

GALILEU GALILEI E O MOVIMENTO RELATIVO

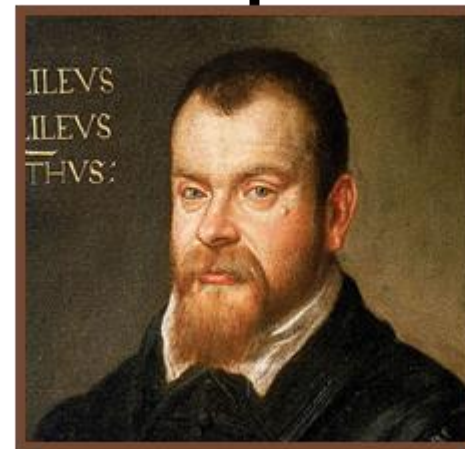
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SANTA CATARINA - CAMPUS LAGES

PROF. PATRESE VIEIRA





Galileu nasceu em Pisa, no grão-ducado da Toscana, no dia 15 de fevereiro de 1564, filho de Vincenzo Galilei (músico) e Giulia Ammannati (artesã). Teve outros seis irmãos.



+6
irmãos



Com dez anos, sua família se mudou para Florença, corte do grão-ducado. Estudou em um mosteiro até os 14 anos.



Aos 17, foi enviado para Universidade de Pisa, para estudar medicina. Foi durante a universidade que começou a duvidar dos ensinamentos aristotélicos, questionando seus professores.



Quando a corte se transferia para Pisa, durante a páscoa e o natal, Galileu frequentava aulas de Matemática clandestinamente, criando grande admiração pelo assunto, com o qual tinha facilidade.

Seu pai lhe conseguiu um professor particular, que ensinava sobre Euclides e Arquimedes.

A Matemática era encarada como conhecimento de segundo plano para os aristotélicos, considerada mera especulação.



Teria sido nessa época, acredita-se, que Galileu fez o experimento da Torre de Pisa.

Desistiu da faculdade de medicina e retornou para Florença, prosseguindo seus estudos em Matemática. Ganhou destaque na corte ao fazer uma conferência pública para divulgar as dimensões do inferno ($\frac{1}{12}$ do volume da Terra), de acordo com a alegoria proposta por Dante na Divina Comédia, onde também informou as dimensões de Lúcifer (mais de 4 km).



Dante Alighieri
(1265 – 1321)

Nessa época candidatou-se a vaga de professor de Matemática em Bolonha, mas não foi aprovado. No entanto conseguiu uma indicação importante e assim conquistou a mesma vaga na Universidade de Pisa, aos 25 anos.



Enquanto era professor em Pisa, escreveu *De Motu*, onde apresenta suas ideias a respeito da natureza do movimento.

Na obra, dois homens, Alexandre (Galileu) e Dominicus, caminhavam ao longo da margem do rio Arno em direção ao mar, durante dez quilômetros, quando avistaram um homem em um barco remando contrário ao sentido da corrente, o que originou o início de sua discussão.

Diferença entre as duas concepções de ciência:

Aristóteles: fatos precedem a teoria.

Galileu: teoria precede aos fatos.

De Motu não foi publicado, pois Galileu tinha receio de não ser aceito pela comunidade científica local caso manifestasse suas ideias contrárias ao aristotelismo.

Em 1592 conseguiu uma vaga, também como professor de Matemática, na Universidade de Pádua, na República Veneziana. Pela proximidade de Pádua com a capital, Veneza, Galileu frequentava bastante a cidade.



M. L'ENICHIOLI DE FABRICA. - IN. PALAZZO DEL 1891

Em Pádua, Galileu desenvolveu muitos inventos, como o termoscópio, porém o mais importante foi o compasso geométrico e militar (*foto*), utilizado no cálculo da trajetória de projéteis.



Ao publicar o manual do compasso, Galileu foi acusado de plágio, porém descobriu-se posteriormente que o autor que se declarou dono do manual original era seu aluno, de 17 anos.



Gianfrancesco Sagredo
(1571 - 1620)

Quando tinha 35 anos, em 1599, Galileu conheceu Gianfrancesco Sagredo, nobre de Veneza, de quem se tornou grande amigo. Galileu ensinava ciência para Sagredo, que em troca ampliou seus horizontes sobre literatura e vinhos.



Marina Gamba
(~1570 – ~1612)

Foi nessa época, em uma festa no palácio de Sagredo, que conheceu Marina Gamba, prostituta então com 21 anos, único interesse amoroso de Galileu.

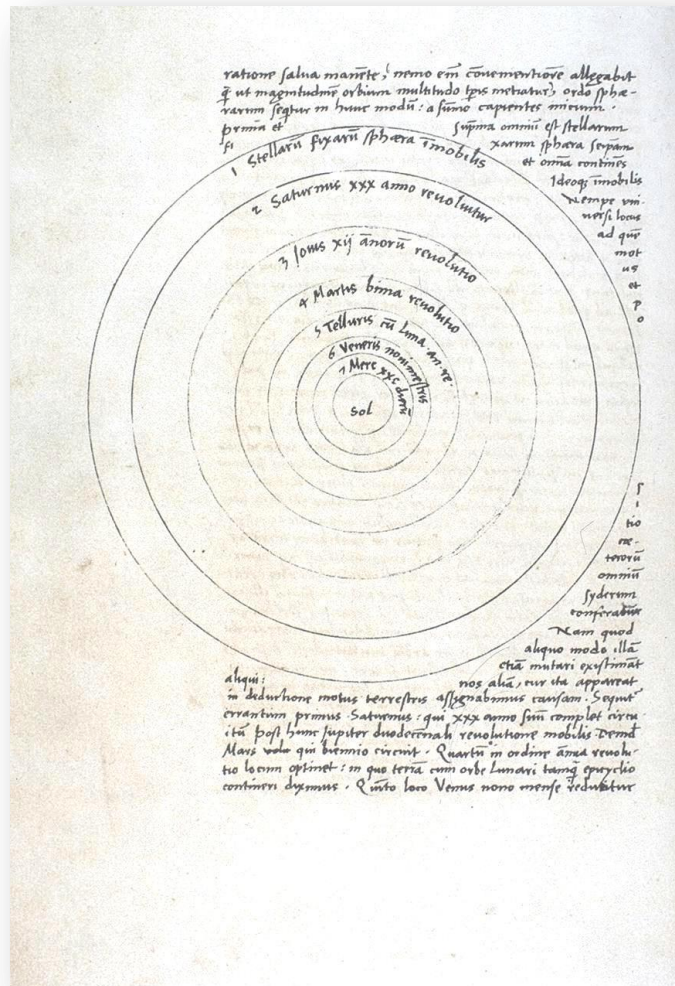
Já em 1600, no dia 13 de agosto nasce Virginia, primeira filha de Galileu e Marina, que tiveram mais dois rebentos: Livia e Vincenzo Galilei Junior (1606 - 1649).



Virginia (Maria Celeste)
(1600 - 1634)



Livia (Arcangela)
(1601 - 1659)

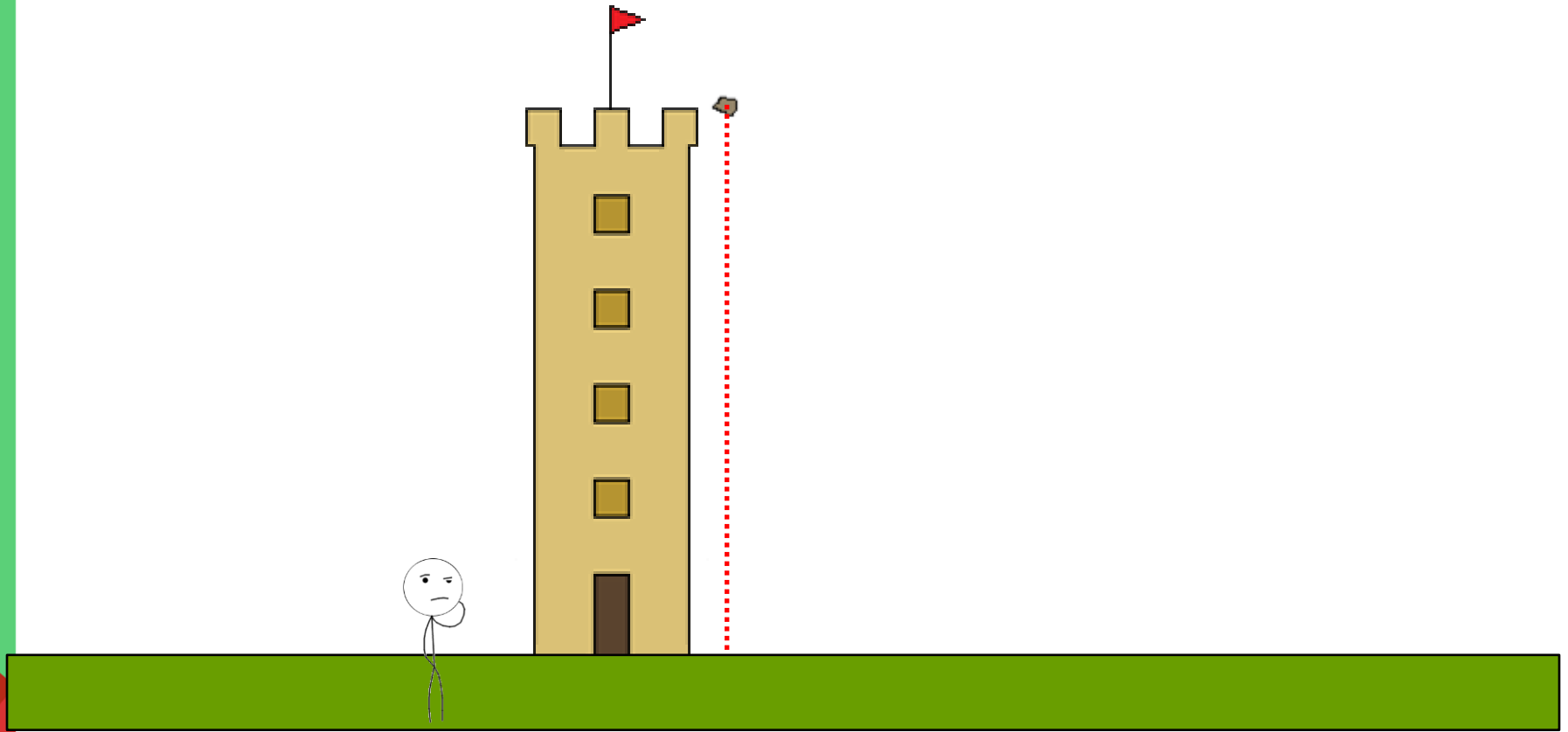


Enquanto era professor em Pádua, Galileu tomou conhecimento da concepção cosmológica de Copérnico, relacionando-a com suas ideias sobre o movimento dos corpos.

As principais inconsistências apontadas pelos aristotélicos eram:

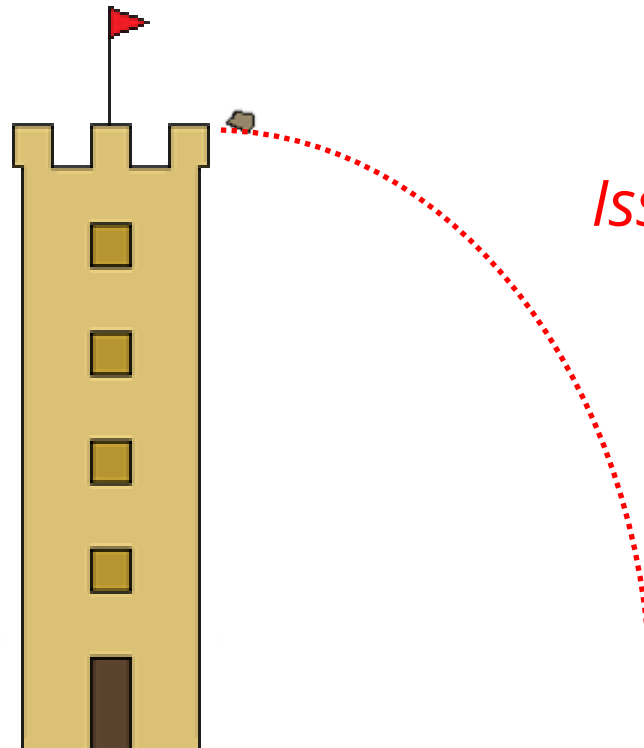
- 1) É um completo absurdo contrariar o aristotelismo!
- 2) Terra estaria em movimento.
- 3) A força natural para o centro da Terra não poderia existir, assim não haveria o lugar natural dos quatro elementos.

Experimento da Torre para os Aristotélicos:



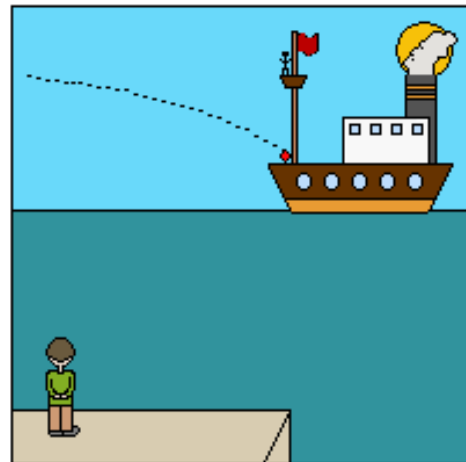
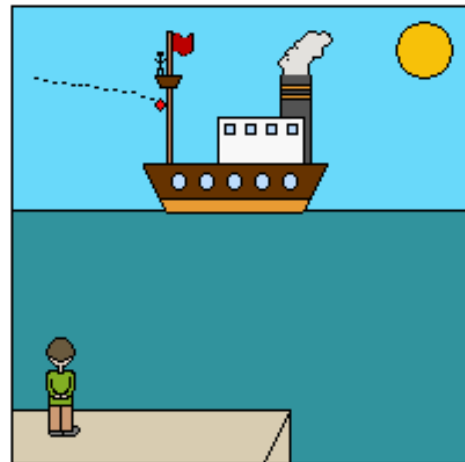
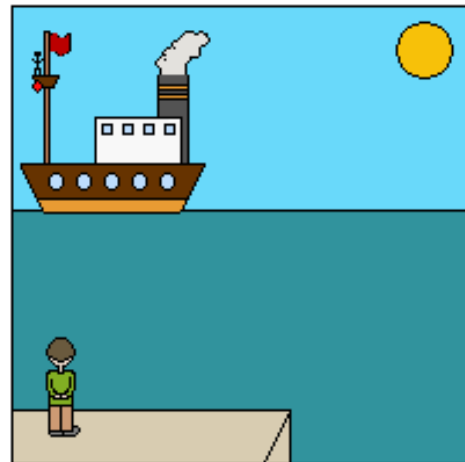
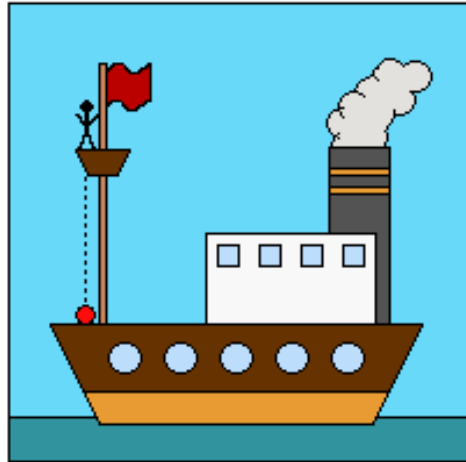
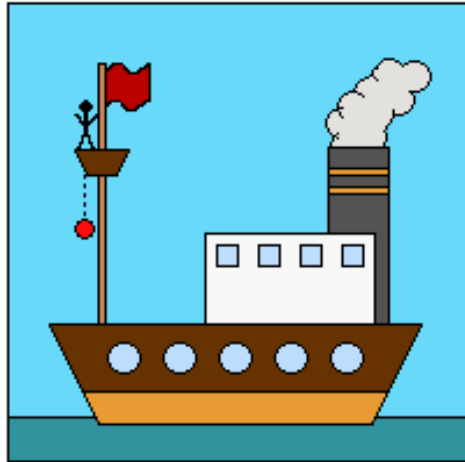
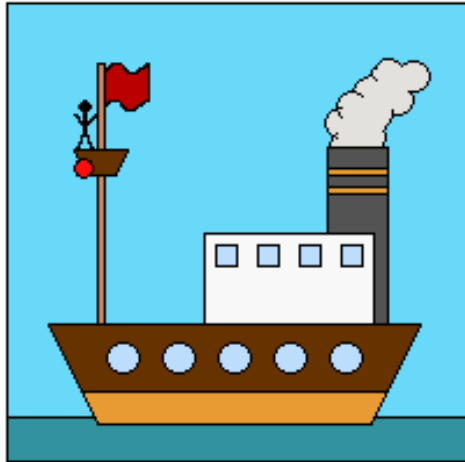
Terra em Repouso

Experimento da Torre para os Aristotélicos:



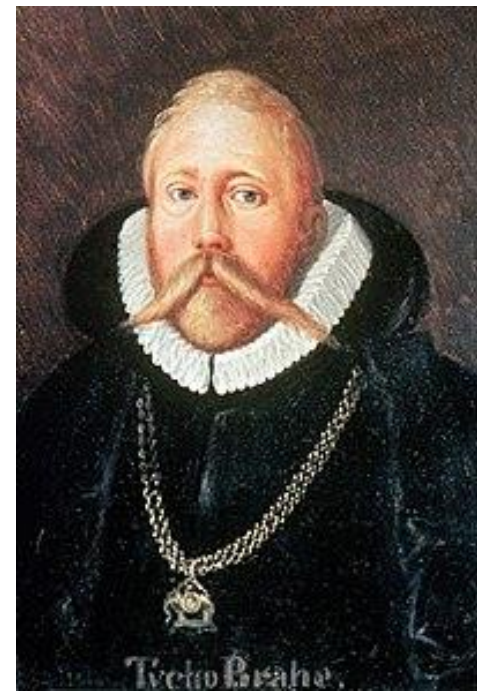
*Isso não é observado
no mundo real!*

Terra em Movimento



Nessa mesma época, dois astrônomos estabelecidos em Praga, **Tycho Brahe** (1546 – 1601) e **Johannes Kepler** (1571 – 1630), faziam observações seguindo tanto os modelos de Ptolomeu e Aristóteles quanto de Copérnico ou mesmo outros modelos alternativos, mas a vez que uma supernova ocorrida em 1600 despertou o interesse de Brahe.

Galileu e Kepler se correspondiam e trocavam informações a respeito dos movimentos planetários e como estariam relacionados ao heliocentrismo.

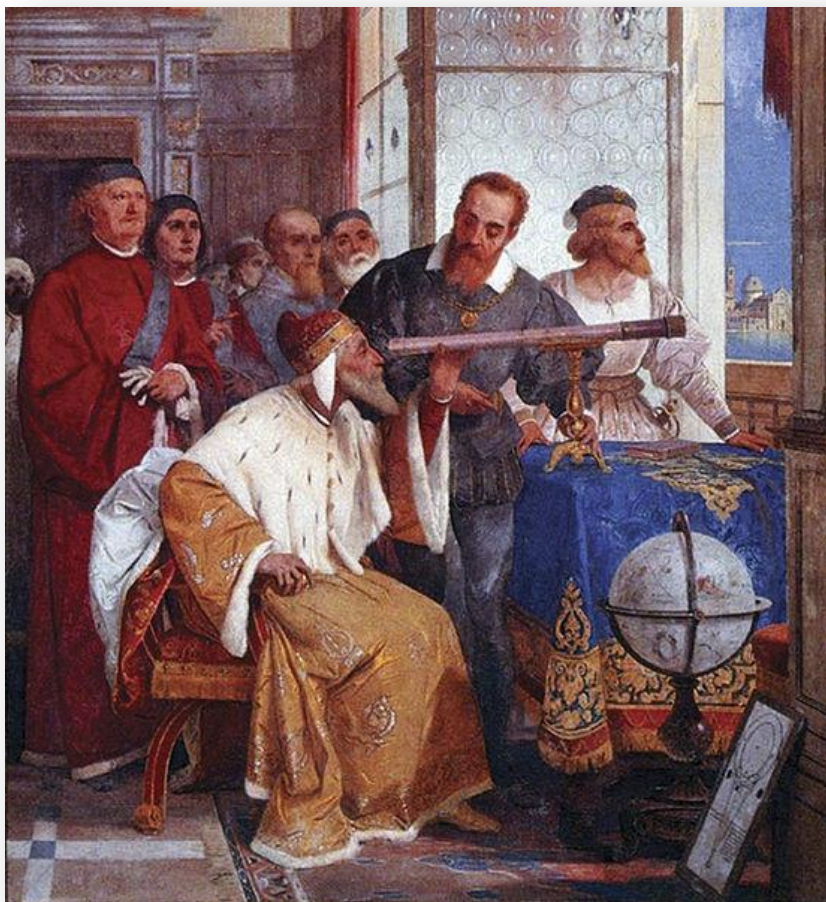


Em 1604, surge outra supernova, agora visível mesmo ao dia. Alguns astrônomos locais calcularam a distância (através de uma paralaxe) até a estrela, e concluíram que ela estava muito além da Lua, assim não seria um evento meteorológico, como previa a Física Aristotélica.

No derradeiro ano de 1609, com 45 anos, Galileu ouve em Veneza sobre o invento de um construtor de óculos holandês, que permitia enxergar objetos muito distantes – o *perspicillum*.

Ao retornar para Pádua, Galileu compreende o princípio de formação da imagem e consegue adaptar o invento. Ao invés de um aumento de 3 vezes, como era divulgado para o perspicillum, obteve o valor de 8 vezes.



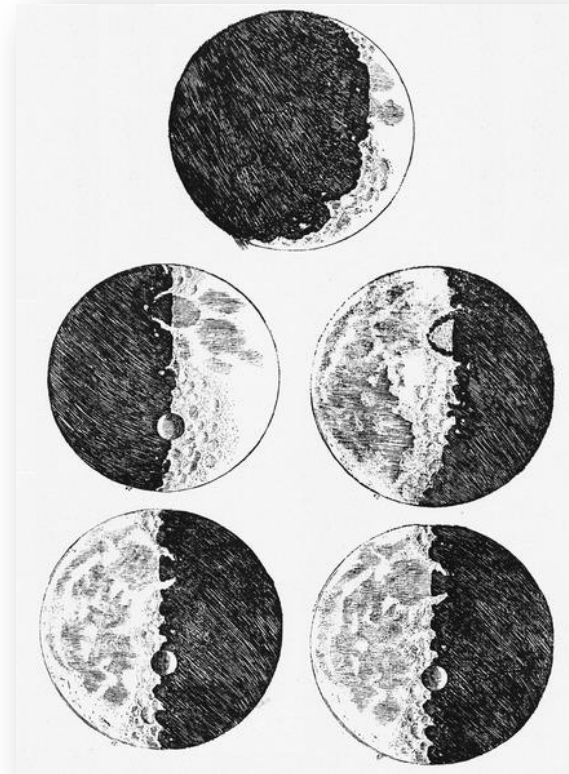


Galileu faz uma demonstração ao doge e ao senado de Veneza de seu “invento”, oferecendo-lhes um exemplar. Como consequência, consegue dobrar seu salário na Universidade de Pisa e tornar seu cargo vitalício.

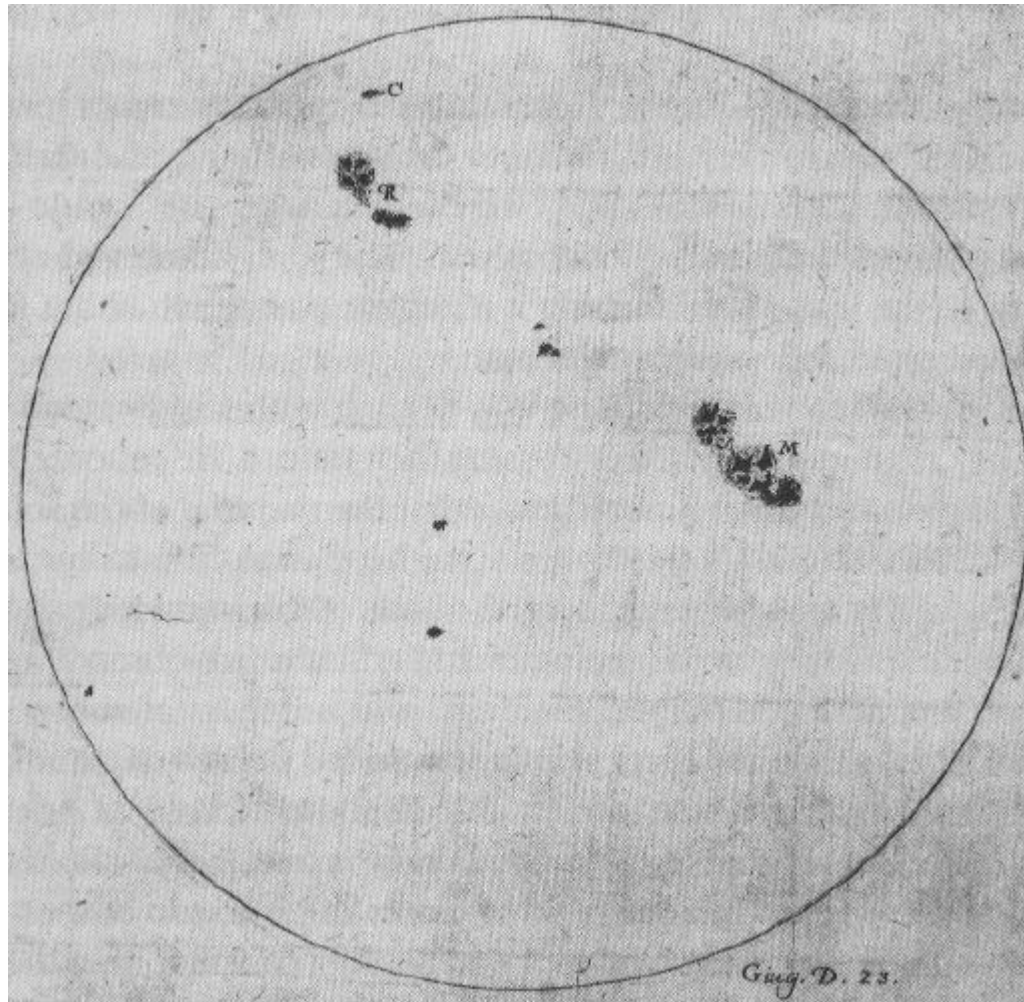
Galileu aperfeiçoa mais ainda o perspicillum, obtendo um aumento de 32 vezes. A fim de obter sua patente, lhe dá o nome de ***telescópio***.

Em 1609, Galileu toma conhecimento de um invento que permitia enxergar objetos distantes como se estivessem próximos – o **telescópio**. Ele decide apontá-lo para o céu, o que inicia um novo marco na Astronomia. Entre suas principais observações, estão:

- Crateras lunares;
- Satélites em Júpiter;
- Manchas Solares;
- Fases de Vênus;
- Anéis de Saturno;
- “Via Láctea”.



Manchas Solares

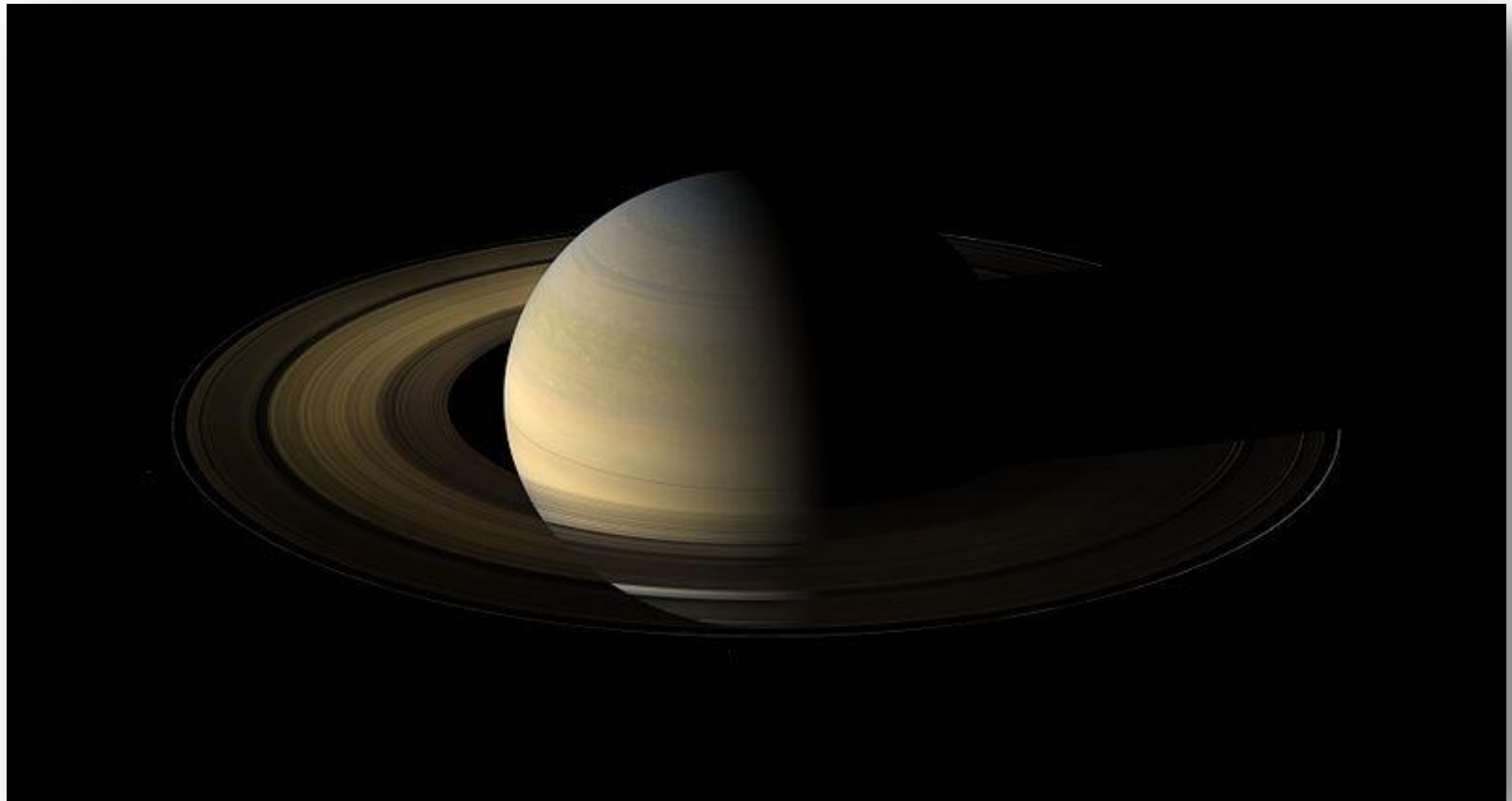


ISTORIA
E DIMOSTRAZIONI
INTORNO ALLE MACCHIE SOLARI
E LORO ACCIDENTI
COMPRESSE IN TRE LETTERE SCRITTE
ALL' ILLVSTRISSIMO SIGNOR
MARCO VELSERI LINCEO
DVVMVIRO D'AVGVSTA
CONSIGLIERO DI SVA MAESTA CESAREA
DAL SIGNOR
GALILEO GALILEI LINCEO
*Nobil Fiorentino, Filosofo e Matematico Primario del Serenissi.
D. COSIMO II. GRAN DVCA DI TOSCANA.*
Si aggiungono nel fine le Lettere, e Disquisitioni del finto Apelle.

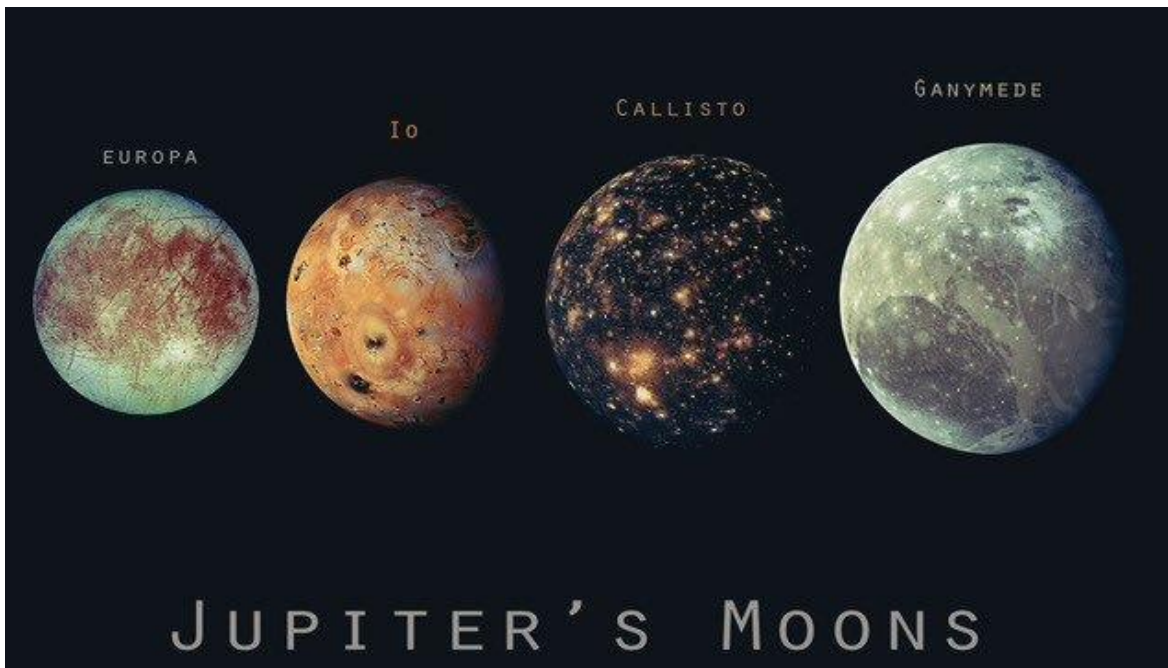


IN ROMA, Appresso Giacomo Mascardi. MDCXIII.
CON LICENZA DE' SUPERIORI.

Anéis de Saturno: Galileu os interpretou inicialmente como um sistema triplo de astro, mas depois afirmou que Saturno possuía “orelhas”.



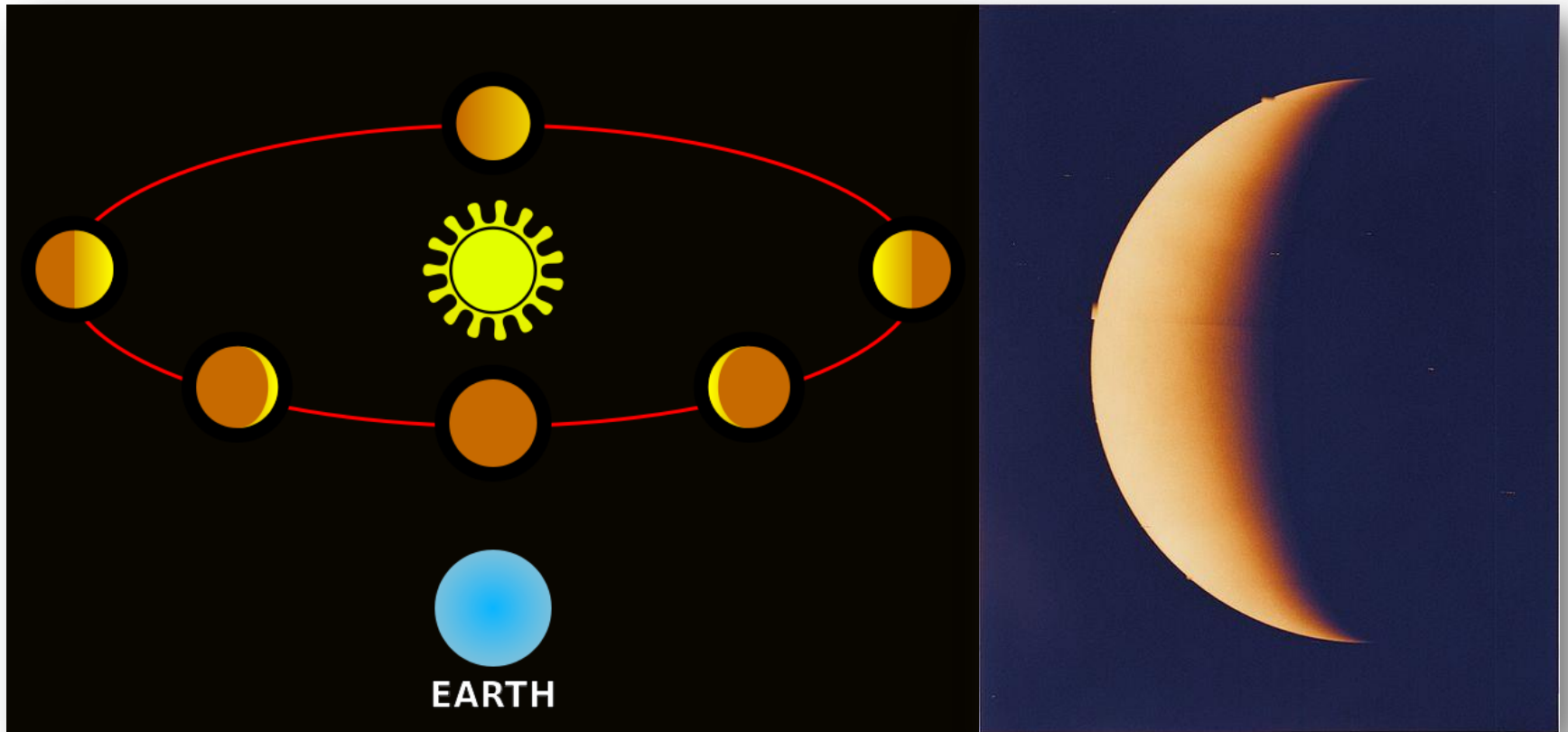
Satélites Galileanos de Júpiter



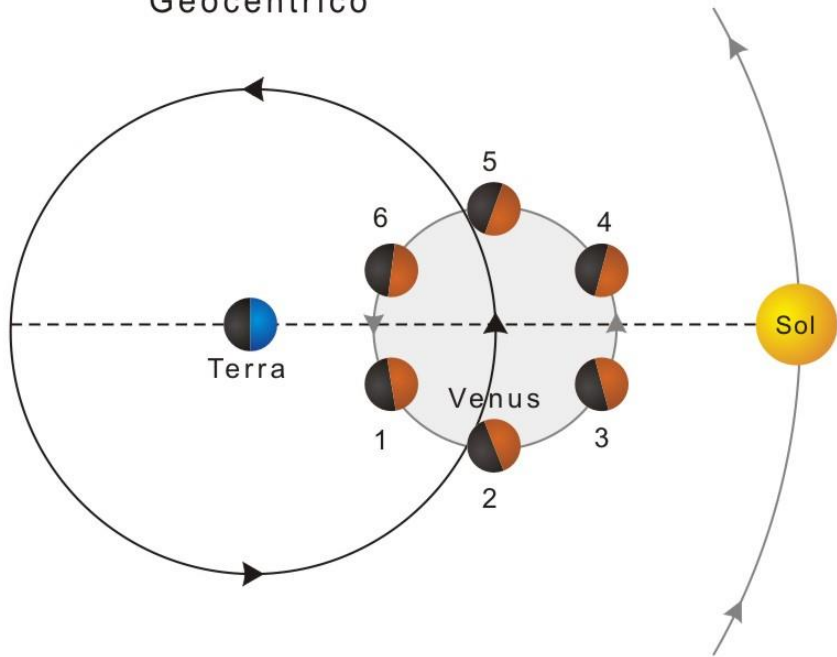
Handwritten astronomical observations of Jupiter's moons, likely from Galileo's notebooks. The table lists moon names and their positions relative to Jupiter, marked with symbols like circles and stars.

Observation	Symbol 1	Symbol 2	Symbol 3	Symbol 4
2. R. Jovis	○	++		
30. mon.	++	○	*	
2. Jovis	○	++	*	
3. mon.	○	++		
3. Jovis	*	○	*	
4. mon.	*	○	++	
5. mon.	++	○	*	
8. mon. H. 17.	*	*	*	○
10. mon.	*	*	*	○
11.	*	*	○	*
12. H. d. west.	*	○	*	
17. mon.	○	++	○	*
14. Jovis	*	++	○	*
15.	*	*	○	
16. Jovis	*	○	++	*
17. Jovis	*	○	*	*
18.	*	○	*	*
21. mon.	*	*	○	*
24.	*	*	○	*
25.	*	*	○	*
27. west.	**	○		
30. mon.	**	○	*	
January + mon.	*	*	○	*
+ west.	**	○	*	
5.	*	++	○	*
6.	*	○	**	
7	*	○	*	*
7. west.	*	○	++	
11.	*	*	○	
12.	*	**	○	*
12. west.	*	*	○	
13. west.	*	*	○	*
15. mon.	○	*	*	

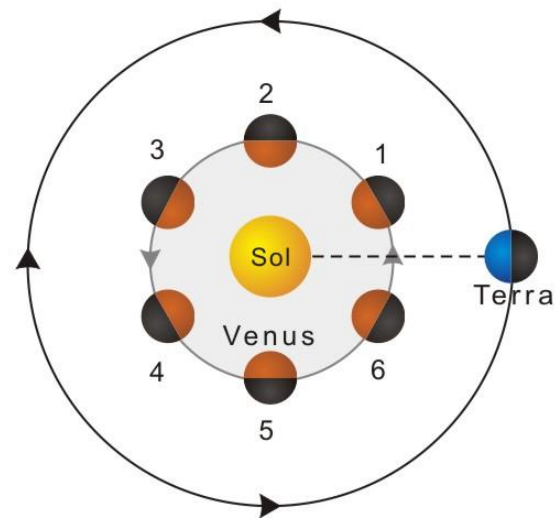
Fases de Vênus



Geocêntrico



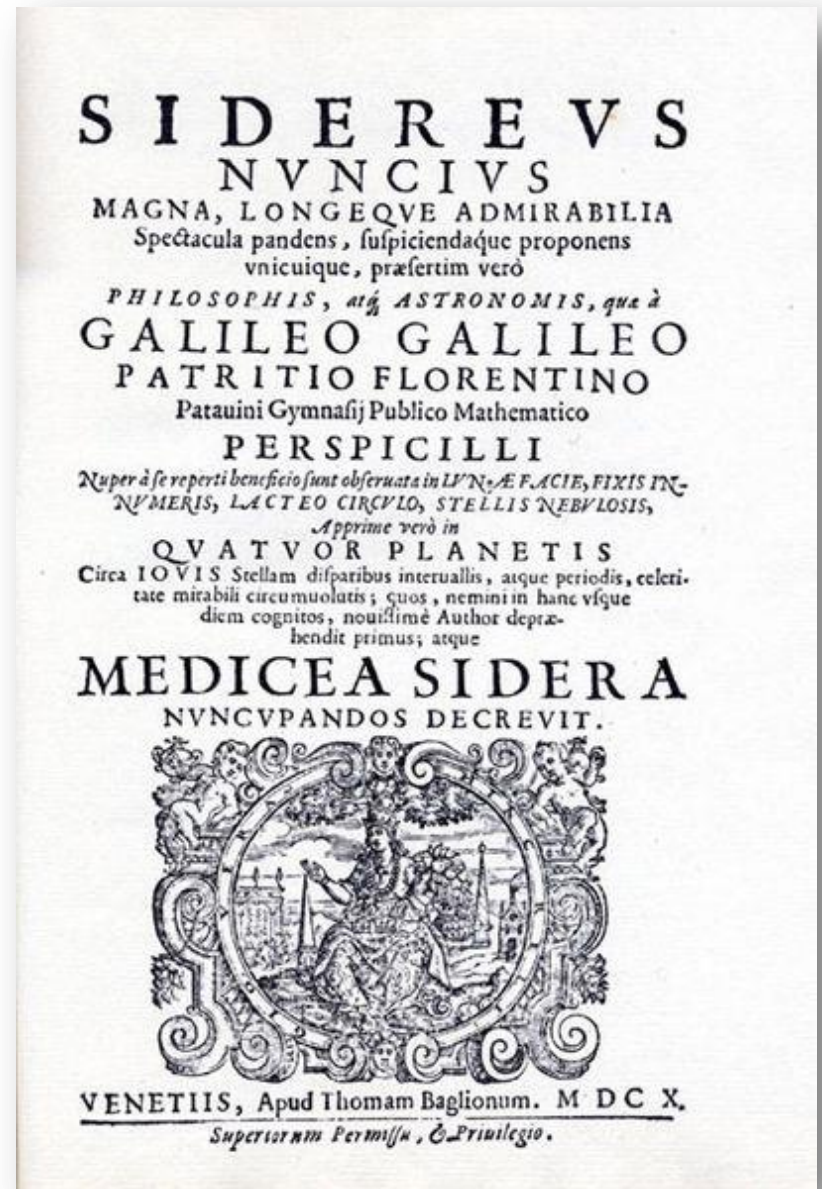
Heliocêntrico



A observação das fases de Vênus serviu como base para alicerçar o heliocentrismo como um modelo planetário plausível, o qual ao longo do tempo ganhou mais adeptos, principalmente junto com o desenvolvimento de uma mecânica capaz de lidar com as consequências da Terra em movimento.

Galileu chamou os satélites de Júpiter de *Sidera Medicea* (Estrelas dos Medici), com o intuito de obter patrocínio dessa importante família. Dessa maneira, consegue o cargo de Primeiro Filósofo e Matemático da Toscana, trocando Pádua por Florença, em 1610.

Nesse período, publicou ***Sidereus Nuncius*** (O Mensageiro das Estrelas), onde reunia seus achados com o telescópio, incluindo gravuras, e discussão sobre os mesmos.



Galileu não soube explicar o motivo da órbita dos planetas em torno do Sol. Afirmou acreditar que se devia a algum tipo de “magnetismo”.

Em 1611, foi convidado pela corte papal para fazer uma demonstração de seu telescópio. Por ser bem sucedido na ocasião, decide finalmente declarar-se copernicano.



Contudo, a declaração incomodou os aristotélicos, indignados com Galileu há algum tempo. Ele foi denunciado à inquisição por sua crença no atomismo, que contraria a eucaristia.



São Cardeal Roberto Bellarmino
(1542 – 1621)

No mesmo ano, o cardeal Roberto Bellarmino coloca o livro de Copérnico *De Revolutionibus* (As Revoluções dos Orbes Celestes) no *Índex* do Vaticano, o que ampliou a lista de denúncias contra Galileu.

Em 1616, em audiência com Bellarmino, Galileu ficou proibido de defender suas convicções publicamente. O copernicanismo poderia ser discutido somente como um **hipotético** exercício matemático.



Já em 1618, o padre jesuíta Orazio Grassi publica um panfleto desdenhando das dúvidas acerca dos cometas, em defesa do sistema ptolomaico/aristotélico, o que aumentou a ira de Galileu.



F. Villamoena Fecit.

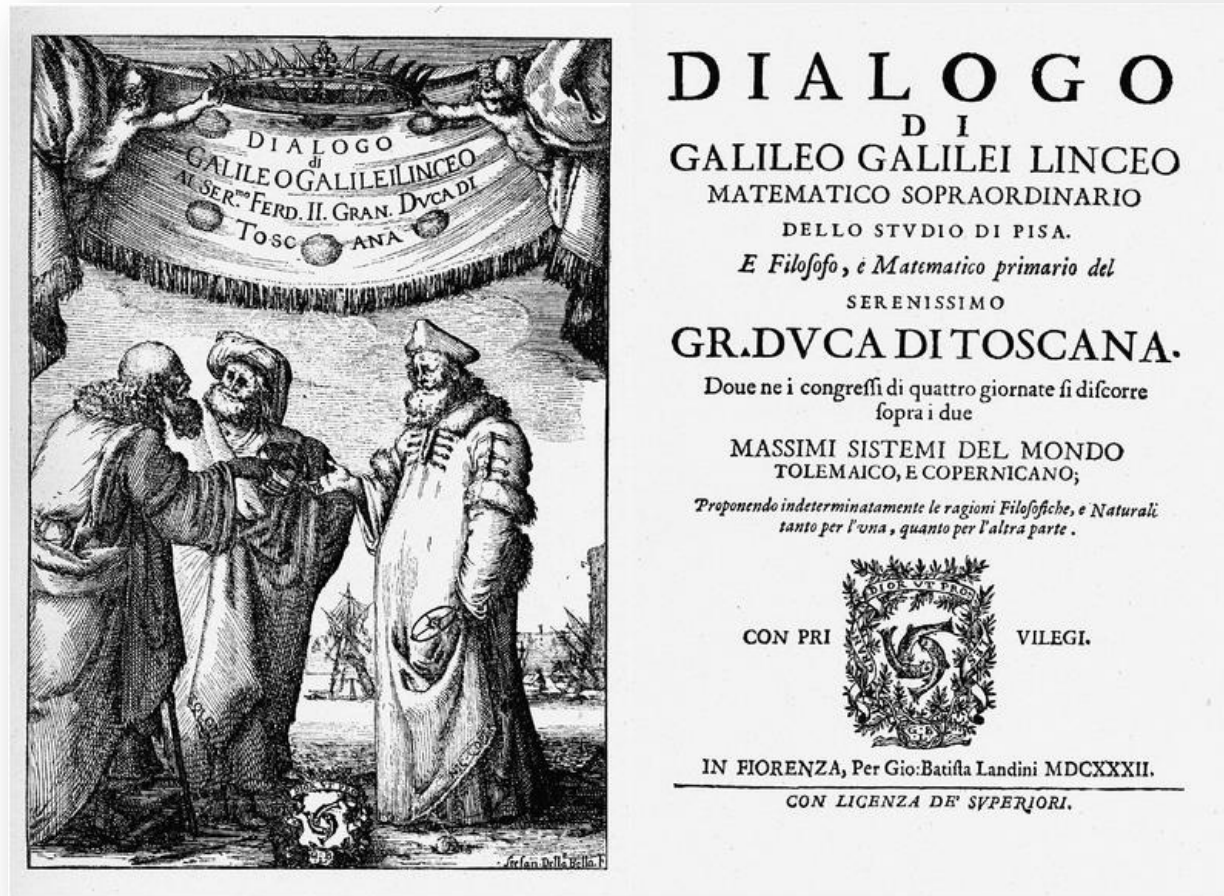
Cinco anos depois, em 1623, com 59 anos, publica // *Saggiatore* (O Ensaaiador), onde emite suas opiniões filosóficas sobre a matéria, o que inclui uma discussão quanto à natureza dos cometas. O livro é dedicado ao novo papa Maffeo Barberini, conhecido por Urbano VIII, que era matemático e admirador do trabalho de Galileu.



Papa Urbano VIII
(1568 – 1644)

No ano seguinte, 1624, Galileu é chamado para uma reunião pessoal com o papa, que o libera para escrever sobre suas investigações, desde que não defenda o copernicanismo como verdadeiro.

No período de dois anos escreveu o Diálogo (Diálogo Sobre os Dois Sistemas de Mundo, o Ptolomaico e o Copernicano), publicado somente em 1632, e que inicialmente agradara muito ao papa.



Diálogo traz a conversa entre três homens em um palácio em Veneza:

Sagredo: homem inteligente, porém sem instrução quanto à Ciência.

Salviati: sábio cientista, defensor do heliocentrismo.

Simplício: simplório padre jesuíta, adepto do geocentrismo.

Inicialmente interpretado pelo Vaticano como um livro imparcial, logo se soube que se tratava de uma defesa do heliocentrismo.

Os jesuítas encontram um documento no qual Galileu se comprometeu ao cardeal Bellarmino de não mais falar sobre o copernicanismo, o que deu início ao processo de heresia.

Ainda em 1632, Galileu, já com 68 anos, foi convocado para mais uma reunião em Roma, na qual foi condenado a prisão. Sendo obrigado a negar publicamente o heliocentrismo e o atomismo.



Após sua declaração foi enviado de volta a sua casa em Florença, onde deveria permanecer em prisão domiciliar por tempo indeterminado.

Nesse período, escreveu o Discurso (Discurso Sobre Duas Novas Ciências), novamente estrelado por Sagredo, Salviati e Simplicio, no qual discutia suas ideias acerca da Mecânica e da experimentação. Esse livro foi contrabandeado por um embaixador aliado e publicado na Holanda, sendo distribuído por toda a Europa.

DISCORSI
E
DIMOSTRAZIONI
MATEMATICHE,
intorno à due nuoue scienze

Attenenti alla
MECANICA & I MOVIMENTI LOCALI,

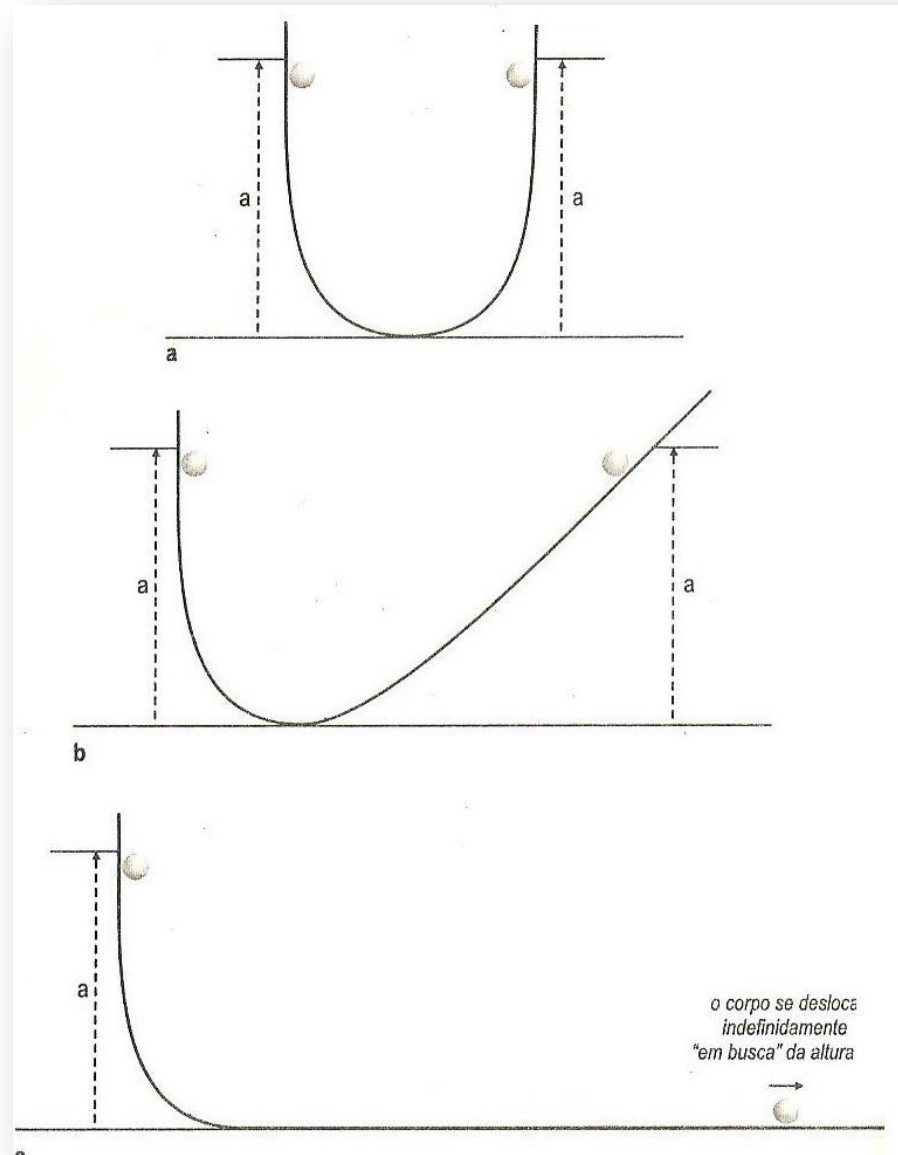
del Signor
GALILEO GALILEI LINCEO,
Filosofo e Matematico primario del Serenissimo
Grand Duca di Toscana.

Con una Appendice del centro di gravità d'alcuni Solidi.



IN LEIDA,
Appresso gli Elsevirii. M. D. C. XXXVIII.

“Conservação da Energia Mecânica”





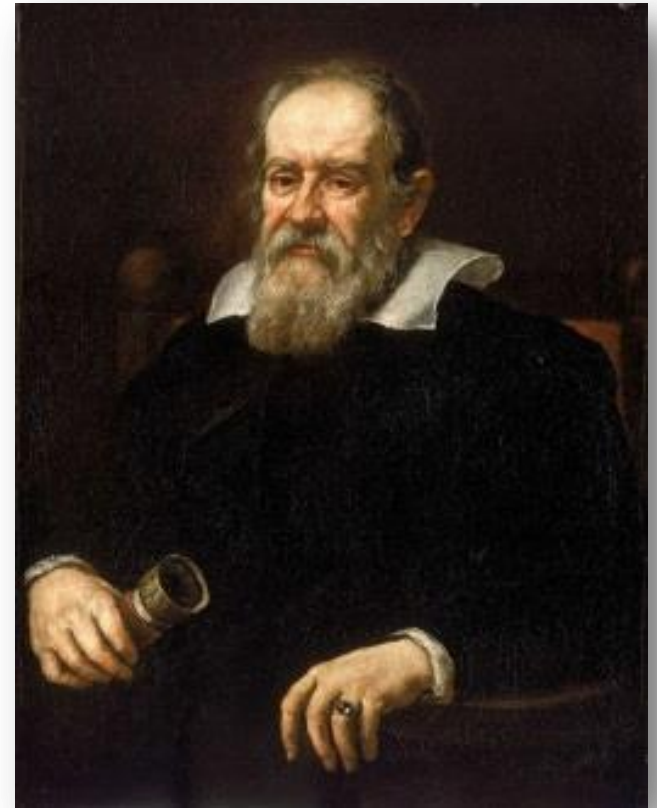
Propriedade que mantém o corpo em movimento após o término do contato com o agente inicial do movimento: INÉRCIA

A definição de Inércia por Galileu constitui a 1ª Lei de Newton.

Também postulou que o movimento retilíneo uniforme, assim como o repouso, era um estado natural de movimento, devido à ausência do atrito, o que sugere certo conhecimento da 3ª Lei de Newton.

Galileu também relacionava a inércia à massa dos corpos, princípio importante na fundamentação da 2ª Lei de Newton.

Galileu faleceu no dia 08 de janeiro de 1642, enfermo e cego, devido suas numerosas observações com o telescópio.



Adendo: Galileu foi “perdoado” pela Igreja Católica em 1992. Porém, esse perdão se refere somente a sua defesa do heliocentrismo. O mesmo não ocorreu pelo atomismo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANIATO, R. (2010). *(Re)Descobrimdo a Astronomia*. Editora Átomo, Campinas.

FEYERABEND, P. (1977). *Contra o Método*. Editora Francisco Alves, Rio de Janeiro.

MOSLEY, M. & LYNCH, J. (2011). *Uma História da Ciência: Experiência, Poder e Paixão*. Jorge Zahar Editor, Rio de Janeiro.

S.O. KEPLER & SARAIVA, M.F.O. (2003). *Astronomia e Astrofísica*. Editora UFRGS, Porto Alegre.

STRATHERN, P. (1999). *Galileu e o Sistema Solar em 90 minutos*. Jorge Zahar Editor, Rio de Janeiro.

As imagens foram extraídas do bando de dados do Google Imagens ou elaboradas pelo autor.