

A portrait of Galileo Galilei, an elderly man with a long grey beard and hair, wearing a dark robe with a white collar. He is seated in a wooden chair, holding a pair of compasses in his right hand. To his left is a celestial globe on a stand. The background is dark and indistinct.

Galileo Galilei

Una vita consacrata alla scienza

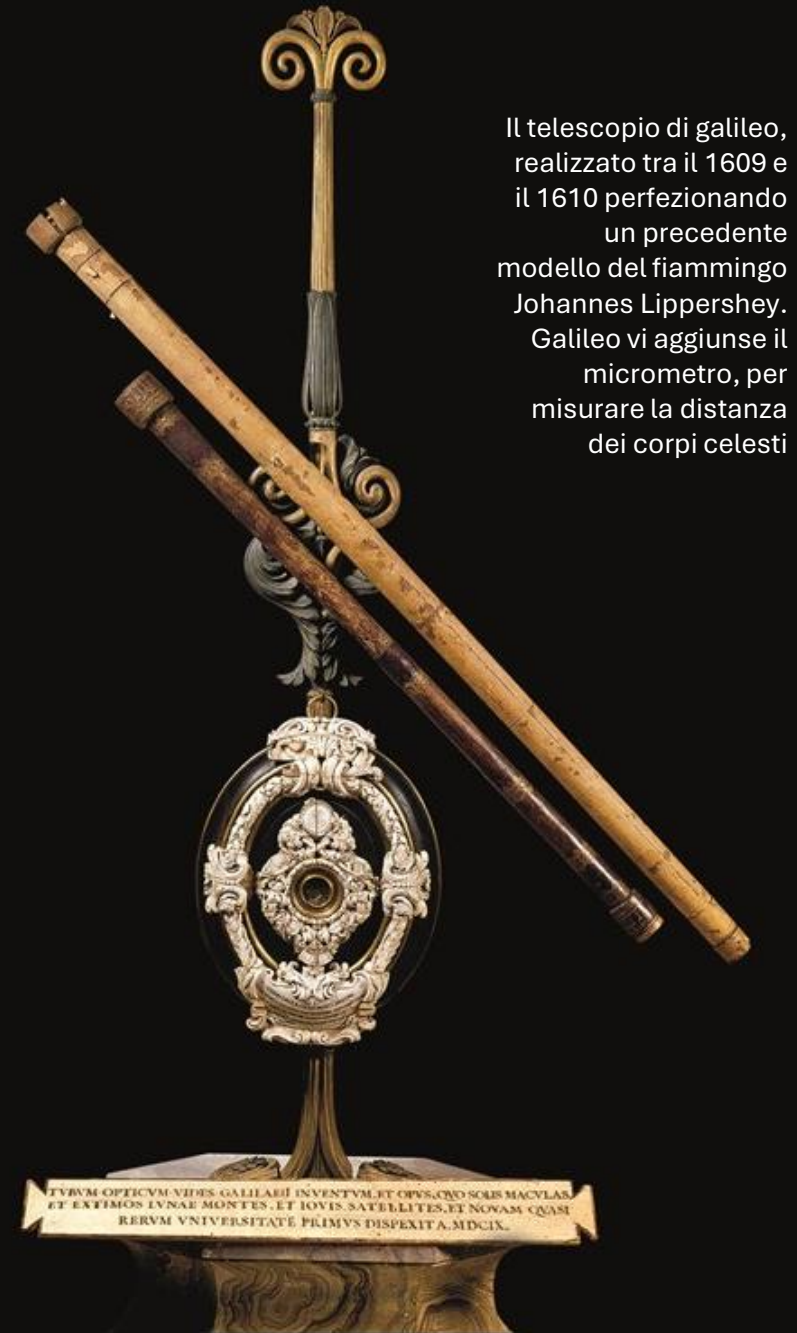
Un nuovo sguardo sul mondo

- Nasce a **Pisa** il 15 febbraio **1564**.
- Il padre lo vuole **medico** ma egli seguirà le lezioni di **matematica** di Ostilio Ricci (seguace di Niccolò Tartaglia).
- 1583 scopre l'**isocronismo delle oscillazioni pendolari**.
- Nel 1588 tiene all'Accademia fiorentina alcune lezioni tra cui: *Circa la figura, sito e grandezza dell'Inferno in Dante*.
- Nel **1589** ottiene la **cattedra di matematica all'università di Pisa**. Scopre la **legge della caduta dei gravi**.
- Nel **1592** si trasferisce a **Padova** dove insegnerà sempre matematica per 18 anni.
- Intorno al 1600 incontra **Marina Gamba** dalla quale avrà **tre figli: Virginia e Livia** (entrambe suore) e **Vincenzo**.



Sidereus Nuncius

- Nel **1609** ricostruisce autonomamente un **cannocchiale** e lo presenta al Consiglio dei Dieci della Serenissima (dalla quale dipendeva anche Padova). Con esso osserva il cielo per studiarlo e di questi studi pubblicherà il *Ragguaglio astronomico* (***Sidereus Nuncius***) nel **1610**.
- Keplero riconosce subito l'esattezza di queste scoperte.
- Cosimo II, Granduca di Toscana lo assume come matematico primario dell'Università di Pisa.



Il telescopio di galileo, realizzato tra il 1609 e il 1610 perfezionando un precedente modello del fiammingo Johannes Lippershey. Galileo vi aggiunse il micrometro, per misurare la distanza dei corpi celesti

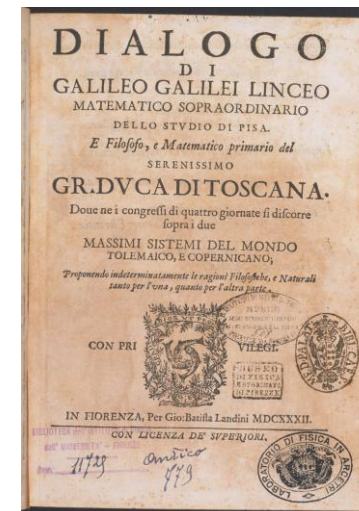
- Nel 1612 **iniziano le polemiche** da parte dei suoi colleghi padovani, attaccato dai domenicani fiorentini nel 1613 circa la relazione tra sacre scritture e moto della terra. Nel 1615 il Sant'Uffizio, dopo le denunce di Caccini e Attavanti, attiva procedimento giudiziario.
- Il 24 febbraio **1616** il **Sant'Uffizio condanna “assurda”** la proposizione che il **Sole** sia **al centro del mondo**, immobile, e la terra gli giri attorno. Papa Paolo V blocca però ogni provvedimento e rimanda il caso alla Congregazione dell'Indice.
- 3 marzo 1616 l'opera di Copernico viene messa all'*Indice*.
- L'unica conseguenza fu un **ammonimento privato** da parte del **cardinal Roberto Bellarmino** di non insegnare e difendere le teorie copernicane.



- Nel **1623** pubblica ***Il Saggiatore*** che dedica al nuovo papa **Urbano VIII** (Maffeo Barberini, estimatore e **amico di Galileo**), che lo incoraggia nel proseguire le sue ricerche sul sistema copernicano, a patto di trattare quest'ultimo come mera ipotesi e non come dottrina definitiva.
- Galileo scrive il ***Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano*** e dapprima ottiene l'*imprimatur*, ma ottenuto il consenso anche dall'Inquisizione fiorentina e no pubblicando più a Roma bensì a Firenze il Papa revoca tutte le copie e intima a Galileo di comparire davanti al Tribunale dell'Inquisizione nel 1632.



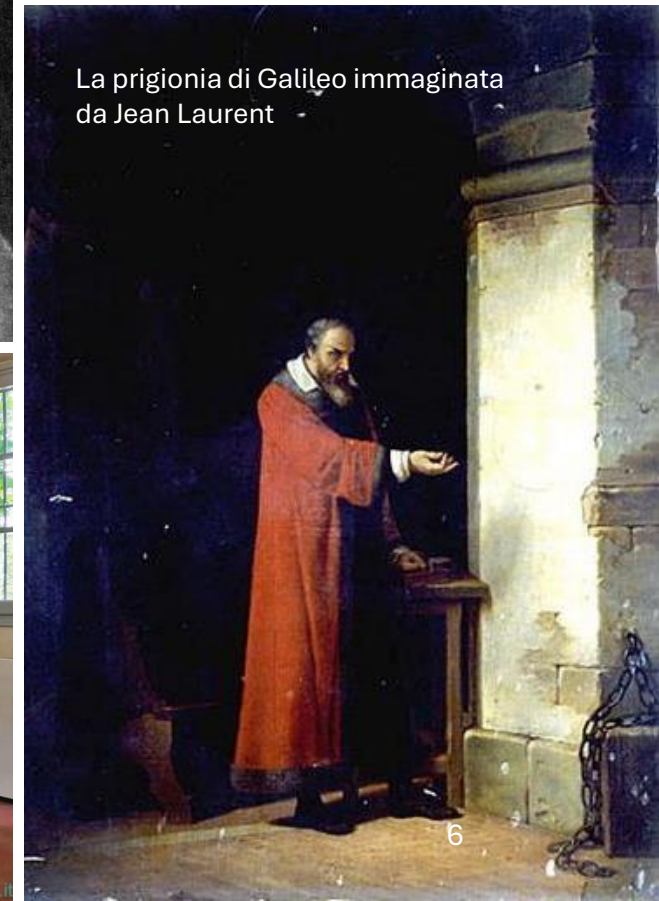
Pietro da Cortona - Portrait of Urban VIII
(ca. 1624-1627)



Virginia Galilei, "suor Maria Celeste", in abiti religiosi

Gli ultimi anni

- Il **22 giugno 1633** Galileo viene ritenuto colpevole di aver “tenuto e creduto falsa dottrina contraria alle Sacre scritture” e **abiura** davanti ai cardinali del Sant’Uffizio. La pena del carcere viene tramutata in **pena di detenzione “domiciliare”** fino a tornare nella sua **villa ad Arcetri** dove lo assiste sua figlia Virginia.
- Nel **1638** pubblicherà ***Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*** (resistenza dei materiali e dinamica).
- **Muore** l’8 gennaio **1642** e sarà sepolto nella Basilica di Santa Croce a Firenze.



Libertà della scienza

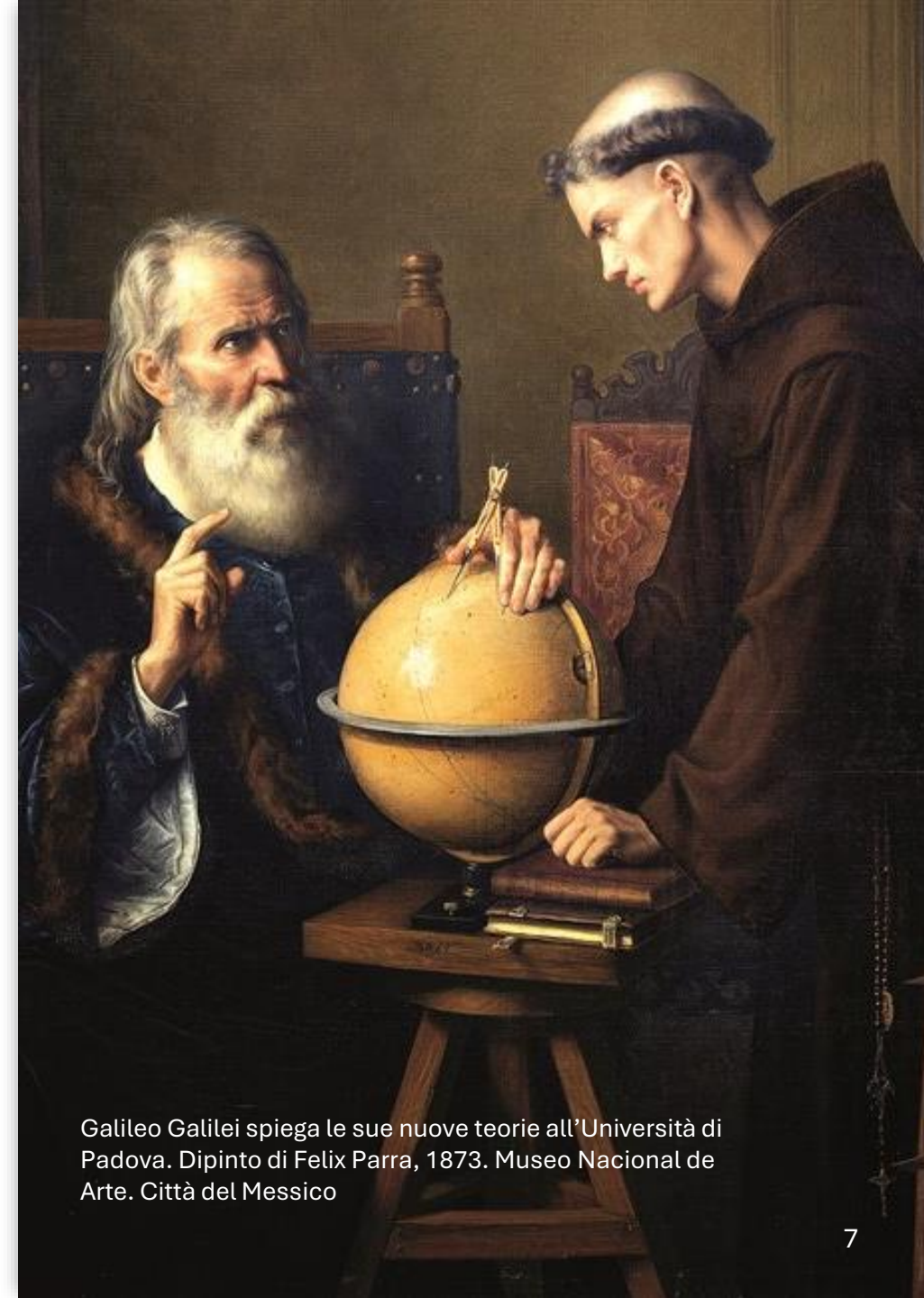
La pubblicazione delle scoperte galileiane suscita polemiche riguardanti le conseguenze teologiche di un'osservazione scientifica del mondo.

Questione galileiana, termine usato anche in seguito per indicare la problematicità del **rapporto tra scienza e fede**.

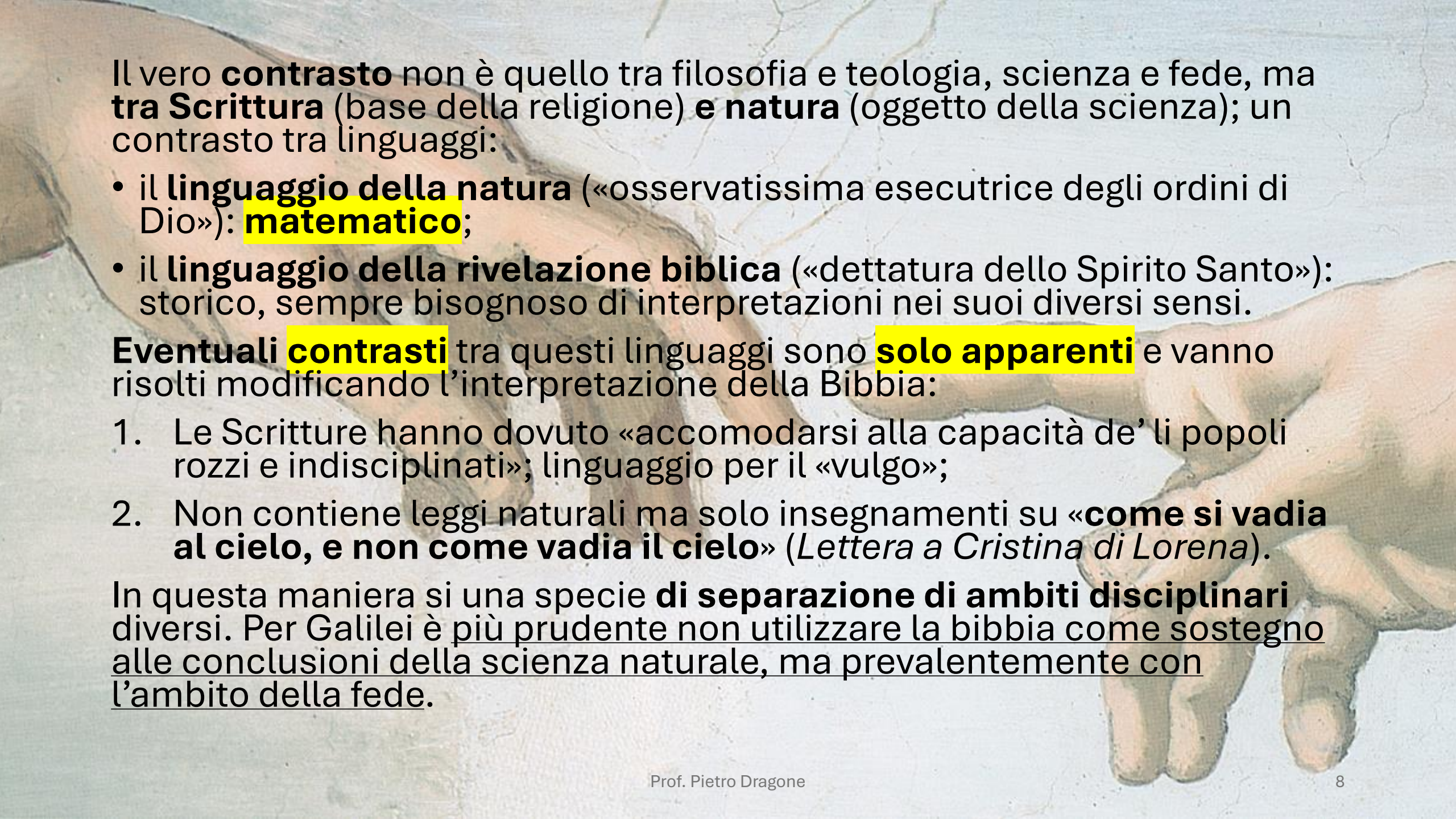
I primi attacchi vengono però da **ambienti accademico-aristotelici** che muovono obiezioni di carattere teologico: **non è possibile interpretare le Sacre scritture al di fuori del sistema cosmologico aristotelico**.

Roberto **Bellarmino**, teologo, sostiene **che non è possibile inficiare una parte delle scritture senza inficiarle tutte** perché i testi sacri sono stati ispirati direttamente da Dio.

Nelle **Lettere copernicane** **Galileo, scienziato e uomo di fede**, arriva alla conclusione che, **premesso che le Sacre scritture non possono contenere menzogne, la veridicità delle stesse non implica sempre un'analogia veridicità dell'interpretazione**, che può cadere in **errore** soprattutto se si resta attaccati ad un **significato puramente letterale**. Il problema è quindi di **interpretazione corretta delle scritture**.



Galileo Galilei spiega le sue nuove teorie all'Università di Padova. Dipinto di Felix Parra, 1873. Museo Nacional de Arte. Città del Messico



Il vero **contrasto** non è quello tra filosofia e teologia, scienza e fede, ma **tra Scrittura** (base della religione) **e natura** (oggetto della scienza); un contrasto tra linguaggi:

- il **linguaggio della natura** («osservatissima esecutrice degli ordini di Dio»): **matematico**;
- il **linguaggio della rivelazione biblica** («dettatura dello Spirito Santo»): storico, sempre bisognoso di interpretazioni nei suoi diversi sensi.

Eventuali contrasti tra questi linguaggi sono **solo apparenti** e vanno risolti modificando l'interpretazione della Bibbia:

1. Le Scritture hanno dovuto «accomodarsi alla capacità de' li popoli rozzi e indisciplinati»; linguaggio per il «vulgo»;
2. Non contiene leggi naturali ma solo insegnamenti su «**come si vadia al cielo, e non come vadia il cielo**» (*Lettera a Cristina di Lorena*).

In questa maniera si ha una specie **di separazione di ambiti disciplinari** diversi. Per Galilei è più prudente non utilizzare la bibbia come sostegno alle conclusioni della scienza naturale, ma prevalentemente con l'ambito della fede.

Contro gli Aristotelici

Sebbene nel *Dialogo* scriva di non volersi «**lasciar infinocchiare da Aristotile**», il disprezzo di Galilei è per i suoi fedeli discepoli che si limitano a consultare i testi nelle biblioteche, un «mondo di carta» e che si lasciano convincere che «il mondo sta come scrisse Aristotile e non come vuole la natura» (*Dialogo*).

Gli aristotelici offrono solo il triste spettacolo di un **dogmatismo anti-scientifico che ostacola l'avanzamento del sapere**.

Se Aristotele tornasse darebbe ragione a Galilei e cambierebbe le sue posizioni.

La dottrina copernicana professata da Galileo è:

- il Sole, immobile, è il centro dell'universo;
- la Terra ruota intorno al Sole e intorno al proprio asse.

L'Osservatorio Astronomico di Padova, XVIII sec. Nel 1592 il Senato di Venezia approvò la nomina di Galileo all'Università di Padova con 149 voti favorevoli e 8 contrari

Scienza e Fede

*Lettera a
Cristina di
Lorena*

Il motivo, dunque, che loro [gli avversari della tesi copernicana] producono per condannar l'opinione della mobilità della Terra e stabilità del Sole, è, che leggendosi nelle Sacre Lettere, in molti luoghi, che il Sole si muove e che la Terra sta ferma, né potendo la Scrittura mai mentire o errare, ne séguita per necessaria conseguenza che erronea e dannanda [da condannare] sia la sentenza di chi volesse asserire, il Sole esser per se stesso immobile, e mobile la Terra.

Sopra questa ragione parmi primieramente da considerare, essere e santissimamente detto e prudentissimamente stabilito, non poter mai la Sacra Scrittura mentire, tutta volta che si sia penetrato il suo vero sentimento [il suo vero significato], il qual non credo che si possa negare esser molte volte recondito e molto diverso da quello che suona il puro significato delle parole. Dal che ne séguita, che qualunque volta alcuno, nell'esporgla, volesse fermarsi sempre nel nudo suono letterale, potrebbe, errando esso, far apparire nelle Scritture non solo contradizioni e proposizioni remote dal vero, ma gravi eresie e bestemmie ancora: poi che sarebbe necessario dare a Iddio e piedi e mani ed occhi, e non meno affetti corporali ed umani, come d'ira, di pentimento, d'odio, ed anco tal volta la dimenticanza delle cose passate e l'ignoranza delle future, le quali proposizioni, sì come, dettante lo Spirito Santo, furono in tal guisa profferite da gli scrittori sacri per accomodarsi alla capacità del vulgo assai rozo e indisciplinato, così per quelli che meritano d'esser separati dalla plebe è necessario che i saggi espositori ne produchino i veri sensi, e n'additino le ragioni particolari per che e' siano sotto cotali parole profferiti: ed è questa dottrina così trita e specificata appresso tutti i teologi, che superfluo sarebbe il produrne attestazione alcuna.

Di qui mi par di poter assai ragionevolmente dedurre, che la medesima Sacra Scrittura, qualunque volta gli è occorso di pronunziare alcuna conclusione naturale, e massime delle più recondite e difficili ad essere capite, ella non abbia pretermesso [omesso, tralasciato] questo medesimo avviso, per non aggiugnere confusione nelle menti di quel medesimo popolo e renderlo più contumace [ostinato] contro a i dogmi di più alto misterio. Perché se, come si è detto e chiaramente si scorge, per il solo rispetto d'accomodarsi alla capacità popolare non si è la Scrittura astenuta di adombrare principalissimi pronunziati [enunciati fondamentali], attribuendo sino all'istesso Iddio condizioni lontanissime e contrarie alla sua essenza, chi vorrà asseverantemente sostenere che l'istessa Scrittura, posto da banda cotal rispetto, nel parlare anco incidentalmente di Terra, d'acqua, di Sole o d'altra creatura, abbia eletto di contenersi con tutto rigore dentro a i puri e ristretti significati delle parole? e massime nel pronunziar di esse creature cose non punto concernenti al primario istituto delle medesime Sacre Lettere, ciò è al culto divino ed alla salute dell'anime, e cose grandemente remote dalla apprensione del vulgo.

Stante, dunque, ciò, mi par che nelle dispute di problemi naturali non si dovrebbe cominciare dalle autorità di luoghi delle Scritture, ma dalle sensate esperienze e dalle dimostrazioni necessarie: perché, procedendo di pari dal Verbo divino la Scrittura Sacra e la natura, quella come dettatura dello Spirito Santo, e questa come osservantissima essecutrice de gli ordini di Dio; ed essendo, di più, convenuto nelle Scritture, per accomodarsi all'intendimento dell'universale, dir molte cose diverse, in aspetto e quanto al nudo significato delle parole, dal vero assoluto; ma, all'incontro [per contro], essendo la natura inesorabile ed immutabile, e mai non trascendente i termini delle leggi impostegli [...]; pare 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 condannato, per luoghi della Scrittura che avessero nelle parole diverso sembiante [...].

(Lettera a Cristina di Lorena, ne Le opere, a cura di A. Savaro, Barbera, Firenze 1968, vol. 5, pp. 315-317)

Il processo contro Galilei

Il processo romano del 1633 viene istruito con l'accusa di **aver estorto in maniere fraudolenta l'imprimatur** senza far presente il **precedente divieto** per Galileo di insegnar o difendere le teorie copernicane.

Questo lo porterà ad essere **condannato** e ad **abiurare**.

Il contributo di Galileo ha avuto influenza più a livello metodologico che dottrinale. Basti pensare al fatto che Galileo non è mai arrivato a formulare una vera dimostrazione scientifica della rotazione della Terra.



Sentenza del 22 giugno 1633

Diciamo, pronunziamo, sentenziamo e dichiariamo che tu, Galilei sudetto, per le cose dedotte in processo e da te confessate come sopra, ti sei reso a questo S. Offizio veementemente sospetto d'eresia, cioè d'aver tenuto e creduto dottrina falsa e contraria alle Sacre e divine Scritture, ch'il Sole sia centro della Terra 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; e conseguentemente sei incorso in tutte le censure e pene dai sacri canoni e altre costituzioni generali e particolari contro simili delinquenti imposte e promulgate. Dalle quali siamo contenti sii assoluto, pur che prima, con cuor sincero e fede non finta, avanti di noi abiuri, maledichi e detesti li sudetti errori e eresie, e qualunque altro errore e eresia contraria alla Cattolica e Apostolica Chiesa, nel modo e forma che da noi ti sarà data.

Abiura di Galileo

Pertanto, volendo io levar dalla mente delle Eminenze Vostre e d'ogni fedel Cristiano questa veemente sospizione [sospetto], giustamente di me conceputa, con cuor sincero e fede non finta abiuro, maledico e detesto li sudetti errori e eresie, e generalmente ogni e qualunque altro errore, eresia e setta contraria alla Santa 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 aver di me simil sospizione; ma se conoscerò alcun eretico o che sia sospetto d'eresia lo denonzierò a questo S. Offizio, o vero [oppure] all'Inquisitore o Ordinario del luogo, dove mi trovarò.

Discorso di **papa Giovanni Paolo II** del 10 novembre **1979** presso la Pontificia Accademia delle Scienze

La grandezza di Galileo è a tutti nota, come quella di Einstein; ma a differenza di questi, che oggi onoriamo di fronte al Collegio cardinalizio nel nostro palazzo apostolico, il primo ebbe molto a soffrire – non possiamo nascondere – da parte di uomini e organismi di Chiesa. Il Concilio Vaticano II ha riconosciuto e deplorato certi indebiti interventi [...]. A ulteriore sviluppo di quella presa di posizione del Concilio, io auspico che teologi, scienziati e storici, animati da uno spirito di sincera collaborazione, approfondiscano l'esame del caso Galileo e, nel leale riconoscimento dei torti, da qualunque parte provengano, rimuovano le diffidenze che quel caso tuttora frappone, nella mente di molti, alla fruttuosa concordia tra scienza e fede, tra Chiesa e mondo. A questo compito, che potrà onorare la verità della fede e della scienza, e dischiudere la porta a future collaborazioni, io assicuro tutto il mio appoggio.

https://www.vatican.va/content/john-paul-ii/it/speeches/1992/october/documents/hf_jp-ii_spe_19921031_accademia-scienze.html

Sintesi del coordinatore della Commissione Pontificia per lo studio della controversia tolemaico-copernicana, cardinale Paul Poupard

i giudici di Galileo, incapaci di dissociare la fede da una cosmologia millenaria, credettero a torto che l'adozione della rivoluzione copernicana, peraltro non ancora definitivamente provata, fosse tale da far vacillare la tradizione cattolica e che fosse loro dovere il proibirne l'insegnamento. Questo errore soggettivo di giudizio, così chiaro per noi oggi, li condusse ad adottare un provvedimento disciplinare di cui Galileo «ebbe molto a soffrire». Bisogna riconoscere questi torti con lealtà.

Punti di incontro tra Galileo e la Chiesa

- Galilei e concilio Vaticano II dicono la stessa cosa rispetto alla **complementarietà tra ragione e fede**: i risultati della ragione non possono contraddire le verità della fede.
- Galilei ammette il **carattere illuminante della grazia divina** (intuizioni scientifiche).
- Galilei, nella lettera a Cristina di Lorena, pur riconoscendo la necessità di un'interpretazione della Bibbia che vada al di là del significato letterale, afferma la **verità della Scrittura**.

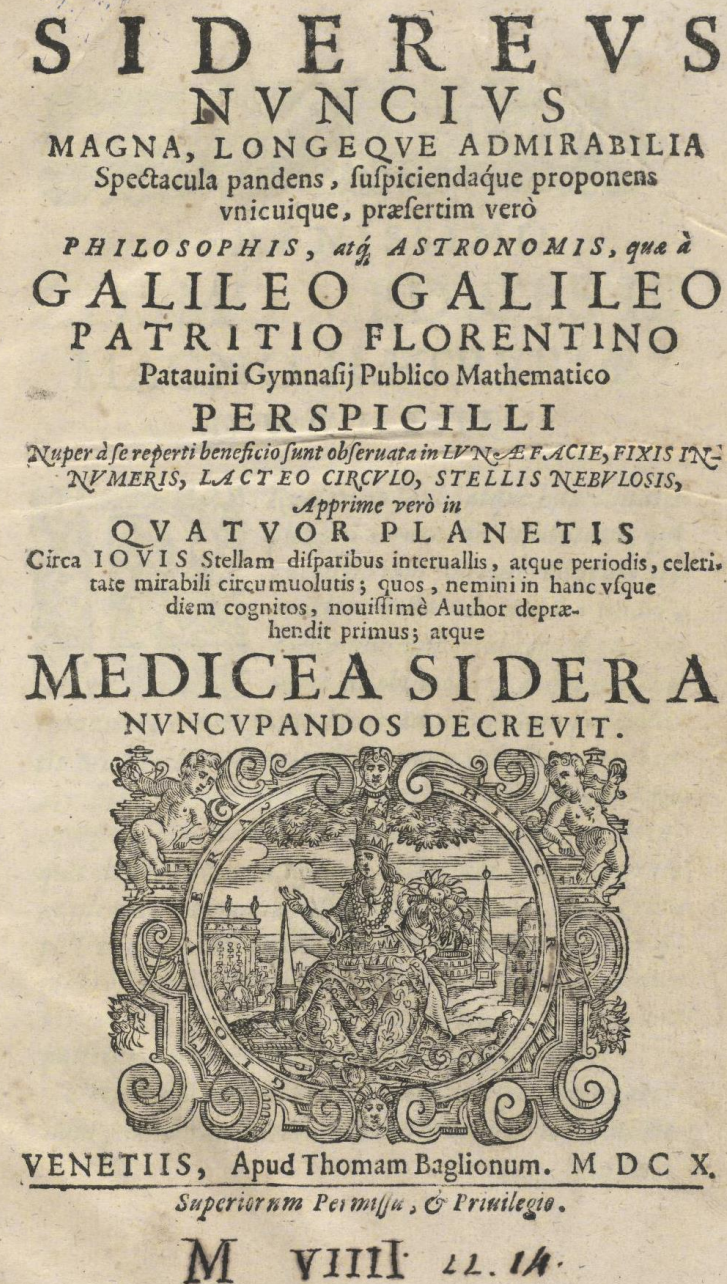


31 ottobre 1992, papa Giovanni Paolo II in visita presso l'Aula Magna Storica dell'Università degli Studi di Pisa. In alto al centro la statua di Galileo, opera di Paolo Emilio Demi. 18

Le scoperte astronomiche (*Sidereus Nuncius*)

Le osservazioni astronomiche di Galileo permettono la fondazione di una nuova astronomia con la possibilità della spiegazione fisica dei fenomeni e del sistema copernicano.

L'eccezionalità delle sue scoperte risiede nella modalità "fisica" di indagare i fenomeni astronomici descrivendo la loro realtà effettiva e non limitandosi a mere ipotesi matematiche sul moto dei cieli. Possibilità data grazie ad un nuovo strumento di osservazione: il cannocchiale.

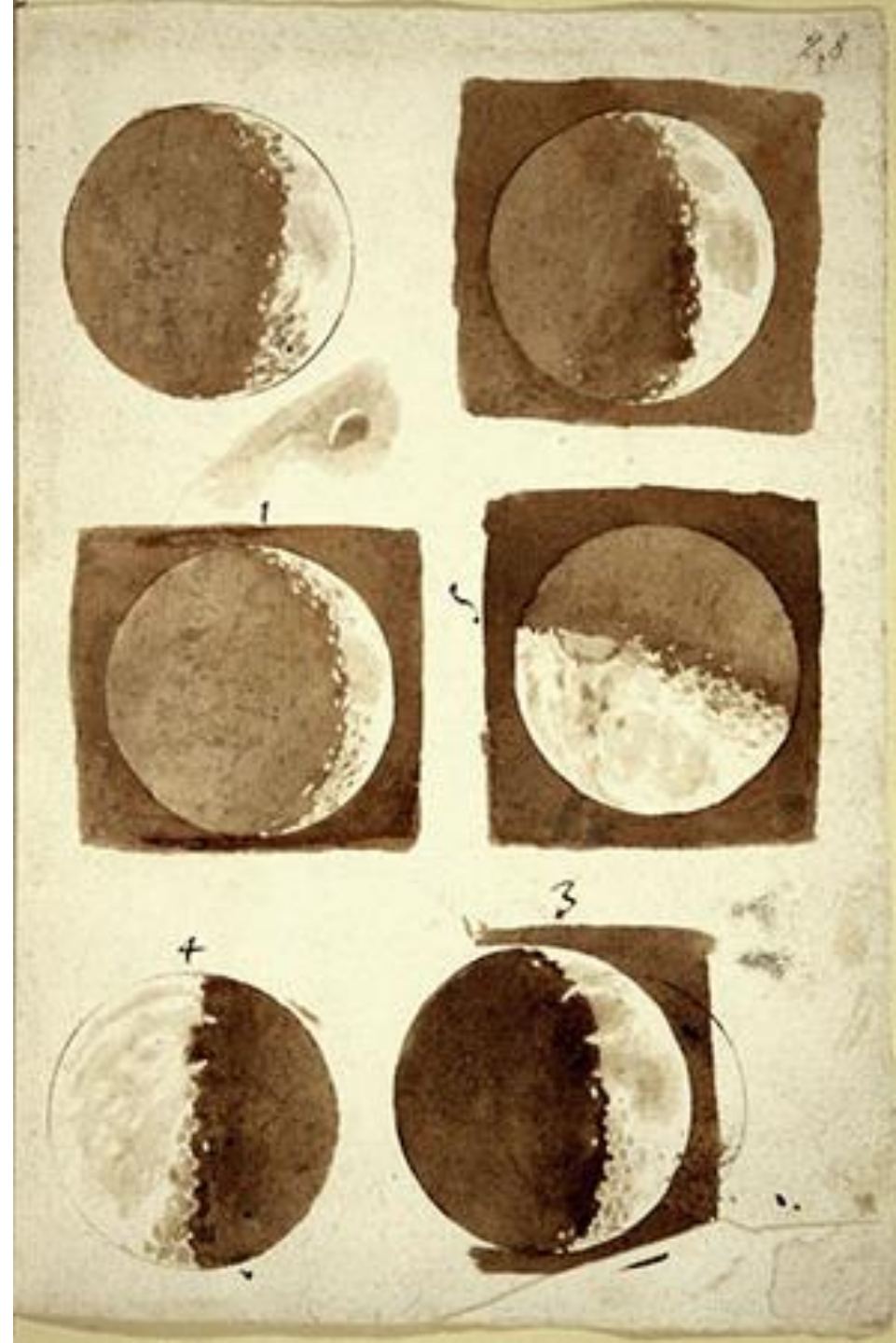


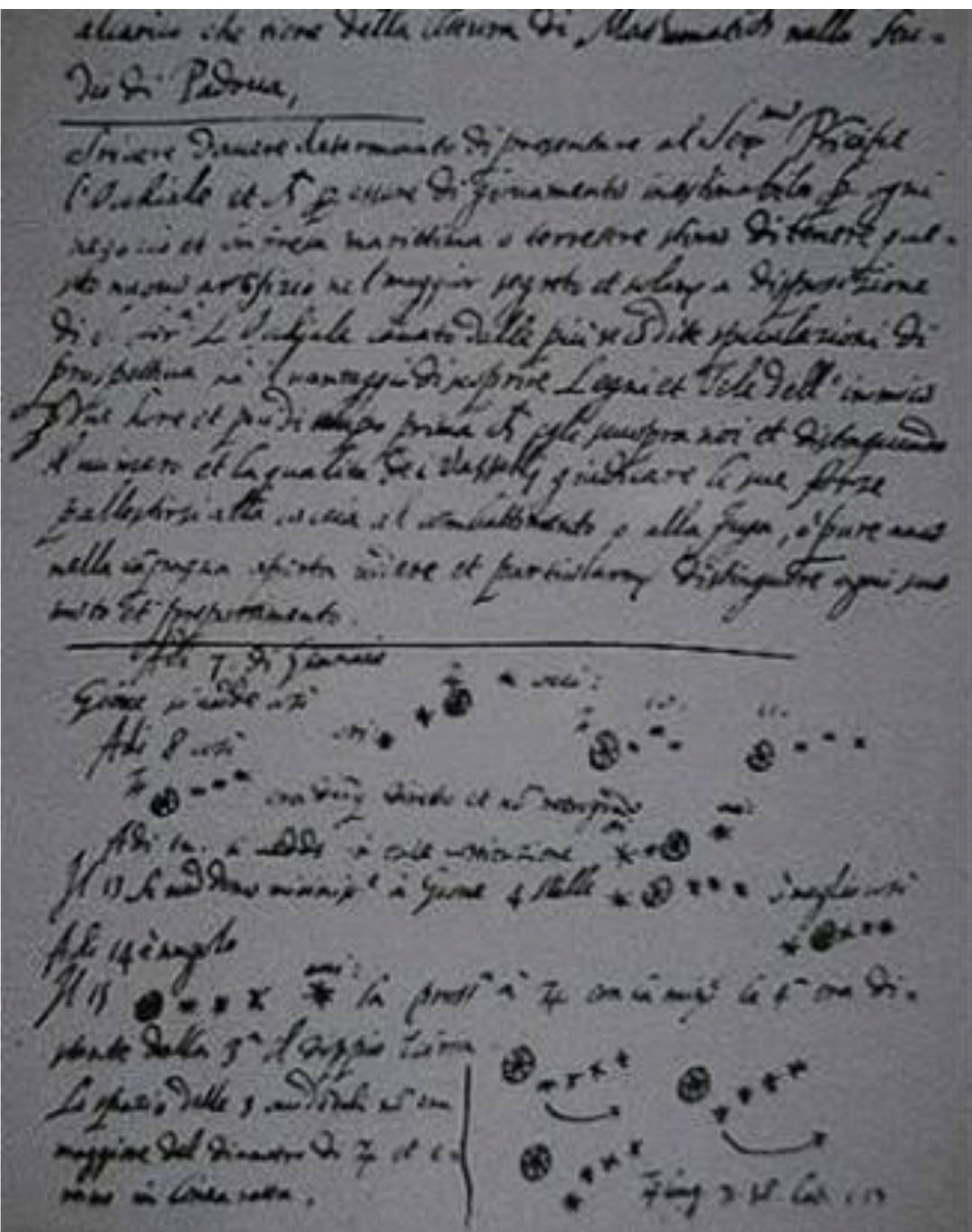
La Luna e le sue fasi

Osservazione della **Luna e delle sue fasi**. Appare a Galileo simile alla Terra. Galileo osserva la presenza di monti e valli, caverne e anfratti e arriva a ipotizzare la presenza di acqua sulla Luna.

Totalmente discorde con l'osservazione fatta da Thomas Harriot nel 1609 che vedeva la Luna con gli occhi di Aristotele, come una sfera perfetta. Solo un anno dopo lo stesso cambierà idea e darà ragione a Galileo.

Non è cambiata la Luna in un anno ma il modo di osservarla. **Con i propri occhi** invece che con gli occhi della scienza del suo tempo.



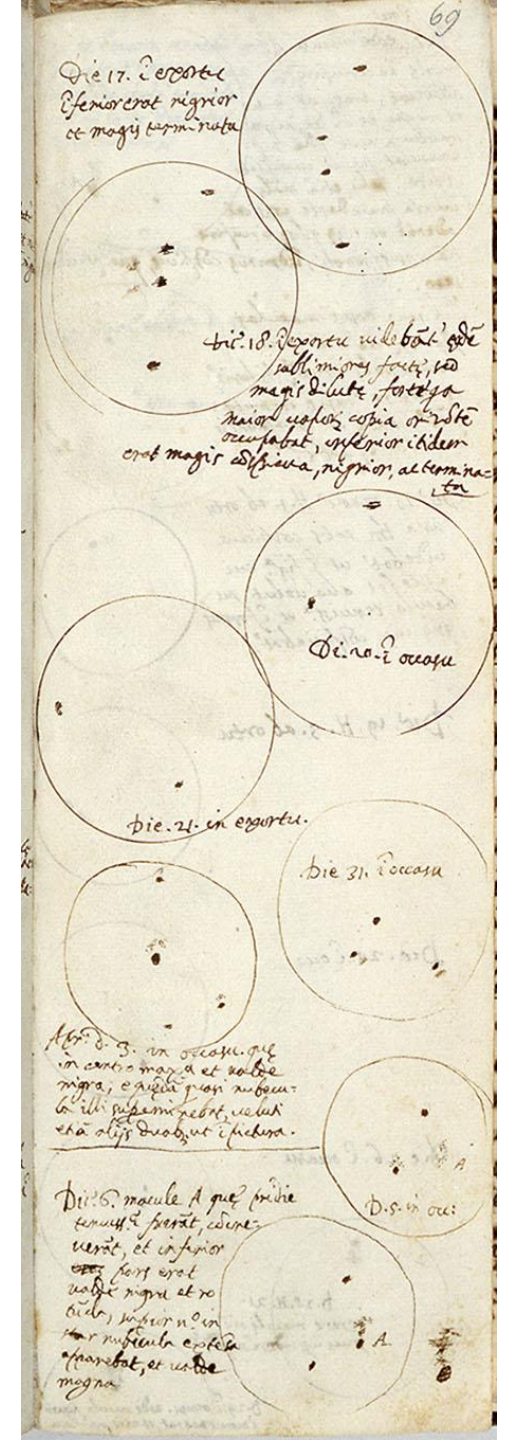
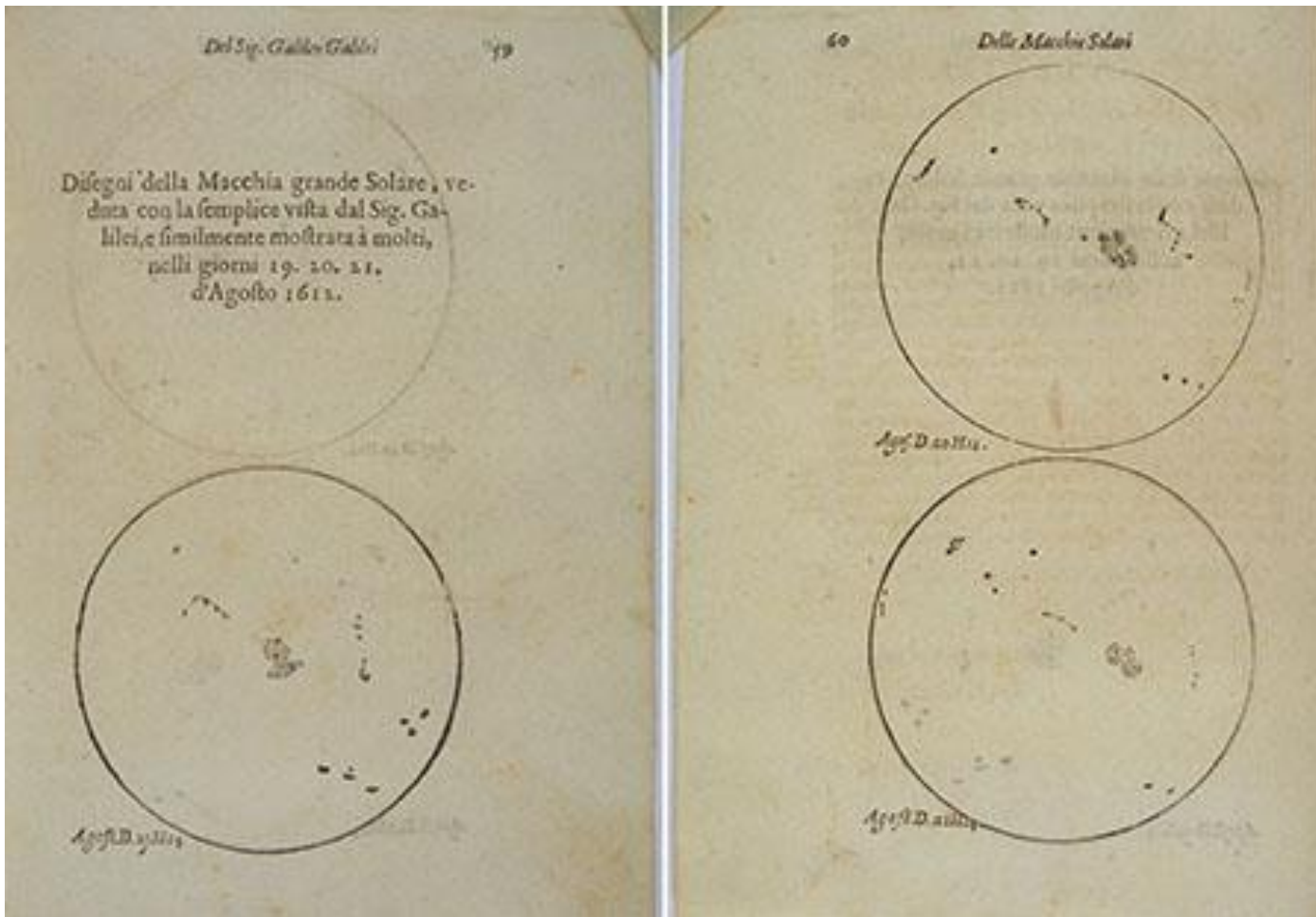


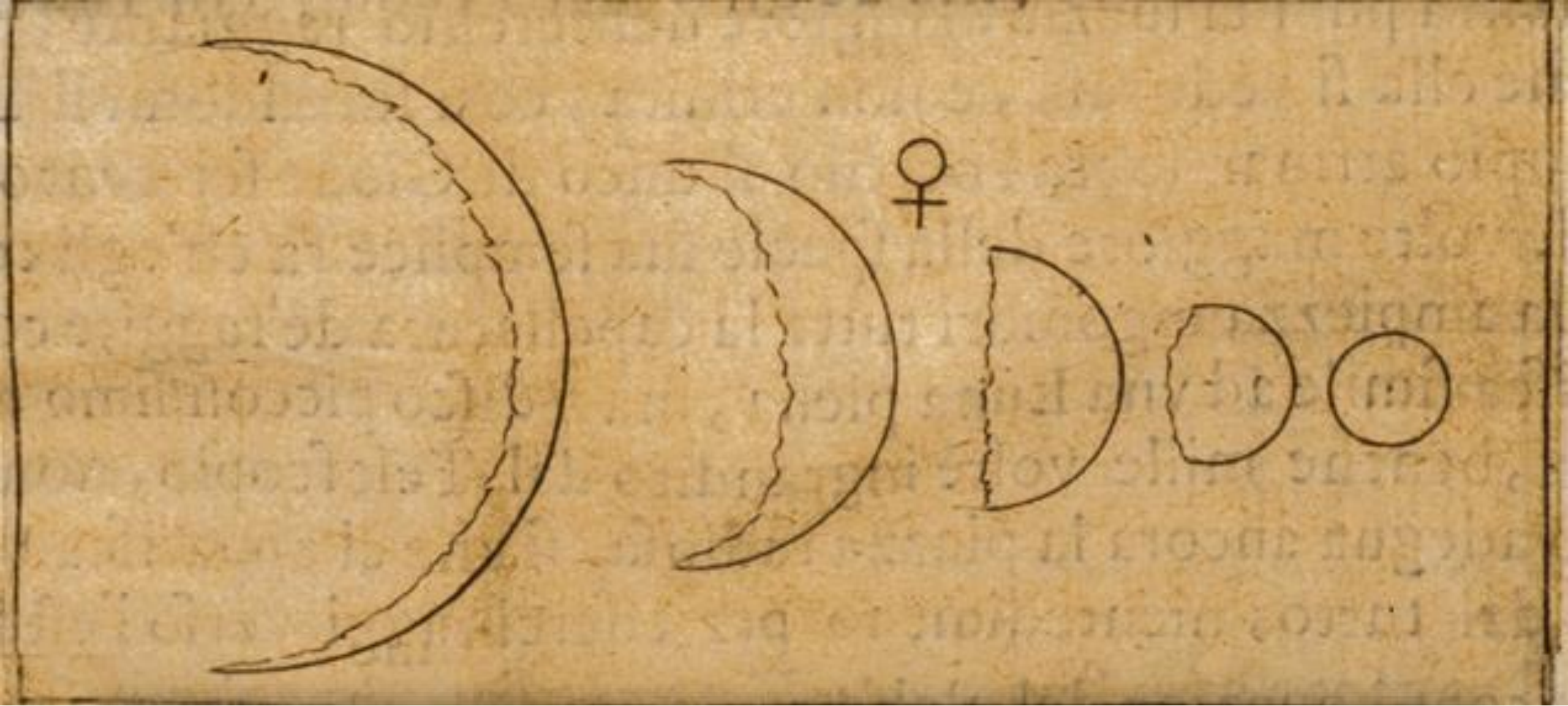
I Quattro satelliti di Giove

- Scopre i Quattro satelliti di Giove che compiono attorno al pianeta movimenti analoghi rispetto a quelli della Luna rispetto alla Terra.
- Se Giove ruota con i suoi satelliti intorno al Sole, anche la Terra compie un movimento analogo.

Macchie solari

Nel 1612 scoperta delle **macchie solari**:
il “funerale” di Aristotele e della pseudofilosofia.

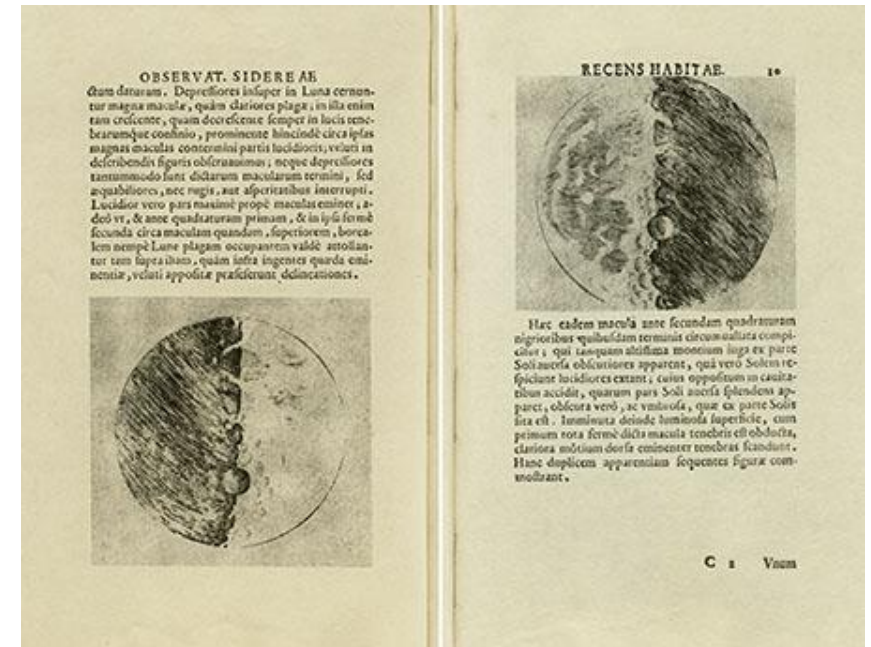




Le fasi di Venere: questo corpo celeste riceve anch'esso luce dal Sole. I pianeti sono “tenebrosi”

Risultati culturali delle scoperte

- Muta il punto di vista dell'osservatore; non più vincolato a schemi precostituiti e dottrine determinate di riferimento.
- **Abbandono della visione Aristotelico-Tolemaica.**
- Galileo vuole operare una operazione di cambiamento culturale della mentalità.

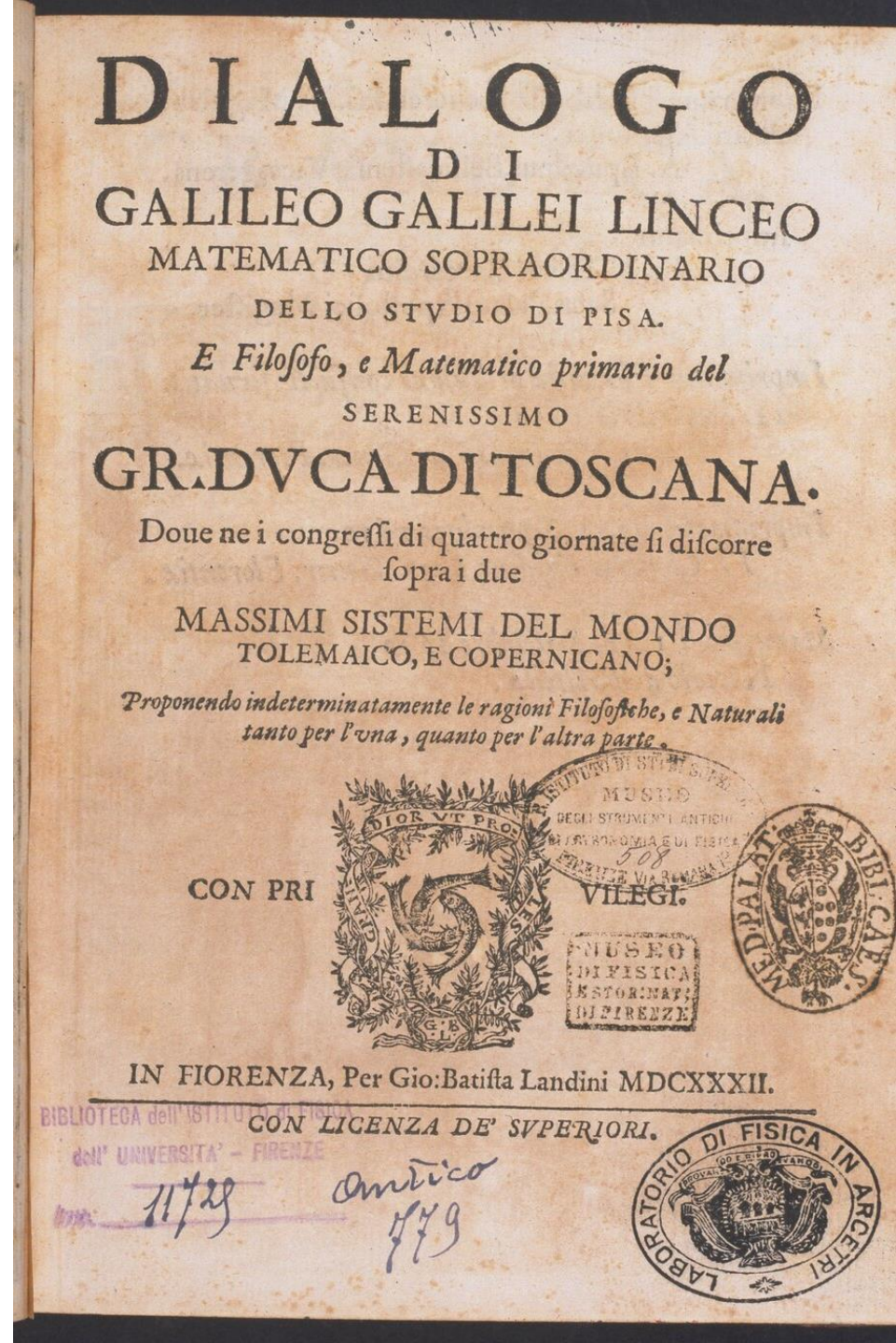


Il Dialogo sopra i due massimi sistemi

Obiettivo del “Dialogo” è quello di chiarire la motivazione dell’abbandono del vecchio sistema cosmologico aristotelico-tolemaico.

I protagonisti sono:

- Filippo Salviati, nobile fiorentino amico di Galileo che esprimerà il pensiero del matematico;
- Francesco Sagredo, patrizio veneziano, moderatore;
- Simplicio, personaggio immaginario, difensore della filosofia aristotelica.



Giorno 1

Il dialogo si svolge in 4 giornate. Ogni giornata ha un argomento scientifico.

“Critica alla fabbrica del mondo”.

Viene smentita la teoria di Aristotele dell'esistenza di due tipi di sostanze differenti:

- quella del mondo celeste: incorruttibile e ingenerata;
- quella del mondo terrestre: formata dagli elementi (acqua, fuoco, terra e aria) e corruttibile.

L'uso del cannocchiale e la scoperta della materia simile a quella terrestre anche per Sole e Luna smentiscono questa teoria.



Giorno 2

“Critica all’immobilità della Terra”.

Galileo smentisce le prove sensibili addotte da Aristotele facendo leva sul “**principio di relatività**” e, dimostrando che le prove di Aristotele sarebbero valide anche nel caso che la Terra non fosse immobile, afferma il movimento di rotazione della Terra sul proprio asse.

Relatività: impossibile decidere all’interno di un sistema chiuso, se esso sia in moto o in quiete.

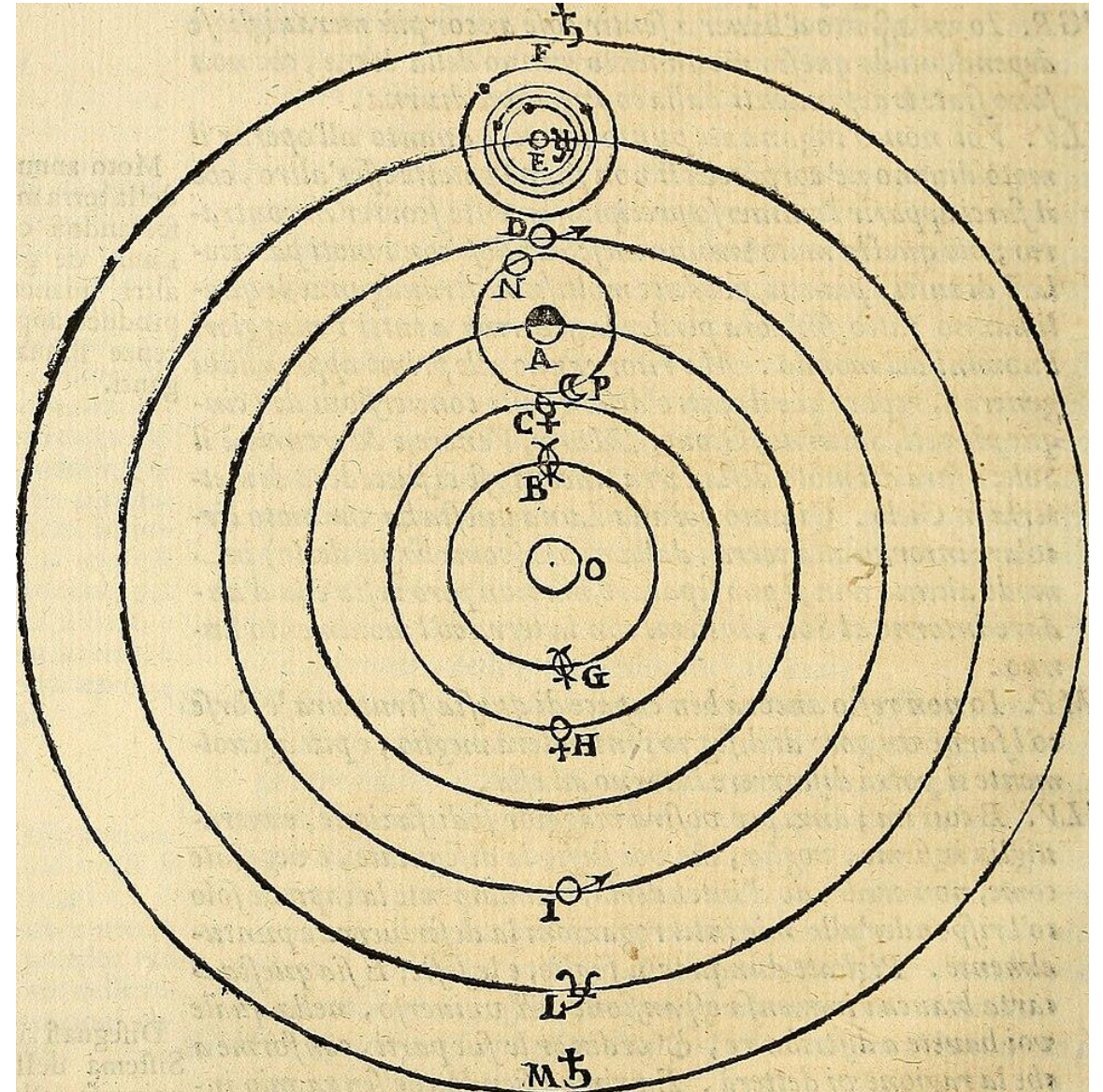
Riserratevi con qualche amico nella maggiore stanza che sia sotto coverta di alcun grande naviglio, e quivi fate d’aver mosche, farfalle e simili animaletti volanti; siavi anco un gran vaso d’acqua, e dentrovi de’ pescetti; suspendasi anco in alto qualche secchiello, che a goccia a goccia vada versando dell’acqua in un altro vaso di angusta bocca, che sia posto a basso; [...] osservate che avrete diligentemente tutte queste cose, [...] fate muover la nave con quanta si voglia velocità; ché (pur che il moto sia uniforme e non fluttuante in qua e in là) voi non riconoscerete una minima mutazione in tutti li nominati effetti, né da alcuno di quelli potrete comprender se la nave cammina o pure sta ferma.

(Dialogo sopra i due massimi sistemi, in Opere, cit., vol. 7, p. 212)

Giorno 3

“Critica alle teorie del centro dell’universo”.

Salviati dimostra come non è possibile stabilire se l’universo abbia un centro o meno; e, se anche lo avesse, sarebbe più probabile che esso fosse identificato con il Sole e questo anche in base alle osservazioni di altri due pianeti che ruotano intorno al Sole: Venere e Marte.

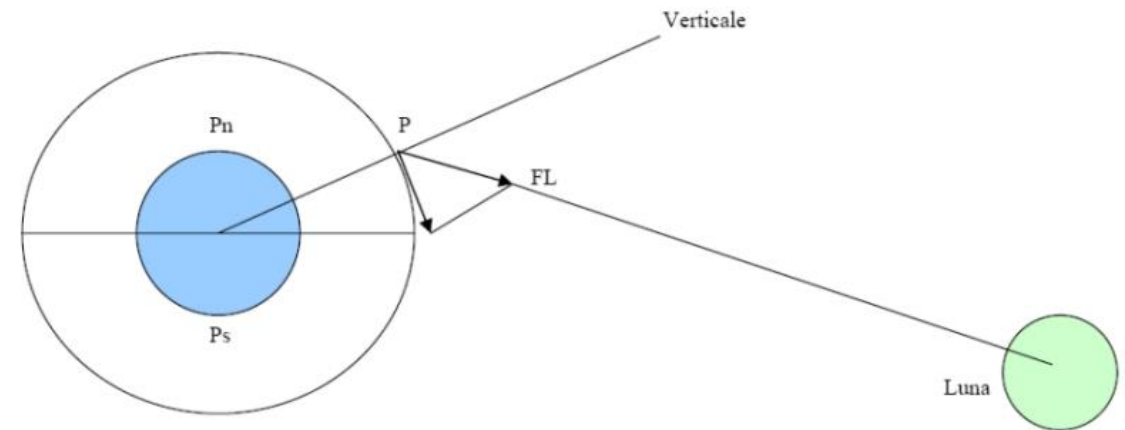


Giorno 4

“Dimostrazione fisica del moto della terra”.

Galileo usa il **fenomeno delle maree** per la dimostrazione fisica del moto della terra. Le maree sono dovute alla rotazione della Terra intorno al suo asse e al moto di rivoluzione intorno al Sole.

Galileo però rifiuta (errando) valenza scientifica alle teorie dell'influsso lunare sulle maree, legate secondo lui ad una conoscenza magica e prescientifica.



Il metodo della scienza galileiana

Ripensamento sistematico della scienza e della sua metodologia. L'**esperimento** è il centro della nuova modalità osservativa. Bisogna perciò rinunciare a considerazione di carattere meramente metafisico.

a) Studio delle affezioni

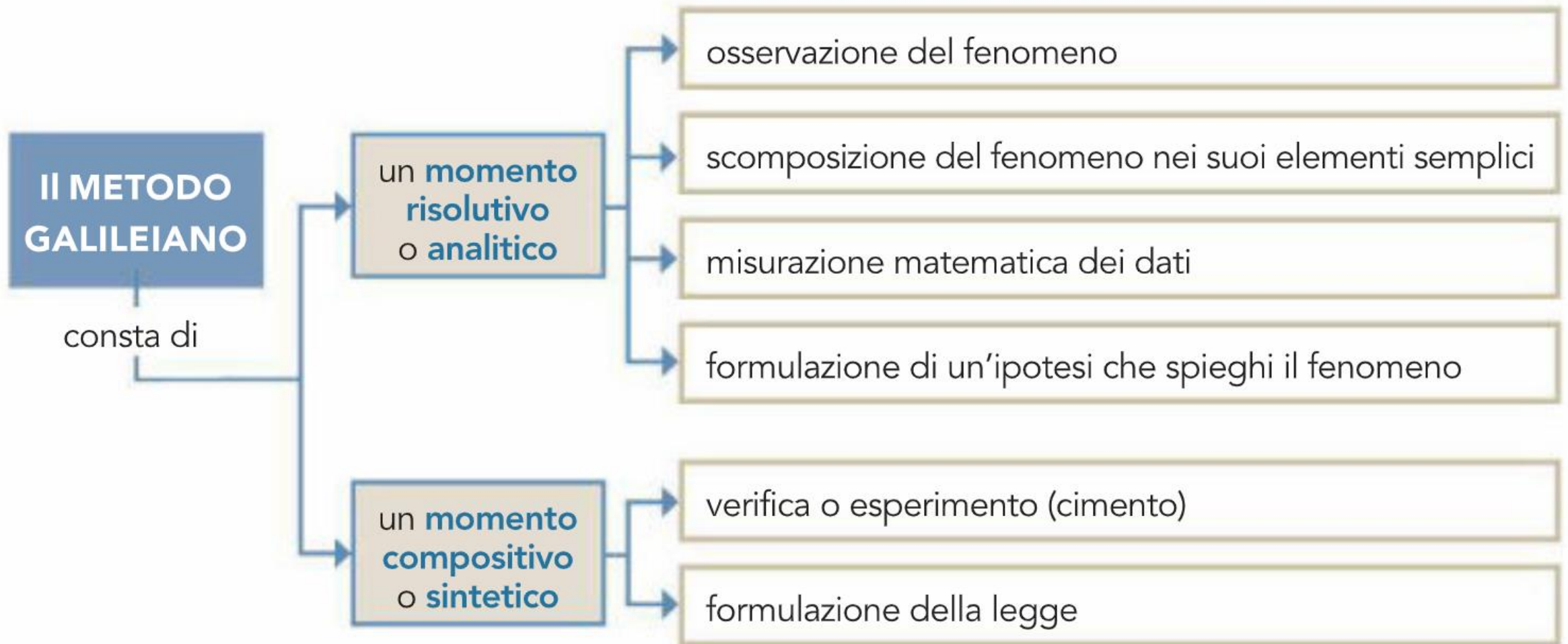
Le affezioni esprimono le proprietà quantitative della materia e sono:

Spazio – tempo – moto – quiete

Tali Affezioni costituiscono l'oggetto delle **sensate esperienze** (che vanno elaborate tramite **necessarie dimostrazioni**).

Experientia:

1. il nostro approccio sensibile ai fenomeni naturali che non si esaurisce con il mero contatto materiale ma richiede una elaborazione da parte dell'intelletto e quindi un vero e proprio esperimento (*experimentum sensatum*);
2. consuetudine con le cose materiali che viene assicurata dalla memoria e che rende possibile il nesso tra le esperienze passate e quelle future (*longa experientia*).



b) Sensate esperienze – momento osservativo-induttivo (sintesi tra ragione ed esperienza)

Osservazione e riproduzione artificiale di un fenomeno naturale. Lo scienziato:

1. **Osserva** il fenomeno.
2. Fornisce un'**ipotesi** per spiegare il fenomeno.
3. **Riproduce** artificialmente il fenomeno.
4. **Verifica** l'ipotesi di partenza.

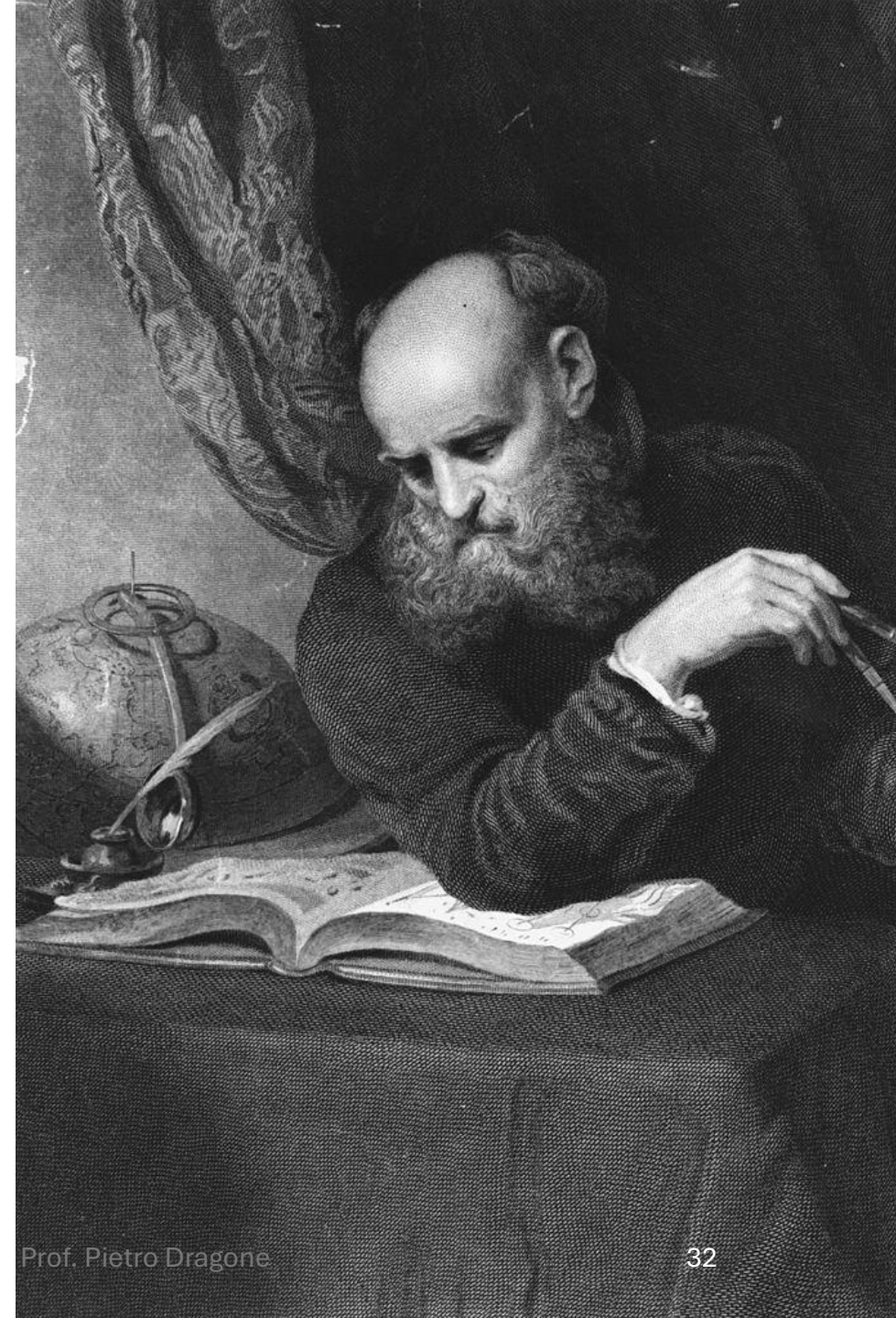
c) Necessarie dimostrazioni – momento ipotetico deduttivo

Ragionamenti logici, condotti su **base matematica**. Partendo da un'**intuizione** si passa alla **formulazione di un'ipotesi teorica** in termini **matematici** del fenomeno che ci si riserva di verificare empiricamente.

Si costruisce in modo puramente **deduttivo** un edificio teorico più complesso e organico.

Galileo attribuisce alla **Matematica** il ruolo di **linguaggio specifico della filosofia della natura**.

La scienza non si limita a fornire delle ipotesi (come voleva la teoria del cardinale Bellarmino) ma può dare delle risposte concrete e vere sulla costituzione reale dei fenomeni.



Distinzione metodologica tra:

- **qualità primarie (oggettive)**: qualità che ineriscono la struttura ontologica del fenomeno e rispondono alle proprietà matematico-fisiche (peso, estensione, figura di un corpo, etc...)
- **qualità secondarie (soggettive)**: qualità che rappresentano proprietà sensibili che non sono costitutive della realtà ma dipendono dal nostro apparato percettivo (colori, odori, sapori, suoni, etc...).

Conoscenza scientifica vicina alla conoscenza divina a causa del suo grado di obiettività.

La scienza sperimentale-deduttiva ci fornisce il carattere necessario della stessa realtà naturale.