

Da Revolução Científica à Big Science

Ana Simões

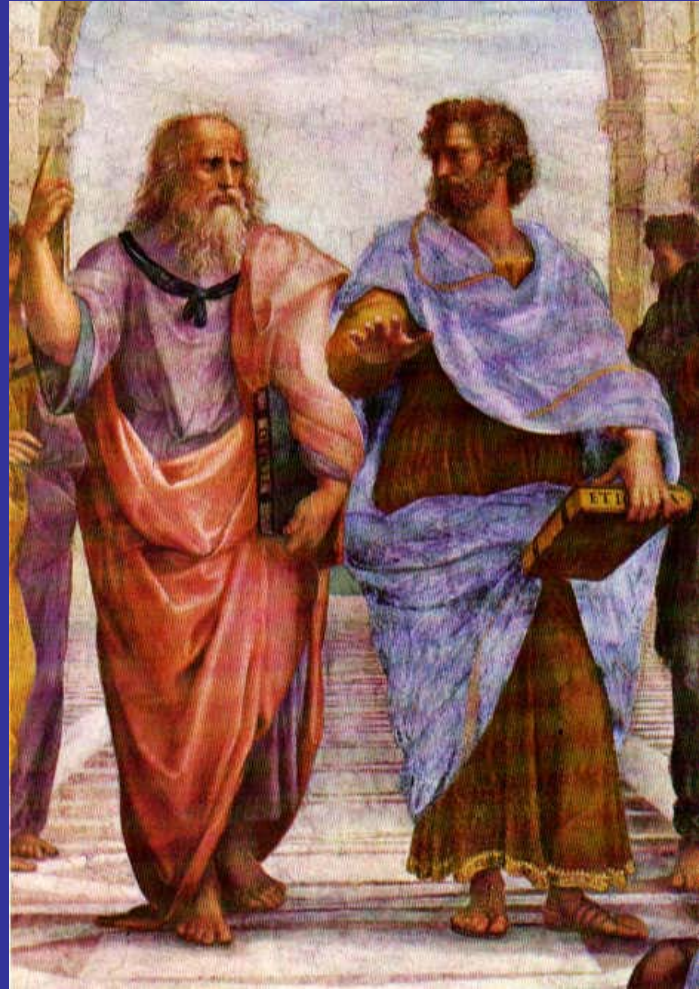
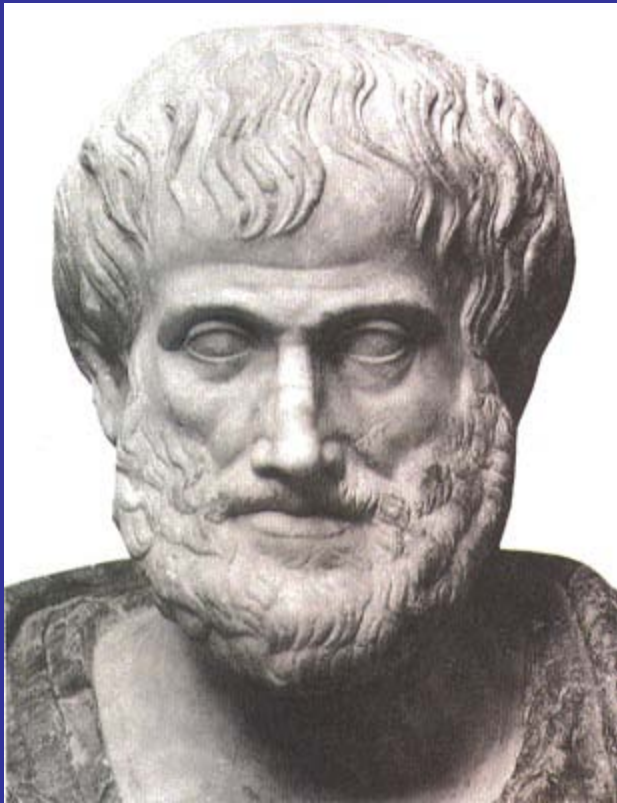
2011

Since [the scientific revolution] overturned the authority in science not only of the middle ages but of the ancient world—since it ended not only in the collapse of scholastic philosophy but in the destruction of Aristotelian physics—it outshines everything since the rise of Christianity and reduces the Renaissance and the Reformation to the rank of mere episodes, mere internal displacements, within the system of medieval Christendom. Since it changed the character of man's habitual mental operations even in the conduct of the non-material sciences while transforming the whole diagram of the physical universe and the very texture of human life itself, it looms so large as the real origin both of the modern world and of the modern mentality that our customary periodisation of European history has become an anachronism and an encumbrance.

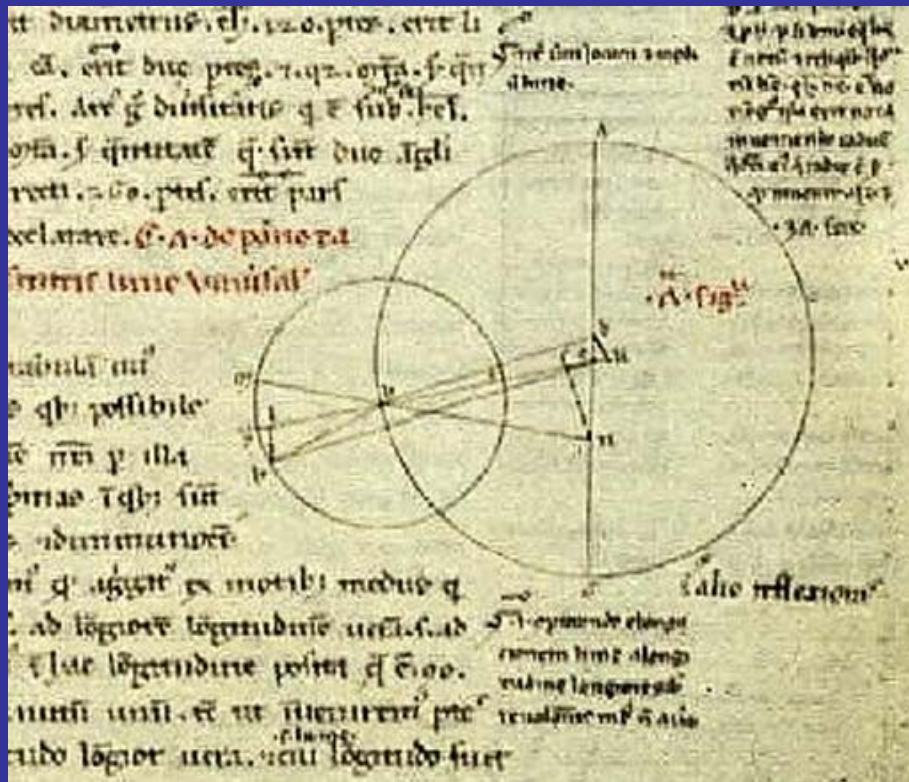
Sir Herbert Butterfield, *The Origins of Modern Science 1300-1800* (New York, The Free Press, 1957)

Visão do mundo aristotélico-ptolomaica

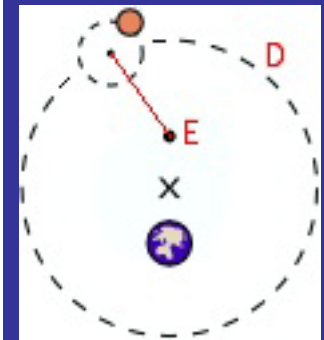
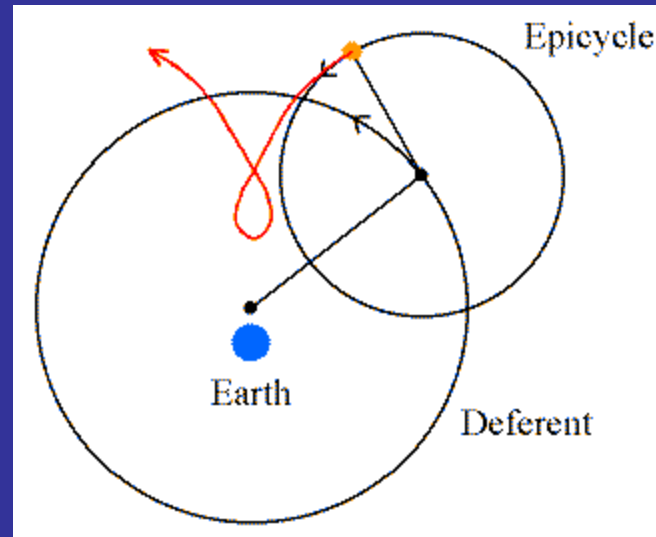
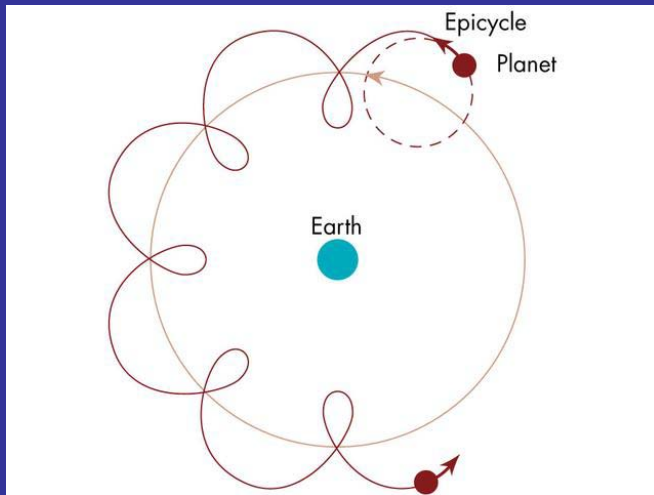
- Cosmos geocêntrico e homocêntrico (mundo finito, fechado e hierarquicamente ordenado, criado para o homem)
- Visão organicista e holista do mundo (todas as coisas estão interligadas e têm um “lugar” específico numa hierarquia)
- Visão teleológica (tudo tem uma finalidade)
- Espaço completamente preenchido por matéria
- Movimento como um processo



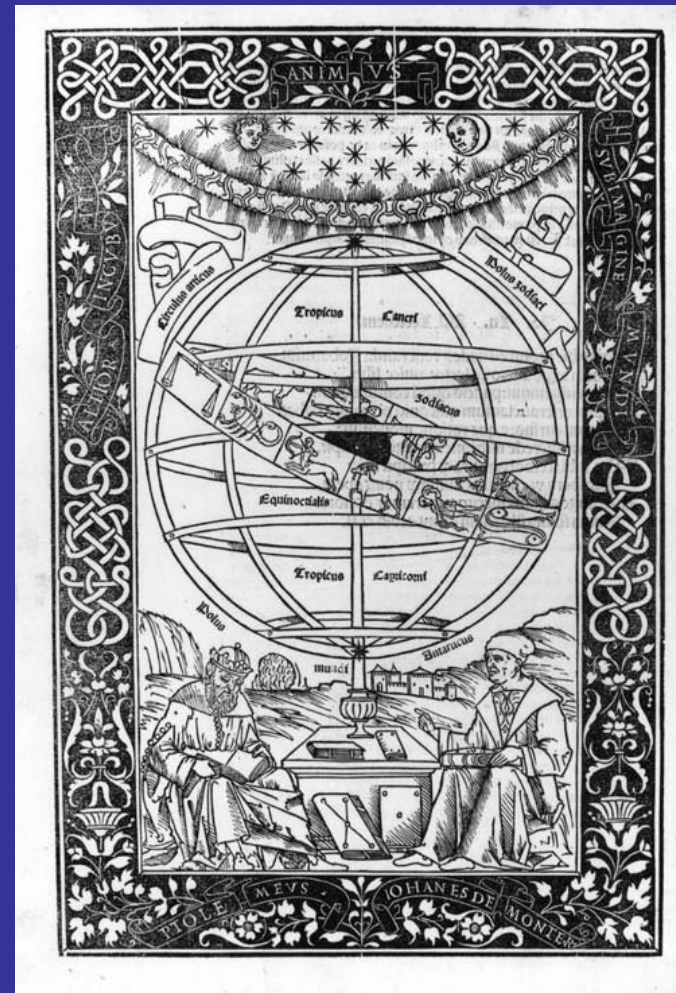
O modelo ptolomaico



As ferramentas da astronomia ptolomaica



Regiomontanus – Epítome do Almagesto



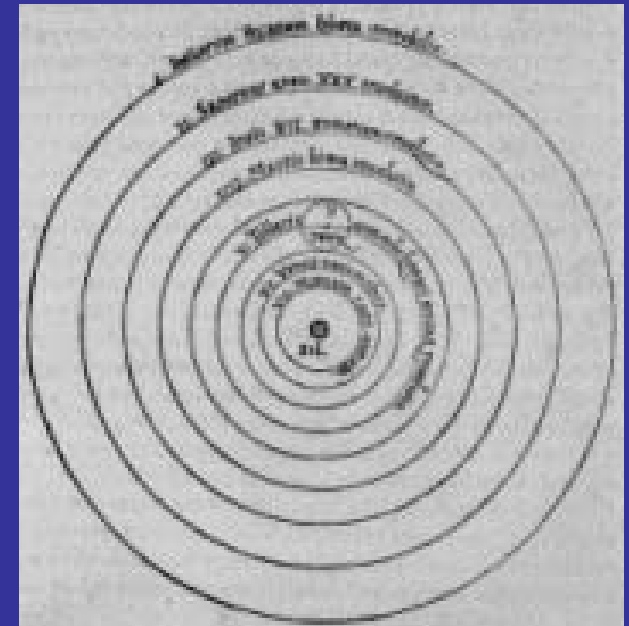
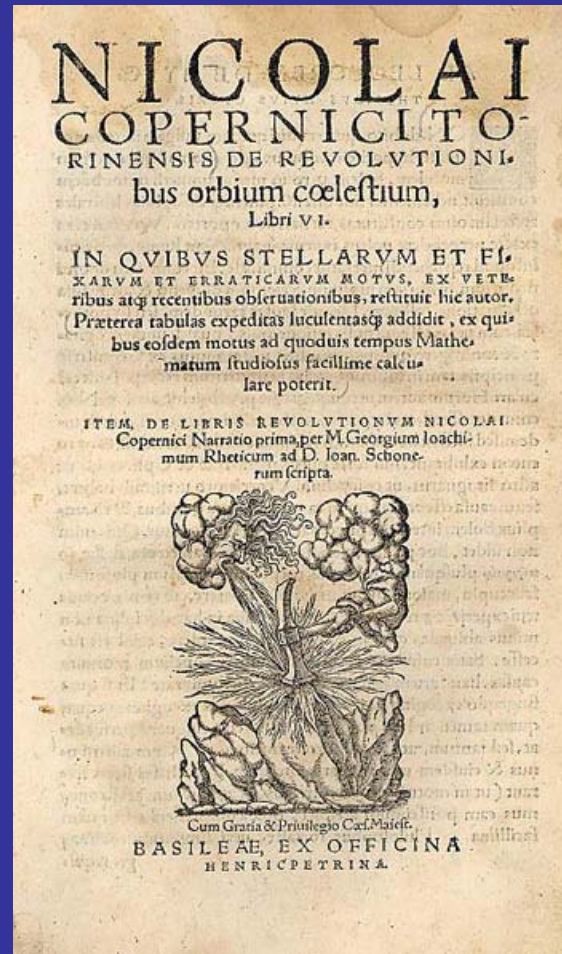
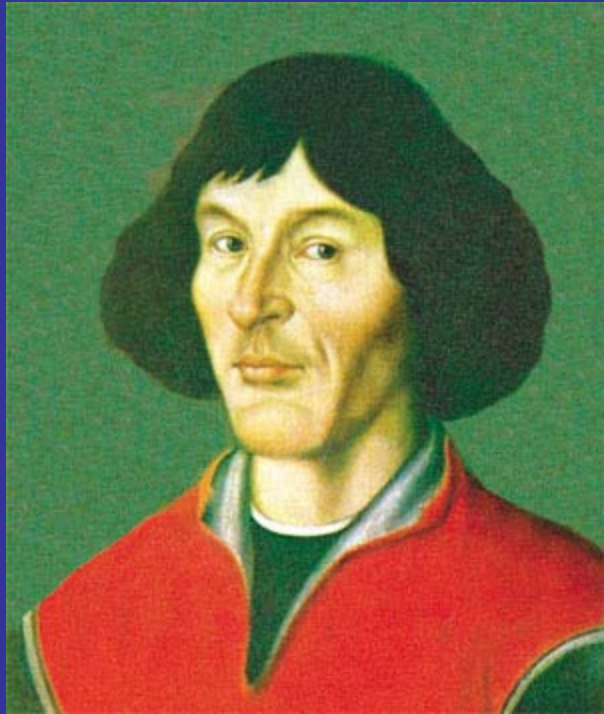
A Revolução Científica

Áreas disciplinares

Ciências clássicas: matemática, astronomia, harmonia, óptica, estática e hidroestática, estudo do movimento

- Astronomia: da astronomia matemática à astronomia física. A conquista do espaço
- Ciência do movimento: da física qualitativa aristotélica à física quantitativa. A mecanização do universo

Nicolau Copérnico (1473-1543)



Copérnico, *De Revolutionibus* (1543)

Prefácio dedicado a sua Santidade Paulo III Sumo Pontífice

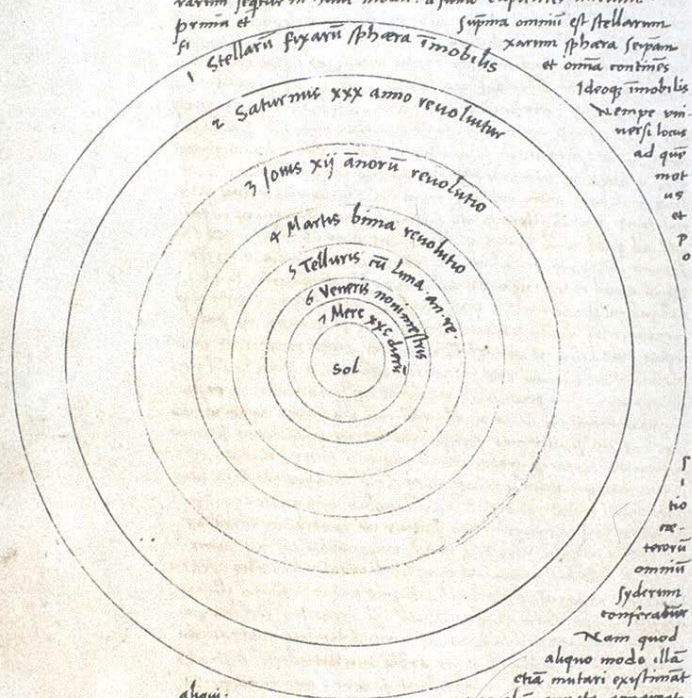
...ou seria preferível seguir o exemplo dos Pitagóricos e de alguns outros que procuravam confiar os mistérios da filosofia aos seus familiares, amigos e a ninguém mais, não por escrito mas de viva voz, tal como atesta a carta de Lísis a Hiparco...

...O mesmo fizeram junto de mim, numerosíssimos outros homens muito eminentes e muito cultos, exortando-me a que, por um preconceito de medo, não recusasse por mais tempo confiar a minha obra à comum utilidade dos estudiosos da Matemática...

... Também não conseguiram descobrir ou concluir a partir desses círculos um facto de mais interesse ou seja a forma do Universo e a justa simetria das suas partes, mas aconteceu-lhes como a alguém que fosse buscar a diferentes mãos, pés, cabeça e outros membros, perfeitamente apresentados sem dúvida mas sem formarem um corpo uno, e sem qualquer espécie de correspondência mútua entre si, de tal maneira que resultaria deles mais um monstro que um homem...

...E isto não lhes teria de certeza acontecido se tivessem seguido princípios rigorosos...

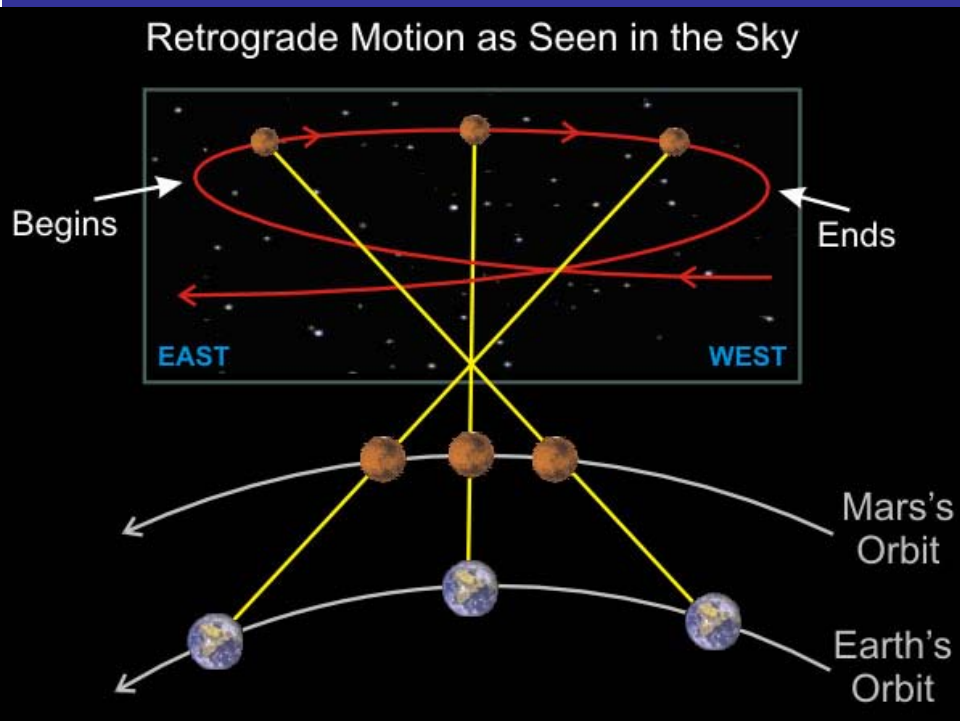
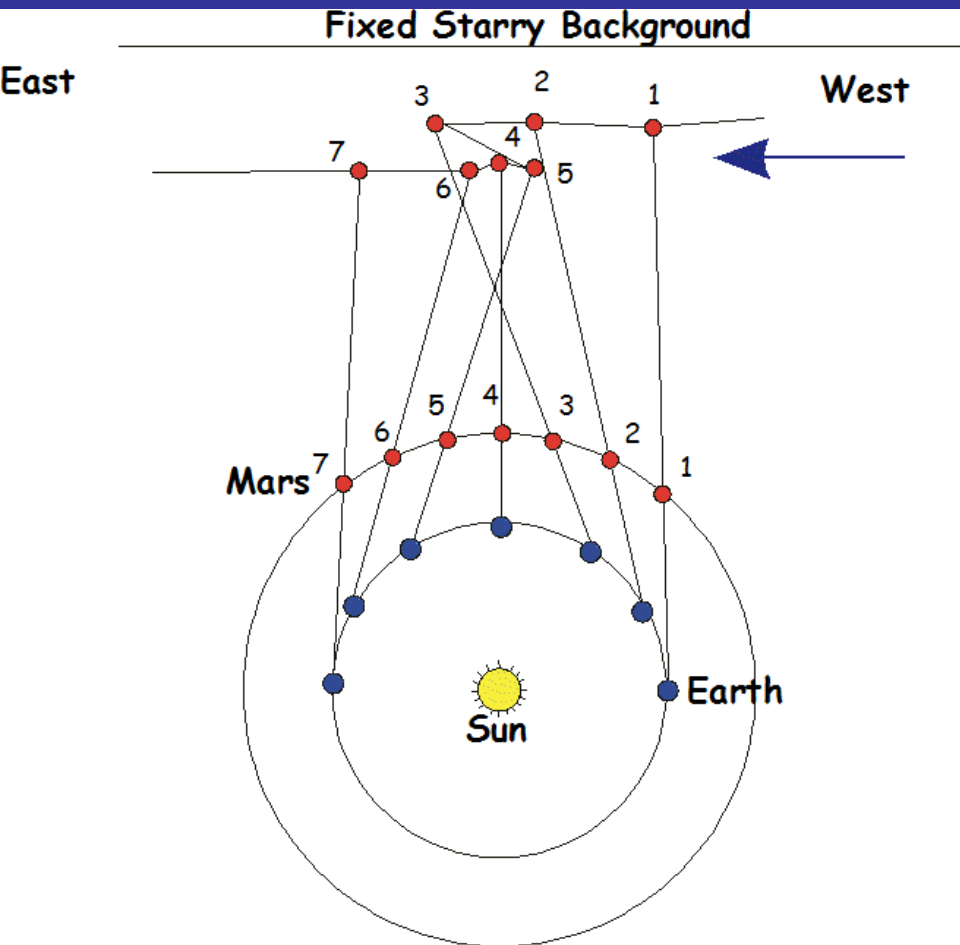
ratione salua manente, nemo em̄ conuentione allegabit
 q̄ ut magnitudinē orbium multitudine hinc metatur, ordo sphae-
 rarum sequitur in hunc modū: a sumo capientes mirum.

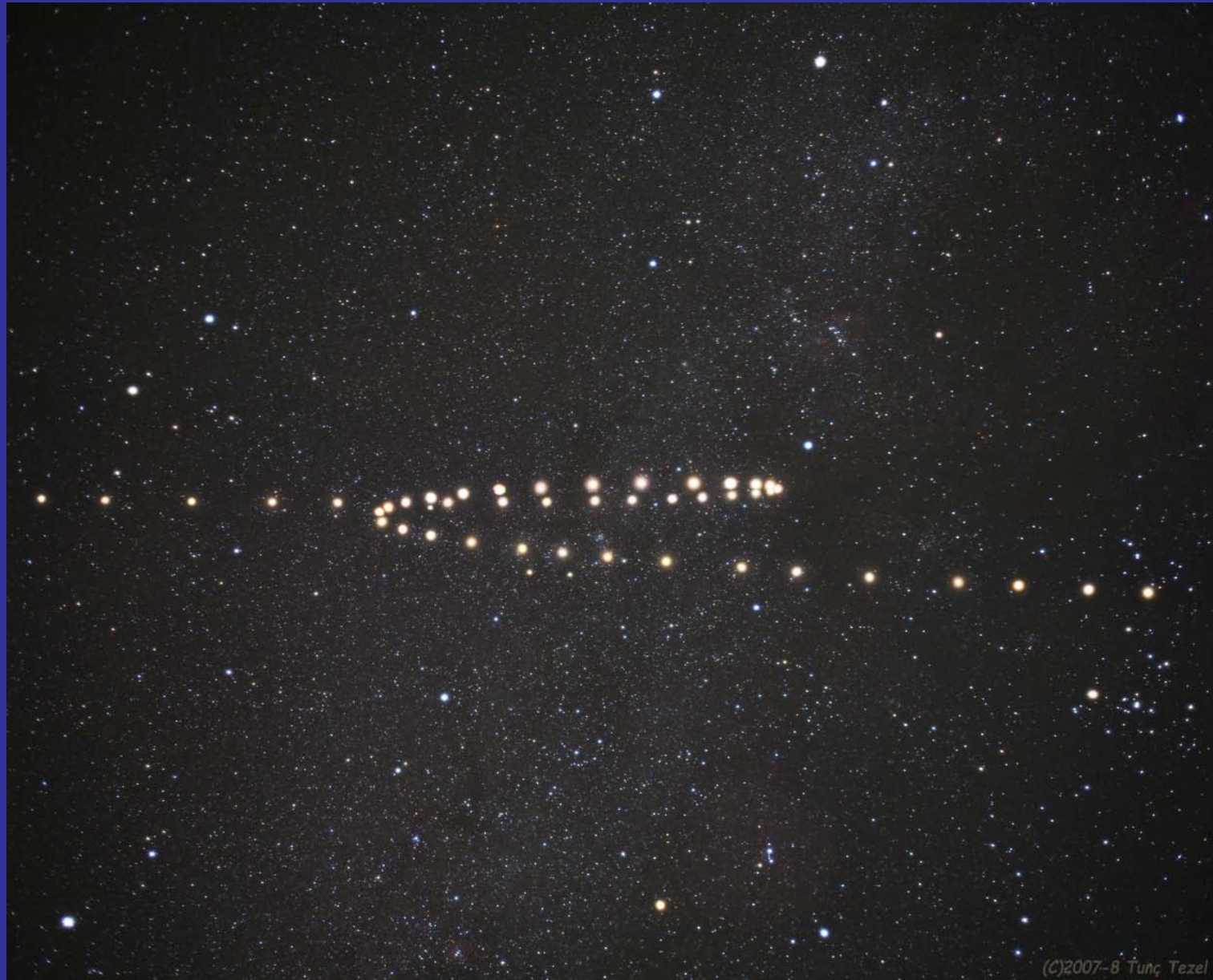


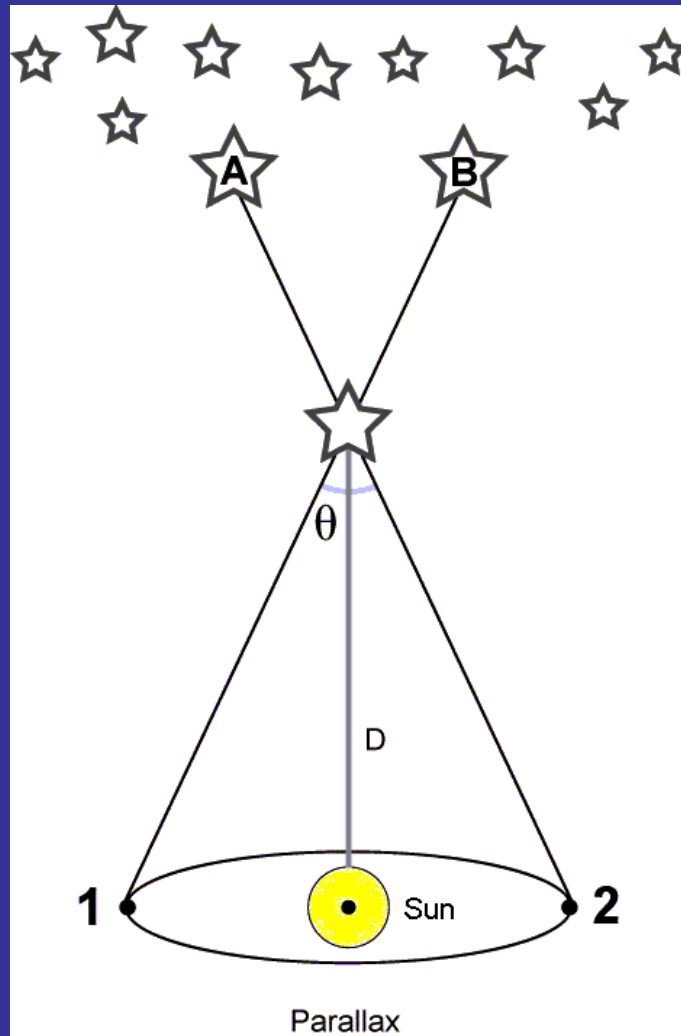
aliqui:
 in deductione motus terrestris assignabimus causam. Sequit̄
 errantium primus Saturnus: qui XXX anno suū complet̄ circu-
 itū post hunc Iupiter duodecimā reuolutione mobilis. Deinde
 Mars uolo qui biennio circuit. Quartū in ordine anni reuolu-
 tio locum optinet: in quo terra cum orbe Lunari tamq̄ epicyclo
 contineri diximus. Quinto loco Venus nono mense redubatur

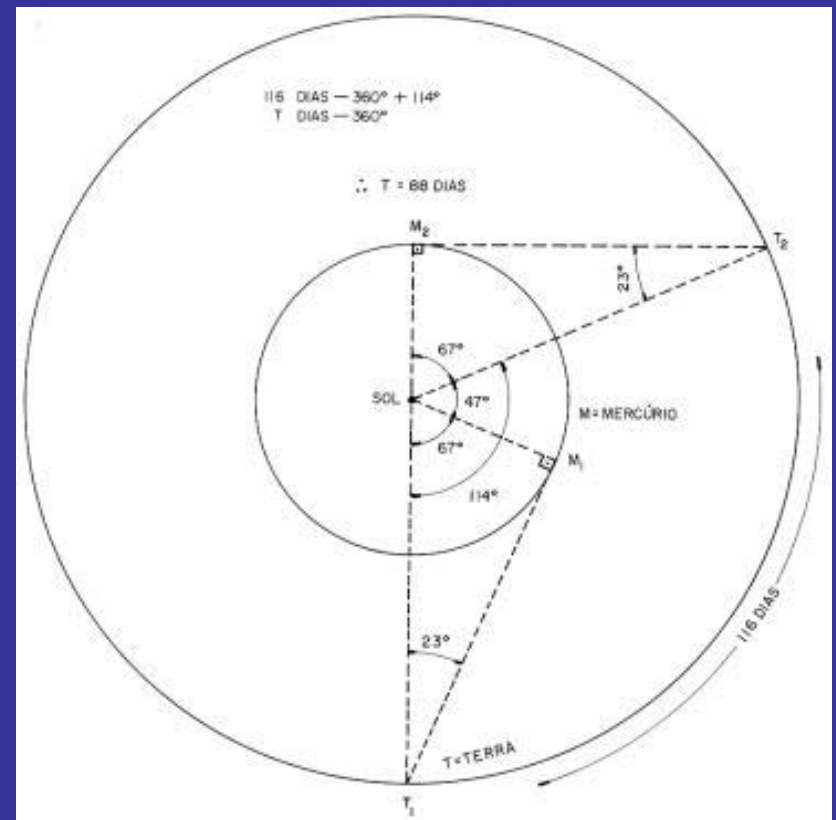
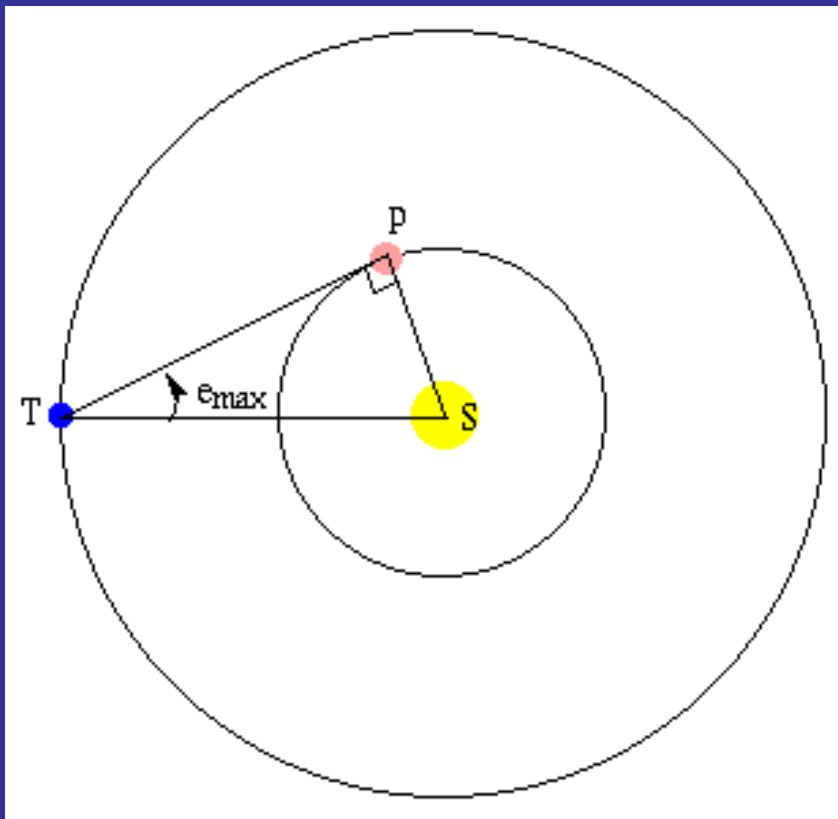
supra omni est stellarum
 XXXIII sphaera separata
 et omnia continēs
 Ideoq; immobilis
 nempe uni-
 uersi locus
 ad quē
 motus
 us
 et
 p̄o

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30
 31
 32
 33
 34
 35
 36
 37
 38
 39
 40
 41
 42
 43
 44
 45
 46
 47
 48
 49
 50



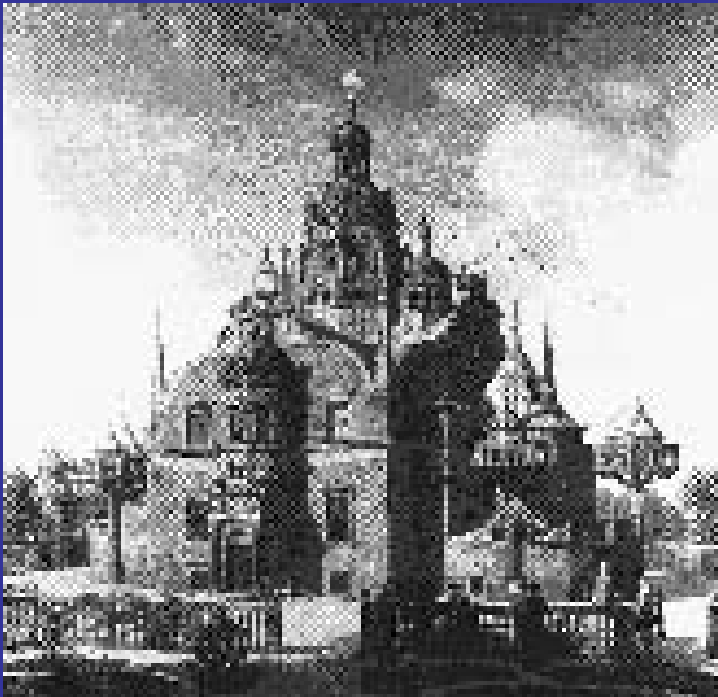


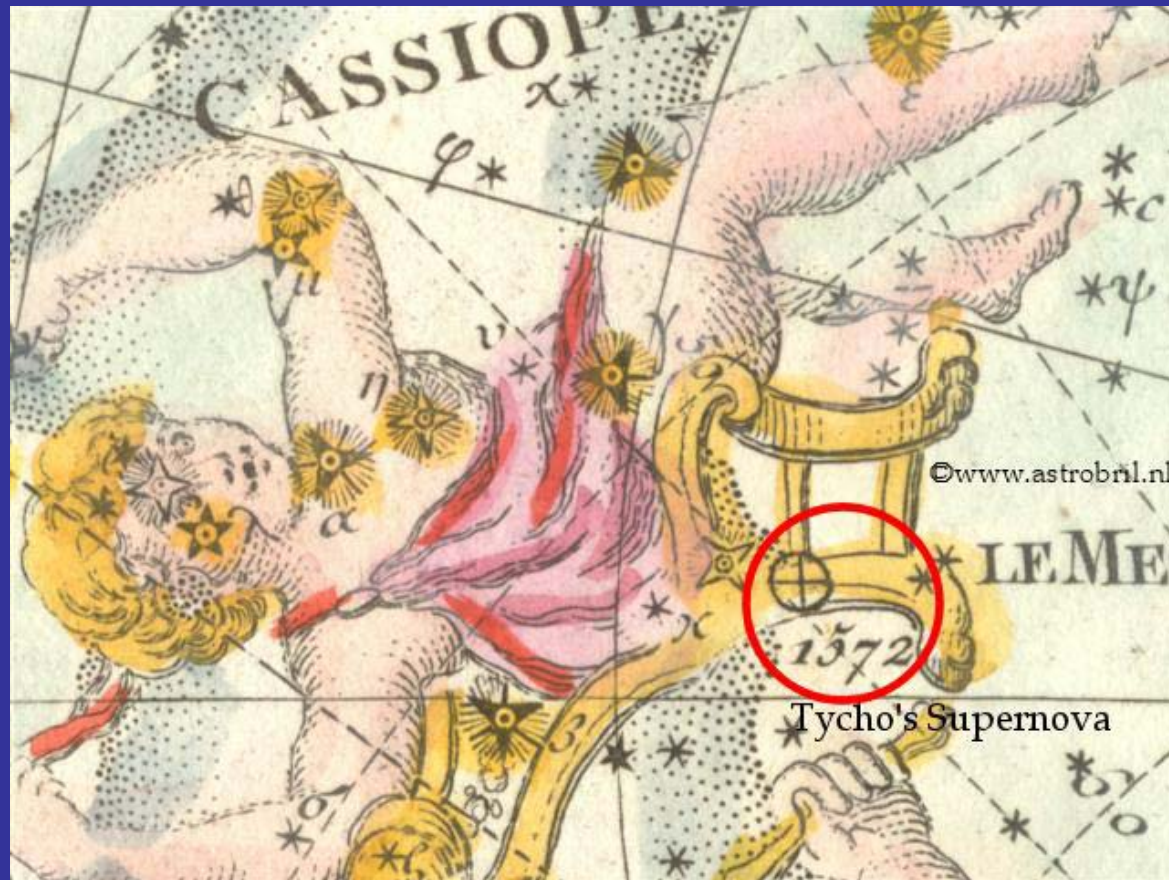




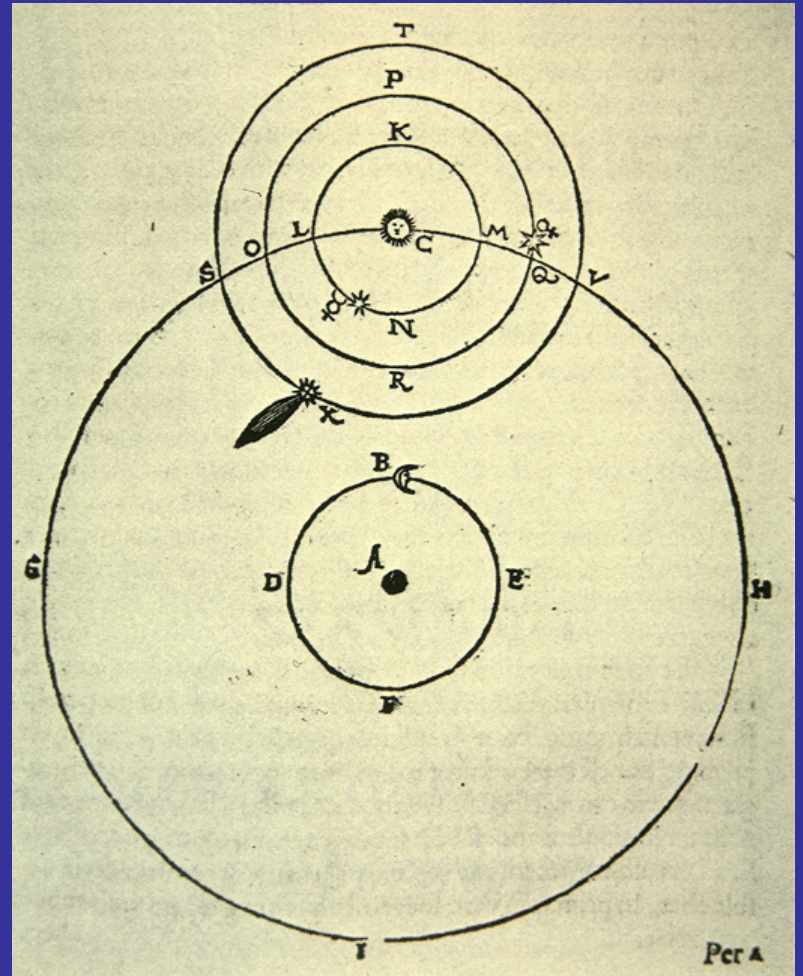
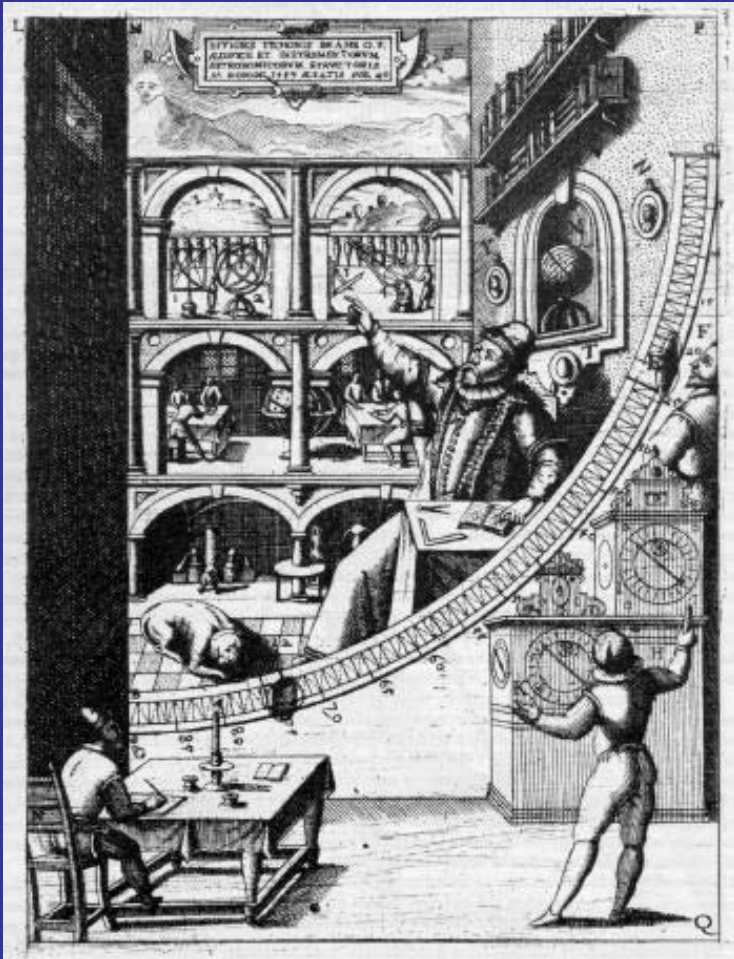
Planeta	Copérnico	Moderno
Mercúrio	0,38	0,387
Vênus	0,72	0,723
Terra	1	1
Marte	1,52	1,52
Júpiter	5,22	5,2
Saturno	9,17	9,54

Tycho Brahe (1546-1601)

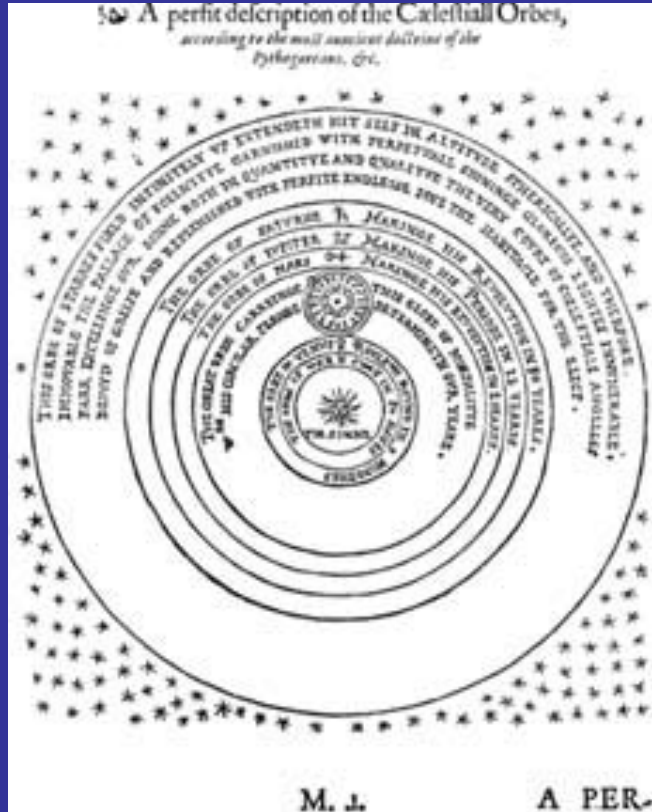




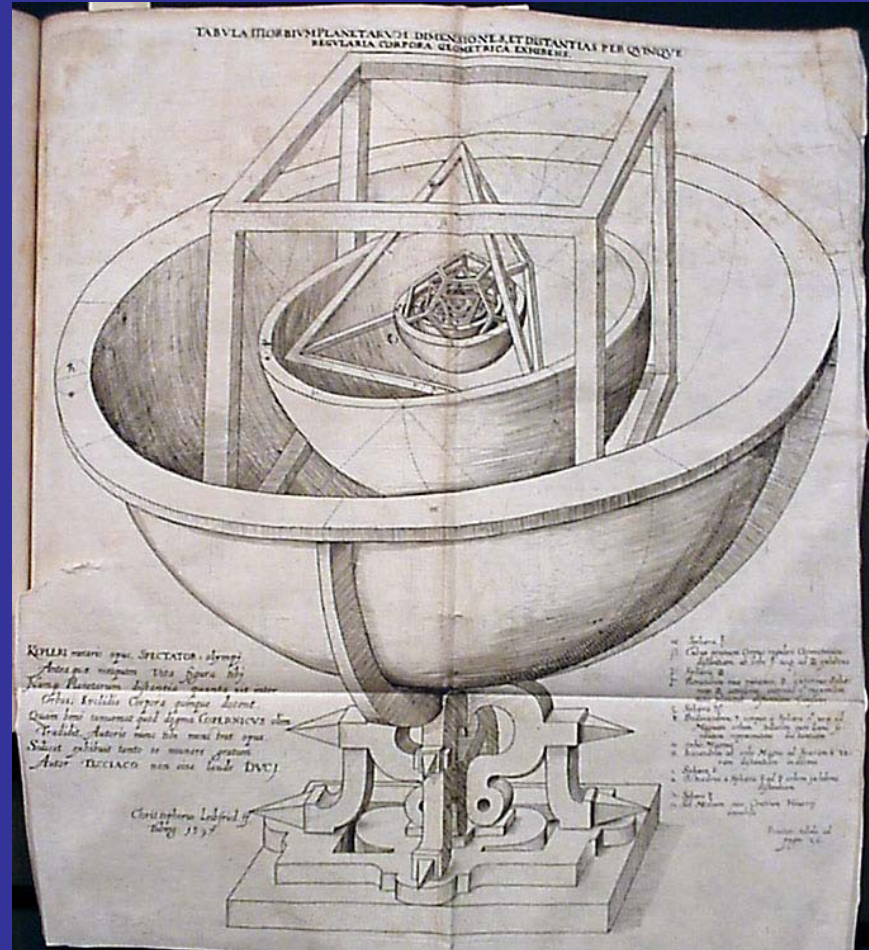
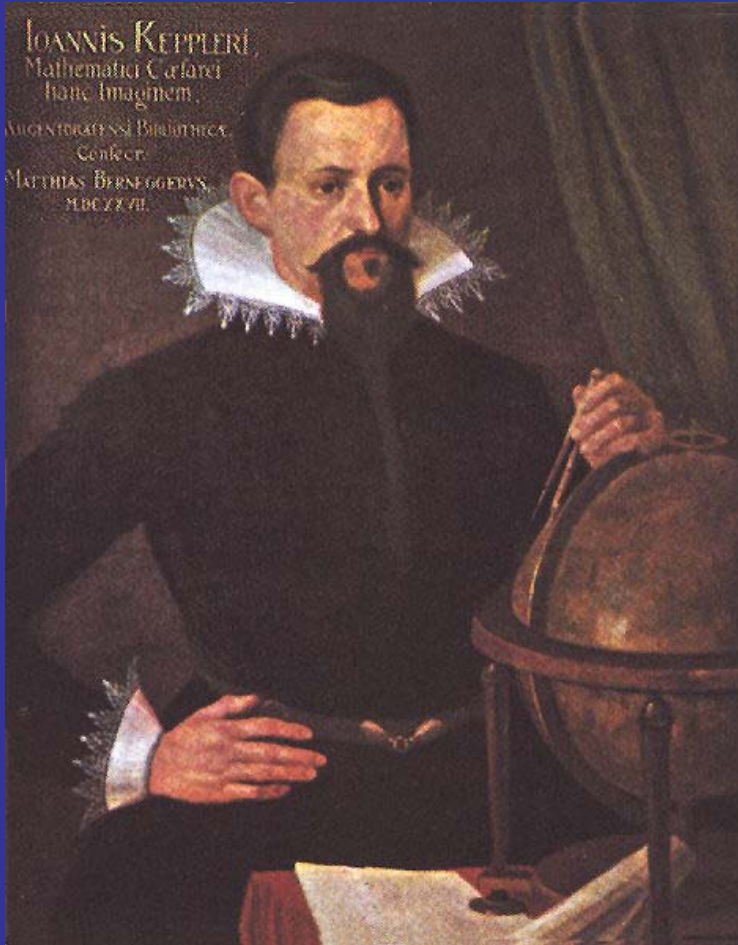
Tycho's Supernova



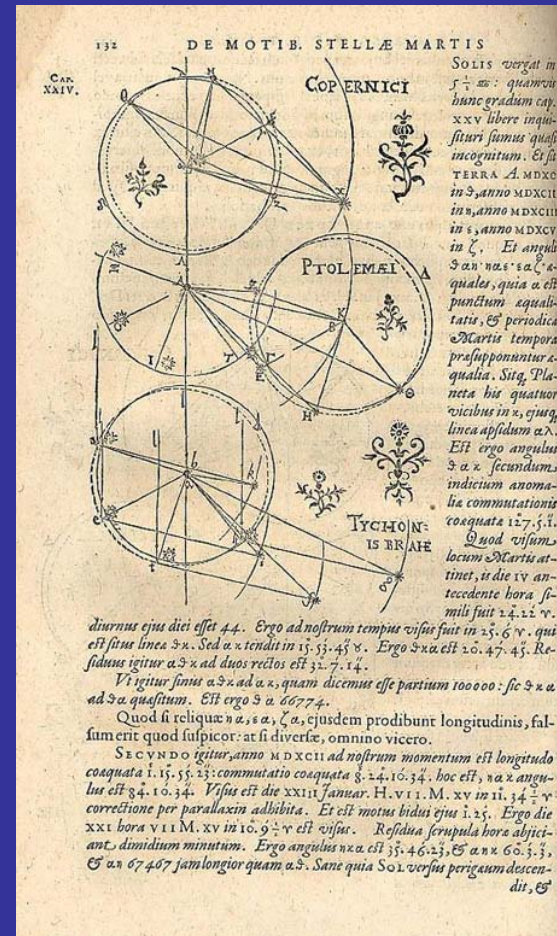
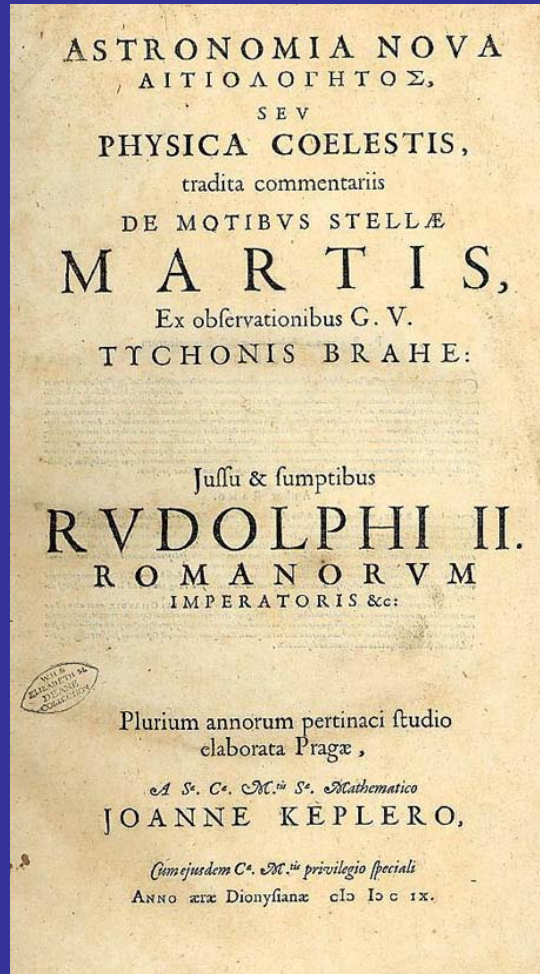
Thomas Digges (1576) e Riccioli (1651)



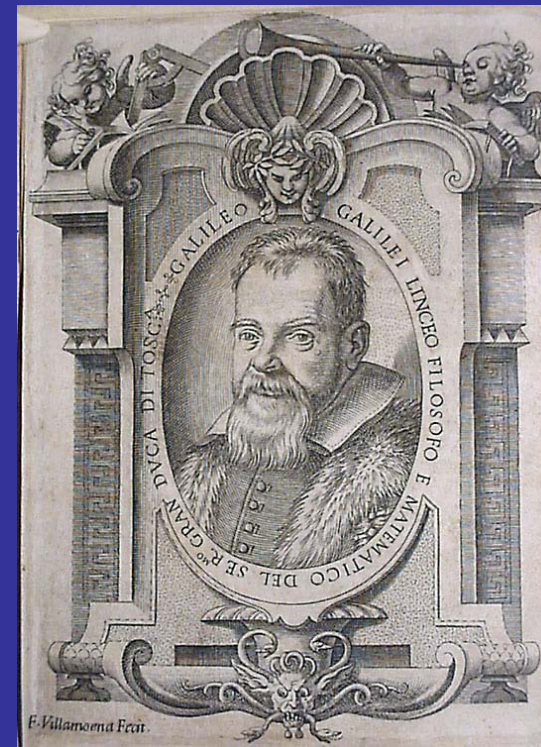
Johannes Kepler (1571-1630)



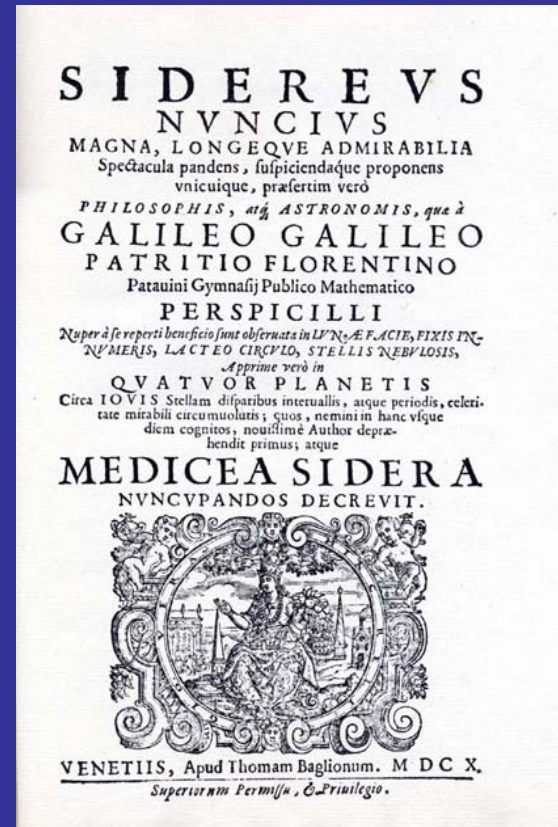
Marte e a Astronomia Nova (1609)



Galileu Galilei (1564-1642)



Um intruso na astronomia: a luneta



S I D E R E V S N V N C I V S

MAGNA, LONGEQVE ADMIRABILIA
Spectacula pandens, suspiciendaque proponens
vnicuique, praefertim vero

PHILOSOPHIS, atq; ASTRONOMIS, quae à
GALILEO GALILEO
PATRITIO FLORENTINO

Patauini Gymnasij Publico Mathematico

PERSPICILLI

Nuper à se reperti beneficio sunt obseruata in LVNÆ FACIE, FIXIS IN-
NUMERIS, LACTEO CIRCVLO, STELLIS NEBULOSIS,

Apprime vero in

QVATVOR PLANETIS

Circa IOVIS Stellam disparibus interuallis, atque periodis, celeri-
tate mirabili circumuolatis; quos, nemini in hanc vsque
diem cognitos, nouissimè Author depre-
hendit primus; atque

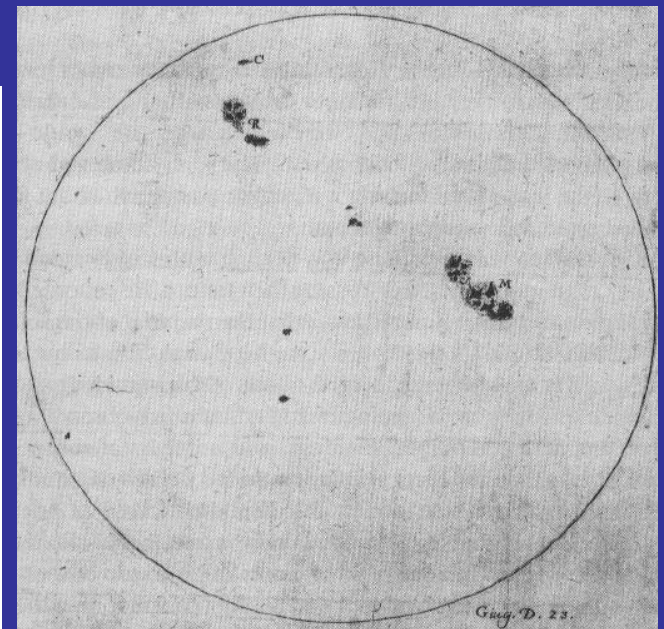
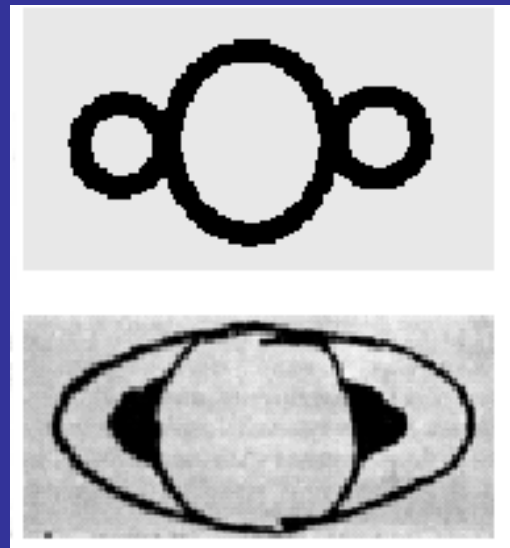
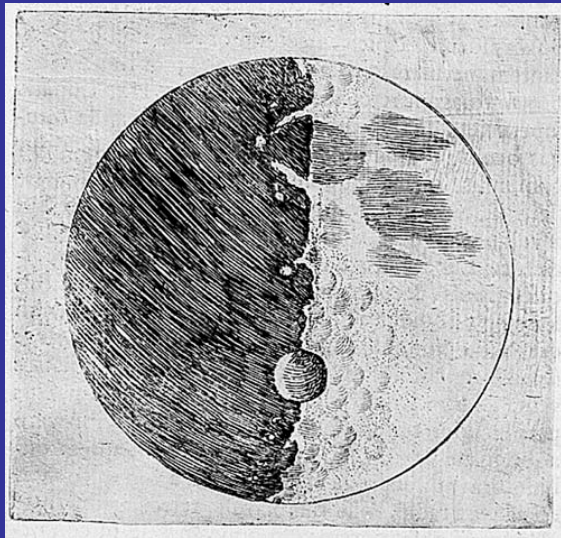
MEDICEA SIDERA
NUNCUPANDOS DECREVIT.

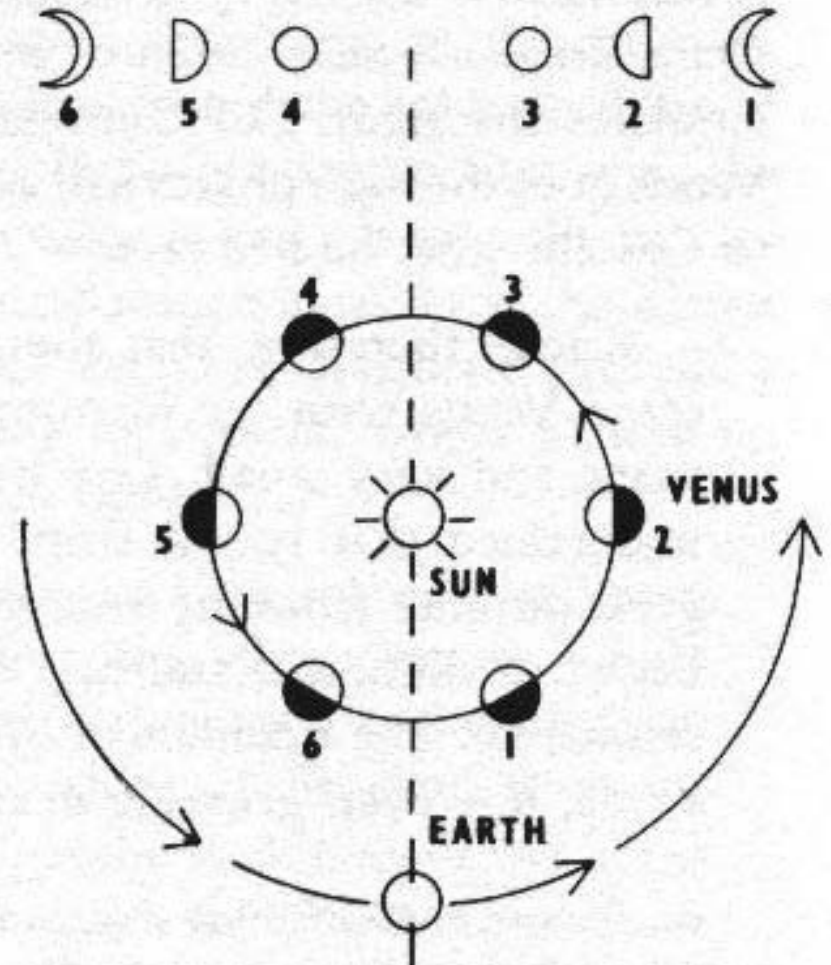
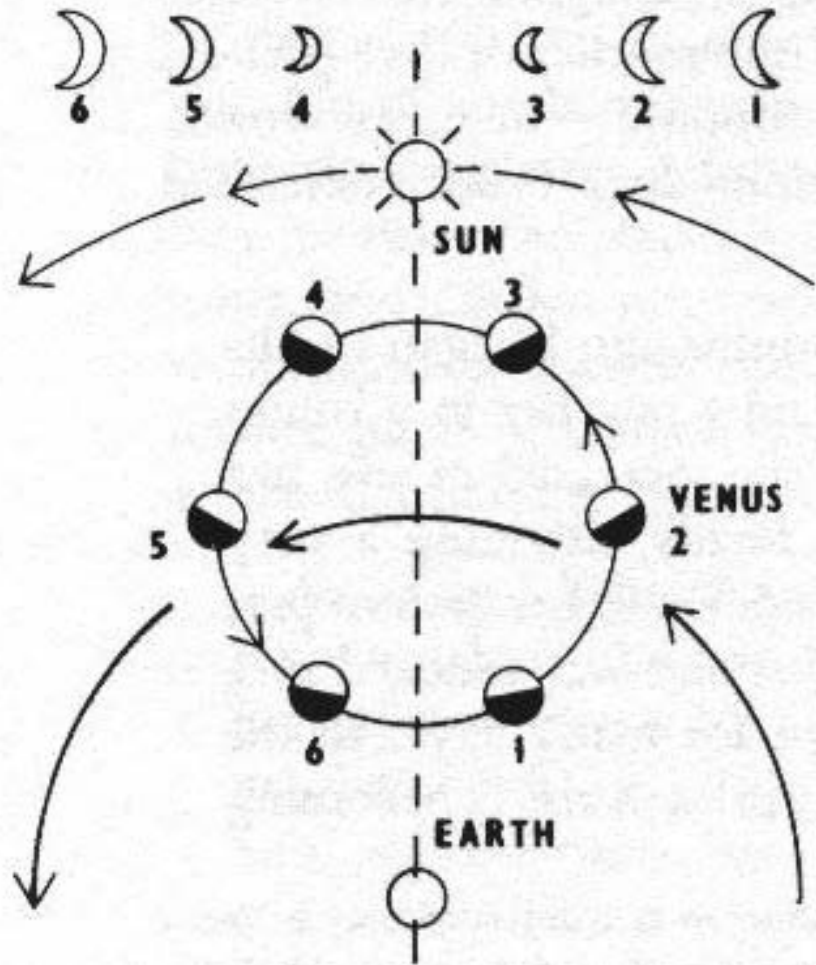


VENETIIS, Apud Thomam Baglionum. M D C X.

Superiorum Permissu, & Privilegio.

Observações de Galileu





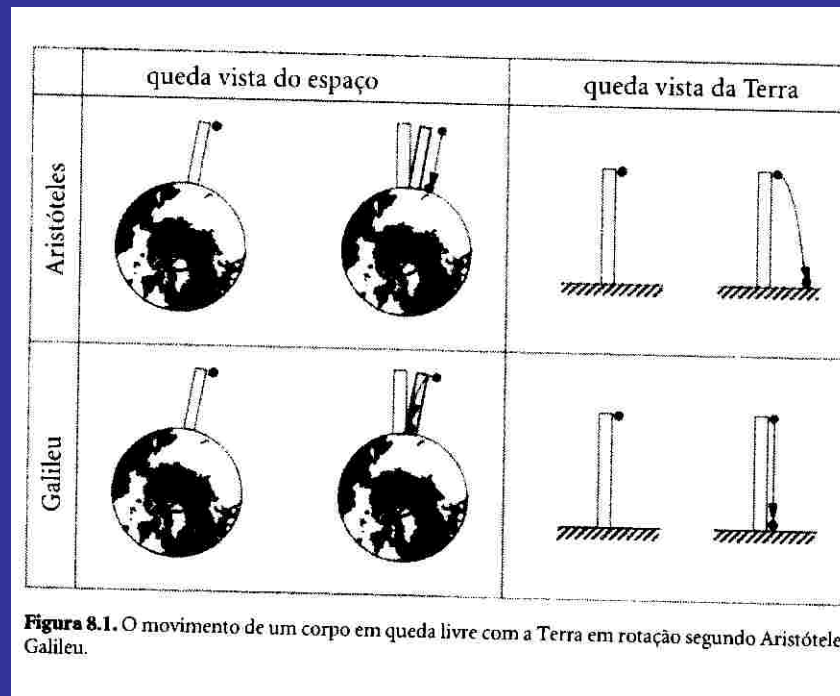
Diálogo sobre os dois principais sistemas do mundo (1632)



O movimento segundo Galileu

- Defesa do modelo heliocêntrico e a construção de uma nova física
- O movimento da Terra
- A construção de uma física para uma Terra móvel

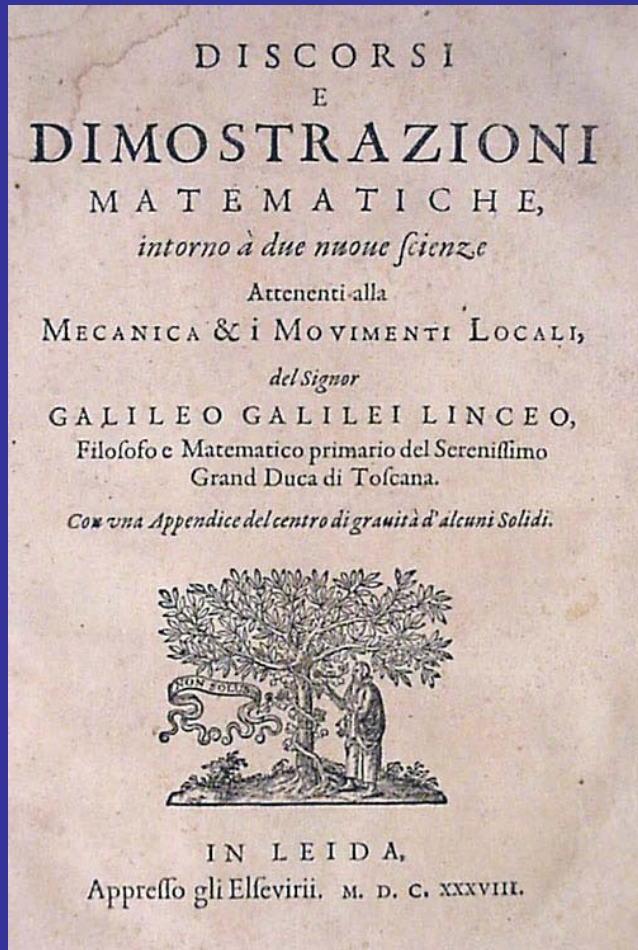
Uma prova do movimento da Terra?



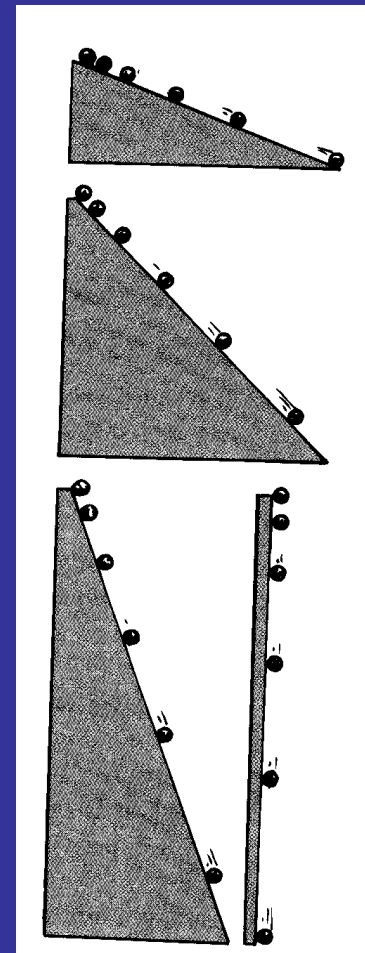
O movimento segundo Galileu

- Movimento de queda livre e movimento no plano inclinado
- Movimento de inércia
- Movimento de um projétil
- Repouso e movimento como estados

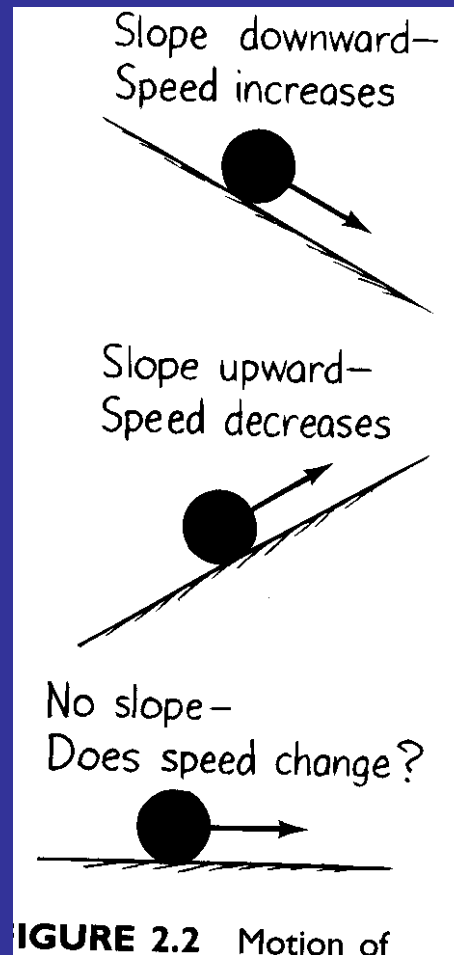
As Duas novas ciências (1638)



Galileu: teoria, experiência e prática



Galileu e o Movimento inercial



Movimento dos projecteis. Duas representações

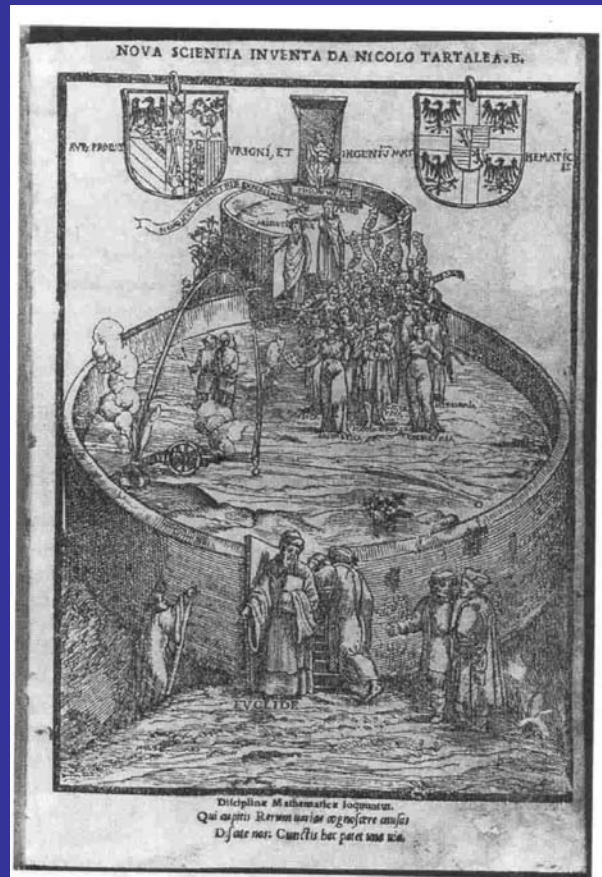
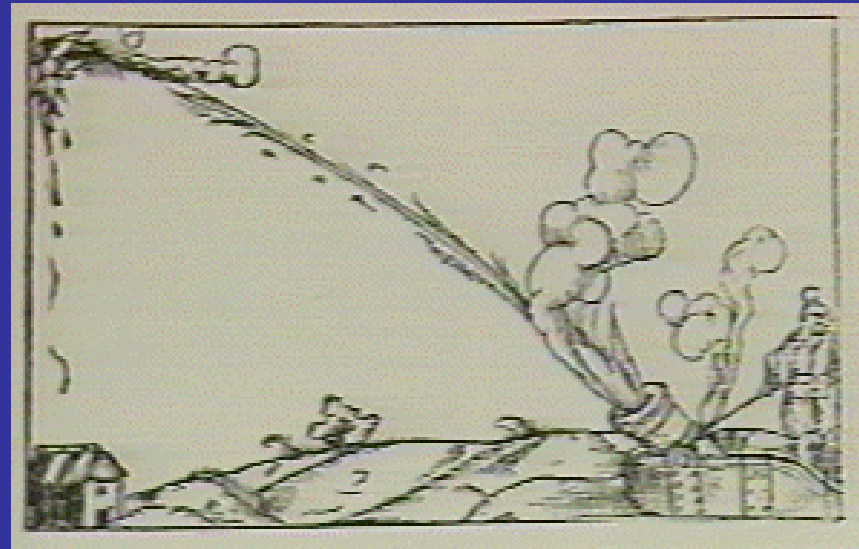
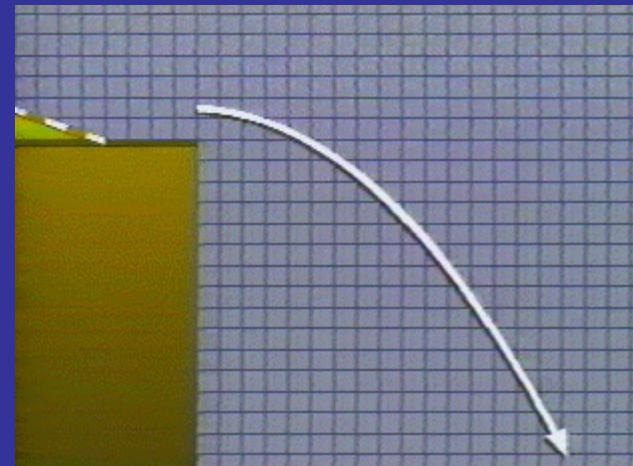
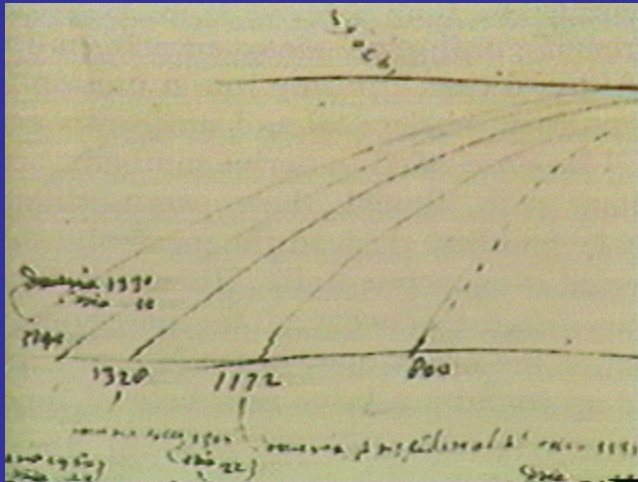


Figura 8.3. Frontispício do *Novu scientia* de Tartaglia, publicado em 1537. Desconhecendo a teoria do *impetus* apresentada no volume, o artista representa a trajetória da bala como sendo contínua. Também podemos ver, na primeira fila do grupo no centro da ilustração, Tartaglia entre a geometria



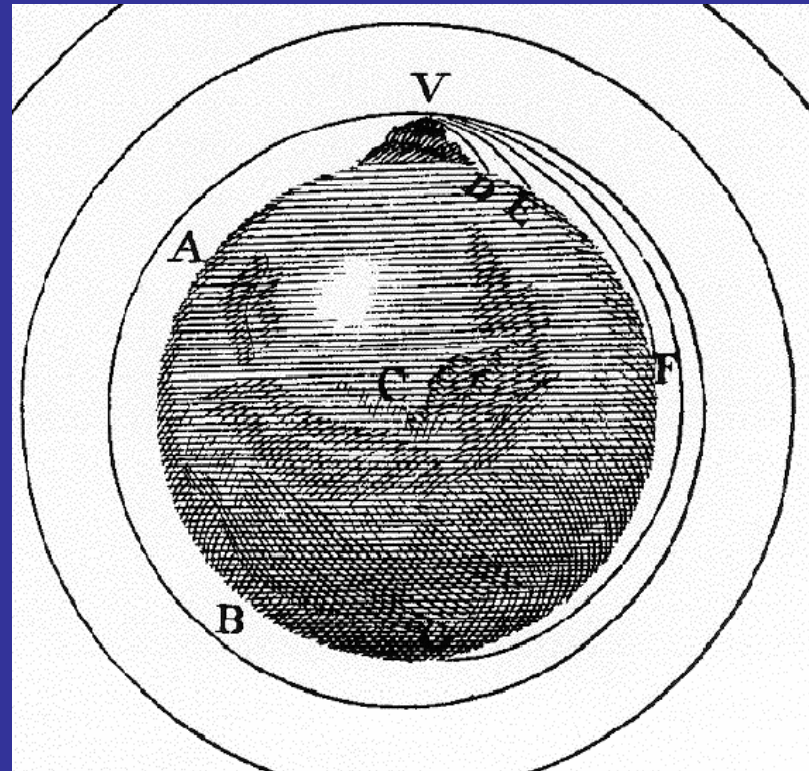
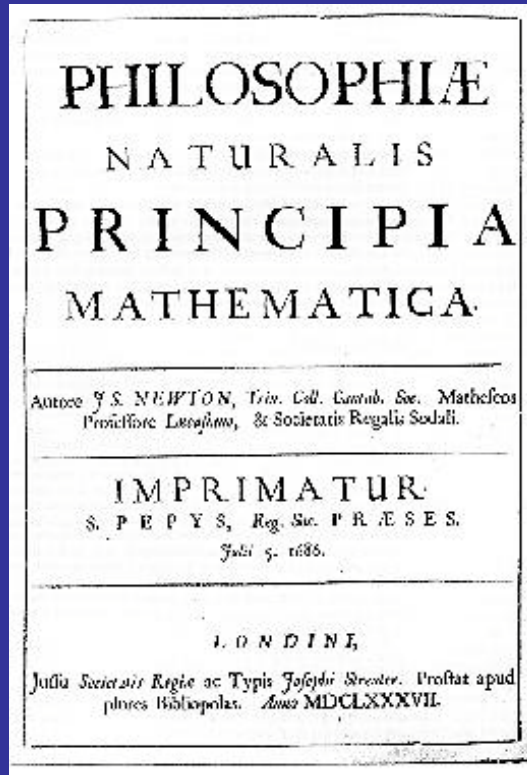
Galileu e o movimento parabólico dos projecteis



Isaac Newton (1642-1727)



Principia (1687)



Princípios Matemáticos da Filosofia Natural

- Movimento inercial e 1ª lei de Newton
- Forças, aceleração e 2ª lei de Newton
- Lei da acção e da reacção
- Força gravítica e lei da atracção universal
- Provas do movimento da Terra: achatamento

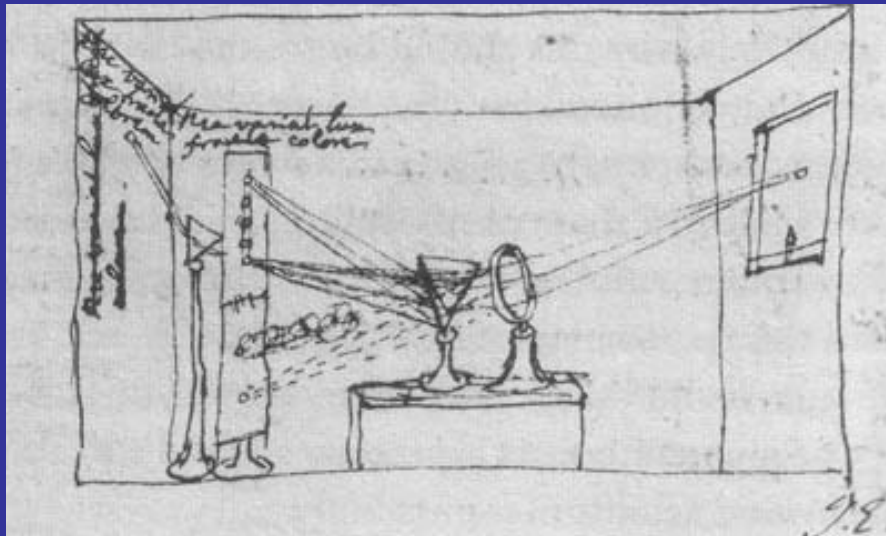
Qual a importância do estudo do movimento?

A compreensão do movimento desempenhou um papel fundamental na transição da visão do mundo aristotélica para a visão do mundo newtoniana.

A Revolução Científica

- Unificação da física terrestre e da física celeste.
- Da mecanização para a matematização do real.
- O papel da experiência.
- Novos instrumentos científicos.
- Uma nova física: do ideal para o real.
- Como construir a nova física: metodologia(s).
- Sociedades científicas e uma nova comunidade.

Os prismas e a Óptica (1704)

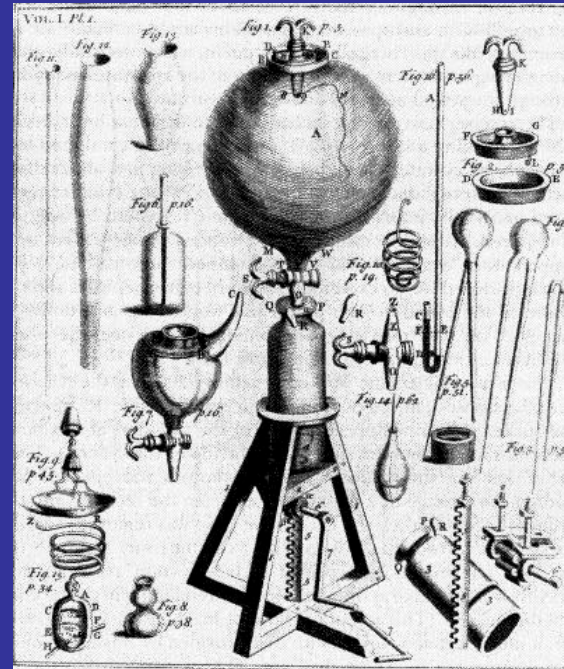


A Revolução Científica

Questões metodológicas

- Instrumentos: a luneta, o prisma, a máquina pneumática, o microscópio
- Matematização do movimento
- Uma nova ciência. O papel da teoria, da experiência e da instrumentação
- A noção de experiência: obrigar a natureza a comportar-se de forma anti-natural.
- O que significa fazer ciência? Bacon, Descartes, Galileu e Newton.
- Filosofia mecanicista: do movimento ao sistema solar e ao homem. O universo qual gigantesco mecanismo de relógio. Filosofia corpuscular. Determinismo e reducionismo.

Robert Boyle e a máquina pneumática



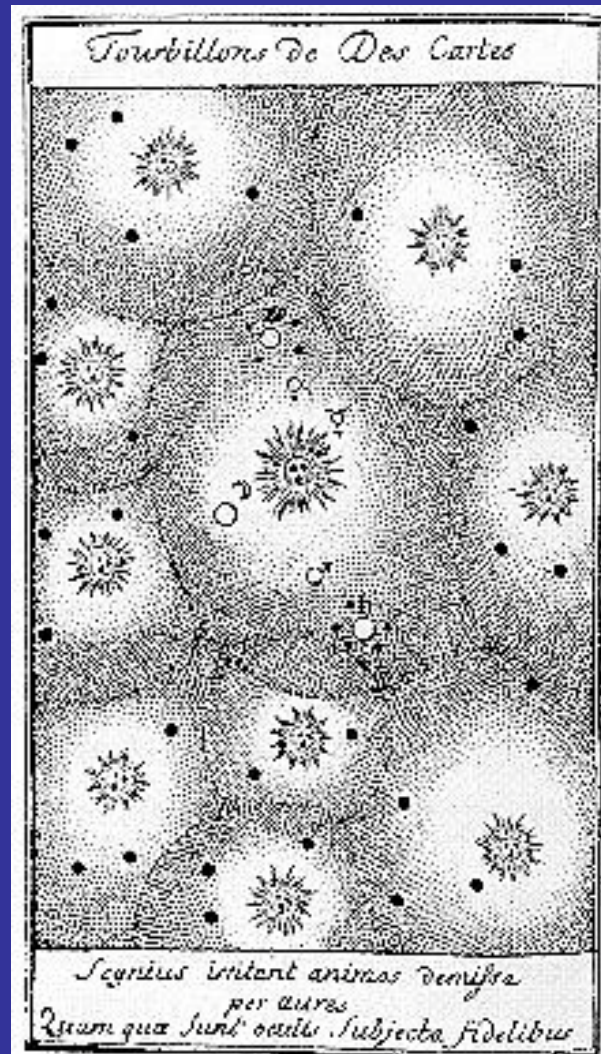
Francis Bacon (1561-1626) e o *Novum Organon* (1620)

The men of experiment are like the ant; they only collect and use; the reasoners resemble spiders, who make cobwebs out of their own substance. But the bee takes a middle course; it gathers its material from the flowers of the garden and of the field, but transforms and digests it by a power of its own. Not unlike this is the true business of philosophy, for it neither relies solely or chiefly on the powers of the mind, nor does it take the matter which it gathers from natural history and mechanical experiments and lay it up in the memory whole, as it finds it, but lays it up in the understanding altered and digested

Truth will sooner come out from error than from confusion

Heat is a motion, expansive, restrained, and acting in its strife upon the smaller particles of bodies. But the expansion is thus modified: while it expands all ways, it has at the same time an inclination upward. And the struggle in the particles is modified also; it is not sluggish, but hurried and with violence

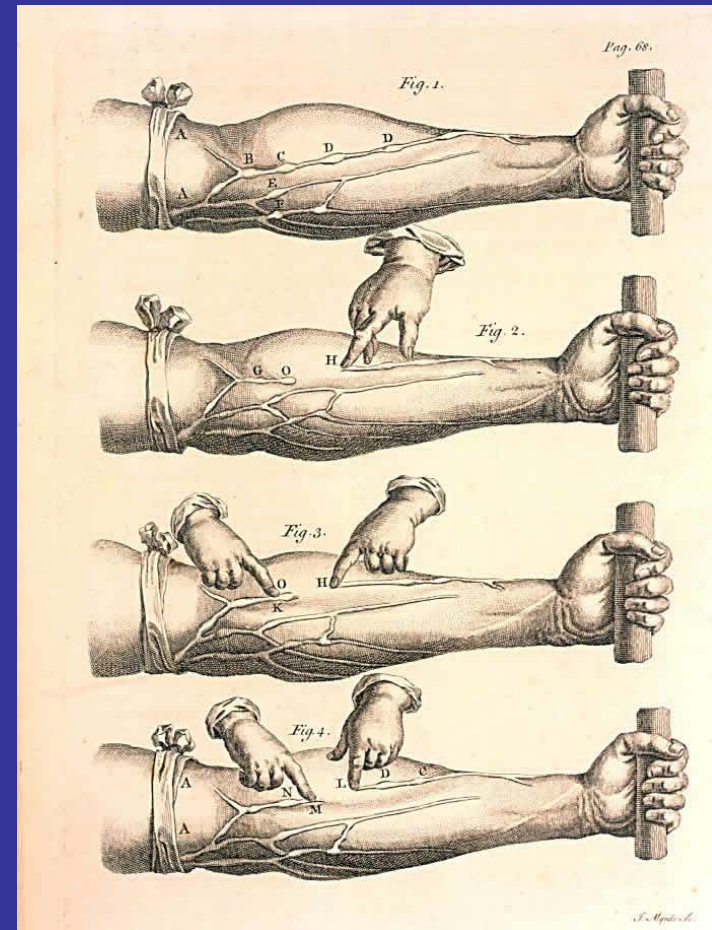
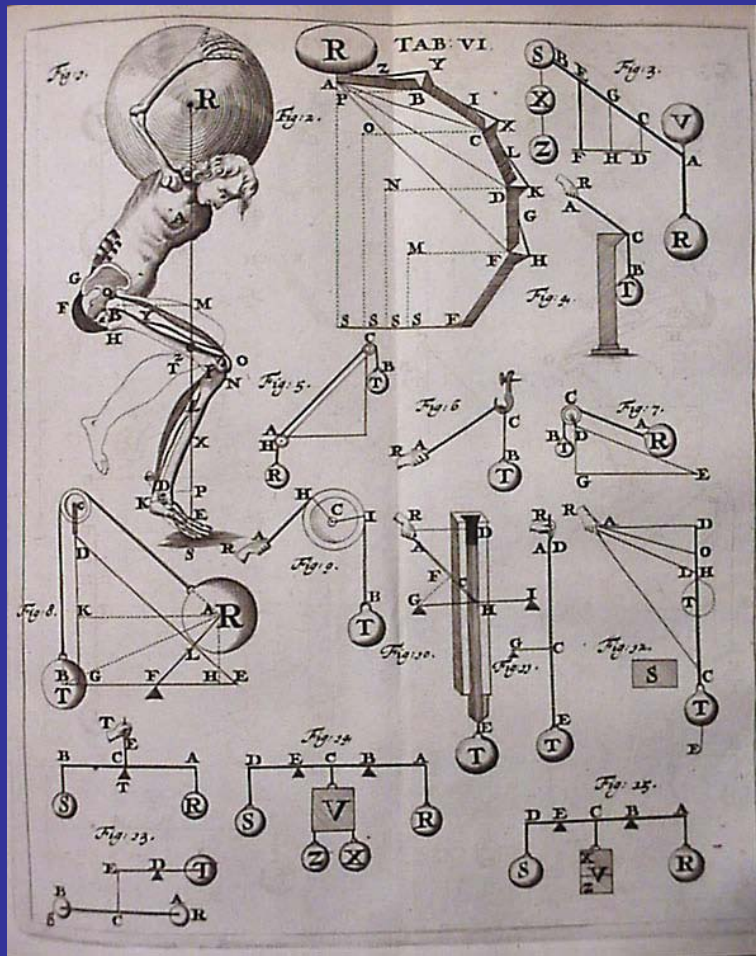
Os vórtices de René Descartes (1596-1650)



Newton, *Principia*, “*Hypothesis non fingo*”

But hitherto I have not been able to discover the cause of the properties of gravity from phenomena, and I feign no hypothesis for whatever is not deduced from the phenomena is to be called a hypothesis; and hypotheses, whether metaphysical or physical, have no place in experimental philosophy

Giovanni Borelli (1680) e William Harvey (1628)



A Revolução Científica

Ciência e Sociedade

- A ciência como actividade social. Comunidade científica
- Organização da comunidade científica. Uma nova instituição: as sociedades científicas. O artigo científico e o apagamento do “eu”
- Construção de uma imagem para a nova ciência: objectividade, universalidade, neutralidade

Royal Society of London (1660) e Académie des Sciences de Paris (1666)



A Revolução Científica

Ciência e religião

- Os perigos de elevar o Processo Galileu a caso exemplar
- A carta de Galileu à arquiduquesa Cristina
- A polémica Leibniz-Clarke e o funcionamento da máquina do mundo
- Merton e a ética puritana. O papel dos jesuítas. A nova ciência e Deus

Visão do mundo newtoniana

- Universo heliocêntrico e infinito
- Leis deterministas que regem o movimento dos corpos macroscópicos e dos átomos
- Leis reversíveis no tempo: a longo termo todos os movimentos são cíclicos. O universo é visto como um gigantesco mecanismo de relógio
- Reduccionismo
- Movimentos atômicos não têm qualquer finalidade. Movimento como um estado.

Ciência e Iluminismo

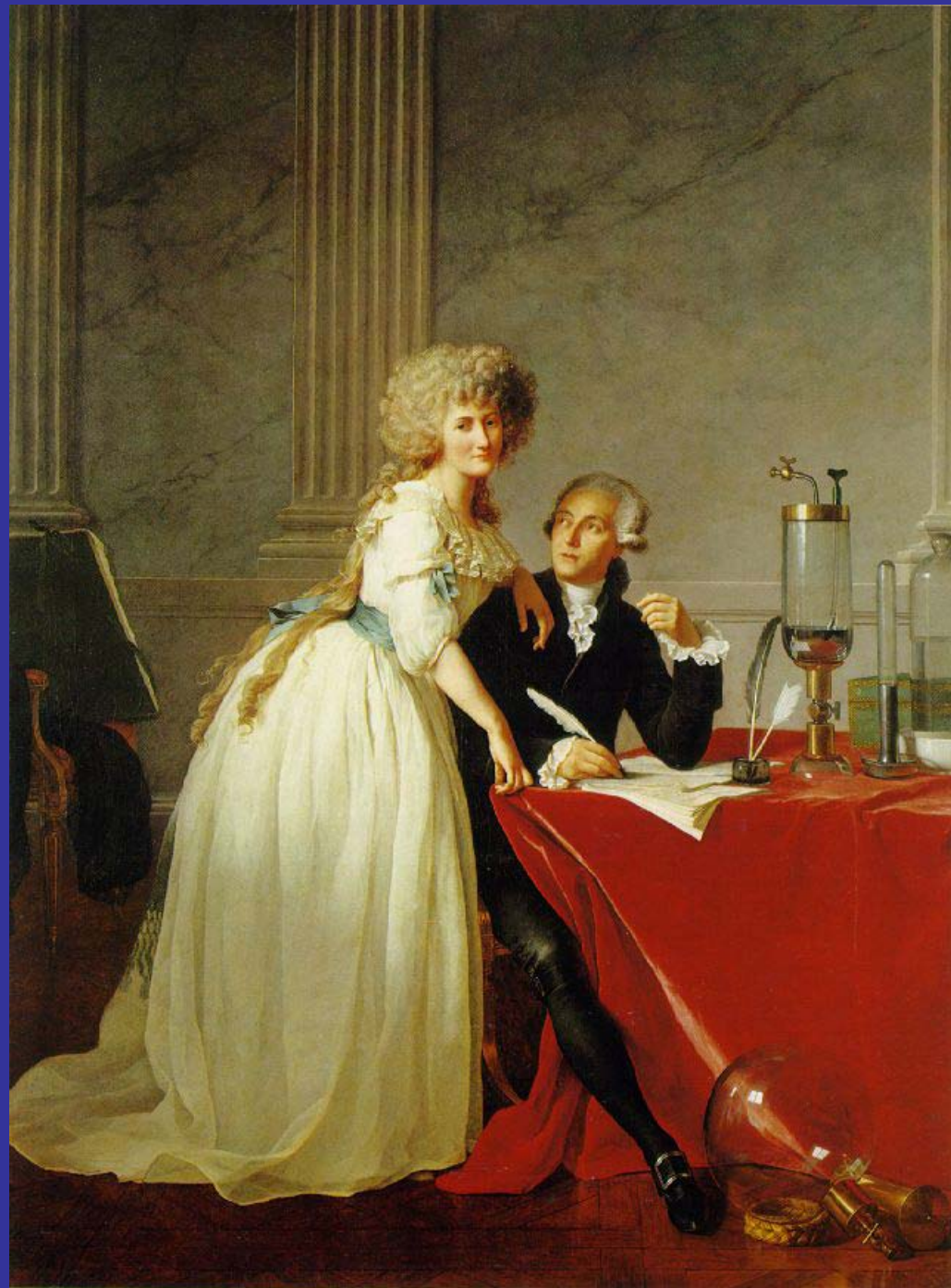
Areas disciplinares

- Aceitação, assimilação e consolidação do conhecimento científico
Extensão do paradigma newtoniano a novos domínios e a novos espaços
- Newtonianismo e newtonianismos. Outras Influências: Leibniz, Euler e Bernoullis
- Desenvolvimento da matemática
- Desenvolvimento da filosofia experimental (não como parte da filosofia).
Parcelarização da própria física experimental em diversos ramos disciplinares
- Electricidade, magnetismo, calor, etc. Desenvolvimento das ciências baconianas
- A química nova de Lavoisier e a Revolução Francesa

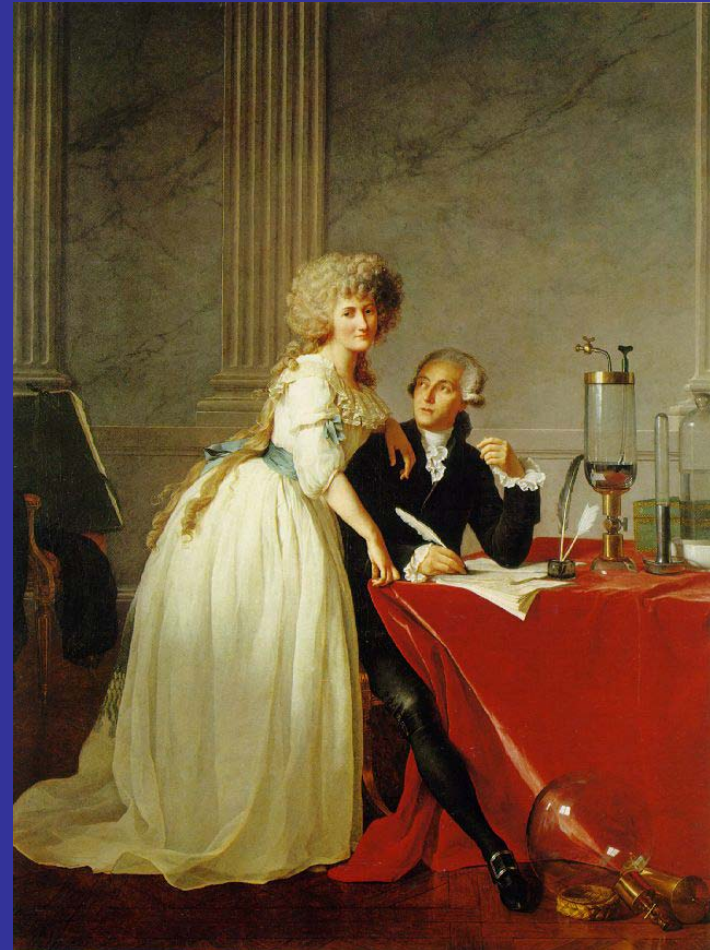
Gabinetes de física

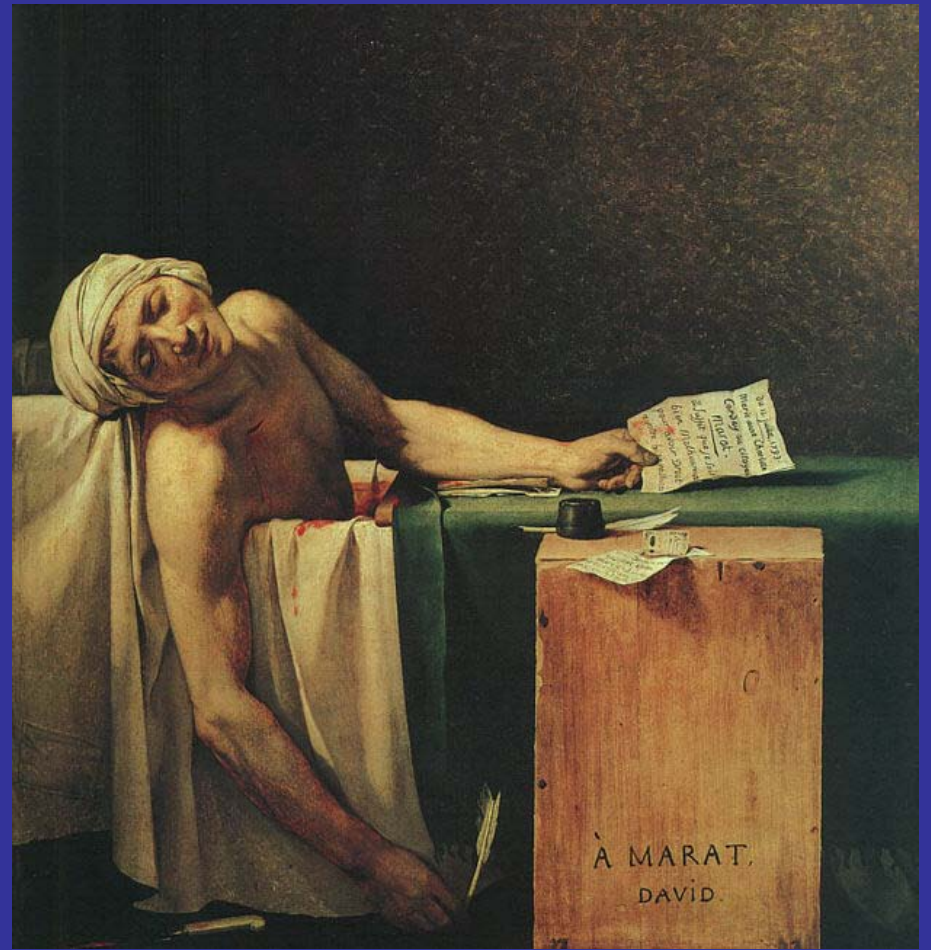


Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794)



Lavoisier, Louis David, revolução na química e revolução francesa





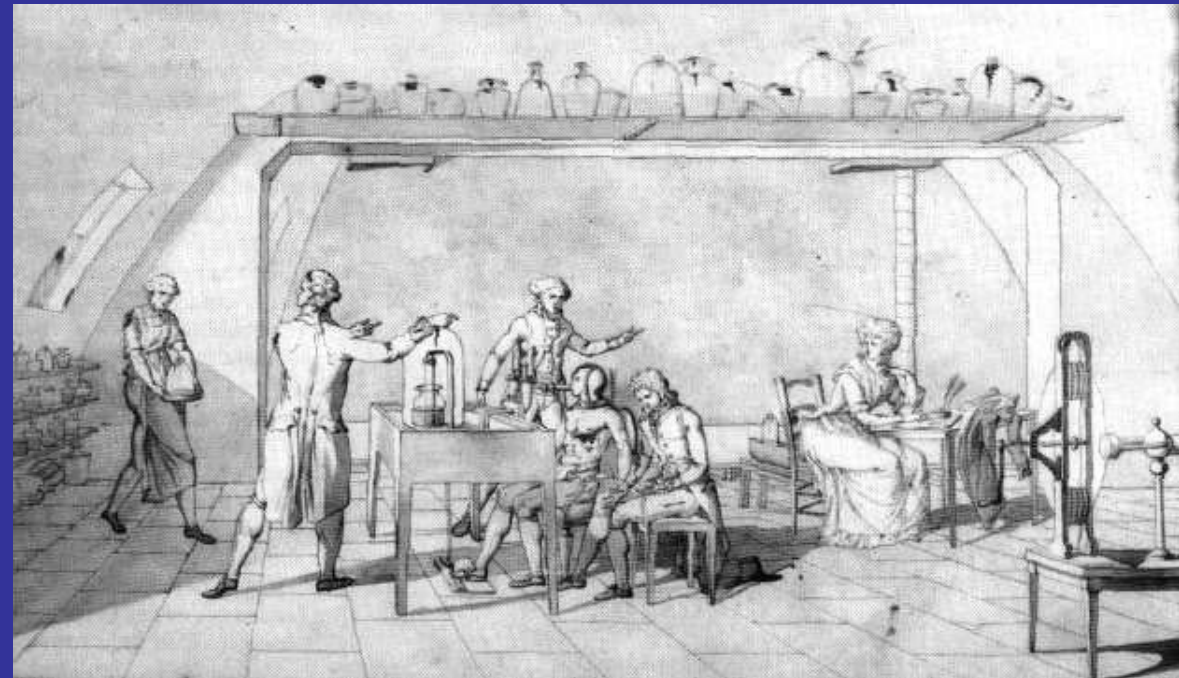
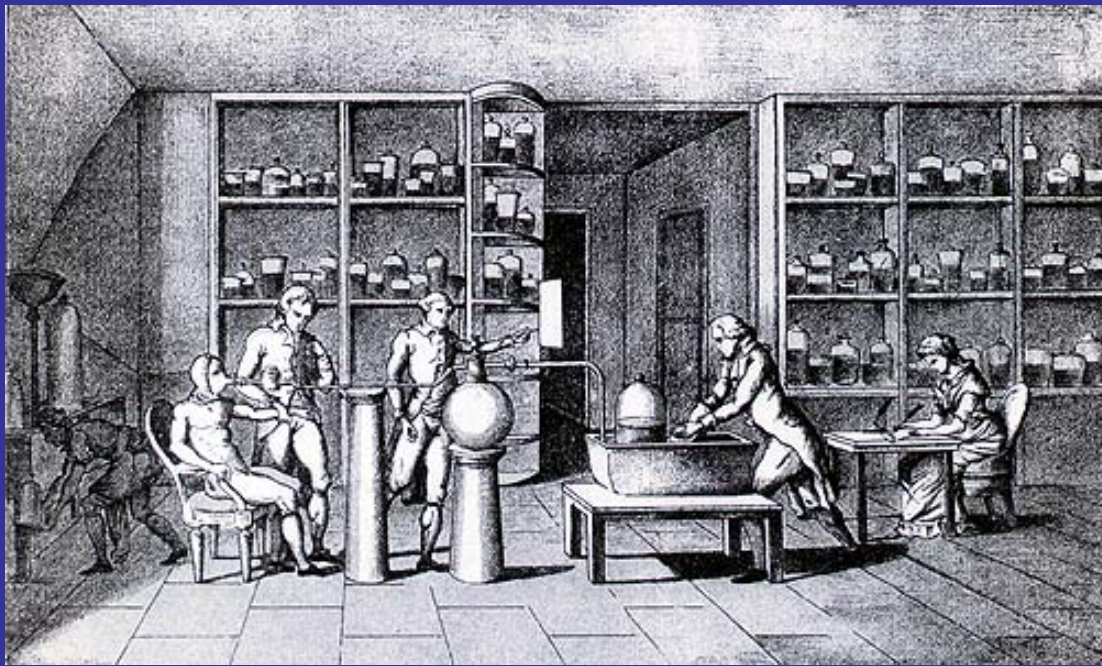
Pietá de Michelangelo



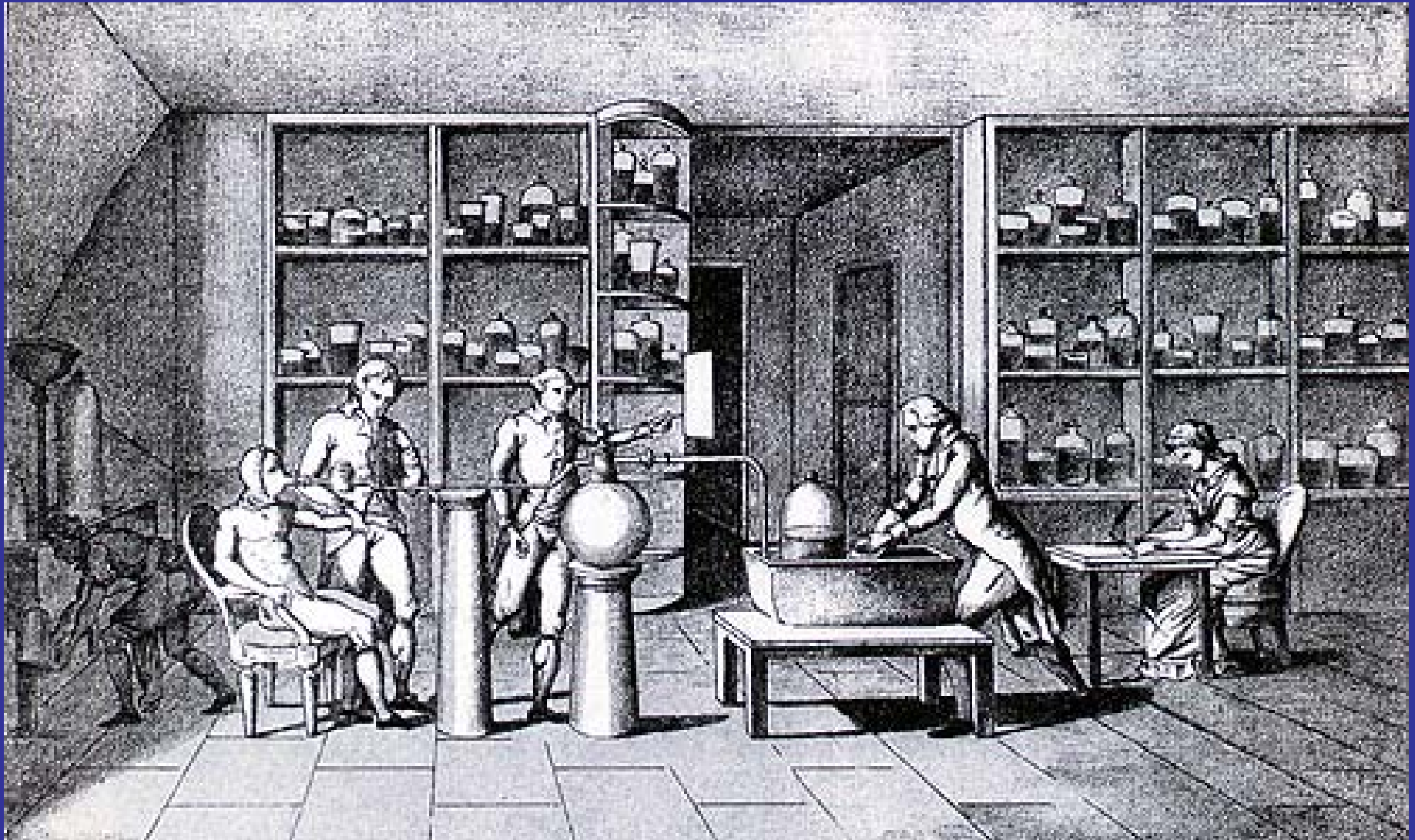
Lágrimas e suspiros de Ingmar Bergman



O laboratório do casal Lavoisier



Paulze-Lavoisier (1758-1836)



Componentes da Revolução Química

- O ar participa nas reacções químicas. S. Hales (1727). Instrumentos para o aprisionamento do ar
- O ar não é um elemento aristotélico. A chamada química pneumática britânica (J.Black, H. Cavendish, J. Priestley, 1750s-1770s)
- Gás como um de três estados da matéria (Lavoisier, 1771)

Aspectos das contribuições de Lavoisier (1743-1794)

- 1771. Evaporação de um líquido sob a acção do calor. Em princípio as substâncias podem existir em três estados da matéria: sólido, líquido e fluido aeriforme (gás).
- 1772. Vários metais ao serem calcinados aumentam de peso. Lavoisier associa este facto à fixação do ar.
- 1773. “Registres de Laboratoires”.
- 1774-1775. Redução do óxido de mercúrio. Obtenção de oxigénio (Priestley, Scheele, Lavoisier).
- 1772-1779. Teoria da acidificação. O oxigénio é um princípio acificante.
- 1781-1782. Conservação da massa. Lavoisier nunca enunciou o princípio como “na natureza nada se cria, nada se destrói, tudo se transforma” (Pascal).
- 1783. Laplace e Lavoisier confirmam que a água não é elementar. Produção de água a partir do hidrogénio e do oxigénio. Recurso ao calorímetro de gelo. “Mémoire sur la Chaleur”: o gás é um estado que se obtem quando as substâncias se combinam com uma quantidade suficiente de calórico ou “matéria do fogo”.
- 1785. Decomposição da água.

Aspectos e consequência da Revolução Química

- Novos instrumentos – uso sistemático da balança; balanças de precisão; gasómetro, calorímetro de gelo. Big Science
- Uma nova teoria da combustão
- Uma nova teoria dos ácidos
- Uma nova teoria da composição química e da organização da matéria. Definição operacional de elemento. Tabela dos elementos (inclui luz e calórico)
- Linguagem e nomenclatura. Influência de Lineu e Condillac
- Calor passa do domínio da filosofia natural para a química
- Emergência da química como ciência independente da filosofia natural e medicina. Afinidades com a física
- Transformação da química – novos instrumentos, métodos e linguagem

Uma revolução que se avizinha

TRAITÉ
ÉLÉMENTAIRE
DE CHIMIE,
PRÉSENTÉ DANS UN ORDRE NOUVEAU
ET D'APRÈS LES DÉCOUVERTES MODERNES;

Avec Figures :

Par M. LAVOISIER, de l'Académie des
Sciences, de la Société Royale de Médecine, des
Sociétés d'Agriculture de Paris & d'Orléans, de
la Société Royale de Londres, de l'Institut de
Bologne, de la Société Helvétique de Basle, de
celles de Philadelphie, Harlem, Manchester,
Padoue, &c.

TOME PREMIER.



A PARIS,

Chez CUCHET, Libraire, rue & hôtel Serpente.

M. DCC LXXXIX.

Sous le Privilège de l'Académie des Sciences & de la
Société Royale de Médecine.

Lavoisier, *Traité Élémentaire de Chimie* (1789)

Nomenclatura

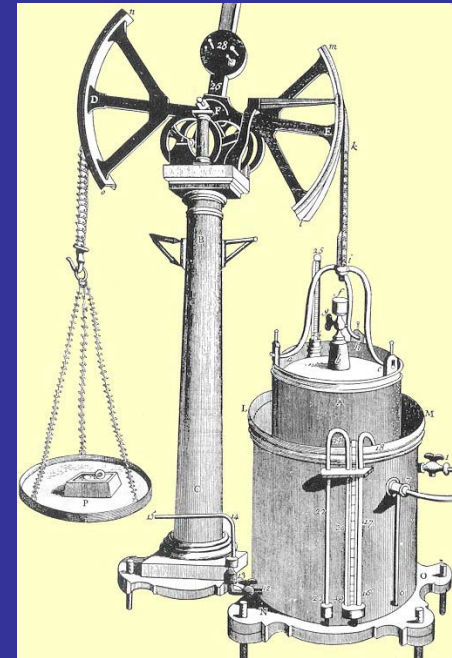
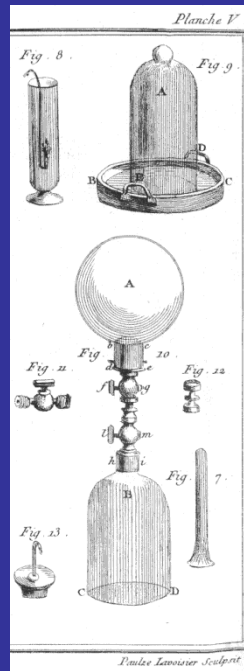
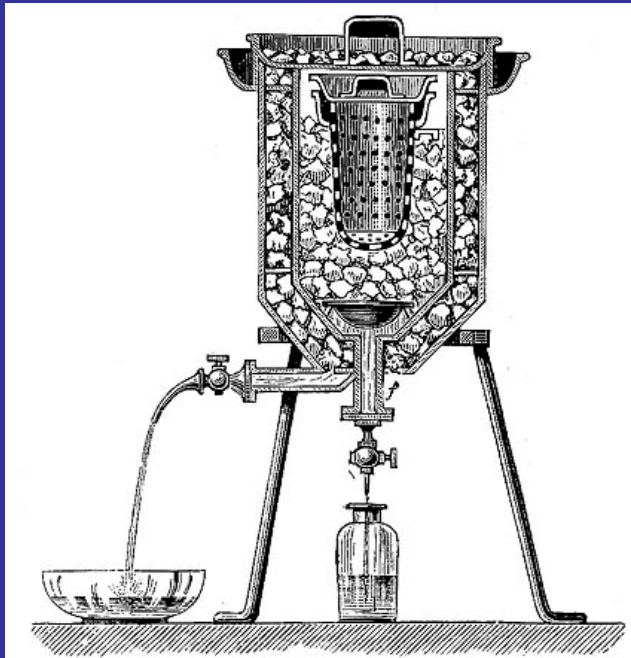
A impossibilidade de isolar a nomenclatura da ciência e a ciência da nomenclatura faz com que toda a ciência física seja formada por três coisas: a série dos factos que constituem a ciência, as ideias que os representam, as palavras que os exprimem. A palavra deve fazer nascer a ideia, a ideia deve representar o facto: são três impressões de um mesmo carácter. E como são as palavras que conservam e transmitem as ideias resulta que se possa aperfeiçoar a linguagem. Por mais certos que sejam os factos e mais justas as ideias que os suscitam, se não temos as expressões exactas, as impressões por eles transmitidas só podem ser falsas. (Vol.1, p.2)

Lavoisier, *Traité Élémentaire de Chimie* (1789)

Combustão

Estas verdades foram profundamente sentidas pelo sábio que se encarregou da parte de química da *Encyclopédie* e não se pode duvidar que a nomenclatura por ele adoptada, bem como a clareza e a simplicidade que trouxe à ciência não tenha contribuído para os progressos rápidos que ela faz, neste momento. Um dos primeiros princípios da lógica e da gramática das ciências é exprimir por uma só palavra, sempre que possível, o que foi analisado, descrito, definido; classificar sob uma denominação comum todas as operações, todas as substâncias análogas e diferenciá-las em seguida por um epíteto. Foi seguindo estes princípios que me julgo apto a dar o nome genérico de combustão a toda a operação onde há combinação de carbono e oxigénio, talvez a generalizá-la a toda a oxigenação e a diferenciar, em seguida, as diversas combustões pelas circunstâncias que acompanham esta combinação (vol.2, p.669)

Novos instrumentos e Big Science



Continuidades e rupturas da Revolução Química

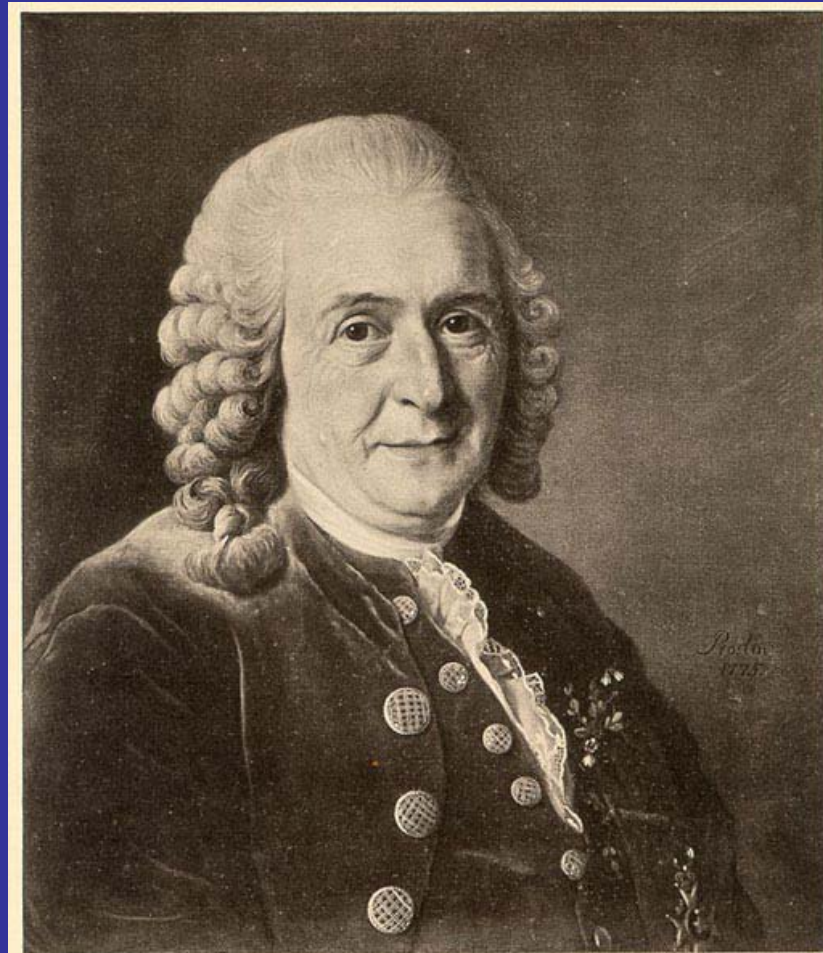
- Questões ontológicas
- Questões metodológicas
- Questões epistemológicas
- Questões institucionais

Propagação da RQ, propaganda e legitimação

- Vários participantes referem-se a uma revolução
- Reconhecimento em fontes públicas de que uma revolução ocorreu
- Conversão de uma série de químicos
- Publicação de livros: Tradução comentada ao livro *Essay on Phlogiston* de R. Kirwan (1787); *Leçons Elementaires d'Histoire Naturelle* de Fourcroy (1788); *Traité Elementaire de Chimie* de Lavoisier (1789) e *Discours Preliminaire*
- A nomenclatura: *Méthode de Nomenclature Chimique* de Fourcroy, Lavoisier e Morveau (1787)
- Uma nova revista *Annales de Chimie*

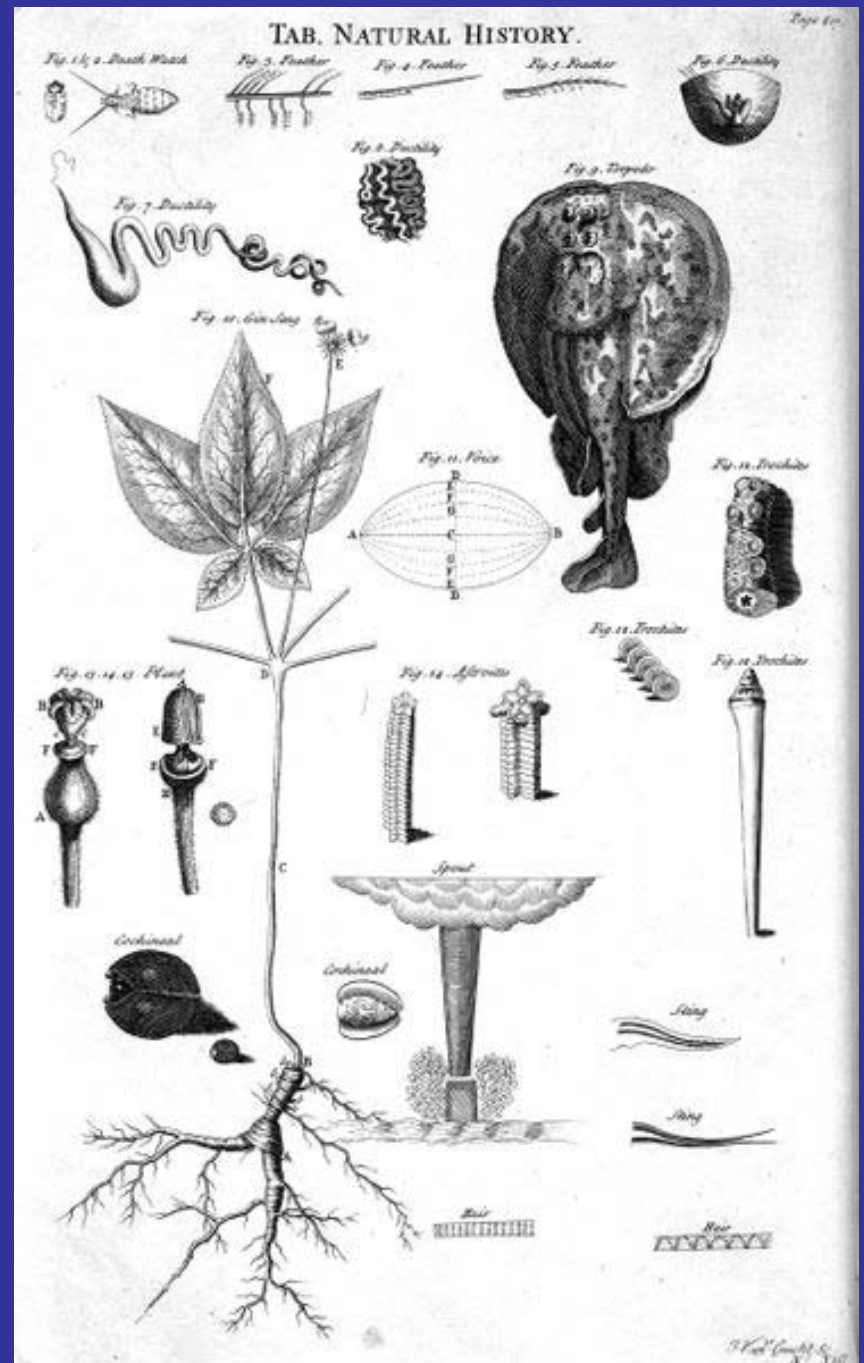
Do círculo dos químicos para a população em geral. Química como ciência útil e uma ciência tipicamente iluminista

Lineu (1707-1778), botânica, sexo e sociedade

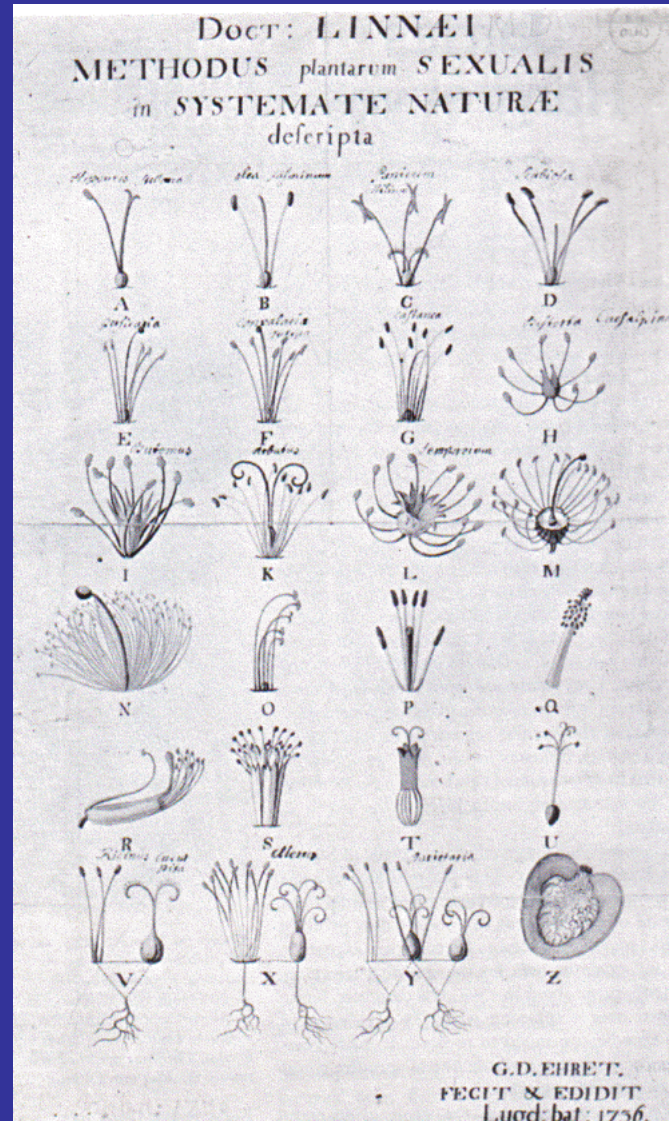
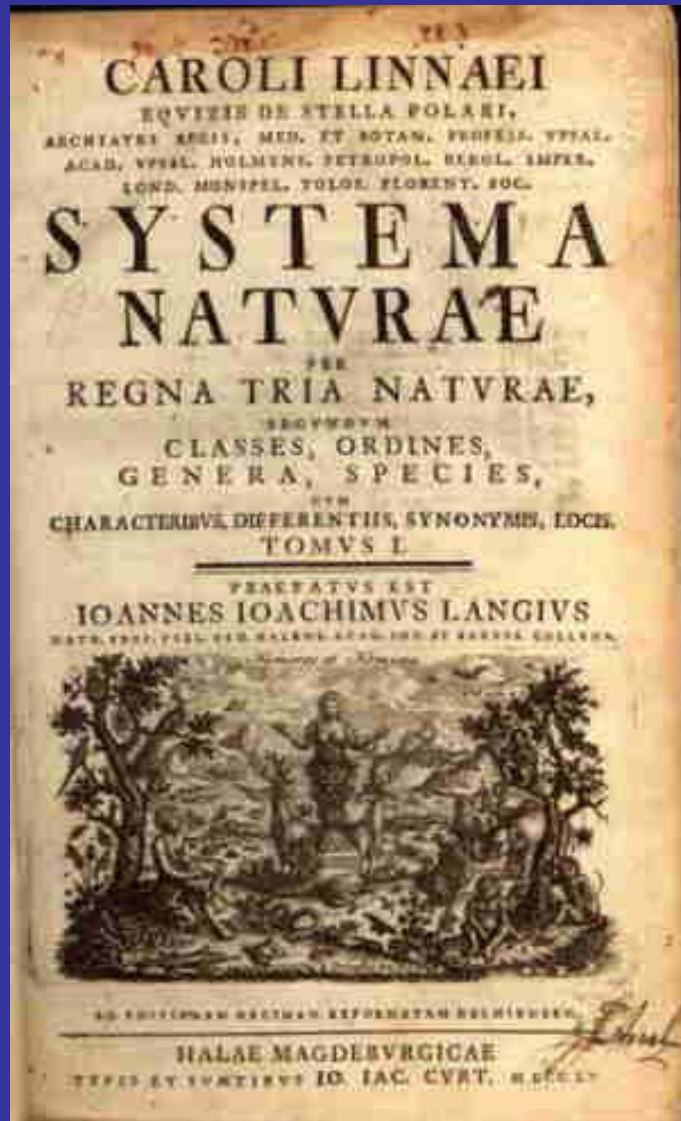


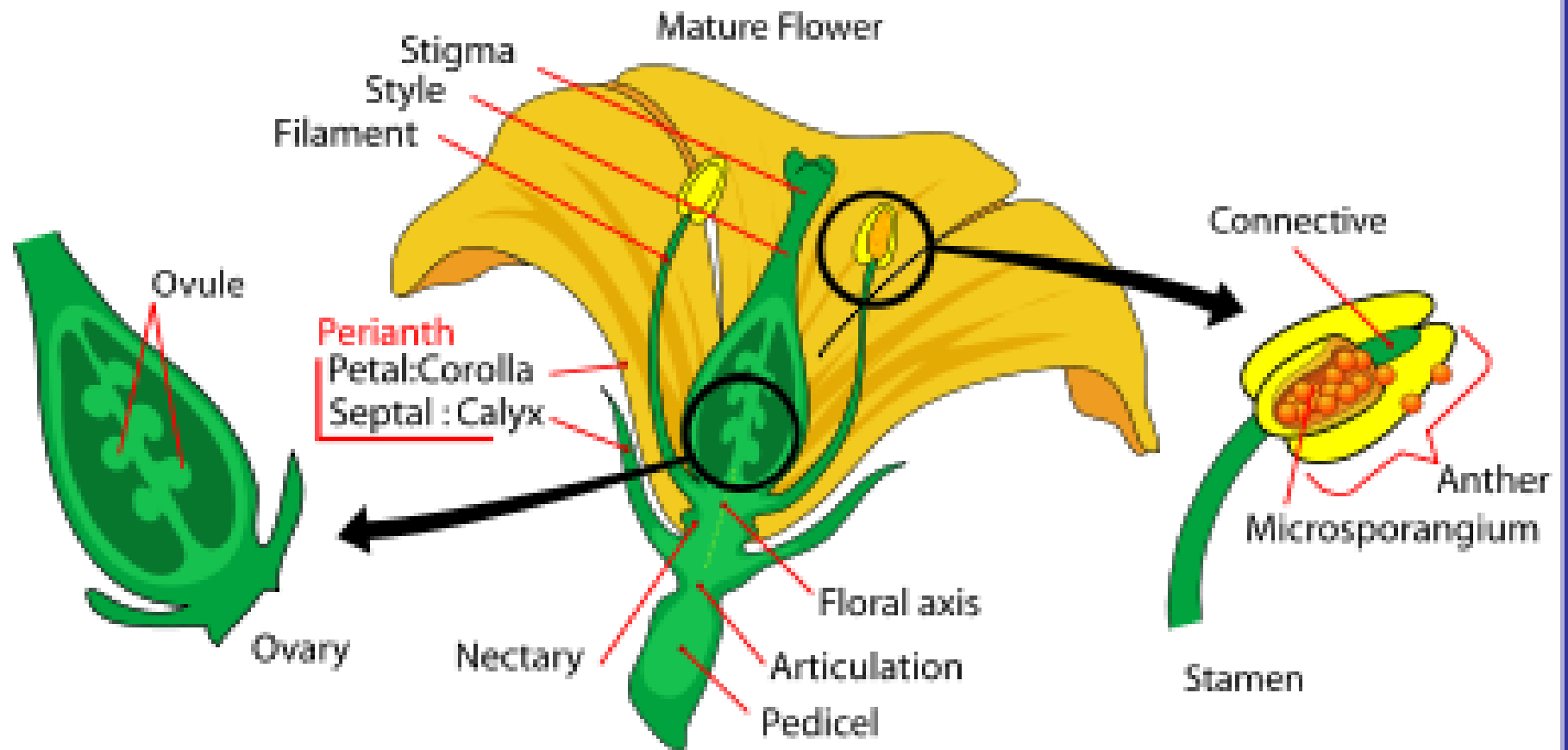
Carl von Linné
Painting by A. Roslin, 1775

Ephraim Chambers, 1724



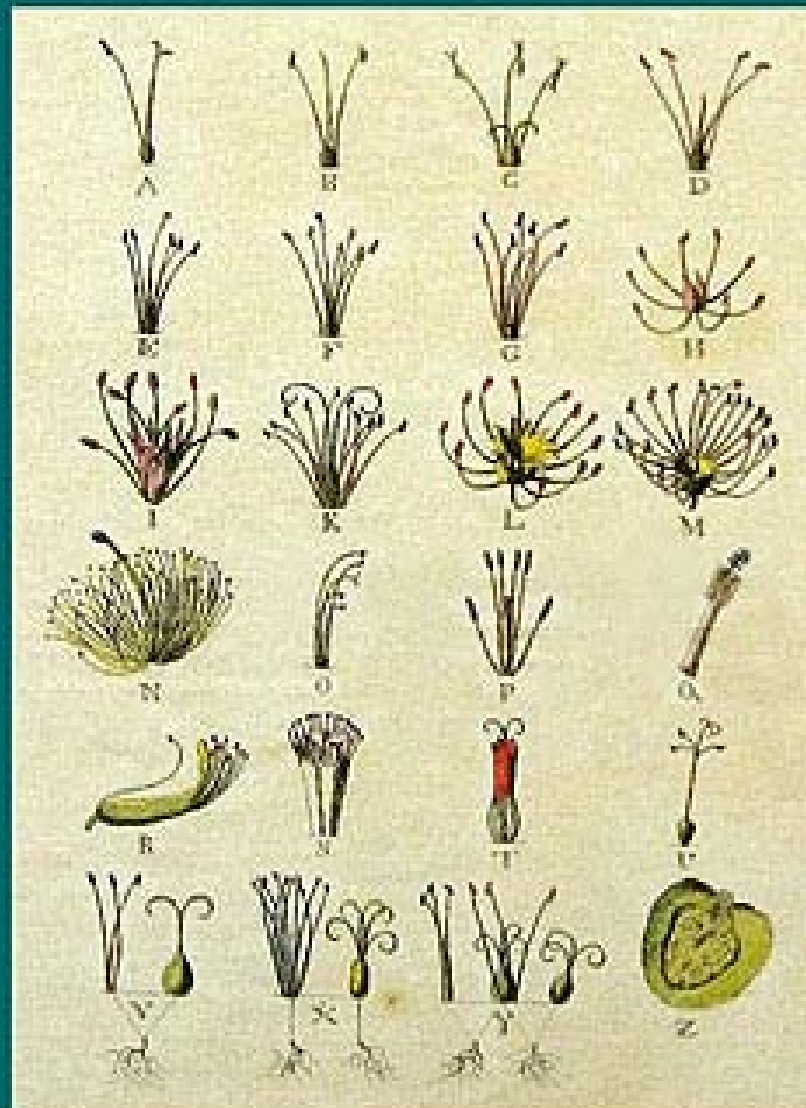
Lineu e o *Systemae Naturae* (1735)





Linnaeus' Sexual System of Botanical Classification, 1735

24 classes



*Number
of stamens*

*Arrangement
of stamens
or sex
distribution*

CLAVIS SYSTEMATIS SEXUALIS.

NUPTIÆ PLANTARUM.

Actus generationalis incolarum Regni vegetabilis.

Floriscentia.

PUBLICÆ.

Nuptiæ omnibus manifesta, aperte celebrantur.

Floris unicuique visibiles.

MONOCLINIA.

Mariti & croci uno eodemque thalamo gaudent.

Floris omnes hermaphroditi sunt, & stamina cum pistillis in eodem flore.

DIFFINITAS.

Mariti inter se non cognati.

Stamina nulla sua parte connata inter se sunt.

IMDIFFERENTISSIMUS.

Mariti nullam subordinacionem inter se invicem servant.

Stamina nullam determinatam proportionem longitudinis inter se invicem habent.

1. MONANDRIA.	7. HEPTANDRIA.
2. DIANDRIA.	8. OCTANDRIA.
3. TRIANDRIA.	9. ENNEANDRIA.
4. TETRANDRIA.	10. DECANDRIA.
5. PENTANDRIA.	11. DODECANDRIA.
6. HEXANDRIA.	12. ICOSANDRIA.
	13. POLYANDRIA.

SUBORDINATIO.

Mariti certi reliquis preferuntur.

Stamina duo semper reliquis breviora sunt.

14. DIDYNAMIA. | 15. TETRADYNAMIA.

AFFINITAS.

Mariti propinqui & cognati sunt.

Stamina coherent inter se invicem aliqua sua parte vel cum pistillis.

16. MONADELPHIA.	19. SYNGENESIA.
17. DIADELPHIA.	20. GYNANDRIA.
18. POLYADELPHIA.	

DICLINIA (α δὲ βῆς & αὐτῶν thalamus ἑ duplex thalamus.)

Mariti & Femina distinctis thalamis gaudent.

Floris masculi & feminei in eodem specie.

21. MONOECIA.	22. POLYGAMIA.
22. DIOECIA.	

CLANDESTINA.

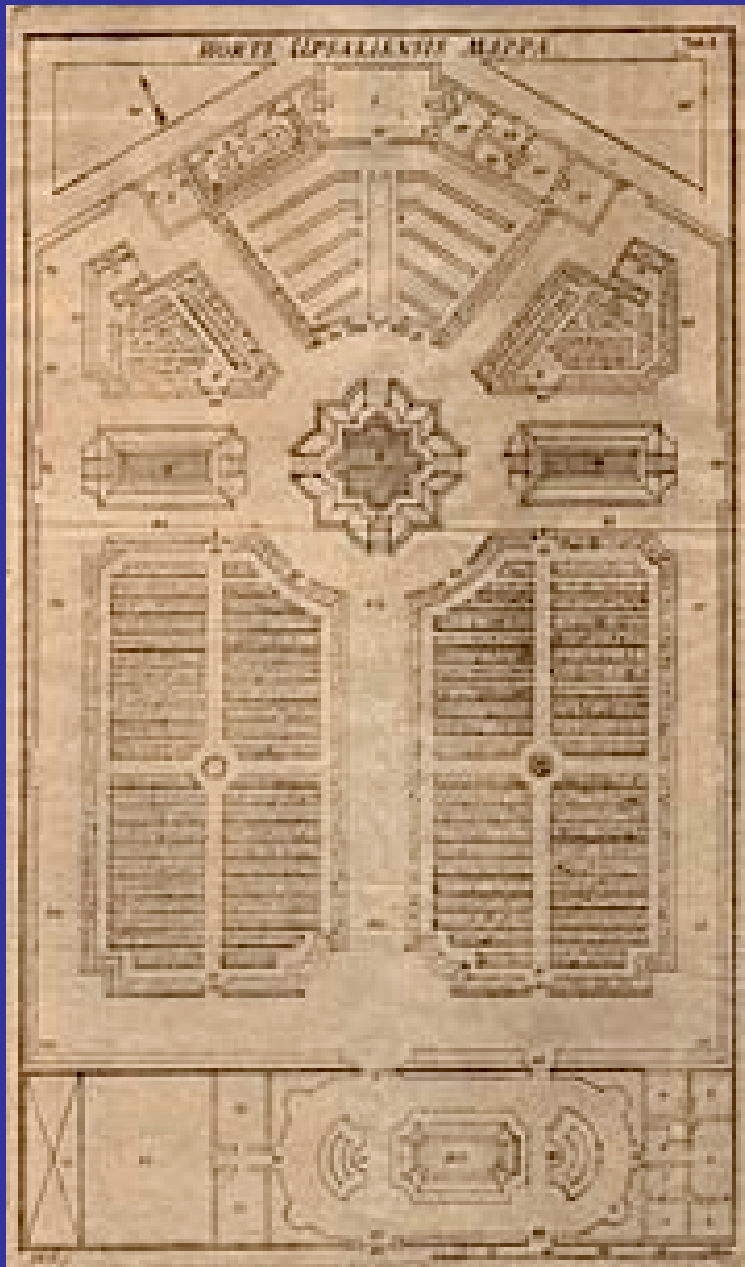
Nuptiæ clam occultantur.

Floris nullis multis modis vis conspicitur.

24. CRYPTOGAMIA.

CLAVIS

Jardim botânico de Upsala



Lineu e a construção da sua imagem



Linnaea borealis

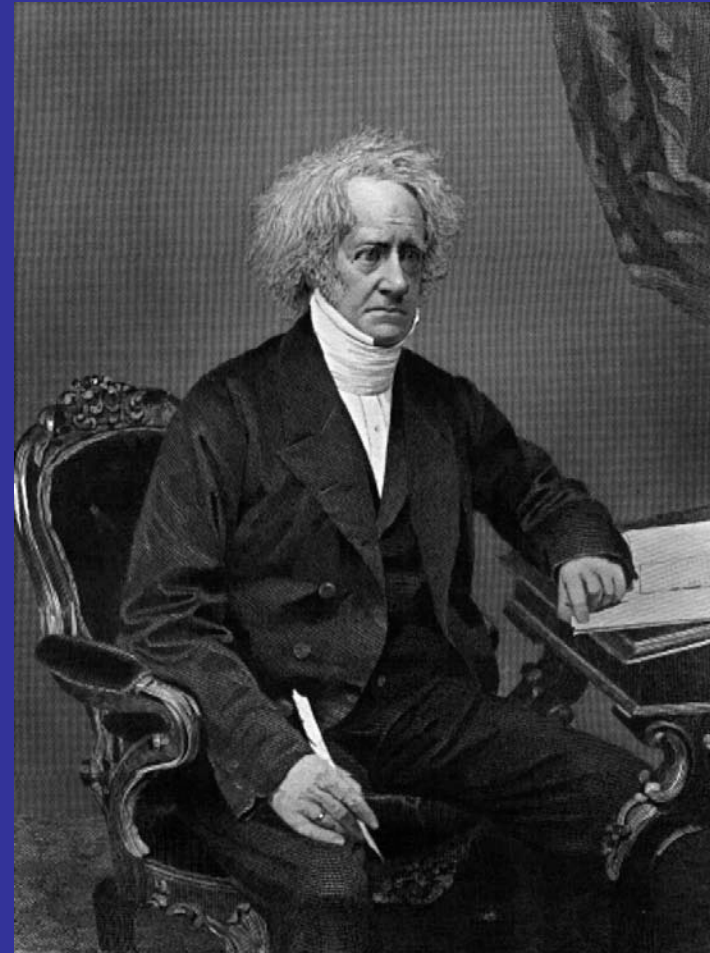


Ciência e Iluminismo

Questões metodológicas

- Determinismo Laplaciano
- Organização dos saberes. A era da classificação: Lineu e a botânica. A nomenclatura na química. A questão da linguagem
- A proliferação dos fluidos. A quantificação das ciências baconianas. A hegemonia do conceito de força

Pierre Simon de Laplace (1749-1827) e William Herschel (1738-1822)



Laplace, *Traité Philosophique de Probabilités* (1812)

Determinismo laplaciano

We ought to regard the present state of the universe as the effect of its anterior state and as the cause of the one which is to follow. Given for an instant an intelligence which could comprehend all the forces by which nature is animated and the respective situation of the beings who compose it --- an intelligence sufficiently vast to submit these data to analysis --- it would embrace in the same formula the movements of the greatest bodies of the universe and those of the lightest atom. For it, nothing would be uncertain and the future, as the past, would be present to its eyes.

Ciência e Iluminismo

Ciência e Sociedade

- Iluminismo e o projecto enciclopédico: Ciência, razão, progresso e utilidade
- Iluminismo e iluminismos
- Ciência e revolução industrial
- Filósofos naturais e República das Letras
- Organização da ciência: expedições científicas
- Gabinetes de física, jardins botânicos, laboratórios de química, etc.,
- Conhecimento científico torna-se conhecimento público. Novos espaços e novos públicos para a ciência. Popularização da ciência
- O caso português: institucionalização, ciência utilitária e redes de “estrangeirados”

3. 4. 1

ENCYCLOPÉDIE,
 OU
DICTIONNAIRE RAISONNÉ
DES SCIENCES,
DES ARTS ET DES MÉTIERS,
 PAR UNE SOCIÉTÉ DE GENS DE LETTRES.

Mis en ordre & publié par M. *DIDEROT*, de l'Académie Royale des Sciences & des Belles-Lettres de Prusse; & quant à la PARTIE MATHÉMATIQUE, par M. *D'ALEMBERT*, de l'Académie Royale des Sciences de Paris, de celle de Prusse, & de la Société Royale de Londres.

Tantum series juncturaque pollet,
Tantum de medio sumptis accedit honori! HORAT.

TOME PREMIER.

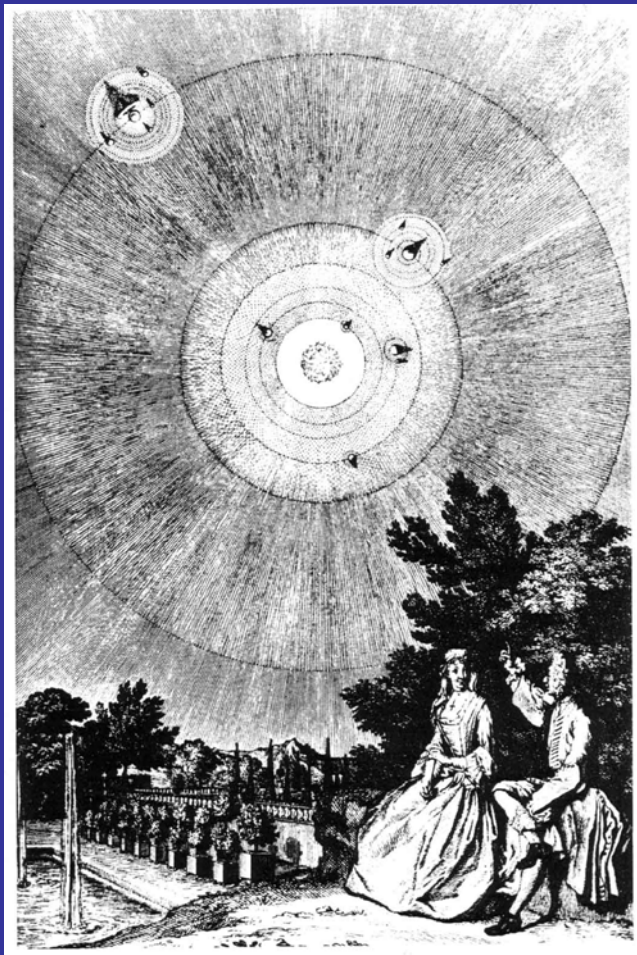
Adi Bibliotheca *predicatorum Revinensium*
Annae vulgaris *22119 1775*
Mea in hoc cens. *professionis religiosi*
22118 *Quinquagesimo*
F. Deodatus Labye *Jac. theol. Magister*
Orate pro sermo inutili et pro *Amantissimis fratribus meis.*
 A PARIS,

Chez { *BRIASSON, rue Saint Jacques, à la Sirene.*
DAVID l'aîné, rue Saint Jacques, à la Plume d'Or.
LE BRETON, Imprimeur ordinaire du Roy, rue de la Harpe.
DURAND, rue Saint Jacques, à Saint Landry, & au Griffon.

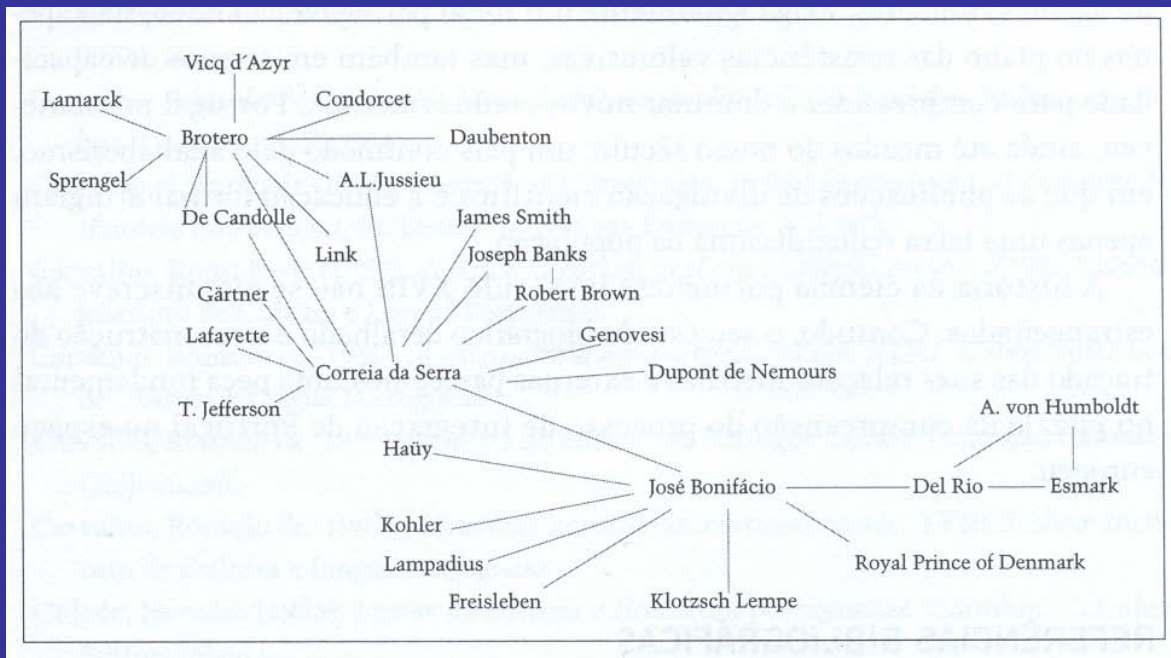
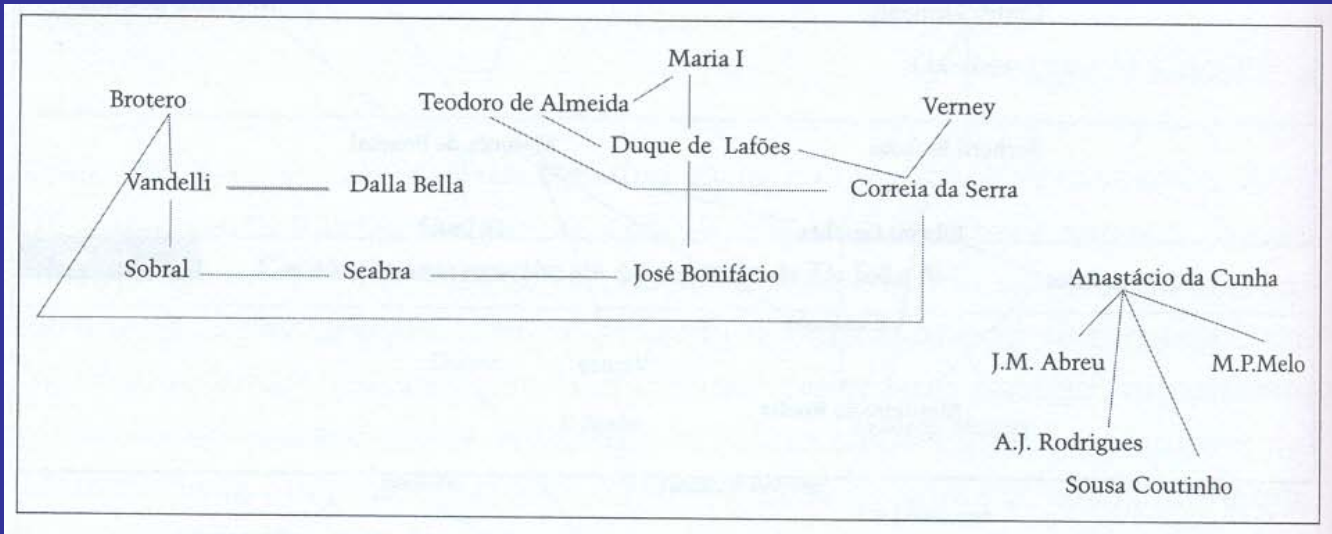
M. DCC. LL

AVEC APPROBATION ET PRIVILEGE DU ROY.

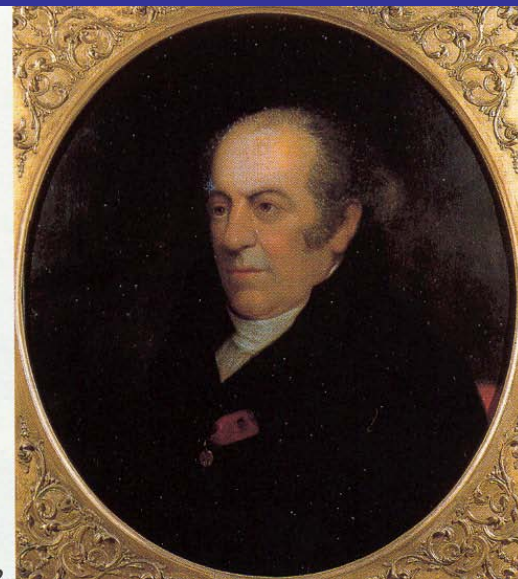
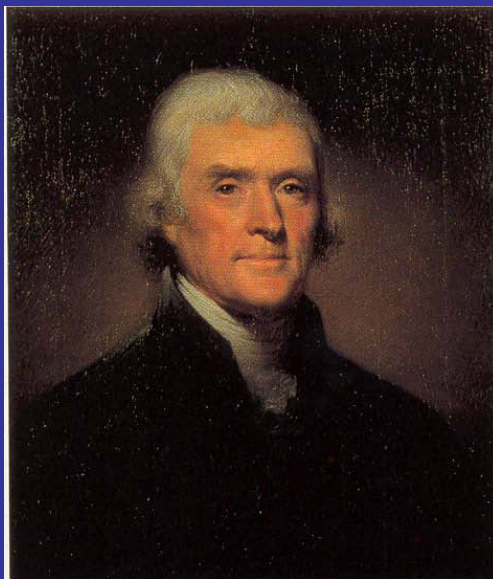
Novos públicos para a ciência



Redes de estrangeirados



Dois estrangeirados: Teodoro de Almeida e Correia da Serra



Ciência e Iluminismo

Ciência e religião

- Duplicidade do papel da ciência enquanto uma nova maneira de abordar o mundo natural - e, como consequência, não só natural, mas também moral, religioso ou civil. Ciência como veículo para a eliminação dos obscurantismos e mistificações medievais ou veículo para melhor se aceder aos insondáveis desígnios de Deus
- Laplace e o Iluminismo francês. Os ingleses e a teologia natural
- Iluminismo português: O caso de Teodoro de Almeida
- Iluminismo português: O caso de Correia da Serra. A caminho do transformismo. A Revolução Americana

Visões do mundo aristotélico-ptolomaica e newtoniana

- O mundo e a terra são relativamente jovens (Pensava-se então que o universo não teria mais que 6000 anos. Actualmente a idade aceite para a terra é da ordem dos milhares de milhões de anos)
- Processos físicos regidos por leis deterministas
- Não há evolução temporal a longo termo
- Humanidade tem um lugar especial na criação (e o homem detêm um lugar privilegiado face à mulher)
- Espaço, tempo e a matéria têm existência em si mesmos e são independentes do observador

O longo século XIX. Uma Segunda Revolução Científica?

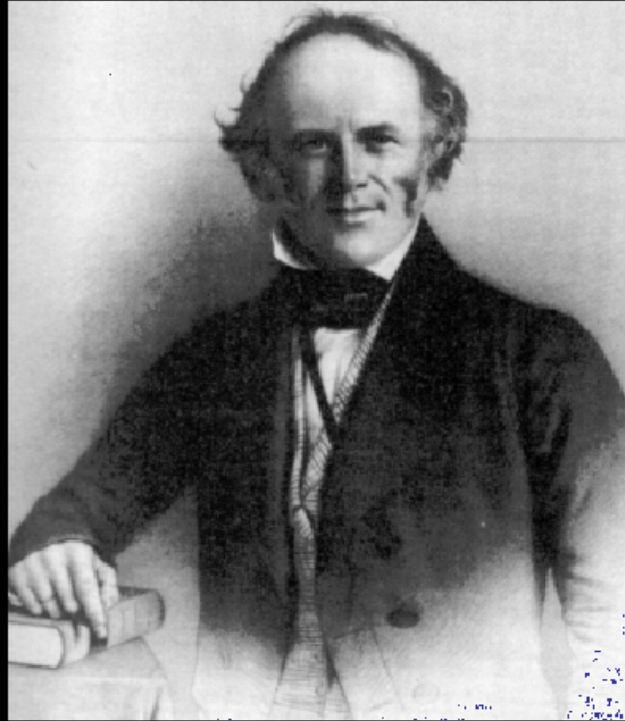
Areas disciplinares

- O nascimento da geologia, biologia, física
- Charles Lyell e a geologia. Charles Darwin e a biologia
- A noção de irreversibilidade nas ciências físicas e naturais. Processos evolutivos. A conquista do tempo
- Unificação da física e autonomização disciplinar. Física teórica. Termodinâmica e electromagnetismo
- O conceito unificador de energia. Termodinâmica e a máquina a vapor
- Teoria cinética dos gases: uma teoria mecanicista na física. Leis estatísticas. Acaso e fenómenos aleatórios
- A síntese electromagnética e a visão electromagnética. Campos e forças não-centrais.

Mary Fairfax Somerville e *On the connexion of the physical sciences* (1834)

Innumerable instances might be given in illustration of the immediate connexion of the physical sciences, most of which are united still more closely by the common bond of analysis which is daily extending its empire, and will ultimately embrace almost every subject in nature in its formulae

Charles Lyell (1797-1875)

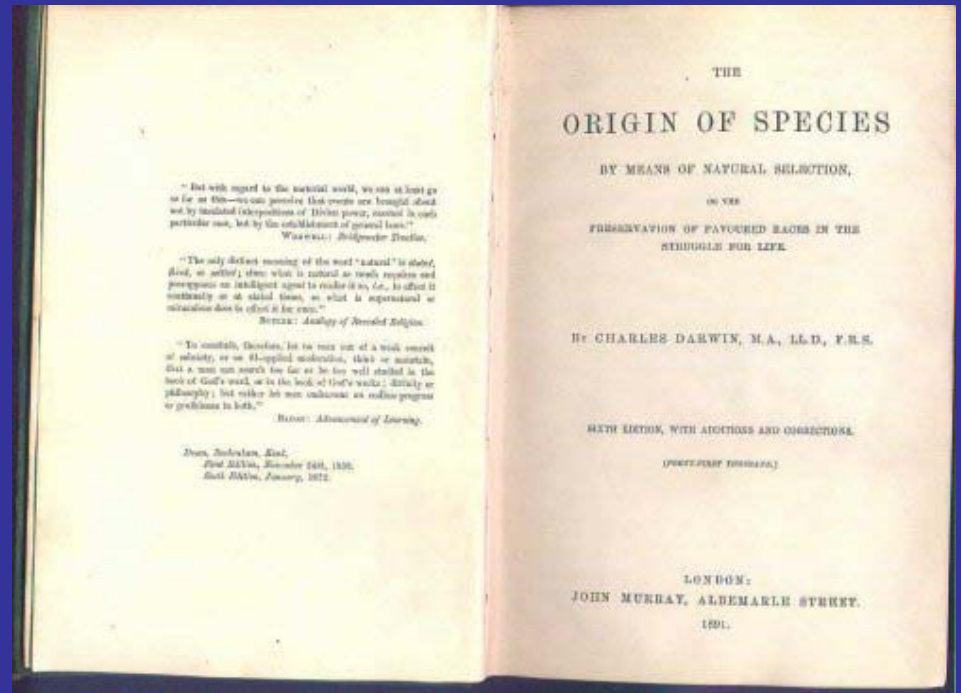
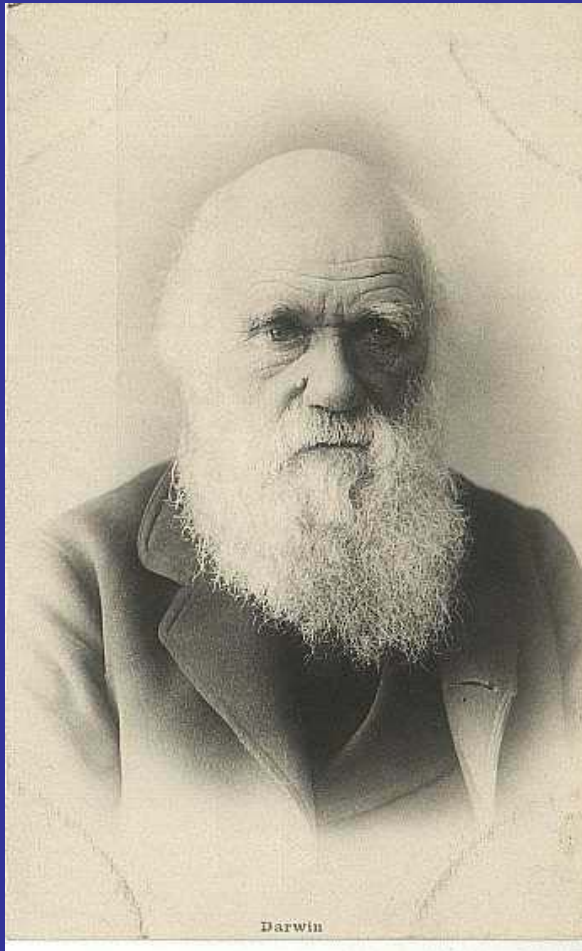


Sir Charles Lyell

Charles Lyell, *Principles of Geology* (1830-33)

Para explicar os fenómenos observados podemos muito bem dispensar o recurso às catástrofes súbitas, violentas e gerais, e considerar as mudanças do passado como as presentes, ou seja, como pertencendo a uma série de acontecimentos uniformes e contínuos

Charles Darwin (1809-1882) e *A Origem das Espécies* (1859)



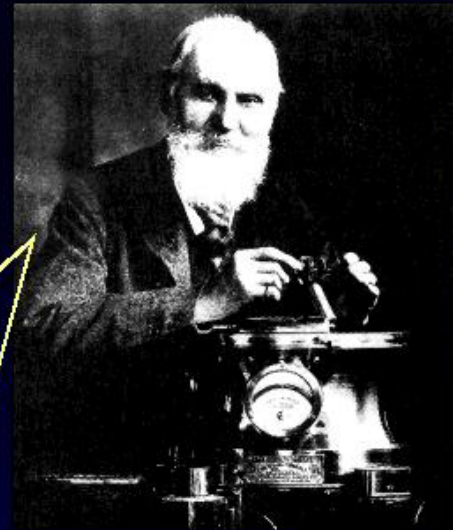
Charles Darwin, *A Origem das Espécies* (1859)

Poderá então considerar-se improvável, que variações úteis ao homem tenham realmente ocorrido, que variações de algum modo úteis a cada ser na grande e complexa batalha pela vida deverão, por vezes, ocorrer no decurso de centenas de gerações? Se isto ocorre poderemos duvidar (tendo presente que muitos mais indivíduos nasceram do que aqueles que podem sobreviver) que indivíduos possuindo qualquer vantagem, por pequena que seja, tenham mais possibilidades de sobreviver e de se reproduzirem? Por outro lado, temos a certeza de que qualquer variação minimamente desfavorável seria rigidamente destruída. A esta conservação de variações favoráveis e à rejeição de variações desfavoráveis chamo Selecção Natural.

Um físico desafia duas jovens ciências: cálculos da idade da Terra

Sir William Thomson, Lord Kelvin
(1824-1907)

The limitation of geological periods imposed by physical science. . . does seem sufficient to disprove the doctrine that transmutation has taken place through 'descent with modification by natural selection.'



William Thomson (1824-1907) e James Clerk Maxwell (1831-1879)

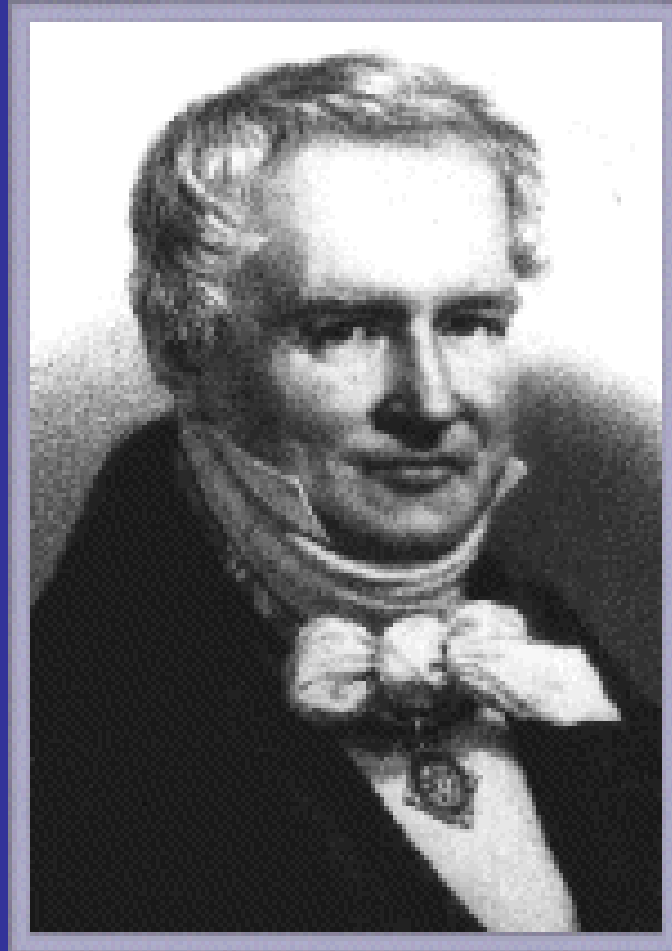


Uma Segunda Revolução Científica?

Questões metodológicas

- Reacção ao Iluminismo. Romantismo e ciência. Alexander von Humboldt.
- O papel do sujeito, conexão e unidade dos processos naturais, visão holista da natureza
- Críticas ao reducionismo. Leis estatísticas e determinismo. Fenómenos aleatórios.
- Positivismo. A importância da ciência. Atomismo e energetismo. A construção das teorias científicas. O que é uma boa teoria científica?

Alexander von Humboldt (1769-1859)



Auguste Comte (1798-1857)



Auguste Comte

LAW OF THREE STAGES (of explanation)

“From the study of the development of human intelligence, in all directions, and through all times, the discovery arises of a great fundamental law, to which it is necessarily subject, and which has a solid foundation of proof, both in the facts of our organization and in our historical experience. The law is this:—that each of our leading conceptions—each branch of our knowledge—passes successively through three different theoretical conditions: the Theological, or fictitious; the Metaphysical, or abstract; and the Scientific, or positive.”

Positive Philosophy, p 25

comte 4

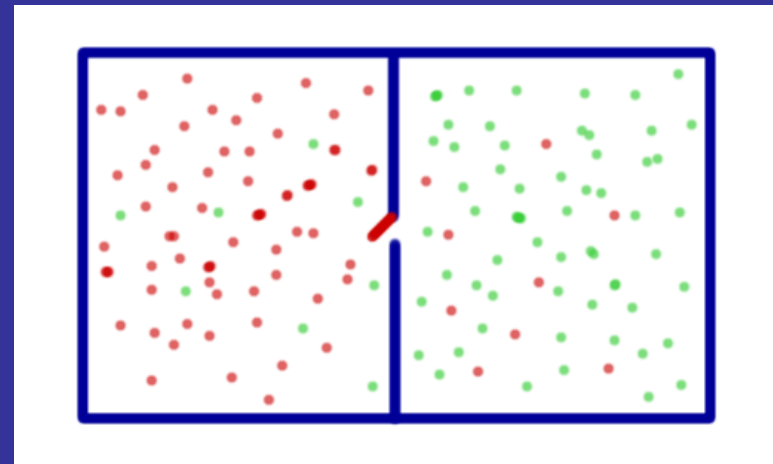
Auguste Comte

HIERARCHY OF SCIENCES

STAGE OF EXPLANATION	Astronomy	Physics	Chemistry	Biology
laws: “Positive”	prehistory	1500	1800	(1920)
↑		100 BC	↑	↑
		↑	↑	↑
nature: “Metaphysical”		400 BC	↑	↑
↑			↑	↑
			middle ages	1840
will: “Theological”				
	simple farthest from us			complex nearest to us

comte 6

Uma lei peculiar e o demônio de Maxwell



Uma Segunda Revolução Científica?

Ciência e Sociedade

- Revolução industrial e ciência. Romantismo e ciência. Positivismo
- A invenção da palavra cientista. Especialização
- Popularização da ciência
- Uma nova ideia de universidade. A universidade alemã. Ensino aliado à investigação

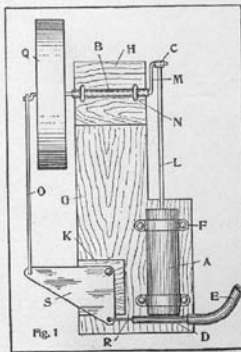
Popularização da ciência

The cylinder A, Fig. 1, is an old bicycle pump, cut in half. The steam chest D, is part of the piston tube of the same pump, the other parts being used for the bearing B, and the crank bearing C. The flywheel Q can be any small-sized iron wheel; either an old sewing-machine wheel, pulley wheel, or anything available. We used a wheel from an old high chair for our engine. If the bore in the wheel is too large for the shaft, it may be bushed with a piece of hard wood. The shaft is made of heavy steel wire, the size of the hole in the bearing B.

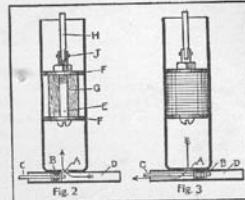
The base is made of wood, and has two wood blocks, H and K, $\frac{3}{8}$ in. thick.

How to Make a Toy Steam Engine

A toy engine can be easily made from old implements which can be found in nearly every house.



Toy Steam Engine Assembled



Valve Motion and Construction of Piston

to support bearing B, and valve crank S, which is made of tin. The hose E connects to the boiler, which will be described later. The clips F F are soldered to the cylinder and nailed to the base, and the bearing B is fastened by staples.

The valve motion is shown in Figs. 2 and 3. In Fig. 2 the steam is entering the cylinder, and in Fig. 3 the valve B has closed the steam inlet and opened the exhaust, thus allowing the steam in the cylinder to escape.

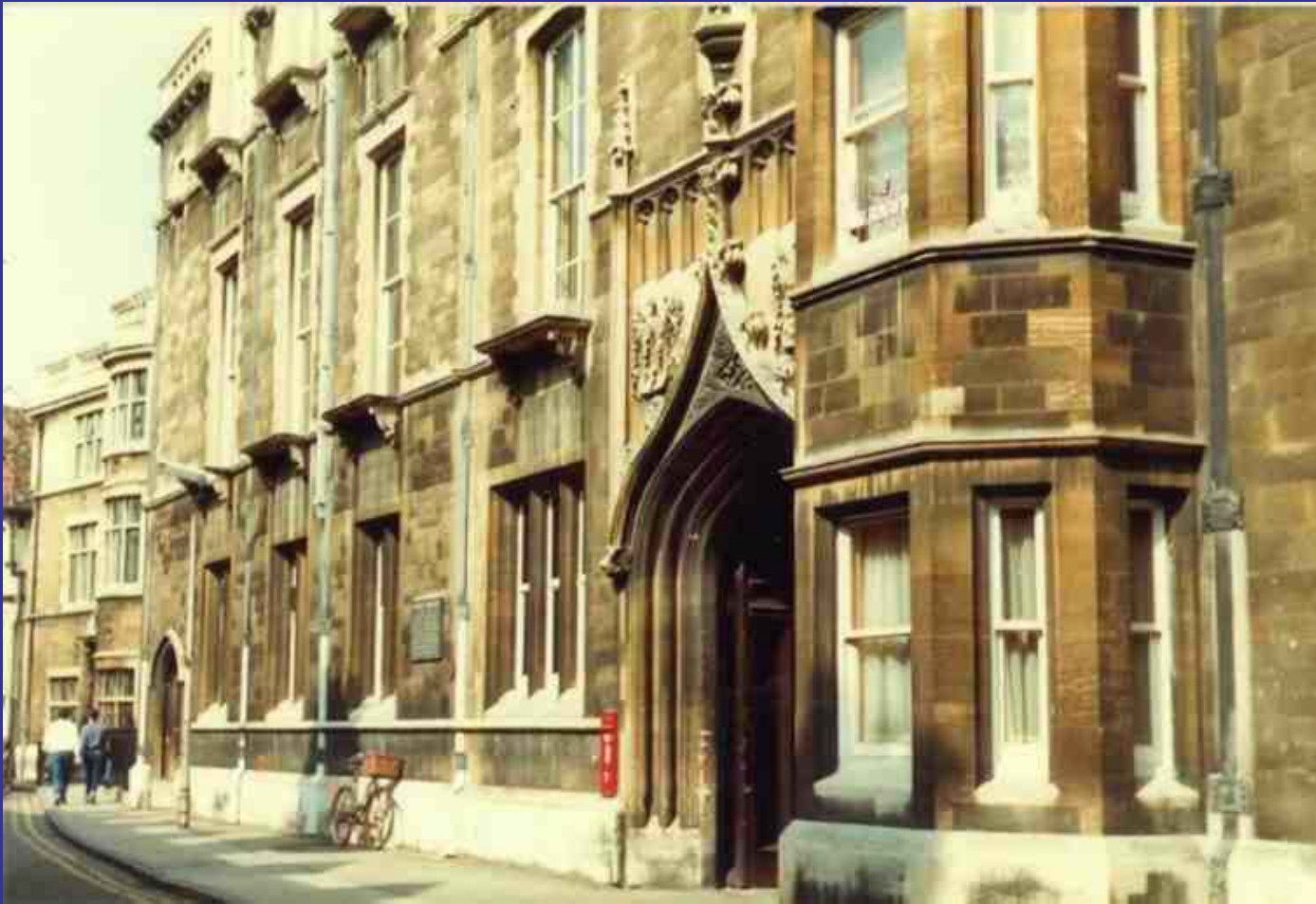
The piston is made of a stove bolt, E, Fig. 2, with two washers, F F, and a cylindrical piece of hard wood, G. This is wound with soft string, as shown in Fig. 3, and saturated with thick oil. A slot is cut in the end of the bolt E, to receive the connecting rod H. The valve B is made of an old

THE ELEMENTS OF NATURAL PHILOSOPHY

LORD
KELVIN
AND
PETER GUTHRIE
TAIT

GREAT MINDS SERIES

Uma nova ideia de universidade



Uma Segunda Revolução Científica?

Ciência e religião

- Implicações do Darwinismo
- O “Discurso acerca das moléculas” de J.C. Maxwell

J.C. Maxwell, “A Discourse on Molecules” (1873)

But though in the course of ages catastrophes have occurred and may yet occur in the heavens, though ancient systems may be dissolved and new systems evolved out of their ruins, the molecules out of which these systems are built --- the foundation stones of the material universe --- remain unbroken and unworn. They continue to this day as they were created --- perfect in number and measure and weight; and from the ineffaceable characters impressed on them we may learn that those aspirations after accuracy in measurement, truth in statement, and justice in action, which we reckon among our noblest attributes as men, are ours because they are essential constituents of the image of Him who in the beginning created, not only the heaven and the earth, but the materials of which heaven and earth consist.

Ciência no século XX

Quais as especificidades da ciência no século XX? O paradoxo da escolha de Einstein como ícone do século XX

- Dos Big Three para os Big Four.
- Emergência da Big Science. Colectivização da investigação.
- Brechas na visão mecanicista do mundo (determinismo, reducionismo, reversibilidade, dualidade sujeito-objecto)
- Emergência de disciplinas científicas no século XIX. Atravessar fronteiras disciplinares como característica do século XX. Dissolução de fronteiras disciplinares?
- Um novo instrumento – o computador. Ciências da computação. Computadores pessoais e Internet. O impacto dos computadores nas disciplinas científicas.
- Computadores e revoluções à lan Hacking. - A revolução associada à modelação computacional e simulação de sistemas complexos
Um novo estilo de pensamento: Ataque à complexidade através da modelação matemática e simulação computacional.
- Da não visualização da física do século XX (mecânica quântica) para a visualização das simulações computacionais

Ciência no século XX

Temas/ Ciência e Sociedade

- O que é descobrir? Quem descobriu os quanta?
Kuhn e o *Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity, 1894-1912* (1978). Controvérsia Klein-Kuhn-Galison (1980s).
A tese de Paul Forman e a génese da física quântica (1971)
- O papel do contexto tecnológico na emergência da teoria da relatividade restrita. O livro de Galison *Einstein's clocks, Poincaré's maps. Empires of Time* (2003)
- Do cientista apolítico (século XIX) para a responsabilidade social do cientista (século XX)
- Ciência no século XX: da Europa para os EUA
- Instituições e a organização da ciência. Expedições, guerra, financiamento estatal da investigação, ligações ciência-estado- indústria
- Prémio Nobel. Reconhecimento científico no século XX.

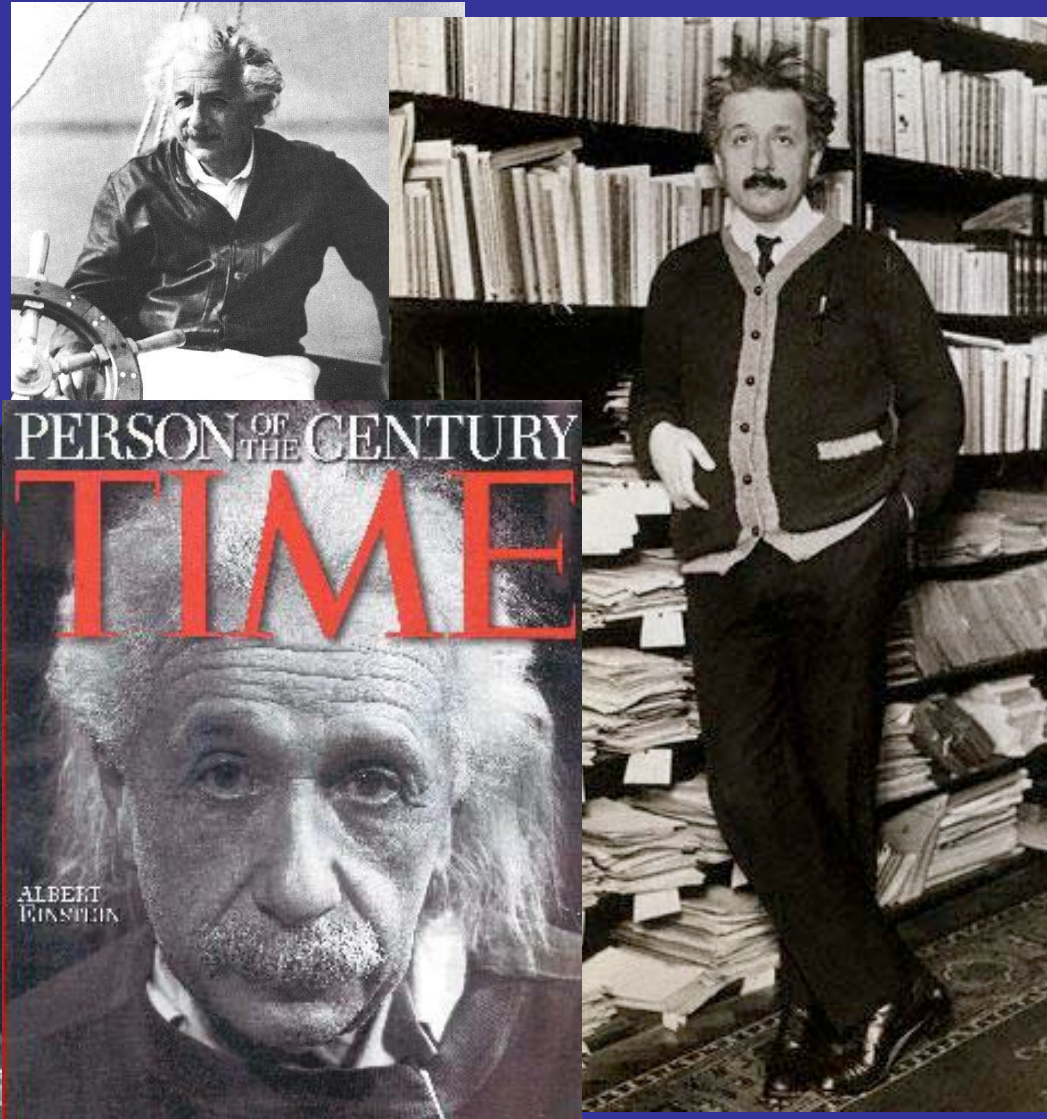
Ciência no século XX

- Ciência na interface da tecnologia, guerra e militares e indústria.
Os espaços Big Science (Los Alamos, CERN, Silicon Valley, Genome Project, NASA etc.).
Espaços fechados onde a competição e a cooperação se reforçam mutuamente.
A questão da escala, organização e interface com o estado.
Financiamento forte pelo estado e empresas.
- Emergência dos Laboratórios de Estado (Institutos Kaiser Wilhelm como primeiros exemplos) enquanto locais onde conhecimento e ideologia se encontram.

“The modern national laboratory has scores of laboratories, tens of thousands of employees, with sometimes hundreds of doctoral candidates writing dissertations based on a single experiment, and broad research vistas. National laboratories are large not only in size, multinational profile, and budget but also in the extent of their contacts with other areas of human activity (political, industrial, university), which requires them to engage in continuous political and social justification, an activity with significant ideological overtones”. Paul Josephson, “Science, ideology and the state. Physics in the 20th century” *CHS*, vol.5, pp. 579-614, on p.595

Ciência no século XX

Einstein como ícone do Século XX



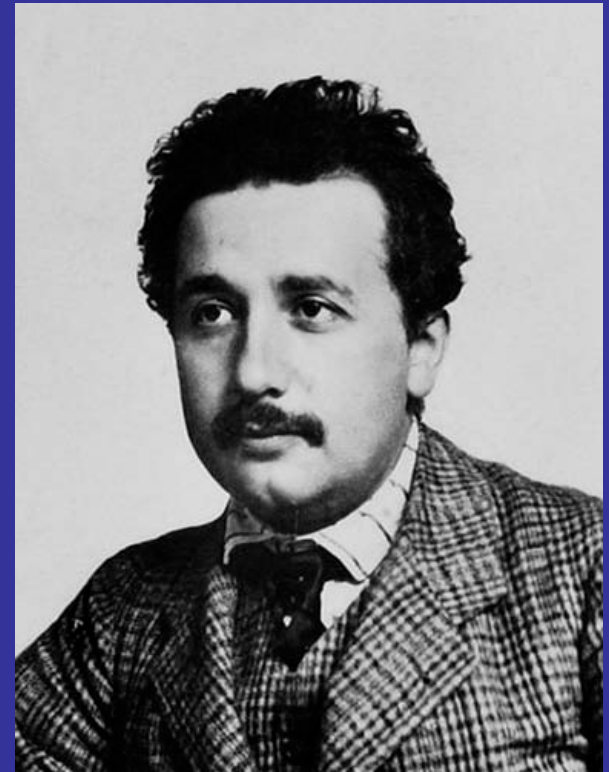
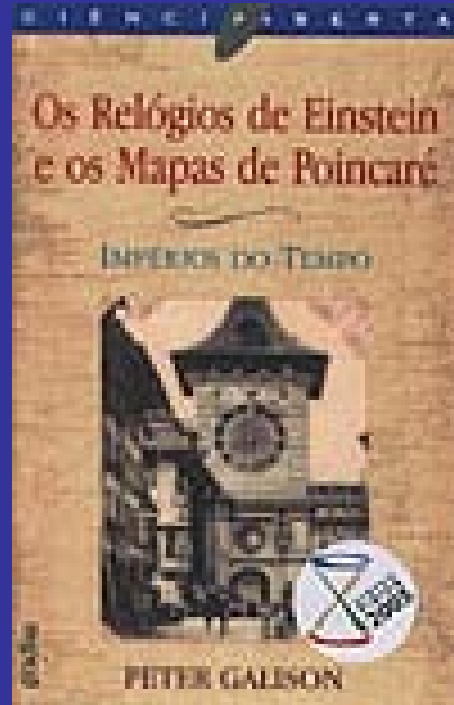


Ciência no século XX

Episódios da vida científica de Einstein/

/Aspectos característicos da ciência novecentista –temas, questões sociais, organizacionais e metodológicas

- 1905 - 4 papers: Relatividade restrita, Explicação do movimento browniano, Natureza corpuscular da luz e explicação do efeito fotoelétrico (Nobel Prize 1921), Equivalência massa -energia
- 1913-7 Director do Instituto Kaiser Wilhelm de Física Teórica (mais tarde os Institutos Max Planck)
- 1914 Assina o manifesto
- 1915-6 Teoria da Relatividade Generalizada
- 1921 Prémio Nobel
- 1933 Migra para os EUA
- 1939 Carta ao Presidente Roosevelt. O Projecto de Los Alamos.
- 1930s-1950s. A busca solitária e fracassada de uma teoria unificada da gravitação
- A outra face de Einstein. Universalista mas defensor da criação do estado de Israel. Anti-racista. Socialista .





FreeFoto.com

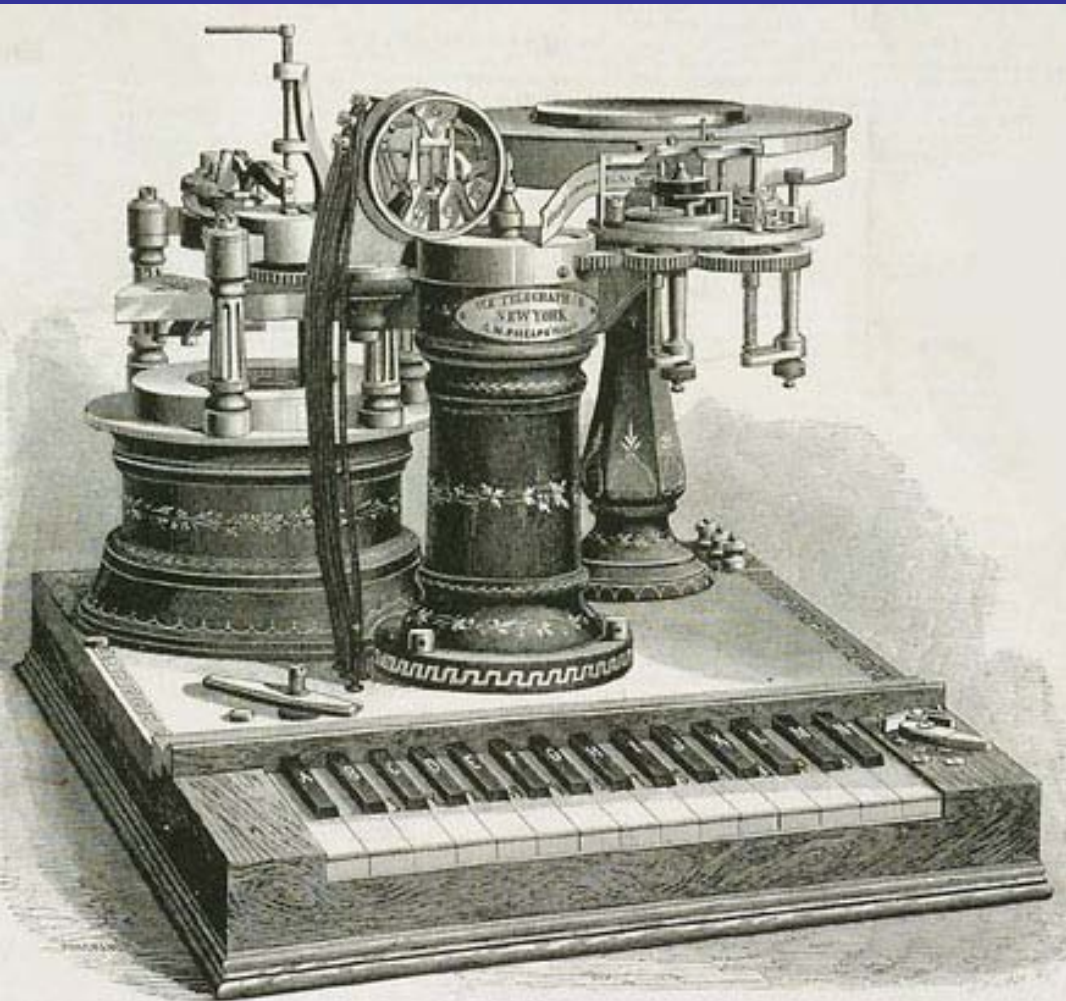








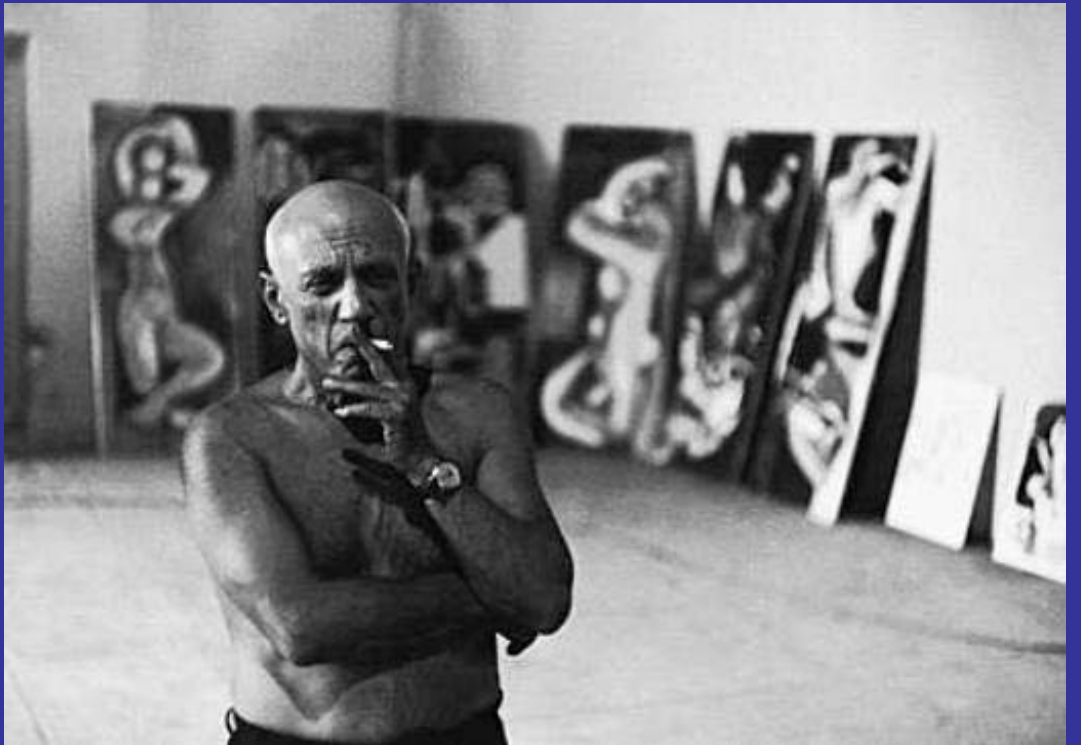
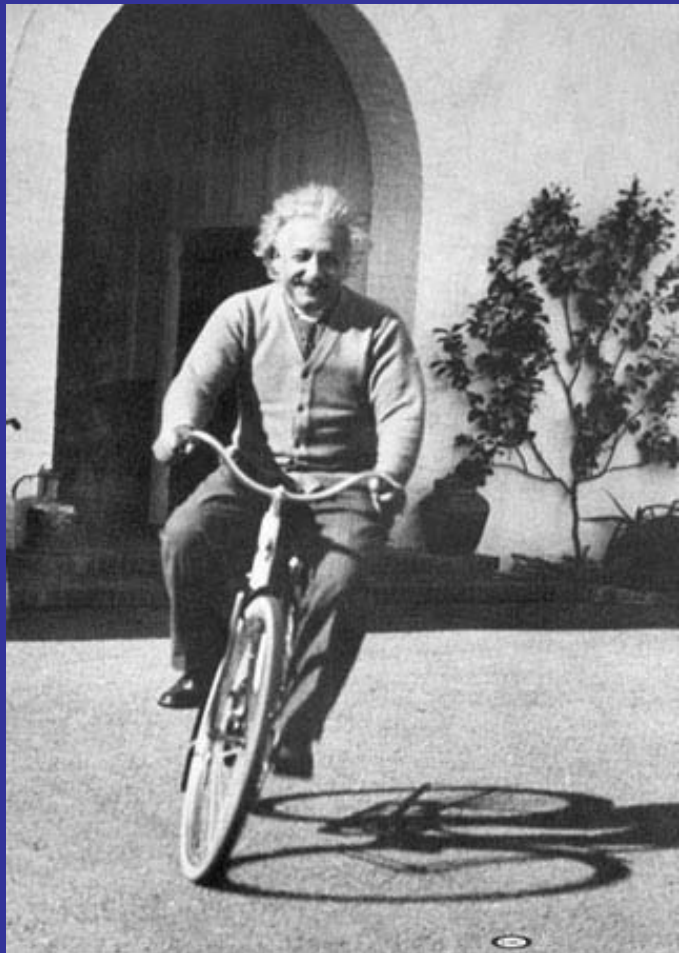
WASHINGTON, D. C.—FIRST REPORTING BY THE TELEGRAPH OFFICE IN THE HOUSE OF REPRESENTATIVES REGARDING ANY DISPATCH ON THE OPENING DAY OF THE FIFTY-FOURTH CONGRESS.



THE PHELPS ELECTRO-MOTOR PRINTING TELEGRAPH



COPYRIGHT 1908 BY
WALDON FAWCETT,
WASHINGTON, D.C.



Einstein, PhD Honoris Causa, Lincoln University 1946

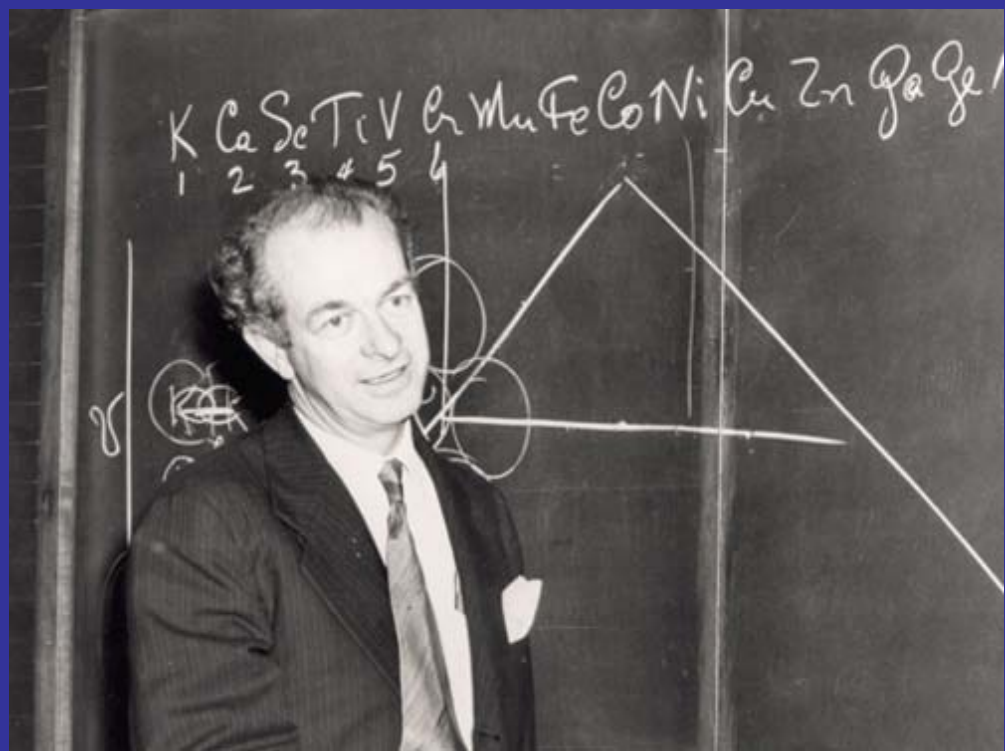
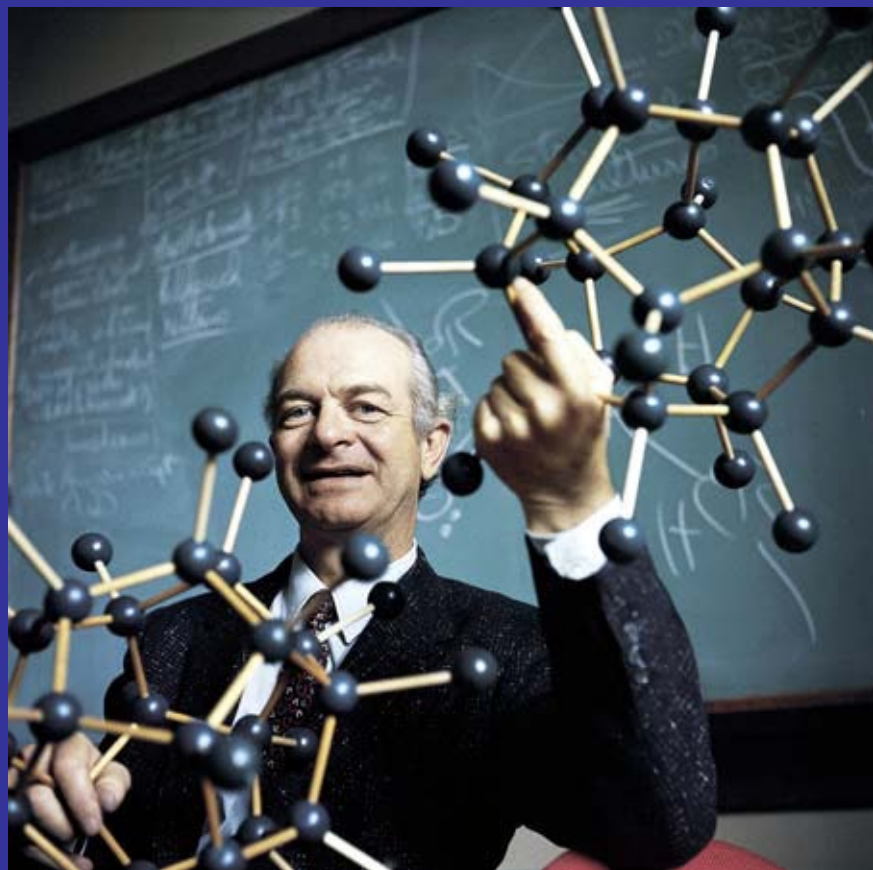


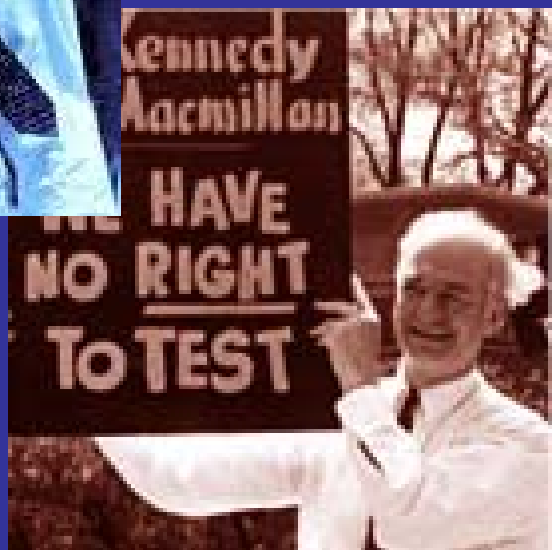
Paul Robeson e Marian Anderson



Linus Pauling (1901-1994)







Visão do mundo aristotélico-ptolomaica

- Cosmos geocêntrico e homocêntrico (mundo finito, fechado e hierarquicamente ordenado, criado para o homem)
- Visão organicista e holista do mundo (todas as coisas estão interligadas e têm um “lugar” específico numa hierarquia)
- Visão teleológica (tudo tem uma finalidade)
- Espaço completamente preenchido por matéria
- Movimento como um processo

Visão do mundo newtoniana

- Universo heliocêntrico e infinito
- Leis deterministas que regem o movimento dos corpos macroscópicos e dos átomos
- Leis reversíveis no tempo: a longo termo todos os movimentos são cíclicos. O universo é visto como um gigantesco mecanismo de relógio
- Reduccionismo
- Movimentos atômicos não têm qualquer finalidade. Movimento como um estado.

Visões do mundo aristotélico-ptolomaica e newtoniana

- O mundo e a terra são relativamente jovens (Pensava-se então que o universo não teria mais que 6000 anos. Actualmente a idade aceite para a terra é da ordem dos milhares de milhões de anos)
- Processos físicos regidos por leis deterministas
- Não há evolução temporal a longo termo
- Humanidade tem um lugar especial na criação (e o homem detêm um lugar privilegiado face à mulher)
- Espaço, tempo e a matéria têm existência em si mesmos e são independentes do observador

Visão do mundo do século XX

- Universo muito antigo.
- Irreversibilidade, evolução temporal.
- Indeterminismo.
- Espaço, tempo e matéria não têm existência per se nem independente do observador.