

# L'avventura astronomica di Galileo

Stefano Gerolimino\*, Caterina Federico\*\*

**Abstract:** In this work, we intend to celebrate 2009, as the year of the astronomy, conscious of the great benefits that the telescope, introduced by Galileo, has produced to the science and the world. We will develop our speech through an historical "excursus", moving from Tolomy, Copernicus, Kepler and Brahe to arrive to the opera "Sidereus Nuncius", which awarded Galileo the renown of great scientist, inaugurating the modern astronomy.

## 1 Premessa

L'anno 2009, è stato battezzato l'anno dell'astronomia: l' " *International Year of Astronomy* ", esattamente 400 anni dopo l'invenzione del cannocchiale, più precisamente dell'uso che ne fece Galileo puntandolo al cielo. Il " *Sidereus Nuncius* ", l'opera che diede fama in tutta l'Europa di inizio XVII secolo a Galileo, rappresenta l'atto ufficiale di nascita dell'astronomia in senso moderno, poiché documenta i risultati ottenuti con il " *perspicillum* " da perspicio, guardare dentro, tradotto impropriamente con cannocchiale. Con tale strumento è stato possibile osservare cose non visibili ad occhio nudo, diversamente dalle osservazioni celesti ottenute dalla trigonometria tolemaica.

Tornare alle origini di questa avventura, attraverso un excursus storico, è certamente entusiasmante, soprattutto perché la cosmologia moderna ci ricorda quello che per Galileo fu un dogma: basarsi sui dati e sulle misure per costruire la scienza.

L'astronomia moderna nasce nel XVI secolo, ma la sua gestazione è lunga e faticosa: Claudio Tolomeo, Niccolò Copernico, Tycho Brahe, e Giovanni Keplero segnano le tappe principali di questo cammino, per la costruzione della teoria planetaria e per il nuovo impulso dato da Galileo Galilei alla osservazione sistematica del cielo.

\* Già Dirigente Scolastico - Presidente della Matheasis di Roma.

\*\* Docente di Scuola Secondaria Superiore - Vicepresidente della Matheasis di Roma.

## 2 Il sistema tolemaico

Secondo la tradizione Pitagora (550 a.C.) fu il primo ad insegnare che la Terra fosse una sfera sospesa nello spazio. Questa affermazione lasciò molto perplessa l'uomo della strada, il quale si chiedeva in primo luogo da che cosa fosse sorretta e in secondo luogo perché le persone o le cose che si trovavano dall'altra parte di essa, pur venendo a trovarsi capovolti non cadessero. Questa fu una delle prime di una serie di scosse inflitte via via dagli scienziati al senso comune.

Dovevano passare molti secoli prima che l'idea della sfericità della Terra venisse accettata universalmente almeno in Grecia. Gli scienziati greci non badarono alle critiche e continuarono a pensarla piana calcolandone la circonferenza e il diametro. Aristotele e poi Eratostene fecero delle misurazioni. Più tardi Claudio Tolomeo (140 d.C.) ne fece altre però meno accurate.

Come Aristotele, Tolomeo credeva che la Terra stesse ferma al centro dell'universo, mentre il Sole e i pianeti venivano considerati rotanti attorno ad essa di moto uniforme descrivendo traiettorie costituite rispettivamente da un cerchio e da epicicli (cerchi rotolanti su cerchi). Questa teoria, detta sistema tolemaico, a cui è legato il suo nome, anche se col passare del tempo fu leggermente modificata per farla concordare meglio con l'osservazione, ha conservato comunque i suoi principi generali senza discutere fino all'epoca di Copernico.

L' *"Almagesto"* di Tolomeo, sua opera principale, porta come data l'anno 150 d.C. ed è il punto di arrivo di un'astronomia antica. In quest'opera Tolomeo raccolse tutte le cognizioni astronomiche del suo tempo e aggiunse i suoi contributi. L' *"Almagesto"*, dall'arabo *"il massimo libro"*, è composto da 13 libri e dominò il pensiero scientifico per i quattordici secoli successivi.

## 3 Il sistema copernicano

Nell'antichità classica si ebbero due soli tentativi di introdurre una concezione dell'universo che non fosse geocentrica: il primo è dovuto a Filolao di Crotona (V sec. a.C.), appartenente alla scuola pitagorica, il quale abbandonò l'idea della Terra immobile al centro dell'universo e pensa invece ad un fuoco centrale, attorno al quale ruotano le sfere dei corpi celesti, compreso il Sole. È possibile in questo caso parlare di una concezione non geocentrica, ma nemmeno eliocentrica.

Il secondo è Aristarco di Samo (IV sec a.C.) che per primo avanzò l'ipotesi eliocentrica e che perciò fu chiamato anche il *"Copernico dell'antichità"*. Nonostante inevitabili errori di misura, Aristarco poté affermare che la Luna è più piccola della Terra, mentre il Sole è enormemente più grande. Forse questa conclusione lo indusse a ritenere impossibile che un corpo di enorme grandezza, il Sole, potesse ruotare attorno ad uno

notevolmente più piccolo, la Terra, e a considerare più verosimile l'ipotesi eliocentrica, cioè che era il Sole al centro dell'universo e che sia i pianeti che la Terra gli giravano intorno muovendosi di moto circolare uniforme. Questa concezione era troppo avanzata non solo per l'uomo comune, ma anche per gli scienziati dell'epoca, essendo la concezione geocentrica molto diffusa e profondamente radicata. Il degradare la Terra da una posizione centrale a una subordinata in natura offendeva la loro dignità e costituiva un oltraggio al senso comune. Per questo suo coraggio Aristarco fu accusato di empietà.

A questi rari ma clamorosi precedenti dovuti a Filolao e ad Aristarco si riallacciò il frate Nicolò Copernico (1473-1543), nato in Polonia, formatosi all'università di Cracovia, ed in seguito studente all'università di Bologna, Padova e Ferrara. Più che astronomo, ricercatore e osservatore, fu un grande teorico. Il sistema copernicano conservò molto della teoria tolemaica. L'universo era considerato finito, sferico, racchiuso dentro la sfera delle stelle fisse e i moti dei corpi celesti erano ancora ritenuti circolari ed uniformi attorno al Sole. L'opera di Copernico non ebbe grande diffusione presso i contemporanei per il contenuto matematico, spiccatamente scientifico o come diremmo oggi specialistico.

Nel 1543, anno della sua morte, venne pubblicato il *"De Revolutionibus orbium coelestium"* in cui Copernico affronta il problema della struttura dell'universo, con estrema lucidità matematica. Nell'introduzione del *"De Revolutionibus"* Copernico dice: "Stimolato da quelle idee [di Filolao e di Aristarco] decisi di provare, se, supponendo un qualche movimento della Terra, si potessero dare delle spiegazioni migliori delle rivoluzioni delle sfere celesti." Nella sua opera il Sole viene considerato in quiete al centro dell'Universo, mentre la Terra e i pianeti gli girano intorno descrivendo orbite circolari. Questa posizione di Copernico, in contrasto con quella aristotelica e tolemaica che, era quella della Chiesa, portò a varie discussioni.

A questo punto si inserisce Tycho Brahe (1546-1601) astronomo danese il quale ebbe un'idea rivoluzionaria per il modo di pensare di allora. La sua idea era che il modo migliore per decidere tra le due teorie, la tolemaica e la copernicana, sarebbe stato quello di misurare con la migliore precisione possibile le reali posizioni dei pianeti nel cielo, come appaiono dalla Terra, e di confrontarle con le previsioni delle due teorie. Egli per oltre 20 anni raccolse in tabelle i dati di osservazione su migliaia di stelle e sul moto dei pianeti e nonostante la mancanza di qualsiasi strumento ottico, le sue osservazioni furono così precise che molte di esse si usano ancora.

## 4 Il sistema kepleriano

Giovanni Keplero (1571-1630), avendo a disposizione i dati di osservazione raccolti dal suo maestro Tycho Brahe, ed essendo un convinto assertore dell'idea

copernicana, al contrario del maestro, ricavò da essi alcune bellissime ma semplici leggi del moto planetario. È un neoplatonico o se vogliamo un pitagorico, che fa parte della Chiesa riformata ed è convinto che in natura tutto sia regolato da semplici leggi matematiche e la natura stessa di Dio sia matematica. Egli è un personaggio emblematico di un'epoca e di una cultura che proprio in lui trovano la realizzazione più alta e compiuta, unendo l'impulso artistico all'estro scientifico, riuscendo nello stesso tempo fantastico e razionale.

Il suo nome è legato alla scoperta delle tre leggi planetarie "*leggi di Keplero*" che costituiscono, come Newton ha mostrato nei "*Principia*", gli ingredienti necessari e sufficienti per la deduzione della legge di gravitazione universale. Per questo Keplero può essere definito il legislatore planetario.

A causa delle sue simpatie copernicane, abbandona precocemente lo studio della teologia per dedicarsi esclusivamente all'astronomia. Nel suo primo libro importante "*Mysterium cosmographicum*", un'opera con una forte impronta pitagorica, pubblicata nel 1596, si pone il problema di trovare una relazione fra il tempo di rivoluzione di un pianeta e il raggio della sua orbita. Il "*Mysterium cosmographicum*" gli permette di ottenere l'approvazione e l'amicizia di Tycho Brahe per cui raggiunge l'astronomo danese a Praga nel 1600, ha accesso alle migliori osservazioni disponibili sul mercato e non tarda ad accorgersi che il suo modello non si adatta alla realtà.

Alla morte di Brahe, avvenuta nel 1601, Keplero gli succede nella carica di matematico imperiale presso il regno di Rodolfo II e nel 1602 cerca di calcolare la velocità della Terra sulla base di dati di alta precisione che ha a disposizione. Nel 1604 studia l'orbita di Marte e dopo circa 70 tentativi trova un'orbita circolare, con centro il Sole in discreto accordo con buona parte delle osservazioni. L'accordo, però, cessa quando l'orbita viene estrapolata oltre i dati di partenza.

Di conseguenza rinuncia all'idea dei moti circolari uniformi e arriva all'enunciazione di quella che adesso è nota come seconda legge di Keplero:

*"le aree descritte dal raggio vettore che va dal Sole al pianeta sono proporzionali ai tempi impiegati a descriverle."*

Essa è frutto della sua "*guerra su Marte*", che rappresenta lo sforzo che aveva intrapreso tra il 1600 e il 1605 per elaborare una descrizione matematica del moto del quarto pianeta del Sole. A questo punto è facile per lui rinunciare all'idea delle orbite circolari, in accordo con i dati sperimentali di Brahe, che gli permettono di escludere che si trattasse di un cerchio. Keplero ottiene una forma ovale che non è certamente un cerchio. La soluzione deve essere dunque fornita da un altro tipo di figura geometrica. Andando contro una tradizione millenaria, Keplero sceglie una curva contenuta tra un cerchio e un ovale che lui chiama ellisse intermedia e trova così la sua prima legge:

*"le orbite planetarie sono ellissi con il Sole in uno dei fuochi"*,

ellissi che Keplero aveva da poco studiate a fondo nella sua "*Optica*", uscita nel 1604. Dieci anni più tardi rispetto alla pubblicazione dell'opera "*Astronomia Nova*" dei

1609, in cui sono state formulate le prime due leggi, precisamente nel 1619, Keplero enuncia nell' "*Harmonices mundi*", la sua terza legge:

*"i quadrati dei periodi di rivoluzione dei pianeti attorno al Sole, sono proporzionali ai cubi delle distanze medie"*.

È una legge alla quale pervenne attraverso il confronto tra i dati relativi a pianeti diversi.

Le tre leggi rappresentano il più grande contributo dato alla scienza da Keplero.

La prima legge è molto importante anche dal punto di vista filosofico perché affermando che le orbite dei pianeti attorno al Sole sono ellittiche e che il Sole occupa uno dei fuochi dell'ellisse, dà un ulteriore contributo alla demolizione della concezione aristotelica, che ai pianeti attribuiva il moto circolare, ritenuto perfetto senza inizio e senza fine, simmetrico, uniforme, come conveniva al mondo perfetto delle sfere celesti.

Anche la seconda legge, d'altra parte, favorisce conclusioni filosofiche dello stesso tenore, soprattutto in riferimento al carattere dei moti celesti: essa afferma che la velocità dei pianeti non è costante, come era ritenuto nella concezione tolemaica, ma è tale da consentire al corpo celeste di percorrere in intervalli di tempo uguali, archi di traiettoria disuguali, in modo però che siano tra loro uguali le aree dei triangoli mistilinei con vertice nel Sole.

La terza legge è ancora oggi di massima importanza, proprio per il legame che instaura tra la dimensione delle diverse orbite dei pianeti e i relativi periodi di rivoluzione (Trebesci, 1975).

## 5 Tolomeo, Copernico, Keplero: tre teorie a confronto

È opinione, abbastanza diffusa tra gli scienziati, valutare una teoria scientifica sia in base a criteri estetici sia in base a criteri empirici. Ricordiamo che per criteri estetici di una teoria scientifica intendiamo in particolare: la simmetria, la semplicità e la forma.

Una teoria scientifica presenta una simmetria quando, sottoponendo le sue componenti concettuali (argomenti, postulati, equazioni ed altri elementi) ad una particolare trasformazione il contenuto e le affermazioni della teoria rimangono inalterate. La nozione di semplicità di una teoria è strettamente collegata a quella di capacità unificatrice nel senso che essa può definirsi semplice nella misura in cui dimostra l'unità di fenomeni precedentemente dichiarati distinti ed è in grado di prevederne altri dello stesso genere.

Per quanto riguarda la forma, all'inizio del XVII secolo, così come ai tempi di Copernico, si attribuiva un notevole valore metafisico ed estetico al cerchio, concepito come l'unica figura geometrica che potesse appropriatamente essere attribuita ai moti dei

3. Il successo empirico accumulato dalla nuova teoria è così solido che buona parte della comunità, inclusi coloro che erano contrari per motivi estetici, è indotta ad accoglierla.

Per stabilire se una data teoria scientifica abbia provocato una rivoluzione nell'ambito della propria disciplina, dobbiamo accertare le ragioni per cui essa ha attirato sostenitori ed avversari.

Una teoria rivoluzionaria ottiene consensi grazie alla sua prestazione empirica, mentre viene respinta a causa delle sue proprietà estetiche: una teoria che non è sufficientemente rivoluzionaria ottiene consensi grazie alle sue proprietà estetiche qualunque sia il riscontro ottenuto dalla sua prestazione empirica.

Alcuni autori ritengono che gli astronomi matematici della metà del XVI secolo furono indotti a trasferire la loro fedeltà dalla teoria tolemaica a quella copernicana per ragioni empiriche come l'esattezza delle sue previsioni e il suo grado di semplicità.

Vi sono due tipi di previsioni in base alle quali si può eseguire un confronto tra la teoria tolemaica e quella copernicana: le previsioni quantitative sulla posizione dei corpi celesti e le previsioni qualitative sull'aspetto della volta celeste.

Scarse indicazioni esistono che gli astronomi matematici del tempo di Copernico fossero insoddisfatti dell'esattezza delle previsioni quantitative della teoria tolemaica, o che essi considerassero più esatta la teoria di Copernico, il quale si dichiara soddisfatto del grado di esattezza della teoria tolemaica all'inizio sia del "*Commentariolus*", sia del "*De Revolutionibus orbium coelestium*".

Le previsioni delle teorie di Tolomeo e Copernico sono state messe a confronto da diversi studiosi dei nostri tempi, i quali giungono alla conclusione che la seconda non è più esatta della prima.

Inoltre per operare una scelta tra la teoria tolemaica e quella copernicana sul grado di esattezza delle loro previsioni sarebbero stati necessari dati astronomici più precisi di quelli che furono disponibili per decenni dopo la pubblicazione del "*De Revolutionibus*".

Perciò, anche se la teoria copernicana fosse stata più esatta di quella tolemaica, ciò non sarebbe stato evidente agli astronomi del tempo.

La teoria di Copernico non riuscì a dimostrare una superiorità su quella tolemaica nemmeno riguardo alle previsioni qualitative sull'aspetto della volta celeste.

Per esempio, molti dei suoi contemporanei argomentavano che, se la Terra fosse in moto, le osservazioni rivelerebbero che alcune stelle sono in apparente oscillazione rispetto ad altre per effetto della parallasse annua. Poiché tali oscillazioni non si verificavano sempre, questo deprimeva contro la teoria copernicana. Inoltre si verificava che la luminosità di Venere era quasi costante. Questo fatto è in contrasto con la teoria tolemaica, la quale asserisce che la distanza di Venere dalla Terra è soggetta a fluttuazioni notevoli e di conseguenza dovremmo osservare corrispondenti fluttuazioni della sua luminosità. Tuttavia la teoria copernicana non poté trarre vantaggio da questo

corpi celesti. Per valutare il grado di adeguatezza empirica di una teoria la maggior parte degli scienziati riteneva sufficiente l'impiego di criteri empirici, quali la coerenza interna e la concordanza con i dati empirici già disponibili.

Circa la correlazione tra criteri estetici e criteri empirici esistono due concezioni: l'autonomismo e il riduzionismo.

L'autonomismo considera le valutazioni estetiche e quelle empiriche totalmente distinte e irriducibili fra loro, mentre il riduzionismo sostiene che le une sono nient'altro che un aspetto delle altre o meglio una teoria che sia stata ritenuta valida in base a criteri estetici può, in seguito, dopo alcuni anni acquistare validità in base a criteri empirici e viceversa.

Prima di mettere a confronto la teoria tolemaica, la copernicana e la kepleriana sarà opportuno riassumere in breve ciò che esse affermano.

Nel sistema tolemaico, detto anche sistema geocentrico, la Terra viene posta al centro dell'universo, mentre il Sole e gli altri pianeti le ruotano attorno con moto circolare uniforme descrivendo traiettorie costituite da un cerchio o da epicycli.

Nel sistema copernicano, detto anche eliocentrico, il Sole è fermo e la Terra e gli altri pianeti gli ruotano attorno con moti ancora circolari ed uniformi. Nell'opera "*Astronomia nova*" del 1609 e nell' "*Harmonices mundi*" del 1619 Keplero enuncia tre leggi che governano l'universo e dimostra che le orbite non sono circolari ma sono ellissi di cui il Sole occupa uno dei fuochi e la velocità con cui ciascuna ellisse viene descritta è variabile.

La maggior parte degli storici della scienza è convinta che l'astronomia matematica abbia subito una rivoluzione ad un certo punto tra il 1500, quando l'astronomia occidentale era ancora dominata dalla teoria delle sfere celesti di Tolomeo e il 1650.

A noi interessa valutare quali delle tre teorie tolemaica, copernicana e kepleriana abbia determinato nell'ambito dell'astronomia matematica, durante questo intervallo di tempo, una rivoluzione scientifica.

A partire dalla metà del XVIII secolo la risposta che gli storici hanno abitualmente fornito è che l'astronomia matematica abbia subito una rivoluzione scientifica ad opera di Copernico, dovuto principalmente al passaggio dal sistema geocentrico a quello eliocentrico.

James W. McAllister (McAllister, 1998) non ritiene che la teoria copernicana abbia provocato una rivoluzione nell'ambito dell'astronomia matematica. In alternativa presenta un modello di rivoluzione scientifica fondato su questi tre momenti:

1. La teoria incontra resistenza perché le nuove proprietà estetiche che presenta contrastano con il canone della comunità
2. Nonostante tale resistenza la teoria dimostra un successo empirico maggiore di quello delle sue rivali

lezioni furono fra l'altro l' "Almagesto" di Tolomeo e il "Trattato della sfera" di Sacrobosco che, comprendeva una esposizione sistematica dell'ipotesi tolemaica, dove la meccanica celeste era ricondotta alle tradizionali sfere solide e al geocentrismo. Nel frattempo Galileo si era distaccato, in privato, dall'aristotelismo. La prima testimonianza dell'avvenuta adesione all'ipotesi eliocentrica di Copernico si trova in una lettera a Jacopo Mazzoni del 1597.

Poco dopo a Keplero, che gli aveva inviato la sua prima opera, Galileo affermava di essere convinto, già da molti anni, della verità delle tesi copernicane, ma di non aver osato pubblicare i propri argomenti intimorito dalla sorte dello stesso Copernico.

Le grandi scoperte astronomiche verranno a confermare tesi teoriche già acquisite. Il 9 ottobre 1604 un primo indizio fu l'osservazione di una stella nuova, visibile per diciotto mesi nella costellazione del Serpentario. Sappiamo oggi che le "novae" e "supernovae" sono stelle di debole luminosità che diventano improvvisamente brillanti perché esplodono, emettendo i gas di cui sono costituite, per poi ritornare lentamente alla loro luminosità iniziale.

Per la rarità del fenomeno e perché allora tutti collegavano gli avvenimenti umani a fenomeni celesti, la nuova stella del 1604 creò grande scalpore. Suscitò in particolar modo la curiosità scientifica di Galileo che si mise immediatamente ad osservarla. Questa fu la sua prima osservazione astronomica e diede inizio alla sua lunga carriera di astronomo. Sul fenomeno Galileo, tenne tre lezioni, ma, vedendo che poneva problemi densi di grandissime conseguenze e conclusioni, si astenne dal rendere pubblico tutto il suo pensiero anche perché la condanna di Giordano Bruno era recente. All'inizio dell'estate del 1609 si trovava a Venezia quando seppe che un fiammingo, un certo Hans Lippershey, aveva costruito un oculare per mezzo del quale gli oggetti visibili, anche se molto distanti dall'occhio, erano visti distintamente come da vicino. Galileo tornò immediatamente a Padova e si mise a pensare come avrebbe potuto costruire uno strumento simile.

La prima notte, dopo il suo ritorno a Padova, basandosi sulla rifrazione, preparò dapprima un tubo di piombo alle cui estremità applicò due lenti, ambedue piane da una parte, dall'altra invece una convessa ed una concava. Accostando poi l'occhio alla parte concava vide gli oggetti abbastanza grandi e vicini. Apparivano infatti tre volte più vicini e nove volte più grandi di quando si guardavano ad occhio nudo. In seguito preparò un altro più esatto, che rappresentava gli oggetti più di sessanta volte maggiori. Finalmente, non risparmiando alcuna fatica né spese, giunse a tal punto da costruirsi uno strumento così eccellente, che le cose viste per mezzo di esso, apparivano quasi mille volte più grandi e più di trenta volte più vicine. Solo più tardi chiamò questo strumento telescopio, che Galileo credeva di poter utilizzare per grazia divina. Andò aumentando le dimensioni delle lenti, ma si fermò al punto in cui un ulteriore aumento avrebbe prodotto una distorsione delle immagini. Dopo aver dato pubblici saggi della potenza del cannocchiale dal campanile di San

contrasto in quanto anch'essa prevedeva sensibili fluttuazioni nella distanza di Venere dalla Terra.

Riguardo il grado di semplicità, al tempo della sua formulazione, la teoria copernicana non venne generalmente considerata più semplice di quella tolemaica.

Ci sono indicazioni che Copernico stesso alla fine si rese conto di non poter rivendicare a favore della sua teoria una semplicità maggiore di quella tolemaica, anche se nel "Commentariolus" Copernico avesse suggerito che la sua teoria fosse più semplice e nel "de Revolutionibus" afferma invece che essa possiede un'armonia interna superiore di quella della teoria tolemaica.

Pertanto le ragioni per cui la teoria di Copernico sottrasse sostenitori alla teoria tolemaica non vanno ricercate nel grado di esattezza delle sue previsioni o nel suo grado di semplicità, bensì nel ritorno di Copernico ai principi aristotelici.

All'inizio del XVII secolo, così come ai tempi di Copernico, si attribuiva un notevole valore metafisico ed estetico al cerchio, mentre l'ellisse veniva ora percepita come una figura sgradevole cioè come un cerchio distorto ed imperfetto. Keplero fu il primo che sostituì il cerchio con l'ellisse. Ci furono molte critiche a questa presa di posizione di Keplero e la disapprovazione della sua teoria continuò negli anni successivi alla pubblicazione dell'"Astronomia nova". Il valore empirico della sua teoria divenne più evidente dopo il 1627 quando Keplero pubblicò le "Tabulae Rudolphinae", le quali indussero molti astronomi a riconoscere che la sua teoria fosse dotata di un grande valore empirico e che per questo, a differenza di quella di Copernico e di Tolomeo, costituiva effettivamente una rivoluzione nella sua disciplina così come noi riteniamo. A riprova di ciò, un gran numero di dati storici, indipendenti da qualsivoglia modello filosofico della pratica scientifica, attestano che nell'astronomia matematica la teoria di Keplero rappresenta un'innovazione molto più profonda di quella copernicana.

## 6 Sidereus Nuncius: le scoperte astronomiche di Galileo Galilei

Galileo Galilei (Pisa 1564 - Arcetri 1642) trascorse la sua giovinezza tra Pisa e Firenze. Il 5 novembre 1581 fu immatricolato all'ateneo pisano ove studiò medicina per quattro anni senza conseguire il titolo. Risalgono a quel periodo i suoi studi di matematica guidati da Ostilio Ricci di Fermo, scolaro di Tartaglia.

Dopo vari tentativi infruttuosi Galileo, grazie all'appoggio di Guidobaldo del Monte, ottenne nel 1589 la cattedra di matematiche nell'università di Pisa. Più che l'ostilità dei colleghi, motivi economici indussero Galileo a lasciare Pisa per la cattedra padovana di matematiche. A Padova Galileo trascorse 18 anni, pieni di fervido vigore inventivo e da lui stesso considerati i migliori anni della sua vita.

All'università di Padova, dominata dall'aristotelico Cremonini, argomento delle sue

Marco Galileo lo presentò al Doge e il 25 agosto 1609, all'atto della solenne consegna, fu nominato lettore a vita in Padova con uno stipendio annuo di mille fiorini. Ma Galileo fece una cosa che nessun altro aveva fatto prima: puntò il cannocchiale verso il cielo e primo fra tutti gli uomini poté percepire quanto fosse più grande il creato di Dio e per questo privilegio offrì devotamente frequenti ringraziamenti a Dio nei suoi scritti.

Così operando la Luna gli apparve non "di superficie eguale, liscia e tersa", bensì "aspra ed ineguale... ripiena di eminenze e di cavità simili, ma assai maggiori ai monti e alle valli" della Terra.

L'osservazione del satellite nelle sue fasi e l'esposizione alla luce solare ne rendevano evidente i crateri, le costellazioni, già note, risultavano più complesse, la Via Lattea si presentava come un ammasso di stelle, le stelle fisse si distinguevano nettamente dai pianeti per i contorni e la luminosità.

Così il cannocchiale vanificava la tesi aristotelica della perfezione assoluta dei cieli e suggeriva in concreto l'unità della fisica terrestre e di quella celeste. Nelle notti tra il 7 e il 12 gennaio 1610 Galileo puntando il cannocchiale su Giove, scoprì quattro dei suoi satelliti, ne seguì le traiettorie e si soffermò sul significato dinamico che è una conferma dell'ipotesi copernicana. La stessa poteva essere estesa all'intera struttura del sistema solare (Fermi, Bernardini, 1969).

Confermando il suo "infinito stupore" di "primo osservatore di cosa ammiranda e tenuta a tutti i secoli occulta", Galileo scrisse rapidamente il "*Sidereus Nuncius*". Quest'opera è dedicata a Cosimo II de' Medici, granduca di Toscana, che gli era stato discepolo. I satelliti di Giove furono chiamati in onore del granduca "medicei". Vogliamo precisare che il titolo *Nuncius* vuol dire duplicemente "annuncio" e "annunciatore", "messaggio" e "messaggero", invece sidereo ovvero "inviato dalle stelle".

"*Magna equidem in hac esigua tractatione singulis de natura speculantibus insipientia contemplandaque propono*"

Così Galileo Galilei aprì il suo "*Sidereus Nuncius*" carico ancora dello stupore che sul finire del 1609, lo aveva colto osservando un cielo ben più profondo, ben più divino di quanto si fosse pensato fino ad allora.

Sapeva che quello stupore non sarebbe stato solo il suo, ma sarebbe stato condiviso da tutti coloro che avrebbero letto le sue pagine e, magari, osservato il cielo per tramite del suo cannocchiale. È così che è iniziata la grande avventura dell'astronomia moderna.

Quel telescopio che Galileo credeva di aver potuto utilizzare per grazia divina, è diventato un compagno di viaggio insostituibile ormai per l'astronomo moderno (Galilei, 2009). Mentre si diffondeva in Europa l'eco delle sue scoperte, suscitando resistenza e adesioni, tra cui quella di Keplero, in Italia gli ambienti aristotelici e gli astronomi reagivano variamente.

Keplero rispose all'annuncio di Galileo con la "*Dissertatio cum Nuncio Sidereo*" dichiarando le scoperte galileiane coerenti con la nuova astronomia, lodando il contributo recato da Galileo e mostrandosi incline a prestar fede all'autenticità delle nuove osservazioni. Nel settembre del 1610, venuto in possesso del cannocchiale che Galileo aveva inviato all'Elettore di Colonia, osservò i fenomeni di cui tanto si discuteva e rese pubblicamente note le sue osservazioni con la "*Narratio de observatis a se quattuor Iovis satellibus*" (Giustini, 1984). Galileo rinunciò alla cattedra di Padova e il primo luglio 1610 ottenne la nomina di "primario matematico e filosofo" del granduca di Toscana e la cattedra primaria di matematica a Pisa ma "senza l'obbligo d'abitare a Pisa, né di leggersi, se non onorariamente", con lo stipendio annuo di mille scudi. Proseguì in questi mesi le osservazioni con tre notevoli risultati: l'anello di Saturno, intravisto, però erroneamente, come composto di due corpi collaterali al pianeta; la constatazione che Venere ha fasi analoghe a quelle lunari, che "necessariamente si volge intorno al Sole, come anco Mercurio e tutti gli altri pianeti"; il chiarimento del fenomeno delle macchie solari, "contigue alla superficie del corpo solare, dove esse si generano e si dissolvono continuamente, nella guisa delle nugole intorno alla Terra". Mentre la fama di Galileo si diffonde enormemente, nell'aprile del 1611 è a Roma, accolto benevolmente dagli astronomi gesuiti del Collegio Romano, che verificano le sue scoperte astronomiche, le accettano e dal papa Paolo V. È festeggiato da F.Cesi ed eletto accademico dei Lincei.

Di lì a poco, mentre in conversazioni e lettere svolgeva un'attiva propaganda copernicana e ironizzava vigorosamente contro gli avversari, cominciò a delinearvi una violenta reazione.

Dopo molte esitazioni e con grande trepidazione, pienamente giustificate dagli eventi successivi, Galileo pubblicò nel 1630 un resoconto delle sue scoperte e delle sue opinioni.

La sua tesi fu un colpo non soltanto per l'uomo della strada, ma, sfortunatamente per lui, anche per la Chiesa. Nel difendersi, egli, chiese ai suoi avversari di guardare nel suo telescopio, ma né professori, né ecclesiastici lo fecero.

Galileo fu chiamato a Roma ormai avanti negli anni e malato, interrogato dal tribunale dell'Inquisizione e costretto ad "abjurare, maledire e detestare i suoi errori e le sue eresie". Fin troppo spesso il nome di Galileo è stato associato al disagio suscitato dalla celebre condanna, disagio peraltro superato nei riconoscimenti della Chiesa nei confronti della questione galileiana, anzi come ricordava Giovanni Paolo II nel "Discorso ad un gruppo di scienziati e di ricercatori, 9 maggio 1983", sono forse più i benefici che sono stati tratti da questa dolorosa esperienza, piuttosto che i danni.