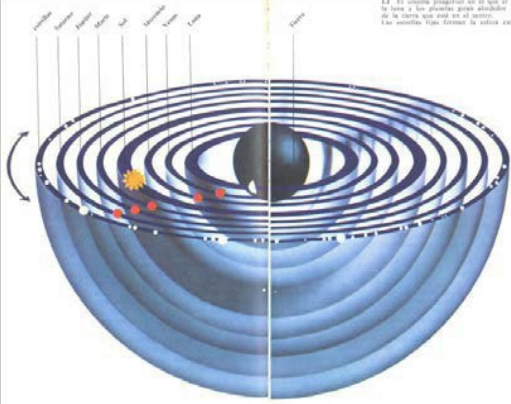
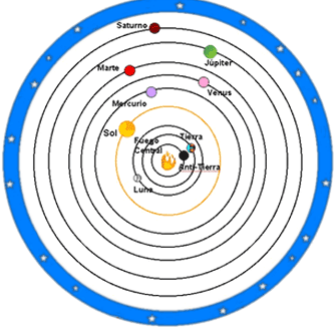
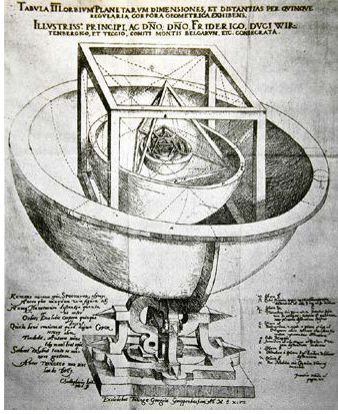
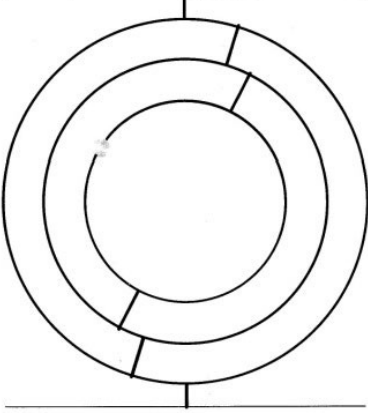
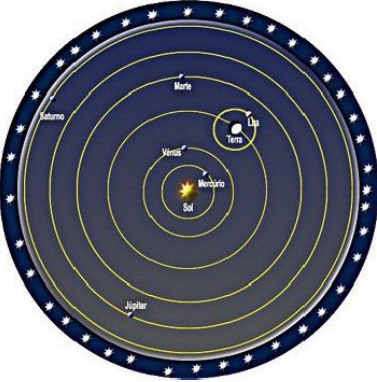
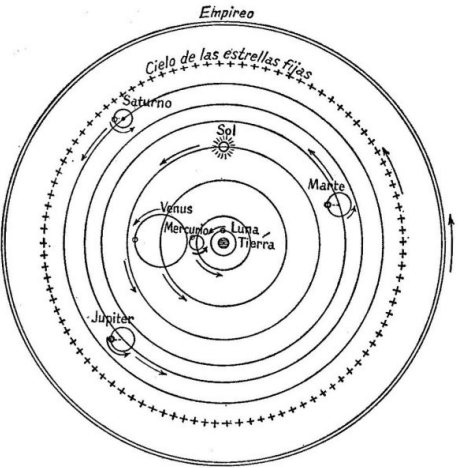
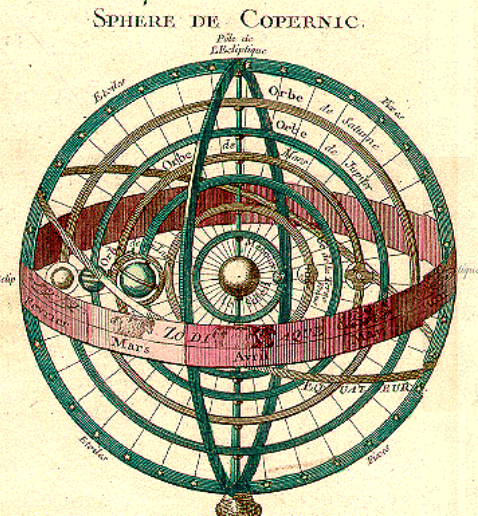
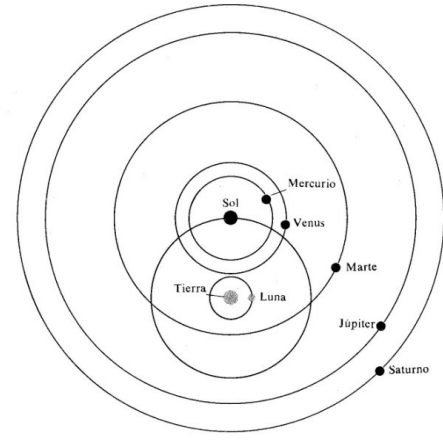


Història de la Cosmologia fins Isaac Newton

Síntesi d'Enric Vicedo-Rius

	Autor [època]	Cosmologia	
1	Pitàgores c580 aC – c497 aC	creador de la primera cosmologia racional. correspondència entre els números racionals i els mecanismes els sencers expressen l'equilibri i l'ordre de la natura. harmonia de la lira / harmonia celestial. terra: esfera Sol, lluna i cinc planetes donen voltes a la terra fixats a una esfera o roda; al final l'esfera de les estrelles fixes. en desplaçar-se per l'aire → nota musical. tons entre planetes.	
2	Filolau de Crotona c470 aC – principi. sIV aC	 Desenvolupa la cosmologia pitagòrica. Terra immòbil al centre del món. Després considera que gira al voltant d'un foc central (Hestia). Els forats oberts en l'esfera exterior són les estrelles que reflecteixen el foc exterior. - visió menys antropocèntrica (la terra també es mou). - precursor de l'heliocentrisme de Copèrnic. - considera la necessitat d'una anti-Terra (Antichton) perquè s'interposi entre el foc i la Terra, protegint-la.	
3	Plató 428/427 aC – 348/347 aC	Deu ha creat l'univers i els objectes celestes es mouen en cercles (forma perfecta) ⇒ axioma del cercle, també Pitàgores.	
4	Heràclides del Pont c388 aC – c315 aC	Terra, centre del món i gira sobre el seu eix. Li sembla que Mercuri i Venus giren al voltant del Sol. La Lluna, el Sol i la resta de planetes al voltant de la Terra.	
5	Aristòtil 384 aC - 322 aC	Terra quieta, centre del món. Nou esferes transparents: la Lluna, Mercuri, Venus, el Sol, Mart, Júpiter, Saturn, les estrelles i Deu (fixa, fa girar la resta). Sub-Lluna → lo temporal (terra, aigua, aire i foc) Més enllà → lo etern, “éter”. les esferes d' Aristòtil són cercles i amb velocitat uniforme ≠> experiència. Eudox de Cnidos parla de que l'esfera que porta un planeta està lligat -amb uns extrems que surten- a altra esfera. Parla de 27 esferes, Calip de Cízic de 34 i Aristòtil 54 esferes concèntriques. Serien circulars i moviment uniforme que donen -pel mecanisme d'Eudox- moviments no circulars.	2.3 Ahojo: Orbits planetarias según Eudoxo y Aristóteles. El diámetro de la esfera que lleva un planeta se prolonga fuera de la esfera y se fija en otra, la cual a su vez gira alrededor de un diámetro. Las varias esferas tienen ejes independientes de rotación y así la trayectoria de un planeta alrededor de la tierra resulta más compleja que la de un simple círculo. 
6	Aristarc de Samos c310 aC – c230 aC	Centre → el sol la Terra es mou en cercle al voltant del sol i gira sobre el seu eix. no es coneix la gravetat, per tant no era ni natural ni evident.	

7	Claudi Ptolemeu c83 dC - c161 dC	Accepta el cercle i la velocitat uniforme també. des de Plató i Aristòtil es coneixien eclipses diferents de Lluna i canvis de lluminositat dels planetes $\Rightarrow$ circular i esferes, però no es feu cas d'aquesta realitat. La societat no estava preparada per canviar el paradigma. Aquest moviment circular no explica el moviment el·líptic conegut. Per exemple, Mercuri. No hi ha problema en posar la terra com a centre de referència, el problema és que no explicava els moviments dels planetes Tots els autors destaquen el paper del Sol en l'univers.	 FIGURA 1. — Sistema de Tolomeo (según Flammarion)
8	Agustí d'Hipona 354 dC - 430 dC	II-IX predomina la idea d'un coneixement a priori, resultat d'un mateix i de la Bíblia, ciència i religió anaven de la mà, no cal observar. Tot i aquest predomini, s'han alternat etapes més apriorístiques (amb Plató per exemple) i d'altres més observacionals (Pitàgores, Aristòtil, Ptolemeu). Agustí elabora una cosmologia des del seu cor, sense necessitat de comprovacions. La terra seria plana (com els tabernacles); la gènesi bíblica del firmament per tal de separar les aigües seria acceptada, etc. IX-X: existeixen grans traductors àrabs dels grecs $\rightarrow$ aquests proporcionen el coneixement absolut. Cerca de documents grecs però alguns comencen a fer experiments (ex: Acadèmia de Ciències d'El Caire).	
9	Tomàs d'Aquino 1225 - 1274	XII-XIII: arriben els grecs pels àrabs. es torna a la raó i l'experiència per entendre la natura. es va a l'observació. Es cita sovint Aristòtil (empiria > apeira). mXIII Tomàs d'Aquino. potència/acte; matèria/forma; cos/esperit $\rightarrow$ avui sonen molt metafísics però revelen que es podia estudiar, que hi havia lleis, com la llei del sol.	
10	Nicolau Copèrnic 1473 - 1543	Demostra que la Terra gira en torn del Sol $\rightarrow$ revolució copernicana front la interpretació ptolemaica. Però accepta tota la tradició clàssica sense fer observacions concretes. Per exemple, les òrbites circulars i el moviment uniforme en aquestes.	
11	Tycho Brahe 1546 - 1601	Brahe formulà un model a mig camí del geocentrisme i del heliocentrisme. La lluna i el sol girarien al voltant de la Terra, i la resta de planetes al voltant del sol.	

		<pre>graph TD; Copernicus["Copèrnic (1473-1543)"] --> Bruno["Giordano Bruno (1548-1600)"]; Copernicus --> Tycho["Tycho Brahe (1546-1601)"]; Copernicus --> Galileo["Galileo Galilei (1564-1642)"]; Tycho --> Kepler["Johannes Kepler (1571-1630)"]; Galileo --> Kepler; Bruno --> Newton["Isaac Newton (1643-1727)"]; Kepler --> Newton;</pre>
12	Giordano Bruno 1548 - 1600	Giordano Bruno (1548-1600) fou contemporani de Galileo Galilei (1564-1642). Aquest també fou jutjat el 1632 per la Inquisició pels seus “Diàlegs”, tot i que nou anys abans el papa l’autoritza a escriure un llibre en què comparava el sistema ptolomeic –on la terra era el centre de l’univers-, amb el de Copèrnic –on el sol n’era el centre. El càstig fou menor, ja que conservà la vida però hagué de viure arrestat a casa seva fins la seva mort el 1642. Bruno, seguidor de l’heliocentrisme de Copèrnic, anà molt més enllà. Se sentí motivat per les idees d’alguns autors clàssics trobats en el Renaixement, com Hermes Trimegistus – la “Taula Maragda” del qual fou traduïda més tard per Isaac Newton-, o bé Plató. En la visió del cosmos de Bruno destacava que tenia una homogeneïtat i que estava estructurat en base a sistemes estel·lars, dels quals el sistema solar n’era un més. La seva visió no era ni geocèntrica ni heliocèntrica: en un univers animista i infinit, cap estel tenia cap prioritat sobre altres. Una perspectiva que lliga molt amb la visió de la ciència dels segles XX i XXI, però que devia ser considerada inacceptable a la segona meitat del XVI.
13	Galileo Galilei 1564 - 1642	Galileu i Newton foren difusors de la revolució copernicana, que marca l’ inici de la moderna astronomia i d’una revolució científica sense precedents. En les millores del telescopi que fa Galileu i les seves innombrables observacions celestes cal trobar la confirmació de les idees de Copèrnic.
14	Johannes Kepler 1571 - 1630	Amb el suport del rei de Dinamarca i Noruega, Tycho Brahe pogué crear el primer Institut d’Investigació Astronòmica, on posa a punt instruments per calcular de manera més precisa les posicions d’estrelles i planetes. Tot i que acollí a Kepler un temps, no fou fins la seva mort que li cedí els càlculs que serviren per a elaborar les tres lleis de Kepler i, en conseqüència, les tres lleis de Newton de la gravitació universal. En la figura de Kepler trobem el darrer astròleg i el primer astrònom. Les millores que féu permeten confirmar els càlculs de Galileu. Amb les dades proporcionades per Brahe, Copèrnic i Galileu pogué elaborar les seves tres lleis que precisaven el moviment el·líptic dels planetes al voltant d’un sol que era a un dels focus de l’el·lipse. La segona llei fa referència a que una línia traçada des d’un planeta al sol escombra àrees iguals en temps iguals. I finalment la tercera llei estableix que el quadrat del període d’un planeta és directament proporcional al cub de la seva distància mitjana al sol.
15	René Descartes 1596 - 1650	Context 1mXVII: idea platònica (món real/ món de les aparences); Kepler i Galileu oblidats o relegats. discussió sobre l’univers finit o infinit. Per a Bruno l’espai i el temps són infinits. cap a 1630 es considera que totes les regions del cosmos evolucionen. S’ha superat la visió estàtica del cosmos. Idees axiomàtica: coneixement del món mitjançant la raó. Desconfiar dels sentits. axioma bàsic: p. ex, “ penso, doncs existeixo”. conclusions que són veritables teoremes, tant veritables com els axiomes. món ideal seu [creu que s’apropa molt al real] i món real [és realista tot i que pot ser considerat com a pare de l’ idealisme]. mètode axiomàtic a la física [ja emprat per Euclides i altres matemàtics]: els axiomes deduïts de lo observable regeixen (ho plantegen a priori) allò subjacent a l’observable. geometrització de la física (Pitàgores desig i Plató) → axiomàtica XVII: Galileu i Kepler escriuen la natura en llenguatge matemàtic però Descartes com Einstein → teoria abans de l’experiència. Einstein: “Una teoria puede ser verificada por la experiencia, pero no hay camino que lleve de la experiencia a la creación de una teoría”. per a Descartes una substància única compon el món: l’extensió. Els fenòmens d’aquesta extensió poden ser descrits mitjançant figures i moviments. per a Einstein una substància única compon el món: l’espai/temps. Els fenòmens són figures (curvatures) i moviments (direccions principals). principis de conservació. axiomàtica → principis de conservació (quantitat de moviment; de l’energia –l’anomena força viva). Einstein: la relativitat general basada en la conservació de la impulsio- energia. la geometria de Riemann (gravitació d’Einstein) es basa en la definició de la invariant de longitud en l’espai - temps. no hi ha buit en el sentit de no res. Hi ha l’extensió. Per a Einstein: l’espai-temps no és l’absència de tot. remolins (no en el sentit actual) [Einstein, geodèsiques] mouen els planetes (semblant a Kepler tot i que parla de força). Kepler, Newton i Descartes es troben incòmodes respecte la força de la gravetat, per la seva aparença de “força màgica”.

		dos mètodes de la ciència: Newton: observació com a l'Escola de Copenhaguen (Bohr, Heisenberg i teories quàntiques). Descartes i Einstein planejaments a priori.
16	Isaac Newton 1643 - 1727	I Deu creà Newton! Aquest és el títol d'un capítol de la "Biografia de la física" de George Gamow. Tot i la contundència del títol, abans de crear Newton, Deu hagué de crear l'univers i tots els pensadors i científics anteriors a Newton. Sintetitzem les lleis de Newton: - Un cos no pot modificar per si sol el seu estat de repòs o de moviment a velocitat constant. Caldrà una força exterior. Per això ens cansem quan caminem, treballem,... - La força és igual a la massa d'un objecte per l'acceleració. Per això, ens costa més en gasolina anar per autopista que per una carretera local. - A tota força acció es produeix una altra que anomenem reacció, igual i de sentit contrari. Si pressionem un moll, es dispara si el soltem. - Finalment, la llei de la gravitació universal, que implica tot ésser viu, tot objecte material, tot àtom i tota sub-partícula. La força amb què s'atreuen dos objectes qualsevol de l'univers és directament proporcional al producte de les masses i inversament proporcional al quadrat de les distàncies. $F = G (m \cdot m' / d^2)$. Tot i que la fórmula funciona, amb Einstein la interpretació de la gravetat canvia. Una carta de Newton (25 febrer 1692) a Bentley fa referència a la gravetat com una força que no pot actuar en el buit. D'aquí l'explicació basada en l'èter.

Algunes referències generals:

John D. Bernal (1967), *Història social de la ciència*. 2 vs. Barcelona: Edicions 62.

Jean F. Charon (1969), *Cosmologia. Teorías sobre el universo*. Madrid: Guadarrama.

Benjamín Farrington (1971), *Ciencia y filosofía en la antigüedad*. Esplugues: Ariel.

John Gribbin (2009), *Historia de la Ciencia, 1543-2001*, Barcelona: Crítica-RBA.

Stephen Hawking, (2003, editor). *A hombros de gigantes, Las grandes obras de la física y la astronomía*. Barcelona: Crítica.

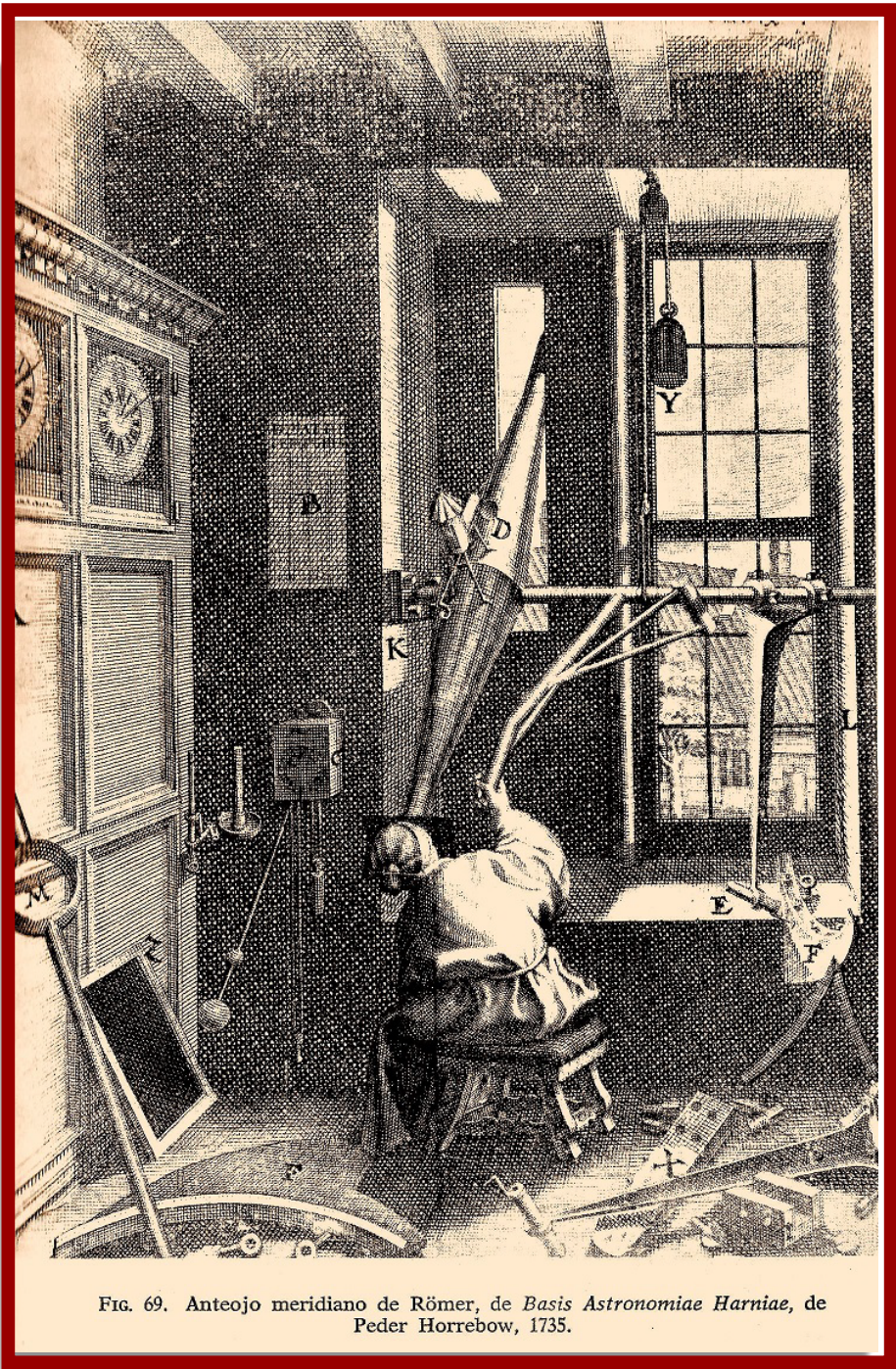


FIG. 69. Anteojo meridiano de Römer, de *Basis Astronomiae Harniae*, de Peder Horrebow, 1735.