello eliocentrico. Gli aristotelici sostenevano infatti che la Terra non avrebbe potuto trattenere la propria Luna in moto attorno a sé qualora fosse stata a sua volta in orbita intorno al Sole. Inoltre ponevano una domanda legittima: se la Terra è un pianeta come gli altri, perché è l'unico ad avere una luna? Galileo mise a tacere una volta per tutte entrambe le obiezioni, mostrando che Giove – il quale senza dubbio si muoveva attorno al Sole secondo il modello copernicano o alla Terra in base a quello tolemaico – era comunque

in grado di trattenere in orbita non una, ma ben quattro lune! Un concetto che espresse in termini molto chiari nel *Sidereus nuncius*:

> Abbiamo inoltre un ottimo ed eccellente argomento per togliere di scrupolo coloro che, pur accettando con animo tranquillo nel sistema copernicano la rivoluzione dei pianeti intorno al Sole, sono però così turbati dalla rotazione della sola Luna intorno alla Terra, mentre intanto ambedue compiono l'annuo giro intorno al Sole, da ritenere che si debba respingere questa struttura dell'universo come impossibile; perché ora, non abbiamo un solo pianeta rotante intorno ad un altro, mentre ambedue percorrono una grande orbita intorno al Sole, bensì quattro stelle l'esperienza sensibile ci mostra erranti intorno a Giove, a somiglianza della Luna intorno alla Terra, mentre tutte insieme con Giove, nello spazio di dodici anni, tracciano un gran giro intorno al Sole. [23]

Dopo la pubblicazione del *Sidereus nuncius* Galileo continuò a osservare i satelliti di Giove per quasi tre anni, finché non si convinse di aver determinato con accuratezza i periodi delle loro rivoluzioni attorno al pianeta. Riferendosi a questa titanica impresa, osservativa e intellettuale, parlò di una «mia fatica, veramente atlantica» [24] (un'allusione ad Atlante, cui Zeus aveva ordinato di sostenere sulle spalle il peso del cielo). Persino il grande astronomo Keplero si era detto convinto che sarebbe stato impossibile determinare i periodi di rivoluzione delle lune, in quanto non vedeva modo di identificare senza ambiguità i tre satelliti interni e distinguerli l'uno dall'altro. Ed è straordinario notare come i risultati ottenuti da Galileo in merito ai periodi di rivoluzione siano in accordo con i dati moderni, con uno scarto di pochi minuti.

Oggi conosciamo settantanove lune di Giove (cinquantatré delle quali hanno un nome, mentre le altre attendono ancora di riceverne uno). Si ritiene che otto di esse si siano formate in orbita vicino al pianeta e che le altre siano state catturate dalla sua gravità. Inoltre si ipotizza che due dei quattro satelliti galileiani (come vengono ormai chiamati), ovvero Europa e Ganimede (quest'ultimo più grande di Mercurio), nascondano sotto una spessa crosta di ghiaccio un imponente oceano. Entrambe queste lune, dunque, potrebbero forse ospitare semplici forme di vita: un'idea che di certo avrebbe fatto gioire Galileo. Il più interno dei satelliti galileiani, Io, è il corpo che presenta la maggiore attività geologica nell'intero sistema

solare, con più di quattrocento vulcani attivi noti. A completare la serie viene Callisto, il secondo più grande dei quattro.

I nomi con i quali sono oggi conosciuti questi corpi celesti furono loro assegnati dall'astronomo tedesco Simon Mayr, e senza dubbio Galileo avrebbe trovato parecchio irritante l'abbandono della dicitura «astri medicei». È possibile che Mayr avesse individuato i satelliti prima di Galileo, come in effetti sostenne, ma in ogni caso non si era reso conto che orbitavano attorno a Giove. E Galileo lo considerava un «velenoso basilisco» e un «invido inimico non sol di me, ma di tutto 'l genere umano»,[25] da quando si era convinto che ci fosse il suo zampino dietro al plagio di Baldassarre Capra del compasso geometrico militare. Scrisse infatti che Mayr, mentre si trovava a Padova (dove all'epoca viveva anche Galileo), «traportò in lingua latina l'uso del detto mio compasso, ed attribuendoselo lo fece ad un suo discepolo [Capra] sotto suo nome stampare, e subito, forse per fuggir il castigo, se n'andò alla patria sua [in Germania], lasciando il suo scolare, come si dice, nelle peste».[26]

Due servi a questo vecchio, che l'aiutano a camminare

Individuare i quattro satelliti di Giove – l'ultima delle rivoluzionarie scoperte che compì a Padova – spinse Galileo a fare ulteriori passi avanti. Non c'è quindi da stupirsi che, poco dopo il suo arrivo a Firenze, abbia puntato il cannocchiale verso il successivo pianeta gigante del sistema solare: Saturno. Le prime osservazioni furono però deludenti, in quanto non rivelarono nessun satellite. La situazione cambiò il 25 luglio 1610, quando notò quelle che sembravano due stelle immobili collocate ai lati opposti di Saturno. Per evitare che qualcuno ne parlasse prima di lui – a quel tempo le sue scoperte procedevano a una velocità tale che non riusciva a tenerne il ritmo con le pubblicazioni – Galileo inviò a Keplero, attraverso l'ambasciatore toscano a Praga, una serie di lettere enigmatiche in cui annunciava la propria conquista. Si trattava di una pratica comune all'epoca: reclamare la paternità di una scoperta attraverso un enigma, senza in effetti rivelare di cosa si trattasse. Galileo codificò la descrizione del proprio ritrovamento in un anagramma: SMAISMRMILMEPOETALEUMIBUNENUGTTAUIRAS.

All’inizio Keplero non riuscì a venire a capo del senso del messaggio, e non ebbe maggior successo nemmeno l’astronomo inglese e suo corrispondente Thomas Harriot. Tuttavia, siccome la Terra aveva una luna e Giove ne aveva quattro, Keplero concluse che Marte doveva avere due lune; ciò avrebbe infatti dato vita a una progressione geometrica: 1, 2, 4… Guidato da questa convinzione, e assumendo che Galileo avesse scoperto i satelliti di Marte, egli riuscì infine a creare una frase di senso compiuto partendo da quella sequenza di lettere, dalle quali differiva per un solo carattere: «Salve umbistineum geminatum Martia proles» (che potremmo tradurre come: «Salve, furiosi gemelli, prole di Marte»).

Per quanto ingegnosa, però, la soluzione di Keplero non aveva nulla a che fare con il messaggio di Galileo. Nelle sue intenzioni, infatti, l’anagramma andava decodificato in: «Altissimum planetam tergeminum observavi» (ovvero: «Ho osservato il triplice pianeta più alto [più lontano]»).

Il 13 novembre 1610, Galileo rivelò infine che cosa intendeva dire di preciso:

> Questo è, che Saturno, con mia grandissima ammiratione, ho osservato essere non una stella sola, ma tre insieme, le quali quasi si toccano; sono tra di loro totalmente immobili, et costituite in questa guisa oOo […] Se si riguarderanno con un occhiale che non sia di grandissima multiplicazione, non appariranno 3 stelle ben distinte, ma parrà che Saturno sia una stella lunghetta in forma di una uliva […]. Hor ecco trovata la corte a Giove, et due servi a questo vecchio, che l’aiutano a camminare né mai se gli staccano dal fianco. [27]

Galileo rimase sorpreso quando, verso la fine del 1612, quei due «servi» in apparenza così fidati scomparvero. Espresse il proprio stupore in una lettera a un suo corrispondente, l’umanista, storico e editore tedesco Markus Welser: «Forse si sono consumate le due minori stelle, al modo delle macchie solari? Forse sono sparite e repentinamente fuggite? Forse Saturno si ha divorato i proprii figli?». [28] Pur perplesso, Galileo si spinse a predire che quelle «stelle» sarebbero riapparse nel 1613, come di fatti fecero. Questa volta, però, si presentarono più simili a orecchie, o maniglie: una da un lato e una dall’altro di Saturno.

Nel 1616 Galileo riuscì a predire correttamente un'altra sparizione delle «maniglie», che si sarebbe verificata dieci anni dopo, ma la sua valutazione si basava a quanto pare sull'assunto che esse fossero simili alle lune di Giove. La spiegazione corretta del comportamento di quelle strane «orecchie» arrivò solo negli anni Cinquanta del Seicento, quando il matematico e astronomo olandese Christiaan Huygens le identificò come gli ormai celebri anelli di Saturno.[29] Essendo relativamente sottili, essi erano in pratica impossibili da scorgere se osservati «di taglio», mentre si mostravano simili a orecchie quando la loro superficie era inclinata a un angolo maggiore rispetto alla linea visiva, o quando posti di piatto.

Per inciso, è interessante notare che oggi sappiamo come gli anelli di Saturno non siano sempre esistiti, e non dureranno per sempre. Si stima che si siano formati non oltre cento milioni di anni fa, dunque esistono da un periodo di tempo relativamente breve rispetto all'età – circa 4,6 miliardi di anni – del sistema solare. E, cosa ancora più sorprendente, uno studio pubblicato nel dicembre del 2018 ha dimostrato che, a causa del fenomeno noto come *ring rain* (o «pioggia di anelli»), scompariranno in circa trecento milioni di anni: le particelle ghiacciate che li compongono tendono infatti, a un certo punto, a precipitare sul pianeta. Noi e Galileo siamo quindi stati fortunati a vivere nel periodo, tutto sommato «breve», in cui è stato possibile ammirarli.

Quanto all'ipotesi di Keplero sulle due lune di Marte, essa si sarebbe in effetti rivelata corretta, anche se non in forza del principio della serie geometrica. E sebbene lo scrittore inglese Jonathan Swift (forse ispirato dallo stesso Keplero) avesse accennato a due lune marziane già nel suo *I viaggi di Gulliver* del 1726, i satelliti – oggi chiamati Phobos e Deimos – furono scoperti solo nel 1877, dall'astronomo americano Asaph Hall.

La madre degli amori

Uno dei punti di scontro tra modello geocentrico e modello eliocentrico riguardava le fasi di Venere. Nel sistema tolemaico il pianeta avrebbe dovuto trovarsi sempre tra la Terra e il Sole, dunque ci si aspettava che si mostrasse o completamente oscurato oppure con uno spicchio illuminato, ma quella falce non sarebbe mai cresciuta oltre la metà della sagoma (si

veda la Figura 4.4a). Nel modello copernicano, invece, si assumeva che Venere fosse in orbita attorno al Sole e più vicino a quest'ultimo rispetto alla Terra, quindi ci si aspettava che mostrasse le stesse fasi della Luna; in sostanza il pianeta sarebbe apparso come un piccolo disco splendente quando si trovava più lontano dalla Terra, come un grande disco scuro quand'era più vicino e come una falce di dimensioni variabili tra i due massimi (Figura 4.4b). Attraverso una serie di meticolosi rilevamenti condotti tra l'ottobre e il dicembre 1610, Galileo arrivò a confermare in via definitiva le predizioni del modello copernicano.[30] La decisione di intraprendere quelle osservazioni (e interpretarne i risultati) gli fu forse ispirata – e di certo incoraggiata – da una lettera ricevuta da Benedetto Castelli, nella quale quest'ultimo sottolineava con dovizia di dettagli l'importanza delle fasi di Venere. Esse costituivano la prima, palese prova della superiorità della visione copernicana su quella tolemaica.

L'11 dicembre Galileo si affrettò a mandare a Keplero un altro misterioso anagramma: «Haec immatura a me iam frustra leguntur oy» (traducibile più o meno come: «Queste cose immature vengono già raccolte da me invano», mentre il termine «oy» è stato inteso come un'ironica allusione alle potenziali origini ebraiche di Galileo). Frustrato dall'incapacità di risolvere l'enigma, Keplero rispose: «Vi imploro di non lasciarci a lungo nel dubbio riguardo al significato del messaggio. Sapete di avere a che fare con veri tedeschi, e immaginate dunque in quale angoscia mi metta il vostro silenzio».

Replicando a tale richiesta, il 1° gennaio 1611 Galileo mandò la soluzione dell'anagramma: «Cynthiae figuras aemulator mater amorum» (ovvero: «La madre degli amori [Venere] emula le figure di Cynthia», laddove quest'ultimo nome veniva talvolta usato per indicare una personificazione della Luna).

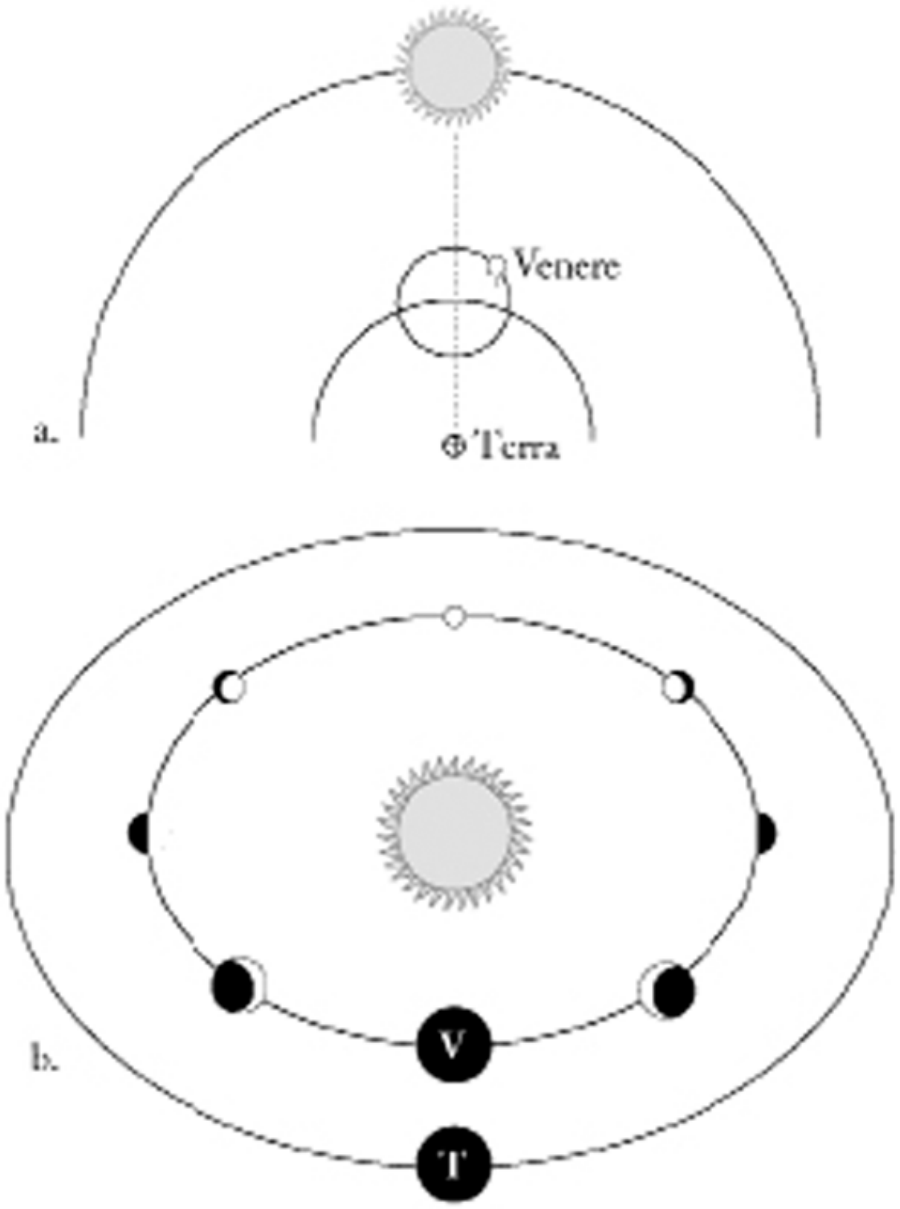


FIGURA 4.4. Le fasi di Venere secondo il modello tolemaico (a) e il modello copernicano (b).

Galileo era così convinto della bontà della propria interpretazione delle osservazioni che già il 30 dicembre 1610 aveva inviato una lettera a Cristoforo Clavio, il quale aveva in precedenza mosso al copernicanesimo obiezioni basate su considerazioni sia di carattere fisico sia di natura religiosa. Nella missiva Galileo spiegava che tutti i pianeti brillavano solo

di luce solare riflessa, e che «centro senza alcun dubbio delle massime rivoluzioni» di tutti essi era il Sole.

Quell'affermazione non fu ignorata. Nell'ultima edizione dei commenti di Clavio all'importante manuale di astronomia intitolato *Tractatus de sphaera* («Trattato sulla sfera»), dell'astronomo duecentesco Giovanni Sacrobosco, il matematico gesuita – allora settantatreenne – ammise:

> Una delle cose più importanti osservate attraverso questo strumento [il cannocchiale] è che Venere riceve la propria luce dal Sole, come la Luna, così che a volte appare più simile a una falce, a volte meno, a seconda della sua distanza dal Sole. A Roma ho osservato questo fenomeno più di una volta, in presenza di altre persone. Saturno ha accanto a sé due piccole stelle, una a oriente e l'altra a occidente. Infine, Giove ha attorno a sé quattro stelle erranti, che variano di posizione sia rispetto allo stesso Giove sia le une in relazione alle altre, come Galileo Galilei ha descritto in modo attento e accurato. [31]

Rendendosi conto di come quei risultati venissero a sconvolgere il modello tolemaico, Clavio aggiunse quindi con cautela: «Stando così le cose, gli astronomi dovrebbero riflettere su come potrebbero essere ricalcolate le orbite celesti al fine di salvare questi fenomeni».

Le osservazioni galileiane delle fasi di Venere sferrarono un colpo fatale al sistema tolemaico, ma non erano in grado di confutare in modo definitivo il compromesso geocentrico-eliocentrico di Brahe, nel quale Venere e tutti gli altri pianeti orbitavano attorno al Sole mentre quest'ultimo ruotava attorno alla Terra. Ciò lasciava una possibilità a quegli astronomi gesuiti ancora determinati a confutare il copernicanesimo.

Io le agguagliai alle nostre nugole o a fumi

Galileo non trascurò il corpo celeste che occupava il posto centrale nel modello di Copernico, vale a dire il Sole. Di fatto, proprio le sue osservazioni portarono all'individuazione e alla prima spiegazione coerente di quelle aree relativamente scure della superficie della nostra stella, note come macchie solari. Galileo non fu il primo a notarle; con tutta probabilità, gli astronomi di Cina e Corea ne conoscevano l'esistenza da secoli: esistono

infatti testimonianze cinesi in tal senso risalenti all'epoca della dinastia Han (206 a.C.-220 d.C.). Ma delle macchie solari si era di certo parlato anche ai tempi di Carlo Magno, che governò gran parte dell'Europa occidentale tra la fine dell'VIII e l'inizio del IX secolo, e in un volume del 1605 il poeta e pittore italiano Raffaele Gualterotti ne descrisse una osservata il 25 dicembre dell'anno precedente. Il matematico e astronomo inglese Thomas Harriot le osservò con un cannocchiale nel dicembre del 1610, ma non divulgò i risultati delle sue indagini, delle quali si iniziò a parlare solo nel 1784 e che non furono pubblicate fino al 1833. Infine, l'astronomo frisone (ovvero della Germania nordoccidentale) Johannes Fabricius osservò le macchie solari con un cannocchiale il 27 febbraio 1611 e le descrisse in un pamphlet (di cui Galileo non era a conoscenza) pubblicato quello stesso anno nella città di Wittenberg.

Osservare il Sole con il cannocchiale era complicato: si correva il serio rischio di rimanere accecati se non si rivestivano le lenti con un qualche materiale protettivo, come la fuliggine. Ma un ex allievo talentuoso di Galileo, Benedetto Castelli, aveva avuto l'intelligente intuizione di proiettare l'immagine del Sole catturata dal cannocchiale su uno schermo o un foglio di carta. Galileo descrisse per la prima volta le proprie osservazioni delle macchie solari nella prefazione del suo *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua*.[32] A quel tempo non era ancora sicuro della loro natura, combattuto tra due ipotesi: che fossero in effetti degli elementi sulla superficie solare (nel qual caso, il loro moto avrebbe indicato che il Sole stesso stava ruotando attorno al proprio asse), oppure che si trattasse di pianeti molto vicini alla stella, e in orbita attorno a essa. Quando però uscì la seconda edizione del libro, nell'autunno del 1612, Galileo si era ormai convinto che le macchie dovevano trovarsi sulla superficie del Sole ed «esser dalla conversione del Sole in sé stesso […] portate in giro».[33] Dedicò un intero paragrafo a chiarire la questione.

Ma furono le scoperte di un altro astronomo a costringere Galileo a rivolgere tutta la propria attenzione alle macchie solari. Nel marzo del 1612, infatti, il suo corrispondente tedesco Markus Welser gli inoltrò tre lettere che descrivevano le macchie, scritte sotto lo pseudonimo «Apelles latens post tabulam» («Apelle nascosto dietro la tela»). Le missive, in seguito riunite sotto forma di pamphlet, erano opera del prete e astronomo gesuita Christoph Scheiner, un professore dell'Università di Ingolstadt. Scheiner

non si era arrischiato a pubblicarle con il suo vero nome per timore che, qualora si fosse sbagliato, quel lavoro avrebbe potuto gettare discredito sull'ordine dei gesuiti; di conseguenza usò quello pseudonimo, ispirato all'artista greco del IV secolo che era solito nascondersi dietro i propri dipinti per ascoltare le critiche di chi li osservava (il che sembrava suggerire come Scheiner volesse valutare i commenti alla propria opera prima di rivelare la sua identità). L'astronomo affermava che le macchie erano ombre proiettate da una moltitudine di piccoli pianeti che orbitavano vicinissimi al Sole.

Anche se non c'è dubbio che alla base di tale ipotesi vi fosse un tentativo di liberare il Sole da ogni possibile imperfezione, Scheiner basava il proprio modello su tre argomentazioni principali. In primo luogo, le macchie non si presentavano mai negli stessi punti, dal che concludeva che non fossero posizionate sulla superficie di un Sole in rotazione. In secondo luogo, Scheiner riteneva che le macchie fossero più scure delle parti non illuminate della superficie lunare; il che – pensava – sarebbe stato impossibile se si fossero in effetti trovate sul Sole. In terzo luogo, le macchie vicine ai margini del disco solare sembravano più sottili di quelle nei pressi del centro, fenomeno che interpretava come un caso di fasi, simili a quelle osservate nel caso di Venere.

In aggiunta ai suoi commenti sulle macchie solari, Scheiner richiamò l'attenzione su quella che considerava come una prova convincente – più della questione delle fasi – del fatto che Venere fosse davvero in orbita intorno al Sole. Il punto era che le tavole astronomiche basate sul modello tolemaico, note come effemeridi, predicevano che il pianeta Venere sarebbe transitato davanti al Sole (visto dalla Terra) l'11 dicembre 1611; eppure quel passaggio – un fenomeno di lunga durata – non era stato osservato.

Welser inoltrò le lettere a Galileo per chiedere l'opinione del famoso scienziato sulle idee di Scheiner, assumendo – a quanto pare – che avrebbe apprezzato l'approccio scientifico esibito in quegli scritti. Tuttavia, la risposta ad Apelle che ricevette da Galileo fu ben diversa da quella che si aspettava. La replica era arguta, cortese e scientificamente brillante, non c'era dubbio, ma faceva anche ricorso a espressioni molto critiche e a un linguaggio piuttosto condiscendente. Per esempio, riferendosi a quella che considerava come l'ostinata adesione di Scheiner ad alcuni concetti aristotelici (per esempio la solidità e l'immutabilità del Sole), Galileo si

lamentò che Apelle «non possa ancora staccarsi totalmente dalle già impresse fantasie».[34]

La risposta arrivò in più parti. All'inizio, nei mesi di maggio e ottobre, Galileo mandò due lettere scritte in italiano («perché ho bisogno che ogni persona la possi leggere»);[35] a dicembre, quando Scheiner ebbe ribattuto alla prima missiva con una sua e Welser ebbe pubblicato l'intera serie delle lettere di Scheiner sotto il titolo *De maculis solaribus et stellis circa Iovem errantibus accuratior disquisitio* («Una disquisizione più accurata delle macchie solari e delle stelle erranti attorno a Giove»), Galileo inviò un terzo scritto. Le tre lettere vennero pubblicate a Roma dall'Accademia dei Lincei, nel marzo 1613, con il titolo *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti*.[36]

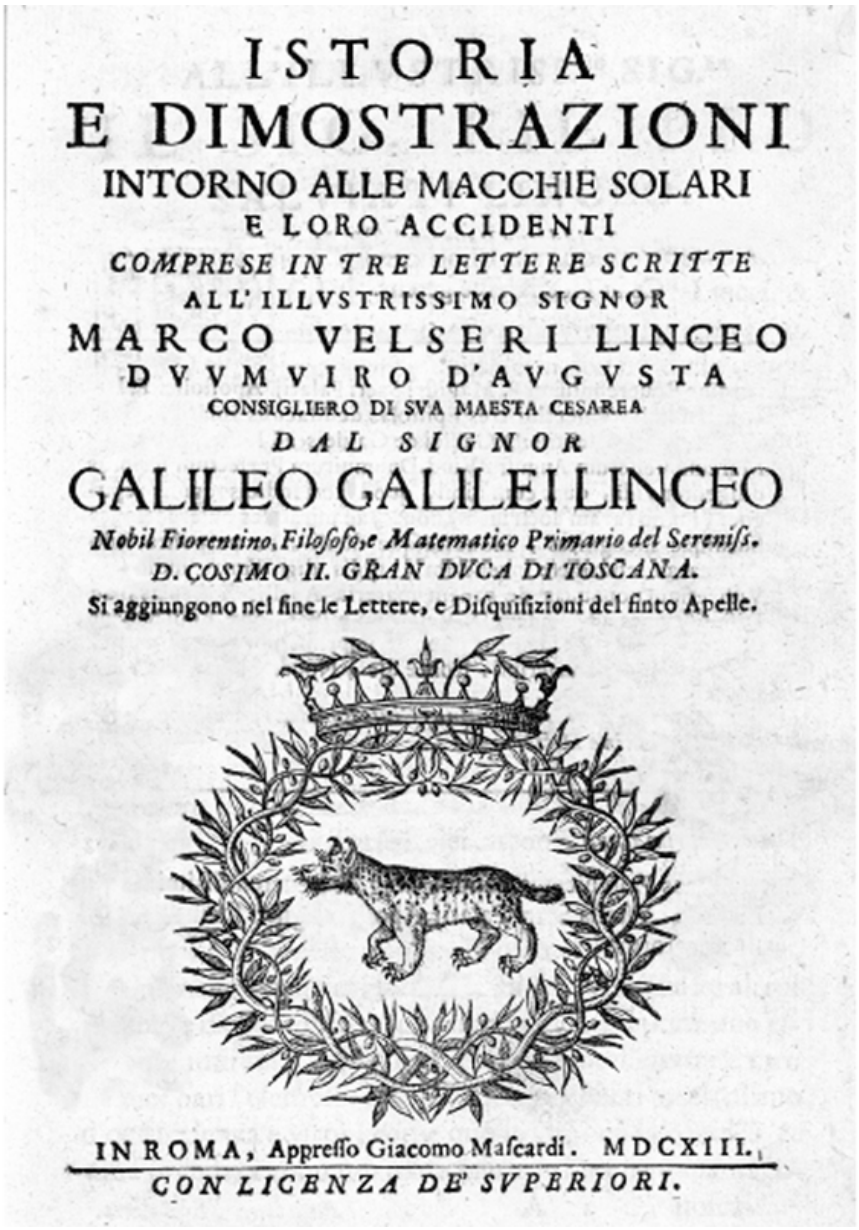

ISTORIA
E DIMOSTRAZIONI
INTORNO ALLE MACCHIE SOLARI
E LORO ACCIDENTI
COMPRESE IN TRE LETTERE SCRITTE
ALL' ILLVSTRISSIMO SIGNOR
MARCO VELSERI LINCEO
DVVMVIRO D'AVGVSTA
CONSIGLIERO DI SVA MAESTA CESAREA
DAL SIGNOR
GALILEO GALILEI LINCEO
Nobil Fiorentino, Filoſofo, e Matematico Primario del Sereniſs.
D. COSIMO II. GRAN DVCA DI TOSCANA.
Si aggiungono nel fine le Lettere, e Diſquiſizioni del finto Apelle.
IN ROMA, Appreſſo Giacomo Maſcardi. MDCXIII.
CON LICENZA DE' SVPERIORI.

FIGURA 4.5. Il frontespizio del libro di Galileo sulle macchie solari.

Galileo – che non era solito prendere bene le critiche – era rimasto contrariato in particolare per l'affermazione di Scheiner secondo cui la mancata osservazione del transito di Venere costituiva una prova migliore, rispetto alle sue fasi, del fatto che quel pianeta fosse in orbita attorno al Sole. Galileo sottolineò che Scheiner si era sbagliato nello stimare le dimensioni del corpo celeste; inoltre fece notare che, se la luminosità

intrinseca di Venere fosse stata anche di poco superiore, la mancata osservazione del suo transito si sarebbe rivelata insignificante al fine di provarne il moto orbitale.

Messe in chiaro queste sottigliezze, Galileo passò a smantellare la spiegazione delle macchie solari data da Scheiner.[37] Specificò che non erano davvero scure: sembravano tali solo in confronto alla luminosità del disco solare, ma di fatto erano più luminose della superficie della Luna piena. Quindi affermò – correttamente – che proprio il loro movimento a velocità variabile e il fatto che cambiassero posizione le une rispetto alle altre mostravano in modo inequivocabile come non potesse trattarsi di satelliti, in quanto «chi, dunque, vorrà sostener, le macchie esser congerie di minute stelle, bisogna che introduca nel cielo ed in esse stelle movimenti innumerabili, tumultuarii, difformi e lontani da ogni regolarità».[38] Secondo lui, invece, le macchie si trovavano sulla superficie del Sole, o comunque non distavano da essa più di quanto le nuvole distino (in proporzione) dalla Terra. E proprio come le nuvole, commentava, le macchie apparivano all'improvviso, cambiavano forma e scomparivano da un momento all'altro. Sfruttando inoltre la propria formazione nell'arte del disegno, dimostrò che l'apparente ridursi delle macchie quando si avvicinavano ai margini del disco solare era dovuto semplicemente al fenomeno visivo dello scorcio, che si ha quando osserviamo qualcosa muoversi sulla superficie di una sfera (Figura 4.6). Infine – ed era forse l'elemento più importante – basandosi sul moto delle macchie stimò che il Sole impiegasse circa un mese per compiere una rotazione attorno al proprio asse; di fatto, oggi sappiamo che il periodo di rotazione solare all'equatore è di 24,47 giorni.

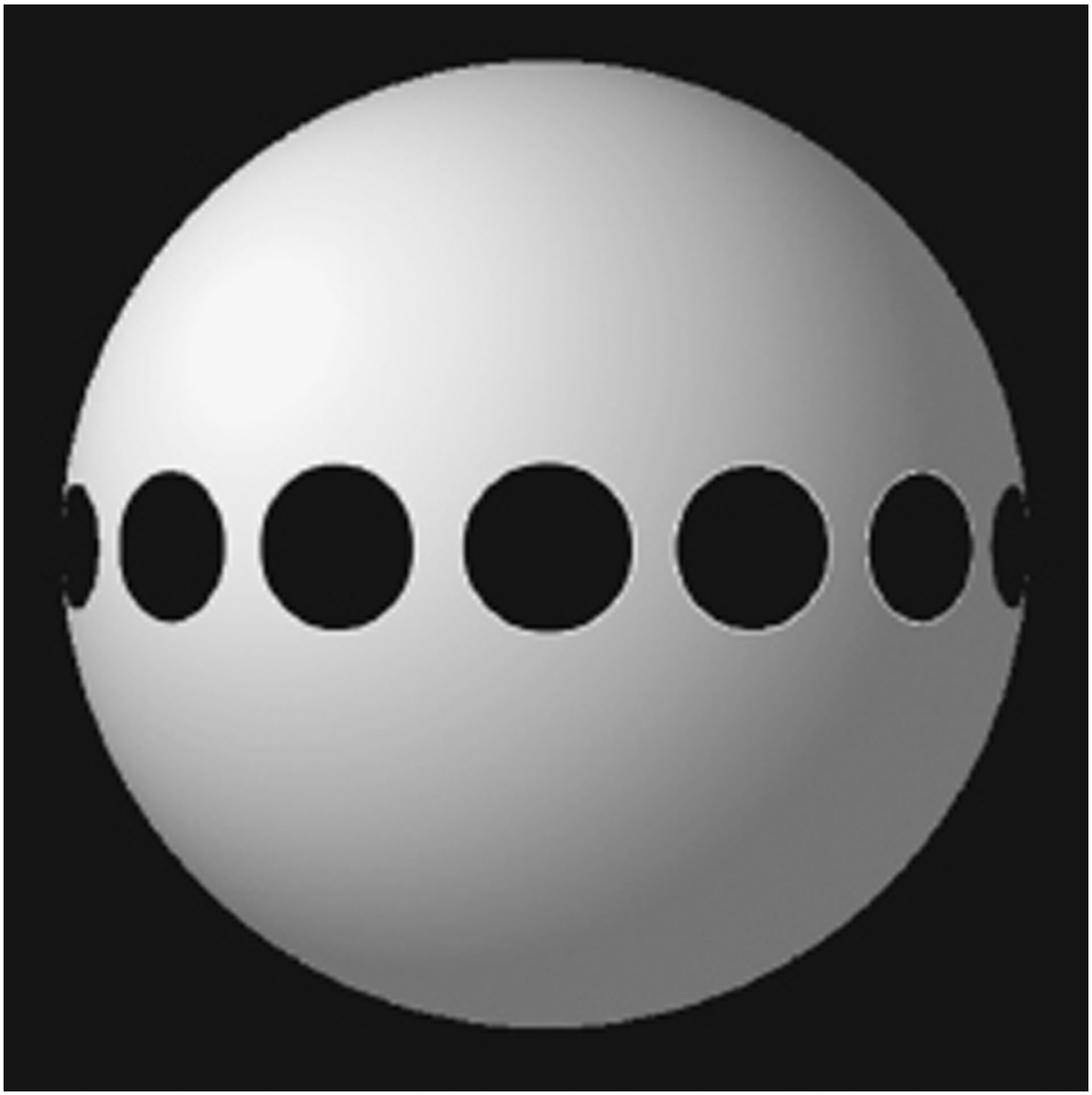


FIGURA 4.6. Il fenomeno visivo dello scorcio in relazione a cerchi disegnati sulla superficie di una sfera.

Elemento importante nei futuri problemi di Galileo con la Chiesa cattolica, egli domandò anche l’opinione del cardinale Carlo Conti sulle macchie solari. Questi rispose, nel luglio 1612, che nessun passo delle Scritture avvalorasse l’idea aristotelica di un Sole incorruttibile. Per quanto concerneva il copernicanesimo in generale, però, Conti disse che quella

teoria non pareva conforme al dettato dei testi sacri, e che una differente interpretazione di quest'ultimi «senza gran necessità non si deve ammettere». [39]

Le osservazioni delle macchie solari e l'interpretazione datane da Galileo si rivelarono di importanza cruciale, soprattutto per due ragioni. In primo luogo, dimostravano che un corpo celeste poteva ruotare attorno al proprio asse senza rallentare né lasciarsi «alle spalle» elementi sospesi quali le nuvole. Ciò poteva rimuovere all'istante due pesanti obiezioni mosse contro l'idea copernicana di una Terra in rotazione su se stessa. Quanti criticavano il sistema copernicano chiedevano infatti: com'è possibile che la Terra continui a girare? E perché le nuvole (o gli uccelli, per fare un altro esempio) non restano indietro rispetto al suo moto? In secondo luogo, pubblicando i propri risultati sulla rotazione del Sole nel *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua* – un volume apparentemente dedicato al galleggiamento dei corpi – Galileo forniva il primo esempio di una teoria *unificata* della fisica della Terra e dei cieli. Tale approccio avrebbe poi contribuito alla nascita della teoria universale della gravitazione di Newton (che metteva assieme fenomeni diversi, come la caduta di una mela sulla Terra e l'orbitare dei pianeti attorno al Sole), e avrebbe ispirato tutti i tentativi odierni di formulare una «teoria del tutto»: una cornice capace di spiegare l'insieme delle interazioni fondamentali (elettromagnetica, nucleare forte, nucleare debole e gravitazionale).

Come già aveva fatto in passato, Galileo sfruttò l'occasione delle missive sulle macchie solari per rivelare alcuni aspetti della propria visione in merito alla divulgazione della conoscenza. In una lettera all'amico Paolo Gualdo, arciprete della cattedrale di Padova, fece alcuni importanti commenti sul fatto che la scienza non dovrebbe essere appannaggio esclusivo degli scienziati. Spiegò come sperasse che, grazie allo scambio con Welser, anche quanti «si vanno persuadendo che in que' *slibrazzon ghe suppie de gran noelle de luorica e de filuorica, e conse purassè che strapasse in elto purassè* [libroni ci sono nuove conoscenze molto importanti di logica e filosofia, che trascendono la loro comprensione]» vedessero «che la natura, sì come gl'ha dati gl'occhi per veder l'opere sue così bene come a i *filuorichi* [filosofi], gli ha anco dato il cervello da poterle intendere e capire». [40] In sostanza, Galileo si poneva qui quale membro di quella che John Brockman avrebbe chiamato «terza cultura»: un canale

diretto tra il mondo scientifico e i profani. Il punto chiave sottolineato da Galileo era che la conoscenza scientifica, quando presentata in modo adeguato, non è al di là della portata dei non addetti ai lavori; e siccome la considerava una parte essenziale della cultura comune, riteneva che tutti dovessero sforzarsi di acquisirla.

È affascinante notare come Einstein, nel 1936, di fronte alla capacità umana di sondare il cosmo abbia espresso una sorpresa ancora più forte di quella manifestata da Galileo: «L'eterno mistero del mondo è la sua comprensibilità […]. Il fatto che sia comprensibile è un miracolo».[41] I commenti di Galileo sulla capacità umana di decifrare i segreti della natura ritorneranno anche nella famosa *Lettera a Benedetto Castelli*, nella quale avrebbe affermato di non credere «che quel medesimo Dio che ci ha dotati di sensi, di discorso e d'intelletto, abbia voluto, posponendo l'uso di questi, darci con altro mezzo le notizie che per quelli possiamo conseguire».

Oggi sappiamo che le macchie solari sono di fatto regioni della superficie del Sole un po' più fredde (circa 4000 gradi Kelvin, ovvero 3727 gradi Celsius) delle aree circostanti (intorno ai 6000 gradi Kelvin, o 5727 gradi Celsius), e che per questo appaiono più scure. La loro differente temperatura è il risultato di concentrazioni di flusso magnetico che inibiscono il meccanismo di diffusione del calore per convezione (tipico del moto dei fluidi). Di norma una macchia solare dura da qualche giorno a qualche mese, e le sue dimensioni possono variare dalle poche decine alle centinaia di migliaia di chilometri. Il ciclo di attività delle macchie solari dura circa undici anni: nel corso di questo tempo il numero di macchie cresce all'inizio con rapidità, per poi diminuire più lentamente.

Con le sue *Lettere sulle macchie solari*, Galileo non ottenne solo una vittoria scientifica su Christoph Scheiner: portò anche il copernicanesimo all'attenzione di un pubblico più vasto. Nel 1615 Scheiner gli inviò un'altra opera, intitolata *Sol ellipticus* («Sole ellittico»), chiedendo cosa ne pensasse, ma non ricevette risposta. Alla fine, Scheiner pubblicò un imponente e autorevole libro sulle macchie solari che – in onore del proprio protettore, il principe Paolo Orsini – intitolò *Rosa Ursina sive Sol, ex admirando facularum et macularum suarum phenomeno varius* («La Rosa di Orsini ovvero il Sole, con le variazioni che mostra attraverso l'osservazione dei suoi brillamenti e delle sue macchie»). In questo volume Scheiner ammetteva che le macchie erano situate sulla superficie solare, ma

dichiarava che le conclusioni di Galileo sull'argomento non avevano alla base considerazioni scientifiche. Purtroppo, non c'è dubbio che con le sue lettere piuttosto sprezzanti, la noncuranza riservata all'opera di Scheiner del 1615 e alcuni ulteriori commenti fatti in seguito nel suo *Il saggiatore* (che l'astronomo gesuita ritenne indirizzati contro di sé), Galileo si fece un acerrimo nemico. Ciò segnò l'inizio di un conflitto con i gesuiti che sarebbe culminato nelle decisioni punitive prese contro di lui nel 1633.

5
A ogni azione corrisponde una reazione

Data la portata delle scoperte di Galileo con il cannocchiale e il fatto che il *Sidereus nuncius* lo aveva trasformato in breve tempo in una celebrità internazionale, era facile aspettarsi che le reazioni a quell'opera sarebbero state intense, appassionate e contrastanti. Di fatto, la controversia scoppiò quasi prima che l'inchiostro si asciugasse sulle pagine del libro. L'iniziale scetticismo con il quale fu accolto aveva diverse ragioni, che potevano essere ricondotte al secolare predominio del pensiero di Aristotele e all'accettazione quasi religiosa del suo approccio generale alla scienza.

Innanzitutto, la metodologia seguita da Galileo introduceva un elemento radicalmente nuovo in ciò che, secondo lui, poteva essere considerato un elemento di prova. In sostanza, egli affermava che il suo nuovo strumento – il cannocchiale – stava svelando verità prima inimmaginabili, che non potevano essere percepite usando i soli sensi.[1] Ma come si poteva esser certi che Galileo stesse osservando dei fenomeni celesti *reali* e non, invece, una semplice produzione spuria del cannocchiale stesso? In fin dei conti si trattava del primissimo strumento presentato per incrementare ed espandere le facoltà sensoriali.

Un secondo problema riguardava poi le sue scoperte tanto nel campo della meccanica quanto in ambito astronomico, ed era legato alla sua convinzione che il libro della natura fosse «scritto in lingua matematica». In altre parole, al fatto che egli avesse introdotto una matematizzazione del mondo fisico. Ciò andava contro l'insegnamento di Aristotele, stando al quale la matematica aveva poco o nulla a che fare con la realtà o con la struttura del cosmo. Fino a poco tempo prima ci si era attesi che gli astronomi usassero la matematica solo per calcolare le orbite planetarie e il moto apparente del Sole, al fine di creare carte astronomiche che riportassero la configurazione celeste in determinati momenti; queste carte, a loro volta, sarebbero servite a tenere il calcolo del tempo, a determinare il

calendario, a navigare e a elaborare i temi natali in astrologia. Tra i compiti degli astronomi non c'era quello di costruire modelli fisici dell'universo o di particolari fenomeni. Per citare le parole dell'aristotelico Giorgio Coresio (quello secondo cui l'esperimento con le palle lasciate cadere dalla Torre di Pisa aveva confermato le asserzioni di Aristotele sui corpi in caduta libera): «Concludiamo, dunque, che chi non vuole caminare alla cieca, bisogna che si consigli con Aristotile ottimo interprete della natura».[2] Si metta a confronto questa sottomissione all'autorità di Aristotele con la dichiarazione quasi poetica che avrebbe in seguito fatto Galileo nel *Saggiatore*: «Egli [l'universo] è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto».[3]

Vincenzo di Grazia, professore a Pisa, espresse in termini ancor più forti le proprie idee su quella che considerava una netta distinzione tra matematica e scienze naturali:

> Avanti che vegniamo a considerare le dimostrazioni del sig. Galileo, ci è paruto necessario il dimostrare quanto sieno lontani coloro dal vero, che con ragioni matematiche vogliono dimostrare le cose naturali; de' quali, se io non m'inganno, è il sig. Galileo. Dico, dunque, che tutte le scienze e tutte l'arti hanno i propii principî e le proprie cagioni, per le quali del propio oggetto dimostrano i propii accidenti. Quindi è che non è lecito co' principî d'una scienza passare a dimostrare gli effetti d'un'altra; onde grandemente vaneggia colui che si persuade di voler dimostrare gli accidenti naturali con ragion matematiche, essendo queste due scienze tra di loro differentissime.[4]

Galileo non avrebbe potuto essere più in disaccordo con questo tentativo di separare ermeticamente le differenti branche del sapere, «quasi che la geometria a i nostri tempi progiudichi all'aqquisto della vera filosofia, quasi che sia impossibile esser geometra e filosofo, sì che per necessaria conseguenza si inferisca che chi sa geometria non possa saper fisica, né possa discorrere e trattar delle materie fisiche fisicamente […] come se la cognizione di chirurgia destruggesse e fosse contraria alla fisica» scrisse ridicolizzando di Grazia.[5] Più di tre secoli dopo, Einstein si sarebbe dimostrato completamente d'accordo; ebbe infatti a dichiarare: «la

possiamo [la geometria] a buon diritto considerare la più antica branca della fisica […] senza di essa non sarebbe possibile fondare la teoria della relatività». [6]

Questi due problemi – la legittimità dell'uso del cannocchiale come strumento per potenziare i sensi e il ruolo della matematica nel rivelare le verità profonde della natura – si combinarono nelle menti degli aristotelici per formare quella che consideravano una significativa obiezione alle scoperte di Galileo: non solo, sostenevano, mancava una teoria ottica convincente che potesse dimostrare l'affidabilità del cannocchiale, ma la validità stessa di simili ipotesi, in quanto basate sulla matematica, era di per sé discutibile. In realtà, ben più di tali specifiche questioni filosofiche pesava il fatto che tutte le scoperte astronomiche di Galileo contraddicessero teorie aristoteliche che l'establishment conservatore difendeva da quasi due millenni.

Non c'è quindi da stupirsi se la prima reazione, in molti ambienti, fu di confusione. Persone di ogni rango e ambiente – dai governanti agli alti prelati della Chiesa, fino alla gente comune – si rivolsero ai più grandi scienziati alla ricerca di opinioni e consigli. Anche lo studioso tedesco Markus Welser, che in seguito avrebbe contribuito a diffondere le idee di Galileo, scrisse a Cristoforo Clavio, presso il Collegio romano, per chiedere il suo parere:

> Con questa occasione non posso mancare di ricordarle, che da Padova mi viene scritto per cosa certa e sicura, che il s.or Galileo Galilei, mathematico di quello studio, ha ritrovato coll'istromento novo, da molti nominato *visorio*, del quale egli si fa autore, quatro pianeti, novi quanto a noi, non essendo mai stati visti, per quanto si habbia notizia, da huomo mortale, con di più molte stelle fisse, non conosciute né viste prima, e circa la Via Lattea *mirabilia*. Io so molto bene che *tarde credere est nervus sapientiae* [la forza della sapienza sta nel non affrettarsi a credere]: però non mi risolvo a nulla, ma prego V. R.^{za} che me ne dica in confidenza liberamente la sua opinione intorno questo fatto. [7]

Anche Lodovico Cigoli, il pittore amico di Galileo, si rese subito conto del valore che l'appoggio di Clavio avrebbe potuto avere per le scoperte dell'astronomo. E, temendo che Clavio considerasse l'individuazione dei satelliti di Giove come una bufala, spinse Galileo a recarsi a Roma il prima

possibile. Fu un buon consiglio: Clavio non era infatti l'unico autorevole studioso romano a essere piuttosto scettico. Anche Christoph Grienberger – un astronomo gesuita austriaco, che avrebbe poi preso il posto di Clavio come professore di matematica al Collegio romano – ipotizzò inizialmente che le montagne osservate da Galileo sulla Luna non fossero altro che fantasie figlie dell'immaginazione, e che i satelliti di Giove fossero mere illusioni ottiche.

Nella primavera del 1610 erano in molti a essere increduli. Il 27 marzo un fiorentino che all'epoca lavorava a Venezia, Giovanni Bartoli, scrisse: «molti [professori di scienze] poi se ne ridono [di queste scoperte], chiamandoli corrivi, mentre egli ha cercato di fare il fatto suo, come ha fatto, et gli è riuscito con un augumento di 500 fiorini alla sua provisione ordinaria per la sua lettura». Aggiungeva inoltre che da molti di quei professori «vien stimato hora ch'egli li habbia burlati, quando diede per secreto quel cannone [cannocchiale] che era molto vulgare [diffuso], et che nelle piazze si è venduto sino a 4 o 5 lire, della medesima qualità, come si dice». [8]

Ma Galileo doveva affrontare anche un altro problema, di carattere tecnico. La maggior parte dei cannocchiali che circolavano in Europa erano di scarsissima qualità o complicati da usare, spesso entrambe le cose. La situazione era aggravata dal fatto che, anche con le adeguate istruzioni, alcune persone semplicemente non riuscivano a vedere i fenomeni che Galileo sosteneva di aver osservato. Per fare un esempio, quando Galileo si fermò all'Università di Bologna tornando a Padova dopo il suo incontro con il granduca a Firenze, cercò di mostrare le proprie scoperte al più grande astronomo di quell'ateneo, Giovanni Antonio Magini (che nel 1588 gli era stato preferito proprio per quella cattedra). Purtroppo, né Magini né nessuno del suo entourage riuscì a scorgere i satelliti di Giove; eppure Galileo, nel suo registro personale delle osservazioni, annotò che quelle due notti, il 25 e il 26 aprile, aveva visto rispettivamente due e quattro lune.

Peggio ancora, Martin Horky – un matematico boemo che all'epoca lavorava come assistente di Magini e viveva a casa sua – scrisse una malevola lettera a Keplero, in cui raccontava la visita di Galileo e dichiarava con spregio: «Galileo Galilei, il matematico di Padova, è venuto a trovarci a Bologna e ha portato con sé quel cannocchiale con cui vede quattro pianeti immaginari». Horky aggiunse di aver «provato quello

strumento di Galileo in innumerevoli modi» e disse che mentre «sulla Terra fa miracoli, nei cieli inganna, dato che altre stelle fisse appaiono doppie». Horky proseguiva dichiarando che «gli uomini più eccellenti e i dottori più nobili», tra i quali il filosofo Antonio Roffeni, «hanno riconosciuto che quello strumento inganna». Si spinse persino a includere una descrizione fisica di Galileo tanto superflua quanto brutale, che per quanto probabilmente accurata (almeno in parte, dati i continui problemi di salute dello scienziato), trasudava senza dubbio malignità: «I capelli gli cadono sul viso; la sua pelle, fino alla più piccola piega, è coperta dai segni del mal francese [sifilide]; il suo cranio è leso, il suo cervello è in preda al delirio; i suoi nervi ottici sono distrutti, perché ha scrutato con troppa curiosità e presunzione minuti e secondi del cielo attorno a Giove […]. Il suo cuore palpita, perché ha venduto a tutti una favola celeste». [9]

Horky concluse la lettera con una frase in tedesco, forse la prova più evidente del suo carattere infido: «Senza che nessuno se ne accorgesse, ho fatto un calco del cannocchiale nella cera, e quando Dio mi aiuta a tornare a casa, voglio costruire uno strumento molto migliore di quello di Galileo». Com'è facile immaginare, egli non riuscì mai a realizzare le proprie ambizioni. In ogni caso la sua bruciante gelosia e il suo violento odio verso Galileo non si spensero. A giugno pubblicò a Modena un trattato intitolato *Brevissima peregrinatio contra* nuncium sidereum («Brevissimo pellegrinaggio verso il messaggero celeste»), in realtà un violento attacco polemico teso a screditare Galileo. [10] Horky cercava di negare la validità delle sue scoperte, ma avanzava argomentazioni ridicole. Arrivò persino a dichiarare, con malevolenza, che il solo senso dei punti luminosi che Galileo affermava di aver visto vicino a Giove era soddisfare la sua bramosia di denaro.

Anche se la polemica si risolse a favore di Galileo – disgustato dalle sue azioni, Magini scacciò Horky dalla propria casa, e Keplero non volle più avere nulla a che fare con lui – la pubblicazione fu comunque sintomatica della reazione esagitata dei seguaci di Aristotele in generale.

Una campagna di divulgazione

Galileo si rese subito conto che la battaglia di persuasione che lo attendeva sarebbe stata difficile, ma non si sottrasse mai alle polemiche. Era pronto a battersi per le verità in cui credeva fermamente. Il primo e più importante passo da compiere fu convincere il suo ex allievo e futuro patrono, il granduca Cosimo II de' Medici; e a tal fine, probabilmente già nel 1609, iniziò ad ammaliarlo mostrandogli le spettacolari vedute della Luna attraverso il cannocchiale. Quindi, appena il *Sidereus nuncius* andò alle stampe (nel marzo 1610), si assicurò che il granduca ricevesse un cannocchiale di alta qualità con le istruzioni dettagliate per il suo utilizzo. Alla fine di aprile sapeva già di poter contare sul suo appoggio.

A quel punto dovette chiedersi quale fosse il prossimo obiettivo cui puntare. Consapevole che, come usa dire, chi paga il pifferaio sceglie la musica, decise di rivolgersi prima ai patroni degli scienziati che non agli scienziati stessi. Così preparò un piano incredibilmente ambizioso, volto a sensibilizzare la corte toscana.

> Parmi necessario, oltre a le altre circuspezioni, per mantenere et augumentare il grido di questi scoprimenti, il fare che con l'effetto stesso sia veduta et riconosciuta la verità da più persone che sia possibile: il che ho fatto et vo facendo in Venezia et in Padova [Galileo aveva tenuto a Padova tre lezioni pubbliche – di discreto successo – sulle proprie scoperte]. Ma perché gl'occhiali esquisitissimi et atti a mostrar tutte le osservazioni sono molto rari, et io, tra più di 60 fatti con grande spesa et fatica, non ne ho potuti elegger se non piccolissimo numero [in effetti, nella primavera del 1610 aveva lenti di qualità accettabile per non più di una decina di cannocchiali], però questi pochi havevo disegnato di mandargli a gran principi, et in particolare a i parenti del S.G.D. [Serenissimo granduca]: et di già me ne hanno fatti domandare i Ser.^{mi} D. di Baviera [Massimiliano I, che aveva dato lavoro come liutista al fratello di Galileo, Michelangelo] et Elettore di Colonia [Ernesto di Baviera], et anco l'Ill.^{mo} et Rev.^{mo} S. Card. Del Monte [un importante patrono veneziano di Galileo]; a i quali quanto prima gli manderò, insieme col trattato. Il mio desiderio sarebbe di mandarne ancora in Francia, Spagna, Pollonia, Austria, Mantova, Modena, Urbino, et dove più piacesse a S.A.S. [Sua Altezza Serenissima]. [11]

Tra i pochi altri che, per ovvie ragioni, comparivano sulla lista di Galileo dei primi destinatari del libro e del cannocchiale c'erano vari cardinali, come Scipione Borghese (importante mecenate in campo artistico e nipote

di papa Paolo V) e Odoardo Farnese (anch'egli protettore di artisti nonché figlio del duca di Parma). Dettaglio curioso – anche se la cosa non era del tutto estranea al suo carattere – Galileo si focalizzò così tanto sul successo del suo programma di divulgazione che tra i destinatari del cannocchiale non incluse nemmeno il fratello Michelangelo.

Per sua fortuna il granduca appoggiò quegli sforzi senza tentennamenti: la corte toscana non si limitò a finanziare la fabbricazione di tutti i cannocchiali necessari, ma inviò delle copie del *Sidereus nuncius* ai propri ambasciatori nelle maggiori capitali europee, affidando loro il compito di contribuire alla promozione delle scoperte di Galileo. Ci si potrebbe chiedere, a questo punto, perché mai i Medici abbiano offerto questo instancabile aiuto a Galileo. Non erano certo particolarmente interessati al modello copernicano, ma riconoscevano la straordinaria abilità di Galileo nel presentare le proprie scoperte come emblemi del potere del loro casato.

Gli sforzi iniziarono a dar frutto nell'aprile 1610. Il 19 Keplero, all'epoca il più illustre astronomo europeo, diede la propria benedizione alle scoperte di Galileo. E, per quanto sorprendente, lo fece basandosi solo sulla lettura del libro, prima di potersi sincerare con i propri occhi della validità dei risultati da lui ottenuti. «Forse sembrerò temerario nell'approvare subito le tue affermazioni senza averle ancora confermate attraverso la mia stessa esperienza» scrisse. «Ma perché non dovrei credere a un dottissimo matematico, il cui stesso stile attesta la solidità del suo giudizio?» Quindi, in netto contrasto con le accuse mosse da Horky, Keplero proseguiva: «[un dottissimo matematico] che non ha nessuna intenzione di praticare l'inganno per conquistare la popolarità, né finge di aver visto ciò che non ha visto». Infine, descrivendo le caratteristiche fondamentali di un grande scienziato, affermava: «Per amore della verità, non esita a opporsi persino alle opinioni più diffuse e a sopportare con equanimità le ingiurie del volgo». [12]

In merito alle scoperte ottenute attraverso le osservazioni, Keplero avanzò diverse congetture, alcune delle quali piuttosto forzate; per esempio ipotizzò che sulla Luna ci fossero esseri viventi responsabili della costruzione di alcune delle strutture avvistate. Inoltre, condividendo la diffusa credenza religiosa secondo la quale tutti i fenomeni cosmici dovevano avere uno scopo, propose una fantasiosa deduzione: «La conclusione è molto chiara. La nostra Luna esiste per noi sulla Terra, non

per gli altri globi. Le quattro piccole lune esistono per Giove, non per noi. Ciascun pianeta, assieme ai suoi occupanti, è servito dai propri satelliti. Seguendo questa linea di ragionamento, deduciamo con il più alto grado di probabilità che Giove è abitato».[13] Keplero non poteva sapere che Giove è un gigante gassoso privo di una superficie solida; in effetti, in quel sistema planetario i candidati più probabili a ospitare una qualche forma di vita sono proprio due satelliti.

Ma non tutte le considerazioni di Keplero erano altrettanto fantasiose. Per esempio, discutendo di quanto apparissero diversi stelle e pianeti quando visti al cannocchiale, fece un commento di una preveggenza straordinaria: «Quale altra conclusione dovremmo trarre da questa differenza, Galileo, se non che le stelle fisse generano la loro luce dall'interno mentre i pianeti, essendo opachi, sono illuminati dall'esterno; vale a dire, per usare i termini di [Giordano] Bruno, che le prime sono soli mentre i secondi sono lune o terre?».

Oggi, in effetti, facciamo una chiara distinzione tra le stelle, la cui luminosità è frutto delle reazioni nucleari al loro interno, e i pianeti, che riflettono la luce delle stelle attorno alle quali orbitano.

Nel maggio 1610 Keplero pubblicò la sua lettera sotto il titolo di *Dissertatio cum nuncio sidereo* («Conversazione con il messaggero celeste»). Galileo rimase senza dubbio compiaciuto dal suo contenuto, e non a caso la missiva venne ristampata a Firenze in quello stesso anno. A quel punto, le lodi iniziarono ad arrivare da ogni direzione: Galileo venne salutato come un Colombo dei cieli. Il bibliotecario scozzese Thomas Segeth scrisse, come un fan in delirio: «Colombo ha dato all'uomo terre da conquistare con spargimenti di sangue, Galileo nuovi mondi senza far male a nessuno. Che cosa è meglio?». Sir Henry Wotton, diplomatico inglese di stanza a Venezia, riuscì a mettere le mani su una delle prime e pochissime copie del *Sidereus nuncius*, che inviò a re Giacomo I d'Inghilterra il 13 marzo 1610, accompagnata da una missiva. «Assieme a questa lettera» annunciava, «mando a Sua Maestà la notizia più strana […] che abbia mai ricevuto dalla mia parte del mondo; si tratta del libro qui accluso […] del professore di matematica di Padova, che con l'aiuto di uno strumento ottico […] ha scoperto quattro nuovi pianeti che ruotano attorno alla sfera di Giove, nonché molte altre stelle fisse finora sconosciute.»

L’11 giugno 1610 Sir William Lower, astronomo inglese che aveva avuto notizia delle scoperte di Galileo sin nel Galles sudoccidentale (il che attesta il successo del suo sforzo di divulgazione), mandò una lettera ancor più entusiastica al collega Thomas Harriot, dichiarando: «Penso abbia fatto di più il mio diligente Galileo con la sua triplice scoperta [si riferiva alle montagne sulla Luna, ai satelliti di Giove e all’individuazione di stelle fino ad allora sconosciute della Via Lattea] che non Magellano [il celebre esploratore portoghese] aprendo gli stretti nel Mare del Sud o gli olandesi sbranati dagli orsi in Novaja Zemlja». L’ultimo riferimento era al navigatore olandese Willem Barentsz e al suo equipaggio, che tra il 1596 e il 1597 si erano arenati contro l’arcipelago artico di Novaja Zemlja mentre erano alla ricerca di un passaggio a nordest.

In Francia il 6 giugno 1611, durante una commemorazione per il defunto re Enrico IV nella valle della Loira, alcuni studenti recitarono un componimento poetico intitolato *Sonetto sulla morte di re Enrico il Grande e sulla scoperta di alcuni nuovi pianeti, o stelle erranti, attorno a Giove, fatta quest’anno da Galileo Galilei, famoso matematico del granduca di Firenze*. Il re, pugnalato a morte l’anno prima da un fanatico religioso, aveva di fatto mostrato un vivo interesse per il lavoro di Galileo, ma non era mai riuscito a contemplarne le scoperte con i propri occhi. La regina madre Maria de’ Medici – vedova di Enrico e reggente al posto del figlio Luigi XIII – scrisse a Firenze chiedendo uno dei «grandi cannocchiali di Galileo»; purtroppo il primo strumento che le venne recapitato non era di qualità eccelsa, per via delle difficoltà tecniche incontrate da Galileo nel produrli. Solo nell’agosto 1611 l’astronomo fu in grado di procurarle un cannocchiale adeguato, conquistandosi subito la sua ammirazione. Matteo Botti, l’ambasciatore del granduca di Toscana in Francia, scrisse:

> Havendo io presentato alla Maestà della Regina lo strumento di V.S., ho fatto vedere a S. Maestà che è meglio assai d’un altro che era venuto prima […] S. M.^{tà} n’ha havuto gran gusto, et si è messa fino a ginocchioni in terra, in presenza mia, per veder meglio la Luna. Gli è piaciuto infinitamente, et ha aggradito assai il complimento che io ho fatto in nome di V.S., il quale è stato accompagnato da molte sue lodi, non solamente dalla parte mia, ma dalla parte di S. Maestà ancora, che mostra di conoscere et di stimar V.S. com’ella merita. [14]

In Italia, i Medici commissionarono a diversi poeti gesuiti delle poesie per celebrare le scoperte. Alcune delle più mielose paragonavano Galileo ad Atlante, affermando che il suo valore costringeva persino i cieli ad accendere nuove stelle. Anche il poeta e vetraio veneziano Girolamo Magagnati, in un pamphlet intitolato *Meditazione poetica sopra i pianeti medicei*, scrisse alcuni versi che esaltavano i gloriosi meriti delle scoperte di Galileo:

> Ma tu solcasti, o Galileo de l'Etra [l'etere]
> gli smisurati inaccessibil campi
> e profondato il curioso aratro
> di spirto vago entro i zaffiri eterni;
> rivolvendo del Ciel l'aurate zolle
> ritrovasti nov'Orbi, e novi Lumi. [15]

Ma il tributo forse più impressionante fu quello del suo amico Lodovico Cigoli, cui papa Paolo V commissionò un affresco per la cupola della cappella Paolina nella chiesa di Santa Maria Maggiore. Realizzato tra il settembre 1610 e l'ottobre 1612, l'*Assunzione della Vergine* mostra Maria in piedi sulla Luna; l'elemento sorprendente è che il pittore ha raffigurato il nostro satellite non come la tradizionale sfera liscia e priva di imperfezioni, ma proprio come appariva nei disegni realizzati da Galileo sulla base delle sue osservazioni con il cannocchiale (Figura 5 dell'inserto fotografico). [16]

Credere nella scienza

Al verso 283 del libro XI dell'*Eneide* Virgilio afferma: «Experto credite»; credete a chi ha esperienza, a un esperto. E, in effetti, a un certo punto le osservazioni e le scoperte di Galileo iniziarono a ricevere conferme autorevoli da parte di altri astronomi. Da quel momento la veridicità di quanto scorto dal novello Colombo del cielo notturno non poté più essere messa in discussione. Nel settembre 1610 Keplero (a Praga) e Antonio Santini (mercante veneziano che si dilettava di astronomia) videro i satelliti di Giove; il primo usò il cannocchiale che Galileo aveva mandato a Ernesto di Baviera, principe elettore e arcivescovo di Colonia, mentre Santini si

servì di uno strumento artigianale. In autunno anche gli astronomi Thomas Harriot (in Inghilterra), Joseph Gaultier de La Valette e Nicolas-Claude Fabri de Peiresc (in Francia) osservarono le quattro lune medicee. Simon Mayr, in Germania, le scoprì invece autonomamente.

Restava un'opinione di importanza critica: quella degli astronomi del Collegio romano, e in particolare di Clavio. Il 1° ottobre 1610 Cigoli riferì che «il Clavio fra gli altri, capo di tutti, disse a un mio amico, delle quattro stelle [i satelliti di Giove], che se ne rideva, et che bisognierà fare uno ochiale che le faccia e poi le mostri, et che il Galileo tengha la sua oppinione et egli terrà la sua». [17] In ogni caso, visto che la storia delle nuove scoperte stava diventando tema di discussione in tutta Europa, i prelati della Chiesa non poterono soprassedere sulle potenziali implicazioni rispetto all'ortodossia cattolica; di conseguenza il cardinale Roberto Bellarmino, responsabile del Collegio romano e principale teologo del Sant'Uffizio (incaricato della difesa della dottrina cattolica), chiese ai matematici gesuiti di confermare o smentire cinque specifiche scoperte di Galileo. Primo, la nuova moltitudine di stelle fisse (in particolare quelle osservate nella Via Lattea); secondo, che Saturno era formato da tre astri congiunti; terzo, la questione delle fasi di Venere; quarto, che la Luna avesse davvero una superficie irregolare; quinto, l'esistenza dei quattro satelliti di Giove.

Il fatto che la prima domanda di Bellarmino riguardasse l'effettiva esistenza di una «moltitudine delle stelle fisse» [18] aveva quasi certamente a che fare con gli inquietanti ricordi relativi al caso di Giordano Bruno. La tesi di Bruno secondo la quale l'universo era infinito e ospitava un numero enorme di mondi abitati era stata tra le ragioni che avevano portato alla sua condanna e alla sua tragica morte. Bellarmino aveva preso parte ai dibattiti di quel processo, e senza dubbio la rivendicazione di Galileo della scoperta che la Via Lattea pullulava di stelle in precedenza mai osservate provocò in lui una forte e spiacevole sensazione di déjà vu.

Il 24 aprile 1611 i padri Cristoforo Clavio, Giovanni Paolo Lembo, Odo van Maelcote e Christoph Grienberger presentarono le proprie risposte: «È vero che appaiono moltissime stelle mirando con l'occhiale nelle nuvolose del Cancro e Pleiadi». I matematici erano un po' più cauti per quanto riguardava la Via Lattea: riconoscevano che «non si può negare che non ci siano ancora nella Via Lattea molte stelle minute», ma sottolineavano che «pare più presto [probabile] che siano parti più dense continuate». [19] Oggi

sappiamo che la Via Lattea contiene, oltre a centinaia di miliardi di stelle, anche un disco di gas e polvere. Per quanto concerneva Saturno, i matematici gesuiti confermarono la forma a oOo osservata da Galileo, specificando comunque che «non habbiam visto le due stellette di qua et di là tanto staccate da quella di mezzo, che possiamo dire essere stelle distinte». Confermarono pienamente le fasi crescenti e calanti di Venere e il fatto che «si veggono intorno a Giove quattro stelle, che velocissimamente si movono». L'unica osservazione intorno alla quale nutrivano alcune riserve era quella relativa alla Luna. Scrissero infatti: «Non si può negare la grande inequità della Luna; ma pare al p. Clavio più probabile che non sia la superficie inequale, ma più presto che il corpo lunare non sia denso uniformemente et che abbia parti più dense et più rare, come sono le macchie ordinarie, che si vedono con la vista naturale. Altri pensano, essere veramente inequale la superficie; ma infin hora noi non habbiamo intorno a questo tanta certezza, che lo possiamo affermare indubitamente».

L'opinione espressa dai più prestigiosi matematici della Chiesa cattolica segnò un'incredibile vittoria per Galileo. Nonostante i dubbi di Clavio sull'interpretazione delle osservazioni lunari, gli scienziati del Collegio romano avevano riconosciuto nel cannocchiale uno strumento in grado di mostrare la realtà nei più piccoli dettagli; a quel punto, non era più possibile sostenere che ingannasse i sensi o presentasse un'immagine fuorviante del cosmo. Da quel momento in poi si continuò a discutere soltanto dell'interpretazione e del significato dei risultati, senza più mettere in dubbio il cannocchiale stesso o la validità delle scoperte fatte con esso.

L'odierno dibattito sul riscaldamento globale ha dovuto affrontare (e, in larga misura, sta ancora affrontando) un simile, faticoso processo di validazione. Innanzitutto è necessario convincere l'opinione pubblica che il fenomeno è reale; poi le persone devono accettare per corretta l'identificazione delle sue cause; infine devono attuare almeno alcune delle soluzioni raccomandate.

Come dimostra la vicenda di Galileo (e, di fatto, anche quelle di Darwin, Einstein e altri scienziati), dovremmo fidarci della scienza; il rischio che corriamo a non farlo è, semplicemente, troppo alto. Possiamo e dobbiamo avviare una seria discussione sui passi da compiere per far fronte a ciò che le scoperte scientifiche ci mostrano, come le minacce poste dal cambiamento climatico (quali l'innalzamento del livello del mare e il

drammatico aumento di eventi meteorologici estremi). Non è più tempo di chiedersi se il riscaldamento globale sia un fenomeno reale o meno, né quali siano le sue cause. E non possiamo più pensare che non fare nulla in proposito sia un'opzione.

Per quanto ironico possa sembrare, chi nega il cambiamento climatico è arrivato persino ad additare, come prova dell'errata interpretazione della comunità geoscientifica, il consenso quasi unanime in merito alle cause antropiche del fenomeno. E l'ha fatto tirando in ballo proprio il caso di Galileo. Il ragionamento è il seguente: Galileo fu deriso e perseguitato dalla maggior parte delle persone del suo tempo, eppure le sue ipotesi si sono poi rivelate corrette; alla luce di ciò, oggi dovremmo dar credito alla minoranza convinta che il riscaldamento globale non esista. La falla nel discorso è evidente: Galileo non aveva ragione in virtù del fatto che fu deriso e criticato, ma perché le *evidenze scientifiche* gli davano ragione. Questa fallacia logica ha persino un nome: *Galileo gambit* (che potremmo tradurre come «stratagemma Galileo» o «tranello Galileo»).[20] A prescindere dagli inevitabili margini di incertezza, comunque sempre dichiarati in modo chiaro, i rapporti sul cambiamento climatico pubblicati dalle principali organizzazioni scientifiche rappresentano lo stato dell'arte in questo campo. È vero che nella scienza il consenso, anche quand'è quasi unanime, non è di per sé garanzia di conclusioni, ma è altrettanto vero che quel consenso si basa su evidenze scientifiche continuamente testate.

Tornando a Galileo, per un po' di tempo fu sommerso di onori. Nel solo XVII secolo furono pubblicati oltre 400 libri su di lui, dei quali circa 170 stampati fuori dall'Italia; e più o meno il 40 per cento di essi conteneva giudizi favorevoli.[21] Persino il suo arcinemico Martin Horky, impressionato dalle osservazioni di Saturno, si dichiarò profondamente pentito per aver attaccato un tale genio dell'astronomia, arrivando a sostenere che potendo tornare indietro avrebbe preferito farsi dissanguare.

Il 14 aprile 1611, nel corso del banchetto durante il quale Galileo venne eletto sesto membro dell'Accademia dei Lincei, fu coniato il termine *telescopium* per indicare il cannocchiale che aveva rivoluzionato la cosmologia. Il nome fu suggerito dal teologo e matematico Giovanni Demisiani, e di lì a poco uscì il primo libro sulla storia di quello strumento; scritto dal milanese Girolamo Sirtori nel 1612, venne pubblicato nel 1618 con il titolo scontato di *Telescopium*.[22]

L’accoglienza trionfale ricevuta nel 1611, però, segnò solo la conclusione di una battaglia: Galileo non aveva ancora vinto la guerra. La validità delle sue osservazioni era ormai stata accettata, ma da lì in avanti si sarebbe aperta la discussione sull’interpretazione di quei risultati. Di certo i ferventi sostenitori del geocentrismo, chiamati a rimettere in discussione le loro amate convinzioni sul cosmo e sullo status della Terra al suo interno, non si sarebbero arresi senza combattere.

Oggi sappiamo che il modello sostenuto da Galileo stava introducendo quello che è oggi noto come principio copernicano: l’idea, cioè, che da un punto di vista fisico la Terra non è il centro del cosmo.[23] Nei secoli trascorsi dalla formulazione del modello di Copernico e dalle scoperte di Galileo fino a oggi, questo principio di umiltà cosmica non ha fatto che rafforzarsi, dimostrandoci – attraverso una serie di passaggi – che non occupiamo un posto speciale nel grande disegno delle cose.

Il primo colpo è stato messo a segno da Copernico e Galileo, che hanno spodestato la Terra dalla sua posizione centrale nel sistema solare. Quindi, nel 1918, l’astronomo Harlow Shapley ha dimostrato che il sistema solare stesso non si trova affatto al centro della Via Lattea, ma a quasi due terzi del suo raggio: in pratica, nei remoti sobborghi della galassia. Poi, nel 1924, l’astronomo Edwin Hubble ha scoperto che nell’universo esistono molte altre galassie; stando alle più recenti stime, la sola parte osservabile ne potrebbe contenere ben duemila miliardi! E, come se non bastasse, oggi alcuni cosmologi ipotizzano che il nostro intero universo sia solo parte di un più vasto insieme: un *multiverso*.

Un esempio interessante di ciò che Galileo dovette affrontare nello sforzo di dimostrare la superiorità del modello copernicano su quello tolemaico è il caso che coinvolse Cesare Cremonini, celebre filosofo e aristotelico dogmatico. Cremonini era un collega di Galileo all’Università di Padova, e i due si erano spesso sfidati in un’amichevole rivalità. Quando si trattava di filosofia naturale, Cremonini sapeva essere parecchio cocciuto: pare non avesse nemmeno voluto inserire il libro di William Gilbert sui magneti e il campo magnetico terrestre tra gli scaffali della sua biblioteca, per paura che contaminasse gli altri testi. Sebbene fosse ateo e combattesse a sua volta con la censura, si sentiva in dovere di difendere l’aristotelismo in ogni sua forma; di conseguenza contestò l’asserzione di Galileo secondo la quale la nova del 1604 era posta oltre l’orbita lunare, perché ciò avrebbe

contraddetto la teoria per cui i cambiamenti nei cieli avvenivano solo nella sfera sublunare. Quando Galileo si offrì di mostrargli le sue nuove scoperte, lui – stando a quel che si tramanda – rifiutò anche solo di guardare nel cannocchiale (come fece, del resto, anche il principale filosofo di Pisa: Giulio Libri). Questo atteggiamento spinse Galileo a scegliere Cremonini come modello – sebbene non l'unico – per tratteggiare il cocciuto aristotelico Simplicio, uno dei protagonisti del suo *Dialogo*. In realtà, a Cremonini non bastava ciò che Galileo aveva mostrato con le sue osservazioni: aveva bisogno di una rivoluzione più profonda. Per esempio sottolineò che, se la Luna fosse stata davvero un corpo di tipo terrestre come implicavano le scoperte di Galileo, allora avrebbe dovuto precipitare sul nostro pianeta. In mancanza di una teoria capace di spiegare perché ciò non accadesse (che sarebbe arrivata solo con Newton), Cremonini non era disposto ad abbandonare le proprie idee.

Galileo non si era mai convinto dell'esistenza di quelle che considerava invisibili forze spettrali capaci di agire a distanza, proprio come la gravità poi teorizzata da Newton. Il che ebbe in seguito un'influenza sulla sua teoria delle maree. Anche quando, nella terza giornata del *Dialogo sopra i due massimi sistemi*, discute degli esperimenti di Gilbert sul magnetismo (nei quali entrava in gioco una forza magnetica invisibile e un po' misteriosa), per bocca di Salviati afferma che per giustificare quelle scoperte avrebbe voluto un ragionamento «ben fondato nella geometria», ritenendo che le argomentazioni di Gilbert «non annodano e stringono con quella forza che indubitabilmente debbon fare quelle che di conclusioni naturali, necessarie ed eterne, si possono addurre». [24]

In breve, a quell'epoca Galileo non era in grado di articolare un'autentica teoria della gravità, pertanto continuava a temere che «se mai si scuopre qualche cosa vera e di garbo, ella resti dalla loro [dei filosofi] tirannide soffogata». [25]

E c'era anche un altro concetto con cui aveva delle difficoltà. Keplero aveva infatti scoperto che un'orbita circolare non dava conto di quanto emerso dalle dettagliatissime osservazioni di Marte condotte – nel corso di oltre trentotto anni – da Tycho Brahe; di conseguenza aveva corretto, sia pur con riluttanza, il proprio modello di orbita. Così, con grande sorpresa, aveva realizzato che una traiettoria ellittica poteva spiegare non solo il moto di Marte, ma anche quello degli altri pianeti. Descritta nel volume

Astronomia Nova («Nuova astronomia») pubblicato nel 1609, quella sarebbe diventata una delle più grandi scoperte di Keplero.

Galileo, dal canto suo, non accettò mai l'idea delle orbite ellittiche. Almeno in questo caso anche lui – che potremmo considerare il fondatore del pensiero scientifico moderno – rimase prigioniero dell'antico precetto platonico secondo il quale il moto perfetto doveva essere circolare. Oggi sappiamo che non è la *forma* dell'orbita a dover essere simmetrica (ovvero non cambiare) rispetto alle rotazioni; piuttosto, a essere simmetrica è la *legge di gravità*, quindi l'orbita può avere qualunque orientamento nello spazio.

Gli enormi sforzi compiuti in quegli anni da Galileo per realizzare le osservazioni, presentarne le scoperte in volumi dedicati e organizzare un'efficace campagna divulgativa ebbero un costo pesante, sia sul piano della salute sia su quello della sua vita familiare (anche se, ambizioso com'era, con tutta probabilità si preoccupava più per la prima che per la seconda). A causa degli eccessi nel bere, del cibo poco salutare e del suo stile di vita, nell'inverno del 1610 e nell'estate del 1611 soffrì di dolori reumatici, febbri e aritmie cardiache. Non fu solo Horky a notare il suo aspetto pallido e malaticcio: anche un ambasciatore veneziano che non lo vedeva da anni rimase scioccato quando lo incontrò nel 1615.

Per quanto riguarda la vita familiare, Galileo lasciò Marina Gamba quando si trasferì a Firenze. La donna morì nell'agosto 1612, e lo scienziato dovette prendersi cura dei loro tre figli. Risolvette la cosa, almeno in parte, facendo entrare le figlie nel convento di San Matteo ad Arcetri. Le monache di San Matteo appartenevano all'ordine delle Clarisse e, di fatto, vivevano in quasi assoluta povertà. All'epoca non c'era nulla di insolito nel fatto che giovani donne fossero spinte a prendere il velo, specie se si trattava di figlie illegittime; per assicurare loro un marito accettabile sarebbe servita una dote cospicua, che Galileo non poteva permettersi, dunque le loro prospettive di matrimonio erano limitate. In ogni caso viene da chiedersi perché l'astronomo abbia scelto proprio quel convento: San Matteo versava in condizioni di particolare miseria e si trovava fuori dalla città, il che rendeva molto più difficile controllare il comportamento degli uomini all'interno delle sue mura (c'erano stati diversi casi di relazioni scandalose tra le monache e qualche padre confessore senza scrupoli o qualche laico in visita). È possibile che la scelta sia stata imposta a Galileo dal fatto che le

figlie erano troppo giovani per essere accettate altrove: in effetti riuscì a farle ammettere solo con l'intercessione del cardinale Ottavio Bandini.

Anche se sappiamo molto poco della vita di Virginia (suor Maria Celeste) fino al 1623, ci sono giunte circa 120 lettere inviate al padre tra quell'anno e il 1634. E queste missive ci restituiscono l'immagine di una figlia estremamente sensibile e premurosa.[26] Lavorava nell'erboristeria del convento, ed era solita mandare a Galileo piante officinali per i suoi numerosi malanni; inoltre si preoccupò di rifornire la sua casa di vino quando egli vi fece ritorno dopo esser stato processato dall'Inquisizione. Purtroppo morì di dissenteria all'età di soli trentatré anni. Galileo, affranto, scrisse che era una «donna di esquisito ingegno, singolar bontà et a me affezzionatissima».[27]

Per quanto riguarda l'altra figlia, Livia (suor Arcangela), abbiamo ancor meno informazioni, e tutte ricavabili solo dalle lettere di suor Maria Celeste. A quanto pare non si adattò mai alla vita nel convento, e il suo rapporto con Galileo fu gravemente minato dalle dure condizioni che aveva dovuto affrontare.

Al loro fratello toccò un destino molto più felice, specie perché le discriminazioni di genere tipiche dell'epoca facevano sì che un figlio maschio non comportasse particolari obblighi finanziari. Vincenzo venne dichiarato legittimo dal granduca, e – ironia della sorte – portò a termine gli studi di medicina all'Università di Pisa: lo stesso corso che suo padre aveva abbandonato. Nel caso ve lo steste chiedendo, la discendenza di Galileo non è continuata fino a noi: il suo ultimo bis-bis-nipote, Cosimo Maria, morì nel 1779.

C'è più da fare a interpretare le interpretazioni

Nel 1613 Benedetto Castelli, già studente di Galileo, venne nominato professore di matematica all'Università di Pisa. A dicembre la corte toscana si trasferiva tutti gli anni in quella località e Castelli venne invitato diverse volte a pranzare con i Medici. Il che portò alla famosa colazione nel corso della quale gli fu chiesto di spiegare l'importanza delle scoperte di Galileo e i meriti del sistema copernicano. Per inquadrare il contesto di quell'evento dobbiamo comprendere che, in un certo senso, la campagna di divulgazione

di Galileo aveva avuto fin troppo successo. Dopo aver sentito delle sue scoperte, in molti iniziarono a contestarne le idee, su varie basi. A Firenze, il filosofo Lodovico delle Colombe mise in discussione ogni libro che Galileo aveva scritto, o quasi. Tra la fine del 1610 e l'inizio del 1611 compose un trattato intitolato *Contro il moto della Terra*, nel quale riportava diverse citazioni bibliche che, a suo parere, mostravano come il nostro pianeta fosse immobile. Si spinse persino a formare una «lega» contro Galileo. Ma anche gli studiosi di Pisa si stavano schierando su posizioni avverse a quelle dell'astronomo, e le argomentazioni a sostegno del sistema aristotelico si stavano in fretta saldando a motivazioni di tipo religioso. Quando Castelli fu invitato a colazione con la famiglia del granduca, il contesto favorevole a Galileo era già mutato. Un dettaglio significativo, in tal senso, era la presenza, tra gli altri, del professore di filosofia pisano Cosimo Boscaglia, esperto di Platone che guardava a Galileo quantomeno con sospetto.

La conversazione prese l'avvio su toni abbastanza pacati e benevoli, ma la granduchessa Cristina – donna molto pia – si stava già domandando se i satelliti di Giove «fossero reali e non inganni dell'istrumento». Boscaglia, quando venne chiesta la sua opinione, rispose che «veramente non si potevano negare», ma sussurrò poi all'orecchio di Cristina che l'interpretazione copernicana di Galileo era più problematica, in quanto «il moto della Terra haveva dell'incredibile e non poteva essere, massime che la Sacra Scrittura era manifestamente contraria a questa sentenza». [28]

Al termine dell'incontro, quando ormai se ne stava andando, Castelli venne richiamato nelle camere di Cristina; lì trovò, oltre alla granduchessa e al granduca, alcuni degli altri ospiti, compresi Antonio de' Medici (un ammiratore di Galileo) e il professor Boscaglia. Nelle due ore successive Cristina lo torchiò su quelle che considerava le discrepanze tra la visione di una Terra in movimento e le Sacre Scritture. Dal suo atteggiamento, comunque, Castelli ebbe l'impressione che lo facesse solo per ascoltare le risposte. Quanto a Boscaglia, non profferì parola.

Anche se l'episodio sembrava essersi concluso per il meglio, Galileo temeva comunque che l'ex allievo potesse trovarsi ancora in situazioni simili. Per questo motivo scrisse una lunga e dettagliata lettera di risposta, nella quale spiegò come riteneva andassero gestite le apparenti contraddizioni tra i testi biblici e le scoperte scientifiche. [29] Sebbene scritta

più di quattro secoli fa da un serio scienziato che – essendo vissuto nell'Italia del XVII secolo – era anche un «sincero credente» (nelle parole di papa Giovanni Paolo II), questa *Lettera a Benedetto Castelli* e la sua successiva versione ampliata, la *Lettera a Cristina di Lorena*, restano due importanti documenti sul rapporto tra scienza e Sacre Scritture. Ma ritorneremo su questo argomento, ancor oggi di grande interesse, nel capitolo 17.

Galileo aprì la propria lettera lodando Castelli per il suo successo come professore, e aggiungendo: «Che maggior favore può ella desiderare, che il veder Loro Altezze medesime prender satisfazione di discorrer seco, di promuovergli dubbii, di ascoltarne le soluzioni, e finalmente di restar appagate delle risposte della Paternità Vostra?». Quindi, spiegò che quell'episodio lo aveva spinto a riflettere più in generale «circa 'l portar la Scrittura Sacra in dispute di conclusioni naturali», con particolare riferimento al passo del *Libro di Giosuè* dove il Sole si ferma in cielo, che sembrava in contraddizione con la tesi «della mobilità della Terra e stabilità del Sole». La dichiarazione iniziale di Galileo riguardo all'uso dei testi biblici fa da base alle sue successive argomentazioni: «Parmi che prudentissimamente fusse proposto […] *non poter mai la Scrittura Sacra mentire o errare, ma essere i suoi decreti d'assoluta ed inviolabile verità*» [corsivo mio]». Tuttavia, specificò, «potrebbe nondimeno talvolta errare alcuno de' suoi interpreti ed espositori, in varii modi: tra i quali uno sarebbe gravissimo e frequentissimo, quando volessero fermarsi sempre nel puro significato delle parole, perché così vi apparirebbono non solo diverse contradizioni, ma gravi eresie e bestemmie ancora; poi che sarebbe necessario [stando al significato letterale] dare a Iddio e piedi e mani e occhi, e non meno affetti corporali e umani, come d'ira, di pentimento, d'odio, e anco talvolta l'obblivione delle cose passate e l'ignoranza delle future».

Galileo proseguiva sostenendo che – per essere compresi dalla gente comune, priva d'istruzione – i testi sacri dovevano usare un linguaggio che risultasse accessibile. Di conseguenza, affermava che «quello de gli effetti naturali che o la sensata esperienza ci pone innanzi a gli occhi o le necessarie dimostrazioni ci concludono, non debba in conto alcuno esser revocato in dubbio per luoghi della Scrittura ch'avesser nelle parole diverso sembiante»; e ciò, notava Galileo, soprattutto perché non è possibile che

due verità si contraddicano a vicenda. «E per questo» suggeriva «oltre a gli articoli concernenti alla salute ed allo stabilimento della fede, contro la fermezza de' quali non è pericolo alcuno che possa insurger mai dottrina valida ed efficace, sarebbe forse ottimo consiglio il non ne aggiunger altri [articoli di fede] senza necessità.» A ciò faceva seguire la già citata argomentazione, forte e stringente, secondo la quale non credeva «che quel medesimo Dio che ci ha dotati di sensi, di discorso e d'intelletto, abbia voluto, posponendo l'uso di questi, darci con altro mezzo le notizie che per quelli possiamo conseguire».

Galileo prendeva quindi in considerazione quel particolare passo del *Libro di Giosuè*, mostrando come, per quanto incredibile, un'interpretazione letterale del testo in base al modello aristotelico-tolemaico avrebbe portato – contrariamente alle intenzioni dell'autore – a un *accorciarsi* del giorno anziché a un suo prolungarsi! Tale inatteso risultato era legato alla «meccanica» della visione aristotelica dei cieli. Nel modello di Aristotele, infatti, il Sole era coinvolto in due moti: uno annuale, «proprio e particolare» dell'astro, da ovest verso est, e uno quotidiano in accordo con la sfera delle stelle, da est verso ovest. Quindi il risultato ottenuto fermando il moto «proprio» del Sole, da ovest a est, sarebbe stato un accorciarsi del giorno, in quanto la stella si sarebbe spostata ancor più velocemente da est a ovest. In effetti fermare soltanto il Sole, permettendo alla sfera celeste di continuare a girare, avrebbe significato sconvolgere l'intero ordine celeste. Per contro, in base al modello copernicano, il semplice arresto temporaneo della rotazione della Terra attorno al proprio asse avrebbe prodotto l'effetto desiderato.

Non c'è dubbio che, con il senno di poi, la logica di Galileo appaia cristallina e assolutamente convincente; in questo senso egli era un teologo persino più avveduto del cardinale Roberto Bellarmino e di altri prelati dell'epoca. Anche papa Giovanni Paolo II ha sottolineato che Galileo «si mostrò su questo punto più perspicace dei suoi avversari teologi».[30] È comunque importante ricordare come, in larga misura, l'avversione al copernicanesimo avesse poco a che fare con il modello cosmologico in sé. La Chiesa non era particolarmente interessata a quali orbite planetarie usassero gli astronomi per i propri calcoli; il punto era semmai quella che diversi cattolici, e in particolare alcuni prelati, consideravano un'importuna intrusione degli scienziati nel campo della teologia. Di conseguenza,

sebbene Galileo fosse convinto di aver non solo risposto in modo adeguato a tutti i problemi sollevati dalla granduchessa Cristina, ma di aver anche dimostrato che la verità può essere nascosta dietro alle apparenze, la *Lettera a Benedetto Castelli* e l'interpretazione di quel passo di Giosuè sarebbero tornate a perseguitarlo.

E se pensate che il problema delle interpretazioni letterali dei testi antichi – di qualunque genere – appartenga ormai al passato, dovrete ricredervi. Già nel XVI secolo, all'interno dei suoi celebri *Saggi*, lo scrittore francese Michel de Montaigne riconobbe che «c'è più da fare a interpretare le interpretazioni che a interpretare le cose, e ci sono più libri sui libri che su altri argomenti: non facciamo che commentarci a vicenda».[31] Come le decisioni della Corte suprema degli Stati Uniti hanno dimostrato più e più volte, anche oggi le interpretazioni hanno la stessa importanza critica che avevano ai tempi di Galileo. E, per quest'ultimo, stavano per diventare quasi una questione di vita o di morte.

6
In un campo minato

Oggi uno degli obiettivi principali della fisica è arrivare alla formulazione di quella che viene talvolta chiamata «teoria del tutto»: un modello in grado di unificare in modo elegante le forze fondamentali della natura (la gravità, l'elettromagnetismo e le interazioni nucleari forte e debole). Tale impianto teorico dovrebbe inoltre coniugare con coerenza la nostra miglior interpretazione della gravità e delle meccaniche dell'universo su larga scala (vale a dire la relatività generale di Einstein) a quella relativa al mondo subatomico (ovvero la meccanica quantistica).

Dimostrando che i corpi celesti (e le loro caratteristiche) non differivano in realtà dalla Terra (e relativi attributi), Galileo compì il primo, ingegnoso passo verso questa unificazione.[1] Mostrò che gli strati esterni del Sole conoscono fenomeni (le macchie solari) simili a quelli atmosferici del nostro pianeta; che Giove – e, nella sua interpretazione, forse anche Saturno – ha persino più lune della Terra; che Venere presenta fasi analoghe a quelle del nostro satellite; che la superficie lunare è coperta di pianure e montagne; che la Terra riflette la luce solare sulla Luna, proprio come quest'ultima illumina il nostro cielo notturno. Dopo queste scoperte non era più possibile parlare di qualità «terrestri» distinte da quelle «celesti». In contrasto con la visione aristotelica di una sfera inviolabile e immutabile, Galileo dimostrò che i cieli sono suscettibili ai cambiamenti proprio come la Terra (cosa resa evidente, per esempio, dalla comparsa di nove e comete). Di lì a ottant'anni circa, questi concetti uniti alla matematizzazione della fisica avrebbero aperto la porta all'onnicomprensiva teoria della gravitazione universale di Newton.

Tutte le meravigliose rivelazioni di Galileo avrebbero potuto essere accettate come un incredibile progresso scientifico, non fosse stato per uno sfortunato accidente: venivano a contraddire la cosmologia aristotelica, che secoli prima la Chiesa cattolica aveva adottato come propria ortodossia. Il

sistema copernicano non poteva non contraddire una visione del mondo che poneva gli esseri umani al centro stesso della creazione, tanto dal punto di vista fisico quanto da quello ontologico, in quanto fine attorno al quale ruotava l'esistenza stessa dell'intero universo. La resistenza al ridimensionamento copernicano della Terra e dei suoi abitanti avrebbe in seguito spiegato, almeno in parte, anche le obiezioni al darwinismo, l'altra teoria che ha tolto agli esseri umani la loro unicità per renderli un semplice prodotto dell'evoluzione naturale.

Eppure la Chiesa avrebbe ancora potuto accettare, sia pur con difficoltà, un sistema *ipotetico* che rendesse più facile ai matematici il calcolo delle orbite, delle posizioni e delle osservazioni di stelle e pianeti, purché lo si potesse liquidare come qualcosa che non rappresentava la realtà fisica. Il sistema copernicano, in altri termini, poteva essere accettato quale mera cornice matematica: un modello inventato al fine di «salvar l'apparenze» delle rilevazioni astronomiche, giustificando i moti di fatto osservati dei pianeti.[2]

A scatenare davvero l'ira della Chiesa fu quella che i prelati cattolici considerarono un'inaccettabile e sfrontata invasione degli ambiti loro propri: la teologia e l'interpretazione delle Scritture. Di conseguenza, anche se l'opposizione alle scoperte di Galileo su basi puramente astronomiche e di filosofia naturale stava iniziando a scemare, si apprestava a esplodere l'antagonismo sul fronte delle questioni teologiche.

Il palcoscenico per quel dibattito – che avrebbe svolto un ruolo decisivo nel dramma galileiano – era stato allestito quasi un secolo prima, con la Riforma protestante e lo scisma nato dalla questione su chi avesse l'autorità di interpretare la Bibbia. Da quel momento, l'idea che le interpretazioni letterali dei testi sacri fossero essenziali e inattaccabili si era rapidamente diffusa tra i teologi cattolici. Il domenicano Domingo Bañez, per esempio, aveva espresso la propria posizione nel 1584: «Lo Spirito Santo non ha soltanto ispirato l'intero contenuto della Scrittura, ma ha anche dettato e suggerito ogni singola parola con cui è stata composta». Un altro teologo domenicano, Melchor Cano, si era spinto addirittura oltre, dichiarando nel 1585 che «non solo le parole, ma persino ogni virgola viene dallo Spirito Santo». E chi aveva l'autorità per interpretare quelle parole? Nell'arsenale di risorse della Chiesa cattolica c'era già una celeste risposta anche a questa domanda. L'8 aprile 1546 il Concilio di Trento – tenutosi tra il 1545 e il

1563 e pensato per incarnare la lotta contro la Riforma protestante – aveva infatti proclamato senza ambiguità: «Nessuno, basandosi sulla propria saggezza, negli argomenti di fede e di costumi, che riguardano la dottrina cristiana, piegando la Sacra Scrittura secondo i propri modi di vedere, osi interpretarla contro il senso che ha (sempre) ritenuto e ritiene la santa Madre Chiesa, alla quale spetta di giudicare del vero senso e dell'interpretazione delle Sacre Scritture, o anche contro l'unanime consenso dei Padri».[3] Alla luce di tali affermazioni, autoritarie e chiuse a ogni compromesso, era chiaro che le posizioni espresse da Galileo nella *Lettera a Benedetto Castelli* – e in particolare il suo tentativo di analizzare razionalmente le Sacre Scritture – rischiavano di attirare l'attenzione dei censori.

In un certo senso, Galileo si era espresso contro l'opportunità di prendere alla lettera le citazioni bibliche per contraddire delle scoperte empiriche nel peggior momento possibile: proprio quando la Chiesa era straordinariamente sensibile a ogni tentativo di minare la sua autorità sul fronte dell'interpretazione delle Scritture. Stando così le cose, lo scontro sembrava quasi inevitabile. Purtroppo, come vedremo nel capitolo 16, ancora nel 1945 le autorità vaticane proibirono la pubblicazione di un libro sull'illustre astronomo commissionato dalla stessa Pontificia accademia delle scienze, ritenendo che le vicende fossero presentate in un'ottica troppo «pro Galileo».[4]

La situazione, per Galileo, peggiorò il 7 febbraio 1615, quando il domenicano fiorentino Niccolò Lorini inviò quella che definiva «la vera copia» della *Lettera a Benedetto Castelli* al cardinale Paolo Camillo Sfondrati, prefetto della Sacra congregazione dell'Indice, perché venisse esaminata.[5] La congregazione dell'Indice aveva il compito di bloccare la distribuzione di ogni opera a stampa giudicata in contraddizione con la fede cattolica. Di fatto la *Lettera a Benedetto Castelli* non rientrava tra i testi stampati, quindi non era quello l'organo giusto cui sottoporla; tuttavia vi si affrontavano comunque questioni relative alla fede (o ritenute tali) e il prefetto decise di inoltrarla – assieme alla missiva di Lorini – al segretario del Sant'Uffizio, che chiese subito l'opinione di un consultore.

Resosi conto che la lettera scritta di getto a Castelli rischiava di causargli dei guai, Galileo ne realizzò una versione leggermente modificata, nella quale presentava le questioni teologiche in termini più cauti e ponderati.

Spedì quest'ultima, accompagnata da una nota di spiegazione, a un suo amico fiorentino, monsignor Piero Dini, chiedendogli di mostrarla al matematico del Collegio romano Christoph Grienberger, ed eventualmente anche al cardinale Bellarmino. Nel messaggio sottolineava che «Niccolò Copernico fu uomo non pur [non solo] cattolico, ma religioso e canonico; fu chiamato a Roma sotto Leone X, quando nel concilio Lateranense si trattava l'emendazione del calendario ecclesiastico, facendosi capo a lui come a grandissimo astronomo». [6]

Di recente è stata fatta un'affascinante scoperta riguardo alla *Lettera a Benedetto Castelli*. Si pensava infatti che il manoscritto fosse andato perso, ma nell'agosto 2018 fu rinvenuto tra i documenti in possesso della Royal Society di Londra, dove – a quanto pare – era rimasto per almeno due secoli e mezzo senza che gli storici lo notassero. Il ritrovamento fu opera di Salvatore Ricciardo, ricercatore con un dottorato in Storia della scienza presso l'Università di Bergamo, che stava controllando il catalogo online della Royal Society di Londra per altri scopi. [7] Forse gli studiosi l'avevano «smarrita» perché, al momento della catalogazione (nel 1940), era stata datata erroneamente 21 dicembre 1618 anziché 1613.

Se esaminiamo le diverse versioni esistenti, possiamo riconoscere i tentativi di Galileo di moderare i toni usati nella lettera. Per esempio, nell'originale aveva sostenuto che «nella Scrittura si trovano molte proposizioni false quanto al nudo senso delle parole»; poi, però, cancellò la parola «false» e riformulò la frase in questo modo: «nella Scrittura si trovano molte proposizioni le quali, quanto al nudo senso delle parole hanno aspetto diverso dal vero». Inoltre, se all'inizio aveva dichiarato che «non s'è astenuta la Scrittura di permutare» i suoi dogmi più fondamentali, nella nuova versione sostituì «permutare» con il termine più blando «adombrare».

Alcuni amici di Galileo intuirono piuttosto in fretta i potenziali rischi che si profilavano all'orizzonte, e gli consigliarono di tenere un basso profilo. Federico Cesi, il fondatore dell'Accademia dei Lincei, incontrò i primi ostacoli di natura teologica quando si accinse a pubblicare le *Lettere sulle macchie solari*: tentò più volte, inutilmente, di includervi alcuni richiami a passi biblici o a dichiarazioni di Galileo secondo le quali i testi sacri si dimostravano in effetti più vicini alla visione copernicana che non a quella tolemaica. I censori insistettero per esempio che eliminasse, dalla seconda

lettera a Markus Welser, l'affermazione di Galileo (basata con tutta probabilità sulla risposta ricevuta dal cardinale Carlo Conti) secondo la quale l'incorruttibilità dei cieli era «non solamente falsa ma erronea e repugnante alle indubitabili verità delle Sacre Scritture».[8] Comprendendo infine che non c'era modo di far accettare simili commenti, Cesi rimosse dalla pubblicazione ogni riferimento alla Bibbia. È tuttavia possibile che, a quell'altezza, Galileo non si fosse ancora reso pienamente conto dell'impatto della censura su ciò che aveva attinenza con la teologia.

Mentre gli amici gli consigliavano di non esporsi affrontando simili questioni, gli avversari si fecero sempre più rumorosi. In particolare, i più pericolosi si dimostrarono i membri della combriccola di cui faceva parte l'ardente e aggressivo predicatore Tommaso Caccini. Il tutto era partito, ancora una volta, da Lodovico delle Colombe, strenuo avversario di Galileo: non solo si era scontrato con lui a proposito della nova del 1604, ma nel 1611 aveva pubblicato la dissertazione intitolata *Contro il moto della Terra*, nella quale – con gran costernazione di Galileo stesso – tirava in ballo proprio le Sacre Scritture. Lodovico, assieme ad alcuni domenicani fiorentini compreso il fratello Raffaello, aveva ottenuto una copia della *Lettera a Benedetto Castelli*; il gruppo (che gli amici di Galileo chiamavano con disprezzo «i Colombi») non perse tempo ad attaccare l'astronomo per le sue idee copernicane, muovendo anche obiezioni alla sua trattazione delle macchie solari. Purtroppo i fratelli delle Colombe avevano una certa influenza sull'arcivescovo di Firenze e, attraverso quest'ultimo, anche su Caccini. Il predicatore sembrò eleggere a propria missione il dimostrare che Galileo e i copernicani erano eretici, quasi fosse lo scopo ultimo della sua vita. A tal fine, il 21 dicembre 1614 tenne un fervente sermone dal pulpito della basilica di Santa Maria Novella: tornando a citare il solito, abusato passo del *Libro di Giosuè*, dichiarò che la visione copernicana, con il suo Sole immobile e centrale, «non fussi quasi che heretica».[9] Di per sé, quell'episodio avrebbe anche potuto passare inosservato – Caccini venne ripreso sia da suo fratello, a capo della famiglia, sia da altri padri domenicani – ma il predicatore si recò poi a Roma il 20 marzo 1615 per testimoniare davanti al commissario generale del Sant'Uffizio, il domenicano Michelangelo Seghizzi. Nella sua deposizione, tra le molte affermazioni accusatorie, dichiarò con enfasi che: «Pubblica fama è che il predetto Galilei tenga queste due propositioni: la terra secondo sé tutta si

muove, *etiam* [anche] di moto diurno; il Sole è imobile». E aggiunse che simili convinzioni «repugnano alle divine Scritture». [10]

A peggiorare ulteriormente le cose aggiunse un commento malevolo in cui enfatizzava l'amicizia tra Galileo e Sarpi, sapendo che quest'ultimo era già tenuto sotto osservazione dell'Inquisizione per il ruolo che aveva avuto un decennio prima in una disputa tra la Repubblica di Venezia e il papa. Allo stesso scopo menzionò il fatto che lo scienziato si scambiava lettere con diversi tedeschi, conscio che ciò avrebbe evocato lo spettro del luteranesimo nelle menti degli ascoltatori, inducendoli a ritenere Galileo colpevole per associazione.

Più o meno in quel periodo Castelli, che a Pisa iniziava a sentir montare la pressione, scrisse a Galileo per esprimergli le proprie preoccupazioni, affermando, frustrato e amareggiato: «Mi dispiace ben sopra modo che l'ignoranza d'alcuni sia in tal colmo, che condannando scienze delle quali ne sono ignorantissimi, li diino attributi delle quali simili scienze ne sono incapacissime». [11] È triste vedere come un atteggiamento simile caratterizzi alcune delle persone che ai giorni nostri negano il cambiamento climatico. [12]

Il disprezzo e l'avversione nei confronti della scienza che vediamo oggi incarnano la stessa *forma mentis* contro cui combatteva Galileo. Con i suoi tentativi di separare la scienza dall'interpretazione delle Sacre Scritture e la scelta di ricavare le leggi di natura dai risultati sperimentali anziché da un ipotetico legame con un qualche «scopo», Galileo fu uno dei primi a introdurre implicitamente l'idea che la scienza ci costringe ad assumerci la responsabilità del nostro destino, e di quello del nostro pianeta.

Consapevole della triste realtà che si prospettava davanti a loro, Castelli aggiunse: «Ma pazienza, poi che queste impertinenze non son le prime né l'ultime». In una lettera datata 12 gennaio, Cesi espresse gli stessi sentimenti, descrivendo coloro che attaccavano il copernicanesimo come «nimici del sapere». [13] Colse l'occasione anche per rinnovare il suo consiglio a Galileo di mantenere un basso profilo. Anziché cercare di difendere la validità del copernicanesimo, la sua strategia per affrontare l'assalto consisteva nel mobilitare altri studiosi e presentare l'intera questione come un attacco alla matematica.

Nel frattempo la *Lettera a Benedetto Castelli* continuava a causare problemi. In realtà il consultore cui si era rivolto il Sant'Uffizio avanzò soltanto riserve di secondaria importanza, legate a tre specifiche

affermazioni contenute nella missiva, e aggiunse che «per il resto, a parte alcune parole improprie, l'autore "non esce dal modo di parlare ortodosso"». [14] Purtroppo, questo giudizio benevolo servì solo a spingere il Sant'Uffizio a scavare più a fondo. E, per riuscirci, i responsabili di quell'organismo chiesero all'inquisitore di Pisa di farsi consegnare la lettera originale dallo stesso Castelli.

Nel frattempo monsignor Dini si stava sforzando di aiutare Galileo in ogni modo possibile. Diede a Grienberger e al cardinale Bellarmino alcune copie della versione riveduta della *Lettera a Benedetto Castelli*, e si consultò sulla situazione con il giovane ecclesiastico (da poco ordinato prete a Roma, nel 1614) e poeta Giovanni Ciampoli, che conosceva Galileo ed era un amico d'infanzia di Cosimo II de' Medici. In risposta alla richiesta di Dini, Ciampoli trasmise direttamente a Galileo il consiglio del cardinale Maffeo Barberini (che sarebbe in seguito diventato papa con il nome di Urbano VIII), dicendo che «[Barberini] stimerebbe in queste opinioni maggior cautela il non uscir delle ragioni di Tolomeo o del Copernico, o finalmente che non eccedessero i limiti fisici o mathematici, perché il dichiarar le Scritture pretendono i theologi che tocchi a loro; e quando si porti novità, ben che per ingegno ammiranda, non ogn'uno ha il cuore senza passione, che voglia prender le cose come son dette». [15] In altre parole, consigliava senza mezzi termini a Galileo di tenersi alla larga da ogni nuova interpretazione della Bibbia.

Indicazioni simili arrivavano anche dal cardinale Bellarmino, sempre attraverso Dini. Il porporato riteneva che il libro di Copernico *De revolutionibus orbium coelestium* non dovesse essere proibito, ma che andasse aggiunta una nota per presentare quel sistema come un mero modello matematico. Suggerì inoltre che anche Galileo adottasse il medesimo accorgimento, perché riteneva il passaggio biblico dei *Salmi* 19,5-7 in aperta contraddizione con l'idea di un Sole immobile: «Là pose una tenda per il Sole che esce come sposo dalla stanza nuziale: esulta come un prode che percorre la via. Sorge da un estremo del cielo e la sua orbita raggiunge l'altro estremo: nulla si sottrae al suo calore». [16] Lo stesso Dini protestò dicendo che il passo poteva essere inteso come una figura poetica, ma Bellarmino replicò che non era «cosa da correrla [concludere frettolosamente], sì come non è per correrci a furia né anche a dannare qualsivoglia di queste opinioni». [17]

Non convinto, il 23 marzo 1615 Galileo mandò una lunga risposta a Dini, nella quale cercò di replicare ai rilievi di Bellarmino.[18] Iniziò con il sottolineare che, nel racconto biblico della *Genesi*, la luce era stata creata prima del Sole, suggerendo quindi si potesse affermare che «questa luce diffusa per tutto il mondo concorrere ad unirsi e fortificarsi in esso corpo solare», il quale doveva così trovarsi al centro dell'universo, in quanto la sua luce «si diffonde a vivificare tutti i corpi che intorno ad esso centro si raggirano». Per quanto riguardava il passo dei *Salmi*, Galileo dichiarò che il moto in questione non era quello del Sole, bensì quello della radiazione e dello spirito calorifico, che «partendo dal corpo solare, velocissimamente si diffonde per tutto'l mondo». Infine, in mancanza di una teoria della gravitazione, Galileo si basò sulla propria scoperta della rotazione del Sole attorno al suo asse per ipotizzare un modello piuttosto inverosimile (almeno alla luce delle nostre conoscenze attuali) in cui tale rotazione veniva in qualche modo a causare le rivoluzioni dei pianeti attorno alla stella. Siccome nella sua lettera Galileo aveva in sostanza ignorato tutti gli inviti alla cautela che gli erano stati rivolti, Dini decise saggiamente, dopo essersi consultato con Cesi, di non inoltrare quella risposta al cardinale Bellarmino.

Tuttavia, pensiamo per un attimo a ciò che gli amici di Galileo e i prelati che non gli erano ostili (almeno per il momento) stavano consigliando all'astronomo. Dal punto di vista di Galileo, anche se al momento non disponeva di un'evidenza diretta del moto della Terra, le sue scoperte avevano già ottenuto due risultati. In primo luogo avevano confutato alcune delle argomentazioni di quanti sostenevano di avere la prova che la Terra *non* si muovesse (dicendo, per esempio, che in tal caso avrebbe perso la Luna). Inoltre, dal suo punto di vista, rappresentavano la cosiddetta «pistola fumante» a riprova della validità del sistema copernicano, dunque gli era inconcepibile che quel modello non venisse considerato come almeno *potenzialmente* corretto. E corretto non solo in quanto astrazione matematica che veniva in qualche modo a imitare la natura, ma come un'autentica descrizione della realtà fisica.

Galileo si ritrovava a combattere contro opinioni consolidatesi nel corso di secoli, un arco di tempo in cui la scienza era stata considerata come qualcosa di separato dalle osservazioni. In sostanza, Bellarmino, Grienberger, Barberini e gli altri gli stavano chiedendo di «salvare le apparenze», espressione coniata per descrivere quei modelli scientifici che

avevano l'utilità di semplificare le rilevazioni pur senza possedere nessun significato più profondo. Domandavano a Galileo di abbandonare convinzioni che si era formato sulla base di diligenti osservazioni scientifiche e brillanti deduzioni, e questo solo perché tali conclusioni *sembravano* contraddire alcuni antichi testi sacri scritti in forma poetica e piuttosto vaga (e soltanto quando quei testi venivano interpretati alla lettera anziché in modo allegorico). In sostanza, non possiamo affermare – come sostenuto da alcuni studiosi moderni – che volessero solo convincerlo a non immischiarsi nelle questioni teologiche. Ciò è dimostrato, per esempio, dal fatto che, discutendo le argomentazioni di Galileo in favore del copernicanesimo, Grienberger disse a Dini: «li fa paura qualch'altro luogo delle Sacre Carte»; [19] e Bellarmino dichiarò in modo esplicito che la dottrina copernicana andasse presentata solo come un mero espediente matematico. Questi individui, quindi, non erano semplicemente infastiditi dalle incursioni di Galileo nel campo dell'esegesi biblica, quasi giocasse a fare il teologo: essi volevano schiacciare l'idea che il copernicanesimo potesse essere una rappresentazione della realtà. Perché dal loro punto di vista la determinazione della verità competeva solo all'autorità delle Sacre Scritture.

Come stupirsi, quindi, che Galileo si sia rifiutato di cooperare, almeno all'inizio? Avrebbe dovuto abbandonare quelle che considerava le uniche conclusioni logiche possibili in nome di una versione seicentesca del *politically correct*? Tenete a mente che, in fin dei conti, Galileo aveva ragione. E che non sollevò mai nessun dubbio sulla veridicità dei testi biblici. A quel punto, sperava ancora che la ragione avrebbe infine prevalso e fece del suo meglio per dimostrare che, mentre le interpretazioni delle Sacre Scritture potevano essere messe in accordo con le osservazioni naturali attraverso formulazioni alternative, i fatti restavano fatti.

Un appoggio inatteso con conseguenze impreviste

La scelta di Galileo di appoggiare apertamente, a partire dal 1615, il copernicanesimo, andando contro il parere dei suoi amici e i consigli ricevuti da diversi prelati, fu probabilmente motivata, influenzata e

incoraggiata da un sorprendente libretto pubblicato dal teologo carmelitano Paolo Antonio Foscarini.

Nato a Montalto Uffugo, in Calabria, Foscarini era famoso per le sue vaste conoscenze in una serie di ambiti che spaziavano dalla teologia alla matematica. Il 7 marzo 1615 Cesi mandò a Galileo copia di un libro di Foscarini. L'opera, per quanto molto breve, recava in frontespizio un titolo lunghissimo che iniziava con: *Lettera del R.P.M. Paolo Antonio Foscarini, carmelitano, sopra l'opinione de' Pittagorici e del Copernico. Della mobilità della terra, e stabilità del Sole, e del nuovo pittagorico sistema del mondo*… Il riferimento era al fatto che il primo modello non geocentrico del cosmo era stato proposto dai seguaci di Pitagora – i pitagorici, appunto – nel IV secolo a.C. Il filosofo Filolao aveva ipotizzato che la Terra, il Sole e i pianeti si muovessero tutti in orbite circolari attorno a un fuoco centrale, e il filosofo greco Eraclide Pontico aveva aggiunto – sempre nel IV secolo a.C. – che la Terra ruotava anche attorno al proprio asse. Il primo a proporre un modello eliocentrico era stato invece Aristarco di Samo, nel III secolo a.C.

Sul piano dell'esposizione logica il volumetto di Foscarini era sorprendente. L'autore sosteneva come indubitabile il fatto che le scoperte di Galileo rendessero il modello copernicano molto più plausibile di quello tolemaico. Assumendo che la visione cosmologica copernicana fosse corretta, e dando per scontato che le Sacre Scritture dicessero sempre il vero, Foscarini sosteneva che non vi potesse essere conflitto tra queste due fonti, in quanto la verità è una sola; pertanto, concludeva, doveva essere possibile riconciliare con il copernicanesimo i passi biblici in apparenza problematici. Proprio ciò che Galileo affermava da sempre. Esaminando molti dei passaggi biblici in questione e raggruppandoli in sei categorie, Foscarini presentò una serie di principi esegetici specifici che, pensava, potevano essere usati per eliminare le apparenti contraddizioni. Anche le motivazioni che avevano spinto Foscarini a scrivere quel testo erano rimarchevoli: se il copernicanesimo si fosse in futuro dimostrato corretto, dichiarava, la Chiesa avrebbe potuto usare le sue nuove interpretazioni dei testi controversi per sfuggire all'inammissibile verdetto secondo il quale la Bibbia avrebbe avuto torto.

In conclusione, Foscarini fece due importanti osservazioni. In primo luogo, a proposito dell'interpretazione del linguaggio biblico, disse:

> E così la Scrittura si serve del parlare nel modo volgare, e commune, percioché pare a rispetto della nostra vista, che più tosto la Terra stia nel centro ferma, & il Sole gli si muova intorno, che altrimente: sicome avviene a quelli, che sono portati in una barchetta per mare vicino al lito, a quali pare più tosto, che il lito si muova, e gli abbandoni, e corra indietro, che non quello, ch'è vero, ch'essi caminino innanzi. [20]

Il secondo rilievo significativo era addirittura stupefacente per la sua audacia: riferendosi alla Chiesa, Foscarini dichiarava che «solo in queste cose della fede, e della salute nostra, gli è tolto il poter errare; potendo nondimeno per altro errare, ne' giudicij prattici, e nelle speculationi filosofiche, e d'altre dottrine, che non importano, né appartengono, ad essa salute». [21]

Cesi riteneva che quel volume «non poteva venir fuori in miglior tempo, se però l'accrescer rabbia alli avversari non sia per nocere, il che non credo». [22] E anche Galileo condivideva quel parere, almeno all'inizio, a giudicare dal suo comportamento. Purtroppo, avevano entrambi torto. Il prelato Giovanni Ciampoli, che in seguito sarebbe diventato segretario per le lettere di papa Urbano VIII e membro dell'Accademia dei Lincei, predisse in una missiva inviata a Galileo il 21 marzo 1615 che il libro di Foscarini sarebbe stato condannato dal Sant'Uffizio. (Ed è ben probabile che ne fosse stato informato da qualche fonte interna.)

La prima reazione al volume di Foscarini apparve quale opinione di un anonimo teologo che, nel primo paragrafo, bollava come «avventate» le idee dell'autore sul copernicanesimo. Nella sua documentata *Defensio* («Difesa»), Foscarini respinse con forza quella lettura, ribadendo l'esistenza di una chiara distinzione tra le questioni di fede e morale da un lato e quelle relative alla filosofia naturale e alla scienza dall'altro. E, per quanto riguardava queste ultime, ribadiva la propria posizione: «le Sacre Scritture non dovrebbero essere interpretate altrimenti che secondo quanto la ragione umana ha stabilito, in base all'esperienza naturale e in accordo con ciò che risulta chiaro da innumerevoli dati». [23]

Foscarini mandò una copia del libro e della sua *Defensio* a Bellarmino, chiedendo un suo commento, e questi rispose il 12 aprile 1615. Nella sua missiva, il cardinale metteva in evidenza tre questioni.

> P.º [Primo] Dico che mi pare che V.P. [Vostra Paternità] et il Sig.r Galileo facciano prudentemente a contentarsi di parlare *ex suppositione* e non assolutamente, come io ho sempre creduto che habbia parlato il Copernico. Perché il dire, che supposto che la Terra si muova et il Sole stia fermo [il modello copernicano] si salvano tutte l'apparenze meglio che con porre gli eccentrici et epicicli [il modello tolemaico], è benissimo detto, e non ha pericolo nessuno; e questo basta al mathematico. [24]

Dal tono usato, è chiaro che Bellarmino stava dando un consiglio a Foscarini e Galileo (anche se la lettera non era indirizzata a quest'ultimo), più che elogiarli.

«Ma» aggiungeva subito il cardinale «volere affermare che *realmente* [corsivo mio] il Sole stia nel centro del mondo, e solo si rivolti in sé stesso senza correre dall'oriente all'occidente, e che la Terra stia 3ª nel cielo [nella terza orbita in termini di distanza dalla nostra stella] e giri con somma velocità intorno al Sole» era un'altra cosa. Bellarmino spiegava quindi perché, dal suo punto di vista, affermare che il sistema copernicano rappresentasse la realtà era «cosa molto pericolosa»: rischiava «non solo d'irritare tutti i filosofi e theologi scholastici, ma anco di nuocere alla santa fede con rendere false le Scritture Sante».

Il secondo punto sottolineato da Bellarmino era legato alle interpretazioni dei testi biblici. Il cardinale partiva da una considerazione per lui ovvia: «Come lei sa, il Concilio [di Trento] prohibisce esporre le Scritture contra il commune consenso de' Santi Padri». Poi, però, lanciava il suo assalto esegetico: in risposta all'affermazione di Foscarini secondo la quale l'autorità dei Santi Padri nell'interpretazione della Bibbia si applicava soltanto alle questioni di fede e morale, non a temi quali il moto della Terra, Bellarmino allargava in modo sorprendente il significato da dare all'espressione «materia di fede».

> Né si può rispondere che questa [il moto del Sole o della Terra] non sia materia di fede, perché se non è materia di fede *ex parte obiecti* [sul piano oggettivo], è materia di fede *ex parte dicentis* [per via di chi lo dice]; e così sarebbe heretico chi dicesse che Abramo non habbia havuti due figliuoli e Iacob dodici, come chi dicesse che Christo non è nato di vergine, perché l'uno e l'altro lo dice lo Spirito Santo per bocca de' Profeti et Apostoli. [25]

In parole povere, Bellarmino non sosteneva soltanto che l'intero contenuto delle Sacre Scritture corrispondesse a verità, ma che *tutti* gli elementi lì menzionati, fino al più piccolo dettaglio (purché chiaro a livello di significato), costituissero «materia di fede»! Un allargamento di prospettive, peraltro formulato dal più influente cardinale dell'epoca, che inevitabilmente finiva per abbracciare anche il moto della Terra.

In terzo luogo, Bellarmino ammetteva che «quando ci fusse vera demostratione che il Sole stia nel centro del mondo e la Terra nel 3° cielo, e che il Sole non circonda la Terra, ma la Terra circonda il Sole, allhora bisogneria andar con molta consideratione in esplicare le Scritture che paiono contrarie, e più tosto dire che non l'intendiamo, che dire che sia falso quello che si dimostra». Subito dopo, però, proclamava: «Ma io non crederò che ci sia tal dimostratione, fin che non mi sia mostrata», sottolineando che non sarebbe stato certo sufficiente «dimostrare che supposto ch'il Sole stia nel centro e la Terra nel cielo, si salvino le apparenze». E per enfatizzare quest'ultima affermazione, il cardinale proseguiva: «fu Salomone, il quale non solo parlò inspirato da Dio, ma fu huomo sopra tutti gli altri sapientissimo e dottissimo nelle scienze humane» a scrivere (*Qoelet* 1,5) che «*Oritur Sol et occidit, et ad locum suum revertitur* [Il Sole sorge, il Sole tramonta e si affretta a tornare là dove rinasce]». Di conseguenza, concludeva Bellarmino, era altamente improbabile che il Sole, di fatto, fosse immobile, soprattutto perché ogni «savio […] chiaramente esperimenta che la Terra sta ferma e che l'occhio non s'inganna quando giudica che il Sole si muove».

La risposta di Bellarmino a Foscarini è stata esaminata, analizzata e interpretata da numerosi studiosi di Galileo, e le opinioni su di essa vanno dai più alti elogi di chi sostiene che abbia dimostrato l'apertura mentale di uno scienziato all'avanguardia, anticipatore del relativismo dei secoli successivi, alla totale condanna di chi ritiene invece che il cardinale abbia dato prova di una mentalità chiusa e conservatrice.[26] Torneremo in seguito sulle questioni teologiche: per il momento concentriamoci sul ragionamento scientifico di Bellarmino.

La sua dichiarazione d'apertura sembrava molto promettente: «Quando ci fusse vera demostratione che il Sole stia nel centro del mondo […] allhora bisogneria andar con molta consideratione in esplicare le Scritture». Di fatto, se si fosse fermato qui, avrebbe mostrato una consapevolezza

intuitiva di quello che sarebbe poi diventato un principio guida della scienza: quando nuove osservazioni contraddicono delle teorie esistenti, queste ultime vanno riesaminate. Il problema era nel passo subito seguente, che indicava come – secondo lui – una simile dimostrazione fosse impossibile, allora e in futuro. Bellarmino menzionava alcune ragioni della sua erronea convinzione, tutte chiaramente antiscientifiche. In primo luogo, dichiarava che il «salvare le apparenze» a livello astronomico non costituisse una prova del moto della Terra; una posizione a prima vista sensata, ma contraria all'autentico pensiero scientifico. Se due differenti teorie spiegano altrettanto bene *tutti* i fenomeni osservati, infatti, gli scienziati preferiranno adottare – anche solo a livello provvisorio – quella più semplice; e, in seguito alle scoperte di Galileo, un simile approccio avrebbe senza dubbio favorito il sistema copernicano rispetto a quello tolemaico, come Galileo sosteneva da sempre. E il requisito della semplicità avrebbe fatto pendere la bilancia a favore del copernicanesimo anche rispetto al modello ibrido geocentrico-eliocentrico di Tycho Brahe. Certo, la prova definitiva sarebbe stata un'evidenza diretta del moto terrestre, oppure una verifica incrociata delle due teorie attraverso predizioni da verificare con successivi esperimenti o osservazioni. Per contro, Bellarmino preferiva aggrapparsi alla teoria ritenuta ortodossa dalla Chiesa.

Il secondo argomento del cardinale non aveva proprio nulla a che fare con la scienza; si trattava di cieca accettazione dell'autorità: da un lato quella interpretativa dei Santi Padri, dall'altro quella di Salomone, considerato l'autore infinitamente saggio del *Qoelet*. In entrambi i casi il ragionamento palesava un atteggiamento del tutto alieno allo spirito della scienza, e in completa antitesi rispetto a quello abbracciato da Galileo. In altre parole, ben lungi dall'avere una mentalità scientifica all'avanguardia, Bellarmino viveva in un mondo dove la fede trionfava sulla scienza.

Infine, l'ultima osservazione era basata su un fraintendimento, e denotava la ristrettezza di pensiero del cardinale. Egli sosteneva infatti che l'immobilità della Terra è qualcosa di cui tutti facciamo esperienza, anziché limitarsi a riconoscere quel che davvero possiamo dire, ovvero che il nostro pianeta *ci sembra* immobile. E, per dimostrare la propria teoria, si richiamava all'esempio fatto da Foscarini nel suo libro: «Chi si parte dal litto [dalla costa], se bene gli pare che il litto si parta da lui, nondimeno

conosce che questo è errore e lo corregge, vedendo chiaramente che la nave si muove e non il litto».

Ma Galileo, che aveva fatto proprie le idee di Copernico, non avrebbe mai accettato un ragionamento simile. Al contrario affermava che, proprio come non possiamo dire se sia il Sole oppure la Terra a muoversi, ma solo che i due corpi celesti sono in moto relativo, allo stesso modo nessun esperimento compiuto all'interno di una stanza sigillata che si muova a velocità costante lungo una linea retta potrebbe rivelare se siamo fermi o meno. Si tratta di un'esperienza familiare a chiunque abbia mai guardato, dal finestrino di un treno, un altro convoglio procedere su un binario parallelo. In seguito questo concetto sarebbe diventato un pilastro fondamentale della teoria della relatività speciale sviluppata da Einstein, secondo la quale le leggi della fisica sono le stesse per tutti gli osservatori in movimento a velocità relativa costante. Certo, si potrebbe dire che Bellarmino non poteva prevedere nel XVII secolo ciò che Einstein avrebbe scoperto e dimostrato nel XX, ma resta il fatto che la posizione del cardinale era estremamente rigida: credeva che *non sarebbe mai stato possibile* trovare una prova del copernicanesimo. Ciò era in netto contrasto con le lucide affermazioni di Foscarini, che pure era a sua volta un teologo: «Poiché le scienze umane si arricchiscono sempre di qualcosa di nuovo, e con il passare del tempo ci si rende conto che molte cose in precedenza ritenute vere sono invece false, potrebbe capitare che, una volta emersa la fallacia di un'opinione filosofica, venga a crollare anche l'autorità delle Scritture».[27] In altre parole, mentre Foscarini si rendeva conto che le nuove scoperte e il progresso della conoscenza scientifica avrebbero potuto sconfessare i modelli accettati all'epoca (e, di conseguenza, le interpretazioni bibliche basate su di essi), Bellarmino si nascondeva dietro il rassicurante muro del dogmatismo.

Nella sua *Lettera a Cristina di Lorena* Galileo rispose in dettaglio ad alcune delle questioni sollevate sul piano teologico, ma vale comunque la pena sottolineare che la missiva di Bellarmino a Foscarini conteneva fin dal principio un argomento sorprendentemente debole anche sul piano della teologia stessa, cosa che lo costrinse a ricorrere a quella che oggi chiameremmo «opzione nucleare». Il cardinale faceva appello al «commune consenso de' Santi Padri» e al decreto del Concilio di Trento; tuttavia, come sia Galileo sia Foscarini avevano lucidamente notato, il pronunciamento del

Concilio parlava esplicitamente degli «argomenti di fede e di costumi, che riguardano la dottrina cristiana», mentre il moto della Terra non aveva nulla a che fare con la fede o i costumi. In effetti, i Santi Padri non avevano mai affrontato quell'argomento, o quantomeno non avevano raggiunto a riguardo una posizione condivisa. A quanto pare lo stesso Bellarmino era consapevole di questa falla nella propria argomentazione, altrimenti non ci spiegheremmo come mai abbia scelto di allargare la definizione di «materia di fede» ben al di là dei limiti usuali delle questioni religiose, fino a includere in sostanza ogni affermazione contenuta nella Bibbia.

Galileo ebbe modo di vedere la lettera di Bellarmino a Foscarini, e in una serie di appunti arrivò anche ad articolare una risposta che forse intendeva mandare al padre carmelitano; tuttavia, quegli scritti privi di data non vennero mai pubblicati. L'argomento principale in essi contenuto prendeva in considerazione, in punta di logica, la nuova e onnicomprensiva definizione di «materia di fede» introdotta da Bellarmino.

> Si risponde che tutto quello che è nella Scrittura è *de fide ratione dicentis* [materia di fede in virtù della fonte], onde per tal rispetto dovrebbe essere compreso dalla regola del Concilio [di Trento], il che chiaramente non è stato fatto, perché avrebbe detto *in omni verbo Scripturarum sequenda est expositio Patrum* etc. [l'interpretazione dei Padri va seguita per ogni parola delle Scritture], e non *in rebus fidei et morum* [in materie di fede e di costumi]; avendo detto dunque *in rebus fidei*, si vede che la sua intenzione è stata d'intender *in rebus fidei ratione obiecti* [nelle materie di fede che sono tali per ragioni oggettive]. Che poi molto più sia *de fide* il tener che Abramo avesse figli, e che Tubbia [Tobia] avesse un cane, perché la Scrittura lo dice, che non è il tener che la Terra si muova, ben che questo ancora si legga nella medesima Scrittura, e che il negar quello sia eresia, ma non il negar questo, parmi che dependa da tal ragione: perché, essendo al mondo stati sempre uomini che hanno avuto 2, 4, 6 figli etc., ed anco nissuno, e parimente chi abbia de' cani e chi no, onde sia egualmente credibile che alcuno abbia figli o cani e che altri non ne abbia, non apparisce ragione o rispetto alcuno per il quale lo Spirito Santo avesse ad affermare in tali proposizioni diversamente dal vero, essendo a tutti gli uomini egualmente credibile la parte negativa e l'affirmativa; ma non così accade della mobilità della Terra e stabilità del Sole, essendo proposizioni lontanissime dall'apprensione del vulgo, alla capacità del quale in queste cose, non concernenti alla sua salute, è piaciuto allo Spirito Santo di accomodar i pronunciati delle Sacre Lettere, ben che *ex parte rei* [in realtà] il fatto stia altramente. [28]

In parole semplici Galileo stava affermando – anche se solo in forma privata – che i passaggi biblici sui figli di Abramo o sul cane di Tobia hanno significato ovviamente letterale, e di conseguenza credervi o meno può essere considerato questione di fede; nel caso dell'immobilità della Terra, invece, il significato delle Scrittura era solo allegorico, quindi non materia di fede. Non ci sono dubbi che Galileo abbia scelto di citare l'insignificante cane di Tobia proprio come esempio di qualcosa di totalmente privo di rilievo sul piano religioso.

In seguito avrebbe risposto ai tentativi di proibire ogni revisione delle interpretazioni della Bibbia con una citazione del cardinale Cesare Baronio, rinomato storico della Chiesa morto nel 1606: «L'intenzione dello Spirito Santo essere d'insegnarci come si vadia al cielo, e non come vadia il cielo».[29] Con una stoccata non troppo velata alla lettera di Bellarmino a Foscarini, Galileo aggiunse che aveva qualche dubbio «circa la verità di tal determinazione, ciò è se sia vero che la Chiesa obblighi a tenere come *de fide* simili conclusioni naturali»,[30] e che pensava «che quelli che stimano in questa maniera, *possin aver desiderato d'ampliar a favor della propria opinione il decreto de Concilii* [corsivo mio]». Di fatto, quando il 5 marzo 1616 venne infine pubblicato il decreto della congregazione dell'Indice contro il copernicanesimo, le azioni di Bellarmino – o meglio, la loro assenza – mostrarono che era d'accordo con tale decisione.

Tutto questo tumulto non era incoraggiante. Nonostante le sincere intenzioni e le profonde argomentazioni di Foscarini, il suo libro attirò una maggior attenzione sulla questione copernicana; cosa che, assieme agli attacchi di Caccini, delle Colombe e Lorini, creò un clima nel quale lo spettro di una condanna del copernicanesimo da parte della Chiesa si stava rapidamente trasformando in realtà. Per contrastare tale sconcertante tendenza, Galileo scrisse la sua *Lettera a Cristina di Lorena*, un documento di forte difesa dell'autonomia della ricerca scientifica. Tuttavia, rendendosi probabilmente conto del pericolo che correva, Galileo si trattenne con prudenza dal dare il via a un'altra polemica e scelse invece di recarsi a Roma per illustrare di persona il suo caso, andando contro il suggerimento dei suoi amici che si trovavano in città, tutti unanimi nel consigliargli di rimandare la visita e di «starsene quieto». Uno dei più contrariati per il piano di Galileo era l'ambasciatore toscano a Roma, Piero Guicciardini, che

riteneva che «questo non è paese da venire a disputare della Luna, né da volere, nel secolo che corre, sostenere né portarci dottrine nuove». [31]

Non c'è bisogno di dire che anche questo tentativo di dissuadere Galileo – che aveva sempre creduto nelle proprie capacità di persuasione – non sortì alcun risultato. Lo scienziato arrivò a Roma l'11 dicembre 1615.

7
Tale proposizione è stolta e assurda in filosofia

A Roma, Galileo cominciò a rendersi conto della scala dell'opposizione che si trovava a dover fronteggiare; stava diventando rapidamente evidente che ciò di cui aveva assoluto bisogno era una chiara dimostrazione o prova del moto della Terra. Per questo motivo, nel gennaio 1616 lo scienziato formulò una teoria delle maree, forse basata su precedenti idee del suo amico Paolo Sarpi; la delineò in una lettera intitolata *Discorso del flusso e reflusso del mare*, che mandò l'8 gennaio a un giovanissimo cardinale che sarebbe diventato un suo sostenitore, Alessandro Orsini.

La teoria di Galileo sulle maree doveva esser nata, almeno in parte, dalle sue osservazioni – o da quelle di Sarpi – dello sciabordare dell'acqua sul fondo di una chiatta durante i suoi viaggi da Padova a Venezia. Notò che quando l'imbarcazione accelerava, l'acqua si accumulava nella parte posteriore, mentre quando rallentava si accumulava davanti. Questo moto avanti e indietro, pensò Galileo, assomigliava a quello delle maree. Quindi gli venne in mente che, nel caso della Terra, l'accelerazione poteva essere il risultato del fatto che il moto quotidiano di rotazione del pianeta e quello orbitale attorno al Sole procedevano nella medesima direzione e venivano quindi a combinarsi positivamente, cosa che in ogni determinato punto della superficie terrestre (per esempio in A nella Figura 7.1) si verifica una volta al giorno. Il rallentamento, in questa configurazione, si ha invece (anche qui, una volta al giorno) quando le velocità associate al moto orbitale e alla rotazione hanno direzioni opposte (come nel punto B della Figura 7.1). L'assunzione era che i continenti non venissero smossi dalle combinazioni tra questi due moti, ma gli oceani sì, e che la loro risposta fosse costituita dallo sciabordare delle acque. Galileo era pertanto convinto che, mancando anche solo uno di questi due moti, «non si possa naturalmente fare il flusso e reflusso del mare». [1]

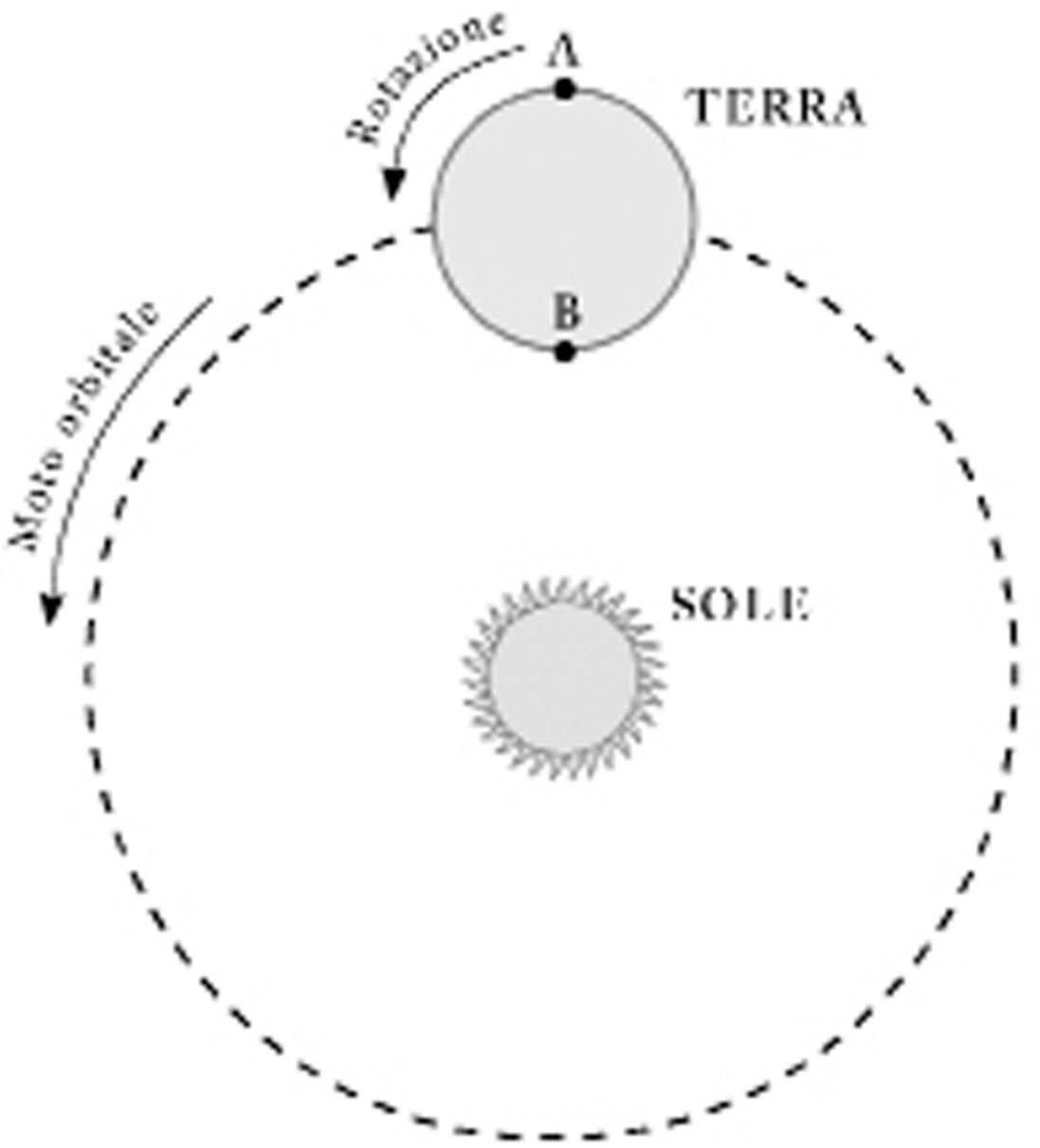


FIGURA 7.1. Schema illustrativo della teoria delle maree di Galileo.

Purtroppo, anche se Galileo pensava di aver trovato un’elegante associazione tra la mobilità della Terra e il flusso e riflusso del mare, «prendendo quella come cagione di questo, e questo come indizio ed argomento di quella»,[2] la sua teoria delle maree non era né corretta né convincente. La rivoluzione della Terra attorno al Sole aveva un ruolo piuttosto subordinato in questo fenomeno, e di certo non poteva spiegare le

effettive osservazioni delle maree nel Mar Adriatico, dove gli effetti delle condizioni locali e delle cause secondarie erano significativi. Questa teoria era in linea con la tendenza generale di Galileo a escludere l'azione di forze invisibili che agiscono a grande distanza, come l'attrazione gravitazionale della Luna, anche se idee di questo genere erano già esistite fin dall'antichità e il matematico fiammingo Simon Stevin, così come Keplero, avevano ipotizzato in modo esplicito che l'attrazione della Luna fosse la causa delle maree (rispettivamente, nel 1608 e nel 1609). Comunque, per quanto Galileo avesse torto, la sua ricerca di una spiegazione causale che fosse facile da comprendere sul piano meccanico dava perlomeno una certa plausibilità alla sua teoria delle maree. Alla fine, Newton avrebbe sfruttato la propria teoria della gravitazione per spiegare nel dettaglio il modo in cui l'azione combinata della gravità della Luna e di quella del Sole sta alla base delle forze che generano le maree.

In un tentativo di persuadere qualcuno dei suoi avversari, Galileo si incontrò con Caccini all'inizio di febbraio 1616, ma non riuscì a placarlo o a convincerlo a cambiare opinione. Trovò inoltre un nuovo nemico nel monsignor Francesco Ingoli, che nel gennaio 1616 scrisse un saggio in latino intitolato *De situ et quiete Terrae contra Copernici systema disputatio* («Disputazione circa la posizione e l'immobilità della Terra contro il sistema di Copernico»)[3] e che sarebbe diventato attivo sul fronte anticopernicano.

Le cose volsero al peggio quando, il 19 febbraio, ai consultori teologici del Sant'Uffizio venne chiesto il loro parere su due proposizioni: (1) «Che il Sole sia centro del mondo, et per consequenza immobile di moto locale»; e (2) «Che la Terra non è centro del mondo né immobile, ma si move secondo sé tutta, *etiam* [anche] di moto [rotazionale] diurno».[4] Ironicamente, quel medesimo Uffizio che si era opposto con forza alle intrusioni degli scienziati nel campo della teologia stava ora chiedendo a dei teologi di esprimere un giudizio su due questioni puramente scientifiche, due dei pilastri centrali del modello copernicano.

Tra i consultori c'erano l'arcivescovo di Armagh (Irlanda), il maestro del Sacro palazzo apostolico, il commissario del Sant'Uffizio e otto altre figure religiose, per la maggior parte domenicani; nemmeno uno di loro era un astronomo professionista o anche solo uno scienziato esperto di una qualunque disciplina. Ci misero solo quattro giorni per dare la loro opinione

collettiva. Per quanto riguardava il primo punto (che il Sole era il centro del sistema solare ed era immobile), conclusero che «tale proposizione è stolta e assurda in filosofia e formalmente eretica, in quanto contraddice espressamente le affermazioni di molti passi della Sacra Scrittura secondo il senso proprio delle parole».[5] Furono un po' meno duri e un po' più incerti sulla seconda proposizione, in quanto la Bibbia non afferma esplicitamente che la Terra non si muove. Pertanto, conclusero che «questa proposizione riceve la medesima censura sul piano filosofico; e, dal punto di vista della verità teologica, è quantomeno erronea nella fede».[6] Vale a dire, avevano sostituito il categorico «formalmente eretica» con un «quantomeno erronea nella fede».[7]

Gli eventi si svilupparono quindi in rapida successione.[8] Papa Paolo V incontrò i suoi cardinali il 24 febbraio. Il neocardinale Alessandro Orsini, imparentato con i Medici attraverso sua madre, cercò di prendere le difese di Galileo e di presentare la sua teoria delle maree. Orsini era rimasto molto colpito dalle argomentazioni di Galileo in una lunga conversazione che avevano avuto un paio di mesi prima. Purtroppo, venne subito interrotto e il papa gli diede istruzioni perché convincesse Galileo ad abbandonare le sue idee copernicane. Il 25, il papa ordinò al cardinale Bellarmino di convocare Galileo e di ammonirlo affinché rinunciasse all'opinione secondo la quale il Sole è immobile e la Terra è in movimento, aggiungendo che, qualora si fosse rifiutato di obbedire, sarebbe stato incarcerato. Bellarmino e Galileo si incontrarono il 26 febbraio nell'appartamento del primo, alla presenza di Michelangelo Seghizzi, commissario generale del Sant'Uffizio, e di due altri funzionari ecclesiastici della famiglia del cardinale. Un documento scritto da un notaio, che riassumeva ciò che era emerso all'incontro, sarebbe poi diventato la prova centrale al processo di Galileo che si sarebbe tenuto diciassette anni dopo:

> Nel palazzo dell'abitazione usuale del detto Illustrissimo Signor Cardinale Bellarmino, e nell'appartamento di Sua Signoria Illustrissima, lo stesso Illustrissimo Signor Cardinale, chiamato il sopraddetto Galileo, e una volta questi apparso dinanzi alla Signoria Sua Illustrissima, alla presenza del Reverendissimo Padre Fra Michelangelo Segizzi da Lauda, dell'Ordine dei Predicatori, Commissario generale del S. Uffizio, ha ammonito il predetto Galileo sull'errore della suddetta opinione e ad abbandonarla; e immediatamente dopo [*successive et incontinenti*], alla presenza mia ecc., e dei

> testimoni ecc., essendo ancora presente il medesimo Illustrissimo Signor Cardinale sopraddetto, il Commissario ha ingiunto e ordinato nel proprio nome del Santissimo Signor Nostro il Papa e di tutta la congregazione del S. Uffizio, al predetto Galileo ancora lì presente, di abbandonare del tutto [*omino relinquat*] la predetta opinione, cioè che il Sole sia centro del mondo e immobile e la terra si mova e di non tenerla, insegnarla o difenderla con parola o in iscritto, in qualsiasi modo [*quovis modo*], d'ora in avanti; in caso contrario, si procederà contro di lui nel S. Uffizio. Il medesimo Galileo si è sottomesso a questa ingiunzione e ha promesso di ubbidire. [9]

Un secondo documento che descrive i fatti accaduti si trova all'inizio del verbale della seduta del Sant'Uffizio del 3 marzo, dove si legge: «Avendo il cardinale Bellarmino riferito che Galileo Galilei, matematico, è stato, secondo gli ordini di questa congregazione, ammonito di dover abbandonare [*deserandam*] l'opinione che ha finora sostenuto, essere il Sole il centro delle sfere e immobile, la terra invece mobile, e che si è sottomesso […]». [10]

Il fatto che i due documenti, redatti in date distinte, contengano qualche piccola ma significativa differenza, ha aperto il campo all'emergere di molte congetture tra gli studiosi di Galileo. In particolare, non è chiaro il significato dell'espressione «e immediatamente dopo» («successive et incontinenti») nel primo documento. A Galileo era stato consentito di reagire all'ammonizione iniziale di Bellarmino? Se non gli era stato consentito, l'ingiunzione del commissario generale non avrebbe avuto nessuna ragion d'essere. Ma anche se, stando a ciò che sembra implicare il secondo documento, Galileo aveva promesso di obbedire subito dopo l'avvertimento di Bellarmino, non ci sarebbe stato nessun motivo per cui Seghizzi dovesse intervenire imponendo un'ingiunzione molto più severa (incluso il divieto di «insegnarla o difenderla […] in qualsiasi modo»). Optando per un'interpretazione un po' meno cospiratoria, l'impressione è che, forse, nel sentire l'inatteso ammonimento di Bellarmino, Galileo abbia esitato un attimo, spingendo così l'impaziente commissario generale a intervenire senza motivo presentando l'ingiunzione in termini più intransigenti; a quel punto, Galileo dovette sottomettersi per non essere imprigionato.

Anche la congregazione dell'Indice doveva raggiungere una decisione sulle azioni da intraprendere riguardo alle pubblicazioni relative alla

dottrina copernicana. La questione fu di nuovo presentata da Bellarmino a una seduta che ebbe luogo all'inizio del marzo 1616. Così, il 5 marzo, la congregazione pubblicò il suo fatale decreto:

> È poiché è anche pervenuto a conoscenza della predetta Sacra congregazione che quella dottrina pitagorica, falsa e del tutto contraria alla divina Scrittura, sulla mobilità della terra e sull'immobilità del Sole, insegnata anche da Nicola Copernico nel *De revolutionibus orbium coelestium* e da Didaco Astunica nel Commentario su Giobbe [quest'ultimo testo, dell'eremita agostiniano del XVI secolo Diego de Zúñiga, concludeva che il sistema copernicano era in miglior accordo con il libro di Giobbe di quanto non fosse il modello tolemaico e che la mobilità della Terra non era contraria alla Scrittura], si sta divulgando ed è accettata da molti, come si può vedere da una lettera stampata da un Padre carmelitano, dal titolo: *Lettera del R. Padre Maestro Paolo Antonio Foscarini sulla mobilità della terra e stabilità del Sole, et il nuovo sistema pitagorico del mondo*, in Napoli, per Lazzaro Scorriggio, 1615, nella quale il detto padre tenta di persuadere che la predetta dottrina sull'immobilità del Sole nel centro del mondo e sulla mobilità della terra è consona alla verità e non si oppone alla S. Scrittura; perciò, affinché una tale opinione non serpeggi ulteriormente a pernicie della verità cattolica, ha decretato di sospendere, finché non siano corretti, i detti Nicola Copernico *De Revolutionibus orbium* e Didaco Astunica su Giobbe; che il libro del padre Paolo Antonio Foscarini Carmelitano sia invece del tutto da proibire e condannare; e che tutti gli altri libri, che parimenti insegnano lo stesso, siano da proibire; come di fatto con il presente Decreto li proibisce, condanna e sospende rispettivamente tutti. [11]

Se non altro, la «buona» notizia, dal punto di vista di Galileo, era che lui non era stato citato per nome e le sue opere non erano state espressamente criticate nel decreto. Ciononostante, solo un giorno prima della sua pubblicazione, l'ambasciatore toscano Guicciardini – che aveva in precedenza sconsigliato a Galileo di recarsi a Roma – mandò una lettera al granduca che suonava fortemente come un «ve l'avevo detto»: «Egli [Galileo] s'infuoca nelle sue openioni, ci ha estrema passione dentro, et poca fortezza et prudenza a saperla vincere: tal che se li rende molto pericoloso questo cielo di Roma, massime in questo secolo, nel quale il Principe di qua aborrisce belle lettere et questi ingegni, non può sentire queste novità né queste sottigliezze, et ogn'uno cerca d'accomodare il cervello et la natura a quella del Signore». [12] In breve, Galileo ricevette il

suo primo, serio monito sotto il papato fortemente antintellettuale di Paolo V.

È difficile non cogliere la somiglianza tra il clima che si respirava nella Roma di Guicciardini, nel 1616, e quello di oggi: basta sostituire «il Principe di qua» (il papa) con il nome di un qualche governante odierno che «aborrisce belle lettere et questi ingegni» e «non può sentire queste novità né queste sottigliezze». Viene così a emergere una domanda dall'importanza critica: se, cioè, la libertà di pensiero e il processo decisionale fondato su un ragionamento informato e basato sulle evidenze siano oggi abbastanza forti da poter impedire il ripetersi di una qualche versione moderna del caso Galileo, con le relative conseguenze catastrofiche. Purtroppo, nel corso della storia la pratica di negare la scienza per via delle proprie personali convinzioni si è ripresentata numerose volte, anche nel mondo laico.

Galileo cercò di minimizzare la portata di una situazione orribile sottolineando, in una lettera al primo segretario dello Stato mediceo, Curzio Picchena, che riteneva che i cambiamenti al libro di Copernico sarebbero stati minimi.[13] Di fatto, le modifiche introdotte dal cardinale Luigi Caetani e in seguito dal cardinale Francesco Ingoli furono tutto sommato minori, e la pubblicazione della versione riveduta venne approvata nel 1620; tuttavia, la nuova edizione non fu mai data alle stampe, così che il libro di Copernico rimase nell'Indice dei libri proibiti fino al 1835! In ogni caso, Galileo aveva apparentemente ragione nel ritenere che, in termini relativi, il decreto non avrebbe avuto un impatto troppo pesante su di lui, almeno all'inizio. Di fatto, gli fu concessa un'udienza col papa solo una settimana dopo la pubblicazione del decreto, e il pontefice gli promise che avrebbe potuto sentirsi tranquillo finché lui fosse rimasto in vita. E, cosa ancora più importante, in seguito al diffondersi di voci secondo le quali la Chiesa aveva imposto a Galileo l'abiura delle sue idee copernicane, condannandolo a severe espiazioni e mortificazioni, il 26 maggio 1616 il cardinale Bellarmino scrisse una ragguardevole lettera in cui affermava:

> Noi Roberto cardinale Bellarmino, havendo inteso che il sig. Galileo Galilei sia calunniato o imputato di havere abiurato in mano nostra, et anco di essere stato per ciò penitentiato di penitentie salutari, et essendo ricercati della verità, diciamo che il suddetto sig. Galileo non ha abiurato in mano nostra né di altri qua in Roma, né meno in

> altro luogo che noi sappiamo, alcuna sua opinione o dottrina, né manco ha ricevuto penitentie salutari né d'altra sorte, ma solo gli è stata denuntiata la dichiaratione fatta da Nostro Signore et publicata dalla Sacra Congregatione dell'Indice, nella quale si contiene che la dottrina attribuita al Copernico, che la terra si muova intorno al Sole et che il Sole stia nel centro del mondo senza muoversi da oriente ad occidente, sia contraria alle Sacre Scrit[tu]re, et però non si possa difendere né tenere. [14]

Galileo fu ovviamente compiaciuto di questo documento, sul quale diciassette anni dopo, quando venne messo sotto processo dall'Inquisizione, basò pesantemente la propria difesa. Ciononostante, il fatto che Bellarmino abbia scritto questa lettera favorevole non dovrebbe indurci a un eccessivo apprezzamento nei suoi confronti. Anche se il cardinale non fu certo la persona che decise la posizione della Chiesa sul copernicanesimo, resta il fatto che non si oppose al decreto. Inoltre, nonostante il tono in apparenza moderato della sua risposta a Foscarini, non chiese (o, almeno, non con abbastanza forza da convincere la congregazione) di rinviare l'emanazione del decreto a quando fossero state raccolte maggiori evidenze osservative, così da evitare un giudizio prematuro. Il risultato finale di questa mancanza di azione da parte di Bellarmino e di tutti i matematici del Collegio romano – che pure avevano confermato ogni scoperta di Galileo – fu una decisione erronea e sconsiderata. A promulgare il decreto furono dei funzionari della Chiesa per i quali la conservazione della propria autorità su aree totalmente estranee alle loro competenze aveva la priorità su un pensiero critico aperto e basato sulle evidenze scientifiche. Purtroppo, i casi simili non mancano nemmeno oggi.

Perché i matematici gesuiti rimasero in silenzio? [15] Probabilmente non lo sapremo mai con certezza, ma la loro passività potrebbe essere stata il riflesso di una forma malaccorta di cautela scientifica. Non c'è dubbio che gli astronomi gesuiti avessero compreso, come ammesso dallo stesso Clavio, che la dottrina aristotelica non era più difendibile. Tuttavia, in assenza di una prova diretta e convincente del moto della Terra, è possibile che i gesuiti abbiano preferito mantenersi neutrali riguardo a quella questione scientifica, contando sul fatto che una teoria di compromesso (il modello geocentrico-eliocentrico di Tycho Brahe) non era ancora stata scartata in modo definitivo e non era in conflitto con la Scrittura. Sul piano delle questioni propriamente teologiche, i gesuiti non potevano rivendicare

una superiorità sui domenicani o competere con loro. In ogni caso, l'esito fu comunque deplorevole e la situazione si sarebbe fatta ancora più tetra e più tragica con il processo a Galileo del 1633. Resta il fatto che ancora nel 1623, all'inizio dell'anno accademico al Collegio romano, i professori gesuiti «habbiano fatto nelle loro publiche prelezzioni detestare i trovatori di novità nelle scienze». [16]

Nel corso degli ultimi quattro secoli, ci sono stati diversi tentativi, soprattutto negli scritti apologetici cattolici, di sostenere che una parte della responsabilità per la proibizione del copernicanesimo era stata dello stesso Galileo, in quanto non era stato capace di tenere la bocca chiusa. Le affermazioni di questo genere sono oltraggiose. Come emerge con chiarezza nella sua *Lettera a Benedetto Castelli*, nelle sue lettere al cardinale Dini e nella sua *Lettera a Cristina di Lorena*, Galileo voleva che le gerarchie della Chiesa riconoscessero il copernicanesimo – a sostegno del quale vedeva stringenti evidenze scientifiche – come una teoria potenzialmente accettabile e che rimandassero il loro giudizio su di esso anziché condannarlo d'autorità in modo definitivo. Nella sua *Lettera a Cristina di Lorena*, Galileo riaffermò la propria fede nella verità delle Sacre Scritture ma sottolineò l'importanza dell'interpretazione: riteneva «non poter mai la Sacra Scrittura mentire, tutta volta che si sia penetrato il suo vero sentimento; il qual non credo che si possa negare esser molte volte recondito e molto diverso da quello che suona il puro significato delle parole». [17] Anche se la sua dichiarata religiosità era in parte motivata da ragioni tattiche – voleva semplicemente difendersi – la logica dell'argomentazione di Galileo resta comunque valida. Inoltre, anche Foscarini, muovendosi in modo indipendente da Galileo, coltivava un obiettivo simile, eppure Ciampoli predisse correttamente che il suo libro sarebbe stato condannato.

Il punto chiave sta nel fatto che, a differenza di quanto avviene nella storia dell'arte o anche in quella delle idee religiose, nella storia della scienza possiamo infine sapere chi aveva ragione. Galileo aveva ragione, e la Chiesa, nel suo caso, abusò del proprio potere disciplinare. Come ammise papa Giovanni Paolo II nel 1992: «La maggioranza dei teologi non percepiva la distinzione formale tra la Sacra Scrittura e la sua interpretazione, il che li condusse a trasporre indebitamente nel campo della dottrina della fede una questione di fatto appartenente alla ricerca

scientifica».[18] Prima di arrivare a questi riconoscimenti, comunque, ci vollero quasi quattro secoli. Nel 1619, il rapporto già complicato di Galileo con gli astronomi gesuiti stava per deteriorarsi seriamente.

8
Una battaglia di pseudonimi

Le comete avevano affascinato gli uomini fin dall'antichità. Quando, verso la fine del 1618, ne apparvero tre una in seguito all'altra, la cosa fece molto scalpore; la terza, in particolare, venne individuata per la prima volta il 27 novembre e intorno alla metà di dicembre diventò davvero impressionante, con una lunga, spettacolare coda. Storicamente, le comete venivano da molti interpretate come cattivi presagi: si supponeva che preannunciassero la morte di qualche re o l'inizio di un'aspra guerra. Di fatto, la comparsa di queste tre comete venne più o meno a coincidere con l'inizio della devastante Guerra dei trent'anni nell'Europa centrale, che avrebbe portato a non meno di otto milioni di morti.

Anche se dopo la condanna del copernicanesimo del 1616 Galileo aveva magari deciso di tenere un basso profilo, era chiaro che la comparsa delle comete non gli avrebbe consentito di rimanere in silenzio molto più a lungo. All'inizio, non poté commentare direttamente le comete in quanto i suoi dolori lo avevano costretto a letto per l'intero periodo durante il quale erano state visibili, così che non aveva avuto modo di osservarle con i propri occhi. La situazione si fece più spinosa quando, nel 1619, un matematico gesuita del Collegio romano, Orazio Grassi, pubblicò i contenuti della lezione pubblica che aveva tenuto su questo argomento, intitolata *De tribus cometis anni MDCXVIII disputatio astronomica* («Disputazione astronomica sulle tre comete dell'anno 1618»). [1]

Grassi, che era uno scienziato molto istruito, uno scenografo e un architetto, prese il posto di Grienberger alla cattedra di matematica nel 1617. Come Scheiner prima di lui, Grassi pubblicò il proprio trattato in forma anonima, anche in questo caso per il timore di poter mettere in imbarazzo i gesuiti qualora le sue idee si fossero dimostrate sbagliate. Nella sua teoria delle comete, Grassi prendeva con coraggio le distanze dalla visione aristotelica, che le collocava a una distanza più o meno pari a quella

della Luna; seguendo Tycho Brahe, lui ipotizzò invece che le comete si trovassero molto più lontano, tra la Luna e il Sole. Basò questa conclusione su «una legge certa stando alla quale quanto più [i corpi celesti] si muovono lentamente, tanto più sono alti nel cielo; e dato che il moto della nostra cometa è intermedio [per velocità] tra il moto del Sole e quello della Luna, essa andrà collocata tra questi due corpi».[2] Grassi si atteneva ancora a un modello in cui le comete, la Luna e il Sole orbitavano attorno alla Terra. Tra parentesi, l'idea originale di Brahe sulla distanza delle comete si basava sull'assenza di una parallasse (uno spostamento rispetto allo sfondo delle stelle fisse) misurabile nelle osservazioni della cometa del 1577.

Per quanto riguarda la natura delle comete, molti astronomi dell'epoca si attenevano ancora alla teoria di Aristotele, che le considerava come esalazioni provenienti dalla Terra che diventavano visibili al di sopra di una certa altitudine a causa di un fenomeno di combustione per poi sparire dalla vista non appena il materiale infiammabile si esauriva. Grassi, tuttavia, seguì di nuovo Brahe nel suggerire che fossero una qualche sorta di «imitazione dei pianeti»; in questo, aveva di fatto più ragione di Galileo, che in seguito sostenne una visione in cui le comete erano considerate più come effetti ottici che non come oggetti reali.

Galileo venne avvisato della pubblicazione di Grassi nella prima parte del 1619. Anche se il suo nome non era mai menzionato nel trattato (che, tra l'altro, non conteneva nulla di anche solo remotamente offensivo nei suoi confronti), Galileo venne inoltre informato che sia i gesuiti del Collegio romano sia un influente gruppo di intellettuali romani che includeva anche Francesco Ingoli – l'uomo che aveva redatto le modifiche imposte dalla Chiesa al testo di Copernico – stavano usando quel testo per criticare il copernicanesimo. Ingoli stava adottando il vecchio ragionamento di Brahe secondo il quale, se la Terra fosse realmente stata in orbita attorno al Sole, le osservazioni fatte a sei mesi di distanza avrebbero dovuto rivelare, proprio a causa del moto terrestre, una parallasse nella posizione di ogni oggetto celeste; ma dato che questa parallasse non era mai stata misurata, Ingoli concludeva che dal moto della cometa sembrava possibile non solo confutare la teoria copernicana, ma anche trarre argomenti, la cui efficacia riteneva non andasse sottovalutata, in favore dell'immobilità della Terra.

Di fronte a questo attacco apertamente sferrato contro il copernicanesimo su diversi fronti, in un periodo in cui nutriva ancora un profondo malanimo nei confronti dei matematici gesuiti per come lo avevano abbandonato, Galileo – incoraggiato a intervenire anche da qualcuno dei suoi corrispondenti a Roma – presentò i suoi commenti non sotto il proprio nome, ma attraverso un suo ex studente da poco nominato console dell'Accademia fiorentina, Mario Guiducci. Di conseguenza, Guiducci tenne a Firenze una serie di tre lezioni sulle comete, che vennero pubblicate alla fine di giugno 1619 in un saggio intitolato *Discorso delle comete*.[3]

Un veloce esame del manoscritto, condotto verso la fine del XIX secolo da Antonio Favaro (curatore dell'Edizione nazionale delle *Opere di Galileo Galilei*), bastò a mettere in luce che era stato in gran parte scritto – e, per il resto, riveduto – direttamente da Galileo. Anche se nel testo stesso del *Discorso* si trattenne dall'usare le sue espressioni più offensive, la copia annotata di Galileo delle lezioni di Grassi contiene un bel po' di pesanti insulti, come «pezzo d'asinaccio», «bufolaccio», «elefantissimo» e «balordone». Nel *Discorso*, Galileo, sotto il nome di Guiducci, si soffermò su diversi punti. In primo luogo, mise in discussione la possibilità stessa di usare le parallassi in relazione alle comete, in quanto all'epoca non era evidente se esse fossero di fatto dei corpi solidi e non, piuttosto, dei fenomeni ottici causati dalla riflessione della luce da parte dei vapori esalati dalla Terra (un po' come gli arcobaleni, le aurore o gli aloni). Galileo affermò che: «Sono gli oggetti visibili di due sorte: altri, veri, reali, uni ed immobili; altri sono sole apparenze, reflessioni di lumi, immagini e simulacri vaganti, li quali hanno nell'esser loro tale e tanta dependenza dalla vista de' riguardanti, che non solamente nel mutar questi luogo essi ancora lo mutano, ma credo che, tolte via le viste, quelli altresì del tutto svaniscano».[4]

Un'altra argomentazione sviluppata nel trattato di Grassi attirò le critiche di Galileo. Il gesuita aveva scritto:

> Si è scoperto attraverso una lunga esperienza ed è stato dimostrato in base a ragioni ottiche che tutte le cose osservate con questo strumento [il *tubus opticus*, o cannocchiale] sembrano più larghe di quanto non appaiano a occhio nudo; tuttavia, in base a quella legge per cui l'ingrandimento risulta via via minore quanto più tali oggetti

> sono lontani dall'occhio, ne consegue che le stelle fisse – gli oggetti da noi più remoti – non ricevono nessun ingrandimento percepibile. Pertanto, dato che l'ingrandimento della cometa appare molto ridotto, occorrerà dire che essa è molto più distante da noi di quanto non sia la Luna. [5]

Grassi sembrava citare qui una «legge» stando alla quale l'ingrandimento del cannocchiale dipendeva dalla distanza dell'oggetto. Purtroppo, una legge del genere non esiste. A quanto pare, Galileo, che tendeva a prendere ogni cosa sul personale, pensò che questa osservazione di Grassi stesse mettendo in discussione la sua comprensione del funzionamento del cannocchiale e, com'è naturale, non era disposto a lasciarla passare senza una risposta. All'epoca, l'astronomo che vantava la miglior comprensione dell'ottica di questo strumento era Keplero. L'ingrandimento di un cannocchiale è determinato solo dalle distanze focali (la distanza tra il centro della lente e il punto dove si concentrano i raggi di luce che la colpiscono parallelamente al suo asse centrale) delle lenti dell'obiettivo e dell'oculare. Il fatto che Grassi, che in seguito scrisse ampiamente sull'ottica e che aveva letto il libro di Keplero, abbia fatto un'affermazione del genere è piuttosto enigmatico, e indica che forse si era soltanto espresso male.

Anche se la comprensione dell'ottica da parte di Galileo non era delle migliori (per esempio, confuse un aumento della grandezza dell'immagine con la formazione di un'immagine sfocata), egli aveva comunque ragione nell'attaccare la legge di Grassi. Galileo sottolineò che se tale legge fosse stata vera, sarebbe stato possibile determinare la distanza degli oggetti sulla Terra semplicemente controllando di quanto risultavano ingranditi quando venivano osservati attraverso il cannocchiale, il che era ovviamente falso: per esempio, infatti, due cannocchiali di potenza differente ingrandirebbero di fattori diversi un medesimo oggetto posto alla stessa distanza.

Galileo mosse delle obiezioni anche all'ipotesi originale di Tycho secondo la quale le comete si muovevano su orbite circolari, suggerendo invece che un moto lungo una linea retta che si allontanava dalla Terra sarebbe stato più corrispondente alle osservazioni della terza cometa del 1618. Oggi sappiamo che, di fatto, le comete seguono orbite ellittiche molto allungate, che su scala locale assomigliano di più a un moto rettilineo che non a uno circolare.

Galileo non avanzò mai una vera e propria teoria sulla natura delle comete.[6] Nel presentare le idee del passato, attraverso Guiducci, citò in termini favorevoli l'ipotesi che le comete potessero essere semplici riflessi della luce del Sole da parte dei vapori più che non oggetti reali, ma aggiunse comunque: «Io non dico risolutamente che la cometa si faccia in tal modo; ma dico bene che, come di questo, così son dubbio de gli altri modi assegnati da gli altri autori: i quali, se pretenderanno d'indubitatamente stabilir lor parere, saranno in obbligo di mostrare questa e tutte l'altre posizioni vane e fallaci».[7] Tuttavia, dato che Guiducci – e dunque Galileo – metteva in discussione l'idea che le comete fossero oggetti solidi, Grassi era giustificato nel suo concludere che Galileo credesse che le comete fossero riflessi della luce solare da parte dei vapori esalati dalla Terra che salivano in cielo. Anche se questo modello ipotetico era molto vicino alle idee aristoteliche, va notato che Galileo si distingueva da Aristotele sotto due importanti aspetti: in primo luogo, per lui la fonte della luce delle comete era la luce solare riflessa (e non, secondo l'ipotesi di Aristotele, un violento fenomeno di combustione); in secondo luogo, Galileo affermava esplicitamente che le comete si trovavano molto al di là della Luna e, pertanto, in quella regione «celeste» che, per Aristotele, avrebbe dovuto essere inaccessibile ai vapori «terrestri».

Il *Discorso delle comete* non fu uno dei migliori lavori scientifici di Galileo: non solo non fu in grado di formulare una qualche teoria plausibile – magari anche solo provvisoria – sulle comete, ma il testo conteneva anche un'inspiegabile contraddizione interna. La discrepanza riguardava il modo in cui Galileo affrontava la questione della parallasse. Da un lato voleva confutare la tesi di Grassi che la mancata rilevazione di una parallasse semestrale nelle comete dimostrava che la Terra non si stava muovendo attorno al Sole; e, a tal fine, sosteneva che non si poteva propriamente parlare di parallassi a proposito delle comete, in quanto queste ultime non sembravano essere corpi solidi (cosa resa evidente dal fatto che era possibile vedere le stelle attraverso le loro code). D'altro lato, però, Galileo non esitava a usare «la piccolezza della parallasse, osservata da tanti eccellenti astronomi con diligenza esquisita»[8] per inferire che le comete si trovavano oltre la Luna. Il fatto che Galileo non si sia accorto dell'incompatibilità tra queste argomentazioni è estremamente

sorprendente, e Grassi si scagliò contro tale incoerenza nella sua risposta al trattato di Guiducci.

Ma nelle idee di Galileo sulle comete c'era anche un altro serio problema di cui era consapevole e che aveva sottolineato (attraverso Guiducci):

> Io non voglio in questa parte dissimular di comprendere che quando la materia in cui si forma la cometa non avesse altro movimento che 'l retto e perpendicolare alla superficie del globo terrestre, cioè dal centro verso 'l cielo, egli a noi dovrebbe parere indirizzato precisamente verso il nostro vertice e zenit; il che non avendo ella fatto, ma declinato verso settentrione, ci costrigne a dovere o mutare il sin qui detto, quantunque in tanti altri rincontri così ben s'assesti all'apparenze, o vero, ritenendolo, aggiugner qualch'altra cagione di tale apparente deviazione. [9]

L'ultima frase alludeva al fatto che, a causa della proibizione di discutere il copernicanesimo, Galileo non si sentiva libero di dire quello che pensava. Galileo/Guiducci aggiunse che «a noi conviene contentarci di quel poco che possiamo conghietturare così tra l'ombre, sin che ci sia additata la vera costituzion delle parti del mondo, poiché la promessaci da Ticone rimase imperfetta». [10] In altre parole, Galileo si rendeva conto che anche il suo scenario ipotetico non era del tutto in accordo con le osservazioni, ma pensava che la teoria di Brahe fosse minata dall'insieme di difficoltà che si portava dietro. Per esempio, Brahe aveva suggerito che le comete si muovessero nella direzione opposta a quella degli altri pianeti. Allo stesso tempo, Galileo riteneva che gli fosse stato formalmente proibito di discutere ogni possibile rimedio di matrice copernicana al modello da lui esaminato. Di fatto, in due opere pubblicate nel 1604 e nel 1619, Keplero ipotizzò che le comete si muovessero lungo linee rette e che l'apparente deviazione nella loro traiettoria fosse causata dal moto della Terra. Anche se Galileo era stato senza dubbio ispirato dalle idee di Keplero, non disse assolutamente nulla in proposito.

Oggi sappiamo che le comete sono piccoli corpi del sistema solare che ruotano attorno al Sole lungo orbite che possono essere delle ellissi molto allungate (con una forte eccentricità) oppure delle traiettorie iperboliche. Consistono di nuclei dal diametro compreso tra le poche centinaia di metri e le decine di migliaia di chilometri, e sono costituite principalmente di ghiaccio, roccia e polvere (possono essere considerate come delle «palle di

neve sporca»), oltre che di anidride carbonica, metano e ammoniaca congelati. Quando le comete si avvicinano al Sole, la radiazione solare fa evaporare i materiali volatili, che iniziano a liberarsi dal nucleo formando un'ampia atmosfera – o chioma – e due code, una di polvere e una di gas. La coda di polvere riflette direttamente la luce solare, mentre quella di gas brilla per effetto della ionizzazione. La coda ionizzata può essere lunga come la distanza tra la Terra e il Sole. Nel sistema solare, ci sono due zone di origine delle comete: una è la fascia di Kuiper, una regione a forma di disco situata subito dopo Plutone dalla quale provengono la maggior parte delle comete che ruotano attorno al Sole con periodi orbitali di meno di un secolo; la seconda è la nube di Oort, che circonda il sistema solare e i cui margini esterni si spingono a quasi un quarto della distanza che ci separa dalla stella più vicina. La nube di Oort potrebbe contenere qualcosa come mille miliardi di comete, e da essa provengono quelle con un periodo orbitale lungo. La cometa probabilmente più famosa, quella di Halley, ritorna in prossimità della Terra ogni settantacinque anni; l'ultima volta è stata nel 1986.

Galileo aveva ragione nel vedere un collegamento tra le comete e un processo di rilascio di gas e nell'interpretare la loro luminosità come un effetto innescato dalla loro prossimità al Sole, ma aveva torto nell'ipotizzare che i gas in questione venissero rilasciati dalla Terra. Dovremmo però tener presente che Galileo non si proponeva di formulare una teoria definitiva sulle comete ma, soprattutto, di screditare e sollevare dubbi attorno allo scenario formulato da Tycho Brahe, ideatore di un modello di sistema solare che lui aveva sempre considerato come un irritante e sciocco compromesso.

L'obiettivo finale di Galileo era, ovviamente, quello di confutare la tesi gesuita secondo la quale le comete dimostravano che Copernico aveva torto. Nel cercare di raggiungerlo, però, si attirò contro (nessuno dubitava, infatti, che la pubblicazione di Guiducci fosse in realtà opera sua) la furia di Orazio Grassi, che si lamentò che Galileo aveva «infangato il buon nome di questo Collegio romano»,[11] dei gesuiti in generale («I Giesuiti se ne tengono molto offesi»[12] lo informò Giovanni Ciampoli) e anche, personalmente, di Scheiner, il cui lavoro sulle macchie solari era stato citato senza motivo, in termini negativi, nel trattato. L'arena era così pronta per il secondo round.

Il contrattacco di Grassi

Il trattato di Guiducci apparve all'inizio dell'estate del 1619 e Grassi ci mise solo circa sei settimane per rispondere. Il suo aspro, pungente saggio, intitolato *Libra astronomica ac philosophica* («Bilancia astronomica e filosofica»), andò alle stampe nell'autunno di quello stesso anno. Tuttavia, la battaglia continuò a essere combattuta fra pseudonimi: come l'iniziale *Disputatio astronomica* di Grassi era accompagnata da una dichiarazione che affermava che il suo autore era «uno dei padri del Collegio romano», e come la risposta di Galileo era apparsa sotto la forma di un'opera di Guiducci, così la *Libra* fu pubblicata sotto uno pseudonimo, Lotharius Sarsius Sigensanus, che era un anagramma (leggermente scorretto, oltre che piuttosto evidente) di Horatius Grassius Salonensis, con «Sarsi» che fingeva di essere uno studente di Grassi. Il termine «bilancia» contenuto nel titolo significava che l'autore si proponeva di soppesare con attenzione le opinioni di Galileo.

All'inizio, Galileo si rifiutò di credere che la *Libra* fosse stata scritta da Grassi, soprattutto perché il tagliente sarcasmo del testo era diretto proprio contro di lui: incapace di vedere le proprie mancanze sul fronte delle buone maniere e del modo di trattare gli altri, Galileo aveva l'impressione che questo attacco fosse immotivato, in quanto Guiducci non aveva mai menzionato Grassi per nome. I suoi dubbi vennero però presto dissipati da una lettera che ricevette all'inizio di dicembre dal suo amico linceo Ciampoli: «Veggo ch'ella non può indursi a credere che il P. Grassi sia l'autore della *Libra Astronomica*» scrisse «ma io torno a confermarle di nuovo che S. R. [Sua Reverenza] e li Padri Giesuiti vogliono che si sappia esser opera loro, e sono tanto lontani dal giuditio che ella ne fa, che se ne gloriano come di trionfo».[13] Ciampoli aggiunse che Grassi aveva sempre parlato di Galileo in toni più moderati rispetto agli altri gesuiti e che, di conseguenza, lui stesso era rimasto piuttosto sorpreso dal vederlo usare «tanti scherzi mordaci».[14] Come vedremo più avanti, a giudicare dal comportamento poi tenuto da Grassi, è difficile non avere l'impressione che i suoi toni moderati fossero soltanto una messa in scena per nascondere intenzioni più sinistre.

La *Libra* di Grassi conteneva alcune critiche valide. Per esempio, il gesuita evidenziò la contraddizione concernente le parallassi: in un punto

del testo, Galileo sfruttava il loro mancato rilevamento per inferire le distanze delle comete, mentre in un altro punto sosteneva – attraverso il suo alter ego Guiducci – che non era corretto parlare di parallassi a proposito delle comete. Grassi fece inoltre notare che alcune delle idee avanzate da Galileo nel *Discorso delle comete* di Guiducci non erano originali ma, piuttosto, ricordavano da vicino quelle espresse dall'erudito cinquecentesco Gerolamo Cardano e dal filosofo Bernardino Telesio. In generale, Grassi dimostrava un'eccellente padronanza dell'ottica e una conoscenza aggiornata di tutte le pubblicazioni scientifiche rilevanti. Di fatto, anche per quel poco che sappiamo di lui, era un uomo dall'erudizione straordinaria: non solo scriveva e faceva esperimenti sull'ottica e la visione, sulla fisica della luce e sulla pressione atmosferica, ma era anche un grande architetto (progettò la chiesa di Sant'Ignazio al Collegio romano, una chiesa a Terni e un collegio gesuita a Genova), uno scenografo (mise in scena un'opera teatrale) e un abile matematico.

D'altro canto, però, il saggio di Grassi non era esente da una serie di problemi. In primo luogo, faceva affidamento in modo sorprendentemente ingenuo su antiche storie immaginarie; in secondo luogo, conteneva una contraddizione interna e, in terzo luogo, sferrava contro Galileo alcuni colpi bassi. Per esempio, nel tentativo di dimostrare l'affermazione aristotelica che l'attrito con l'aria potrebbe riscaldare i corpi fino a farli diventare incandescenti (che è vero nel caso dei meteoriti e dei satelliti artificiali che rientrano nell'atmosfera terrestre), Grassi sembrava prestar fede a bizzarre storie risalenti all'antichità: per esempio, a una che descriveva come i babilonesi, per cuocere le uova, le legavano alle fionde e le facevano velocemente girare. La contraddizione interna della *Libra*, poi, era legata allo scopo dichiarato del saggio stesso: «Vorrei sia chiaro a tutti che qui non desidero nient'altro che difendere le conclusioni di Aristotele»[15] aveva scritto Grassi. Si trattava di una strana affermazione, dato che la sua stessa teoria collocava le comete molto al di là della Luna, andando contro il concetto aristotelico dell'immutabilità dei cieli. Può darsi che Grassi abbia inserito questa dichiarazione di appoggio incondizionato ad Aristotele più per suggerimento dei suoi superiori gesuiti che non per convinzione personale. Infine, c'erano gli «scherzi mordaci» a cui accennava Ciampoli, nel più perfido dei quali Grassi citava Guiducci cambiando la sua frase «qualch'altra *cagione* dell'apparente deviazione [della traiettoria della

cometa dallo zenith verso il nord, corsivo mio]»[16] in «qualche altro *moto*» («motus alius»), per poi attaccarlo con malizia:

> È davvero strano come uno spirito aperto e per nulla portato agli scrupoli sia preso da un improvviso timore, tale da impedirgli di esprimere il discorso che ha in mente. Io non saprei proprio indovinarlo. Quest'altro moto che potrebbe spiegare tutto e che lui però non osa discutere [è quello della cometa o di qualcos'altro?…] Non può essere il moto delle sfere tolemaiche, dato che per Galileo non esistono […] Mi par di sentire qui una flebile voce che mi sussurra timidamente all'orecchio: il moto della Terra. Sta lontano da me, discorso contrario alla verità e offensivo alle pie orecchie! È stato prudente, da parte tua, sussurrarlo sommessamente. Ma se le cose stessero davvero così, risulterebbe chiaro che l'opinione di Galileo non potrebbe poggiare su nient'altro che questo fondamento falso.[17]

Quindi, sferrando un colpo basso, Grassi aggiunse un commento sorprendentemente simile alla spesso citata frase sarcastica «Ma Bruto è un uomo d'onore» pronunciata da Marco Antonio nel *Giulio Cesare* di William Shakespeare: «Ma non penso proprio che a Galileo, che ho sempre conosciuto come un uomo pio e religioso, sia mai venuta in mente un'idea del genere».[18]

Come possiamo conciliare questo genere di «scherzi mordaci» con l'affermazione di Ciampoli secondo cui Grassi aveva sempre parlato di Galileo con rispetto? Alcuni studiosi hanno ipotizzato che questi passi potrebbero essere opera di Scheiner, la cui animosità nei confronti di Galileo continuava a crescere. In ogni caso, Galileo doveva pensare a come reagire senza provocare un deterioramento dei propri rapporti con i matematici del Collegio romano. Dal canto suo, Mario Guiducci – che, in fin dei conti, figurava come autore del *Discorso* – rispose alla *Libra* di Grassi mandando una lettera al suo ex professore di retorica al Collegio romano, Tarquinio Galluzzi, nella quale non cercò di affrontare le questioni fisiche ma si limitò a dichiarare che, anche se le sue idee sulle comete differivano da quelle del «Reverendo Matematico»,[19] non aveva alcuna intenzione di offendere padre Grassi o qualunque altro matematico gesuita.

Per quanto riguarda Galileo, dopo che si fu consultato con i suoi amici romani Cesi, Ciampoli, il cugino di Cesi (e membro dell'Accademia dei Lincei) Virginio Cesarini e un altro membro fondatore dell'Accademia,

Francesco Stelluti, si decise che avrebbe dovuto mandare la sua risposta a Cesarini: oltre a non voler peggiorare ulteriormente la situazione, gli amici di Galileo ritennero che una replica diretta a Grassi sarebbe stata impropria, in quanto quest'ultimo aveva scelto di nascondersi dietro la figura immaginaria del suo discepolo Sarsi.

Virginio Cesarini era un'ottima scelta come destinatario del manoscritto di Galileo, in quanto era noto per essere un vero credente (in seguito sarebbe stato il cameriere segreto di due papi) nonché un intellettuale erudito e un poeta, che faceva da collegamento tra scienziati che lavoravano in città diverse. La sua apertura mentale e il suo intelletto emergono nel modo più chiaro in una lettera da lui mandata a Galileo nel 1618, nella quale spingeva il maestro a creare e a diffondere una nuova logica fondata «o su le naturali esperienze o su le dimostrationi mathematiche», in quanto credeva che i sillogismi di tale «logica più sicura […] non meno aprono l'intelletto alla cognitione della verità, di quello che chiuggano le bocche ad alcuni vanissimi e pertinaci filosofi, la cui scienza è opinione, e, quel ch'è peggio, d'altrui e non propria». [20]

Queste stesse idee sarebbero state espresse più di trecento anni dopo dal filosofo e matematico Bertrand Russell: «La filosofia va studiata non per amore delle precise risposte alle domande che essa pone […] ma piuttosto per amore delle domande stesse; perché queste domande allargano la nostra concezione di ciò che è possibile, arricchiscono la nostra immaginazione e intaccano l'arroganza dogmatica che preclude la mente alla speculazione». [21]

Di fatto, le ricorrenti malattie, l'immersione nei suoi interessi letterari e una serie di importanti eventi storici ritardarono la risposta di Galileo all'ottobre 1622, quando mandò infine un manoscritto a Cesarini. Sul fronte letterario, Galileo tornò alla sua vecchia e quasi ossessiva passione per un confronto tra i poeti Ariosto e Tasso. Tra gli eventi storici di rilievo ci furono le morti – tutte nel 1621 – di papa Paolo V, del cardinale Roberto Bellarmino e, cosa che ebbe un impatto ancora maggiore per Galileo, del suo più grande sostenitore, il granduca Cosimo II. Dato che il figlio di Cosimo, Ferdinando, aveva soltanto dieci anni al momento della morte del padre, la granduchessa Cristina e sua nuora Maria Maddalena d'Austria, due donne singolarmente religiose, assunsero la reggenza del granducato.

Una volta terminato, il manoscritto di Galileo prese come titolo *Il saggiatore*, in riferimento a un tipo di bilancia estremamente precisa che veniva usata dagli orefici (in contrasto con la *Libra* di Grassi, che era uno strumento molto più grossolano). Non appena Cesarini ricevette il manoscritto, mandò delle copie a Ciampoli, Cesi e ad alcuni altri amici perché lo commentassero; inoltre, informò Galileo che i matematici gesuiti, che avevano sentito dell'arrivo del manoscritto, erano «sitibondi ed ansiosi, ed hanno anco ardito chiedermila; ma l'ho io negata loro, perché con maggiore efficacia havrebbero impedita la publicazzione». [22]

Tuttavia, nonostante queste rassicurazioni, Cesarini non aveva resistito alla tentazione di leggere alcune parti del *Saggiatore* a qualche suo conoscente. In un modo o nell'altro, anche i gesuiti erano venuti a sentire di quei passi – nella Roma del XVII secolo, erano l'equivalente del Grande Fratello – e, stando a Cesarini, «hanno penetrato il tutto». [23] C'era ancora lo spinoso problema di ottenere il permesso per stampare il pamphlet: all'epoca, infatti, la pratica standard prevedeva che per la pubblicazione di ogni manoscritto occorresse prima ottenere l'*imprimatur* – l'«autorizzazione alla stampa» – da parte delle autorità ecclesiastiche. Cesarini riuscì a far esaminare il libro dal domenicano Niccolò Riccardi, un seguace genovese di Galileo che non deluse le sue aspettative ed espresse una profonda ammirazione per l'opera: «Mercé della sottile e soda speculazione dell'autore, nel cui tempo mi reputo felice d'esser nato, quando non più con la stadera, ed alla grossa, ma con saggi sì delicati, si bilancia l'oro della verità». [24] Non era certo il comune *imprimatur* che la burocrazia dell'Inquisizione si aspettava; di fatto, assomigliava di più a una delle odierne fascette pubblicitarie che si vedono sulle copertine dei nuovi libri. Cesarini l'accolse con gioia, inserì in fretta le revisioni suggerite da una mezza dozzina di membri dell'Accademia dei Lincei e corse a dare l'opera alle stampe.

Tuttavia, alcuni eventi inattesi rimandarono ulteriormente la pubblicazione. L'8 luglio 1623, papa Gregorio XV morì dopo solo due anni di pontificato. Quindi, in seguito a estenuanti trattative all'interno del conclave, il 6 agosto il cardinale Maffeo Barberini venne eletto papa col nome di Urbano VIII. Dopo gli anni di papa Paolo V (non erudito, per quanto sorprendentemente poco dogmatico in materie dottrinali), l'elezione di un papa piuttosto giovane, brillante, intellettualmente raffinato e

presumibilmente di larghe vedute venne accolta con speranza da Galileo, dai suoi amici e, di fatto, da tutti i cattolici progressisti. Da cardinale, Barberini aveva mostrato una grande ammirazione per Galileo, al punto da mandargli un'ode, l'*Adulatio perniciosa* («Ode funesta»),[25] in cui esprimeva la propria stima per le sue scoperte astronomiche. A quanto pare, Barberini aveva anche avuto un ruolo nell'impedire che nel 1616 il copernicanesimo venisse bollato come del tutto eretico. La cosa forse più importante, comunque, è che poco dopo l'elezione di Barberini al pontificato, Galileo si congratulò con lui in occasione del completamento degli studi da parte di suo nipote, Francesco Barberini. Nella sua replica, Maffeo Barberini scrisse: «Assicurandola che troverrà in me prontissima dispositione d'animo in servirla, rispetto al suo molto merito et alla gratitudine che le devo».[26]



FIGURA 8.1. Il frontespizio del *Saggiatore*.

Alla luce dell'espressione di questi sentimenti e del fatto che papa Urbano VIII aveva nominato tre amici di Galileo – Cesarini, Ciampoli e Stelluti – alle cariche, rispettivamente, di maestro di camera, segretario per le lettere e segretario privato, non c'è da stupirsi che l'Accademia dei Lincei avesse deciso di dedicare *Il saggiatore* al papa. Nell'ottobre 1623, il libro era finalmente pronto; purtroppo conteneva ancora molti errori

tipografici, ma includeva una splendida dedica scritta dallo stesso Cesarini e firmata da tutti i membri dell'Accademia dei Lincei, che recitava: «Lo dedichiamo e doniamo alla Santità Vostra, come a quella c'ha l'anima di veri ornamenti e splendori ripiena, e c'ha ad altissime imprese l'eroica mente rivolta […] Ai cui piedi intanto umilmente inchinandoci, la supplichiamo a mantener favoriti i nostri studi co' cortesi raggi e vigoroso calore della sua benignissima protezione». [27]

Il 27 ottobre, Cesi – il fondatore dell'Accademia – ne regalò una copia splendidamente rilegata al papa; altre copie vennero donate ai cardinali. Ciò segnò l'approvazione ufficiale del *Saggiatore*, un libro la cui verve letteraria e la cui passione intellettuale furono salutate da uno dei biografi novecenteschi di Galileo come «uno stupendo capolavoro di letteratura polemica». [28] Grassi, com'è ovvio, vedeva le cose in modo molto diverso.

9
Il saggiatore

Anche se *Il saggiatore* era stato formalmente scritto come una risposta alla *Libra* di Orazio Grassi (Sarsi), il tema delle comete diventò piuttosto marginale in questo capolavoro polemico di Galileo, finendo per costituire, in un certo senso, solo un pretesto per permettergli di esporre i suoi pensieri su vari aspetti della scienza e di attaccare il sistema di Tycho Brahe.

Fin dall'inizio, Galileo presenta due dei suoi punti di vista principali: il suo disprezzo per l'affidarsi ciecamente all'autorità e la sua concezione filosofica della natura del cosmo. Il seguente passo è diventato uno dei manifesti più memorabili del pensiero galileiano:

> Parmi, oltre a ciò, di scorgere nel Sarsi ferma credenza, che nel filosofare sia necessario appoggiarsi all'opinioni di qualche celebre autore, sì che la mente nostra, quando non si maritasse col discorso d'un altro, ne dovesse in tutto rimanere sterile ed infeconda; e forse stima che la filosofia sia un libro e una fantasia d'un uomo, come l'*Iliade* e l'*Orlando furioso*, libri ne' quali la meno importante cosa è che quello che vi è scritto sia vero. Signor Sarsi, la cosa non istà così. La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto. [1]

L'asserzione di Galileo sulla natura matematica della realtà è qualcosa di sensazionale. Dovremmo tenere a mente che la formulò in un'epoca in cui le «leggi di natura» matematiche erano ancora pochissime (e a formularle era stato principalmente lui!). Tuttavia, veniva in qualche modo ad anticipare ciò che, nel 1960, il premio Nobel Eugene Wigner avrebbe chiamato «l'irragionevole efficacia della matematica»: il fatto, cioè, che le

leggi della fisica, a cui l'intero universo sembra obbedire, sono tutte espresse sotto forma di equazioni matematiche. Già prima, nel 1940, Einstein aveva trasformato questo fatto nella definizione stessa della fisica: «Quella che chiamiamo fisica comprende quel gruppo di scienze naturali che basano i propri concetti su misurazioni; e i cui concetti e affermazioni si prestano a una formulazione matematica».[2] Ma da dove viene questo straordinario potere della matematica?

Pur avendo ben poche prove su cui basare questa opinione, nel 1623 Galileo pensava di conoscere la risposta: l'universo «è scritto in lingua matematica». Era questa dedizione alla matematica a sollevare Galileo al di sopra di Grassi e degli altri scienziati della sua epoca, anche quando qualche suo specifico ragionamento era poco convincente e anche se assegnava alla geometria un ruolo più importante di quello che sembrasse meritare a quei tempi. I suoi avversari, scrisse, «né s'avvidero (tanto ebbe forza la passione) che 'l contradire alla geometria è un negare scopertamente la verità».[3]

È impressionante notare come Galileo, oltre a essere convinto che la natura fosse strutturata geometricamente, era anche consapevole del fatto che tutte le teorie scientifiche sono solo congetturali e provvisorie: ossia, che la scienza deve sempre essere riesaminata non appena emergano nuove evidenze empiriche. Ammettendo che tutto ciò che aveva detto era stato affermato «sempre dubitativamente e conghietturalmente […] per dubbio, ed al più per probabile»,[4] Galileo introdusse un rivoluzionario distacco da quel ridicolo concetto medievale secondo il quale tutto ciò che valeva la pena di sapere era già stato scoperto. C'era un'unica cosa di cui Galileo, dal canto suo, era quasi certo: che per decifrare ogni segreto della natura fosse necessario usare il linguaggio della matematica.

Il saggiatore offrì a Galileo l'occasione di dar prova del suo più pungente sarcasmo. Per esempio, lui e Grassi avevano un'idea diversa riguardo all'origine del calore: mentre Grassi, seguendo gli aristotelici, pensava che quest'ultimo fosse causato interamente dal moto, Galileo lo attribuiva anche al distacco di particelle di materia per via delle forze d'attrito, o alla compressione. In termini moderni, il calore è una forma di energia che si trasferisce, per esempio, a causa di una differenza di temperatura tra due sistemi, dove la temperatura è determinata dalla velocità media del moto casuale di atomi o molecole. Il problema di Grassi

era che, per via della sua fiducia negli autori antichi, veniva a commettere l'ingenuo errore di credere a mere leggende, come quella sopra citata dei babilonesi che cuocevano le uova facendole girare velocemente con le fionde. Galileo balzò su questa fallacia come un gatto su un topo:

> Se il Sarsi vuole ch'io creda a Suida [uno storico greco] che i Babilonii cocesser l'uova col girarle velocemente nella fionda, io lo crederò; ma dirò bene, la cagione di tal effetto esser lontanissima da quella che gli viene attribuita, e per trovar la vera io discorrerò così: "Se a noi non succede un effetto che ad altri altra volta è riuscito, è necessario che noi nel nostro operare manchiamo di quello che fu causa della riuscita d'esso effetto, e che non mancando a noi altro che una cosa sola, questa sola cosa sia la vera causa: ora, a noi non mancano uova, né fionde, né uomini robusti che le girino, e pur non si cuocono, anzi, se fusser calde, si raffreddano più presto; e perché non ci manca altro che l'esser di Babilonia, adunque l'esser Babiloni è causa dell'indurirsi l'uova, e non l'attrizion dell'aria". [5]

Un'altra importante e interessante discussione sviluppata nel *Saggiatore* riguardava la natura della materia e il ruolo dei sensi. Seguendo una distinzione le cui origini risalivano al filosofo greco Democrito (vissuto nel V secolo a.C.), Galileo identificò due tipi di proprietà: quelle che appartenevano intrinsecamente ai corpi fisici – come forme, numeri e moti – e quelle che, per lui, erano associate all'esistenza di osservatori senzienti coscienti, come gusti e odori. Scrisse così che: «Ma che ne' corpi esterni, per eccitare in noi i sapori, gli odori e i suoni, si richiegga altro che grandezze, figure, moltitudini e movimenti tardi o veloci, io non lo credo; e stimo che, tolti via gli orecchi le lingue e i nasi, restino bene le figure i numeri e i moti, ma non già gli odori né i sapori né i suoni, li quali fuor dell'animal vivente non credo che sieno altro che nomi». [6]

Il fatto che Galileo abbia ripreso questi concetti dall'antichità per reintrodurli nel dibattito filosofico di inizio Seicento potrebbe aver in seguito ispirato idee simili in Cartesio e, soprattutto, nel filosofo empirista John Locke. Nel suo influente *Saggio sull'intelletto umano* (1689), Locke fece una specifica distinzione tra quelle che considerava come proprietà indipendenti da ogni osservatore (le «qualità primarie», come il numero, il moto, la solidità e la forma), e le «qualità secondarie», ossia quelle che producono sensazioni negli osservatori (come il colore, il gusto, l'odore e il

suono). Come vedremo più avanti, anche questa discussione in apparenza innocua di quelle qualità che Galileo considerava come soggettive – ritenendo che nell'oggetto esterno non fossero altro che nomi – avrebbe contribuito, in una certa misura, ai suoi successivi problemi con la Chiesa. [7]

In ogni caso, lo scopo principale di Galileo nel *Saggiatore* era, fin dall'inizio, quello di distruggere il modello di Tycho, che considerava come l'unico ostacolo rimasto al convincere tutti della verità dell'eliocentrismo. Di fatto, nella sua *Libra*, Grassi (parlando sotto lo pseudonimo di Sarsi) aveva difeso il proprio uso dell'argomento della parallasse di Tycho affermando:

> Ammettiamo che il mio maestro abbia seguito Tycho. È forse questo un crimine? E chi altri avrebbe dovuto seguire? Tolomeo? Le gole dei cui discepoli sono minacciate dalla spada sguainata di Marte, ora più vicino? Forse Copernico? Chi è pio chiederà invece a tutti di allontanarsi da lui, e condannerà e respingerà la sua ipotesi da poco condannata. Pertanto, Tycho resta l'unico fra tutti che possiamo accettare come nostra guida tra le ignote vie degli astri. [8]

Il commento su Copernico era un ben misero argomento da portare in un dibattito scientifico, un commento che veniva esattamente a dimostrare come delle convinzioni che non avevano nulla a che fare con la questione discussa potevano distorcere le opinioni dando loro un determinato colore. In questo passo, Grassi si basava sul decreto non scientifico contro il copernicanesimo del 1616 per affermare che non fosse neppure possibile *prendere in considerazione* il modello copernicano del sistema solare. Purtroppo, atteggiamenti simili continuano talvolta a imporsi persino oggi. Per esempio, un'odierna direttiva politica che incoraggia l'insegnamento del creazionismo (mascherato sotto il sottile velo del «disegno intelligente») al fine di allontanare la mente degli studenti dalla teoria dell'evoluzione di Darwin, consiste proprio in questa stessa precisa pratica.

Ciò non significa che Galileo avesse sempre ragione. Di fatto, come ho notato sopra, le sue specifiche argomentazioni riguardo alle comete contenevano due palesi contraddizioni: la prima nell'affermare che le parallassi non potevano essere usate per le comete, solo per poi sfruttarle per determinare la distanza di queste ultime; e la seconda nel suggerire che le comete si muovessero lungo una linea retta, solo per poi ammettere che,

di fatto, non era così. Questi erano errori scientifici che Grassi aveva correttamente evidenziato e criticato. La scienza non è infallibile: al contrario, come Galileo stesso riconosceva, ogni teoria scientifica è soggetta a una verifica. Ciò che solo la scienza può promettere, tuttavia, è un continuo processo di correzione strada facendo, man mano che si accumulano ulteriori evidenze sperimentali e osservative ed emergono nuove idee teoriche (tutte – credeva Galileo – basate sulla matematica). Nonostante tutta la sua comprensibile cautela per evitare di essere accusato di copernicanesimo, Galileo non poteva abbandonare la sua fiducia nel fiorente metodo scientifico, ribadendo che i filosofi dovevano usare anche le «ragioni naturali, quando ciò si possa» per dimostrare «la falsità di quelle proposizioni che son dichiarate repugnanti alle Scritture Sacre». [9]

Come prevedibile, l'accoglienza riservata al *Saggiatore* dagli amici romani di Galileo fu ben diversa da quella che ricevette da Grassi. Quest'ultimo, a quanto si dice, si precipitò nella libreria del Sole, dove era stata messa in mostra la prima copia, e «nel leggere il frontespicio si cambiò di colore», uscendo col libro sottobraccio. [10] Dal canto opposto, papa Urbano VIII apprezzò la satira aggressiva e il mordace sarcasmo del *Saggiatore*, che, a quanto pare, si faceva leggere per intrattenimento mentre era seduto a tavola.

Grassi, ansioso di pubblicare una replica, scrisse un nuovo libro in tempi abbastanza rapidi (usando ancora lo pseudonimo di Sarsi) sotto il titolo di *Ratio ponderum librae et simbellae* («Comparazione dei pesi della Libra e del Saggiatore»). Tuttavia, sapendo che il saggio di Galileo godeva dell'appoggio del papa, pubblicò il proprio trattato a Parigi, con la conseguenza che la sua disponibilità subì un pesante ritardo. Galileo lesse la *Ratio ponderum* ma decise che scrivere un'altra risposta sarebbe stata una perdita di tempo, anche se il libro conteneva una preoccupante insinuazione a proposito delle osservazioni che lo scienziato aveva fatto sulla natura soggettiva delle qualità come il gusto, l'odore e il colore: Grassi sosteneva infatti che tale descrizione andava contro la dottrina cattolica del miracolo dell'Eucaristia, che richiedeva la preservazione del gusto e dell'odore del pane e del vino anche se la loro sostanza si tramutava, in un modo che trascendeva la comprensione umana, nel corpo, nel sangue e nell'anima di Cristo.

Nel 1983, lo studioso italiano Pietro Redondi ha scoperto negli archivi del Sant'Uffizio un documento in precedenza sconosciuto e lo ha pubblicato.[11] La lettera in questione, attribuita da Redondi a Grassi, denunciava Galileo come eretico. L'accusa si basava sul fatto che lo scienziato «si dichiara apertamente seguace della scuola di Democrito ed Epicuro»[12] (due filosofi dell'antica Grecia); ciò significava che credeva negli atomi, una credenza ritenuta incompatibile con il dogma della transustanziazione eucaristica. Partendo da questa lettera, Redondi ha formulato una fantasiosa teoria della cospirazione secondo la quale la vera eresia per cui Galileo era stato infine condannato non era il copernicanesimo, bensì l'atomismo. Anche se la maggior parte degli altri storici non accettano la tesi di Redondi, non c'è dubbio che l'aggiunta di questo ulteriore elemento al sempre più lungo elenco dei problemi di Galileo non gli fu senz'altro d'aiuto.

Nonostante l'apparente appoggio del papa e qualche rassicurazione, da parte di padre Niccolò Riccardi, che le sue opinioni «non erano altrimenti contro la fede»,[13] Galileo sentiva comunque di avere dei seri motivi per essere preoccupato. Per quanto riguarda l'atomismo, oggi crediamo che tutta la materia ordinaria sia composta da alcune particelle elementari che non sono a loro volta costituite da altre particelle. Nel Modello standard della fisica delle particelle, che si è dimostrato di enorme successo, tra quelle particelle elementari figurano i quark (di cui sono fatti protoni e neutroni), i leptoni (elettroni, muoni e neutrini) i bosoni di gauge (mediatori di forze fondamentali) e il bosone di Higgs (che rappresenta uno stato di eccitazione di un determinato campo). La materia con cui abbiamo a che fare tutti i giorni è composta di atomi, che un tempo erano ritenuti indivisibili ma che di fatto, come sappiamo oggi, contengono queste particelle elementari subatomiche.

Nonostante tutte le preoccupazioni, le ansie e i timori associati agli attacchi di Grassi, il relativo successo del *Saggiatore* doveva aver dato una certa soddisfazione a Galileo. A quel punto, la sua convinzione che il modello copernicano fosse quello corretto era troppo forte perché potesse rinunciarvi.

10
Il *Dialogo*

Nel *Saggiatore*, Galileo non aveva dato il meglio di sé come scienziato; piuttosto, era apparso come un mago delle parole e delle scaltrezze logiche, brillante e articolato nella discussione. Tuttavia, l'elezione di Maffeo Barberini come papa Urbano VIII fece rinascere in Galileo le speranze di poter forse cambiare la posizione della Chiesa sul copernicanesimo. Con questo obiettivo in mente, voleva incontrare il papa il prima possibile, ma la sua salute malferma gli impedì di recarsi a Roma prima della primavera del 1624. Urbano VIII gli concesse benevolmente non meno di una mezza dozzina di udienze e mostrò grande rispetto e generosità nei suoi confronti, ma sul piano pratico i risultati furono comunque inferiori alle sue aspettative; al termine di quella serie di incontri, Galileo si era reso conto che, nonostante la sua apertura mentale, il nuovo pontefice restava convinto che gli esseri umani non sarebbero mai stati in grado di comprendere i misteri del cosmo. Per il papa, a prescindere da quale teoria dei moti planetari fosse stata adottata dagli scienziati, valeva sempre che «non possiamo limitare la potenza e sapienza divina a questo modo». [1] La visione di Galileo, com'è ovvio, era molto diversa; ciononostante, ne uscì con l'impressione che gli fosse stato consentito di presentare il modello copernicano come un'*ipotesi* e di mostrare che, almeno sul piano scientifico, questa congettura spiegava le osservazioni meglio del sistema aristotelico-tolemaico. Come avrebbe presto avuto modo di scoprire, anche questa impressione era inaccurata.

Tornato a Firenze, Galileo decise di procedere un passo per volta, rispondendo innanzitutto al saggio che Francesco Ingoli aveva pubblicato otto anni prima contro il copernicanesimo. [2] Ingoli era la persona che aveva «emendato» il libro di Copernico per conto della congregazione dell'Indice. La tattica adottata da Galileo fu quella di dire che aveva scelto di non essere un copernicano non per ragioni scientifiche bensì «per motivi superiori» [3]

(ossia, in quanto era un devoto cattolico), anche se poi la scienza era l'ambito in cui avrebbe mostrato la profonda debolezza – se non la pura e semplice falsità – delle argomentazioni di Ingoli. Si trattava di una mossa rischiosa e, su consiglio di Federico Cesi, la lettera a Ingoli non venne mai consegnata perché «l'opinione del Copernico è difesa exprofesso [esplicitamente], e se bene vi si dice apertamente che mediante un lume superiore è scoperta falsa» Cesi temeva che «i poco sinceri non la crederranno così, e tumultueranno di nuovo».[4] L'amico fidato di Galileo aveva senza dubbio ragione, dato che in quel periodo si stavano accumulando anche altri eventi sfavorevoli a Galileo, i più importanti dei quali furono la prematura scomparsa del suo grande sostenitore Virginio Cesarini e il fatto che il cardinale Alessandro Orsini, che in precedenza era stato un suo convinto ammiratore, era entrato nell'ordine dei gesuiti ed era finito sotto l'influenza del suo nemico giurato Christoph Scheiner. Inoltre, Mario Guiducci informò Galileo che il Sant'Uffizio aveva ricevuto da una persona non identificata la proposta di aggiungere *Il saggiatore* all'Indice dei libri proibiti per via dei suoi contenuti di chiaro stampo copernicano.

Tutto questo non trattenne comunque Galileo dall'iniziare a scrivere, intorno al 1626, il suo nuovo grande libro, il *Dialogo*, che in origine avrebbe dovuto descrivere nel dettaglio la sua teoria delle maree (un fenomeno che considerava ancora come la prova più convincente del moto della Terra). Nei tre anni successivi, però, il lavoro progredì molto lentamente e con prolungate interruzioni causate a volte dal peggioramento delle sue condizioni di salute, a volte dalla sua necessità di ottenere più dati sulle maree. Con una scelta che potrebbe sembrare un po' sorprendente, Galileo decise di non reagire in modo significativo (fatta eccezione per una lettera al principe Paolo Orsini nella quale esprimeva il proprio malcontento) all'imponente opera di Scheiner sulle macchie solari, *Rosa Ursina*, pubblicata nel 1630.

Mentre Galileo stava apportando gli ultimi ritocchi al *Dialogo*, la fortuna gli sorrise: nel giugno 1629, padre Niccolò Riccardi, che qualche anno prima aveva commentato in toni entusiasti *Il saggiatore*, fu nominato maestro del Sacro palazzo apostolico; con questa nuova carica, era diventato la persona da cui dipendeva l'autorizzazione finale alle stampe. Di conseguenza, gli amici di Galileo erano cautamente ottimisti riguardo alla possibilità di pubblicare il libro a Roma. Castelli, che nel frattempo era

stato nominato professore di matematica all'Università di Roma, scrisse a Galileo che Ciampoli «tiene per fermo, che venendo V. S. a Roma, superarà qual si voglia difficoltà». [5]

Galileo giunse a Roma il 3 maggio 1630 e venne ricevuto come un ospite di riguardo dall'ambasciatore toscano, Francesco Niccolini, nominato a quell'incarico nel 1621. Circa due settimane dopo, gli fu concessa un'udienza con papa Urbano VIII, che senza dubbio ribadì le sue precedenti opinioni sulla necessità di trattare il copernicanesimo come una mera ipotesi e la sua convinzione che l'universo sarebbe sempre rimasto al di là della comprensione umana. Ciononostante, basandosi sul contegno tenuto in generale dal papa e sul calore con cui lo aveva accolto, Galileo si convinse, a quanto pare, che il pontefice non avrebbe mosso obiezioni alla pubblicazione del futuro *Dialogo*.

Galileo non riuscì però ad afferrare due fatti cruciali. Il primo aveva a che fare con la difficoltà della situazione politica e con lo stato psicologico del papa stesso. Urbano VIII, che era un sincero amante e patrono delle arti, aveva fatto enormi spese durante il suo pontificato (uno sperpero culminato nella costruzione a Roma del sontuoso Palazzo Barberini); allo stesso tempo, aveva finanziato la costruzione di una varietà di fortezze e altre strutture militari, debilitando sul piano finanziario un papato già percepito come nepotistico e consumato dai desideri dei piaceri terreni. Inoltre, la Guerra dei trent'anni infuriava da ormai più di un decennio, senza che ancora si intravedesse una sua fine all'orizzonte, e anche i rapporti di Roma con la Francia – un Paese che Urbano VIII in genere appoggiava – si erano un po' deteriorati a causa delle posizioni intransigenti adottate dall'influente cardinale francese Armand-Jean du Plessis Richelieu. Tutto questo aveva trasformato papa Urbano VIII in un uomo lunatico, capriccioso e sospettoso, che si aspettava da coloro che lo circondavano un'obbedienza assoluta su tutti i fronti.

La seconda realtà che Galileo non aveva del tutto compreso era il livello dell'odio che alcuni dei suoi nemici nutrivano nei suoi confronti e verso le nuove idee scientifiche in generale, e i passi crudeli che erano pronti a compiere per portarlo alla rovina. Questa animosità si manifestò in un increscioso incidente avvenuto durante la permanenza di Galileo a Roma. A quanto pare, l'abate di Santa Prassede, a Roma, pubblicò un oroscopo che

prediceva l’imminente morte del papa e di suo nipote, e alcuni degli avversari di Galileo tentarono di dare la colpa allo scienziato annunciando:

> Qua si trova il Galileo, ch’è famoso mathematico et astrologo, che tenta di stampare un libro nel qual impugna molte opinioni che sono sostenute dalli Giesuiti. Egli si è lasciato intendere che […] alla fine di Giugno haremo la pace in Italia, e che poco doppo morirà D. Thadeo et il Papa. L’ultimo punto viene comprovato dal Caracioli Napolitano, dal Padre Campanella, e da molti discorsi in scritto, che trattano dell’elettione del nuovo Pontefice come se fosse sede vacante. [6]

Galileo, che sapeva quanto fosse superstizioso papa Urbano VIII, dovette reagire subito e mandò parola al papa negando ogni proprio coinvolgimento in quel fatto. Per fortuna, questo particolare complotto non ebbe successo e il pontefice assicurò a Galileo che non aveva alcun sospetto nei suoi confronti.

Padre Riccardi, su cui ricadeva la responsabilità dell’approvazione del *Dialogo*, era perfettamente consapevole di quanto fosse delicata la situazione a Roma. Dopo la sua prima lettura del manoscritto, comprese subito che, nonostante quello che Galileo potesse aver pensato (e anche se il risultato finale della discussione veniva lasciato aperto, senza conclusioni definitive), il testo era senza dubbio, almeno in gran parte, di stampo copernicano, così che una sua pubblicazione senza revisioni avrebbe potuto comportare seri guai. Pertanto, suggerì di aggiungere, oltre ad alcuni necessari aggiustamenti, una sezione introduttiva – o una prefazione – e un capitolo conclusivo, nei quali andava sottolineata la natura ipotetica del modello copernicano. Di conseguenza, si decise che lo stesso Riccardi, assieme al domenicano Raffaele Visconti, avrebbero esaminato con attenzione il libro prima di discuterne con il papa. Questa conversazione con il pontefice ebbe infine luogo verso la metà di giugno 1630 e, sulla base di ciò che gli era stato presentato (ossia, una prospettiva a dir poco parziale), il papa espresse la sua complessiva soddisfazione; tuttavia, insistette perché il titolo non si concentrasse sulle maree (in quanto ciò avrebbe implicato che il tema principale era la dimostrazione del moto della Terra) ma sui «Massimi sistemi del mondo». Con queste assicurazioni, dopo essersi amichevolmente congedato dal papa e da suo nipote (il

cardinale Francesco Barberini), Galileo partì infine per Firenze il 26 giugno 1630.

Purtroppo, questa non fu l'ultima delle prove e delle tribolazioni che Galileo avrebbe dovuto affrontare per pubblicare il *Dialogo*.[7] La più pesante fu l'improvvisa morte, il 1° agosto 1630, di Federico Cesi, il fondatore e unico finanziatore dell'Accademia dei Lincei; questo comportò il trasferimento della stampa del libro da Roma a Firenze, ossia fuori dalla giurisdizione di Riccardi. Dopo qualche trattativa, ci si accordò perché il responsabile della pubblicazione fosse padre Giacinto Stefani, un consultore dell'Inquisizione di Firenze, ma solo dopo che Riccardi avesse approvato l'introduzione e la conclusione. L'operazione procedette con estenuante lentezza. Galileo, giunto ormai ai limiti della sopportazione, acconsentì a un incontro con tutte le autorità fiorentine coinvolte e dichiarò con impazienza:

> In oltre, dal vedere con quanta sommissione e reverenza io mi accomodo a dar titolo di sogni, di chimere, di equivoci, di paralogismi e di vanità, a tutte quelle ragioni et argomenti che a i superiori paressero applaudere all'opinioni da essi tenute non sincere, comprenderebbe esso e gl'astanti quanto sia vero quello che io professo, che è di non haver mai hauto in questa materia altra opinione e intenzione, che quella che hanno i più santi e venerabili Padri e dottori di S. ta Chiesa.[8]

Per farla breve, la stampa del *Dialogo* venne completata solo il 21 febbraio 1632. Sul libro erano riportate le autorizzazioni (*imprimatur*) sia di Riccardi sia dell'inquisitore di Firenze, Clemente Egidi, anche se il primo non aveva visto la versione finale ma si era limitato a mandare le istruzioni riguardanti l'introduzione e la conclusione al secondo. In ottemperanza alla richiesta del papa, il titolo era *Dialogo dove ne i congressi di quattro giornate si discorre sopra i due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano, proponendo indeterminatamente le ragioni filosofiche e naturali tanto per l'una, quanto per l'altra parte*.[9] Il titolo conteneva una sorta di gioco di prestigio. Anche tralasciando il fatto che i sistemi aristotelico e tolemaico non erano identici, c'era almeno un altro sistema del mondo che, in termini di accordo con le osservazioni, era superiore a quello tolemaico: il modello ibrido di Tycho Brahe, in cui i pianeti ruotavano attorno al Sole ma quest'ultimo ruotava a sua volta attorno alla Terra. Galileo aveva sempre ritenuto che il sistema di Brahe fosse inutilmente complesso e artificioso;

inoltre, pensava di aver trovato la prova del moto della Terra nel fenomeno delle maree, così che, nello sforzo di assegnare al copernicanesimo una chiara vittoria (anche se, formalmente, il libro non arrivava a conclusioni definitive), avrà probabilmente voluto evitare di confondere le acque con specificazioni superflue.



DIALOGO
DI
GALILEO GALILEI LINCEO
MATEMATICO SOPRAORDINARIO
DELLO STVDIO DI PISA.
E Filoſofo, e Matematico primario del
SERENISSIMO
GR. DVCA DI TOSCANA.
Doue ne i congreſſi di quattro giornate ſi diſcorre
ſopra i due
MASSIMI SISTEMI DEL MONDO
TOLEMAICO, E COPERNICANO;
Proponendo indeterminatamente le ragioni Filoſofiche, e Naturali
tanto per l'vna, quanto per l'altra parte.
CON PRI VILEGI.
IN FIORENZA, Per Gio: Batiſta Landini MDCXXXII.
CON LICENZA DE' SVPERIORI.

FIGURA 10.1. Il frontespizio del *Dialogo*.

Nell’importante prefazione – aggiunta su richiesta di padre Riccardi al fine di facilitare la concessione dell’*imprimatur* – Galileo fece del proprio meglio per dare l’impressione di essere d’accordo con il decreto anticopernicano del 1616. I lettori odierni potranno forse cogliere la sua fatica nel nascondere il proprio sarcasmo e il disprezzo che nutriva per quel decreto e per i vincoli antintellettuali che gli erano stati personalmente imposti:



FIGURA 10.2. L’antiporta del *Dialogo*.

> Non mancò chi temerariamente asserì, quel decreto essere stato parto non di giudizioso esame, ma di passione troppo poco informata, e si udirono querele che consultori totalmente inesperti delle osservazioni astronomiche non dovevano con proibizione repentina tarpar l'ale a gl'intelletti speculativi. Non poté tacer il mio zelo in udir la temerità di sì fatti lamenti. Giudicai, come pienamente instrutto di quella prudentissima determinazione, comparir publicamente nel teatro del mondo, come testimonio di sincera verità. Mi trovai allora presente in Roma; ebbi non solo udienze, ma ancora applausi de i più eminenti prelati di quella Corte; né senza qualche mia antecedente informazione [da parte del cardinale Bellarmino] seguì poi la publicazione di quel decreto. [10]

Per compiacere ulteriormente il papa, Galileo, andando contro le proprie convinzioni scientifiche personali, dichiarò che con il *Dialogo* «ho preso nel discorso la parte copernicana, procedendo in pura ipotesi matematica»; ossia, finse di accettare l'approccio per cui la scienza doveva limitarsi a «salvare le apparenze». Infine, aggiunse anche un riferimento diretto alla visione del papa secondo la quale, anche se il sistema copernicano spiega i moti dei pianeti, potrebbe comunque non rappresentare la realtà, in quanto Dio è onnipotente e potrebbe aver creato quelle medesime apparenze attraverso mezzi del tutto diversi, al di là dell'umana comprensione. Scrisse infatti che: «Il rimettersi ad asserir la fermezza della Terra, e prender il contrario solamente per capriccio matematico, non nasce da non aver contezza di quant'altri ci abbia pensato, ma, quando altro non fusse, da quelle ragioni che la pietà, la religione, il conoscimento della divina onnipotenza, e la coscienza della debolezza dell'ingegno umano, ci somministrano». [11] Ingenuamente, Galileo pensava che queste dichiarazioni di esclusione di responsabilità sarebbero state sufficienti.

Salviati, Simplicio, Sagredo

Il *Dialogo* è uno dei testi scientifici più intriganti che siano mai stati scritti: ci sono conflitto e dramma, è vero, ma anche filosofia, umorismo, cinismo e un uso poetico del linguaggio, così che la somma è molto più delle sue parti.

Plasmato sul modello dei dialoghi di Platone,[12] il *Dialogo* si presenta come una discussione immaginaria fra tre interlocutori che ha luogo in un palazzo veneziano nel corso di quattro giornate. Salviati (che prende il nome dal defunto amico fiorentino di Galileo Filippo Salviati) è il rappresentante delle opinioni copernicane dello scienziato. Sagredo (dal nome di un altro grande amico – a sua volta deceduto – di Galileo, il veneziano Gianfrancesco Sagredo) recita la parte della persona istruita ma non esperta che confronta e giudica con saggezza le idee aristoteliche e copernicane espresse dagli altri due. Infine, Simplicio è un aristotelico incallito che difende con ostinazione la visione geocentrica del mondo; si suppone che abbia preso il nome da Simplicio di Cilicia, un commentatore delle opere di Aristotele vissuto nel VI secolo d.C., con un doppio senso che allude però anche al suo essere uno sprovveduto. Simplicio è in parte modellato sulla figura del conservatore Cesare Cremonini e in parte su quella della nemesi di Galileo, Lodovico delle Colombe.

Durante le prime tre giornate, l'alter ego di Galileo, Salviati, demolisce metodicamente Simplicio. Usando esempi che spaziano dai gatti morti che cadono dalle finestre all'illusione che la Luna ci segua mentre percorriamo un sentiero, Galileo rigetta tutte le autorità del passato (come Aristotele), «perché i discorsi nostri hanno a essere intorno al mondo sensibile, e non sopra un mondo di carta».[13]

Nella prima giornata, Salviati dimostra che non c'è alcuna differenza tra le proprietà delle cose terrestri e quelle delle cose celesti. Nella seconda giornata, suggerisce che tutti i moti che si osservano nei cieli possono essere spiegati con maggiore facilità assumendo che sia la Terra a muoversi piuttosto che non il Sole e il resto del mondo.

Salviati dedica quindi la terza giornata a rispondere a tutte le obiezioni mosse contro l'idea che la Terra orbiti attorno al Sole e a fornire le evidenze di tale moto. La cosa più interessante in questa discussione è forse costituita dalla nuova affermazione di Galileo secondo la quale egli sarebbe ora in grado di *dimostrare* la realtà del moto annuale della Terra in base alle osservazioni delle traiettorie seguite dalle macchie solari sulla superficie del Sole. Le dettagliate osservazioni delle macchie solari fatte da Galileo e ancor più da Scheiner avevano rivelato che la traiettoria proiettata delle macchie solari non segue una linea retta parallela all'eclittica. Durante il primo quarto dell'anno, infatti, esse sembrano ascendere lungo una linea

retta inclinata rispetto all'eclittica; quindi, nel secondo quarto, si muovono lungo una traiettoria incurvata verso l'alto; nel terzo, lungo una linea retta discendente e infine, nel quarto, lungo una traiettoria incurvata verso il basso.

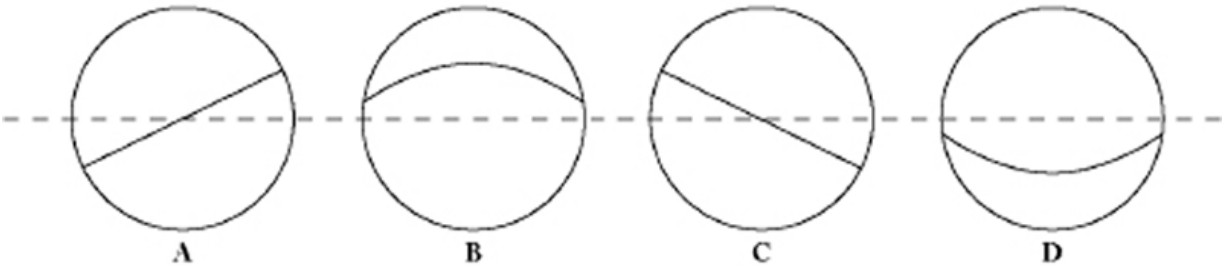


FIGURA 10.3. Schematizzazione delle traiettorie osservate per le macchie solari nelle quattro parti dell'anno.

Galileo dimostra che la causa della curva tracciata da questi moti apparenti sta in una rotazione del Sole attorno al suo asse, con un'inclinazione di circa 7° dell'asse di rotazione solare rispetto a una linea perpendicolare al piano dell'eclittica. Basandosi quindi sul rasoio di Occam, per il quale tra due spiegazioni di un dato fenomeno quella che richiede meno assunzioni è in genere corretta (nelle parole di Galileo, «invano si fa con più mezi quello che si può fare con manco mezi»),[14] conclude affermando la chiara superiorità del sistema copernicano (rispetto a quello tolemaico) nello spiegare tali osservazioni. Dato che, a quanto pare, Galileo aveva scoperto questa particolare prova solo pochi mesi prima di dare alle stampe il *Dialogo*, le sue spiegazioni sono piuttosto vaghe e di certo insufficienti, cosa che ha spinto molti suoi studiosi a dichiararsi scettici riguardo alla validità della dimostrazione (il saggista ungherese – naturalizzato britannico – Arthur Koestler si è spinto fino ad accusare Galileo di stupidità e di disonestà).[15]

Più di recente, comunque, delle analisi approfondite di questa prova hanno mostrato che anche se Galileo non ha incluso tutti i moti rilevanti, le traiettorie delle macchie solari potrebbero di fatto essere usate come un'evidenza convincente in favore del sistema copernicano.[16] Inoltre – cosa

forse più importante – anche se Galileo non se n'era reso conto, la sua prova non valeva soltanto contro il modello tolemaico ma anche, e in modo altrettanto decisivo, contro quello di Tycho. Di certo era molto più forte di quella basata sul flusso e riflusso delle maree, alla quale Galileo dedica la quarta giornata del *Dialogo*. È interessante notare che Galileo era perfettamente a conoscenza delle spiegazioni delle maree che chiamavano in causa l'influenza della Luna, ma in assenza di una teoria della gravitazione riteneva che le idee come quelle di Keplero (che aveva espressamente parlato di «forze attrattive» tra la Luna e la Terra) dipendessero da «qualità occulte», e questo anche se il concetto di Keplero anticipava di fatto la teoria di Newton.

Ricapitolando i risultati di questa maratona di quattro giorni di discussioni, Sagredo conclude:

> Aviamo dunque da i discorsi di questi 4 giorni grandi attestazioni a favor del sistema Copernicano; tra le quali queste tre, prese, la prima, dalle stazioni e retrogradazioni de i pianeti e da i loro accostamenti e allontanamenti dalla Terra, la seconda dalla revoluzion del Sole in se stesso e da quello che nelle sue macchie si osserva, la terza da i flussi e reflussi del mare, si mostrano assai concludenti. [17]

Come abbiamo visto, la terza presunta prova (quella basata sulle maree) era di fatto scorretta, mentre la seconda (le traiettorie delle macchie solari) era forse ancora più forte di quanto ritenesse – o fosse riuscito a spiegare – lo stesso Galileo. Con incredibile preveggenza, Galileo aggiunse quindi un quarto test: «La quarta, dico, presa dalle stelle fisse, mentre in loro per esattissime osservazioni apparissero quelle minime mutazioni che il Copernico pone per insensibili». [18] Galileo stava predicendo che sarebbe stato infine possibile misurare la minuscola parallasse rispetto allo sfondo delle stelle fisse dovuta al moto della Terra attorno al Sole, come di fatto è poi avvenuto.

Ma Galileo – vi starete forse chiedendo – come poteva permettersi di concludere il suo libro con una dichiarazione di appoggio a Copernico? In fin dei conti, l'ingiunzione che gli era stata imposta nel 1616 da Seghizzi gli ordinava esplicitamente di non farlo, e il rischio di attirarsi addosso una dura punizione da parte della Chiesa era troppo alto. Così, fu costretto a chiudere il libro con delle riserve e delle valutazioni sostanzialmente

negative verso l'intero suo contenuto! Questo rinnegamento trova la sua espressione più chiara nelle parole di Simplicio:

> So che amendue voi, interrogati se Iddio con la Sua infinita potenza e sapienza poteva conferire all'elemento dell'acqua il reciproco movimento, che in esso scorgiamo, in altro modo che co'l far muovere il vaso contenente, so, dico, che risponderete, avere egli potuto e saputo ciò fare in molti modi, ed anco dall'intelletto nostro inescogitabili. Onde io immediatamente vi concludo che, stante questo, soverchia arditezza sarebbe se altri volesse limitare e coartare la divina potenza e sapienza ad una sua fantasia particolare. [19]

Erano, citate quasi alla lettera, le parole di papa Urbano VIII. Per completare questa proclamazione non-scientifica che aveva dovuto inserire controvoglia, Galileo fece esprimere a Salviati e Sagredo il loro completo accordo con Simplicio e la loro accettazione del fatto che «non siamo per ritrovare l'opera fabbricata dalle Sue [di Dio] mani» e che tanto più ammiriamo la grandezza di Dio, «quanto meno ci troviamo idonei a penetrare i profondi abissi della Sua infinita sapienza». [20]

Forse Galileo credeva che, ripetendo le idee del papa sull'incapacità umana di penetrare davvero i segreti del cosmo, avesse dato il dovuto riconoscimento alla filosofia anticopernicana, mettendosi così a posto; ed è possibile che anche padre Riccardi, almeno entro certi limiti, condividesse questa idea. Nel far questo, però, Galileo aveva sottovalutato lo zelo dei suoi nemici, che avrebbero senz'altro notato come questa ammissione dell'incomprensibilità dell'universo veniva messa sulla bocca di Simplicio, la cui figura era stata ridicolizzata nell'intero *Dialogo*.

La cosa più importante, poi, era che l'atto di spodestare gli esseri umani dalla loro posizione centrale nell'universo era qualcosa di troppo brutale perché fosse possibile rimediarvi inserendo qualche dichiarazione filosofica di cortesia alla fine di un lungo dibattito dove i toni erano stati molto diversi.

Alcuni odierni storici della scienza hanno sollevato un'altra questione riguardo alla conclusione del *Dialogo*, considerando le «chiarificazioni» correttive di Galileo come un segno di doppiezza e di codardia. Io non sono assolutamente d'accordo. Il *Dialogo* esprimeva con coraggio l'autentica opinione di Galileo su un argomento che gli era stato intimato di non

discutere. Non c'è dubbio che il delicato tentativo di raggiungere un equilibrio nella prefazione e nella conclusione gli era stato imposto dai suoi amici e da coloro che volevano assicurarsi che il libro ricevesse l'*imprimatur* per la pubblicazione. Galileo avrebbe potuto evitare tutte le sventure, le sofferenze e i dispiaceri che ne sarebbero nati scegliendo semplicemente di essere meno combattivo e non pubblicando il *Dialogo*. Ma, in fin dei conti, anche lui era soltanto un essere umano, e il suo senso personale di orgoglio per le scoperte che aveva fatto, assieme a un'incontrollabile passione per quella che considerava come la verità, erano in lui troppo forti per permettergli di gettare la spugna. Galileo vedeva probabilmente il proprio compito di convincere tutti della correttezza del copernicanesimo come una missione storica. È per questo che scelse di scrivere il *Dialogo* (così come la maggior parte degli altri suoi libri) in italiano anziché in latino, in modo che potessero essere letti da ogni italiano istruito e interessato. Fece del suo meglio per trasmettere il senso della bellezza e della coerenza razionale dell'universo, ma lasciò il giudizio finale al lettore, come afferma chiaramente Salviati verso la fine della terza giornata di discussioni:

> Io non gli attribuirò [alle ragioni esposte] titolo né di concludenti né di non concludenti, attesoché, come altre volte ho detto, l'intenzion mia non è stata di risolver cosa veruna sopra cosí alta quistione, ma solo di proporre quelle ragioni naturali ed astronomiche le quali per l'una e per l'altra posizione possono da me addursi, lasciando ad altri la determinazione: la quale non dovrà in ultimo esser ambigua […] convenendo una delle due costituzioni esser necessariamente vera e l'altra necessariamente falsa. [21]

La storia ha di fatto dimostrato che Galileo aveva ragione, ma qualche volta aver ragione non basta; di certo non bastò a salvare Galileo dalle avversità e dai tormenti che lo attendevano negli anni a venire.

11
La tempesta si avvicina

Come prevedibile, i fan di Galileo – a partire da Benedetto Castelli, che non era soltanto un buon matematico e un convinto copernicano ma anche un sostenitore da sempre del suo ex maestro – accolsero la pubblicazione del *Dialogo* con grande entusiasmo. Tuttavia, non erano ancora passati quattro mesi da quando il libro era stato dato alle stampe che iniziarono ad arrivare alcune preoccupanti notizie.

Iniziò tutto con una lettera di padre Riccardi all'inquisitore di Firenze, Clemente Egidi, con cui si chiedeva a quest'ultimo di bloccare immediatamente la distribuzione del libro finché da Roma non fossero state mandate alcune correzioni. Questo atto inquietante era la conseguenza di una serie di eventi che, accumulandosi, avevano alimentato nella mente del papa i sospetti e l'ostilità nei confronti di Galileo.

Il primo episodio ebbe per protagonista l'amico di Galileo Giovanni Ciampoli. Scegliendo di appoggiare i cardinali di inclinazione filo-spagnola, quest'ultimo era entrato in opposizione con la strategia in genere francofila del papa, perdendo così la simpatia e la fiducia di Urbano VIII. Inoltre, Ciampoli scrisse una lettera in cui criticava lo stile del pontefice, aggiungendo così un elemento personale alla disapprovazione che quest'ultimo nutriva nei suoi confronti. In secondo luogo, al papa iniziavano ad arrivare voci, soprattutto da parte degli avversari gesuiti di Galileo, secondo le quali il contenuto del *Dialogo* era diverso da ciò che Urbano VIII si era aspettato; in particolare, venne informato del fatto che il suo stesso ragionamento sull'incomprensibilità dell'universo e l'incapacità degli uomini di dimostrare la realtà di un qualunque sistema teorico del mondo era stato trattato in modo irriguardoso: non solo era stato presentato in una breve parentesi marginale, ma era stato messo in bocca a Simplicio, un personaggio ridicolizzato nel corso dell'intero libro. Infine, per via dello stato psicologico di paranoia in cui si trovava in quel momento, Urbano

VIII arrivò addirittura a fraintendere il sigillo del tipografo sul frontespizio del libro, composto da tre delfini che si mordevano l'un l'altro la coda (si veda l'immagine in fondo alla Figura 10.1), interpretandolo come un'allusione al suo nepotismo. Il risultato di tutti questi snervanti eventi fu che, nell'agosto 1632, nei circoli ecclesiastici di Roma si discuteva già di una serie di opzioni che andavano dal ritardare la distribuzione del libro al proibirlo del tutto. In particolare, si diceva che i padri gesuiti si fossero messi al lavoro per far proibire l'opera: «I Giesuiti lo [Galileo] perseguiteranno acerbissimamente».[1] Nel frattempo, padre Riccardi stava cercando con impegno di ottenere informazioni su quante copie del *Dialogo* fossero state stampate e a chi fossero state mandate, al fine di richiamarle tutte.

Che cosa fece Galileo di fronte a tutti questi sviluppi negativi? Solo quel poco che poteva: chiese all'ambasciatore fiorentino a Roma, Niccolini, e allo stesso granduca Ferdinando II di protestare contro le restrizioni imposte a un libro che aveva già ricevuto tutti i permessi e le autorizzazioni necessarie. Di fatto, Niccolini ebbe diversi incontri con il nipote del papa, il cardinale Francesco Barberini, e sentendo che era stata nominata una commissione interamente composta da persone maldisposte verso Galileo con lo scopo di esaminare il suo libro, chiese che vi venissero perlomeno aggiunti dei «suggetti indifferenti».[2] L'ambasciatore non ricevette però nessuna rassicurazione in proposito.

Ai primi di settembre, Filippo Magalotti,[3] parente dei Barberini e amico sia di Galileo sia di Mario Guiducci, venne infine a sapere da padre Riccardi quali erano le accuse principali mosse al *Dialogo*: oltre al fatto che nel libro le opinioni del papa erano state sminuite, si diceva che la prefazione non era sufficiente a controbilanciare come necessario le idee copernicane espresse nel corpo principale del testo, soprattutto perché sembrava essere – e, di fatto, lo era – una semplice aggiunta posticcia. A quel punto, comunque, Magalotti nutriva ancora un cauto ottimismo, ritenendo che «con poca cosa che si levi o che s'aggiunga per maggior cautela […] abbia il libro a restar libero».[4] Il suo consiglio era di non cercare di forzare la situazione ma di aspettare che gli animi si calmassero; tuttavia, a causa di una sfortunata catena di eventi, accadde esattamente l'opposto.

L’ambasciatore Niccolini dovette vedersi con il papa per discutere di un altro argomento e l’incontro degenerò fino a portare disastrose conseguenze, come avrebbe in seguito raccontato il diplomatico stesso, in preda alla frustrazione: «Mentre si ragionava di quelle fastidiose materie del S.to Offizio, proroppe S. S.tà in molta collera, et all’improviso mi disse ch’anche il nostro Galilei haveva ardito d’entrar dove non doveva, et in materie le più gravi e le più pericolose che a questi tempi si potesser suscitare».[5] Colto di sorpresa da questa reazione – e ignaro del fatto che Ciampoli aveva perso il favore del papa – Niccolini commise l’ulteriore sbaglio di cercare di sostenere che il *Dialogo* era stato pubblicato con l’approvazione di Riccardi e Ciampoli. Così facendo, toccò un nervo scoperto del pontefice, che andò in escandescenza e si mise a gridare che «egli et il Ciampoli l’havevano aggirata, et ch’il Ciampoli in particolare haveva ardito di dirli ch’il S.r Galilei voleva far tutto quel che S. S.tà comandava et che ogni cosa stava bene». Tutti i tentativi di Niccolini di convincere Urbano VIII a dare a Galileo un’opportunità di spiegare le proprie azioni caddero nel vuoto. Il papa gridò infuriato che «Il S.to Ufizio, dico a V. S. che non fa queste cose […] né s’usa» e che «egli [Galileo] sa benissimo dove consistono le difficultà, se le vuol sapere, perché n’habbiamo discorso con lui et l’ha sentite tutte da noi medesimi».

Niccolini provò almeno ad ammorbidire il colpo, ma tutti i suoi sforzi si scontrarono con un muro di gomma. Il papa gli rivelò di aver nominato una commissione col compito di esaminare il libro «parola per parola […] perché si trattava della più perversa materia che si potesse mai haver alle mani». Alla fine, ribadendo la propria accusa di essere stato ingannato da Galileo, Urbano VIII aggiunse che, in realtà, aveva fatto a Galileo un favore scegliendo di nominare una commissione speciale anziché di mandare direttamente il caso all’Inquisizione.

Di fronte a questo fiasco, Niccolini decise, anche su consiglio di Riccardi, di astenersi da ogni altro tentativo di calmare il papa e di affidarsi esclusivamente al lavoro dello stesso Riccardi, che avrebbe cercato di introdurre alcune correzioni nel libro in modo da renderlo più digeribile. Riccardi sembrava meno preoccupato riguardo alla composizione della commissione (di cui faceva parte), stimando che almeno altri due membri avrebbero trattato Galileo con correttezza. La sua assunzione era però

sbagliata, dato che il gesuita Melchiorre Inchofer (che molto probabilmente ne era a sua volta membro) era un fervente anticopernicano.

In ogni caso, questa era la situazione all'inizio di settembre 1632, e anche se le cose sembravano tutt'altro che incoraggianti, c'era perlomeno qualche ragione per conservare un moderato ottimismo. Fu allora, però, che venne a galla una nuova informazione, scoppiando come una bomba.

Un fantasma dal passato

Come forse ricorderete, sedici anni prima Galileo era stato convocato nel palazzo di Roberto Bellarmino dove, dopo un ammonimento da parte dello stesso cardinale, il commissario generale del Sant'Uffizio, Michelangelo Seghizzi, gli aveva intimato – senza che ce ne fosse la necessità – un'ingiunzione più pesante, proibendogli di sostenere o difendere il sistema copernicano in qualsiasi pubblicazione o nei suoi insegnamenti. Il verbale che registrava questa ingiunzione – nonché il fatto che Galileo vi si era sottomesso – venne in qualche modo recuperato dagli archivi del Sant'Uffizio verso la metà di settembre e fu portato all'attenzione della commissione papale. Con questa nuova prova in mano, ogni speranza che il caso si potesse risolvere apportando qualche correzione al *Dialogo* iniziò presto a sparire. Di fatto, in una seduta della congregazione tenutasi il 23 settembre, si riferì che Galileo aveva «ingannevolmente taciuto dell'ingiunzione che gli era stata intimata dal Sant'Uffizio nell'anno 1616, che era la seguente: abbandonare totalmente la suddetta opinione, che il Sole è il centro del mondo ed è immobile e che la Terra si muove, opinione che quindi in seguito non avrebbe più dovuto tenere, insegnare o difendere in alcun modo, verbalmente o per iscritto, altrimenti il Sant'Uffizio avrebbe preso provvedimenti nei suoi confronti; ingiunzione a cui il suddetto Galileo si era sottomesso e a cui aveva promesso di obbedire». [6] La mano di Seghizzi – che era morto nel 1625 – stava afferrando il collo di Galileo anche dalla tomba.

Davanti a questa nuova prova, la reazione del papa fu rapida: diede istruzioni all'inquisitore di Firenze perché ordinasse a Galileo di recarsi a Roma per l'intero mese di ottobre e presentarsi davanti al commissario generale del Sant'Uffizio per essere interrogato. Scioccato da questa

inquietante convocazione, Galileo capì che avrebbe dovuto dimostrare obbedienza, almeno formalmente; allo stesso tempo, però, era determinato a fare tutto ciò che era in suo potere (o nel potere dei suoi amici) per scansare l'obbligo di andare a Roma, sapendo fin troppo bene che da quel viaggio non sarebbe potuto nascere nulla di buono. Nel quadro di questa tattica di rinvio – ma anche a causa dei suoi veri problemi di salute – il 13 ottobre mandò una lettera al cardinale Francesco Barberini in cui si lamentava di come i frutti dei suoi studi e delle sue fatiche fossero stati «convertiti in gravi note della mia reputazione»,[7] cosa che lo aveva tenuto sveglio per innumerevoli notti. In un commosso appello a Barberini, quindi, Galileo chiese che la Chiesa gli consentisse di mandare per iscritto delle dettagliate spiegazioni di tutte le sue opere, o, in alternativa, di comparire davanti all'inquisitore di Firenze anziché andare a Roma.

L'ambasciatore Niccolini, che avrebbe dovuto consegnare la lettera di Galileo al cardinale, ebbe all'inizio qualche esitazione, temendo che più che essere d'aiuto potesse peggiorare ulteriormente le cose, ma dopo essersi consultato con Benedetto Castelli si decise infine a recapitarla. Allo stesso tempo, Niccolini e Castelli si incontrarono con diversi funzionari della Chiesa – Niccolini ebbe persino un'udienza con lo stesso Urbano VIII – in un disperato tentativo di evitare allo scienziato sessantottenne un viaggio fino a Roma. Nessuno degli interventi a nome di Galileo ebbe però successo. Il papa insisteva nel dire che sia Ciampoli sia Riccardi «s'eran portati male»[8] e lo avevano ingannato riguardo al *Dialogo*. Per rappresaglia, il 23 novembre Ciampoli venne di fatto esiliato da Roma – dove non sarebbe più ritornato – per diventare il governatore di una piccola città.

Per quanto riguardava Galileo, il pontefice intimò all'inquisitore fiorentino di obbligarlo a venire a Roma, anche se gli fu concesso un rinvio di un mese per il viaggio. Con un ultimo, disperato tentativo, il 17 dicembre Galileo mandò un referto medico, stilato da tre dottori, che dichiarava che il viaggio avrebbe peggiorato le sue già gravi condizioni. A quel punto, l'ormai impaziente Urbano VIII non era però disposto a fare nessun'altra concessione: con la chiara intenzione di intimidire lo scienziato, disse che avrebbe mandato i suoi medici personali per esaminarlo (a spese di Galileo!) e che, se lo avessero giudicato idoneo ad affrontare il viaggio, sarebbe stato portato a Roma «in catene, come prigioniero».[9] Di fronte a

quella minaccia, anche il granduca e il suo segretario di Stato informarono Galileo che «convenendo finalmente obbedire a' tribunali maggiori, dispiace a S. A. [il granduca] di non poter fare che V. S. non vada».[10] A quel punto, il massimo che il granduca potesse fare era aiutarlo per il viaggio e organizzare la sua sistemazione a Roma a casa dell'ambasciatore.

Consapevole di non avere ormai più scelta e preoccupato per le possibili conseguenze di quel viaggio, Galileo fece testamento, nominando erede suo figlio Vincenzo. Scrisse anche a un suo amico a Parigi, Elia Diodati (che ebbe un ruolo nella pubblicazione dell'opera di Galileo oltralpe), dicendogli: «Tengo per fermo che [il *Dialogo*] sarà prohibito, nonostante che per ottenerne la licenza io andassi in persona a Roma, e lo consegnassi in mano del Maestro del Sacro Palazzo».[11]

Galileo partì per Roma il 20 gennaio 1633, ma a causa dell'infuriare della peste venne messo in quarantena prima di uscire dalla Toscana per entrare nei territori dello Stato Pontificio, una sosta forzata che si rivelò tremendamente lunga e sgradevole. Di conseguenza, giunse a Roma solo il 12 febbraio, trovando una confortevole e calorosa ospitalità nella casa dell'ambasciatore Niccolini e sua moglie. Dopo aver incontrato nei primissimi giorni alcuni funzionari della Chiesa per avere qualche consiglio, nelle settimane seguenti Galileo non lasciò quasi mai la casa, in quanto il cardinale Francesco Barberini gli aveva suggerito di non socializzare per timore del «pregiuditio e danno che le ne potrebbe risultare».[12]

Mentre il tempo passava senza alcuna forma di comunicazione e senza che avvenisse un granché in termini di azioni chiare e precise, Galileo riprese un po' delle sue speranze in una soluzione benevola e pacifica del caso. Si sentiva incoraggiato anche per il fatto che gli era stato permesso di rimanere nella casa dell'ambasciatore toscano anziché nei quartieri del Sant'Uffizio. Nella sua ingenuità, non si rendeva conto che la Chiesa, dopo essersi data pena di farlo venire fino a Roma, non poteva permettersi di lasciare che il caso finisse in nulla. Anche i tentativi di Niccolini di raggiungere subito una decisione attraverso un nuovo incontro con il papa non ebbero alcun risultato: il pontefice dichiarò «che Iddio li perdoni a entrar in queste materie», in quanto, come continuava a ripetere, «Iddio è omnipotente e può far ogni cosa; se è omnipotente, perché vogliamo necessitarlo?».[13]

Lo stato di incertezza e di ansia si protrasse per circa due mesi; poi, all'inizio di aprile, Galileo fu convocato al Sant'Uffizio e il 12 si presentò davanti al commissario generale. L'unica buona notizia che Niccolini poté riferire al segretario di Stato fiorentino fu che Galileo era alloggiato nelle stanze del procuratore fiscale – il pubblico accusatore – anziché nelle celle di solito assegnate ai criminali. Il fiscale consentì inoltre al domestico di Galileo di servirlo e lasciò che i pasti gli venissero portati dall'ambasciata toscana.

Era così pronta la scena di uno dei più famosi – o, meglio, famigerati – processi della storia.

12
Il processo

Il processo a Galileo ebbe inizio il 12 aprile e si concluse il 22 giugno 1633. I veri e propri interrogatori ebbero luogo nel corso di tre udienze: il 12 aprile, il 30 aprile e il 10 maggio. La decisione del papa arrivò il 16 giugno e la sentenza fu proclamata sei giorni dopo. Anche se le imputazioni chiave riguardavano la disobbedienza agli ordini della Chiesa, nessun altro evento nella storia ha mai rappresentato in modo più chiaro lo scontro tra il ragionamento scientifico e l'autorità religiosa, e i suoi echi si avvertono ancora oggi.

L'Inquisizione – o, in termini più formali, la congregazione del Sant'Uffizio – era composta da dieci cardinali nominati dal papa. Il responsabile degli interrogatori era il commissario generale, il cardinale Vincenzo Maculano (che era anche un ingegnere), aiutato dal procuratore fiscale Carlo Sinceri. Come vedremo, pur disponendo di una descrizione abbastanza dettagliata di ciò che avvenne all'interno dell'aula durante ciascuna udienza, non abbiamo purtroppo accesso alle informazioni – potenzialmente cruciali – riguardo a quello che accadde dietro le quinte.

Prima udienza: le ombre del 1616

Dopo alcune domande preliminari,[1] in risposta alle quali Galileo riconobbe che presumeva di essere stato convocato dal Sant'Uffizio per via del suo ultimo libro, il *Dialogo*, la pubblica accusa passò in fretta a quella che considerava come la propria carta vincente. Con una serie di domande, Maculano concentrò tutta l'attenzione sull'ingiunzione del 1616, il documento che qualche mese prima era stato ritrovato negli archivi.

Dato che questo documento ebbe un ruolo chiave nel processo, vale la pena di richiamare la serie di eventi che avevano condotto alla sua

creazione. Il 25 febbraio 1616, a una seduta dell'Inquisizione, papa Paolo V ordinò al cardinale Bellarmino di convocare Galileo e di avvertirlo che doveva abbandonare la dottrina copernicana; *solo qualora Galileo si fosse rifiutato*, il commissario generale Michelangelo Seghizzi avrebbe dovuto dargli un'ingiunzione formale che gli proibiva di difendere, discutere o insegnare il copernicanesimo in qualsiasi modo. Se poi l'astronomo si fosse opposto anche all'ingiunzione, l'ordine era di arrestarlo e procedere contro di lui per via giudiziaria. Alla seduta dell'Inquisizione del 3 marzo, Bellarmino riferì che Galileo si era sottomesso già nel momento in cui gli era stato dato l'avvertimento di smettere di sostenere il copernicanesimo.

La successione degli eventi descritta nel nuovo documento presentato al processo, datato 26 febbraio 1616, si differenziava per un aspetto importante: dichiarava, cioè, che *subito dopo* l'ammonimento di Bellarmino, Seghizzi era intervenuto ordinando a Galileo di abbandonare il copernicanesimo e di non tenerlo, difenderlo o insegnarlo in qualsiasi modo, e che Galileo aveva promesso di obbedire. Questo documento sembrava descrivere un intervento piuttosto prematuro da parte del commissario generale, forse provocato da un semplice breve momento di esitazione avuto da Galileo dopo aver sentito le parole di Bellarmino. Questo documento era inoltre in conflitto sia con la relazione che Bellarmino aveva presentato all'Inquisizione, sia con la lettera che il cardinale aveva poi mandato allo stesso Galileo il 26 maggio 1616. Da queste discrepanze è nata un'intera serie di teorie della cospirazione che suggeriscono che il documento dell'ingiunzione potrebbe essere stato falsificato, o nel 1616 o nel 1632.[2] Tuttavia, una perizia calligrafica del documento condotta nel 2009 ha confermato che tutti i documenti del 1616 erano stati registrati da Andrea Pettini, il notaio del Sant'Uffizio, confutando così ogni ipotesi di una possibile falsificazione fatta alla vigilia del processo.

Quando gli chiesero espressamente che cosa gli fosse stato comunicato nel febbraio 1616, Galileo rispose con esitazione: «Del mese di Febraro 1616, il S.r Card.le Belarmino mi disse che, per esser l'opinione del Copernico, assolutamente presa, contrariante alle Scritture Sacre, non si poteva né tenere né difendere, ma che *ex suppositione* si poteva pigliar e servirsene. In conformità di che tengo una fede dell'istesso S.r Card.le Belarmino, fatta del mese di Maggio a'26, del 1616, nella quale dice che

l’opinione del Copernico non si può tener né difendere, per esser contro le Scritture Sacre, della quale fede ne presento la copia; et è questa».[3] A quel punto, Galileo consegnò una copia della lettera di Bellarmino, della cui esistenza Maculano era ignaro. Da un punto di vista legale, questo poteva chiaramente essere un momento critico del processo, in quanto mentre l’ingiunzione del commissario generale Seghizzi (intimata alla presenza di Bellarmino) parlava di non «tenere, insegnare o difendere in qualsiasi modo, verbalmente o per iscritto»,[4] la lettera di Bellarmino diceva, in modo molto più blando, che la dottrina copernicana «non si possa difendere né tenere».[5] Colto evidentemente di sorpresa, Maculano chiese a Galileo se a quell’incontro fossero presenti anche altre persone, e lui rispose che c’erano alcuni padri domenicani che però non conosceva e che in seguito non aveva più visto. Continuando a insistere, Maculano gli domandò quali fossero state le precise parole dell’ingiunzione. Il modo in cui Galileo formulò la sua risposta, che suona sincera, non gli sarebbe stato d’aiuto ai fini della sua stessa difesa:

> Io non mi raccordo che mi fusse intimato questo precetto da altri che dalla viva voce del S.r Card.le Bellarmino; et mi raccordo che il precetto fu ch’io non potessi tenere né difendere, et può esser che ci fusse ancora *né insegnare*. Io non mi raccordo né anco che vi fusse quella particola *quovis modo* [in qualsiasi modo], ma può esser ch’ella vi fusse, non havendo io fatta rifflessione o formatone altra memoria, per haver havuto, pochi mesi dopo, quella fede del detto S.r Card.le Bellarmino sotto li 26 di Maggio, da me presentata, nella quale mi vien significato l’ordine fattomi di non tener né difender detta opinione. Et le altre due particole hora notificatemi di detto precetto, cioè *nec docere* [non insegnare] et *quovis modo*, io non ne ho tenuto memoria, credo perché non sono spiegate in detta fede, alla quale mi son rimesso e tenevo per mia memoria.[6]

Purtroppo, ammettendo la possibilità che l’ingiunzione fosse stata più restrittiva di quanto riportato nella lettera di Bellarmino, Galileo venne involontariamente a indebolire quella protezione che la formulazione di quest’ultima – più blanda – gli offriva: senza questa ammissione apparentemente sincera, per quanto espressa con incertezza, ci sarebbe stata la spinosa questione legale dell’incompatibilità tra i due documenti, la lettera di Bellarmino da un lato e il documento dell’ingiunzione dall’altro. È difficile immaginare perché Galileo abbia scelto di ammettere – sia pure

dicendo di non esserne sicuro – qualcosa che era avvenuto così tanti anni prima e che lui, legittimamente, non ricordava con precisione. Può darsi che avesse erroneamente pensato che la cosa non fosse poi troppo importante, soprattutto alla luce della linea di difesa che stava per adottare. Di fatto, la successiva serie di domande fu incentrata sull'*imprimatur*, l'autorizzazione a scrivere e a pubblicare il *Dialogo*.

La prima domanda fu forse la più problematica: Galileo si sentì chiedere se avesse domandato il permesso per scrivere il libro. La risposta breve era, com'è ovvio, no; tuttavia, riconoscerlo senza dare una spiegazione, tenendo conto del fatto che il libro era visto come un'opera schierata a favore di Copernico, sarebbe stata un'immediata ammissione di colpevolezza. Galileo decise quindi di fare affidamento sul fatto che il riassunto finale del libro e, in particolare, la prefazione aggiunta rendevano non concludenti le opinioni che aveva espresso sul copernicanesimo e facevano sì che il suo appoggio a quella dottrina non fosse né esplicito né assoluto. Di conseguenza, sostenne che non aveva avvertito la necessità di chiedere il permesso, in quanto il suo scopo non era quello di appoggiare la dottrina copernicana bensì di confutarlo. Oggi qualunque avvocato avrebbe avvisato Galileo che la scelta di quella parola («confutarla») non sarebbe suonata molto credibile, dati i contenuti effettivi del *Dialogo*; e, di fatto, la sua dichiarazione avrà fatto inarcare più di un sopracciglio tra gli inquisitori.

Perché Galileo fece una simile affermazione? È difficile giudicare che cosa passasse nella testa di quel vecchio che temeva di finire in carcere. Probabilmente, stava cercando di dare più peso a quanto aveva dichiarato nella prefazione, dove in apparenza si era detto d'accordo con il decreto contro il copernicanesimo del 1616. È inoltre possibile che lui abbia usato un'espressione più debole e che il termine «confutarla» sia poi stato inserito dai notai incaricati di redigere i verbali delle udienze, nel loro tentativo di ritrarre Galileo come un individuo falso e manipolare.

Anziché cercare di contraddire Galileo, Maculano passò alla domanda successiva, se avesse chiesto il permesso per stampare il libro. Su questo punto, Galileo aveva una risposta che di primo acchito sembrava convincente: non aveva ottenuto soltanto un singolo *imprimatur*, ma ben due, uno dal maestro del Sacro palazzo (Niccolò Riccardi, a Roma) e l'altro dall'inquisitore di Firenze (Clemente Egidi). Questo, in linea di principio, avrebbe potuto essere un punto molto forte in suo favore: come poteva la

Chiesa condannare un libro che era stato approvato due volte per la pubblicazione dagli stessi funzionari ecclesiali responsabili della censura?

Comprendendo perfettamente il problema che l'accusa aveva davanti, Maculano tentò di dimostrare che, di fatto, Galileo non era stato sincero nella sua richiesta del permesso; pertanto, gli domandò se avesse rivelato a Riccardi l'esistenza dell'ingiunzione del 1616. Galileo replicò che non l'aveva fatto, ripetendo che non l'aveva ritenuto necessario in quanto il suo scopo non era quello di difendere il copernicanesimo ma – in linea con le idee del papa – di dimostrare che nessun modello del mondo poteva essere conclusivo. Qui Galileo potrebbe aver commesso un altro errore tattico: per coerenza con le sue precedenti affermazioni, infatti, avrebbe potuto limitarsi a dire che non aveva informato Riccardi dell'ingiunzione del 1616 semplicemente perché non la ricordava. Il fatto che Galileo si sia lasciato sfuggire numerose opportunità di sfruttare dei cavilli legali per rafforzare la propria posizione ci lascia con l'impressione che le sue risposte siano state sincere, almeno dal suo punto di vista, oppure che siano state rese male nel verbale del processo.

La prima seduta si concluse con questo scambio di battute inconcludente. Alla fine dell'interrogatorio, come stabiliva il protocollo, Galileo dovette firmare una deposizione e fu quindi accompagnato in custodia negli stabili del convento domenicano di Santa Maria sopra Minerva, dove il Sant'Uffizio teneva le udienze.

Dal punto di vista di un procedimento legale obiettivo, si potrebbe dire che la prima seduta si era conclusa in un pareggio: Maculano aveva senza dubbio colto alla sprovvista Galileo e lo aveva spaventato tirando fuori il documento con l'ingiunzione di Seghizzi, ma Galileo lo aveva a sua volta sorpreso con la lettera di Bellarmino. Dato che il *Dialogo* consisteva in un esame critico degli argomenti pro e contro il copernicanesimo, poteva essere considerato come una violazione della proibizione di «insegnare» contenuta nella ingiunzione di Seghizzi; allo stesso tempo, però, Galileo poteva affermare di essersi attenuto appieno alla lettera di Bellarmino, che gli aveva soltanto vietato di sostenere la dottrina copernicana in modo esplicito. Dato che al tempo del processo sia Bellarmino sia Seghizzi erano ormai morti, i due documenti in conflitto determinavano una situazione di *impasse* dalla quale non sembrava facile uscire. I due permessi di stampare il libro – uno dato da Riccardi a Roma (anche se la cosa era un po'

problematica, visto che il libro era stato stampato a Firenze) e l'altra da Egidi a Firenze – venivano a complicare ulteriormente la faccenda, dando senz'altro a Maculano l'impressione di un incombente stallo.

Ci si potrebbe chiedere perché mai Egidi e Riccardi avessero concesso l'*imprimatur*, visto e considerato che i contenuti del libro erano chiaramente ritenuti discutibili da altri prelati della Chiesa. Possiamo solo ipotizzare che, conoscendo l'amicizia piuttosto stretta che aveva unito Urbano VIII e Galileo fino al 1630 circa, i due avranno assunto che il libro avesse l'approvazione almeno implicita del papa, soprattutto considerando che le opinioni del pontefice erano state espressamente riportate (sia pur sulla bocca di Simplicio); purtroppo, però, nel 1633 la scena politica e quella personale erano del tutto cambiate. La decisione di Egidi fu inoltre quasi certamente influenzata dal fatto che Galileo era sempre stato uno dei favoriti del granduca.

Il 17 aprile, i tre membri della nuova commissione speciale nominata per esaminare con attenzione il *Dialogo* al fine di determinare se Galileo avesse tenuto, insegnato o difeso in qualsiasi modo le proposizioni che il Sole è immobile e la Terra si muove, consegnarono le loro relazioni individuali, e per l'astronomo fu un disastro. La loro conclusione unanime era che il libro aveva violato l'ingiunzione di Seghizzi del 1616, anche se due di loro non dicevano esplicitamente che Galileo aveva *tenuto* la dottrina condannata del copernicanesimo.

Il rapporto del gesuita Melchiorre Inchofer, un tenace oppositore del copernicanesimo e sostenitore di Christoph Scheiner, era particolarmente lungo e molto dettagliato, ed esprimeva una condanna senza mezzi termini. Si apriva con un solenne atto d'accusa: «Io ritengo che Galileo non si limiti a insegnare e difendere l'immobilità o quiete del Sole preso come centro dell'universo, attorno al quale sia i pianeti sia la Terra ruotano con i loro moti propri, ma anche che sia veementemente sospetto di aderire con convinzione a questa opinione, e che di fatto *la tenga* [corsivo mio]».[7] Inchofer sospettava inoltre che uno degli obiettivi di Galileo fosse quello di attaccare specificamente Scheiner, che aveva scritto contro il copernicanesimo. Come previsto, la congregazione dell'Indice approvò subito – già il 21 aprile – le relazioni della commissione speciale.

Una lettera scoperta solo nel 1998 (e pubblicata nel 2001) negli archivi della congregazione per la Dottrina della fede ha dato adito a qualche

congettura riguardo ai successivi eventi del processo. La lettera in questione, scritta da Maculano e indirizzata al cardinale Francesco Barberini, era datata 22 aprile, solo un giorno dopo che la congregazione aveva approvato il giudizio dei relatori contro il *Dialogo*. Maculano descrisse la situazione in toni piuttosto compassionevoli:

> La notte passata il Sig.r Galileo è stato travagliato da dolori che l'hanno assalito, e gridava anco questa mattina, vero è che havendolo io visitato due volte ricevé il medicamento maggiore dal sentirsi dire che quanto prima si sbrigherà la sua causa, come veramente stimerei bene si facesse stando l'età grave di questo huomo. Già facessimo hieri la Congregatione sopra il libro, e fu risoluto che in esso si difenda, e s'ingegni l'opinione riprovata, e dannata dalla Chiesa, et però che l'autore si renda sospetto anco di tenerla; stando questo si potrà più presto ridurre la causa in stato di speditione nella quale attenderò il senso di V.E. per obedire pontualmente. [8]

In altri termini, Maculano stava iniziando a pensare a dei modi per chiudere il processo il prima possibile, percependo che un certo livello di colpevolezza era ormai già stato assodato. E nel XVII secolo, proprio come oggi, un metodo chiaro e semplice per abbreviare i processi stava nel ricorrere a un patteggiamento.

Uno studioso di Galileo ha quindi ipotizzato che fosse proprio questo l'obiettivo che Maculano aveva in mente: Galileo si sarebbe dichiarato colpevole di un qualche reato relativamente minore, come di essere stato «temerario» nello scrivere il *Dialogo*, e l'accusa gli avrebbe comminato una pena più leggera. [9] Questa interpretazione sembra confermata da una lettera scritta da Maculano al cardinale Francesco Barberini il 28 aprile, nella quale il commissario generale dichiarò innanzitutto di essere riuscito a convincere i cardinali della congregazione del Sant'Uffizio a «trattare estraiudicialmente col Galileo», [10] per poi aggiungere che, in un incontro che aveva avuto con l'astronomo, anche quest'ultimo «chiaramente conobbe di haver errato et nel suo libro di haver ecceduto» e «si dispose a confessarlo giuditialmente». Maculano concluse dicendo di credere che, in questo modo, il processo si sarebbe potuto portare a termine «senza difficoltà», con il tribunale che avrebbe conservato intatta la propria reputazione e con Galileo che sarebbe stato consapevole del favore che gli era stato fatto. Tutto sembrava quindi pronto per una soluzione rapida e

relativamente benevola del caso, con una sentenza che, sempre nelle parole di Maculano, avrebbe stabilito che Galileo «si potrà habilitare alla casa per carcere, come accennò V. E. [il cardinale Francesco Barberini]».

Seconda e terza udienza: un patteggiamento?

Se Maculano e Galileo fossero di fatto giunti a una qualche sorta di accordo, le due udienze successive avrebbero dovuto seguire un percorso prescritto, perlomeno a grandi linee: Galileo avrebbe dovuto confessare nella seconda udienza e quindi, nella terza, gli sarebbe stato concesso di presentare una difesa. Di fatto, il processo sembrò andare proprio così. Nella seconda udienza, Galileo chiese il permesso di fare una dichiarazione e, quando gli venne concesso, spiegò che aveva trascorso il tempo passato dalla prima udienza a rileggere il *Dialogo* per controllare se avesse inavvertitamente disobbedito all'ingiunzione del 1616. Disse che, mentre la esaminava, l'opera «mi si rappresentò in più luoghi distesa in tal forma, che il lettore, non consapevole dell'intrinseco mio, harebbe havuto cagione di formarsi concetto che gli argomenti portati per la parte falsa [il copernicanesimo], e ch'io intendevo di confutare, fussero in tal guisa pronunciati, che più tosto per la loro efficacia fussero potenti a stringere, che facili ad esser sciolti».[11] Galileo stava cioè ripetendo la sua discutibile asserzione secondo la quale aveva scritto il *Dialogo* allo scopo di confutare il copernicanesimo. Dato che aveva avuto tempo di rifletterci sopra, può darsi che avesse deciso di usare lo stesso linguaggio della prima udienza al fine di rendere la propria confessione più credibile. «È stato dunque l'error mio, e lo confesso, di una vana ambitione e di una pura ignoranza et inavertenza» aggiunse. Infine, tristemente, Galileo suggerì anche che avrebbe potuto estendere di un giorno o due la discussione contenuta nel *Dialogo* in un nuovo libro, così da chiarire la falsità della tesi copernicana; la corte, però, ignorò la sua proposta.

L'assurda offerta di Galileo sembra giustificabile solo in due modi: o, nonostante l'atteggiamento nel complesso amichevole di Maculano, l'astronomo aveva ancora il terrore di essere torturato, oppure pensava che magari, in questo modo, poteva ancora riuscire a salvare il *Dialogo* dalla condanna. In ogni caso, la sua reazione dimostrò chiaramente ciò che

l’intimidazione può fare persino ai pensatori più indipendenti, evocando così orribili ricordi di regimi totalitari di ieri e di oggi: [12] vengono subito alla mente casi come quelli del giornalista dissidente Jamal Khashoggi, autoesiliatosi dall’Arabia Saudita, e del disertore russo Aleksandr Litvinenko, entrambi assassinati dai governi dei loro Paesi nativi. In seguito alla seconda udienza, dopo che ebbe firmato la deposizione, Galileo ottenne il permesso di far ritorno nella casa dell’ambasciatore toscano, «in considerazione delle sue avverse condizioni di salute e della sua età avanzata». [13]

Il fatto che Maculano intendesse portare il processo a una rapida e relativamente benevola conclusione è suggerito anche da una lettera del 1° maggio in cui l’ambasciatore Niccolini scrisse: «Dà anche intentione il medesimo P. Commissario [Maculano] di volersi adoprare perché questa causa si stiacci [si lasci cadere], e vi s’imponga silentio; e se s’otterrà, sarà un abbreviare il tutto e liberar molti da fastidi e pericoli». [14]

A prescindere dal fatto che si fosse o meno raggiunto un patteggiamento, la terza udienza fu senz’altro coerente con l’ipotesi di un accordo di questo genere. Galileo presentò l’originale della lettera di Bellarmino assieme a una dichiarazione personale di difesa in cui spiegava di aver usato quel documento come sua unica guida. Di conseguenza, chiarì, riteneva di «restare assai ragionevolmente scusato» [15] per non avere informato padre Riccardi; e se aveva violato le restrizioni più stringenti imposte dall’ingiunzione, di cui si era totalmente dimenticato, ciò era dipeso «non da palliata [dissimulazione] e men che sincera intenzione […] ma solo per vana ambizione e compiacimento di comparire arguto oltre al comune de i popolari scrittori». [16] In conclusione, Galileo espresse la propria disponibilità a fare qualunque ammenda gli fosse stata ordinata dalla corte, chiedendo indulgenza alla luce della sua età e dei suoi problemi di salute. Quest’ultima richiesta ha sollevato dei dubbi riguardo al fatto che si fosse raggiunto un patteggiamento; in tal caso, infatti, la punizione sarebbe già stata presumibilmente discussa. Tuttavia, è anche possibile che le parole di Galileo fossero una formalità richiesta per giustificare ulteriormente una punizione meno severa.

L’unico passo procedurale rimasto era che venisse scritto un verbale delle sedute da consegnare al papa e all’Inquisizione. Il 21 maggio, l’ambasciatore Niccolini ebbe un’udienza con Urbano VIII, e sia il papa sia

il cardinale Francesco Barberini gli assicurarono che era imminente una conclusione indolore del processo. Il fatto che all'astronomo venisse ora consentito di uscire di casa per fare delle brevi passeggiate era un altro indizio dell'avvicinarsi di una soluzione benevola. Galileo stesso scrisse una lettera ottimistica a sua figlia, suor Maria Celeste, ringraziandola per aver pregato per lui.

13
Io abiuro, maledico e detesto

Il protocollo richiedeva che, per aiutare gli inquisitori a raggiungere un verdetto, l'assessore del Sant'Uffizio, Pietro Paolo Febei, scrivesse un sommario del processo; quel documento interno, inaccessibile a Galileo, doveva essere distribuito solo alla congregazione e al papa.

Di fatto, quel sommario rivelava la chiara intenzione di presentare Galileo sotto la peggior luce possibile. Il documento includeva materiali irrilevanti, fuorvianti e in qualche caso del tutto falsi [1] che potevano essere percepiti come incriminanti, e al contempo ometteva deliberatamente altri dettagli che avrebbero potuto aiutare la difesa.

Anziché prendere in considerazione direttamente il *Dialogo*, il sommario partiva da una sinossi delle vecchie critiche mosse a Galileo nel 1615 dal domenicano Niccolò Lorini e dal predicatore Tommaso Caccini, che erano perlopiù basate su un vago sentito dire; per esempio, stando a quelle accuse ridicole e false, Galileo era stato sentito dichiarare che Dio era un accidente, o che i miracoli compiuti dai santi non erano veri miracoli. Nel sommario vennero fatti riferimenti anche alla *Lettera a Benedetto Castelli* e alla *Lettera a Cristina di Lorena*, senza menzionare il fatto che la *Lettera a Castelli* (o almeno la sua versione leggermente moderata) era già stata esaminata e giudicata inoffensiva, e il caso era stato chiuso. Non c'è dubbio che questi e altri vecchi documenti vennero inclusi con lo scopo di rafforzare nella corte l'impressione di trovarsi davanti a un criminale recidivo; a tal fine, il sommario conteneva anche la falsa affermazione di Caccini secondo la quale Galileo, nelle sue *Lettere sulle macchie solari*, aveva difeso esplicitamente il copernicanesimo. È vero che lo scienziato era senza dubbio convinto che le osservazioni sulle macchie solari venissero a confermare il modello copernicano, ma nel suo libro non aveva mai fatto nessuna affermazione categorica in proposito. Anche nella descrizione dell'ammonimento di Bellarmino e dell'ingiunzione di Seghizzi, il

sommario conteneva alcune piccole ma importanti inesattezze: in particolare, non menzionava assolutamente che l'ammonizione del 1616 avrebbe dovuto essere un processo in due passi e che l'iniziativa di Seghizzi era stata di fatto ingiustificata. E, cosa di cruciale importanza, il sommario minimizzava il fatto che la lettera di Bellarmino non conteneva le restrizioni aggiuntive di «non insegnare» e «in qualsiasi modo», dicendo che era stato lo stesso Bellarmino, e non Seghizzi, a dare l'ingiunzione più specifica. In questo modo, anziché presentare correttamente il conflitto tra la lettera di Bellarmino e l'ingiunzione di Seghizzi, il sommario dava l'impressione che le due cose fossero complementari.

Perché il sommario era così prevenuto contro Galileo? E – domanda forse ancora più interessante – se davvero c'era stato un patteggiamento, che cosa ne era stato? Verosimilmente, non conosceremo mai le risposte precise a queste domande. Con ogni probabilità, il sommario era stato scritto dall'assessore del Sant'Uffizio, Febei,[2] forse con l'assistenza del procuratore fiscale di Maculano, Carlo Sinceri.

Ma perché queste due persone, forse con l'aiuto di altri, avrebbero dovuto scrivere un rapporto così disonesto, fallace e accusatorio? Possiamo soltanto fare delle ipotesi. Presumibilmente, tra i cardinali della congregazione e tra i funzionari ecclesiastici del tribunale c'era qualcuno – magari anche la maggioranza – che non approvava il tentativo di raggiungere una conclusione rapida e una condanna più leggera. In questo gruppo «severo» era incluso forse lo stesso papa, e di certo Inchofer; in fin dei conti, la commissione speciale che aveva esaminato il *Dialogo* aveva concluso all'unanimità che, nel suo libro, Galileo aveva disobbedito all'ingiunzione del 1616. La dichiarazione fatta dall'astronomo, secondo la quale nel *Dialogo* aveva cercato di confutare il copernicanesimo, non poteva essere presa sul serio da chiunque lo avesse letto o avesse almeno letto la relazione di Melchiorre Inchofer. Di conseguenza, questi cardinali più severi, che erano forse meno inclini a perdonare Galileo già fin dall'inizio, avrebbero votato contro qualunque tentativo di patteggiamento e a favore di una punizione più rigorosa, soprattutto dopo aver letto il sommario. Inoltre, è possibile che i cardinali più intransigenti volessero anche, per ragioni politiche, tenere il papa il più lontano possibile (agli occhi di tutti i cattolici) dallo scandalo di Galileo, quando avrebbero dovuto giustificare una condanna del famoso scienziato.

Anche se il papa era quasi certamente giunto a una sua conclusione già da molto tempo e non fu coinvolto nei dettagli del processo, quando il sommario fu portato alla sua attenzione ogni speranza di una soluzione benevola venne a svanire. Alla luce delle precedenti lamentele riguardo a Galileo fatte dal pontefice all'ambasciatore Niccolini, sembra plausibile che Urbano VIII non si fosse del tutto liberato dalla sensazione che, nello scrivere il *Dialogo*, Galileo lo avesse ingannato e tradito (anche se, in una successiva conversazione con l'ambasciatore francese, avrebbe sostenuto il contrario), e che cercasse ancora vendetta. Tenendo anche presente che, dal punto di vista politico, aveva l'impressione di dover in quel momento dimostrare una certa rigidità sulle questioni religiose, e che la lettura del libro di Galileo era – per citare le sue parole – «alla Cristianità perniziosissima», [3] il papa era probabilmente felice che gli fosse stata data l'occasione di punire Galileo imponendogli delle conseguenze molto pesanti. Si potrebbe perfino ipotizzare che il sommario non avrebbe potuto essere così duro se i suoi autori non fossero stati consapevoli del fatto che il papa era tacitamente d'accordo.

Nella prima biografia inglese di Galileo, *Life of Galileo* di Thomas Salusbury (di cui solo una copia sopravvisse al Grande incendio di Londra del 1666), [4] quest'ultimo, uno scrittore gallese che visse a Londra intorno alla metà del XVII secolo, avanzò un'ipotesi originale anche per quanto riguardava la causa ultima del processo stesso. Secondo Salusbury, a spingere il papa a far mettere Galileo sotto processo fu la combinazione tra una ragione personale e un contesto politico. Il motivo personale, stando a questa ricostruzione, stava nella rabbia di Urbano VIII per il fatto che Galileo aveva presentato la sua visione in forma di caricatura mettendola in bocca a Simplicio. [5] Anche se ciò non è del tutto implausibile, non c'è nessuna prova documentata che attesti che sia stata proprio questa la ragione originale delle imputazioni a carico del libro; e, di fatto, questa particolare accusa emerse per la prima volta solo nel 1635, ossia più di due anni dopo il processo. Non c'è dubbio che Galileo non avesse mai avuto l'intenzione di offendere il papa in questo modo; e anche dopo che quella voce aveva iniziato a circolare, l'ambasciatore francese e Castelli riuscirono a convincere il pontefice che era destituita di ogni fondamento. L'ipotesi politica di Salusbury era ancora più intrigante. Scrisse infatti: «A ciò si aggiunga che lui [il papa] e i suoi incontentabili nipoti, il cardinale Antonio

e il cardinale Francesco Barberini (che con il loro malgoverno avevano coinvolto l'intera Italia nelle guerre civili), pensavano di vendicarsi sul loro principe e signore naturale, il granduca, colpendolo indirettamente attraverso il suo favorito». [6]

In altre parole, secondo Salusbury il processo a Galileo rappresentava una vendetta papale contro i patroni di quest'ultimo, i Medici, per la tiepidezza del loro sostegno militare nella Guerra dei trent'anni.

Sia come sia, il 16 giugno il Sant'Uffizio si riunì in seduta e arrivò a una decisione crudele:

> Il Papa ha decretato che il medesimo Galileo Galilei deve essere interrogato circa l'intenzione, anche sotto minaccia di tortura; e una volta fatto questo (*si sustinuerit*), dopo l'abiura per grave sospetto di eresia, dinanzi all'assemblea plenaria del S. Uffizio, deve essere condannato al carcere ad arbitrio della Sacra congregazione, ingiungendoglisi che d'ora in poi egli non tratti più in qualsiasi modo, né in scritto, né a parole, della mobilità della terra o della stabilità del Sole, o viceversa, sotto pena di ricaduta. [7]

In aggiunta, il papa decise che il libro intitolato *Dialogo di Galileo Galilei Linceo* doveva essere inserito nell'Indice dei libri proibiti. La Chiesa, inoltre, si preoccupò di render nota questa decisione il più possibile, sia tra il pubblico generale sia tra gli altri matematici. Anche se, di fatto, era quasi impossibile che una persona dell'età di Galileo venisse torturata, la semplice minaccia formale della tortura sarà senz'altro bastata a terrorizzarlo.

Il 21 giugno, Galileo venne convocato per l'interrogatorio ufficiale sulle sue «intenzioni», finalizzato a stabilire se avesse commesso i suoi crimini senza volerlo o deliberatamente. Come parte di questo rituale, gli fu chiesto specificamente – in tre differenti modi – se credeva nel modello copernicano. Il vecchio scienziato, ormai avvilito e sconfitto, rispose che, in seguito al decreto del 1616, era giunto alla conclusione che lo scenario geocentrico tolemaico fosse quello corretto. Possiamo solo immaginare quanto sia stato duro per Galileo pronunciare queste parole. Ribadì inoltre che il suo intento nello scrivere il *Dialogo* era stato soltanto quello di dimostrare che, sulla base della sola scienza, non era possibile raggiungere nessuna opinione conclusiva, e che era quindi necessario «ricorrere alla

determinatione di più sublimi dottrine»;[8] in altri termini, all'opinione della Chiesa.

Ciò che avvenne il giorno seguente resta uno degli eventi più vergognosi nella nostra storia intellettuale. Galileo, in ginocchio davanti agli inquisitori, fu informato che si era reso «vehementemente sospetto d'heresia, cioè d'haver tenuto e creduto dottrina falsa e contraria alle Sacre e divine Scritture, ch'il Sole sia centro della terra [sic] e che non si muova da oriente ad occidente, e che la terra si muova e non sia centro del mondo, e che si possa tener e difendere per probabile un'opinione dopo esser stata dichiarata e diffinita per contraria alla Sacra Scrittura».[9]

I cardinali del Sant'Uffizio aggiunsero quindi, come se fosse un atto di grazia: «Dalle quali [tutte le censure e le pene previste] siamo contenti sii assoluto, pur che prima, con cuor sincero e fede non finta, avanti di noi abiuri, maledichi e detesti li sudetti errori et heresie et qualunque altro errore et heresia contraria alla Cattolica ed Apostolica Chiesa, nel modo e forma che da noi ti sarà data».[10]

Il verdetto includeva il «carcere formale»[11] a discrezione del Sant'Uffizio, la recita dei sette salmi penitenziali una volta alla settimana per tre anni e la messa al bando del *Dialogo*.

Non sappiamo se l'assenza del cardinale Francesco Barberini (e di due altri membri) al momento della firma della sentenza significava che disapprovavano la condanna o se era semplicemente dovuta alla concomitanza di altri impegni;[12] sappiamo comunque che, quando Galileo pronunciò la propria abiura, Francesco Barberini stava partecipando a un incontro con Urbano VIII.

Di nuovo in ginocchio, Galileo lesse la formula dell'abiura che gli era stata data:

> Io Galileo, fig.^{lo} del q. Vinc.^{o} Galileo di Fiorenza, dell'età mia d'anni 70, constituto personalmente in giuditio, et inginocchiato avanti di voi Emin.^{mi} et Rev.^{mi} Cardinali, in tutta la Republica Christiana contro l'heretica pravità generali Inquisitori; havendo davanti gl'occhi miei li sacrosanti Vangeli, quali tocco con le proprie mani, giuro che sempre ho creduto, credo adesso, e con l'aiuto di Dio crederò per l'avvenire, tutto quello che tiene, predica et insegna la S.^{a} Cattolica et Apostolica Chiesa.[13]

Quindi, dopo aver detto che gli era stato «intimato che omninamente [completamente] dovessi lasciare la falsa opinione» del copernicanesimo e che per aver scritto in seguito il *Dialogo* era stato giudicato veementemente sospetto d'eresia, Galileo lesse il nocciolo della sua abiura:

> Pertanto, volendo io levar dalla mente delle Eminenze V.re e d'ogni fedel Christiano questa vehemente sospitione, giustamente di me conceputa, con cuor sincero e fede non finta abiuro, maledico e detesto li sudetti errori et heresie, e generalmente ogni et qualunque altro errore, heresia e setta contraria alla S.ta Chiesa; e giuro che per l'avvenire non dirò mai più né asserirò, in voce o in scritto, cose tali per le quali si possa haver di me simil sospitione; ma se conoscerò alcun heretico o che sia sospetto d'heresia, lo denontiarò a questo S. Offitio, o vero all'Inquisitore o Ordinario del luogo dove mi trovarò. [14]

L'umiliazione di dover pronunciare queste parole, che scalzavano gran parte del lavoro della sua vita, deve esser stata qualcosa di inimmaginabile. Quegli storici della scienza che cercano di sostenere che se Galileo fosse stato in generale meno combattivo, le cose sarebbero finite meglio, trascurano il semplice fatto che venne costretto ad abiurare le sue profonde convinzioni sotto minaccia di tortura. I suoi giudici non potevano sapere che, nel corso dei quattro secoli successivi, questo evento si sarebbe trasformato in uno degli atti più deplorevoli dell'Inquisizione.

La leggenda afferma che, mentre se ne stava andando, Galileo abbia mormorato «Eppur si muove», in riferimento alla Terra. Si diceva che la prima fonte di questo aneddoto fosse un dipinto risalente a verso la metà del XVII secolo (1643 o 1645), nel quale Galileo veniva rappresentato in prigione, intento a guardare un diagramma della Terra in orbita attorno al Sole che aveva tracciato sulla parete, con quelle parole scritte sotto. Assumendo che fosse stato realizzato nel 1643 o nel 1645, quel quadro venne preso come una prova del fatto che la leggenda aveva iniziato a circolare pochissimo tempo dopo la morte di Galileo. Tuttavia, un'attenta indagine che ho condotto nel 2019 ha sollevato alcuni seri dubbi riguardo all'autenticità di quel dipinto. [15]

La leggendaria esclamazione fece la sua prima comparsa in un libro nel XVIII secolo, *The Italian Library* di Giuseppe Baretti, [16] un italiano che viveva a Londra. Galileo potrebbe anche non aver mormorato queste parole

davanti agli inquisitori, ma non è impossibile che abbia pronunciato una frase simile, che di certo aveva in mente, parlando con uno dei suoi amici. In ogni caso, l'amarezza provata da Galileo per il processo e il suo disprezzo verso gli inquisitori continuarono ad accompagnarlo per il resto della sua vita.

Oggi la frase «Eppur si muove» è diventata un simbolo di sfida intellettuale, equivalente a dire «credete pure quel che volete, ma i fatti restano questi». Purtroppo, in un'epoca di «fatti alternativi», le occasioni per usare questa frase sembrano diventare sempre più numerose.

La Chiesa agì entro i limiti della sua autorità giuridica nei termini delle accuse portate contro Galileo? Da un punto di vista strettamente legale, la risposta è probabilmente sì, dati l'ammonimento di Bellarmino e l'ingiunzione di Seghizzi. In sostanza, Galileo fu condannato per due fatti: per aver violato l'ingiunzione del 1616 e per aver «artificiosamente e calidamente [scaltramente] estorta»[17] la licenza per pubblicare il *Dialogo*, non notificando tale ingiunzione a Riccardi ed Egidi. In questo senso, la condanna era giustificata. Anche l'abiura era a sua volta un passo necessario, in quanto, senza di essa, il «sospetto di eresia» si sarebbe trasformato in un'eresia formale, per la quale, come sappiamo, qualche decennio prima Giordano Bruno era stato messo al rogo.

Guardando il caso da una prospettiva meno ristretta, però, c'è un'osservazione più importante da fare: mettere Galileo sotto processo, imprigionarlo e proibire il suo libro fu sbagliato non solo perché aveva ragione sul piano scientifico riguardo al sistema solare. Queste azioni contro la libertà intellettuale – e, per sottinteso, anche contro le credenze religiose – sarebbero state sbagliate anche se il modello geocentrico fosse stato quello corretto. La lezione più grande che possiamo trarre dal caso Galileo è che nessuna autorità, che sia religiosa oppure politica, dovrebbe avere la possibilità di imporre punizioni per opinioni scientifiche, religiose o di qualunque altro tipo (a prescindere dal fatto che siano corrette o meno), finché tali opinioni non vengano a danneggiare nessuno (o non incitino gli altri a farlo). È proprio per questo che il vero caso Galileo è entrato nella coscienza dell'umanità *dopo* il verdetto del processo e l'abiura dello scienziato. È stato allora che gli inquisitori sono diventati i colpevoli; e il caso stesso continua a ricordarci come la libertà di dire ciò che è vero non dovrebbe mai essere presa come qualcosa di scontato.

14
Un vecchio uomo, due nuove scienze

La condanna di Galileo prevedeva la detenzione ed era quindi necessario informarlo su dove sarebbe avvenuta. Per fortuna, il papa la commutò negli arresti domiciliari e, il 30 giugno 1633, gli permise di scontarla nella casa di Ascanio Piccolomini, l'arcivescovo di Siena, dove lo scienziato trascorse circa sei mesi. Nonostante le restrizioni alla sua libertà personale, a Galileo non dispiacque di rimanere a casa dell'aperto e istruito arcivescovo, che lo considerava come «il prim'homo del mondo».[1] Fu a casa di Piccolomini che Galileo iniziò a lavorare al suo nuovo grande libro, i *Discorsi*, che riassumeva tutte le ricerche sperimentali che aveva condotto a Padova e le sue idee sulla meccanica. Per un'ironia della storia, la meccanica di Galileo fu proprio lo strumento di cui si servì in seguito Sir Isaac Newton per dimostrare la correttezza del modello copernicano.

Tuttavia, durante l'intero periodo della sua permanenza a Siena, il più grande desiderio di Galileo rimase quello di poter tornare nella sua casa ad Arcetri, vicino a Firenze. In sua assenza, a occuparsi della casa c'era sua figlia, suor Maria Celeste, che vi si recava dal vicino convento. Nelle sue splendide lettere, informò il padre che i limoni, i fagioli e la lattuga crescevano rigogliosi e che il vino delle sue botti aveva un buon sapore. Con la sua profonda e amorevole calma, la giovane donna riusciva a confortare il suo vecchio genitore anche nei suoi momenti più bui. Avendo abbandonato ogni altra forma di amore terreno, profondeva il suo più tenero affetto su Galileo, scrivendogli, in seguito al processo:

> Tanto quanto mi è arrivato improvviso et inaspettato il nuovo travaglio di V. S., tanto maggiormente mi ha trafitta l'anima di estremo dolore il sentire la risoluzione che finalmente si è presa, tanto sopra il libro quanto nella persona di V. S. […] Adesso è il tempo di prevalersi più che mai di quella prudenza che gl'ha concessa il Signor Iddio,

> sostenendo questi colpi con quella fortezza di animo, che la religione, proffessione et età sua ricercano. [2]

Nel dicembre 1633, il papa concesse infine a Galileo di tornare ad Arcetri, dove avrebbe dovuto rimanere confinato per sempre agli arresti domiciliari, con la stretta proibizione di trasformare quel posto in un punto di raduno per intellettuali, scienziati e matematici. Galileo era contentissimo di essere di nuovo a casa, vicino alla sua amorevole figlia, ma la sua felicità fu di breve durata: solo tre mesi dopo, suor Maria Celeste morì all'età di trentatré anni. Galileo era devastato: «Havevo due figliuole monache, da me molto amate et in particolare la maggiore, donna di esquisito ingegno, singolar bontà et a me affezzionatissima» [3] scrisse al suo amico Elia Diodati a Parigi.

Cercando conforto nel proprio lavoro, Galileo riuscì a completare i *Discorsi* nel 1635, con l'intenzione originale di pubblicarli a Venezia. La cosa, però, si dimostrò più facile a dirsi che non a farsi: tutti gli inquisitori locali in Italia avevano infatti ricevuto dall'Inquisizione romana il testo completo della condanna di Galileo e della sua abiura. L'inquisitore di Venezia informò l'amico di Galileo (e biografo di Paolo Sarpi) Fulgenzio Micanzio che Roma aveva dato ordine di proibire la pubblicazione di *ogni* libro scritto da Galileo, incluse le ristampe delle opere già pubblicate. Di conseguenza, Galileo mandò clandestinamente delle copie dei *Discorsi* ai suoi amici all'estero, con la speranza di trovare un tipografo al di fuori della sfera di dominio della Chiesa cattolica e dei gesuiti.

Uno di quegli amici, l'ingegnere militare Giovanni Pieroni, tentò senza successo di pubblicare il libro a Praga, e Galileo espresse in seguito la propria frustrazione in una lettera a Elia Diodati: «Infelice questo nostro clima, nel quale regna una fissa resoluzione di voler esterminare tutte le novità, in particulare nelle scienzie, quasi che già si sia saputo ogni scibile!». [4] Di fatto, il tratto distintivo della rivoluzione scientifica, nella quale Galileo ebbe un ruolo di primo piano, fu proprio il riconoscimento che gli uomini non conoscevano tutto e che l'esplorazione, l'osservazione e la sperimentazione costituivano il modo migliore per acquisire nuove idee e nuove conoscenze. Alla fine, Louis Elsevier, un abile tipografo della città universitaria protestante di Leida, nei Paesi Bassi, pubblicò il libro nel 1638. Elsevier riuscì a ottenere una copia dei *Discorsi* quando si recò a Venezia; una seconda copia gli venne portata di nascosto dall'ambasciatore

francese a Roma, un sincero ammiratore di Galileo che aveva ottenuto il permesso di fare tappa a casa dello scienziato durante il suo ritorno in Francia.

I Discorsi

I *Discorsi* segnarono l'ultimo capitolo della storia scientifica di Galileo.[5] Come nel *Dialogo*, anche qui i protagonisti erano Salviati, Sagredo e Simplicio, questa volta impegnati a discutere non dei massimi sistemi del mondo ma di argomenti relativi alla meccanica. Le «due scienze» menzionate nel titolo si riferivano a una descrizione matematica della natura della materia e della forza materiale, e alla questione dei principi del moto.


DISCORSI
E
DIMOSTRAZIONI
MATEMATICHE,
intorno à due nuoue ſcienze
Attenenti alla
MECANICA & i MOVIMENTI LOCALI,
del Signor
GALILEO GALILEI LINCEO,
Filoſofo e Matematico primario del Sereniſſimo
Grand Duca di Toſcana.
Con vna Appendice del centro di grauità d'alcuni Solidi.
IN LEIDA,
Appreſſo gli Elſeuirii. M. D. C. XXXVIII.
LABORATORIO DI FISICA
MUSEO DI FISICA
DELL'UNIVERSITÀ - FIRENZE
Inv. 11729 Antico 783

FIGURA 14.1. Il frontespizio dei *Discorsi*.

Il libro includeva le importanti scoperte di Galileo nel campo della meccanica, come il fatto che, in assenza della resistenza dell'aria, i corpi pesanti e leggeri cadono tutti alla stessa velocità (al contrario di quanto aveva asserito Aristotele, per il quale i corpi più pesanti cadevano più velocemente). Per dimostrarlo, Galileo usò uno splendido «esperimento mentale». Immaginiamo, disse, di legare assieme un corpo leggero e uno

pesante. Stando ad Aristotele, dato che il corpo più leggero cade più lentamente, dovrebbe rallentare quello più pesante, e il corpo combinato dovrebbe cadere *più lentamente* del corpo pesante preso da solo. D'altro canto, sottolineò Galileo, i due corpi congiunti potrebbero essere considerati come un singolo corpo ancora più pesante di quello di partenza; di conseguenza, sempre secondo Aristotele, dovrebbero cadere *più velocemente* del corpo pesante preso da solo, cosa che costituisce una palese contraddizione.

Per giustificare i risultati degli esperimenti che aveva condotto a Padova facendo rotolare delle palle lungo piani inclinati (in sostituzione dei corpi in caduta libera vera e propria), Galileo dovette mostrare la precisa relazione tra il moto di queste palle e quello di un corpo in caduta libera. A tal fine, notò che la velocità raggiunta dalle palle dopo il loro rotolamento su un piano inclinato dipende soltanto dalla distanza *verticale* da esse percorsa e non dall'angolo di inclinazione del piano; in questo senso, un corpo in caduta libera potrebbe essere pensato come una palla che scende lungo un piano verticale.

Uno dei più grandi risultati di Galileo fu il calcolo della traiettoria dei proiettili, che nacque da un esperimento del seguente tipo (condotto nel 1608). Sopra un tavolo orizzontale era collocato un piano inclinato; una palla scendeva rotolando lungo quest'ultimo per poi proseguire sul piano orizzontale e saltare quindi giù dal tavolo seguendo una traiettoria che l'avrebbe infine portata a toccare il suolo. Misurando la distanza orizzontale e quella verticale percorse dalla palla, e comprendendo che il moto orizzontale (nell'aria) ha una velocità quasi uniforme (essendo leggermente frenato solo dalla resistenza dell'aria) mentre il moto verticale è in caduta libera, Galileo fu in grado di determinare la figura geometrica della traiettoria. In sostanza, la distanza verticale coperta dal corpo in caduta è proporzionale al quadrato della distanza orizzontale percorsa; ossia, una palla che percorre una distanza orizzontale doppia coprirà una distanza verticale quattro volte superiore. Questa traiettoria corrisponde esattamente a quella curva nota fin dall'antichità con il nome di parabola.

Nel complesso, l'aggettivo «Nuove» che compariva nel titolo del libro di Galileo non si riferiva tanto alle materie trattate nell'opera: in fin dei conti, le persone avevano utilizzato le travi di legno per le costruzioni (e si erano quindi interessate alla loro forza) già da migliaia di anni prima che Galileo

nascesse, e le catapulte e gli archi venivano usati per scagliare proiettili in aria fin dai tempi dell'antica Grecia (per non parlare del racconto biblico di Davide e Golia). Di nuovo, nella discussione di Galileo, c'era il modo in cui la meccanica veniva trattata. Attraverso un'ingegnosa combinazione di esperimenti (per esempio, con i piani inclinati), astrazione (scoperta di leggi matematiche) e generalizzazione razionale (rendersi conto di come le stesse leggi si applichino a tutti i moti accelerati), Galileo venne a definire quello che da allora è diventato l'approccio moderno allo studio di tutti i fenomeni naturali.

Il miglior esempio dell'evoluzione nelle idee di Galileo sulla meccanica è forse costituito dalla sua legge dell'inerzia, in seguito diventata nota come la prima legge del moto di Newton. Partendo dai concetti aristotelici di moti «naturali» e «violenti», e rendendosi conto che anche il fuoco si muoverebbe verso il basso se non fosse per la spinta ascensionale fornita dall'aria, Galileo cominciò a riflettere su come si comporterebbe un corpo qualora su di esso non agisse nessuna forza. Infine, nei *Discorsi* trovò la risposta: «Su un piano orizzontale il moto è equabile [uniforme, ossia con velocità costante], allorché non intervenga nessuna causa di accelerazione o di ritardamento».[6] Da qui l'osservazione decisiva: «Qualunque grado di velocità si trovi in un mobile, gli sia per sua natura indelebilmente impresso, purché siano tolte le cause esterne di accelerazione o di ritardamento; il che accade [sperimentalmente, approssimativamente] soltanto nel piano orizzontale». Questa velocità, aggiunse Galileo, «porterebbe il mobile a muoversi all'infinito di moto uniforme».

La prima legge del moto di Newton afferma di fatto che un oggetto rimane in stato di riposo o in moto uniforme lungo una linea retta finché una forza esterna non viene ad agire su di esso. Per formulare questa legge, Galileo dovette immaginare un mondo senza attrito, cosa che è molto più difficile di quanto potrebbe sembrare: l'attrito, infatti, è una realtà talmente comune in tutte le nostre esperienze quotidiane – ci permette di camminare e di tenere gli oggetti nelle nostre mani, e rallenta ogni movimento che vediamo – che per immaginare che cosa accadrebbe in sua assenza era necessaria una capacità d'astrazione davvero fenomenale.

È qui che Galileo diede il meglio di sé: stabilì la fede nell'esistenza di quelle che oggi chiamiamo le leggi di natura, che sono universalmente valide e sempre riproducibili. La natura non è ingannevole; o, come avrebbe

detto Einstein diversi secoli dopo: «Il Signore è sottile, ma non malizioso». [7] Nell'introduzione alle discussioni della terza giornata dei *Discorsi*, Galileo scrisse quello che potremmo considerare come il suo riassunto dei propri contributi scientifici:

> Diamo avvio a una nuovissima scienza intorno a un soggetto antichissimo […] tra le sue proprietà ne trova molte che, pur degne di essere conosciute, non sono mai state finora osservate, nonché dimostrate […] e, ciò che ritengo ancor più importante, si apriranno le porte a una vastissima e importantissima scienza, della quale queste nostre ricerche costituiranno gli elementi; altri ingegni più acuti del mio ne penetreranno poi più ascosi recessi. [8]

15
Gli ultimi anni

Il 1634 fu uno degli anni peggiori nella vita di Galileo: oltre a essere agli arresti domiciliari, non perse soltanto la sua amata figlia, ma suo fratello Michelangelo vide morire la propria moglie e quattro dei loro figli a causa della peste a Monaco. Tutto quello che lo sconvolto Galileo poté fare fu mandare al fratello un po' di denaro e invitarlo a venire ad Arcetri con i due figli che gli erano rimasti.

Lo scienziato iniziava anche ad avere dei problemi agli occhi. All'inizio attribuì il calo della vista alle estenuanti letture che aveva dovuto fare durante la preparazione del *Dialogo*. Anche se continuò a lavorare su problemi relativi alla navigazione in mare – e anche se si dedicò a una serie di esperimenti con i pendoli – Galileo stava rapidamente perdendo la vista, prima dall'occhio destro e poi anche da quello sinistro. Basandosi sulle sue descrizioni del progredire della patologia, i moderni oftalmologi hanno diagnosticato che si trattasse di una uveite bilaterale (un'infiammazione della tunica media dell'occhio) o di un glaucoma ad angolo chiuso a progressione graduale.[1] In ogni caso, nei suoi ultimi quattro anni di vita diventò totalmente cieco.

Non potendo più guardare nel suo prezioso cannocchiale, Galileo scrisse afflitto al suo amico Diodati:

> Ahimè, Signor mio, il Galileo, vostro caro amico e servitore, è fatto irreparabilmente da un mese in qua del tutto cieco. Or pensi V. S. in quale afflizzione io mi ritrovo, mentre che vo considerando che quel cielo, quel mondo e quello universo che io con mie maravigliose osservazioni e chiare dimostrazioni avevo ampliato per cento e mille volte più del comunemente veduto da' sapienti di tutti i secoli passati, ora per me s'è sì diminuito e ristretto, ch'e' non è maggiore di quel che occupa la persona mia.[2]

Fu durante quell'angoscioso periodo che il poeta John Milton passò a trovarlo, nel 1638. Seguendo l'idea generale secondo la quale «viaggiare allarga gli orizzonti della mente», Milton stava attraversando l'Europa e cercava di incontrare il maggior numero possibile di intellettuali. Dopo aver conosciuto il figlio di Galileo, Vincenzo, all'incontro organizzato da una società letteraria a Firenze, Milton colse l'opportunità di essere presentato al più famoso scienziato europeo. Non sappiamo molto su ciò di cui discussero nel loro incontro, ma le scoperte di Galileo, il suo processo e la condanna del suo libro ebbero senza dubbio una grande influenza su Milton. Nel *Paradiso perduto*, Milton fa riferimento all'«occhiale di Galileo» e alle innumerevoli stelle da lui scoperte:

> Di una grandezza quasi immensa, con stelle
> Numerose, ognuna delle quali è forse un mondo
> Che può essere abitato. [3]

Nel 1644, Milton pubblicò un pamphlet intitolato *Areopagitica* (dal nome di una collina dove, nell'antica Grecia, si riuniva il consiglio degli anziani di Atene) in cui argomentava contro la censura dei libri. Questo saggio è tuttora considerato come una delle più appassionate difese della libertà di parola, e la Corte suprema degli Stati Uniti si è richiamata a esso nell'interpretazione del primo emendamento della Costituzione americana.

Nell'*Areopagitica*, Milton scrisse con ardore:

> E perché qualcuno non abbia a convincervi, Pari e Deputati, che questi argomenti sullo scoraggiamento degli uomini di studio per questa vostra legge siano semplici svolazzi retorici e non cose reali, potrei raccontarvi in dettaglio ciò che ho visto e sentito in altri Paesi dove questo tipo d'inquisizione imperversa, quando mi sono seduto fra i loro uomini dotti – che quell'onore ebbi – e sono stato ritenuto felice d'esser nato in un tale posto di libertà del pensiero quale supponevano fosse l'Inghilterra, mentre essi stessi null'altro facevano se non lamentare le condizioni servili in cui fra loro il sapere era stato ridotto – e che questo era ciò che aveva spento la gloria dell'ingegno italiano, e che nulla era stato scritto colà ormai da molti anni se non adulazione e banalità. Fu là che trovai e visitai il famoso Galileo, invecchiatosi prigioniero dell'Inquisizione perché pensava in astronomia diversamente da quanto i censori francescani e domenicani pensavano. [4]

Purtroppo, la diagnosi di Milton era corretta. Almeno per un po', la sorte a cui era andato incontro Galileo ebbe un raggelante effetto bloccante sul progresso negli sforzi per decifrare il cosmo. Nel novembre del 1633, il grande filosofo francese Renato Cartesio scrisse una lettera all'erudito Mersenne, amico suo e di Galileo, lamentandosi che:

> Ho cercato a Leida e ad Amsterdam se fosse disponibile il *Sistema del mondo* di Galileo, perché mi sembrava d'aver sentito che fosse stato pubblicato in Italia l'anno scorso. Mi hanno detto che sì, era stato di fatto pubblicato, ma che tutte le copie erano state immediatamente bruciate a Roma e che Galileo era stato condannato a una qualche ammenda. Ne sono rimasto talmente scioccato che per poco non ho deciso di bruciare tutte le mie carte, o almeno di non lasciarle vedere a nessuno. [5]

Per fortuna, alla fine Galileo ha avuto la meglio. Già nel 1635, una traduzione latina del *Dialogo* venne pubblicata nella città protestante di Strasburgo. In modo lento ma inarrestabile, anche la Chiesa stessa iniziò a cambiare. Nel 1757, papa Benedetto XIV, rendendosi conto che gli stessi astronomi cattolici stavano usando il modello copernicano, abrogò la proibizione dei libri che discutevano le tesi centrali del copernicanesimo: la rivoluzione della Terra attorno al Sole e l'immobilità di quest'ultimo. Nel 1820, il maestro del Sacro palazzo si rifiutò di autorizzare la stampa di un libro che descriveva il modello eliocentrico, ma papa Pio VII annullò la sua decisione decretando che «non sussiste ostacolo alcuno a che si possa sostenere l'affermazione di Copernico circa il moto della Terra». [6] Nel 1822, la Chiesa si spinse persino a stabilire delle punizioni per chi proibiva la pubblicazione dei libri che presentavano la rivoluzione della Terra attorno al Sole come un fatto scientifico assodato. Infine, nel 1835, sia il libro di Copernico sia il *Dialogo* furono tolti dall'Indice dei libri proibiti.

Fisicamente, Galileo andò incontro a un rapido deterioramento nei suoi ultimi quattro anni. I ricercatori medici hanno ipotizzato che soffrisse di artrite reattiva, una malattia reumatica autoimmune. [7] Un inquisitore mandato a controllare se le lamentele di Galileo fossero giustificate riscontrò che soffriva di una grave forma di insonnia e che «ha più forma di cadavere che di persona vivente». [8] Tuttavia, anche se il papa concesse a Galileo di trasferirsi a casa di suo figlio in modo da poter ricevere delle cure mediche migliori, continuò a proibirgli di tenere qualsiasi discussione sul

copernicanesimo. Nel novembre del 1641, Galileo contrasse la febbre; morì la sera dell'8 gennaio 1642, presumibilmente per insufficienza cardiaca e polmonite. Al suo fianco c'erano suo figlio Vincenzo e i suoi studenti Vincenzo Viviani ed Evangelista Torricelli (uno scienziato sperimentalista di talento, inventore del barometro). La Figura 8 nell'inserto fotografico mostra Galileo e Viviani, che raccontò la morte dell'astronomo con parole toccanti: «In età di settantasette anni, mesi dieci e giorni venti, con filosofica e cristiana constanza rese l'anima al suo Creatore, inviandosi questa, per quanto creder ne giova, a godere e rimirar più d'appresso quelle eterne et immutabili maraviglie, che per mezzo di fragile artifizio con tanta avidità et impazienza ella aveva procurato di avvicinare agl'occhi di noi mortali». [9]

Nel suo testamento, Galileo aveva chiesto di essere sepolto accanto a suo padre Vincenzo nella tomba di famiglia nella basilica di Santa Croce; tuttavia, per paura di provocare l'ira della Chiesa, venne tumulato in una piccola sala sotto il campanile della basilica. Il granduca Ferdinando pianificò la costruzione di una tomba monumentale per Galileo di fronte a quella del celebre artista Michelangelo Buonarroti, ma la proposta incontrò il veto di papa Urbano VIII, che continuava a sostenere che le idee dello scienziato non fossero soltanto false ma anche pericolose per la cristianità. Anche in questo caso, però, alla fine Galileo ebbe la meglio: anche se i suoi resti rimasero per quasi un secolo in una sala nascosta, le ultime volontà del suo più devoto discepolo, Viviani, fecero sì che, il 12 marzo 1737, venissero spostate in un imponente sarcofago, sopra il quale venne poi eretto un solenne monumento (si veda la Figura 11 dell'inserto fotografico). [10] Di fatto, Viviani dedicò gran parte della sua vita al compito di creare quello che considerava come un luogo adatto dove il suo grande maestro potesse infine trovare il proprio riposo, e arrivò anche a trasformare la facciata della propria stessa casa in un monumento a Galileo (si veda la Figura 9 dell'inserto fotografico). Il cammino che avrebbe infine portato la Chiesa a riconoscere gli errori che aveva commesso nel caso Galileo sarebbe però stato più lento e molto più tortuoso.

16
La saga di Pio Paschini

Non c'è forse nessun'altra storia che illustri meglio di quella di monsignor Pio Paschini le ragioni per cui è tutt'oggi necessario raccontare, esaminare e comprendere la lotta di Galileo per la libertà di pensiero. [1]

Nel 1941, la Pontificia accademia delle scienze decise di pubblicare una nuova biografia di Galileo in occasione del trecentesimo anniversario della sua morte. L'intento del progetto venne descritto dal presidente dell'accademia, Agostino Gemelli, come la produzione di un'«efficace dimostrazione che la Chiesa non perseguitò il Galilei, ma largamente lo aiutò nei suoi studi». [2] Rendendosi forse conto che questa affermazione sul risultato atteso poteva lasciare sorpresi – se non addirittura scioccati – Gemelli aggiunse che il volume «non sarà però opera di apologetica, perché questo non è il compito di scienziati, ma di documentazione scientifica e storica». [3] L'incarico di scrivere il libro fu affidato a monsignor Pio Paschini, rettore della Pontificia Università Lateranense di Roma e stimato professore di storia della Chiesa, noto tanto per la sua ortodossia quanto per la sua integrità.

Anche se Paschini non aveva nessuna esperienza nel campo della storia della scienza (ammise di trovare astruse e noiose le teorie dell'universo) e non poteva essere in alcun senso considerato come uno studioso di Galileo, lavorò al progetto con grande impegno, riuscendo a completare il libro – *Vita e opere di Galileo Galilei* [4] – in appena tre anni e terminando il manoscritto il 23 gennaio 1945. [5] Il protocollo richiedeva che Paschini presentasse il libro alle autorità della Chiesa perché lo esaminassero, e fu proprio lì che la storia venne ironicamente a ripetersi: dato che il giudizio sincero e imparziale della vita di Galileo a cui era giunto Paschini conteneva alcune pesanti critiche del comportamento della Chiesa, il libro non piacque né a Gemelli né al Sant'Uffizio e la sua pubblicazione fu giudicata «inopportuna». [6]

Da un esame della corrispondenza di Paschini relativa a questa bocciatura – soprattutto quella con il suo amico Giuseppe Vale, un prete, storico e archivista – emerge che il libro non era stato approvato principalmente perché giudicato come «un'apologia di Galileo».[7] Paschini aveva dato schiettamente la colpa della condanna di Galileo alla Chiesa e ai gesuiti, spiegando che nel *Dialogo* Galileo aveva presentato con obiettività le opinioni pro e contro il copernicanesimo: non era colpa sua, sosteneva Paschini, se il modello copernicano appariva molto più forte. Dalle lettere di Paschini possiamo inoltre inferire che i recensori del suo libro avevano basato parte delle loro critiche sul vecchio argomento di Bellarmino secondo il quale non c'era nessuna prova conclusiva del moto della Terra, argomento che Paschini liquidava subito sottolineando come ci fossero ancor meno prove del modello geocentrico tolemaico.

All'inizio Paschini protestò e si oppose alla decisione, ma poi si arrese e obbedì alla richiesta di non parlare più del caso Galileo «per il bene della Chiesa». Paschini morì nel dicembre 1962 lasciando in eredità il manoscritto inedito al suo ex assistente Michele Maccarrone, che nel 1963 si lanciò in una campagna per farlo pubblicare: a tal fine, condusse una serie di incontri con diverse autorità della Chiesa, tra cui papa Paolo VI (che quasi due decenni prima, nelle sue vesti di vicesegretario di Stato del Vaticano, aveva informato Paschini del giudizio negativo sul suo libro).

Gli sforzi di Maccarrone sembrarono aver successo, in quanto la Pontificia accademia delle scienze si mostrò interessata a pubblicare il volume in occasione, questa volta, del quarto centenario della nascita di Galileo. L'accademia affidò all'archivista gesuita Edmond Lamalle il compito di aggiornare il libro, e Lamalle vi apportò una serie di revisioni che descrisse come «deliberatamente molto discrete» e «limitate a correzioni che ci sembravano essere indispensabili».[8] Aggiunse inoltre un'introduzione in cui presentava quelli che considerava come difetti del manoscritto originale, imperfezioni a cui voleva cercare di porre rimedio. Il libro così riveduto venne pubblicato il 2 ottobre 1964 sotto lo stesso titolo, con una prefazione di Lamalle. Leggendo i commenti di Lamalle, si aveva l'impressione che l'opera pubblicata fosse sostanzialmente identica al manoscritto di Paschini, a parte qualche minima correzione editoriale.[9]

Più o meno in quello stesso periodo, durante il Concilio Vaticano II (tenutosi in quattro sessioni annuali di due o tre mesi ciascuna dal 1962 al

1965), la Chiesa fu impegnata in una serie di discussioni sul rapporto tra religione e scienza, sotto il tema generale di «la Chiesa nel mondo moderno». Nel quadro di quel dibattito, una commissione presentò una bozza di relazione che includeva una dichiarazione significativa: «È tuttavia necessario che facciamo del nostro meglio affinché – per quanto permette l'umana fragilità – tali errori [dove la scienza è presentata come opposta alla fede], come ad esempio la condanna di Galileo, non vengano mai ripetuti».[10] Tuttavia, a causa dell'opposizione di alcuni vescovi, questo testo, che citava esplicitamente il caso Galileo, venne poi abbandonato in favore di una dichiarazione più generica, che affermava: «A questo punto, ci sia permesso di deprecare certi atteggiamenti mentali, che talvolta non mancano nemmeno tra i cristiani, derivati dal non avere sufficientemente percepito la legittima autonomia della scienza, e che, suscitando contese e controversie, trascinarono molti spiriti a tal punto da ritenere che scienza e fede si oppongano tra loro».[11]

Il riferimento al caso Galileo era qui confinato a una nota a piè di pagina: «Cfr. Mons. Pio Paschini, *Vita e Opere di Galileo Galilei*, 2 vol., Pont. Accademia delle Scienze. Città del Vaticano 1964».[12]

Tutto questo sarebbe potuto comunque sembrare abbastanza corretto se non fosse per il fatto che, nel 1978, Pietro Bertolla, che aveva partecipato a un convegno in onore di Paschini, decise di confrontare parola per parola il manoscritto originale con il libro di fatto pubblicato, scoprendo così qualche centinaio di cambiamenti. Di per sé, il numero non sembrava eccessivo, trattandosi di un'opera di più di settecento pagine; tuttavia, quando Bertolla esaminò nel dettaglio le singole variazioni, capì che in alcuni punti le revisioni avevano un significato opposto a quello originariamente inteso da Paschini.[13] In particolare, Lamalle aveva sminuito l'importanza delle scoperte scientifiche di Galileo e gli aveva dato la maggior parte della colpa nelle sue interazioni con l'Inquisizione. Per esempio, discutendo del decreto anticopernicano del 1616, Paschini aveva scritto:

> […] per dirigersi invece contro la dottrina copernicana e giungere a la condanna con una sentenza pronunciata con una leggerezza del tutto insolita da parte dell'austero Tribunale. Il peggio si è che su quella sentenza non si ritornò più sopra con un esame più ponderato: i peripatetici avevano vinto e non vollero lasciarsi sfuggire così presto la

> vittoria. Quanto al Galilei lo si mise a tacere con un precetto: come si dice con termine canonico. [14]

Nel libro di fatto pubblicato, però, Lamalle aveva cambiato il testo trasformandolo nel seguente: «[…] per dirigersi invece contro la dottrina copernicana e giungere a la condanna con una sfortunata sentenza, che sorprende oggi in un così ponderato ed austero tribunale, ma non fa meraviglia considerandola nel quadro della dottrina e della conoscenza scientifica del tempo». [15] In altre parole, mentre Paschini affermava che il decreto anticopernicano del 1616 peccava come minimo di leggerezza, e che il fatto che non fosse mai stato riesaminato era ingiustificabile, Lamalle faceva sembrare che Paschini avesse detto che, anche se il decreto era stato un episodio sfortunato e non era qualcosa che ci si sarebbe aspettati da un organo saggio come l'Inquisizione, era comunque del tutto comprensibile nel contesto della sua epoca, i primi decenni del XVII secolo. Il punto importante, qui, non è la correttezza o meno della tesi di Lamalle, ma la sua disonestà intellettuale nel presentarla come se fosse stata di Paschini, senza menzionare questa differenza. Una mistificazione simile si ripeté anche nella presentazione delle conclusioni di Paschini riguardo alla condanna di Galileo del 1633. Citando un articolo del 1906, [16] Paschini aveva scritto:

> Quanto a le responsabilità si può dire francamente che «i grandi colpevoli (della condanna) agli occhi della storia sono quei difensori d'una scuola antiquata i quali vedendosi cadere di mano lo scettro della scienza e non potendo soffrire che non fosse più ascoltato religiosamente l'oracolo uscente dalle loro labbra si servirono di tutti i mezzi, di tutti gl'intrighi per restituire al loro insegnamento quel credito che perdeva: le Congregazioni e la loro autorità furono uno dei grandi mezzi adoperati, e fu loro colpa l'essersi prestate al gioco». [17]

Paschini stava cioè dando la colpa ai gesuiti conservatori e all'Inquisizione. Lamalle sostituì l'intero passo citando un articolo del 1957 che affermava che «Si trattava infatti di una grande causa […] La ragione scientifica ha fatto un passo ardito, benché senza portare ancora prove decisive, e questo grande passo sta per necessitare una rifusione delle immagini familiari collegate nella mente dello scienziato come in quella dell'uomo della strada alla rappresentazione dell'universo». [18]

In altre parole, Lamalle liquidava la visione di Paschini come qualcosa di superato. Di nuovo, Lamalle – a prescindere dalla validità o meno della sua prospettiva, e per quanto abbia sostenuto il contrario – ha sostanzialmente riscritto l'opera di Paschini, almeno per quanto riguarda le conclusioni di quest'ultimo riguardo al trattamento riservato dall'Inquisizione a Galileo e al copernicanesimo.

L'intera saga di Paschini, sviluppatasi intorno alla metà del XX secolo, ci lascia con un gusto amaro in bocca, accompagnato dal sospetto che le restrizioni imposte dalla Chiesa alla libertà di pensiero – e la disonestà intellettuale a esse associata – non siano ancora qualcosa di appartenente a un passato molto lontano.

La storia ebbe però una svolta nel 1978. Quell'anno venne infatti eletto papa Giovanni Paolo II, che in precedenza aveva avuto modo di sperimentare la privazione della libertà personale e religiosa nella Polonia comunista, il suo Paese natale. Ci si poteva aspettare, quindi, che prima o poi avrebbe affrontato il problema dell'interazione tra scienza e religione in generale e il caso Galileo in particolare; e, di fatto, lo fece già l'anno successivo.

L'armonia tra verità scientifica e verità rivelata

In occasione del centenario della nascita di Einstein, la Pontificia accademia delle scienze tenne un convegno al quale Giovanni Paolo II intervenne con un discorso sulla profonda armonia che unisce le verità della scienza con quelle della fede.[19] Nel suo intervento, il pontefice fece alcune ammissioni d'importanza storica. In primo luogo, riconobbe che Galileo «ebbe molto a soffrire – non possiamo nasconderlo – da parte di uomini e organismi di Chiesa».[20] In secondo luogo, notò che «Il Concilio Vaticano II ha riconosciuto e deplorato certi indebiti interventi»[21] in materia scientifica. Il papa sottolineò inoltre che lo stesso Galileo (nella *Lettera a Benedetto Castelli* e nella *Lettera a Cristina di Lorena*) aveva formulato la visione secondo cui, se la Scrittura viene interpretata in modo adeguato, tra scienza e religione non c'è contraddizione bensì armonia.

Ma la cosa forse più importante era che il papa auspicava «che teologi, scienziati e storici» approfondissero «l'esame del caso Galileo […] nel leale

riconoscimento dei torti, da qualunque parte provengano».[22] Quando l'avvio di questa iniziativa di studio venne annunciato, nell'ottobre 1980, conquistò i titoli dei quotidiani di tutto il mondo: il «Washington Post», per esempio, dichiarò che «Il mondo volge in favore di Galileo».[23] L'articolo concludeva che l'azione del papa mirava «a cancellare un giudizio che è sempre stato usato dagli avversari della Chiesa come un simbolo della sua opposizione alla libertà intellettuale». Di fatto, comunque, il compito della commissione nominata non era quello di fare la «revisione di un processo»[24] ma, piuttosto, di «ripensare tutta la questione galileiana».[25]

La commissione vaticana pubblicò il suo rapporto conclusivo il 31 ottobre 1992 e il papa disse di ritenere che aveva svolto il suo lavoro. Dopo aver ascoltato una presentazione dei risultati fatta dal presidente della commissione, lo stesso papa tenne un discorso in occasione di una sessione plenaria della Pontificia accademia delle scienze sul fenomeno della *complessità* in campo matematico e scientifico. Uno dei punti principali del suo intervento riguardava il rapporto tra i risultati della ricerca scientifica e le interpretazioni della Scrittura: il tema, cioè, che Galileo aveva affrontato con grande impegno argomentativo, solo per poi vedere i suoi sforzi frustrati dalla Chiesa. Il papa ammise che «Paradossalmente, Galileo, sincero credente, si mostrò su questo punto più perspicace dei suoi avversari teologi […] La maggioranza dei teologi non percepiva la distinzione formale tra la Sacra Scrittura e la sua interpretazione, il che li condusse a trasporre indebitamente nel campo della dottrina della fede una questione di fatto appartenente alla ricerca scientifica».[26]

Il papa aggiunse con preveggenza che gli insegnamenti tratti dal caso Galileo sarebbero probabilmente diventati importanti in futuro, dato che «Non è dunque da escludere che ci si trovi un giorno davanti a una situazione analoga».[27] Ribadì poi la sua convinzione che ci fosse una perfetta armonia tra scienza e religione.

Con quella presentazione, la Chiesa venne in sostanza a dichiarare che il caso Galileo era chiuso. Nel mondo, i media si gettarono a capofitto sulla notizia. Il «New York Times» annunciò: «Dopo 350 anni, il Vaticano dice che Galileo aveva ragione: si muove».[28] Il «Los Angeles Times» pubblicò un messaggio simile: «È ufficiale: la Terra ruota attorno al Sole, anche per il Vaticano».[29] Alcuni studiosi di Galileo, però, non ne erano altrettanto divertiti. Lo storico spagnolo Antonio Beltrán Mari scrisse: «Il fatto che il

papa continui a considerarsi un'autorità in grado di dire qualcosa di rilevante su Galileo e la sua scienza mostra che, da parte del papa, non è cambiato nulla: si sta comportando esattamente come i giudici di Galileo, di cui oggi riconosce gli errori». [30]

Per correttezza, va detto che il papa, in un certo senso, si trovava in una situazione in cui non poteva vincere: qualunque cosa avesse detto o non avesse detto riguardo agli errori della Chiesa, sarebbe stato criticato da qualcuno per qualche motivo. Ciononostante, la riabilitazione principalmente teologica di Galileo arrivava troppo tardi.

È interessante notare come, sia nel suo discorso del 1979 sia in quello del 1992, papa Giovanni Paolo II abbia citato anche Albert Einstein. Nel 1979, esordì dicendo che «Anche questa Sede Apostolica vuole rendere ad Albert Einstein il dovuto omaggio per il singolare eccelso contributo portato al progresso della scienza, ossia alla conoscenza della verità presente nel mistero dell'universo» [31] per quindi arrivare alla seguente conclusione: «La verità scientifica, infatti, è, come ogni altra verità, debitrice soltanto a se stessa e alla suprema Verità che è Dio creatore dell'uomo e di tutte le cose». [32] Nel suo intervento del 1992, ribadì il medesimo concetto: partendo da una spesso citata formulazione popolare di un aforisma di Einstein – «Quello che c'è, nel mondo, di eternamente incomprensibile, è che esso sia comprensibile» [33] – il papa suggerì che questa intelligibilità del mondo «rinvia in definitiva al Pensiero trascendente e originario di cui ogni cosa porta l'impronta». [34]

Dati i frequenti riferimenti a Einstein, sarà interessante, nel quadro di questa discussione sul rapporto tra scienza e religione, prendere in esame i pensieri di Einstein sulla religione e su Dio, confrontandoli con quelli che Galileo aveva espresso più di tre secoli prima.

17
I pensieri di Galileo e Einstein su scienza e religione

Nella *Lettera a Cristina di Lorena*, Galileo espresse nel modo più chiaro quello che riteneva essere il rapporto appropriato tra scienza e religione. Questo documento era, allo stesso tempo, un manifesto della battaglia di Galileo per la libertà intellettuale, per il diritto degli scienziati di difendere ciò che vedono come una prova stringente. Una delle ragioni alla base dello scontro di Galileo con la Chiesa aveva a che fare con le interpretazioni alquanto diverse che lui e i funzionari ecclesiastici avevano dato alla natura stessa del loro disaccordo: mentre Galileo era convinto di star cercando, in un certo senso, di salvare la Chiesa dal commettere un monumentale errore, questi prelati trattarono il suo ostinato insistere sulla validità delle proprie opinioni come un attacco frontale alla santità delle Scritture e alla Chiesa stessa. A sostegno del proprio punto di vista, Galileo si richiamò agli scritti di sant'Agostino, che aveva messo in guardia i cristiani dal pericolo di fare affermazioni conclusive su cose difficili da comprendere: «Riguardo a una questione così oscura non dobbiamo credere nulla in maniera avventata, per evitare che ciò che la verità abbia in seguito reso manifesto, quantunque non possa in alcun modo essere in contrasto con i libri santi, tanto dell'Antico quanto del Nuovo Testamento, per amore del nostro errore, tuttavia, ci capiti di odiarlo». [1] In sostanza, sant'Agostino stava dicendo, già nel V secolo, che i testi biblici non dovrebbero essere interpretati alla lettera qualora siano in contraddizione con ciò che conosciamo da fonti affidabili. Ed era proprio questo, secondo Galileo, l'errore che stavano commettendo i suoi avversari: volevano «estendere, per non dir abusare, la loro autorità [delle Scritture e dei Santi Padri], sì che anco in conclusioni pure naturali e non *de Fide*, si deva lasciar totalmente il senso e le ragioni dimostrative per qualche luogo della Scrittura, che tal volta sotto le apparenti parole potrà contener sentimento [senso] diverso». [2]

Galileo ribadì più volte questo concetto, esprimendo la propria convinzione che «quello degli effetti naturali che o la sensata esperienza ci pone dinanzi a gli occhi o le necessarie dimostrazioni ci concludono, non debba in conto alcuno esser revocato in dubbio, non che condennato, per luoghi della Scrittura che avessero nelle parole diverso sembiante».[3] Riferendosi più nello specifico alle proprie idee copernicane, Galileo sottolineò che «la mobilità o stabilità della Terra o del Sole non son *de Fide* né contro a i costumi».[4] Forse non vi sareste mai immaginati che, più di tre secoli dopo, ci saremmo ritrovati a dover affrontare alcune avversità simili a quelle incontrate da Galileo a proposito delle interpretazioni letterali della Bibbia, ma purtroppo le cose stanno proprio così: per esempio, da un sondaggio Gallup condotto nel 2017 negli Stati Uniti è emerso che circa il 38 per cento degli adulti erano inclini a credere che «Dio ha creato gli esseri umani nella loro forma attuale, in un preciso momento collocabile nell'arco degli ultimi diecimila anni».[5]

Darwin versus il «disegno intelligente»

Tutte le argomentazioni di Galileo restano altrettanto valide a proposito del tema dell'insegnamento della teoria darwiniana dell'evoluzione, attorno alla quale le controversie non si sono mai spente.[6] Per quanto ciò possa suonare sorprendente, anche se il papa stesso ha ammesso che «trasporre indebitamente nel campo della dottrina della fede una questione di fatto appartenente alla ricerca scientifica»[7] era stato un errore, e nonostante più di un secolo di solide conferme della teoria dell'evoluzione attraverso la selezione naturale, molti americani – e un notevole numero di persone in altre parti del mondo – continuano a credere alle idee creazioniste. E la cosa più triste è che le credenze dei creazionisti sono talmente forti che non sembra esserci alcuna soluzione in vista sul piano dell'opinione pubblica, e la disputa su come questa materia andrebbe insegnata a scuola prosegue ancora oggi. *Non si potrà mai sottolineare abbastanza il fatto che, sulla questione dell'evoluzione, non c'è neppure il più piccolo dubbio scientifico.*

In primo luogo, oggi conosciamo l'età dell'universo con un margine d'incertezza inferiore al 10 per cento.[8] In secondo luogo, l'Accademia nazionale delle scienze ha espressamente dichiarato che «Il concetto di

evoluzione biologica è una delle idee più importanti mai nate dall'applicazione dei metodi scientifici al mondo naturale».[9] Il 27 ottobre 2014, papa Francesco è intervenuto a una sessione plenaria della Pontificia accademia delle scienze affermando che «Il *Big Bang*, che oggi si pone all'origine del mondo, non contraddice l'intervento creatore divino ma lo esige. L'evoluzione nella natura non contrasta con la nozione di Creazione, perché l'evoluzione presuppone la creazione degli esseri che si evolvono».[10] In questa dichiarazione stava seguendo le orme di papa Giovanni Paolo II, che in un discorso del 22 ottobre 1996 aveva affermato, riguardo alla teoria dell'evoluzione: «È degno di nota il fatto che questa teoria si sia progressivamente imposta all'attenzione dei ricercatori, a seguito di una serie di scoperte fatte nelle diverse discipline del sapere. La convergenza, non ricercata né provocata, dei risultati dei lavori condotti indipendentemente gli uni dagli altri, costituisce di per sé un argomento significativo a favore di questa teoria».[11]

Nonostante questi chiari giudizi provenienti dalle più alte autorità scientifiche e religiose, un buon numero di persone continuano ostinatamente a non esserne convinte. E, cosa ancora più imbarazzante, in alcuni casi i creazionisti sono persino riusciti a persuadere educatori, politici e giudici che l'evoluzione sia soltanto una «teoria» e che la variante più di moda del creazionismo – il «disegno intelligente» – dovrebbe essere insegnata nei corsi di scienze a fianco della teoria dell'evoluzione.

La somiglianza tra le argomentazioni dei creazionisti e quelle mosse contro Galileo è assolutamente impressionante. In primo luogo, dicono i creazionisti, l'evoluzione attraverso la selezione naturale[12] non è un fatto dimostrato, e si basa su processi che non sono stati osservati o che non potranno mai essere osservati. A questo, i biologi rispondono che i reperti fossili ci forniscono un'ampia prova stringente del fatto che gli organismi si sono evoluti nel corso delle ere terrestri. In realtà, se la teoria dell'evoluzione fosse stata scorretta, falsificarla sarebbe stato facile (questa facilità di falsificazione costituisce uno dei segni distintivi di una teoria scientifica accettabile): per esempio, sarebbe bastato trovare anche un solo fossile di un mammifero avanzato, come un topo, databile a due miliardi di anni fa per confutare l'intera teoria. Tuttavia, non è mai stata trovata nessuna prova di questo genere; al contrario, le scoperte fatte confermano pienamente l'evoluzione. Per esempio, l'evoluzione predice che, a partire

dal periodo compreso tra qualche milione di anni fa e qualche centinaio di migliaia di anni fa, dovremmo trovare fossili di ominidi (antenati degli uomini moderni) che presentano sempre meno caratteri simili a quelli delle scimmie, e questa predizione è stata confermata in modo inequivocabile. Inoltre, non sono mai stati scoperti fossili di esseri umani anatomicamente moderni risalenti a milioni di anni fa. Dovremmo poi notare che davanti a noi ci sono numerosi esempi di selezione naturale all'opera, dai batteri che diventano resistenti a certi tipi di antibiotici all'evoluzione dei colori della falena delle betulle (*Biston betularia*) nell'Inghilterra del XIX secolo.

Una seconda obiezione sollevata dai creazionisti sta nel dire che non è mai stato rinvenuto nessun fossile di transizione, come una creatura per metà uccello e per metà rettile. Questo è semplicemente falso. I paleontologi hanno di fatto scoperto dei fossili che si collocano a metà strada fra gruppi tassonomici diversi: per esempio, un fossile chiamato *Tiktaalik roseae*, risalente a circa 375 milioni di anni fa, mostra la transizione dai pesci ai primi animali terrestri dotati di zampe, e un'intera serie di fossili racconta la transizione da una piccola specie chiamata *Eohippus* all'odierno cavallo, in una scala temporale geologica di circa cinquanta milioni di anni.

Infine, i creazionisti ricorrono a un argomento le cui origini risalgono a Cicerone, l'oratore romano del I secolo a.C.: delle «macchine» così complesse come quelle costituite dalle varie forme di vita, dicono, potrebbero essere state prodotte solo da un «disegno intelligente». All'inizio del XIX secolo, il teologo naturale William Paley adottò questa stessa linea di ragionamento: un complicato orologio attesta l'esistenza di un orologiaio. I creazionisti si sono attaccati in particolare all'esempio dell'occhio come organo anatomico che non avrebbe potuto evolversi naturalmente; tuttavia, la scoperta di organi più primitivi che segnano l'evoluzione dell'apparato di percezione della luce ha invalidato anche questo argomento. In sostanza, ogni organo biologico che sembrerebbe essere un congegno studiato ad arte è in realtà il risultato di una lunga selezione evolutiva aiutata dalla simbiosi con l'ambiente. In generale, i processi che non sono pienamente compresi non costituiscono comunque delle pecche della teoria. I creazionisti sembrano dimenticare – o ignorare – che Galileo aveva già combattuto questo tipo di battaglia quattro secoli dopo e che, alla fine, ha vinto.

Il perdurante dibattito sul cambiamento climatico è persino peggio, in quanto per evitare delle conseguenze catastrofiche occorre una risposta molto più rapida. Il negazionismo del cambiamento climatico è alimentato soprattutto da motivazioni politiche, economiche e religiose.[13] A differenza dell'evoluzione darwiniana, dove il rifiuto della teoria è fortemente correlato alla religiosità, nel caso del cambiamento climatico la causa dominante del negazionismo è il conservatorismo politico. La sua componente religiosa è stata espressa alla perfezione nel 2012 dalle parole del senatore James Inhofe, di Oklahoma, al programma radiofonico *Crosstalk with Vic Eliason* di Voice of Christian Youth America: «Dio è ancora lassù. Trovo oltraggiosa l'arroganza di chi pensa che noi, esseri umani, saremmo in grado di cambiare quello che sta facendo nel clima». Si confronti questa dichiarazione con lo schiacciante consenso scientifico che c'è oggi tra gli esperti (circa il 97 per cento) riguardo al fatto che «è estremamente probabile che l'influenza umana sia stata la causa dominante del riscaldamento osservato a partire dalla metà del XX secolo».

Nel 2018, l'Emissions Gap Report del Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente ha mostrato che nel 2017 le emissioni di anidride carbonica (CO_2) sono di fatto cresciute (dopo che erano rimaste ferme per quattro anni);[14] ciò risulta particolarmente allarmante alla luce dell'ultimo rapporto del Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico (IPCC) – un gruppo di scienziati riuniti dalle Nazioni Unite per guidare i leader del mondo – che concludeva che, per limitare l'aumento delle temperature globali a 1,5°C sopra i livelli preindustriali, sarebbe necessario tagliare le emissioni di gas serra del 45 per cento entro il 2030. Con un'iniziativa senza precedenti, il 2 dicembre 2018 i presidenti di quattro vertici climatici precedenti delle Nazioni Unite hanno pubblicato una dichiarazione congiunta chiedendo di agire con urgenza. Il fatto che gli Stati Uniti si siano ritirati dall'Accordo di Parigi sul cambiamento climatico (anche se, in realtà, non potranno abbandonarlo fino al 2020) e la continua promozione dei combustibili fossili da parte del presidente Donald Trump sono, in questo contesto, semplicemente scioccanti.[15] Per citare le parole del premio Nobel per la fisica Steven Weinberg: «Andare contro i giudizi della scienza è già di per sé una cosa stupida, ma farlo quando è in gioco il nostro pianeta è proprio folle».

Ogni elenco dei più grandi scienziati della storia – quelli che hanno cambiato il mondo – include i nomi di Galileo e Einstein. Questa è un'ulteriore ragione per cui, discutendo del tema del rapporto tra scienza e religione, è interessante confrontare le opinioni di questi due geni. Sappiamo che Galileo considerava la Scrittura come la guida nel campo della fede, dell'etica e del comportamento morale (per la «salvezza») e si opponeva alle interpretazioni letterali dei testi biblici solo quando tali interpretazioni contraddicevano le osservazioni scientifiche e le dimostrazioni logiche. Più di tre secoli dopo, Einstein avrebbe condiviso la prospettiva scientifica di Galileo, pur trovandosi su posizioni quasi diametralmente opposte alle sue in materia di fede.

Einstein su religione e scienza

Non c'è dubbio che sulla libertà intellettuale il tedesco Einstein la pensasse esattamente allo stesso modo di Galileo. Nel 1954, a un convegno del Comitato d'emergenza americano per le libertà civili, Einstein dichiarò: «Con libertà accademica, intendo il diritto di cercare la verità e di pubblicare e insegnare ciò che si ritiene essere vero».[16] Stava qui ripetendo ciò che aveva scritto in un discorso del 1936, tre anni dopo l'avvento al potere di Adolf Hitler in Germania (in seguito al quale Einstein era emigrato negli Stati Uniti): «La libertà di insegnamento e di opinione nei libri o nella stampa è il fondamento di un sano e naturale sviluppo di qualsiasi popolo».[17] Galileo sarebbe stato senz'altro d'accordo.

Sul rapporto tra scienza e religione, d'altro canto, le opinioni di Einstein erano più complesse;[18] possiamo riassumerle in breve nei seguenti termini.

Einstein menzionava spesso Dio nei suoi scritti, negli interventi pubblici e nelle pubblicazioni. Per esempio, volendo esprimere il proprio scetticismo riguardo alla meccanica quantistica – la teoria del mondo subatomico – fece la famosa affermazione: «Sono convinto che Dio non giochi ai dadi».[19] Similmente, per esprimere l'opinione che la natura può essere difficile da decifrare, ma non è incline a ingannarci, Einstein disse: «Il Signore è sottile, ma non malizioso».[20] Einstein si chiese anche se nel disegno cosmico ci fosse stato spazio per una qualche scelta: «Ciò che veramente mi interessa è se Dio avrebbe potuto creare il mondo in una maniera differente, ossia se il

requisito della semplicità logica lasci un qualche margine di libertà». Queste citazioni, comunque, hanno a che fare soprattutto con la struttura dell'universo e non ci danno il quadro completo dell'atteggiamento di Einstein nei confronti della religione.

Einstein illustrò la maggior parte della sua visione su religione e scienza – e sul rapporto tra le due – in una serie di saggi, lettere e discorsi scritti soprattutto tra il 1929 e il 1940. Uno dei primi, un saggio intitolato *What I Believe* («Ciò che credo»), scritto nel 1930, contiene alcune delle sue affermazioni più memorabili:

> La più bella esperienza che possiamo avere è quella del misterioso. È l'emozione fondamentale che si trova all'origine della vera arte e della vera scienza. Chi non la conosce e non è più in grado di stupirsi, non è più in grado di meravigliarsi, è come morto, e i suoi occhi sono spenti. È stata l'esperienza del mistero – per quanto mescolato alla paura – a generare la religione. Una conoscenza dell'esistenza di qualcosa che non possiamo penetrare […] sono questa conoscenza e questa emozione a costituire l'autentica religiosità. In questo senso, e solo in questo senso, io sono un uomo profondamente religioso. Mi è inconcepibile un Dio che premia e punisce le sue creature, o che possiede una volontà come quella che ritroviamo in noi stessi. [21]

Einstein sta qui ripetendo un concetto che aveva già espresso nel 1929, in risposta a un telegramma del rabbino Herbert Goldstein che gli aveva chiesto «Lei crede in Dio?». Einstein, che fu sempre un ammiratore del filosofo seicentesco olandese Baruch Spinoza, gli rispose: «Credo nel Dio di Spinoza che si rivela nell'armonia di tutto ciò che esiste, ma non in un Dio che si occupa del destino e delle azioni degli esseri umani». [22]

Einstein elaborò ulteriormente queste idee in due articoli, uno intitolato *Religion and Science*, [23] che scrisse per il «New York Times Magazine» nel novembre 1930, e l'altro intitolato *Science and Religion*, che venne letto a una conferenza a New York nel 1940. Nel primo, Einstein presentò quelli che considerava come i tre passi principali nell'evoluzione delle credenze religiose, mentre nel secondo tentò di definire la scienza e la religione e articolò la sua opinione riguardo a quella che riteneva essere la fonte ultima del conflitto percepito tra queste due realtà.

Le tre fasi dello sviluppo delle religioni, secondo Einstein, erano: la paura («di fame, bestie selvatiche, malattia e morte»); la «concezione

sociale o morale di Dio» (un Dio che premia, punisce e conforta); e il «senso religioso cosmico». Dal canto suo, Einstein ammetteva di avvertire solo questa terza forma di esperienza religiosa: «Chi è assolutamente convinto che la legge di causalità sia un principio universale non può, nemmeno per un singolo momento, concepire l'idea di un essere che interferisca nel corso degli eventi (ammesso, certo, che egli prenda l'ipotesi della causalità davvero sul serio). Non sa che farsene della religione della paura e nemmeno di una religione sociale o morale».

È quindi evidente che per Einstein la religione aveva un ruolo molto diverso da quello che aveva per Galileo. Pur essendo entrambi d'accordo – come abbiamo visto – sul fatto che la natura opera in base a determinate leggi matematiche, Galileo considerava la Scrittura come la guida principale in quel comportamento morale che conduce infine alla salvezza, mentre il senso religioso di Einstein era ispirato proprio e soltanto da quelle leggi di natura.

Le definizioni di scienza e di religione formulate da Einstein si spingevano persino oltre. Egli definì la scienza come «il tentativo di ricostruire l'esistenza a posteriori attraverso un processo di concettualizzazione»;[24] in altri termini, secondo lui, la scienza descrive la realtà così come esiste e non come dovrebbe idealmente essere. La religione, dal canto opposto, era per lui «lo sforzo secolare dell'uomo per diventare limpidamente e perfettamente conscio di tali valori e fini [essere liberi dall'egoismo e dai desideri orientati all'ego, e nutrire un'aspirazione sovrapersonale diretta al miglioramento dell'esistenza], e per rafforzarne ed estenderne costantemente l'efficacia».[25] Nello specifico, per Einstein la religione tradizionale non accerta la realtà ma soltanto uno stato *desiderato*. Partendo da queste due definizioni, Einstein concludeva che non ci sarebbe dovuto essere nessuno scontro tra scienza e religione, *a meno che* le istituzioni religiose non fossero intervenute nel campo della scienza (per esempio, insistendo – come nei casi di Galileo e di Darwin – sulle interpretazioni letterali della Bibbia), o attraverso l'introduzione della dottrina di un «Dio personale», che per lui era scientificamente inaccettabile.

Pur ammettendo che la scienza non possiede gli strumenti per confutare definitivamente il concetto di un Dio personale, Einstein considerava tale

dottrina «indegna», «perché […] capace di sussistere solo al buio, anziché alla luce del Sole». [26]

Fu questo rifiuto, da parte di Einstein, del concetto di un Dio personale a provocare una reazione estremamente forte, perlopiù negativa, in molti ambienti. In un linguaggio che ricordava da vicino quello degli aristotelici contro Galileo, un prete di North Hudson (New York) scrisse sullo «Hudson (N.Y.) Dispatch»: «Einstein non sa di che cosa sta parlando. Sbaglia completamente. Alcuni uomini pensano che solo perché hanno raggiunto un alto livello di preparazione in qualche campo, sono qualificati a esprimere la loro opinione su tutto».

Monsignor Fulton John Sheen, un professore della Catholic University of America, criticò sia il saggio del 1930 sia quello del 1940, concludendo con sarcasmo: «C'è un unico errore nella sua [di Einstein] religione cosmica: ha messo una "s" di troppo nel termine».

Non tutte le reazioni furono però negative. Un veterano invalido della Prima guerra mondiale che viveva a Rochester (New York) scrisse: «I grandi leader, pensatori e patrioti del passato, che hanno combattuto e sono morti per la libertà di pensiero, la libertà di parola, la libertà di stampa e la libertà intellettuale ti acclamano! Con il grande e potente Spinoza, il tuo nome vivrà finché esisterà l'umanità». [27]

Lo stesso Einstein non era affatto entusiasta di essere stato bollato come un ateo. A una cena di beneficenza a New York, disse a un diplomatico tedesco antinazista (con parole che ricordano molto l'elogio di Galileo fatto da Viviani): «Anche se io, con la mia mente umana limitata, sono in grado di riconoscere questa armonia nel cosmo, ci sono comunque persone che affermano che non c'è alcun Dio. Ma quello che mi fa veramente arrabbiare è che mi citano a sostegno delle loro idee». [28]

Una lettera scritta da Einstein il 3 gennaio 1954, in cui ribadiva le sue idee su un «Dio personale» e sul «Dio di Spinoza», è stata venduta all'asta da Christie's il 4 dicembre 2018 per la straordinaria somma di 2.892.500 dollari. [29] La lettera era indirizzata al filosofo ebreo tedesco Eric Gutkind, in risposta a un libro scritto da quest'ultimo che costituiva un manifesto religioso umanistico basato sugli insegnamenti biblici. L'aspetto più significativo della lettera era forse che Einstein esprimeva il proprio accordo con Gutkind nel ritenere che gli esseri umani dovrebbero aspirare «a un ideale che trascende l'interesse personale, con la lotta per liberarsi dai

desideri orientati all'ego, la lotta per il miglioramento e il perfezionamento dell'esistenza, con un'enfasi sull'elemento puramente umano».

Dato che il rapporto tra scienza e religione è un argomento che continuerà probabilmente a essere discusso anche dalle future generazioni, un consiglio di Galileo e Einstein potrebbe risultare utile e illuminante. *Finché le conclusioni della scienza a proposito della realtà fisica vengono accettate, senza nessun intervento delle credenze religiose e senza scagliarsi contro i fatti dimostrabili, non può esistere nessun conflitto tra questi due ambiti.* Galileo comprese che la Bibbia non è un testo scientifico, ma rappresenta una descrizione allegorica della meraviglia provata nell'antichità dagli uomini di fronte a un universo in apparenza incomprensibile. Einstein avvertiva quella stessa meraviglia, anche se le sue conclusioni erano che il cosmo fosse, in ultima analisi, comprensibile. In un certo senso, questa era anche l'opinione di papa Giovanni Paolo II.[30] Una pacifica coesistenza tra la scienza e la religione tradizionale (escludo qui sia i fanatici religiosi, sia gli atei che coltivano un atteggiamento «missionario» aggressivo) è quindi senza dubbio possibile, almeno in linea di principio. Il filosofo della scienza Karl Popper ha espresso in modo condivisibile le sue opinioni moderate su questo tema scrivendo: «Anche se non sono religioso, penso che dovremmo mostrare rispetto per chi crede onestamente».[31] Ciononostante, riconoscendo che il rischio di conflitto rimane, il suggerimento del papa di dar vita a «un dialogo in cui venga sostenuta l'integrità sia della religione sia della scienza e venga incoraggiato il progresso di entrambe» sembra essere un buon passo avanti. Dovremmo consentire la coesistenza di molte idee e ideali e la libertà di dibatterli,[32] respingendo soltanto l'intolleranza.[33]

18
Un’unica cultura

Galileo non avrebbe compreso il concetto delle «due culture» di C.P. Snow: l’idea che coloro che coltivano la cultura letteraria o umanistica formino un gruppo separato rispetto agli scienziati e ai matematici gli sarebbe suonata del tutto aliena. Egli stesso abitava senza problemi in entrambi questi mondi, quello scientifico e quello umanistico, commentando opere artistiche e letterarie e dedicandosi alla musica con la stessa passione e lo stesso entusiasmo che metteva nel suo lavoro scientifico. La sua formazione artistica permeava la sua interpretazione delle osservazioni, consentendogli di presentare le sue scoperte in modo più efficace. Inoltre, con la sua scelta di pubblicare gran parte delle sue opere in un italiano brillante ma facile da comprendere anziché in latino, Galileo era anche un perfetto esempio d quello che John Brockman chiamerebbe un «pensatore della terza cultura»: una persona, cioè, che fa a meno di ogni mediatore e comunica direttamente con il pubblico intelligente. [1]

Se ci pensate per un momento, come sarebbe possibile non considerare la scienza come una parte integrante della cultura umana e del nostro patrimonio intellettuale? In fin dei conti, la scienza è un campo dove l’esistenza di un progresso è qualcosa di inequivocabile. Sarebbe difficile, per esempio, sostenere con un’argomentazione stringente che l’arte contemporanea sia nettamente superiore a quella del Rinascimento, o che la poesia di Saffo sia senza dubbio inferiore a quella di Emily Dickinson; per contro, l’aspettativa di vita nell’Inghilterra del XVII secolo era di circa trentacinque anni, mentre oggi – soprattutto grazie ai risultati della scienza – è di circa ottantun anni (facendo la media tra uomini e donne). [2] Oppure, prendiamo il fatto che Galileo fu la prima persona a identificare correttamente le caratteristiche morfologiche della superficie lunare; oggi, a quattro secoli di distanza, abbiamo una dozzina di astronauti che hanno già camminato su quella superficie. Analogamente, Antoni van Leeuwenhoek

(la cui vita venne in parte a sovrapporsi a quella di Galileo) fondò la microbiologia come una disciplina scientifica e identificò i microbi come nuove specie; nei secoli successivi, milioni di specie biologiche sono state caratterizzate in modo esaustivo. Infine, mentre Galileo venne accusato perché le sue ricerche sulla natura della materia erano in conflitto con le descrizioni bibliche, oggi i fisici delle particelle sono riusciti a scoprire tutti i costituenti fondamentali della materia ordinaria. E l'elenco dei risultati scientifici potrebbe proseguire a oltranza, con gli incredibili progressi fatti nel campo dell'esplorazione sia del microcosmo fisico e biologico, sia del macrocosmo cosmico. Questo avanzamento non costituisce forse una parte essenziale dell'unica cultura umana?

Supponiamo di trovarci a dover comunicare con una civiltà aliena superiore che viva nella nostra galassia. Come potremmo far loro capire (ammesso che siano in grado di comprenderci) i livelli intellettuali e tecnologici raggiunti dalla nostra civiltà? Che ci crediate o meno, un metodo interessante e relativamente semplice sarebbe quello di limitarci a informarli che siamo riusciti a rilevare le onde gravitazionali originatesi dalla collisione di due buchi neri.[3] E perché un campo in apparenza così esoterico dovrebbe darci tutte queste informazioni? Le onde gravitazionali sono increspature nel tessuto dello spaziotempo prodotte da forti accelerazioni, come quelle create quando due stelle a neutroni – o due buchi neri – entrano in collisione dopo essersi avvicinate con un moto a spirale. L'esistenza di queste onde è stata predetta dalla teoria della relatività generale di Einstein, una teoria che ha cambiato la descrizione della gravità da una misteriosa forza che agisce a distanza a una rappresentazione della curvatura dello spaziotempo. In parole semplici, come un oggetto pesante fa abbassare una pedana elastica, le masse (come il Sole o un buco nero) incurvano lo spaziotempo nelle loro vicinanze; e quando quelle masse accelerano, l'alterazione spaziotemporale si propaga sotto forma di increspature. Sul piano teoretico, quindi, dicendo a una civiltà aliena che conosciamo le onde gravitazionali, veniamo a comunicarle immediatamente lo stato della nostra comprensione della natura dello spaziotempo, un elemento cruciale nell'evoluzione del nostro universo. E il fatto che siamo riusciti anche a *rilevare* queste onde gravitazionali ci dà poi un rapporto immediato sullo stato del nostro sviluppo tecnologico, in quanto la capacità di rilevare tali increspature straordinariamente deboli ha qualcosa di

miracoloso. In sostanza, i ricercatori hanno avvertito un'onda che distorce lo spaziotempo di una parte su 1.000.000.000.000.000.000.000 (quest'onda, cioè, ha fatto espandere e contrarre l'intera Terra di una larghezza grossomodo pari a quella di un nucleo atomico).

Di certo, sono in pochi a non riconoscere che il progresso scientifico sia stato responsabile di un gran numero di miglioramenti nella qualità della nostra vita quotidiana. Purtroppo, invece, i risultati ottenuti nel campo delle discipline umanistiche non ricevono sempre il rispetto che meritano, un fenomeno che avrebbe senza dubbio irritato Galileo.

Il contributo delle discipline umanistiche alla nostra capacità di immaginare anche le cose che non esistono, alla creatività umana e allo sviluppo e all'evoluzione del nostro linguaggio (con tutte le ramificazioni a esso associate nel campo della comunicazione), non potrà mai essere sottolineato abbastanza. La filosofia, la ricerca spirituale e la religione hanno aiutato gli uomini a costruire un orizzonte morale. Tuttavia, ci sono persone che anziché incoraggiare un'alleanza tra le scienze e le discipline umanistiche (che si avvantaggerebbe delle risorse che ognuno di questi due ambiti ha da offrire), insistono nell'affermare che queste due realtà dovrebbero puntare a una coesistenza ermeticamente separata. Questi «separatisti» vogliono che tra i due ambiti ci siano dei chiari confini (per quanto un po' porosi). A mio modesto parere, anche se tra i due ambiti ci sono senza dubbio delle importanti differenze a livello di oggetti di studio, di stili e di pratiche, sia le discipline umanistiche sia le scienze dovrebbero essere riconosciute come parti integranti di un'unica cultura umana. [4]

Questa conclusione diventa particolarmente evidente quando ci rendiamo conto di come alcune delle domande più fondamentali che gli uomini si siano mai posti abbiano varcato, nel corso dei millenni, dapprima il confine tra la religione e la filosofia e quindi, in seguito, quello tra la filosofia e la scienza. Mi sto riferendo, in particolare, alle domande relative alle *origini*: come ha avuto inizio l'universo? Come si è formata la Terra? Come è nata la vita sulla Terra? Come è emersa la coscienza? Questi interrogativi, come forse anche quello ancora più grande «Perché l'universo esiste?» [5] – o, come a volte viene formulato, «Perché c'è qualcosa anziché il nulla?» – sono oggi considerati dai più (anche se, purtroppo, non da tutti) come domande che appartengono al campo d'indagine della scienza. E,

cosa più importante, la scienza ci ha già fornito almeno delle risposte parziali ad alcune di queste domande. [6]

Per esempio, oggi sappiamo che il nostro universo ha avuto inizio circa 13,8 miliardi di anni fa da uno stato estremamente denso e caldo, comunemente noto come il Big Bang. [7] Siamo quasi in grado di determinare l'età dell'universo con una precisione superiore a quella con cui possiamo stabilire l'età di una persona vivente. Sappiamo che il Sole si è formato 4,6 miliardi di anni fa dal collasso gravitazionale di una nube di gas e polvere, e che la Terra è nata dall'aggregazione delle particelle di polvere nel disco piatto che si era formato attorno al Sole, e così via. Proprio come aveva previsto Galileo, gran parte della nostra rappresentazione del mondo non si basa su vaghe descrizioni qualitative, ma su modelli matematici dettagliati e simulazioni numeriche.

Questi fatti rendono solo più urgente la lotta all'ignoranza su *tutti* i fronti, quello scientifico come quello umanistico. Proprio come tutti dovrebbero avere perlomeno l'occasione di leggere, per esempio, qualche opera teatrale di Shakespeare o gli scritti di Marcel Proust, F. Scott Fitzgerald, Virginia Woolf, Chimamanda Ngozi Adichie, Lu Min e Fëdor Dostoevskij, allo stesso modo chiunque dovrebbe essere consapevole del fatto che il mondo è governato da determinate leggi di natura, e che ci sono prove stringenti che tali leggi si applicano all'intero universo osservabile e che non sembrano mutare col tempo.

Come forse ricorderete, Galileo era fortemente contrario a ogni tipo di divisione in compartimenti stagni, che fosse tra le diverse branche della scienza o magari anche solo tra le scienze e la matematica o le arti. Ai suoi occhi, queste separazioni ermetiche erano «non meno sciocche di quella di un tal medico fisico, che, spinto da un poco di livore, diceva che il medico Aqquapendente [il chirurgo italiano del XVI secolo Girolamo Fabrizio], essendo grande anatomista e chirurgo, doveva contentarsi di star tra i suoi ferri ed unguenti, senza volersi ingerire nelle cure fisiche [con le medicine]». [8] Galileo si sarebbe senza dubbio opposto a ogni tentativo di escludere le discipline umanistiche o le scienze dall'essere considerate come una parte indispensabile della cultura umana. Il punto è che la cultura umana è qualcosa di intrinsecamente vario. L'essenza di questo fatto è stata espressa alla perfezione in una singola frase dalla filosofa dell'Università di Chicago Martha Nussbaum quando ha detto: «L'educazione deve

trasmettere la capacità di pensiero critico e deve coltivare l'immaginazione».[9] Il pensiero critico e l'immaginazione sono di fatto gli elementi cruciali forniti dalle scienze e dalle discipline umanistiche: la scienza tenta di *spiegare* e predire l'universo, la letteratura e le arti ci presentano la *nostra risposta emotiva* all'universo. I concetti come quello della libertà di pensiero emergono dalla fusione di questi due ambiti disciplinari. Secoli fa, Galileo comprese che gli esseri umani avevano bisogno sia delle discipline umanistiche, sia delle scienze. È appropriato che Galileo, uno dei più grandi scienziati della storia, sia stato immortalato in così tante opere d'arte[10] (la Figura 12 dell'inserto fotografico mostra un busto di Galileo di Carlo Marcellini); è forse per questo motivo che le ultime toccanti parole che Bertolt Brecht mette in bocca all'astronomo cieco nella sua *Vita di Galileo* sono «Com'è la notte?».

Ringraziamenti

Sono profondamente in debito con molte persone e istituzioni che mi hanno aiutato a portare a termine questo progetto. Vorrei ringraziare il Museo Galileo di Firenze e il suo staff per la loro gentile ospitalità. Sono grato al direttore del museo, Paolo Galluzzi, e al vicedirettore, Filippo Camerota, per le utilissime discussioni che abbiamo avuto su Galileo, e a Giorgio Strano per le conversazioni su Tycho Brahe. Ringrazio Giulia Fiorenzoli per aver facilitato il mio soggiorno in Italia. Alessandra Lenzi, Elisa Di Renzo, Sabina Bernacchini e Susanna Cimmino mi hanno assistito molto nella biblioteca del museo e mi hanno fornito diversi materiali presi dal laboratorio fotografico. Sono particolarmente grato agli studiosi di Galileo Michele Camerota e Maurice Finocchiaro per le affascinanti conversazioni sull'astronomo e per avermi fornito alcune delle loro importanti pubblicazioni. Ringrazio Federico Tognoni per la sua assistenza con l'iconografia galileiana. Ho avuto alcune stimolanti discussioni con il filosofo della scienza Dario Antiseri sulla filosofia e sul rapporto tra scienza e religione e tra scienza e discipline umanistiche. Stefano Gatti (che purtroppo è deceduto durante la stesura di questo libro) e il marchese Mariano Cittadini Cesi mi hanno fornito importanti informazioni sull'amico e patrono di Galileo Federico Cesi.

Il geologo e scienziato dell'ambiente Daniel Schrag mi ha spiegato nel dettaglio la scienza del cambiamento climatico e mi ha indirizzato a diversi importanti articoli sul tema. Il fisico dell'atmosfera Richard Lindzen, che è uno dei più aperti «negatori» del cambiamento climatico, mi ha spiegato che cosa di preciso non accetta nell'interpretazione delle scoperte sul cambiamento del clima.

Sono grato ad Amy Kimball, delle Special Collections of the Sheridan Libraries della Johns Hopkins University, per avermi fornito diversi materiali di cruciale importanza. Kate Hutchins, dello Special Collections

Research Center dell’Università del Michigan, mi ha messo a disposizione un documento originale di Galileo di inestimabile valore.

La storica dell’arte Lisa Bourla mi ha dato importanti informazioni sul pittore e amico di Galileo Cigoli. I curatori Joost Vander Auwera e Ingrid Goddeeris, del Museo reale delle belle arti di Bruxelles, mi hanno aiutato a cercare un ritratto di Galileo intitolato *Galileo in prigione*. Gli esperti d’arte Benito Navarrete Prieto, Pablo Hereza, Jonathan Brown e Xanthe Brooke mi hanno dato la loro autorevole opinione sull’attribuzione di quel ritratto, e le curatrici Annemie De Vos (del Vleeshuis Museum di Anversa) ed Els Baetens (dello Stedelijk Museum di Sint-Niklaas) mi hanno fornito preziose informazioni e mi hanno molto aiutato nella ricerca della sua ubicazione.

Sono per sempre grato a mia moglie, Sofie Livio, per l’infinita pazienza e il continuo sostegno che ha mostrato durante gli anni di preparazione e di scrittura di questo libro.

Infine, la mia agente, Susan Rabiner, mi ha incoraggiato a scrivere il libro e mi ha guidato con competenza attraverso l’intero processo. Ringrazio Sharon Toolan per la sua assistenza professionale nella preparazione del manoscritto per la stampa. Sono profondamente in debito con il mio editor, Bob Bender, per i suoi ponderati commenti sul manoscritto, e con Johanna Li e l’intero team di produzione della Simon & Schuster per il loro supporto nella preparazione del libro per la pubblicazione.

Note

Fin dall'inizio del XX secolo, la principale fonte di informazioni sulla vita e l'opera di Galileo è stata il monumentale lavoro curato da Antonio Favaro: *Le opere di Galileo Galilei, Edizione Nazionale* (Giunti-Barbera, Firenze 1890-1909, ristampata nel 1929). I volumi della ristampa sono oggi consultabili online all'indirizzo bibdig.museogalileo.it/Teca/Viewer?an=0000000328457; anche sul sito di LiberLiber (www.liberliber.it) è possibile trovare gran parte del testo. Il Galileo Project di Albert Van Helden ed Elizabeth Burr della Rice University (galileo.rice.edu) fornisce un eccellente apparato informativo ipertestuale. Il recentissimo libro di Stefano Gattei, *On the Life of Galileo*, Princeton University Press, Princeton (NJ) 2019 presenta un'inestimabile raccolta di antiche biografie dello scienziato e altri documenti importanti.

1. Un ribelle con una causa

1 L'evento verrà presentato più nel dettaglio nel capitolo 5.

2 *Giosuè* 10,12-13. Per le citazioni bibliche si è seguito il testo CEI 2008, consultabile all'indirizzo www.bibbia.net.

3 B. Castelli, *Lettera a Galileo*, 14 dicembre 1613, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, ristampa della Edizione Nazionale, G. Barbèra, Firenze 1929-1939, vol. XI, pp. 605-606. Si veda il capitolo 6.

4 G. Galilei, *Lettera a Benedetto Castelli*, 21 dicembre 1613, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. V, pp. 281-288.

5 Sant'Agostino, *La genesi alla lettera*, libro II, 9-20, in *Commenti alla genesi*, Bompiani, Milano 2018, p. 555.

6 B. Russell, *Storia della filosofia occidentale*, TEA, Milano 1991, p. 515.

7 M. Born, *Physics in My Generation*, Pergamon Press, Oxford 1956.

8 Per una buona discussione del contributo di Galileo, si veda B. Gower, *Scientific Method. An Historical and Philosophical Introduction*, Routledge, London 1997, p. 21.

9 H. Wölfflin, *Principles of Art History*, Dover, New York 1950, citato anche in P. Machamer, «Introduction», in P. Machamer (a cura di), *The Cambridge Companion to Galileo*, Cambridge University Press, Cambridge 1998.

10 Un testo di particolare interesse è G. de Santillana, *The Crime of Galileo*, University of Chicago Press, Chicago 1955, che si propone di seguire il viaggio mentale di Galileo.

11 L. da Vinci, *Scritti scelti*, a cura di A.M. Brizio, Utet, Torino 2013, C.A. 141 r.b.

12 Si veda V. Viviani, *Racconto istorico della vita di Galileo Galilei*, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIX, pp. 597-632.

13 G. Vasari, *Le vite de' più eccellenti pittori, scultori e architettori*, II ediz. ampliata, Firenze 1568.

14 Sull'interesse di Galileo per la musica, si veda D. Fabris, *Galileo and Music. A Family Affair*, in E.M. Corsini (a cura di), *The Inspiration of Astronomical Phenomena*, «Astronomical Society of the Pacific Conference Series», 441, 2011, p. 57.

15 Per una buona presentazione dell'amore di Galileo per la letteratura e l'arte, si vedano E. Panofsky, *Galileo critico delle arti*, Cluva, Venezia 1985, e M.A. Peterson, *Galileo's Muse. Renaissance, Mathematics and the Arts*, Harvard University Press, Cambridge (MA) 2011.

16 Per un breve ma accurato resoconto dello sfondo sul quale Galileo si trovò a operare, si veda P. Machamer, «Introduction», cit. Per una splendida descrizione dell'intera cultura scientifica di quell'epoca, si veda M. Camerota, *Galileo Galilei e la cultura scientifica nell'età della Controriforma*, Salerno Editrice, Roma 2004.

17 L'ascesa dell'individualismo è tratteggiata, tra l'altro, in B. Russell, *Storia della filosofia occidentale*, cit.

18 L'invenzione della stampa è ben raccontata in E.L. Eisenstein, *Le rivoluzioni del libro. L'invenzione della stampa e la nascita dell'età moderna*, il Mulino, Bologna 2004. Per quanto riguarda la diffusione delle informazioni resa possibile dalla nuova tecnologia, si veda E. Reeves, *Evening News. Optics, Astronomy, and Journalism in Early Modern Europe*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia 2014.

19 J. Michelet, *Il Rinascimento*, Firenze University Press, Firenze 2016, p. 8.

20 Prefazione di Einstein a un'edizione inglese del *Dialogo* di Galileo: A. Einstein, «Foreword», in S.J. Gould (a cura di), *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems, Ptolemaic and Copernican*, University of California Press, Berkeley 1953.

21 C.P. Snow, *Le due culture*, Marsilio, Venezia 2005, p. 29. La conferenza venne tenuta il 7 maggio 1959 nella Senate House di Cambridge. Nel 1963 Snow pubblicò una versione ampliata del volume intitolata *The Two Cultures. A Second Look*, in cui si mostrava più ottimista riguardo alla possibilità di saldare la frattura tra cultura scientifica e umanistica.

22 D. Wootton, *The Invention of Science. A New History of the Scientific Revolution*, Harper, New York 2015, p. 16.

23 J. Brockman, *The Third Culture*, Simon & Schuster, New York 1995, apparso per la prima volta online, nel 1991, sul sito Edge.org.

24 E. Wigner, *The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Science. Richard Courant Lecture in Mathematical Sciences Delivered at New York University, May 11, 1959*, «Communications in Pure and Applied Mathematics», 13, n. 1, 1960.

2. Uno scienziato umanista

1 La data di nascita più attestata è quella del 15 febbraio 1564. Tuttavia, di tre oroscopi scritti da Galileo per se stesso, due riportano la data del 16 febbraio e solo uno quella del 15. Per una discussione su tali oroscopi, si veda N.M. Swerdlow, *Galileo's Horoscopes*, «Journal for the History of Astronomy», 35, 2004, p. 135.

2 Non è certo che Vincenzo si sia dedicato al commercio di abiti; sappiamo comunque che accettò parte della dote di Giulia sotto forma di vestiti.

3 I fratelli di Galileo erano Benedetto e Michelangelo, le sorelle note si chiamavano Virginia, Anna e Livia. Non è chiaro se anche Lena fosse sua sorella oppure una domestica. Si veda la sezione «Documenti» in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIX, pp. 13 segg.

4 Il *Dialogo* venne pubblicato a Firenze sul finire del 1581 o all'inizio del 1582; si veda V. Galilei, *Dialogo di Vincentio Galilei nobile fiorentino della musica antica, et della moderna*, Giorgio Marescotti, Firenze 1581.

5 Questa interessante ipotesi è stata avanzata in S. Drake, *Galileo at Work. His Scientific Biography*, University of Chicago Press, Chicago 1978.

6 Gherardini visse vicino a Galileo, a Roma, nel 1633. Dalle loro conversazioni raccolse diverso materiale biografico, che avrebbe in seguito riassunto.

7 Quasi tutte le biografie indicano come anno il 1581, ma Camerota e Helbing hanno dimostrato in modo convincente che si trattava del 1580; si veda M. Camerota, M.O. Helbing, *Galileo and Pisan Aristotelianism. Galileo's* De motu antiquiora *and the* Quaestiones de motu elementorum *of the Pisan Professors*, «Early Science and Medicine», 5, 2000, p. 319.

8 Ricci sarebbe poi diventato il matematico del granduca Ferdinando I.

9 A. Einstein, *On the Method of Theoretical Physics, Ideas and Opinions*, a cura di S. Bargmann, Alvin Redman, London 1954.

10 N. Gherardini, *Vita di Galileo*, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIX, p. 637.

11 A. Einstein, *Geometria ed esperienza*, consultabile all'indirizzo fisica.unipv.it/antoci/re/Einstein21.pdf.

12 G. Galilei, *La bilancetta*, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. I, pp. 209-220.

13 Il trattato fu pubblicato postumo da un ecclesiastico, Urbano d'Aviso.

14 Per una buona discussione – abbastanza dettagliata – degli «schemi» matematici relativi all'Inferno, si veda J.L. Heilbron, *Galileo*, Oxford University Press, Oxford 2010.

15 G. Galilei, *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. VIII, p. 51.

16 M. Csíkszentmihályi, *Creativity. Flow and the Psychology of Discovery and Invention*, HarperCollins, New York 1996.

3. La Torre pendente e i piani inclinati

1 Per una valida presentazione degli studi pisani di Galileo, si veda W.A. Wallace, *Galileo's Pisan Studies in Science and Philosophy*, in P. Machamer (a cura di), *The Cambridge Companion to Galileo*, cit.

2 Il professore di lingua e letteratura inglese Lane Cooper ha raccolto alcuni di questi aneddoti e ha discusso l'esperimento della Torre pendente. Anche se in passato il suo lavoro è stato criticato, resta comunque un onesto tentativo di esaminare gli esperimenti sulla caduta libera (si veda L. Cooper, *Aristotle, Galileo and the Tower of Pisa*, Cornell University Press, Ithaca (NY) 1935). Michael Segre esamina con perizia la vicenda in M. Segre, *Galileo, Viviani and the Tower of Pisa*, «Studies in history and philosophy of science», 20, n. 4, dicembre 1989, p. 435. Una splendida presentazione del contesto si trova in M. Camerota, M.O. Helbing, *Galileo and Pisan Aristotelianism*, cit.

3 Il famoso studioso di Galileo Stillman Drake riteneva invece di sì; si veda S. Drake, *Galileo at Work*, cit.

4 In una serie di opere di grande influenza, lo storico della scienza Alexandre Koyré ha affermato che Galileo non avrebbe potuto ottenere i risultati sperimentali da lui in seguito descritti nei *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze* con l'attrezzatura che aveva a disposizione (si vedano, per esempio, A. Koyré, *An Experiment in Measurement*, «Proceedings of the American Philosophical Society», 97, 1953, p. 222; e A. Koyré, *Studi galileiani*, Einaudi, Torino 1976). Tale posizione è stata del tutto confutata da Thomas Settle (T.B. Settle, *An Experiment in the History of Science*, «Science», 133, 1961, p. 19), James MacLachlan (J. MacLachlan, *A Test of an «Imaginary» Experiment of Galileo's*, «Isis», 64, 1973, p. 374) e Stillman Drake (S. Drake, *Galileo's Experimental Confirmation of Horizontal Inertia. Unpublished Manuscripts (Galileo Gleanings XXII*), «Isis», 64, 1973, p. 290). Si veda in merito anche M. Clavelin, *La philosophie naturelle de Galilée. Essai sur les origines et la formation de*

la mécanique classique, Librairie Armand Colin, Paris 1968. La distinzione tra le nozioni galileiane di *experientia* («esperienza», in generale) e *periculum* («esperimento») è discussa in C.B. Schmitt, *Experience and Experiment. A Comparison of Zabarella's View With Galileo's in* De motu, «Studies in the Renaissance», 16, 1969, p. 80.

5 Thomas Settle, per esempio, ha ripetuto l'esperimento davanti a una telecamera; si veda T.B. Settle, *Galileo and Early Experimentation*, in R. Aris, H.T. Davis, R.H. Stuewer (a cura di), *Springs of Scientific Creativity. Essays on Founders of Modern Science*, University of Minnesota Press, Minneapolis 1983, p. 3.

6 Si veda G. Galilei, *De motu*, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. I, pp. 243 segg. I testi, corredati di traduzione, di I.E. Drabkin, S. Drake in G. Galileo, *On Motion and On Mechanics*, University of Wisconsin Press, Madison 1960, e M. Camerota, M.O. Helbing, *Galileo and Pisan Aristotelianism*, cit., offrono eccellenti descrizioni delle idee e degli esperimenti di Galileo e di altri professori pisani sulla caduta dei corpi. In merito si veda anche W.L. Wisan, *The New Science of Motion. A Study of Galileo's* De motu locali, «Archive for History of Exact Sciences», 13, 1974, p. 103.

7 G. Galilei, *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, cit., p. 109.

8 Si veda in merito *The Apollo 15 Hammer-Feather Drop*, pagina collegata al portale della NASA e consultabile all'indirizzo nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/lunar/apollo_15_feather_drop.html, dov'è anche possibile ammirare un video dell'esperimento.

9 L'originale latino recita: «Quando quis veritatem alicuius rei nactus est, et non nisi summo labore comparavit, deinde, sua inventa diligentius inspiciens, saepius cognoscit quomodo ea, quae magno negocio invenit, poterant facillime percipi. Habet enim hoc veritas, ut non adeo, ut multi crediderunt, latitet; sed eius vestigia diversis locis splendent, multi sunt calles per quos ad eam inceditur…». G. Galilei, *De motu*, cit., p. 274.

10 Si vedano, a tal proposito, W.A. Wallace, *Galileo's Pisan Studies in Science and Philosophy*, cit.; J.G. Lennox, *Aristotle, Galileo, and «Mixed Sciences»*, in W.A. Wallace (a cura di), *Reinterpreting Galileo*, Catholic University of America Press, Washington (DC) 1986; e T.P. McTighe, *Galileo's «Platonism». A Reconstruction*, in E. McMullin (a cura di), *Galileo Man of Science*, Basic Books, New York 1967.

11 L'originale latino recita: «Quae quidem opinio quam sit ridiculosa, luce clarius patet: […] si ex alta turri duos lapides, quorum alter altero sit duplus in mole, eodem momento proiciantur, quod, minore existente in dimidia turre, maior iam terram sit assecutus?». G. Galilei, *De motu*, cit., p. 263.

12 G. Galilei, *Capitolo contro il portar la toga*, vv. 145-153, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. IX, p. 218.

13 V. Viviani, *Notizie raccolte da Vincenzio Galilei*, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIX, p. 595.

14 Per un'eccellente descrizione del periodo padovano della vita di Galileo si vedano L. Geymonat, *Galileo Galilei*, Einaudi, Torino 1969; e J.L. Heilbron, *Galileo*, cit. Per una valida discussione dell'importanza dei suoi esperimenti pionieristici si veda invece S. Weinberg, *To Explain the World. The Discovery of Modern Science*, Harper, New York 2015.

15 G. Galilei, *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, cit., p. 128.

16 Ivi.

17 L'originale latino recita: «Sed, ut semper rationibus magis quam exemplis utamur (quaerimus enim effectuum causas, quae ab experientia non traduntur)». G. Galilei, *De motu*, cit., p. 263.

18 A. Eddington, *The Philosophy of Physical Science*, Macmillan, New York 1939.

19 Michael Mann ha fornito un'eccellente spiegazione dei problemi relativi a tale fenomeno in una serie di pubblicazioni; in particolare consiglio la lettura di M.E. Mann, *«The Wall Street Journal», Climate Change Denial, and the Galileo Gambit*, EcoWatch, 28 marzo 2016, consultabile all'indirizzo www.ecowatch.com/the-wallstreet-journal-climate-change-denial-and-the-galileo-gambit-1882199616.html. Un'altra chiara esposizione è quella di J. Romm, *Climate Change. What Everyone Needs to Know*, Oxford University Press, Oxford 2016.

20 La scarsa considerazione riservata da Galileo all'astrologia emerge dalla lettera dell'arcivescovo di Siena Ascanio Piccolomini a suo fratello Ottavio, datata 22 settembre 1633. Si veda in merito M. Bucciantini, M. Camerota, *Once More About Dalileo and Astrology. A Neglected Testimony*, «Galilaeana», 2, 2005, p. 229.

21 Un brillante saggio su Sagredo è quello di N. Wilding, *Galileo's Idol. Gianfrancesco Sagredo and the Politics of Knowledge*, University of Chicago Press, Chicago 2014.

22 G. Sagredo, *Lettera a Marco Welser*, 4 agosto 1614, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XII, p. 46.

23 Per un'accattivante presentazione dell'affascinante personalità di Paolo Sarpi si veda D. Wootton, *Paolo Sarpi. Between Renaissance and Enlightenment*, Cambridge University Press, Cambridge 1983.

24 Un interessante libro sul ruolo della visione nelle scoperte di Galileo è M. Piccolino, N.J. Wade, *Galileo's Visions. Piercing the Spheres of the Heavens by Eye and Mind*, Oxford University Press, Oxford 2014.

25 G. Galilei, *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, cit., p. 49.

26 La storia del compasso proporzionale è presentata, per esempio, in S.A. Bedini, *The Instruments of Galileo Galilei*, in E. McMullin (a cura di), *Galileo Man of Science*, cit. Il sito web del Museo Galileo di Firenze contiene alcune splendide immagini di questo strumento e del libretto che lo descriveva. Galileo spiegò personalmente l'uso del compasso ad alcuni dignitari, come il principe

Giovanni Federico di Alsazia e l'arciduca Ferdinando d'Austria. Si veda anche la pagina *Strumenti. Gli strumenti della scienza* del sito Museogalileo.it, all'indirizzo www.museogalileo.it//it/biblioteca-e-istituto-di-ricerca/pubblicazioni-e-convegni/strumenti.html.

27 G. Galilei, *A Paolo Sarpi in Venezia*, 16 ottobre 1604, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. X, p. 115.

28 Il passaggio è parte di un cappello introduttivo in latino: «Motum aequabiliter, seu uniformiter, acceleratum dico ilium, qui, a quiete recedens, temporibus aequalibus aequalia celeritatis momenta sibi superaddit». G. Galilei, *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, cit., p. 198.

29 Maurice Clavelin, in *La philosophie naturelle de Galilée*, descrive il contributo di Galileo definendolo come la «geometrizzazione del moto»: non solo il moto viene interpretato in termini di leggi quantitative, ma un intero corpo di proposizioni e teoremi dimostrati viene presentato come un insieme coerente. Si veda M. Clavelin, *La philosophie naturelle de Galilée*, cit.

30 Presentando il proprio ragionamento, Galileo si augurava che Mazzoni potesse emendarlo o che, qualora ne fosse rimasto soddisfatto, «non resti ancora desolata la opinion di quei grand'uomini [i pitagorici e Copernico] e mia credenza». G. Galilei, *Lettera a Jacopo Mazzoni*, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. II, p. 198.

31 Questo perché l'emissario di Keplero, Paul Hamberger, stava per ritornare immediatamente in Germania. Si veda a tal proposito E. Rosen, *Galileo and Kepler. Their First Two Contacts*, «Isis», 57, 1966, p. 262.

32 L'originale latino parla di «maxima […] evaporatio». G. Galilei, *Frammenti di lezioni e di studi sulla nuova stella dell'ottobre 1604*, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. II, p. 283.

33 Uno di essi, Antonio Lorenzini, faceva propri i dubbi del filosofo Cesare Cremonini riguardo alla validità delle determinazioni della parallasse; tuttavia, Lorenzini formulò la propria critica sul piano tecnico, muovendosi in un campo dove le sue conoscenze erano minime. Galileo rispose solo perché Keplero aveva spinto gli astronomi italiani a farlo.

34 Lo pseudonimo era Cecco di Ronchitti e il dialogo era scritto in un dialetto delle campagne padovane; si veda G. Galilei, *Dialogo de Cecco di Ronchitti da Bruzene in perpuosito de la stella nuova*, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. II, pp. 307 segg. L'intero episodio è raccontato in modo dettagliato in J.L. Heilbron, *Galileo*, cit.

35 G. Galilei, *Lettera al «S. VESP»*, febbraio 1609, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. X, pp. 232-233.

36 G. Galilei, *Lettera a Belisario Vinta*, 7 maggio 1610, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. X, p. 350 (Belisario Vinta era il primo segretario del granduca di Toscana).

4. Un copernicano

1 G. Galilei, *Sidereus nuncius*, trad. dal latino di M.T. Cardini, a cura di A. Battistini, Marsilio, Venezia 1993, pp. 85-87. Il «fiammingo» citato da Galileo era l'olandese Hans Lippershey, che nel 1608 aveva presentato una richiesta di brevetto per un cannocchiale.

2 *Ibidem*, p. 87.

3 G. Galilei, *Sidereus nuncius*, cit., p. 77.

4 P. Guicciardini, *Lettera a Curzio Picchena*, 5 dicembre 1615, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XII, p. 207.

5 Mario Biagioli ci offre un'affascinante descrizione del clima sociale e culturale associato al mecenatismo, e della relazione di Galileo con Cesi e l'Accademia dei Lincei; si veda M. Biagioli, *Galileo Courtier. The Practice of Science in the Culture of Absolutism*, University of Chicago Press, Chicago 1993. Sono inoltre grato a Stefano Gatti per le utili informazioni che mi ha fornito riguardo a Cesi.

6 L'originale latino recita: «Finis eius est rerum cognitionem et sapientiam non solum acquirere, recte, pieque simul vivendo; sed et hominibus voce et scriptis absque ullius noxa pacifice pandere»; il passaggio e la traduzione sono citati sul sito dell'Accademia nazionale dei Lincei, all'indirizzo www.lincei.it/it/attivita-scientifica. Cfr. *Lynceographum quo norma studiosae vitae Lynceorum philosophorum exponitur*, edizione a cura di A. Nicolò, Accademia nazionale dei Lincei, Roma 2001, p. 3.

7 G. Galilei, *Sidereus nuncius*, cit., p. 91.

8 Considerando la quantità limitata di dati allora disponibili, la stima di Galileo era abbastanza accurata; si veda a tal proposito C.W. Adams, *A Note on Galileo's Determination of the Height of Lunar Mountains*, «Isis», 17, 1932, p. 427.

9 Per un confronto dettagliato tra i disegni di Galileo e le osservazioni moderne si veda P. Galluzzi (a cura di), *Galileo. Immagini dell'universo dall'antichità al telescopio*, Giunti, Firenze 2009.

10 L'opera si trova ora all'Alte Pinakothek di Monaco. Per un interessante saggio in merito si veda P. McCouat, *Elsheimer's* Flight Into Egypt. *How It Changed the Boundaries Between Art, Religion, and Science*, «Journal of Art in Society», 2016. Una riproduzione del dipinto (che può essere ingrandita, in modo da vedere i dettagli della Luna) è visionabile online all'indirizzo upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Adam_Elsheimer_-_Die_Flucht_nach_%C3%84gypten_%28Alte_Pinakothek%29.jpg.

11 Elsheimer era buon amico del dottore e botanico tedesco Johannes Faber, a sua volta amico di Cesi e membro dell'Accademia dei Lincei a partire dal 1611.

12 La vicenda è stata raccontata in N. Schmidle, *A Very Rare Book*, Newyorker.com, 16 dicembre 2013, consultabile all'indirizzo www.newyorker.com/magazine/2013/12/16/a-very-rare-book.

13 G. Galilei, *Sidereus nuncius*, cit., p. 113.

14 *Ibidem*, p. 117.

15 *Ibidem*, p. 119.

16 *Apocalisse* 12,1.

17 G. Galilei, *Sidereus nuncius*, cit., p. 129.

18 Hilary Gatti ha pubblicato un'interessante raccolta di saggi sugli svariati interessi di Bruno; si veda H. Gatti, *Essays On Giordano Bruno*, Princeton University Press, Princeton (NJ) 2011.

19 In merito si veda, per esempio, E.A. Petigura, A.W. Howard, G.W. Marcy, *Prevalence of Earth-Size Planets Orbiting Sun-Like Stars*, «Proceedings of the National Academy of Sciences», 110, 2013, p. 19273.

20 G. Galilei, *Sidereus nuncius*, cit., p. 133.

21 *Ibidem*, p. 171. Per un eccellente riassunto delle scoperte fatte da Galileo con il cannocchiale e le loro implicazioni sul copernicanesimo si vedano W. Shea, *Galileo's Copernicanism. The Science and the Rhetoric*, in P. Machamer (a cura di), *The Cambridge Companion to Galileo*, cit., p. 211; e N.M. Swerdlow, *Galileo's Discoveries With the Telescope and Their Evidence For the Copernican Theory*, in P. Machamer (a cura di), *The Cambridge Companion to Galileo*, cit., p. 244.

22 G. Galilei, *Lettera a Belisario Vinta*, 30 gennaio 1610, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. X, p. 280.

23 G. Galilei, *Sidereus nuncius*, cit., p. 173.

24 G. Galilei, *Lettera a Belisario Vinta*, 1° aprile 1611, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XI, p. 80.

25 G. Galilei, *Difesa contro alle calunnie e imposture di Baldessar Capra*, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. II, p. 519.

26 G. Galilei, *Il saggiatore*, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. VI, pp. 214-215.

27 G. Galilei, *Lettera a Giuliano de' Medici*, 13 novembre 1610, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. X, p. 474.

28 G. Galilei, *Terza lettera del sig. Galileo Galilei al sig. Marco Velseri delle macchie del Sole*, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. V, p. 237.

29 Negli anni Quaranta del Seicento Johannes Hevelius e Pierre Gassendi condussero diverse osservazioni di Saturno; nel 1656 Hevelius propose un modello interpretativo scorretto, e altrettanto fece il famoso architetto Christopher Wren nel 1658. Huygens pubblicò la propria ipotesi di un anello piatto nel libro *Systema saturnium* («Il sistema di Saturno»), che uscì nel 1659 e fu poi raccolto in C. Huygens, *Œuvres complètes de Christiaan Huygens*, Martinus Nijhoff, Le Haye 1888, vol. XV, p. 312. Si veda in merito anche A. Van Helden, *«Annulo Cingitur». The Solution of the Problem of Saturn*, «Journal for the History of Astronomy», 5, 1974, p. 155.

30 Le fasi di Venere vengono discusse in O. Gingerich, *Phases of Venus in 1610*, «Journal for the History of Astronomy», 15, 1984, p. 209; e W.T. Peters, *The Appearances of Venus and Mars in 1610*, «Journal for the History of Astronomy», 15, 1984, p. 211.

31 C. Clavius, *In sphaeram Ioannis de Sacro Bosco commentaries*, in *Opera mathematica*, 5 voll., sumptibus Antonii Hierat, excudebat Reinhardus Eltz, Moguntiae 1611-1612, vol. III, p. 75, citato anche in J.M. Lattis, *Between Copernicus and Galileo. Christoph Clavius and the Collapse of Ptolemaic Cosmology*, University of Chicago Press, Chicago 1994, p. 198.

32 G. Galilei, *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua*, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. IV, pp. 63 segg.

33 *Ibidem*, p. 64.

34 G. Galilei, *Prima lettera del sig. Galileo Galilei al sig. Marco Velseri delle macchie solari*, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. V, p. 102.

35 G. Galilei, *Lettera a Paolo Gualdo*, 16 giugno 1612, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XI, p. 327.

36 G. Galilei, *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti*, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. V, pp. 71 segg.

37 L'intera vicenda della controversia sulle macchie solari è presentata in B. Dame, *Galilée et les taches solaires (1610-1613)*, «Revue d'Histoire des Sciences», 19, n. 4, 1966, p. 307. Si veda anche A. Van Helden, *Galileo and Scheiner On Sunspots. A Case Study in the Visual Language of Astronomy*, «Proceedings of the American Philosophical Society», 140, 1996, p. 358.

38 G. Galilei, *Terza lettera del sig. Galileo Galilei al sig. Marco Velseri delle macchie del Sole*, cit., pp. 233-234.

39 C. Conti, *Lettera a Galileo*, 7 luglio 1612, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XI, p. 355.

40 G. Galilei, *Lettera a Paolo Gualdo*, 16 giugno 1612, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XI, p. 327.

41 A. Einstein, *Fisica e realtà*, in *Pensieri, idee, opinioni*, Newton Compton, Roma 2015.

5. A ogni azione corrisponde una reazione

1 Il volume P. Galluzzi (a cura di), *Galileo*, cit., contiene in merito alcune immagini spettacolari.

2 G. Coresio, *Operetta intorno al galleggiare de' corpi solidi* (1612), ristampato in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. IV, pp. 197-244 (la citazione è presa da p. 238).

3 G. Galilei, *Il saggiatore*, cit., p. 232.

4 V. di Grazia, *Considerazioni* (1612), ristampato in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. IV, pp. 371-440 (la citazione è presa da p. 385).

5 G. Galileo, *Diversi frammenti attenenti al trattato delle cose che stanno su l'acqua*, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. IV, pp. 49-50.

6 A. Einstein, *Geometria ed esperienza*, cit.

7 M. Welser, *Lettera a Cristoforo Clavio*, 12 marzo 1610, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. X, p. 288. Welser scrisse da Augusta, in Baviera, un giorno prima della pubblicazione del *Sidereus nuncius*.

8 G. Bartoli, *Lettera a Belisario Vinta*, 27 marzo 1610, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. X, p. 307.

9 M. Horky, *Lettera a Giovanni Keplero*, 27 aprile 1610, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. X, pp. 342-243 (in latino).

10 M. Horky, *Brevissima peregrinatio contra* nuncium sidereum, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. III.1, pp. 127 segg.

11 G. Galilei, *Lettera a Belisario Vinta*, 19 marzo 1610, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. X, p. 301.

12 G. Kepler, *Lettera a Galileo*, 19 aprile 1610, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. X, p. 321 (in latino).

13 Keplero propose questa conclusione nel suo scritto del 1610 *Dissertatio cum nuncio sidereo*, ora ristampato in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. III.1, pp. 97 segg.

14 M. Botti, *Lettera a Galileo*, 18 agosto 1611, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XI, p. 173.

15 G. Magagnati, *Meditazione poetica sopra i pianeti medicei*, presso gli heredi di Altobello Salicato, Vinegia 1610, consultabile all'indirizzo books.google.it/books?id=8F9PUIaGP24C.

16 I dettagli della superficie lunare raffigurata in questo affresco possono essere ammirati online all'indirizzo www.flickr.com/photos/profzucker/22897677200. Per una discussione dettagliata delle rappresentazioni della Luna nei dipinti si veda S.E. Booth, A. Van Helden, *The Virgin and the Telescope. The Moons of Cigoli and Galileo*, «Science in Context», 13, 2000, p. 463.

17 L. Cardi da Cigoli, *Lettera a Galileo*, 1° ottobre 1610, in *Le opere di Galileo Galilei*, vol. X, p. 442.

18 R. Bellarmino, *Lettera ai matematici del Collegio romano*, 19 aprile 1610, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XI, p. 87.

19 *Lettera dei matematici del Collegio romano a Roberto Bellarmino*, 24 aprile 1611, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XI, pp. 92-93.

20 Per una discussione del *Galileo gambit* si veda, per esempio, M.E. Mann, *«The Wall Street Journal», Climate Change Denial, and the Galileo Gambit*, cit.

21 Su 405 libri, 234 erano italiani, 56 francesi, 43 tedeschi, 22 inglesi e 50 di altri Paesi. In totale 160 erano favorevoli a Galileo, 114 erano critici e 131 si mantenevano «neutrali». Si veda in merito S.

Drake, *Galileo in English Literature of the Seventeenth Century*, in E. McMullin (a cura di) *Galileo Man of Science*, cit., p. 415.

22 Si veda E. Rosen, *The Naming of the Telescope*, Henry Schuman, New York 1947, p. 31.

23 Per una trattazione del principio copernicano si veda, per esempio, M. Livio, *The Copernican Principle*, in J. Brockman (a cura di) *This Idea Is Brilliant*, Harper Perennial, New York 2018, p. 185.

24 G. Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. VII, p. 432.

25 G. Galilei, *Lettera a Paolo Sarpi*, 12 febbraio 1611, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XI, pp. 49-50.

26 Per un'ottima presentazione e un'acuta analisi delle lettere di suor Maria Celeste, si veda D. Sobel, *La figlia di Galileo. Una storia di scienza, fede e amore*, Bur, Milano 2012.

27 G. Galilei, *Lettera a Elia Diodati*, 25 luglio 1634, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XVI, p. 116.

28 B. Castelli, *Lettera a Galileo*, 14 dicembre 1613, cit.

29 G. Galilei, *Lettera a Benedetto Castelli*, 21 dicembre 1613, cit. Nel 2018 ne è stato ritrovato il manoscritto: si veda la descrizione nel capitolo 6.

30 Giovanni Paolo II, *Discorso ai partecipanti alla sessione plenaria della Pontificia accademia delle scienze*, 31 ottobre 1992, consultabile all'indirizzo www.vatican.va/content/john-paul-ii/it/speeches/1992/october/documents/hf_jp-ii_spe_19921031_accademia-scienze.html.

31 M. de Montaigne, *Dell'esperienza*, in *Saggi*, Adelphi, Milano 1998, vol. II, p. 1429.

6. In un campo minato

1 Per una discussione dei risultati ottenuti da Galileo si vedano tra l'altro W. Shea, *Galileo's Intellectual Revolution. Middle Period, 1610–1632*, Science History Publications, New York 1972; e J. Brophy, H. Paolucci, *The Achievement of Galileo*, Twayne, New York 1962.

2 Il rapporto tra Galileo e la Chiesa è stato discusso da molti autori. Oltre alle fonti già menzionate, potrebbe essere utile consultare anche le seguenti: R.J. Blackwell, *Galileo, Bellarmine, and the Bible*, University of Notre Dame Press, Notre Dame (IN) 1991; M.A. Finocchiaro, *Defending Copernicus and Galileo. Critical Reasoning in the Two Affairs*, Springer, Dordrecht 2010; ed E. McMullin, *Galileo On Science and Scripture*, in P. Machamer, *The Cambridge Companion to Galileo*, cit., p. 271.

3 Concilio di Trento, sessione IV, secondo decreto, consultabile all'indirizzo www.latheotokos.it/programmi/CONCILI/sessioni_i_-_vi.html.

4 Per ulteriori dettagli su questo episodio si veda il capitolo 16.

5 Documento XXIV, *Processo di Galileo*, b, 2, α, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIX, p. 297.

6 G. Galilei, *Lettera a Piero Dini*, 16 febbraio 1615, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. V, p. 293.

7 La vicenda è descritta in M. Camerota, F. Giudice, S. Ricciardo, *The Reappearance of Galileo's Original Letter to Benedetto Castelli*, «Royal Society Journal of the History of Science», 24 ottobre 2018, consultabile all'indirizzo royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsnr.2018.0053.

8 Citato in A. Fantoli, *Il caso Galileo. Dalla condanna alla «riabilitazione». Una questione chiusa?*, Bur, Milano 2003, p. 80.

9 Documento XXIV, *Processo di Galileo*, b, 7, α, cit., p. 308.

10 *Ibidem*, pp. 308-309.

11 B. Castelli, *Lettera a Galileo*, 31 dicembre 1614, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XII, pp. 122-123.

12 È importante chiarire che il fisico atmosferico Richard Lindzen, spesso menzionato tra quanti rifiutano di riconoscere il cambiamento climatico, non nega affatto la realtà di tale fenomeno: semplicemente non è convinto del ruolo giocato dagli esseri umani nel produrlo, né della validità delle azioni proposte per contrastarlo. La stragrande maggioranza della comunità scientifica è comunque in disaccordo con Lindzen. Per un breve punto della situazione al riguardo si veda, per esempio: N. Stylianou, C. Guibourg, D. Dunford, L. Rodgers, D. Brown, P. Rincon *Climate Change. Where We Are in Seven Charts and What You Can Do to Help*, Bbc.com, 18 aprile 2019, consultabile all'indirizzo www.bbc.com/news/science-environment-46384067. Si veda inoltre D.P. Schrag, *Confronting the Climate-Energy Challenge*, «Elements», 3, 2007, p. 171. Per quanto riguarda l'opinione minoritaria sostenuta anche da Lindzen si veda, per esempio, R. Lindzen, *Thoughts on the Public Discourse over Climate Change*, MerionWest.com, 25 aprile 2017, consultabile all'indirizzo merionwest.com/2017/04/25/richard-lindzen-thoughts-on-the-public-discourse-over-climate-change.

13 F. Cesi, *Lettera a Galileo*, 12 gennaio 1615, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XII, p. 128.

14 A. Fantoli, *Il caso Galileo*, cit., p. 87.

15 G. Ciampoli, *Lettera a Galileo*, 28 febbraio 1615, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XII, p. 146. Per una buona ricostruzione degli eventi si vedano anche W.R. Shea, M. Artigas, *Galileo in Rome. The Rise and Fall of a Troublesome Genius*, Oxford University Press, Oxford 2003; e A. Fantoli, *Il caso Galileo*, cit.

16 Questo punto viene discusso in modo dettagliato in R.J. Blackwell, *Galileo, Bellarmine, and the Bible*, cit., p. 73.

17 P. Dini, *Lettera a Galileo*, 7 marzo 1615, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XII, p. 151.

18 G. Galilei, *Lettera a Piero Dini*, 23 marzo 1615, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. V, pp. 297-305.

19 P. Dini, *Lettera a Galileo*, 7 marzo 1615, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XII, p. 152.

20 P.A. Foscarini, *Lettera del R.P.M. Paolo Antonio Foscarini, carmelitano, sopra l'opinione de' Pittagorici e del Copernico*, Lazaro Scoriggio, Napoli 1615, p. 30, consultabile all'indirizzo books.google.it/books?id=hDnXgESG_3AC. Si veda anche R.J. Blackwell, *Galileo, Bellarmine, and the Bible*, cit., appendice 6.

21 P.A. Foscarini, *Lettera del R.P.M. Paolo Antonio Foscarini, carmelitano, sopra l'opinione de' Pittagorici e del Copernico*, cit., p. 34.

22 F. Cesi, *Lettera a Galileo*, 7 marzo 1615, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XII, p. 150. Cesi aggiunse inoltre: «Lo scrittore reputa per Copernicei tutti i S.ri compagni [i Lincei], ancorché ciò non sia, professandosi solo communemente libertà di filosofare *in naturalibus* [nelle questioni di filosofia naturale]».

23 L'originale latino recita: «Scripturas autem sacras, in his quae ad Naturales Doctrinas humana ratione adinventas et investigabiles pertinent, non aliter esse interpretandas, quam ipsa ratio humana, et naturalis experientia suaserit, innumeris testimoniis fit manifestum». P.A. Foscarini, *Defensio epistolae F. Pauli Antonii Foscarini veneti ordinis carmelitarum teologi et provincialis provinciae Calabriae super mobilitate Terrae*, in D. Berti, *Antecedenti al processo galileiano e alla condanna della dottrina copernicana*, «Atti della Reale Accademia dei Lincei (Memorie della classe di scienze morali, storiche e filologiche)», 10, 279 (3), 1881-1882, p. 75.

24 R. Bellarmino, *Lettera a Paolo Antonio Foscarini*, 12 aprile 1615, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XII, p. 171. Si veda anche M.A. Finocchiaro, *The Galileo Affair. A Documentary History*, University of California Press, Berkeley 1989, p. 67.

25 R. Bellarmino, *Lettera a Paolo Antonio Foscarini*, 12 aprile 1615, cit., p. 172. La missiva di Bellarmino viene riportata e discussa anche in A. Fantoli, *Galileo per il copernicanesimo e per la Chiesa*, Specola Vaticana – Libreria Editrice Vaticana, Città del Vaticano 2010, pp. 155 segg.; e in M.A. Finocchiaro, *The Galileo Affair*, cit., pp. 67-69.

26 Oltre alle opere già menzionate, ci sono interessanti discussioni sulle opinioni di Bellarmino in R. Feldhay, *Galileo and the Church. Political Inquisition or Critical Dialogue?*, Cambridge University Press, Cambridge 1995; G.V. Coyne, U. Baldini, *The Young Bellarmine's Thoughts on World Systems*, in G.V. Coyne, M. Heller, J. Zyci–ski (a cura di), *The Galileo Affair. A Meeting of Faith and Science*, Specola Vaticana, Città del Vaticano 1985, p. 103; L. Geymonat, *Galileo*

Galilei, cit.; M. Pera, *The God of Theologians and the God of Astronomers. An Apology of Bellarmine*, in P. Machamer (a cura di) *The Cambridge Companion to Galileo*, cit., p. 367.

27 L'originale latino recita: «nam alioquin cum doctrinis humanis nonnulla semper fiat accessio et multa succedente tempore falsa esse deprehendantur, quae prius esse vera videbantur, inde fieret ut detecta falsitate alicujus opinionis philosophicae corrueret etiam authoritas Scripturarum». P.A. Foscarini, *Defensio*, cit., p. 77.

28 G. Galilei, *Considerazioni circa l'opinione copernicana*, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. V, pp. 367-368. Si veda anche R.J. Blackwell, *Galileo, Bellarmine, and the Bible*, cit., appendice 9, sezione A.

29 G. Galilei, *Lettera a madama Cristina di Lorena*, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. V, p. 319.

30 *Ibidem*, p. 336.

31 P. Guicciardini, *Lettera a Curzio Picchena*, 5 dicembre 1615, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XII, p. 207.

7. Tale proposizione è stolta e assurda in filosofia

1 G. Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, cit., p. 443.

2 G. Galilei, *Discorso del flusso e reflusso del mare*, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. V, p. 393. La teoria galileiana delle maree viene discussa, per esempio, in W.A. Wallace, *Galileo's Logic of Discovery and Proof. The Background, Content, and Use of His Appropriated Treatises On Aristotle's Posterior Analytics*, Springer, Dordrecht 1992; e W. Shea, *Galileo's Copernicanism. The Science and the Rhetoric*, cit.

3 F. Ingoli, *De situ et quiete Terrae contra Copernici systema disputatio*, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. V, pp. 397-412.

4 Documento XXIV, *Processo di Galileo*, b, 16, α, cit., p. 320.

5 L'originale latino recita: «Dictam propositionem esse stultam et absurdam in philosophia, et formaliter haereticam, quatenus contradicit expresse sententiis Sacrae Scripturae in multis locis secundum proprietatem verborum». *Ibidem*, p. 321.

6 L'originale latino recita: «Hanc propositionem recipere eandem censuram in philosophia; et spectando veritatem theologicam, ad minus esse in Fide erroneam». Ivi.

7 Il rapporto (in latino) sul copernicanesimo dei consultori teologici del Sant'Uffizio, datato 24 febbraio 1616, si trova in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIX, p. 320. La frase che condannava la centralità e immobilità del Sole viene citata in numerose biografie di Galileo, tra cui J. Reston Jr., *Galileo. A Life*, HarperCollins, New York 1994, p. 164.

8 Gli eventi sono descritti nel dettaglio in A. Fantoli, *Il caso Galileo*, cit.; e A. Fantoli, *Galileo per il copernicanesimo e per la Chiesa*, cit.

9 Citato in A. Fantoli, *Il caso Galileo*, cit., pp. 112-113. Il testo originale, in latino, si trova in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIX, pp. 321-322.

10 Citato in A. Fantoli, *Il caso Galileo*, cit., p. 113. Il testo originale, in latino, si trova in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIX, p. 278.

11 Citato in A. Fantoli, *Il caso Galileo*, cit., pp. 115-116. Il testo originale, in latino, si trova in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIX, p. 323.

12 P. Guicciardini, *Lettera a Cosimo II*, 4 marzo 1616, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XII, p. 242.

13 G. Galilei, *Lettera a Curzio Picchena*, 6 marzo 1616, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XII, p. 243.

14 Questo documento venne accluso a quelli del processo di Galileo nel 1633, quando l'astronomo lo presentò. È citato in S.M. Pagano (a cura di), *I documenti del processo di Galileo Galilei*, Pontificia accademia delle scienze, Città del Vaticano 1984, p. 138.

15 Questo problema viene discusso, per esempio, in G. Coyne, *Jesuits and Galileo. Tradition and Adventure of Discovery*, «Scienceonthenet», 2 febbraio 2010, consultabile all'indirizzo www.scienceonthenet.eu/content/article/george-v-coyne-sj/jesuits-and-galileo-tradition-and-adventure-discovery/february.

16 V. Cesarini, *Lettera a Galileo*, 12 gennaio 1623, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIII, p. 107.

17 G. Galilei, *Lettera a Cristina di Lorena*, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. V, p. 315.

18 Giovanni Paolo II, *Discorso ai partecipanti alla sessione plenaria della Pontificia accademia delle scienze*, 31 ottobre 1992, cit.

8. Una battaglia di pseudonimi

1 O. Grassi, *De tribus cometis anni MDCXVIII disputatio astronomica*, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. VI, pp. 21 segg.

2 L'originale latino recita: «certa lex est, ut quo moventur tardus, eo altiora sint, cum motus nostri cometae medius sint inter motus Solis ac Lunae, inter utrumque propterea collocandus erit». *Ibidem*, p. 33.

3 M. Guiducci, *Discorso delle comete*, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. VI, pp. 37 segg.

4 M. Guiducci, *Discorso delle comete*, cit., pp. 65-66. Il ragionamento di Galileo (come appare nel *Discorso* di Guiducci) è discusso in S. Drake, C.D. O'Malley (a cura di), *The Controversy On the*

Comets of 1618. Galileo Galilei, Horatio Grassi, Mario Guiducci, Johann Kepler, University of Pennsylvania Press, Philadelphia 1960, pp. 36-37. Un'eccellente presentazione della controversia sulle comete si trova in W. Shea, *Galileo's Intellectual Revolution*, cit., capitolo 4.

5 L'originale latino recita: «longa tamen experientia compertum est atque opticis rationibus comprobatum, quaecunque hoc instrumento conspiciuntur, maiora videri quam nudis oculis inspecta compareant, ea tamen lege, ut minus ac minus sentiant ex ilio incrementum, quo magis ab oculo remota fuerint; ex quo fit ut stellae fixae, a nobis omnium remotissimae, nullam sensibilem ab ilio recipiant magnitudinem. Cum ergo parum admodum augeri visus sit cometa, multo a nobis remotior quam Luna dicendus erit, cum haec tubo inspecta longe maior appareat». O. Grassi, *De tribus cometis anni MDCXVIII disputatio astronomica*, cit., p. 33.

6 Per la visione moderna delle comete, si veda D. Eicher, *Comets! Visitors From Deep Space*, Cambridge University Press, Cambridge 2013.

7 M. Guiducci, *Discorso delle comete*, cit., p. 73.

8 *Ibidem*, p. 63.

9 *Ibidem*, p. 98. Il passo viene discusso in P. Galluzzi, *«Libertà di filosofare* in naturalibus*». I mondi paralleli di Cesi e Galileo*, Scienze e lettere editore commerciale, Roma 2014, p. 251; e in S. Drake, C.D. O'Malley (a cura di), *The Controversy On the Comets of 1618*, cit., p. 57.

10 M. Guiducci, *Discorso delle comete*, cit., pp. 98-99.

11 L'originale latino recita: «Viluerit huius Romani collegi dignitas». L. Sarsius Sigensanus (Orazio Grassi), *Libra astronomica ac philosophica*, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. VI, p. 115.

12 G. Ciampoli, *Lettera a Galileo*, 12 luglio 1619, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XII, p. 466.

13 G. Ciampoli, *Lettera a Galileo*, 6 dicembre 1619, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XII, pp. 498-499.

14 Ivi.

15 L'originale latino recita: «illud testatum omnibus velim, nihil hic minus velie me quam pro Aristotelis placitis decertare». L. Sarsius Sigensanus (Orazio Grassi), *Libra astronomica ac philosophica*, cit., p. 151.

16 M. Guiducci, *Discorso delle comete*, cit., p. 99.

17 L'originale latino recita: «Ubi mirandum sane est, hominem apertum ac minime meticulosum repentino adeo timore corripi, ut conceptum sermonem proferre non audeat. Ego vero non is sum, qui divinare norim. Quaero igitur, an motus hic alius, quo belle explicare omnia posset nec eum proferre audet […]. Cum enim nulli Galilaeo sint caelestes Ptolemaei orbes, nihilque, ex eiusdem Galilaei systemate […].Sed audio hic mihi nescio quem tacite ac timide in aurem insusurrantem Terrae motum. Apage dissonum ventati ac piis auribus asperum verbum. Nae, tu caute id submissa

insusurrasti voce. Sed si ita res se haberet, conclamata esset Galilaei opinio, quae non alii quam huic falso inniteretur fundamento». L. Sarsius Sigensanus (Orazio Grassi), *Libra astronomica ac philosophica*, cit., p. 145.

18 L'originale latino recita: «Neque id ego unquam Galilaeo in mentem venisse existimo, quem pium semper ac religiosum novi». *Ibidem*, p. 146.

19 M. Guiducci, *Lettera a P. Tarquinio Galluzzi*, in G. Galileo, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. VI, p. 186.

20 V. Cesarini, *Lettera a Galileo*, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XII, p. 413.

21 B. Russell, *I problemi della filosofia*, Feltrinelli, Milano 1983, p. 191.

22 V. Cesarini, *Lettera a Galileo*, 12 gennaio 1623, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIII, p. 106.

23 Ivi.

24 N. Riccardi, «Imprimatur» al *Saggiatore*, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. VI, p. 200.

25 L'ode è riportata, assieme alla sua traduzione inglese, in S. Gattei, *On the Life of Galileo. Viviani's Historical Account and Other Early Biographies*, Princeton University Press, Princeton (NJ) 2019.

26 M. Barberini, *Lettera a Galileo*, 12 giugno 1623, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIII, p. 119.

27 G. Galilei, *Il saggiatore*, cit., p. 201.

28 L. Geymonat, *Galileo Galilei*, cit., cap. VI («Gli anni del silenzio»).

9. Il saggiatore

1 G. Galilei, *Il saggiatore*, cit., p. 232. Sotto molti aspetti, questo testo segnò l'inizio della fisica moderna. In una recente intervista, il fisico teorico del Princeton Institute for Advanced Study Nima Arkani-Hamed ha dichiarato: «Trovare la domanda cui l'universo è la risposta significherebbe raggiungere l'empireo intellettuale». E a dare il via a tale ricerca fu proprio Galileo. Si veda anche N. Wolchover, *A Different Kind of Theory of Everything*, «New Yorker», 19 febbraio 2019, consultabile all'indirizzo www.newyorker.com/science/elements/a-different-kind-of-theory-of-everything.

2 A. Einstein, *I fondamenti della fisica teorica*, in *Pensieri, idee, opinioni*, cit.

3 G. Galilei, *Il saggiatore*, cit., p. 214.

4 *Ibidem*, p. 303.

5 *Ibidem*, p. 340.

6 *Ibidem*, p. 350. Per una discussione di questo argomento da un punto di vista epistemologico si veda V.G. Potter, *Readings in Epistemology. From Aquinas, Bacon, Galileo, Descartes, Locke, Berkeley, Hume, Kant*, Fordham University Press, New York 1993.

7 L'ipotesi che l'atomismo sia stata la ragione principale della condanna per eresia di Galileo viene formulata in P. Redondi, *Galileo eretico*, Einaudi, Torino 1983. La maggior parte degli studiosi, però, non accetta questa teoria.

8 L'originale latino recita: «age tamen, detur, Tychoni illum adhaesisse. Quantum tandem istud est crimen ? Quem potius sequeretur? Ptolemaeum? Ccuius sectatorum iugulis Mars, propior iam factus, gladio exerto imminet? Copernicum? At qui pius est revocabit omnes ab illo potius, et damnatam nuper hypothesim damnabit pariter ac reiiciet. Unus igitur ex omnibus Tycho superat, quem nobis ignotas inter astrorum vias ducem adscisceremus». L. Sarsius Sigensanus (Orazio Grassi), *Libra astronomica ac philosophica*, cit., p. 116. Il fatto che Marte attraversasse il percorso del Sole era riconosciuto come un problema per il modello tolemaico.

9 G. Galilei, *Il saggiatore*, cit., p. 240.

10 L'intero episodio è raccontato in alcune lettere raccolte in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIII, pp. 145, 147-148; la citazione è tratta da F. Stelluti, *Lettera a Galileo*, 4 novembre 1623, p. 147. Si veda anche P. Redondi, *Galileo eretico*, cit.

11 La lettera da lui trovata è riportata alla fine di P. Redondi, *Galileo eretico*, cit. Il libro descrive l'intero scontro tra Galileo e Grassi nel quadro di un dramma sociale molto più ampio.

12 P. Redondi, *Galileo eretico*, cit., p. 432.

13 Citato in A. Fantoli, *Il caso Galileo*, cit., p. 144.

10. Il Dialogo

1 Stando al teologo personale del papa, il cardinale Agostino Oreggi, il cardinale Barberini rivolse queste parole a Galileo. La frase, tratta da A. Oreggi, *De Deo uno tractatus primus*, ex Typographia Rev. Camerae Apostolicae, Roma 1629, è citata in A. Fantoli, *Il caso Galileo*, cit., p. 146.

2 G. Galilei, *Lettera a Francesco Ingoli in risposta alla* Disputatio de situ et quiete Terrae (1624), in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. VI, pp. 501-561. La missiva viene analizzata da A. Fantoli, *Il caso Galileo*, cit., pp. 148-151.

3 A. Fantoli, *Il caso Galileo*, cit., p. 149.

4 M. Guiducci, *Lettera a Galileo*, 18 aprile 1625, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIII, p. 265.

5 B. Castelli, *Lettera a Galileo*, 16 marzo 1630, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIV, p. 88.

6 A. Badelli, *Lettera a.*…, 18 maggio 1630, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIV, p. 103.

7 Per una presentazione degli alti e bassi del processo di pubblicazione del *Dialogo*, si vedano A. Fantoli, *Galileo per il copernicanesimo e per la Chiesa*, cit.; J.L. Heilbron, *Galileo*, cit.; D. Wootton, *Galileo. Watcher of the Skies*, Yale University Press, New Haven (CT) 2010.

8 G. Galilei, *Lettera ad Andrea Cioli*, 3 maggio 1631, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIV, p. 259.

9 G. Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, cit., pp. 21 segg. Il testo dell'Edizione Nazionale dell'opera è scaricabile in vari formati dal sito di LiberLiber, all'indirizzo www.liberliber.it/online/autori/autori-g/galileo-galilei/dialogo-sopra-i-due-massimi-sistemi-del-mondo-tolemaico-e-copernicano/. Tra le guide alla lettura si vedano almeno M.A. Finocchiaro, *The Routledge Guidebook to Galileo's* Dialogue, Routledge, London 2014; M.A. Finocchiaro, *Galileo On the World Systems. A New Abridged Translation and Guide*, University of California Press, Berkeley 1997.

10 G. Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, cit., «Prefazione» («Al discreto lettore»), p. 29.

11 *Ibidem*, p. 30.

12 Per una selezione di brani del *Dialogo*, accompagnati da un utile commento, si veda M.A. Finocchiaro, *Galileo On the World Systems*, cit.

13 G. Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, cit., p. 139.

14 *Ibidem*, p. 150.

15 Koestler ha persino scritto che «le imposture come quelle di Galileo sono rare negli annali della scienza»; si veda A. Koestler, *The Sleepwalkers. A History of Man's Changing Vision of the Universe*, Hutchinson, London 1959, p. 486.

16 In particolare, A. Mark Smith e Paul Mueller hanno dimostrato che, anche se il modo in cui Galileo presenta le sue argomentazioni è tutt'altro che perfetto (sia dal punto di vista logico sia da quello della completezza), la prova del moto della Terra basata sulle macchie solari, analizzata con attenzione, si dimostra molto più forte di quella basata sulle maree. Si vedano A.M. Smith, *Galileo's Proof For the Earth's Motion From the Movement of Sunspots*, «Isis», 76, 1985, p. 543; P.R. Mueller, *An Unblemished Success. Galileo's Sunspot Argument in the* Dialogue, «Journal for the History of Astronomy», 31, 2000, p. 279.

17 G. Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, cit., p. 487.

18 Ivi.

19 *Ibidem*, p. 488.

20 *Ibidem*, p. 489.

21 *Ibidem*, p. 383. Per un breve riassunto dei contributi di Galileo nel campo dell'astronomia si veda anche O. Gingerich, *Galileo's Astronomy*, in W.A. Wallace (a cura di), *Reinterpreting Galileo*, Catholic University of America Press, Washington (DC) 1986, pp. 111-126.

11. La tempesta si avvicina

1 F. Magalotti, *Lettera a Mario Guiducci*, 7 agosto 1632, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIV, p. 370.

2 F. Niccolini, *Lettera ad Andrea Cioli*, 22 agosto 1632, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIV, p. 375.

3 Questa serie di eventi è descritta nei dettagli in A. Fantoli, *Galileo per il copernicanesimo e per la Chiesa*, cit., capitolo 6.

4 F. Magalotti, *Lettera a Mario Guiducci*, 4 settembre 1632, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIV, p. 380.

5 F. Niccolini, *Lettera ad Andrea Cioli*, 5 settembre 1632, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIV, pp. 383-384. Mesi dopo, quando Niccolini risollevò l'argomento, il papa ebbe un altro scatto d'ira. Si veda anche M. Biagioli, *Galileo courtier*, cit., pp. 336-337.

6 Il passo è citato, per esempio, in A. Koestler, *The Sleepwalkers. A History of Man's Changing Vision of the Universe*, Hutchinson, London 1959, p. 491.

7 G. Galilei, *Lettera a Francesco Barberini*, 13 ottobre 1632, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIV, p. 407.

8 F. Niccolini, *Lettera ad Andrea Cioli*, 13 novembre 1632, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIV, p. 429.

9 L'originale latino recita: «Carceratus et ligatus ac cum ferris». Documento XXIV, *Processo di Galileo*, b, 28, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIX, p. 335.

10 A. Cioli, *Lettera a Galileo*, 11 gennaio 1633, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XV, p. 21.

11 G. Galilei, *Lettera a Elia Diodati*, 15 gennaio 1633, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XV, pp. 25-26. Diodati era nato a Ginevra ma viveva in Francia; aveva incontrato Galileo durante uno dei suoi viaggi in Italia, attorno al 1620. Nel 1636, Galileo scrisse che Diodati era uno sei suoi più cari e sinceri amici. Dopo la morte dell'astronomo, Diodati si tenne in contatto con Vincenzo Viviani.

12 F. Niccolini, *Lettera ad Andrea Cioli*, 19 febbraio 1633, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XV, p. 45.

13 F. Niccolini, *Lettera ad Andrea Cioli*, 13 marzo 1633, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XV, p. 68.

12. Il processo

1 Tra le molte descrizioni del processo e delle sue conseguenze, trovo particolarmente illuminanti quelle di R.J. Blackwell, *Behind the Scenes at Galileo's Trial*, University of Notre Dame Press, Notre Dame (IN) 2006; M.A. Finocchiaro, *Retrying Galileo. 1633–1992*, University of California Press, Berkeley 2005; A. Fantoli, *Il caso Galileo*, cit.; G. de Santillana, *The Crime of Galileo*, cit.

2 Una delle ragioni alla base dei sospetti era data dal fatto che il documento che descriveva l'intervento di Seghizzi non portava le firme di Galileo, Seghizzi stesso o di uno dei testimoni; inoltre era stato rinvenuto appena prima del processo. La perizia calligrafica è stata condotta da Isabella Truci, della Biblioteca nazionale centrale di Firenze. Dato che il documento presentava soltanto un riassunto, non erano richieste altre firme oltre a quella del notaio.

3 Documento XXIV, *Processo di Galileo*, b, 31, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIX, p. 339.

4 Documento XXIV, *Processo di Galileo* b, 17, β, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIX, p. 322.

5 Documento citato in S.M. Pagano (a cura di), *I documenti del processo di Galileo Galilei*, Pontificia accademia delle scienze, Città del Vaticano 1984, p. 138.

6 Documento XXIV, *Processo di Galileo*, b, 31, cit., p. 340 (udienza del 12 aprile 1632).

7 M. Inchofer, *Giudizi sul* Dialogo *di Galileo*, citato in S.M. Pagano (a cura di), *I documenti del processo di Galileo Galilei*, cit., p. 139. Inchofer pubblicò anche un trattato intitolato *Tractatus syllepticus, in quo quid de terrae solisque motu vel statione secundum S. Scripturam et SS. Patres sentiendum quave certitudine alterutra sententia tenenda sit, breviter ostenditur* («Trattato sillettico in cui si mostra brevemente che cosa va tenuto come certo e che cosa no – secondo gli insegnamenti della Sacra Scrittura e dei Santi Padri – riguardo al moto o all'immobilità della Terra e del Sole»), Ludovicus Grignanus, Roma 1633.

8 Citato in A. Fantoli, *Il caso Galileo*, cit., p. 189. La lettera è stata originariamente pubblicata in F. Beretta, *Un nuovo documento sul processo di Galileo Galilei. La Lettera di Vincenzo Maculano del 22 Aprile 1633 al cardinale Francesco Barberini*, «Nuncius», 16, 2001.

9 In particolare, questa tesi è stata avanzata in R.J. Blackwell, *Behind the Scenes at Galileo's Trial*, cit. Altri autori non ne sono però convinti; si veda per esempio J.L. Heilbron, *Galileo*, cit. Michele Camerota mi ha detto che pensava ci fosse stato un accordo tra Maculano e Galileo. In una

conversazione privata, Paolo Galluzzi ha ipotizzato che proprio grazie a questo accordo, forse, Galileo poté poi scontare la sua condanna agli arresti domiciliari anziché in prigione.

10 V. Maculano, *Lettera a Francesco Barberini*, 28 aprile 1633, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XV, pp. 106-107. In R.J. Blackwell, *Behind the Scenes at Galileo's Trial*, cit., p. 224, si afferma che senza un patteggiamento è difficile comprendere perché Galileo abbia confessato nella seconda udienza del processo, dato che la sua posizione dopo la prima era piuttosto solida. Dello stesso parere è A. Fantoli, *Galileo per il copernicanesimo e per la Chiesa*, cit.

11 Documento XXIV, *Processo di Galileo*, b, 32, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIX, p. 343.

12 Come notò Albert Camus, anche Galileo, «che era in possesso di un'importante verità scientifica, la rinnegò con la più grande facilità, quando, per essa, si trovò in pericolo di vita»; A. Camus, *Il mito di Sisifo*, Bompiani, Milano 2000, p. 7.

13 Documento XXIV, *Processo di Galileo*, b, 33, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIX, p. 344.

14 F. Niccolini, *Lettera ad Andrea Cioli*, 1° maggio 1633, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XV, pp. 109-110.

15 Documento XXIV, *Il processo di Galileo*, b, 34, β, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIX, p. 346.

16 *Ibidem*, p. 347. In aggiunta a questa confessione, e dopo aver chiesto ai giudici di considerare i suoi problemi di salute e la sua età avanzata, Galileo domandò loro anche di tener conto del suo onore e della sua reputazione contro le calunnie di coloro che lo odiavano. Si veda M.A. Finocchiaro, *The Galileo Affair*, cit., pp. 280-281.

13. Io abiuro, maledico e detesto

1 Le affermazioni false venivano soprattutto dalle deposizioni di Lorini e Caccini. L'accusa – mossa in R.J. Blackwell, *Behind the Scenes at Galileo's Trial*, cit. – secondo la quale anche la *Lettera a Benedetto Castelli* era stata a sua volta falsificata è stata smentita dal testo della copia originale della lettera, rinvenuto nel 2018 (si veda in merito il capitolo 6).

2 Perlomeno, questa era l'opinione di Giorgio de Santillana; si veda G. de Santillana, *The Crime of Galileo*, cit., p. 284.

3 G. Galilei, *Lettera a Fulgenzio Micanzio*, 26 luglio 1636, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XVI, p. 455.

4 Tutte le copie tranne una andarono distrutte nel Grande incendio di Londra del 1666. La copia superstite sparì a sua volta verso la metà del XIX secolo, per poi ricomparire all'asta tra il 2004 e

il 2007. La storia del manoscritto è presentata in modo splendido in N. Wilding, *The Return of Thomas Salusbury's* Life of Galileo, «British Society for the History of Science», 41, 2008, p. 241.

5 Finocchiaro sostiene, in modo convincente, che non fu questa la ragione principale del processo; si veda M.A. Finocchiaro, *Retrying Galileo*, cit., p. 79.

6 Citato in N. Wilding, *The Return of Thomas Salusbury's* Life of Galileo, cit., p. 259.

7 Citato in A. Fantoli, *Il caso Galileo*, cit., p. 203. Il testo originale latino (Documento XXIV, *Processo di Galileo*, a, 15) si trova in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIX, p. 283.

8 Documento XXIV, *Processo di Galileo*, b, 39, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIX, p. 361.

9 Documento XXIV, *Processo di Galileo*, c, 3, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIX, p. 405. Dopo l'eresia formale, l'essere veementemente sospettati di eresia era il secondo crimine in termini di gravità.

10 *Ibidem*, pp. 405-406.

11 *Ibidem*, p. 406.

12 Diversi studiosi di Galileo ritengono che l'assenza di Francesco Barberini (che non si presentò nemmeno il 16 giugno) sia stata un segno della sua disapprovazione (si veda, per esempio, G. de Santillana, *The Crime of Galileo*, cit., pp. 310-311). Gli altri due assenti erano il cardinale Gaspare Borgia e il cardinale Laudivio Zacchia.

13 Documento XXIV, *Processo di Galileo*, c, 3, cit., p. 406.

14 *Ibidem*, pp. 406-407.

15 La storia di questa indagine verrà raccontata altrove.

16 Si veda G. Baretti, *The Italian Library. Containing an Account of the Lives and Works of the Most Valuable Authors of Italy*, A. Millar, London 1757.

17 Documento XXIV, *Processo di Galileo*, c, 3, cit., p. 405.

14. Un vecchio uomo, due nuove scienze

1 Documento XXIV, *Processo di Galileo*, b, 90, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XIX, p. 393.

2 Suor Maria Celeste, *Lettera a Galileo*, 2 luglio 1633, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XV, p. 167.

3 G. Galilei, *Lettera a Elia Diodati*, 25 luglio 1634, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XVI, p. 116.

4 G. Galilei, *Lettera a Elia Diodati*, 18 dicembre 1635, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XVI, p. 361.

5 Uno dei migliori libri su Galileo e la cultura scientifica della sua epoca è M. Camerota, *Galileo Galilei e la cultura scientifica nell'età della Controriforma*, cit.

6 G. Galilei, *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, cit., p. 243.

7 A. Einstein, *Pensieri di un uomo curioso*, Mondadori, Milano 2011, p. 125. Einstein lo disse al matematico di Princeton Oswald Veblen nel maggio 1921; la frase è oggi incisa sul caminetto del salotto della facoltà di Fisica di Princeton, la 202 Jones Hall.

8 G. Galilei, *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, cit., p. 190.

15. Gli ultimi anni

1 Il problema è discusso in A. Zanatta *et alii*, *New Interpretation of Galileo's Arthritis and Blindness*, «Advances in Anthropology», 5, 2015, p. 39; G. Thiene, C. Basso, *Galileo as a Patient*, in E. M. Corsini (a cura di), *The Inspiration of Astronomical Phenomena 6*, «Astronomical Society of the Pacific Conference Series», 441, 2011, p. 73.

2 G. Galilei, *Lettera a Elia Diodati*, 2 gennaio 1638, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XVII, p. 247.

3 I versi originali recitano: «Of amplitude almost immense, with Starr's / Numerous, and every Starr perhaps a World / Of destind habitation». J. Milton, *Paradise Lost*, Knott and Lloyd, London 1804, libro VII, vv. 620-622.

4 J. Milton, *Areopagitica. Discorso per la libertà di stampa*, Bompiani, Milano 2002, pp. 57-59.

5 R. Descartes, *Lettera a Mersenne*, fine novembre 1633; l'originale in francese è citato in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XV, pp. 340-341.

6 Il decreto è citato in W. Brandmüller, E.J. Greipl (a cura di), *Copernico, Galilei e la Chiesa. Fine della controversia (1820). Gli atti del Sant'Uffizio*, Leo S. Olschki Editore, Firenze 1992, pp. 300-301. Il testo è inoltre consultabile all'indirizzo disf.org/pio-vii-elementi-astronomia.

7 Si vedano A. Zanatta *et alii*, *New Interpretation of Galileo's Arthritis and Blindness*, cit.; G. Thiene, C. Basso, *Galileo as a Patient*, cit.

8 G. Muzzarelli, *Lettera a Francesco Barberini*, 13 febbraio 1638, in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. XVII, p. 290.

9 V. Viviani, *Racconto istorico della vita di Galileo Galilei*, cit., p. 623.

10 Un ottimo racconto degli eventi relativi alle spoglie di Galileo si trova in P. Galluzzi, *The Sepulchers of Galileo. The «Living» Remains of a Hero of Science*, in P. Machamer (a cura di), *The Cambridge Companion to Galileo*, cit., p. 417. Quando i resti di Galileo vennero spostati dalla sua prima tomba al sarcofago nella basilica di Santa Croce, dal suo corpo furono rimossi un dente e tre dita (pollice, indice e medio), ora esposti all'interno di contenitori di vetro, nel Museo Galileo di Firenze (si veda la Figura 10 dell'inserto fotografico). Venne rimossa anche la quinta

vertebra lombare, oggi conservata all'Università di Padova. Per un elenco delle opere commemorative di Galileo, si veda J.J. Fahie, *Memorials of Galileo Galilei, 1564–1642. Portraits and Paintings Medals and Medallions Busts and Statues Monuments and Mural Inscriptions*, Courier Press, London 1929.

16. La saga di Pio Paschini

1 La storia di Pio Paschini è raccontata a grandi linee in A. Fantoli, *Il caso Galileo*, cit., pp. 232-235; R.J. Blackwell, *Could There Be Another Galileo Case?*, in P. Machamer (a cura di), *The Cambridge Companion to Galileo*, cit., pp. 361-365. E, più in dettaglio, in M.A. Finocchiaro, *Retrying Galileo*, cit., pp. 275-277, 280-284, 318-337; P. Simoncelli, *Storia di una censura.* Vita di Galileo *e Concilio Vaticano II*, Franco Angeli, Milano 1992.

2 Citato in A. Fantoli, *Il caso Galileo*, cit., p. 232.

3 Ivi.

4 P. Paschini, *Vita e opere di Galileo Galilei*, in E. Lamalle (a cura di), *Miscellanea Galileiana*, voll. I-II, Pontificia accademia delle scienze, Città del Vaticano 1964.

5 Si veda P. Simoncelli, *Storia di una censura*, cit., p. 59.

6 Citato in A. Fantoli, *Il caso Galileo*, cit., p. 233. Paschini non ricevette nessun rapporto scritto sulle obiezioni. In una sua lettera del 12 maggio 1946 a Giovanbattista Montini, vicesegretario di Stato del Vaticano, si lamentò dicendo: «Mi è riuscito di sommo stupore e disgusto che mi sia rivolta ora l'accusa di non aver fatto altro che l'apologia di Galileo. Essa intacca infatti la mia probità scientifica di studioso e di insegnante»; citato in S. Damiani, *Paschini, ovvero la verità, sempre*, «La Vita Cattolica», 30 maggio 2018, p. 29.

7 Il 15 maggio 1946 Paschini scrisse a Vale raccontandogli della decisione del Sant'Uffizio: «Mi si diceva che il mio lavoro era un'apologia di Galileo, si faceva qualche osservazione per alcune poche frasi, e mi si opponeva che Galileo non reca le prove del suo sistema (sempre il solito sofisma!) e si concludeva che non si riteneva opportuna la pubblicazione, restituendomi il manoscritto»; citato in G. Boffi, A. Marino, F. Marino, R. Presilla, M. Sensi, *Scienza e fede dall'unità d'Italia a oggi*, Editrice APES, Roma 2012, p. 84.

8 E. Lamalle, «Nota introduttiva all'opera» di P. Paschini, *Vita e opere di Galileo Galilei*, cit., p. XIII.

9 Si veda *Ibidem*, pp. VIII-XV.

10 Citato in A. Fantoli, *Il caso Galileo*, cit., p. 234.

11 Citato in A. Fantoli, *Il caso Galileo*, cit., p. 234. Il Concilio Vaticano II approvò questo testo il 7 dicembre 1965 nella *Gaudium et Spes* («La gioia e la speranza»), una delle quattro costituzioni

nate dai suoi lavori.

12 *Ibidem*, p. 235.

13 Si veda P. Bertolla, *Le vicende del «Galileo» di Paschini*, in *Atti del convegno di studio su Pio Paschini nel centenario della nascita. 1878-1978*, Deputazione di storia patria per il Friuli, Udine 1979, pp. 172-208.

14 Citato in P. Bertolla, *Le vicende del «Galileo» di Paschini*, cit., p. 196.

15 P. Paschini, *Vita e opere di Galileo Galilei*, cit., p. 341.

16 La recensione del volume di E. Vacandard, *Études de critique d'historie religeuse* (1905), firmata da P. Delannoy in «Revue d'Histoire Ecclésiastique», 7, 1906, pp. 354-361.

17 Citato in G. Boffi, A. Marino, F. Marino, R. Presilla, M. Sensi, *Scienza e fede dall'unità d'Italia a oggi*, cit., p. 72.

18 P. Paschini, *Vita e opere di Galileo Galilei*, cit., pp. 548-549.

19 Giovanni Paolo II, *Discorso per la commemorazione della nascita di Albert Einstein*, 10 novembre 1979, consultabile all'indirizzo www.vatican.va/content/john-paul-ii/it/speeches/1979/november/documents/hf_jp-ii_spe_19791110_einstein.html.

20 Ivi.

21 Ivi.

22 Ivi.

23 R. Koven, *World Takes Turn in Favor of Galileo*, «Washington Post», 24 ottobre 1980, consultabile all'indirizzo www.washingtonpost.com/archive/politics/1980/10/24/world-takes-turn-in-favor-of-galileo/81b41321-9868-47f2-adfc-09foa6477907/?utm_term=.256414bof233.

24 Citato in G. Boffi, A. Marino, F. Marino, R. Presilla, M. Sensi, *Scienza e fede dall'unità d'Italia a oggi*, cit., p. 152.

25 Ivi.

26 Giovanni Paolo II, *Discorso ai partecipanti alla sessione plenaria della Pontificia accademia delle scienze*, 31 ottobre 1992, cit.

27 Ivi.

28 A. Cowell, *After 350 Years, Vatican Says Galileo Was Right. It Moves*, «New York Times», 31 ottobre 1992, consultabile all'indirizzo www.nytimes.com/1992/10/31/world/after-350-years-vatican-says-galileo-was-right-it-moves.html.

29 W.D. Montalbano, *Earth Moves for Vatican in Galileo Case*, «Los Angeles Times», 1° novembre 1992, consultabile all'indirizzo www.latimes.com/archives/la-xpm-1992-11-01-mn-1827-story.html.

30 A. Beltrán Mari, «Introducción», in G. Galilei, *Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo*, Alianza Editorial, Madrid 1994, p. 73.

31 Giovanni Paolo II, *Discorso per la commemorazione della nascita di Albert Einstein*, cit.

32 Ivi.

33 Giovanni Paolo II, *Discorso ai partecipanti alla sessione plenaria della Pontificia accademia delle scienze*, cit.

34 Ivi.

17. I pensieri di Galileo e Einstein su scienza e religione

1 Sant'Agostino, *La genesi alla lettera*, libro II, 18,38, in *Commenti alla genesi*, cit., p. 589. Galileo cita ovviamente il testo latino dell'opera di sant'Agostino: «Nihil credere de re obscura temere debemus, ne forte quod postea veritas patefacerit, quamvis libris sanctis, sive Testamenti Veteris sive Novi, nullo modo esse possit adversum, tamen propter amorem nostri erroris oderimus»; G. Galilei, *Lettera a Cristina di Lorena*, cit., p. 310.

2 G. Galilei, *Lettera a Cristina di Lorena*, cit., p. 313.

3 *Ibidem*, p. 317.

4 *Ibidem*, p. 337.

5 Al momento di questo sondaggio, il supporto al creazionismo era ai suoi minimi storici negli ultimi trentacinque anni; si veda A. Swift, *In U.S., Belief in Creationist View of Humans at New Low*, Gallup.com, 22 maggio 2017, consultabile all'indirizzo news.gallup.com/poll/210956/belief-creationist-view-humans-new-low.aspx. I sostenitori della teoria del «disegno intelligente» vogliono insegnare l'evoluzionismo darwiniano e il creazionismo come due semplici ipotesi rivali. Per un'interessante discussione di questo tema nel contesto della biografia di Galileo, si veda A. Gopnik, *Moon Man. What Galileo Saw*, «The New Yorker», 3 febbraio 2013.

6 Si vedano E.J. Larson, *Summer For the Gods. The Scopes Trial and America's Continuing Debate Over Science and Religion*, Basic Books, New York 2006; E.J. Larson, *Trial and Error. The American Controversy Over Creation and Evolution*, Oxford University Press, New York 1985.

7 Giovanni Paolo II, *Discorso ai partecipanti alla sessione plenaria della Pontificia accademia delle scienze*, cit.

8 Soprattutto grazie alle osservazioni della radiazione cosmica di fondo; si veda Planck Collaboration, *Planck 2015 Results. XIII. Cosmological Parameters*, «Astronomy & Astrophysics», 594, 2016, p. A13.

9 Lo ha affermato il presidente dell'Accademia nazionale delle scienze, Bruce Alberts, nella prefazione a National Academy of Sciences, *Science and Creationism. A View From the National Academy of Sciences*, National Academics Press, Washington (DC) 1999.

10 Papa Francesco, *Discorso del Santo Padre in occasione dell'inaugurazione di un busto in onore di papa Benedetto XVI*, Casina Pio IV, 27 ottobre 2014, consultabile all'indirizzo

www.vatican.va/content/francesco/it/speeches/2014/october/documents/papa-francesco_20141027_plenaria-accademia-scienze.html.

11 Giovanni Paolo II, *Messaggio ai partecipanti alla plenaria della Pontifica accademia delle scienze*, cit.

12 Per una chiarissima esposizione delle prove dell'evoluzione darwiniana si veda J.A. Coyne, *Why Evolution Is True*, Viking, New York 2009.

13 Il ricercatore di Yale Dan Kahan ha studiato i fattori che influiscono sull'opinione pubblica. Si veda, per esempio, D. Kahan, *What Accounts for Public Conflict Over Science-Religiosity or Political Predispositions*, Culturalcognition.net, 10 novembre 2014, consultabile all'indirizzo www.culturalcognition.net/blog/2014/11/10/what-accounts-for-public-conflict-over-science-religiosity-o.html.

14 United Nations Environment Programme, *Emissions Gap Report*, novembre 2018, consultabile all'indirizzo www.unenvironment.org/resources/emissions-gap-report-2018. L'opinione della grande maggioranza della comunità scientifica sul cambiamento climatico è presentata, per esempio, in D.P. Schrag, R.B. Alley, *Ancient Lessons for Our Future Climate*, «Science», 306, 2004, p. 821; e in D.P. Schrag, *Confronting the Climate-Energy Challenge*, «Elements», 3, 2007, p. 171.

15 Per esempio, D. Wallace-Wells, *The Uninhabitable Earth. Life After Warming*, Tim Duggan Books, New York 2019, traccia un quadro spaventoso dei potenziali impatti del cambiamento climatico; S. Otto, *The War On Science. Who's Waging It, Why It Matters, What Can We Do About It*, Milkweed Editions, Minneapolis 2016, discute degli attacchi alla scienza; e R.P. Crease, *The Workshop and the World. What Ten Thinkers Can Teach Us About Science and Authority*, W.W. Norton, New York 2019, analizza come affrontare la retorica antiscientifica.

16 Einstein Archives, 28-1025, 13 marzo 1954.

17 A. Einstein, *A un raduno per la libertà d'opinione*, in *Pensieri, idee, opinioni*, cit. Il discorso era stato preparato per un incontro di professori universitari che poi non ebbe luogo.

18 Per un'eccellente presentazione delle idee di Einstein sulla religione, si veda M. Jammer, *Einstein and Religion. Physics and Theology*, Princeton University Press, Princeton (NJ) 1999.

19 A. Einstein, *Pensieri di un uomo curioso*, Mondadori, Milano 2011, p. 127.

20 *Ibidem*, p. 125.

21 A. Einstein, *What I Believe. Living Philosophies XIII*, «Forum», 84, 1930, p. 193. Il testo originale è consultabile all'indirizzo opensiddur.org/wp-content/uploads/2019/02/What-I-Believe-Albert-Einstein-1930.pdf.

22 A. Einstein, *Pensieri di un uomo curioso*, cit., p. 110. Il rabbino Goldstein commentò dicendo che la risposta di Einstein «confuta in modo molto chiaro […] le accuse di ateismo che gli vengono

mosse»; *Einstein Believes in «Spinoza's God». Scientist Defines His Faith in Reply to Cablegram From Rabbi Here*, «New York Times», 25 aprile 1929, p. 60.

23 A. Einstein, *Religion and Science*, «New York Times», 9 novembre 1930.

24 A. Einstein, *Scienza e religione*, in *Pensieri, idee, opinioni*, cit.

25 Ivi.

26 Ivi.

27 Lettera a Einstein dell'11 settembre 1940, Einstein Archives, 40-247.

28 L'episodio è raccontato dal diplomatico e scrittore Prinz H. Zu. Löwenstein in *Towards the Further Shore*, Victor Gollancz, London 1968, p. 156.

29 La storia associata alla lettera è raccontata in M. Livio, *Einstein's Famous «God Letter» Is Up For Auction*, ScientificAmerican.com, 11 ottobre 2018 blogs.scientificamerican.com/observations/einsteins-famous-god-letter-is-up-for-auction/; *The Word God Is for Me Nothing but the Expression and Product of Human Weakness*, Christies.com, 12 dicembre 2018, consultabile all'indirizzo www.christies.com/features/Albert-Einstein-God-Letter-9457-3.aspx.

30 Si veda anche Giovanni Paolo II, *The Greatness of Galileo Is Known to All*, in P. Poupard (a cura di) *Galileo Galilei. Toward a Resolution of 350 Years of Debate. 1633–1983*, Duquesne University Press, Pittsburgh 1987, p. 195.

31 Citato, per esempio, in D. Miller, *Sir Karl Raimund Popper*, «Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society», 43, 1997, p. 369.

32 Idee simili sono state espresse dal filosofo italiano Dario Antiseri; si veda D. Antiseri, *Una spia al servizio dell'Altissimo*, Chiesa.espressonline.it, 3 novembre 2005, consultabile all'indirizzo chiesa.espresso.repubblica.it/articolo/41533.html. Una discussione molto interessante dell'ateismo è sviluppata in J. Gray, *Seven Types of Atheism*, Farrar, Straus and Giroux, New York 2018. J.A. Coyne, *Faith Vs. Fact. Why Science and Religion Are Incompatible*, Penguin, New York 2015, mostra in modo convincente che i tentativi di *riconciliare* le argomentazioni scientifiche e religiose (anziché di limitarsi a permettere loro di coesistere nei rispettivi ambiti paralleli) sono destinati al fallimento, perché la fede non rappresenta i fatti. J. Hardin, R.L. Numbers, R.A. Binzley (a cura di), *The Warfare Between Science and Religion. The Idea That Wouldn't Die*, Johns Hopkins University Press, Baltimore 2018, tenta invece di confutare l'idea che ci sia una guerra tra scienza e religione.

33 La nuova versione dell'International Religious Freedom Act (la legge degli Stati Uniti per la libertà religiosa internazionale) recita: «È riconosciuto che la libertà di pensiero, di coscienza e di religione tutela le credenze teiste e non-teiste, così come il diritto a non professare o praticare alcuna religione».

18. Un'unica cultura

1 Si veda J. Brockman, *The Third Culture*, cit. Fu lo stesso C.P. Snow a introdurre, negli anni Sessanta, l'espressione «terza cultura», con la quale si riferiva però agli scienziati sociali.

2 Dati dell'Office for National Statistics relativi al periodo 2015-2017.

3 La rilevazione diretta è stata fatta il 14 settembre 2015 dalle collaborazioni LIGO e Virgo. Si veda B.P. Abbott *et alii* (LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration), *Observation of Gravitational Waves From a Binary Black Hole Merger*, «Physical Review Letters», 116, 2016, p. 061102.

4 Questo tema è ampiamente analizzato e discusso in S. Pinker, *Enlightenment Now. The Case for Reason, Science, Humanism, and Progress*, Viking, New York 2018, un'ottima lettura. In una serie di libri John Brockman ha presentato le idee su particolari temi formulate da pensatori di un'ampia gamma di discipline, dando così una chiara dimostrazione pratica del concetto dell'esistenza di un'unica cultura. Si vedano per esempio J. Brockman (a cura di), *What to Think About Machines That Think*, Harper Perennial, New York 2015; J. Brockman (a cura di), *This Idea Is Brilliant*, Harper Perennial, New York 2018; J. Brockman (a cura di), *The Last Unknown. Deep, Elegant, Profound Unanswered Questions About the Universe, the Mind, the Future of Civilization, and the Meaning of Life*, William Morrow, New York 2019.

5 Si veda J. Holt, *Why Does the World Exist? An Existential Detective Story*, Liveright, New York 2013, dove questo interrogativo viene affrontato in una conversazione con diversi pensatori.

6 Una dettagliata descrizione divulgativa della storia della scienza su questo argomento si trova in L.M. Krauss, *The Greatest Story Ever Told… So Far. Why Are We Here?*, Atria, New York 2017.

7 Per una chiara e accessibile spiegazione dei parametri cosmologici che determinano la storia e il destino del nostro universo, si veda M. Rees, *Just Six Numbers. The Deep Forces That Shape the Universe*, Basic Books, New York 2000; si veda anche M. Rees, *Before the Beginning. Our Universe and Others*, Basic Books, New York 1997. S. Carroll, *The Big Picture. On the Origins of Life, Meaning, and the Universe Itself*, Dalton, New York 2016 presenta una vivida descrizione del posto dell'umanità nel cosmo. L. Randall, *Dark Matter and the Dinosaurs. The Astounding Interconnectedness of the Universe*, Ecco, New York 2015 illustra le intriganti connessioni che possono sussistere tra la costituzione dell'universo e la vita sulla Terra.

8 G. Galileo, *Diversi fragmenti attententi al trattato delle cose che stanno su l'acqua*, in *Le opere di Galileo Galilei*, cit., vol. IV, pp. 49-50. Galileo scrisse queste considerazioni nel 1611, in risposta a delle Colombe e di Grazia.

9 Nell'eccellente libro M. Nussbaum, *Not for Profit. Why Democracy Needs the Humanities*, Princeton University Press, Princeton (NJ) 2010.

10 Molte di queste opere sono descritte nei dettagli in *Le opere di Galileo Galilei*, edizione nazionale a cura di F. Tognoni, Giunti, Firenze 2013, appendice vol. I, «Iconografia Galileiana».

Bibliografia

Abbott, B.P. *et alii* (LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration), *Observation of Gravitational Waves From a Binary Black Hole Merger*, «Physical Review Letters», 116, 2016.

Adams, C.W., *A Note on Galileo's Determination of the Height of Lunar Mountains*, «Isis», 17, 1932.

Antiseri, D., *Una spia al servizio dell'Altissimo*, Chiesa.espressonline.it, 3 novembre 2005, consultabile all'indirizzo chiesa.espresso.repubblica.it/articolo/41533.html.

Baretti, G., *The Italian Library. Containing an Account of the Lives and Works of the Most Valuable Authors of Italy*, A. Millar, London 1757.

Bedini, S.A., *The Instruments of Galileo Galilei*, in E. McMullin (a cura di) *Galileo Man of Science*, Basic Books, New York (NY) 1967.

Beltrán Mari, A., «Introducción», in G. Galilei, *Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo*, Alianza Editorial, Madrid 1994.

Beretta, F., *Un nuovo documento sul processo di Galileo Galilei. La lettera di Vincenzo Maculano del 22 Aprile 1633 al cardinale Francesco Barberini*, «Nuncius», 16, 2001.

Bertolla, P., *Le vicende del «Galileo» di Paschini*, in *Atti del convegno di studio su Pio Paschini nel centenario della nascita. 1878-1978*, Deputazione di storia patria per il Friuli, Udine 1979.

Biagioli, M., *Galileo Courtier. The Practice of Science in the Culture of Absolutism*, University of Chicago Press, Chicago 1993.

Bignami, G.F., *Against the Donning of the Gown. Enigma*, Moon Books, London 2000.

Blackwell, R.J., *Galileo, Bellarmine, and the Bible*, University of Notre Dame Press, Notre Dame (IN) 1991.

–, *Could There Be Another Galileo Case?*, in P. Machamer (a cura di), *The Cambridge Companion to Galileo*, Cambridge University Press, Cambridge 1998.
–, *Behind the Scenes at Galileo's Trial*, University of Notre Dame Press, Notre Dame (IN) 2006.
Boffi, G. – Marino, A. – Marino, F. – Presilla, R. – Sensi, M., *Scienza e fede dall'unità d'Italia a oggi*, Editrice APES, Roma 2012.
Booth, S.E. – Van Helden, A., *The Virgin and the Telescope. The Moons of Cigoli and Galileo*, «Science in Context», 13, 2000.
Born, M., *Physics in My Generation*, Pergamon Press, Oxford 1956.
Brockman, J., *The Third Culture*, Simon & Schuster, New York (NY) 1995 (trad. it. *La terza cultura. Oltre la rivoluzione scientifica*, Garzanti, Milano 1999).
– (a cura di), *What to Think About Machines That Think*, Harper Perennial, New York (NY) 2015.
– (a cura di), *This Idea Is Brilliant*, Harper Perennial, New York (NY) 2018.
– (a cura di), *The Last Unknown. Deep, Elegant, Profound Unanswered Questions About the Universe, the Mind, the Future of Civilization, and the Meaning of Life*, William Morrow, New York (NY) 2019.
Brophy, J. – Paolucci, H., *The Achievement of Galileo*, Twayne, New York (NY) 1962.
Bucciantini, M. – Camerota, M., *One more About Galileo and Astrology. A Neglected Testimony*, «Galilaeana», 2, 2005.
Bucciantini, M. – Camerota, M. – Giudice, F., *Il telescopio di Galileo. Una storia europea*, Einaudi, Torino 2012.
Camerota, M., *Galileo Galilei e la cultura scientifica nell'età della Controriforma*, Salerno Editrice, Roma 2004.
Camerota, M. – Giudice, F. – Ricciardo, S., *The Reappearance of Galileo's Original Letter to Benedetto Castelli*, «Royal Society Journal of the History of Science», 24 ottobre 2018, consultabile all'indirizzo royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsnr.2018.0053.
Camerota, M. – Helbing, M., *Galileo and Pisan Aristotelianism. Galileo's* De motu antiquiora *and the* Quaestiones de Motu Elementorum *of the Pisan Professors*, «Early Science and Medicine», 5, 2000.

Camus, A., *Le mythe de Sisyphe. Essai sur l'absurde*, Gallimard, Paris 1942 (trad. it. *Il mito di Sisifo*, Bompiani, Milano 2000).

Carroll, S., *The Big Picture. On the Origins of Life, Meaning, and the Universe Itself*, Dalton, New York (NY) 2016.

Clavelin, M., *La Philosophie naturelle de Galilée. Essai sur les origines et la formation de la mécanique classique*, Librairie Armand Colin, Paris 1968.

Clavius, C., *Opera mathematica*, 5 voll., sumptibus Antonii Hierat, excudebat Reinhardus Eltz, Moguntiae 1611-1612; citato in J.M. Lattis, *Between Copernicus and Galileo. Christoph Clavius and the Collapse of Ptolemaic Cosmology*, University of Chicago Press, Chicago 1994.

Cochrane, R., *A Comprehensive Selection From the Works of the Great Essayists, From Lord Bacon to John Ruskin*, W.P. Nimmo, Hay and Mitchell, Edinburgh 1887.

Cooper, L., *Aristotle, Galileo and the Tower of Pisa*, Cornell University Press, Ithaca (NY) 1935.

Coresio, G., *Operetta intorno al galleggiare de' corpi solidi*, appresso Bartolommeo Sermartelli e fratelli, Firenze 1612; ristampato in G. Galilei, *Le opere di Galileo Galilei*, ristampa della Edizione Nazionale, Barbèra, Firenze 1929-1939.

Cowell, A., *After 350 Years, Vatican Says Galileo Was Right. It Moves*, «New York Times», 31 ottobre 1992, consultabile all'indirizzo www.nytimes.com/1992/10/31/world/after-350-years-vatican-says-galileo-was-right-it-moves.html.

Coyne, G.V., *Jesuits and Galileo. Tradition and Adventure of Discovery*, Scienceonthenet.eu, 2 febbraio 2010, consultabile all'indirizzo www.scienceonthenet.eu/content/article/george-v-coyne-sj/jesuits-and-galileo-tradition-and-adventure-discovery/february (un abstract in italiano è disponibile all'indirizzo www.scienzainrete.it/contenuto/articolo/gesuiti-e-galileo).

Coyne, G.V. – Baldini, U., *The Young Bellarmine's Thoughts on World Systems*, in G.V. Coyne, M. Heller, J. Zyci–ski (a cura di), *The Galileo Affair. A Meeting of Faith and Science*, Specola Vaticana, Città del Vaticano 1985.

Coyne, J.A., *Why Evolution Is True*, Viking, New York (NY) 2009 (trad. it. *Perché l'evoluzione è vera*, Codice, Torino 2011).
–, *Faith Vs. Fact. Why Science and Religion Are Incompatible*, Penguin, New York (NY) 2015 (trad. it. *O scienza o religione. Perché la fede è incompatibile coi fatti*, Nessun Dogma, Roma 2016).
Crease, R.P., *The Workshop and the World. What Ten Thinkers Can Teach Us About Science and Authority*, W.W. Norton, New York (NY) 2019.
Csíkszentmihályi, M., *Creativity. Flow and the Psychology of Discovery and Invention*, HarperCollins, New York (NY) 1996.
Dame, B., *Galilée et les taches solaires (1610-1613)*, «Revue d'Histoire des Sciences», 19, n. 4, 1966.
Damiani, S., *Paschini, ovvero la verità, sempre*, «La Vita Cattolica», 30 maggio 2018.
Delannoy, P., recensione di Vacandard, *Études de critique d'historie religeuse*, «Revue d'Histoire Ecclésiastique», 7, 1906.
Drake, S., *Excerpts From* The Assayer, in *Discoveries and Opinions of Galileo*, Anchor Books, New York (NY) 1957.
–, *Galileo in English Literature of the Seventeenth Century*, in E. McMullin (a cura di), *Galileo Man of Science*, Basic Books, New York (NY) 1967.
–, *Galileo's Experimental Confirmation of Horizontal Inertia. Unpublished Manuscripts (Galileo Gleanings XXII)*, «Isis», 64, 1973.
–, *Galileo at Work. His Scientific Biography*, University of Chicago Press, Chicago 1978 (trad. it. *Galileo, una biografia scientifica*, il Mulino, Bologna 1988).
Drake, S. – O'Malley, C.D. (a cura di), *The Controversy On the Comets of 1618. Galileo Galilei, Horatio Grassi, Mario Guiducci, Johann Kepler*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia 1960.
Eddington, A.S., *The Philosophy of Physical Science*, Macmillan, New York (NY) 1939 (trad. it. *Filosofia della fisica*, Laterza, Roma-Bari 1984).
Eicher, D., *Comets! Visitors From Deep Space*, Cambridge University Press, Cambridge 2013.
Einstein, A., *What I Believe. Living Philosophies XIII*, «Forum», 84, 1930.
–, *Religion and Science*, «New York Times», 9 novembre 1930.

–, *Physics and Reality*, «Journal of the Franklin Institute», 221, 3, marzo 1936 (trad. it. *Fisica e realtà*, in A. Einstein, *Pensieri, idee, opinioni*, Newton Compton, Roma 2015).
–, *Pensieri, idee, opinioni*, Newton Compton, Roma 2015.
–, «Foreword» in S.J. Gould (a cura di), *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems, Ptolemaic and Copernican*, University of California Press, Berkeley 1953.
–, *On the Method of Theoretical Physics, Ideas and Opinions*, Alvin Redman, London 1954.
–, *Pensieri di un uomo curioso*, Mondadori, Milano 2011.
Eisenstein, E.L., *The Printing Revolution in Early Modern Europe*, Cambridge University Press, New York (NY) 1983 (trad. it. *Le rivoluzioni del libro. L'invenzione della stampa e la nascita dell'età moderna*, il Mulino, Bologna 2004).
Ericsson, A. – Pool, R., *Peak. Secrets From the New Science of Expertise*, Houghton Mifflin Harcourt, New York (NY) 2016.
Fabris, D., *Galileo and Music. A Family Affair*, in E.M. Corsini (a cura di) *The Inspiration of Astronomical Phenomena 6*, «Astronomical Society of the Pacific Conference Series», 441, 2011.
Fahie, J.J., *Memorials of Galileo Galilei, 1564–1642. Portraits and Paintings Medals and Medallions Busts and Statues Monuments and Mural Inscriptions*, Courier Press, London 1929.
Fantoli A., *Galileo per il copernicanesimo e per la Chiesa*, Specola Vaticana – Libreria Editrice Vaticana, Città del Vaticano 1993.
–, *Il caso Galileo. Dalla condanna alla «riabilitazione». Una questione chiusa?*, Bur, Milano 2003.
Feldhay, R., *Galileo and the Church. Political Inquisition or Critical Dialogue?*, Cambridge University Press, Cambridge 1995.
Fermi, L. – Bernardini, G., *Galileo and the Scientific Revolution*, Basic Books, New York (NY) 1961.
Finocchiaro, M.A., *The Galileo Affair. A Documentary History*, University of California Press, Berkeley 1989.
–, *Galileo On the World Systems. A New Abridged Translation and Guide*, University of California Press, Berkeley 1997.

–, *Retrying Galileo. 1633–1992*, University of California Press, Berkeley 2005.
–, *The Essential Galileo*, Hackett, Indianapolis 2008.
–, *Defending Copernicus and Galileo. Critical Reasoning in the Two Affairs*, Springer, Dordrecht 2010.
–, *The Routledge Guidebook to Galileo's* Dialogue, Routledge, London 2014.
Frova, A. – Marenzana, M., *Parola di Galileo. Attualità del grande scienziato in una scelta commentata dei suoi scritti*, Bur, Milano 2000.
Galilei, G., *Le opere di Galileo Galilei*, a cura di A. Favaro, ristampa della'Edizione Nazionale, G. Barbèra, Firenze 1929-1939.
–, *Sidereus nuncius*, Marsilio, Venezia 1993.
Galilei, V., *Dialogo di Vincentio Galilei nobile fiorentino della musica antica, et della moderna*, Giorgio Marescotti, Firenze 1581, consultabileall'indirizzo books.google.com/books?id=XdwPquJVBm4C&vq=sole&hl=it&source=gbs_navlinks_s.
Galluzzi, P., *The Sepulchers of Galileo. The «Living» Remains of a Hero of Science*, in P. Machamer (a cura di), *The Cambridge Companion to Galileo*, Cambridge University Press, Cambridge 1998.
– (a cura di), *Galileo. Immagini dell'universo dall'antichità al telescopio*, Giunti, Firenze 2009.
–, «*Libertà di filosofare* in naturalibus». *I mondi paralleli di Cesi e Galileo*, Scienze e lettere editore commerciale, Roma 2014.
Gattei, S., *On the Life of Galileo. Viviani's Historical Account and Other Early Biographies*, Princeton University Press, Princeton (NJ) 2019.
Gatti, H., *Essays On Giordano Bruno*, Princeton University Press, Princeton (NJ) 2011.
Geymonat, L., *Galileo Galilei*, Einaudi, Torino 1969.
Gingerich, O., *Phases of Venus in 1610*, «Journal for the History of Astronomy», 15, 1984.
–, *Galileo's Astronomy*, in W.A. Wallace (a cura di), *Reinterpreting Galileo*, Catholic University of America Press, Washington (DC) 1986.
Gingras, Y., *Science and Religion. An Impossible Dialogue*, Polity Press, Cambridge 2017.

Gladwell, M., *Outliers. The Story of Success*, Penguin, London 2009 (trad. it. *Fuoriclasse. Storia naturale del successo*, Mondadori, Milano 2009).
Gopnik, A., *Moon Man. What Galileo Saw*, «The New Yorker», 3 febbraio 2013.
Gould, S.J. (a cura di), *Galileo Galilei. Dialogue Concerning the Two Chief World Systems*, Modern Library, New York (NY) 2001.
Gower, B., *Scientific Method. An Historical and Philosophical Introduction*, Routledge, London 1997.
Gray, J., *Seven Types of Atheism*, Farrar, Straus and Giroux, New York (NY) 2018.
Hardin, J. – Numbers, R.L. – Binzley, R. A. (a cura di), *The Warfare Between Science and Religion. The Idea That Wouldn't Die*, Johns Hopkins University Press, Baltimore 2018.
Heilbron, J.L., *Galileo*, Oxford University Press, Oxford 2010 (trad. it. *Galileo scienziato e umanista*, Einaudi, Torino 2013).
Holt, J., *Why Does the World Exist? An Existential Detective Story*, Liveright, New York (NY) 2013 (trad. it. *Perché il mondo esiste? Una detective-story filosofica*, Utet, Novara 2013).
Huygens, C., *Œuvres complètes de Christiaan Huygens*, Martinus Nijhoff, Le Haye 1888.
Inchofer, M., *Tractatus syllepticus, in quo quid de Terrae Solisque motu vel statione secundum S. Scripturam et SS. Patres sentiendum quave certitudine alterutra sententia tenenda sit, breviter ostenditur*, Ludovicus Grignanus, Roma 1633, consultabile all'indirizzo books.google.it/books?id=uJk_AAAAcAAJ.
Jammer, M., *Einstein and Religion. Physics and Theology*, Princeton University Press, Princeton (NJ) 1999.
Giovanni Paolo II, *Discorso per la commemorazione della nascita di Albert Einstein*, 10 novembre 1979, consultabile all'indirizzo www.vatican.va/content/john-paul-ii/it/speeches/1979/november/documents/hf_jp-ii_spe_19791110_einstein.html.
–, *The Greatness of Galileo Is Known to All*, in P. Poupard (a cura di), *Galileo Galilei. Toward a Resolution of 350 Years of Debate. 1633–1983*, Duquesne University Press, Pittsburgh (PA) 1987.

–, *Discorso ai partecipanti alla sessione plenaria della Pontificia accademia delle scienze*, 31 ottobre 1992, consultabile all'indirizzo www.vatican.va/content/john-paul-ii/it/speeches/1992/october/documents/hf_jp-ii_spe_19921031_accademia-scienze.html.

Koestler, A., *The Sleepwalkers. A History of Man's Changing Vision of the Universe*, Hutchinson, London 1959 (trad. it. *I sonnambuli. Storia delle concezioni dell'Universo*, Jaca Book, Milano 1982).

Koven, R., *World Takes Turn in Favor of Galileo*, «Washington Post», 24 ottobre 1980, consultabile all'indirizzo www.washingtonpost.com/archive/politics/1980/10/24/world-takes-turn-in-favor-of-galileo/81b41321-9868-47f2-adfc-09foa6477907/?utm_term=.256414bof233.

Koyré, A., *An Experiment in Measurement*, «Proceedings of the American Philosophical Society», 97, 1953.

–, *Etudes galiléennes*, Hermann, Paris 1939 (trad. it. *Studi galileiani*, Einaudi, Torino 1976).

Krauss, L.M., *The Greatest Story Ever Told… So Far. Why Are We Here?*, Atria, New York (NY) 2017.

Lamalle, E., «Nota introduttiva all'opera», in P. Paschini, *Vita e opere di Galileo Galilei*, Pontificia accademia delle scienze, Città del Vaticano 1964.

Langford, J.J., *Galileo, Science and the Church*, University of Michigan Press, Ann Arbor 1966.

Larson, E.J., *Trial and Error. The American Controversy Over Creation and Evolution*, Oxford University Press, New York (NY) 1985.

–, *Summer For the Gods. The Scopes Trial and America's Continuing Debate Over Science and Religion*, Basic Books, New York (NY) 2006.

Lennox, J.G., *Aristotle, Galileo, and «Mixed Sciences»*, in W.A. Wallace (a cura di), *Reinterpreting Galileo*, Catholic University of America Press, Washington (DC) 1986.

Leonardo da Vinci, *Scritti scelti*, Utet, Torino 2013.

Livio, M., *Einstein's Famous «God Letter» Is Up For Auction*, ScientificAmerican.com, 11 ottobre 2018, consultabile all'indirizzo

blogs.scientificamerican.com/observations/einsteins-famous-god-letter-is-up-for-auction/.
–, *The Copernican Principle*, in J. Brockman (a cura di), *This Idea Is Brilliant*, Harper Perennial, New York (NY) 2018.
Löwenstein, Prinz H. Zu., *Towards the Further Shore*, Victor Gollancz, London 1968.
Machamer, P., «Introduction», in P. Machamer (a cura di), *The Cambridge Companion to Galileo*, Cambridge University Press, Cambridge 1998.
MacLachlan, J., *A Test of an «Imaginary» Experiment of Galileo's*, «Isis», 64, 1973.
Macnamara, B.N. – Hambrick, D. Z. – Oswald, F. L., *Deliberate Practice and Performance in Music, Games, Sports, Education, and Professions. A Meta-Analysis*, «Association for Psychological Science», 25, 2014.
Mann, M.E., *«The Wall Street Journal», Climate Change Denial, and the Galileo Gambit*, EcoWatch.com, 28 marzo 2012, consultabile all'indirizzo www.ecowatch.com/the-wallstreet-journal-climate-change-denial-and-the-galileo-gambit-1882199616.html.
–, *The Hockey Stick and the Climate Wars. Dispatches From the Front Lines*, Columbia University Press, New York (NY) 2012.
McCouat, P., *Elsheimer's* Flight Into Egypt. *How It Changed the Boundaries Between Art, Religion, and Science*, «Journal of Art in Society», 2016, consultabile all'indirizzo www.artinsociety.com/elsheimerrsquos-flight-into-egypt-how-it-changed-the-boundaries-between-art-religion-and-science.html.
McMullin, E., *Galileo On Science and Scripture*, in P. Machamer (a cura di), *The Cambridge Companion to Galileo*, Cambridge University Press, Cambridge 1998.
McTighe, T.P., *Galileo's «Platonism». A Reconstruction*, in E. McMullin (a cura di), *Galileo Man of Science*, Basic Books, New York (NY) 1967.
Michelet, J., *Histoire de France au XVIe siècle. La Renaissance*, Chamerot, Paris 1855 (trad. it. *Il Rinascimento*, Firenze University Press, Firenze 2016).
Miller, D., *Sir Karl Raimund Popper*, «Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society», 43, 1997.
Montaigne, M. de, *Saggi*, Adelphi, Milano 1998.

Montalbano, W.D., *Earth Moves for Vatican in Galileo Case*, «Los Angeles Times», 1° novembre 1992, consultabile all'indirizzo www.latimes.com/archives/la-xpm-1992-11-01-mn-1827-story.html.

Mueller, P.R., *An Unblemished Success. Galileo's Sunspot Argument in the* Dialogue, «Journal for the History of Astronomy», 31, 2000.

National Academy of Sciences, *Science and Creationism. A View From the National Academy of Sciences*, National Academics Press, Washington (DC) 1999.

Nuland, S.B., *Leonardo da Vinci. A Life*, Viking, New York (NY) 2000.

Nussbaum, M., *Not for Profit. Why Democracy Needs the Humanities*, Princeton University Press, Princeton (NJ) 2010 (trad. it. *Non per profitto. Perché le democrazie hanno bisogno della cultura umanistica*, il Mulino, Bologna 2013).

Oreggi, A., *De Deo uno tractatus primus*, ex Typographia Rev. Camerae Apostolicae, Roma 1629.

Otto, S., *The War On Science. Who's Waging It, Why It Matters, What Can We Do About It*, Milkweed Editions, Minneapolis (MN) 2016.

Pagano, S.M. (a cura di), *I documenti del processo di Galileo Galilei*, Pontificia accademia delle scienze, Città del Vaticano 1984.

Panofsky, E., *Galileo as a Critic of the Arts*, Martinus Nijhoff, The Hague 1954 (trad. it. *Galileo critico delle arti*, Cluva, Venezia 1985).

Paschini, P., *Vita e opere di Galileo Galilei*, Pontificia accademia delle scienze, Città del Vaticano 1964.

Pera, M., *The God of Theologians and the God of Astronomers. An Apology of Bellarmine*, in P. Machamer (a cura di), *The Cambridge Companion to Galileo*, Cambridge University Press, Cambridge 1998.

Peters, W.T., *The Appearances of Venus and Mars in 1610*, «Journal for the History of Astronomy», 15, 1984, p. 211.

Peterson, M.A., *Galileo's Muse. Renaissance, Mathematics and the Arts*, Harvard University Press, Cambridge (MA) 2011.

Petigura, E.A. – Howard, A. W. – Marcy, G. W., *Prevalence of Earth-Size Planets Orbiting Sun-Like Stars*, «Proceedings of the National Academy of Sciences», 110, 2013.

Piccolino, M. – Wade, N. J., *Galileo's Visions. Piercing the Spheres of the Heavens by Eye and Mind*, Oxford University Press, Oxford 2014.

Pinker, S., *Enlightenment Now. The Case for Reason, Science, Humanism, and Progress*, Viking, New York (NY) 2018 (trad. it. *Illuminismo adesso. In difesa della ragione, della scienza, dell'umanesimo*, Mondadori, Milano 2018).

Planck Collaboration, *Planck 2015 Results. XIII. Cosmological Parameters*, «Astronomy & Astrophysics», 594, 2016.

Potter, V.G., *Readings in Epistemology. From Aquinas, Bacon, Galileo, Descartes, Locke, Berkeley, Hume, Kant*, Fordham University Press, New York (NY) 1993.

Randall, L., *Dark Matter and the Dinosaurs. The Astounding Interconnectedness of the Universe*, Ecco, New York (NY) 2015 (trad. it. *L'universo invisibile. Dalla scomparsa dei dinosauri alla materia oscura. Le imprevedibili connessioni del nostro mondo*, il Saggiatore, Milano 2016).

Redondi, P., *Galileo eretico*, Einaudi, Torino 1983.

Rees, M., *Before the Beginning. Our Universe and Others*, Basic Books, New York (NY) 1997 (trad. it. *Prima dell'inizio. Il nostro universo e gli altri*, R. Cortina, Milano 1998).

–, *Just Six Numbers. The Deep Forces That Shape the Universe*, Basic Books, New York (NY) 2000 (trad. it. *I sei numeri dell'universo. Le forze profonde che spiegano il cosmo*, Rizzoli, Milano 2002).

Reeves, E., *Evening News. Optics, Astronomy, and Journalism in Early Modern Europe*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia (PA) 2014.

Reston Jr., J., *Galileo. A Life*, HarperCollins, New York (NY) 1994 (trad. it. *Galileo*, Piemme, Casale Monferrato 2005).

Romm, J., *Climate Change. What Everyone Needs to Know*, Oxford University Press, Oxford 2016.

Rosen, E., *The Naming of the Telescope*, Henry Schuman, New York (NY) 1947.

–, *Galileo and Kepler. Their First Two Contacts*, «Isis», 57, 1966.

Russell, B., *The Problems of Philosophy*, Williams and Norgate, London 1912 (trad. it. *I problemi della filosofia*, Feltrinelli, Milano 1983).

–, *A History of Western Philosophy and Its Connection With Political and Social Circumstances From the Earliest Times to the Present Day*,

Simon and Schuster, New York (NY) 1945 (trad. it. *Storia della filosofia occidentale*, Tea, Milano 1991).

Santillana, G. de, *The Crime of Galileo*, University of Chicago Press, Chicago (IL) 1955.

Schmidle, N., *A Very Rare Book*, «New Yorker», 16 dicembre 2013, consultabile all'indirizzo www.newyorker.com/magazine/2013/12/16/a-very-rare-book.

Schmitt, C.B., *Experience and Experiment. A Comparison of Zabarella's View With Galileo's in* De motu, «Studies in the Renaissance», 16, 1969.

Schrag, D.P., *Confronting the Climate-Energy Challenge*, «Elements», 3, 2007.

Schrag, D.P. – Alley, R.B., *Ancient Lessons for Our Future Climate*, «Science», 306, 2004.

Segre, M., *Galileo, Viviani and the Tower of Pisa*, «Studies in History and Philosophy of Science», 20, 4, dicembre 1989.

Settle, T.B., *An Experiment in the History of Science*, «Science», 133, 1961.

–, *Galileo and Early Experimentation*, in R. Aris, H.T. David, R.H. Stuewer (a cura di), *Springs of Scientific Creativity. Essays on Founders of Modern Science*, University of Minnesota Press, Minneapolis (MN) 1983.

Shea, W., *Galileo's Copernicanism. The Science and the Rhetoric*, in P. Machamer (a cura di), *The Cambridge Companion to Galileo*, Cambridge University Press, Cambridge 1998.

–, *Galileo's Intellectual Revolution. Middle Period. 1610–1632*, Science History Publications, New York (NY) 1972 (trad. it. *La rivoluzione intellettuale di Galileo. 1610-1632*, Sansoni, Firenze 1974).

Shea, W.R. – Artigas, M., *Galileo in Rome. The Rise and Fall of a Troublesome Genius*, Oxford University Press, Oxford 2003 (trad. it. *Galileo a Roma. Trionfo e tribolazioni di un genio molesto*, Marcianum, Venezia 2009).

Simoncelli, P., *Storia di una censura.* Vita di Galileo *e Concilio vaticano II*, Franco Angeli, Milano 1992.

Smith, A.M., *Galileo's Proof For the Earth's Motion From the Movement of Sunspots*, «Isis», 76, 1985.

Snow, C.P., *The Two Cultures*, Cambridge University Press, Cambridge 1959 (trad. it. *Le due culture*, Marsilio, Venezia 2005).

Sobel, D., *Galileo's Daughter. A Historical Memoir of Science, Faith, and Love*, Walker & Co., New York (NY) 1999 (trad. it. *La figlia di Galileo. Una storia di scienza, fede e amore*, Bur, Milano 2012).

– (a cura di), *Letters to Father*, Walker & Co., New York (NY) 2001.

Swerdlow, N.M., *Galileo's Discoveries With the Telescope and Their Evidence For the Copernican Theory*, in P. Machamer (a cura di), *The Cambridge Companion to Galileo*, Cambridge University Press, Cambridge 1998.

–, *Galileo's Horoscopes*, «Journal for the History of Astronomy», 35, 2004.

Swift, A., *In U.S., Belief in Creationist View of Humans at New Low*, Gallup.com, 22 maggio 2017, consultabile all'indirizzo news.gallup.com/poll/210956/belief-creationist-view-humans-new-low.aspx.

Thiene, G., – Basso, C., *Galileo as a Patient*, in E.M. Corsini (a cura di) *The Inspiration of Astronomical Phenomena 6*, «Astronomical Society of the Pacific Conference Series», 441, 2011.

Tognoni, F. (a cura di), *Le opere di Galileo Galilei*, Edizione Nazionale, Giunti, Firenze 2013, appendice vol. I, «Iconografia Galileiana».

Van Helden, A., *«Annulo Cingitur». The Solution of the Problem of Saturn*, «Journal for the History of Astronomy», 5, 1974.

–, *Galileo and Scheiner On Sunspots. A Case Study in the Visual Language of Astronomy*, «Proceedings of the American Philosophical Society», 140, 1996.

Van Helden, A. – Burr., E., The Galileo Project, 1995, consultabile online all'indirizzo galileo.rice.edu.

Vasari, G., *Le vite de' più eccellenti pittori, scultori e architettori*, II ediz. ampliata, Firenze 1568, consultabile all'indirizzo www.liberliber.it/online/autori/autori-v/giorgio-vasari/le-vite-dei-piu-eccellenti-pittori-scultori-e-architetti/.

Viviani, V., *Racconto istorico della vita di Galileo Galilei*, prima pubblicazione nei «Fasti consolari dell'Accademia fiorentina», a cura di Salvino Salvini, Firenze 1717; ristampato in Galilei, G., *Le opere di Galileo Galilei*, Barbèra, Firenze 1929-1939, vol. XIX.

Wallace, W.A., *Galileo's Logic of Discovery and Proof. The Background, Content, and Use of His Appropriated Treatises On Aristotle's Posterior*

Analytics, Springer, Dordrecht 1992.
–, *Galileo's Pisan Studies in Science and Philosophy*, in P. Machamer (a cura di), *The Cambridge Companion to Galileo*, Cambridge University Press, Cambridge 1998.
Wallace-Wells, D., *The Uninhabitable Earth. Life After Warming*, Tim Duggan Books, New York (NY) 2019 (trad. it. *La terra inabitabile. Una storia del futuro*, Mondadori, Milano 2020).
Weinberg, S., *To Explain the World. The Discovery of Modern Science*, Harper, New York (NY) 2015 (trad. it. *Spiegare il mondo. La scoperta della scienza moderna*, Mondadori, Milano 2016).
Wigner, E.P., *The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Science. Richard Courant Lecture in Mathematical Sciences Delivered at New York University, May 11, 1950*, «Communications in Pure and Applied Mathematics», 13, 1, 1960; ristampato in T.L. Saatz, F.J. Weyl (a cura di), *The Spirit and the Uses of the Mathematical Sciences*, McGraw Hill, New York (NY) 1969.
Wilding, N., *The Return of Thomas Salusbury's* Life of Galileo, «British Society for the History of Science», 41, 2008.
–, *Galileo's Idol. Gianfrancesco Sagredo and the Politics of Knowledge*, University of Chicago Press, Chicago (IL) 2014.
Wisan, W.L., *The New Science of Motion. A Study of Galileo's* De motu locali, «Archive for History of Exact Sciences», 13, 1974.
Wolchover, N., *A Different Kind of Theory of Everything*, «New Yorker», 19 febbraio 2019, consultabile all'indirizzo www.newyorker.com/science/elements/a-different-kind-of-theory-of-everything.
Wölfflin, H., *Principles of Art History. The Problem of the Development of Style in Later Art*, Dover, New York (NY) 1950 (trad. it. *Concetti fondamentali della storia dell'arte*, Longanesi, Milano 1953).
Wootton, D., *Paolo Sarpi. Between Renaissance and Enlightenment*, Cambridge University Press, Cambridge 1983.
–, *Galileo. Watcher of the Skies*, Yale University Press, New Haven (CT) 2010.
–, *The Invention of Science. A New History of the Scientific Revolution*, Harper, New York (NY) 2015 (trad. it. *La scintilla della creazione. Come*

le invenzioni dell'uomo hanno trasformato il mondo, il Saggiatore, Milano 2016).

Zanatta, A. – Zampieri, F. – Bonati, M.R. – Liessi, G. – Barbieri, C. – Bolton, S. – Basso, C. – Thiene, G., *New Interpretation of Galileo's Arthritis and Blindness*, «Advances in Anthropology», 5, 2015.

Crediti delle immagini

Nel testo:

Figura 2.1: Biblioteca Apostolica Vaticana
Figura 4.1: The Houghton Library, Harvard University
Figura 4.2: Di pubblico dominio
Figura 4.3: Di pubblico dominio
Figura 4.4: Illustrazione di Ann Feild
Figura 4.5: Per gentile concessione delle Special Collections, Sheridan Libraries, Johns Hopkins University
Figura 4.6: Illustrazione di Ann Feild
Figura 7.1: Illustrazione di Paul Dippolito
Figura 8.1: Per gentile concessione delle Special Collections, Sheridan Libraries, Johns Hopkins University
Figura 10.1: Per gentile concessione delle Special Collections, Sheridan Libraries, Johns Hopkins University
Figura 10.2: Per gentile concessione delle Special Collections, Sheridan Libraries, Johns Hopkins University
Figura 10.3: Illustrazione di Paul Dippolito
Figura 14.1: Per gentile concessione del Museo Galileo, Firenze

Nell'inserto fotografico:

Figura 1: Foto di Mario Livio
Figura 2: Per gentile concessione di Alessandro Bruschi, grazie all'assistenza di Federico Tognoni
Figura 3: Per gentile concessione del Museo Galileo di Firenze
Figura 4: Foto di Mario Livio
Figura 5. Di pubblico dominio

Figura 6. Di pubblico dominio
Figura 7. Per gentile concessione della Special Collections Library, University of Michigan
Figura 8. Per gentile concessione del Museo Galileo di Firenze
Figura 9. Jebulon / Wikimedia Commons / CC0
Figura 10: Foto di Mario Livio
Figura 11: Foto di Celine Jouanguy
Figura 12: Foto di Mario Livio

Inserto fotografico

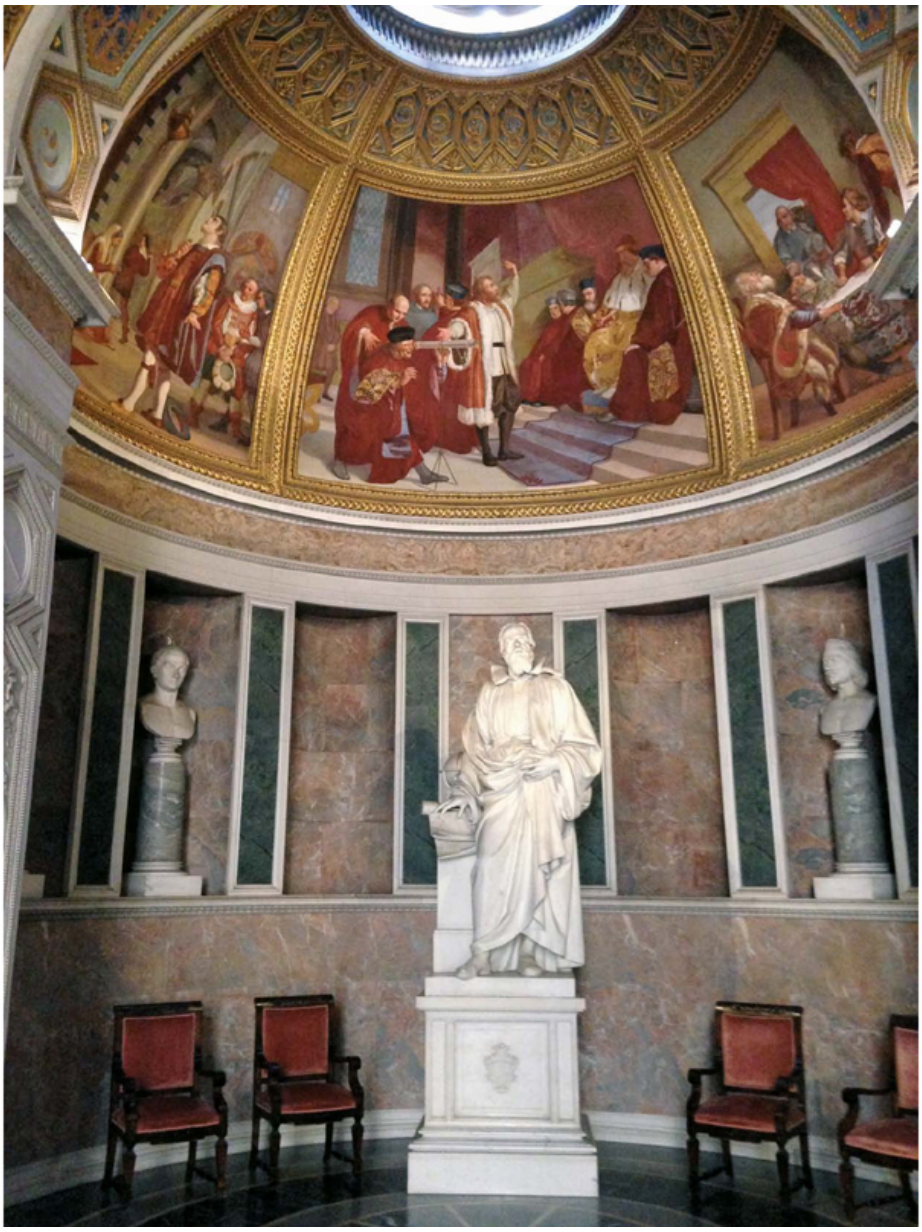


Figura 1. *La Tribuna di Galileo* nel Museo La Specola, Firenze. La statua di Galileo è a opera di Aristodemo Costoli. Gli affreschi furono eseguiti da Luigi Sabatelli (1772-1850). Da sinistra a destra raffigurano Galileo che osserva la lampada nel duomo di Pisa, Galileo che presenta il suo cannocchiale al senato veneziano e Galileo anziano e cieco che conversa con i suoi discepoli.



Figura 2. Il primo ritratto conosciuto di Galileo, risalente all’ultimo decennio del XVI secolo. Dipinto da un ignoto artista toscano. La pittura è conservata in una collezione privata.



Figura 3. Due dei telescopi originali di Galileo, da lui progettati e costruiti nel suo laboratorio.



Figura 4. Una delle lenti (*al centro*) dell'obiettivo del telescopio di Galileo, da lui prodotto tra la fine del 1609 e l'inizio del 1610 e utilizzato per molte delle sue osservazioni. La cornice è stata realizzata da Vittorio Crosten nel 1677. Si trova presso il Museo Galileo, Firenze.



Figura 5. Particolare dell’affresco della cappella Paolina della basilica di Santa Maria Maggiore a Roma. Realizzato da Cigoli (Lodovico Cardi; 1559-1613). La luna su cui si trova la Vergine è costellata di crateri, come era stato rilevato nelle osservazioni di Galileo.



Figura 6. *Il sorgere della Terra*, foto della Terra e di una parte della superficie lunare scattata il 24 dicembre 1968 a bordo dell'*Apollo 8*, che si trovava nell'orbita lunare, dall'astronauta William Anders. Galileo fu il primo a dimostrare che la superficie lunare era scabra e disuguale, come quella della Terra, e anche il primo a capire che il chiaro di luna è il risultato della luce riflessa dalla Terra.

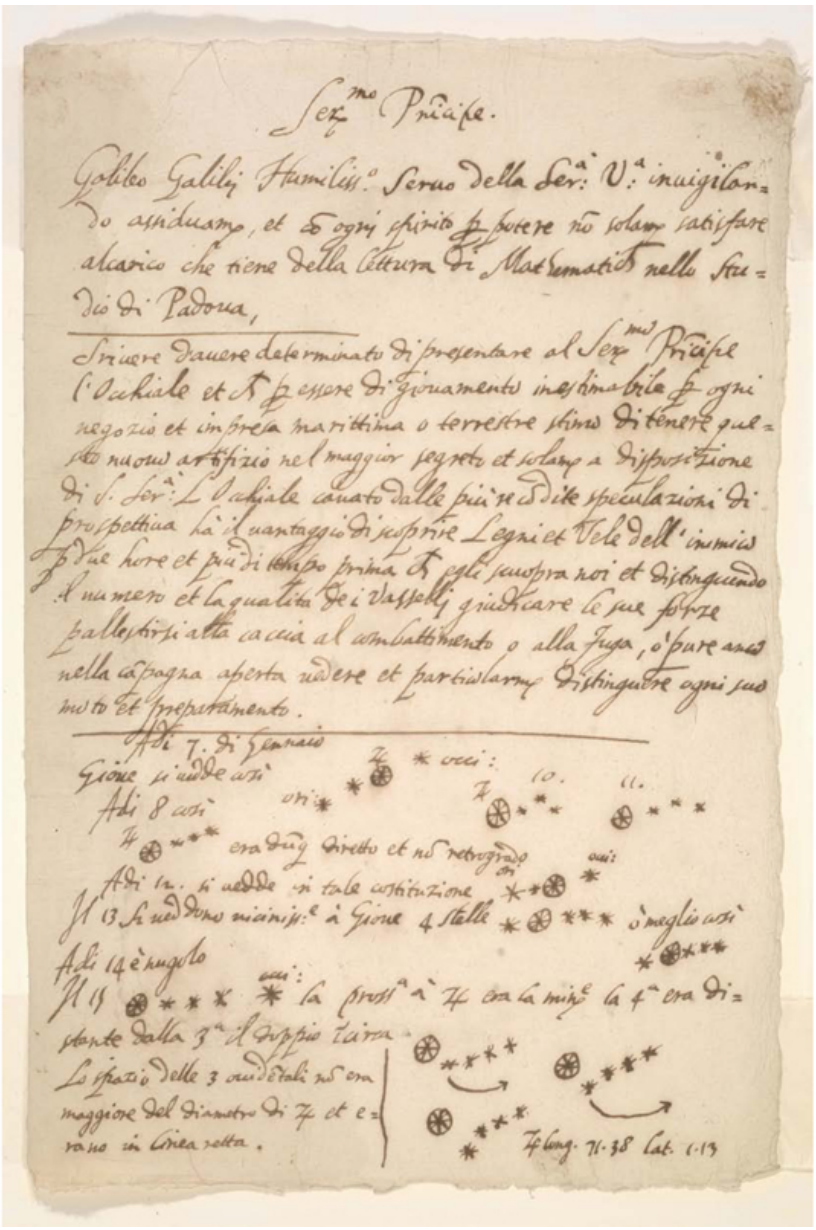


Figura 7. Bozza di una lettera di Galileo a Leonardo Donato, doge di Venezia, con annotazioni relative ai satelliti di Giove. Si tratta della prima testimonianza superstite delle osservazioni di Galileo su Giove.



Figura 8. Galileo in età avanzata con il suo discepolo e biografo Vincenzo Viviani. Viviani restò accanto a Galileo dal 1639 fino alla morte di quest'ultimo, avvenuta nel 1642 mentre era al confino presso la sua villa di Arcetri, vicino a Firenze. Dipinto di Tito Lessi (1858-1917).



Figura 9. Un busto di Galileo a opera di Giovanni Battista Foggini (1652-1725) sulla facciata della casa di Viviani a Firenze. Due grandi iscrizioni in onore della vita di Galileo fiancheggiano l'ingresso principale e danno all'edificio il nome attuale: Palazzo dei Cartelloni. Viviani ha trasformato la facciata della propria abitazione in un monumento commemorativo di Galileo.

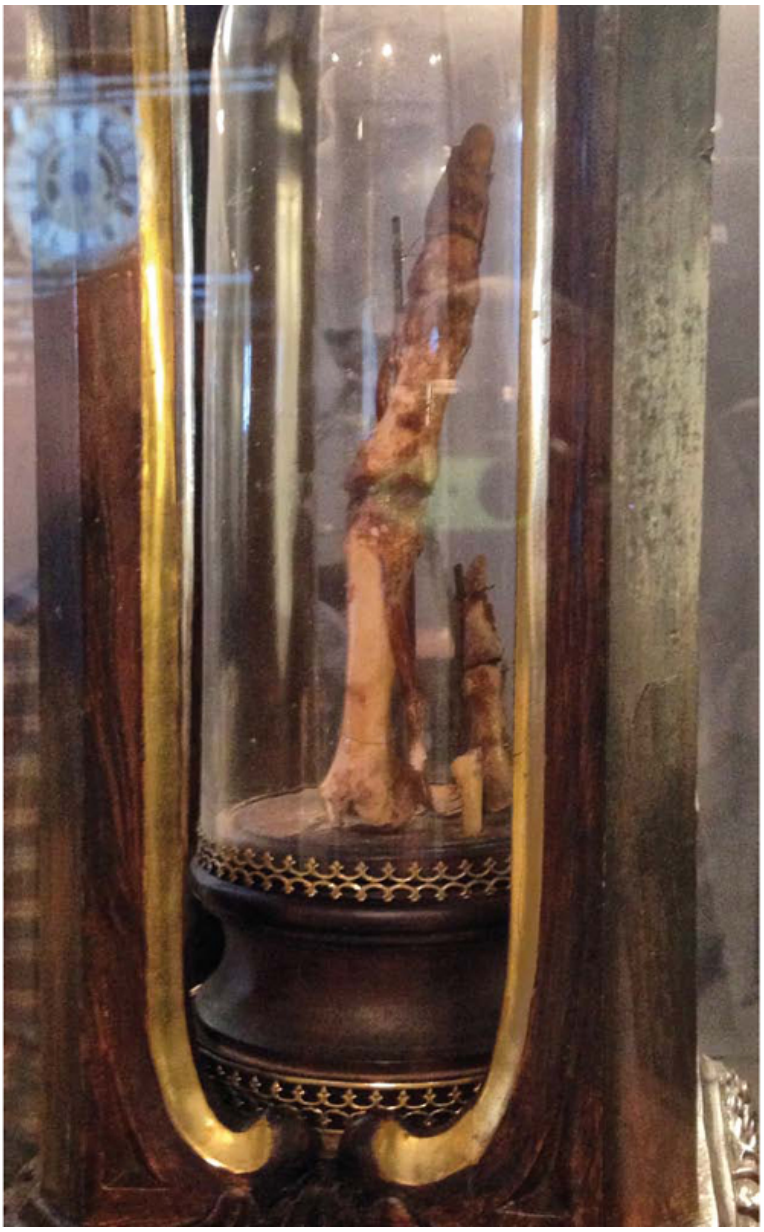


Figura 10. Il dito indice, il pollice della mano destra e un dente di Galileo, prelevati dal suo corpo nel 1737, in occasione della traslazione della salma. Questi resti sono conservati nel Museo Galileo.



Figura 11. L’autore davanti alla tomba di Galileo presso la basilica di Santa Croce, Firenze. Il sepolcro, progettato da Giulio Foggini, si trova di fronte a quello di Michelangelo.

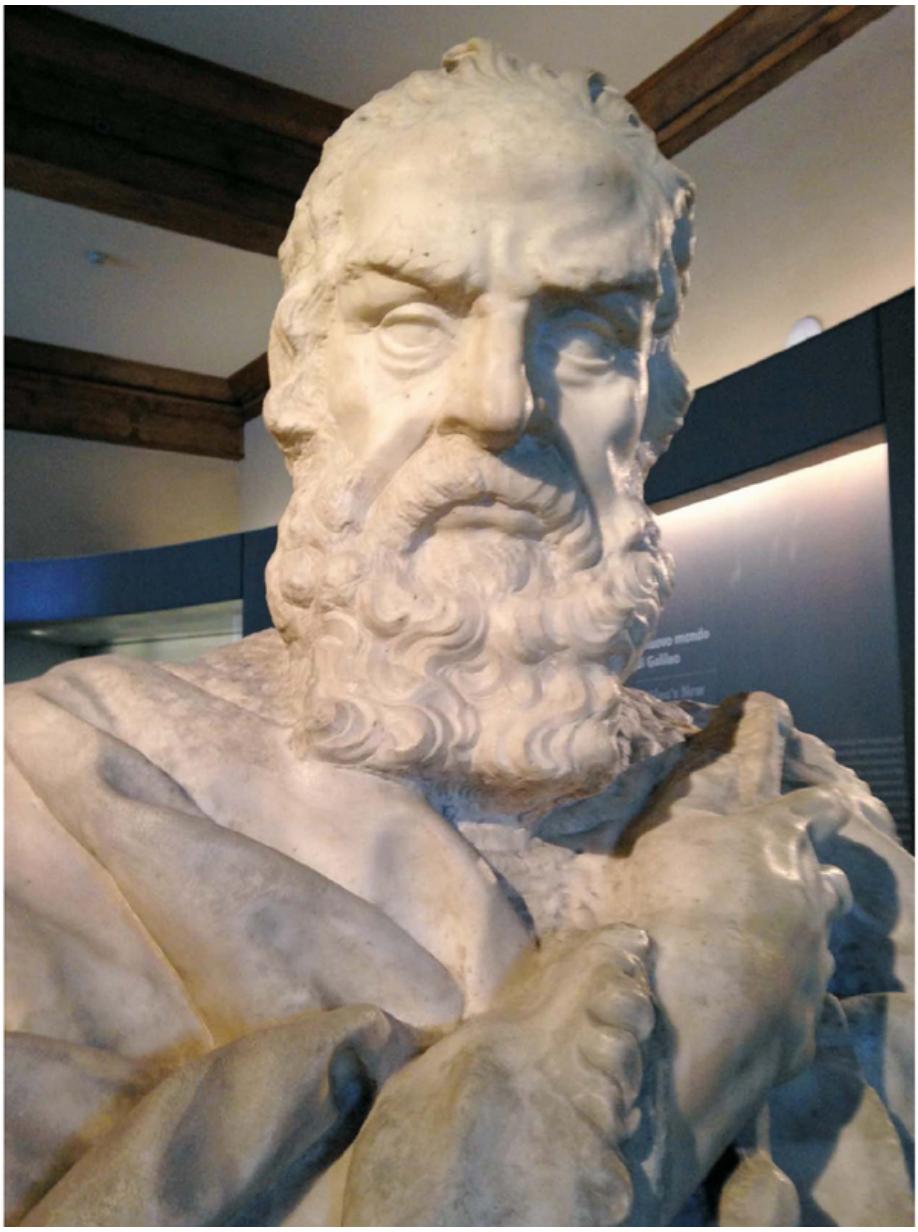


Figura 12. Busto di Galileo realizzato da Carlo Marcellini (1644-1713), Museo Galileo, Firenze.

Questo ebook contiene materiale protetto da copyright e non può essere copiato, riprodotto, trasferito, distribuito, noleggiato, licenziato o trasmesso in pubblico, o utilizzato in alcun altro modo ad eccezione di quanto è stato specificamente autorizzato dall'editore, ai termini e alle condizioni alle quali è stato acquistato o da quanto esplicitamente previsto dalla legge applicabile. Qualsiasi distribuzione o fruizione non autorizzata di questo testo così come l'alterazione delle informazioni elettroniche sul regime dei diritti costituisce una violazione dei diritti dell'editore e dell'autore e sarà sanzionata civilmente e penalmente secondo quanto previsto dalla Legge 633/1941 e successive modifiche.

Questo ebook non potrà in alcun modo essere oggetto di scambio, commercio, prestito, rivendita, acquisto rateale o altrimenti diffuso senza il preventivo consenso scritto dell'editore. In caso di consenso, tale ebook non potrà avere alcuna forma diversa da quella in cui l'opera è stata pubblicata e le condizioni incluse alla presente dovranno essere imposte anche al fruitore successivo.

www.rizzoli.eu

Galileo
di Mario Livio
da Mondadori Libri S.p.A.
Proprietà letteraria riservata
© 2020 by Mario Livio
All rights reserved, including the right to reproduce this book or portions thereof in any form whatsoever. For information, address Simon & Schuster Subsidiary Rights Department, 1230 Avenue of the Americas, New York, NY 10020.
© 2021 Mondadori Libri S.p.A., Milano
Titolo originale dell'opera: *GALILEO AND THE SCIENCE DENIERS*
Realizzazione editoriale: Netphilo Publishing, Milano
Pubblicato per Rizzoli da Mondadori Libri S.p.A.
Ebook ISBN 9788831803151

COPERTINA || ELABORAZIONE GRAFICA SU UN RITRATTO DI GALILEO GALILEI, © SCIENCE PHOTO LIBRARY/AGF | PROGETTO GRAFICO: XXYSTUDIO

Indice

Copertina
- L’immagine
- Il libro
- L’autore

Frontespizio
Galileo
Prefazione
1. Un ribelle con una causa
2. Uno scienziato umanista
3. La Torre pendente e i piani inclinati
4. Un copernicano
5. A ogni azione corrisponde una reazione
6. In un campo minato
7. Tale proposizione è stolta e assurda in filosofia
8. Una battaglia di pseudonimi
9. Il saggiatore
10. Il Dialogo
11. La tempesta si avvicina
12. Il processo
13. Io abiuro, maledico e detesto
14. Un vecchio uomo, due nuove scienze
15. Gli ultimi anni
16. La saga di Pio Paschini
17. I pensieri di Galileo e Einstein su scienza e religione
18. Un’unica cultura
Ringraziamenti
Note
Bibliografia
Crediti delle immagini
Inserto fotografico
Copyright