

TEMA 1

1. ELS INICIS DE LA COSMOLOGIA

1.1 Cosmologia mitològica: Babilònia i Egipte

1.2 Cosmologia astronòmica: Grècia

1.2. a) Escoles pre-aristotèliques

1.2. b) Concepció de Plató i Eudoxo de Cnido

1.2. c) Aristòtil i Aristarc de Samos

1.2. d) Aportacions ptolemàiques

1.3 Del món antic al renaixement

1) ELS INICIS DE LA COSMOLOGIA

1.1) Cosmologia mitològica: Babilònia i Egipte

Diversos pobles al llarg de la història s'han preocupat d'elaborar grans teories que expliquessin l'estructura de l'Univers, la posició de la terra, i els moviments planetaris.

Grècia és el bressol de l'astronomia, on neixen les primeres teories, però tres mil anys abans de Crist, babilònics i egipcis (entre d'altres) ja havien desenvolupat l'astronomia que els permetia elaborar calendaris amb la finalitat de controlar l'agricultura, la ramaderia, la navegació pels rius, concretar festes religioses...



Els egipcis van construir la gran piràmide de Cheops amb alineació al pol nord

Els babilònics van elaborar un calendari lunar. Però 12 mesos lunars (entenen per cycle lunar 29 dies i 12 h, es a dir la llunació sinòdica) sumen 354 dies, que després de nou anys s'havia produït la variació d'una estació (99 dies). En canvi, el egipcis van estipular l'any lunar dividit en 12 mesos de 30 dies cadascun, és a dir, 360 dies, tot i que després afegien 5, quedant un resultat de 365 dies. En conseqüència, en 120 anys, l'endarreriment era d'un mes.

Tot i les dificultats o imprecisions d'aquests càlculs, cal recordar que aquests pobles tenien molt poca base matemàtica per poder realitzar càlculs laboriosos, d'aquí el mèrit de la realització d'aquests models.

La cosmologia elaborada per babilònics i egipcis, està inspirada en els mites, en els quals es diu allò que els déus han permès saber a l'home. Per tant el punt de partida no és l'experiència o la observació, sinó la revelació divina.

L'explicació de la posició de la terra i l'Univers de les teories egípcies i mesopotàmiques és mítica; en la cosmologia babilònica es parla d'un déu responsable del cel, altre responsable de la Terra i un altre de separar el cel i la terra. Els egipcis adoraven a Ra, déu del sol i Nut, deessa del cel.

Els punts comuns dels models egipcis i babilònics són els següents:

- Imperfecta elaboració del calendari amb la finalitat d'obtenir alguna manera de dividir el temps.
- Necessitat de dur a terme observacions astronòmiques.
- L'interès pràctic, religiós i astrològic de l'estudi del cel.
- El desenvolupament de la aritmètica i la geometria, a fi de dur a terme prediccions astronòmiques.
- Cosmologia de caràcter mític.
- L'origen i estructura de l'Univers acostuma a dependre de la intervenció de les divinitats, personificades en diversos astres.

La concepció del món d'aquestes cultures era molt simple: la Terra era com una ostra, amb aigua per sota i per sobre, sostinguda per un firmament sòlid.

1.2) Cosmologia astronòmica: Grècia



Panoràmica de Grècia

A Grècia es produeix el punt d'inflexió entre la cosmologia mitològica i la cosmologia astronòmica: basada en la observació i elaboració de lleis que permetessin explicar els fenòmens. Podem dir que la societat grega és el si de la raó. Diversos filòsofs es van preocupar d'intentar explicar tot allò que els envoltava; des de l'ètica o la política fins a les lleis de la natura i fenòmens naturals, entre ells, l'astronomia.

Dintre de l'hegemonia de l'imperi grec (entre el segle VI aC i el III dC) podem destacar diferents filòsofs o escoles filosòfiques que es van preocupar pel lloc que ocupa la Terra a l'Univers, entre d'altres qüestions:

1.2. a) Les escoles pre-aristotèliques

Una de les escoles de les que podem destacar la seva aportació és l'escola jònica. Els jònics eren un poble de l'antiga Grècia que s'havien vists obligats a fugir per les invasions dòriques. Si agrupem les diferents aportacions d'aquests pobles podem obtenir la cosmologia jònica. Aquestes aportacions daten des del 624 aC, amb les

aportacions de *Tales de Milet*, fins al 475 dC aproximadament, amb la mort d'*Anaxímedes* i d'*Heràclit*.

Dintre de l'escola jònica podem destacar dues aportacions de caire important:

- La idea de trobar un principi o substància física pel qual ha de ser explicable el màxim nombre de fenòmens mitjançant un mínim d'hipòtesi.
- Preocupació centrada en el coneixement de l'estructura del cosmos, la figura de la Terra i la naturalesa dels moviments celestes.

A més, van treure unes conclusions de caire simplista: cel en forma semiesfèrica damunt d'una terra plana o, en el millor dels casos cilíndrica, astres que s'encenen al aixecar-se i s'apaguen al posar-se... Com podem veure la visió encara era molt primitiva.

Però a les colònies gregues al sud d'Itàlia es van poder identificar escoles amb un major progrés. És la cosmologia Itàlica, que dona lloc a la pitagòrica durant els segles VI i V aC.

Les principals aportacions de l'escola pitagòrica són les següents:

- Afirmació de la forma esfèrica de la Terra.
- Descobriments del moviment dels planetes en la direcció oposada al curs normal cap a l'oest dels estels, és a dir, d'oest a est.
- Formulació d'una teoria geocèntrica¹.
- Localització dels estels fixos en l'última esfera de rotació.
- Ubicació de la lluna, el sol i els planetes entre l'espai que hi ha entre la Terra i els estels.

Els pitagòrics van ser els primers en desviar-se de la doctrina acceptada pel geocentrisme. Filolau de Crotona, deixeble de Pitàgoras, va ser el primer filòsof en atribuir moviment a la Terra, va trencar amb la tradició geocèntrica i amb el convenciment que la Terra ocupa el centre de l'Univers.

Filolau va introduir, per raons teòriques i no observacionals, que el centre de l'Univers és un foc central, al voltant del qual giren els planetes, la Terra, el sol i els estels. A més introdueix una "Antiterra" que ens protegeix dels raigs directes del foc central.

D'acord amb plantejament pitagòric, el moviment dels astres ha de ser simplificat quan la observació ens ofereix dades irregulars i desordenades. Aquest plantejament té el seu origen a la harmonia Universal, que primer es va aplicar a la música i més tard, al cosmos. Per tant, els moviments aparentment desordenats del sol o de la lluna, han de ser reduïts a moviments que adoptin la figura simètrica per excel·lència, el cercle.

¹ Poc després, una versió molt estesa de Filolau va establir com a centre de l'Univers un foc central que roman immòbil.

El mèrit de l'escola pitagòrica al llarg dels seus anys fóra aproximar la astronomia a la aritmètica i a la geometria. Tot i això, encara no es disposava d'una astronomia quantitativa, capaç de preveure els moviments celestes.

També cal mencionar dues teories importants descrites per dos filòsofs de mitjans del segle V aC.:

- *Empèdocles* va sostenir que l'Univers era finit i esfèric, va combinar les doctrines jòniques, pitagòriques i eleàtiques, i va sostenir que existien quatre elements inalterables en qualitat: foc, terra, aigua i aire.
- *Anaxàgores* va explicar el concepte d'unitat entre fenòmens terrestres i celestes i fou el primer filòsof en donar una explicació de la causa dels eclipsis.

1.2. b) *Concepció Platònica del cosmos i el seu deixeble més avantatjat: Eudoxo de Cnido*

Plató fóra uns dels filòsofs grecs més importants de la seva època (s.IV aC.). Durant els seus múltiples viatges va entrar en contacte amb les teories pitagòriques afegint-ne els pensaments propis.

Al *Timeo* (obra en la que *Plató* mostra la seva visió del cosmos), fa un breu anàlisi filosòfic comentant que "s'ha de comprendre aplicant al conjunt de coses que afecten als nostres sentits, i no només observar acumulant dades empíriques". Per tant, coneixement racional i ordre, són termes molt propers per a *Plató*. Per poder arribar a la conclusió que els astres estan ordenats, va dir que, si els moviments són susceptibles de ser reconeguts racionalment i l'astronomia és possible com a ciència, aleshores els moviments són ordenats.

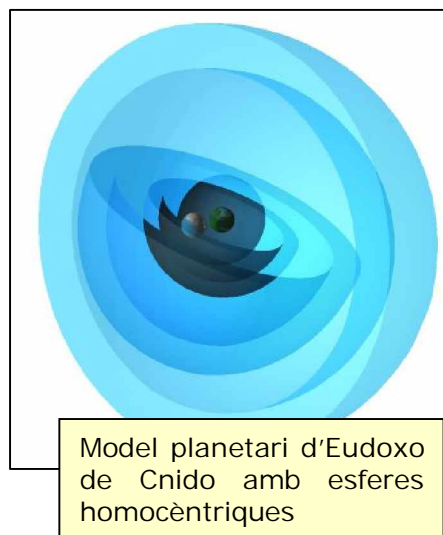
Abans de mencionar la teoria platònica, incorpora una relació entre la geometria i l'astronomia. I la figura més capaç a no veure's alterada per certes transformacions és el cercle. Els postulats platònics són els següents:

- Tant els cossos celestes com la Terra tenen forma esfèrica.
- El cosmos té forma esfèrica i, per tant, és finit.
- L'esfera de la Terra es troba en el centre de l'esfera còsmica.
- Tots els moviments celestes són circulars.
- La velocitat angular (w) dels cossos celestes és invariable.
- El sentit dels moviments circulars planetaris és sempre el mateix; no hi ha inversions de sentit.

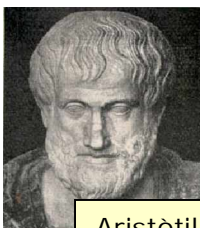
A partir d'aquest moment, l'astronomia es regeix dintre d'aquests límits que marquen els postulats platònics. Es trencaran molt més tard (a finals de l'Edat Mitjana), amb les teories planetàries de Copèrnic, Kepler, Descartes i Newton.

Cal esmentar Eudoxo de Cnido, el deixeble més avantatjat de l'escola platònica; va ser el primer en modificar l'Univers de les dues esferes per explicar el moviment dels planetes entre els estels fixos. Va introduir l'Univers d'esferes homocèntriques

rotatòries que Calip, el seu deixeble, amplià més tard. Eudoxo va assignar a cada planeta dues esferes, totes amb un centre en comú: la Terra. Per tant, estem davant d'un model geocèntric, però que no es van preocupar perquè fos un model físicament possible, sinó que es van limitar a establir un model purament geomètric que es podia plasmar sobre paper.



1.2. c) Aristòtil i Aristarc de Samos



Aristòtil

Aristòtil va ser membre de l'acadèmia de Plató, i per tant, deixeble d'aquest durant vint anys. La idea cosmològica principal per Aristòtil era una Terra esfèrica, i aquesta hipòtesi va ser vàlida per a generacions posteriors i no només per als seus contemporanis, fins i tot en l'Edat Mitjana en què el fet de creure en una terra plana no era més que un mite.

Tot i això, Aristòtil va donar una sèrie d'arguments basats, principalment en l'observació; durant un eclipsi lunar, l'ombra projectada per la terra sobre la lluna és sempre amb forma corba. A més, comenta que quan ens desplaçem de nord a sud sobre la superfície terrestre, la posició dels estels varia.

També va especular en la possibilitat que els oceans més occidentals i els més orientals del món conegut aleshores podien ser un, i va recollir amb certa simpatia els arguments de quants afirmaven que hi havia elefants tant en zones més occidentals com en les més orientals, i dels qui deien que aquestes zones podien ser contínues.

En la seva filosofia, cinc elements, terra, aire, foc, èter i aigua tenen un lloc natural a l'Univers. Aristòtil va comentar que els matemàtics van calcular que la circumferència terrestre equivalia a 400.000 *stadia*², és a dir, 63.000 quilòmetres (més de la meitat, de les dades obtingudes als temps moderns, ja que són 40.024 Km de circumferència terrestre). Malauradament, no ens han arribat els càlculs que es van realitzar per arribar a aquestes dades.

La teoria d'Eudoxo i Calipo, tenia un total de 26 esferes que regien els moviments celestes. Però Aristòtil n'introduí 29 més, en concepte d'esferes neutralitzadores, amb la finalitat que el moviment individual d'un planeta no es transmetés als altres.

El model que crea Aristòtil per percebre l'Univers és el següent: la Terra, esfèrica, roman immòbil al centre de l'Univers. Al seu voltant hi ha vuit esferes (la Lluna, Mercuri, Venus, el Sol, Mart, Júpiter, Saturn i les estrelles fixes). Finalment, introdueix una novena última esfera, que és la morada del Déu etern.

² La stadia és una unitat de mesura grega, és a dir, la longitud que mesurava un estadi grec. Concretament 1 stadia equival a 160 metres, aproximadament.

L'Univers Aristotèlic es trobava dividit en dues parts per complet heterogènies; el món sublunars (terra), i el món suprallunars (cel). La línia divisòria es troba en l'esfera de la lluna, pertanyent la lluna al món suprallunars.

En el món sublunars, els elements es dirigeixen al seu lloc natural en línia recta, tendint a ordenant-se d'una certa manera en funció de la seva naturalesa pesada o lleugera. Per tant, l'element Terra, es situarà sempre per sota dels demés elements, i sobre aquest element, l'aigua, l'aire i el foc.

Per sobre del foc, es troba l'esfera de la lluna, i la resta de planetes, fins arribar a la fi del món: els estels. El moviment dels cossos celestes no és rectilini ascendent ni descendent, sinó circular, com ja havien establert els astrònoms anteriors. Però Aristòtil va esmentar que els planetes no estan formats per cap dels quatre elements, perquè si els cossos celestes tinguessin pes, s'aproparien a la Terra. Per salvar aquesta paradoxa, va introduir una cinquena substància: l'èter. És la substància que utilitza per referir-se a la matèria dels astres. La propietat fonamental de l'èter és que no té pes, és a dir, és imponderable. En conseqüència, el seu moviment natural no serà rectilini, ja que la causa del moviment rectilini és la gravetat.

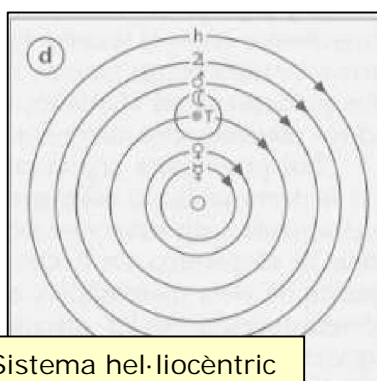


Model planetari d'Aristòtil amb la Terra al centre de l'Univers

També va introduir la eternitat dels moviments celestes: és un cosmos etern perquè la matèria no ha estat produïda per cap causa i no ha començat a existir en un moment determinat.

Aristarc de Samos, també deixeble de l'escola pitagòrica, va elaborar un tractat en el qual comentava que el Sol i no la Terra és el centre del nostre món, al voltant del qual giren tots els planetes. Aquesta idea va ser recuperada per Copèrnic disset segles després. Tot i que el tractat no ens ha arribat a nosaltres ens queda el testimoni d'Arquímedes i Plutarc.

L'únic text escrit per Aristarc que ens ha arribat als nostres dies, rep el títol "*de les dimensions i distàncies de la lluna i el Sol*". En aquest llibre formula les sis hipòtesis següents:



Sistema heliocèntric d'Aristarc

1. La Lluna rep la seva llum del Sol.
2. La Lluna en el seu moviment descriu una esfera que en el seu centre es troba la Terra.
3. En temps de mitja Lluna, el gran cercle que divideix l'ombra de la Lluna de la seva cara il·luminada es troba en la direcció del nostre ull.

4. En temps de mitja Lluna, l'angle que forma la Lluna amb el Sol i la Terra és de 87° .
5. La grandària de l'ombra de la Terra equival a la de dues llunes.
6. La porció de cel coberta per la Lluna en tot moment equival a 1/15 d'un signe del zodíac.

Els postulats 4 i 6 disten de ser exactes; concretament, l'angle que forma la lluna amb la terra i el Sol és de $89^\circ 54'$, molt pròxim a la dada donada per Aristarc. A més, la porció d'un signe del zodíac coberta per la lluna no correspon a 1/15 i no se sap d'on va treure aquestes dades ni per mitjà de quina observació.

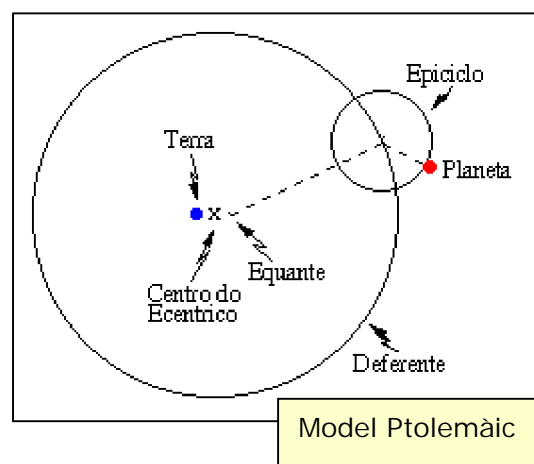
L'idea d'una Terra mòbil era coneguda des de l'antiguitat, però eren idees que no foren acceptades. Aquest aferrament a un Univers geocèntric i geostàtic, no va ocórrer pel tancament de les idees d'alguns astrònoms influents. Els defensors d'una Terra immòbil en el centre de l'Univers no eren pensadors plens de prejudicis, sinó que els fets experimentals, estaven a favor d'una Terra immòbil fins i tot en l'època de Copèrnic, tot i que molts astrònoms ja intuïen que ens trobàvem en una Terra en moviment.

Els principals pensaments d'Aristarc de Samos, són els següents:

- Va ésser un dels primers en crear una teoria heliocèntrica.
- Va començar a mesurar les distàncies i comparar grandàries per mitjà de la trigonometria.
- Va explicar els moviments de rotació i translació de la Terra.
- Va deduir que l'òrbita de la Terra està inclinada.
- Va comprendre que el Sol era un estel més de les que podia observar en el cel.

1.2. d) Ptolomeu d'Alexandria

Ptolomeu va néixer en el s. II dC. En el seu llibre "*Al-magisti*" (el més gran, tot i que el nom original de l'obra era: "*Gran composició Matemàtica de l'Astronomia*"), recopilà la part essencial dels èxits de l'astronomia antiga i donà una explicació completa, detallada i quantitativa de tots els moviments celestes. Aquesta obra va suposar la perfecció del sistema geocèntric i geostàtic, va treure's les obres antecessores de sobre i va ésser presa com a model en l'estudi de l'astronomia fins a Copèrnic.



Els inicis de la teoria astronòmica de Ptolomeu neix dels sistemes de cercles utilitzats per Apoloni i Hiparc de Nicea entre d'altres. La teoria del Sol que va descriure Ptolomeu és molt semblant a la que va donar Hiparc de Nicea, amb una variació: Hiparc prefereix una descripció concèntrica a la Terra per tal de no desplaçar aquesta del centre, tot i que Ptolomeu es decanta en favor de l'excèntrica.

L'esquema bàsic per descriure el moviment dels planetes és la combinació de dos moviments: un epicicle i un deferent. L'epicicle és un moviment circular que fa el planeta al voltant d'un cercle, en canvi, el deferent és un moviment (també de translació) però amb centre a la Terra. Ptolomeu va introduir excentricitat al moviment de deferent, però no explica perquè uns llaços són més grans que no pas altres. Per poder resoldre aquesta anomalia, va crear un nou procediment, l'equant.

El principi d'uniformitat exigeix que els moviments circulars dels astres siguin uniformes en relació als seus centres de rotació. Però el nou procediment introduït per Ptolomeu suposa que el planeta es mou amb velocitat angular constant referida al centre del seu moviment que és el centre de l'epicicle. Però es mou amb una velocitat angular variable en relació amb el cercle deferent.

Ptolomeu viola un principi astronòmic bàsic com és el de la uniformitat dels moviments al voltant d'un centre de rotació. A més, va proposar que l'observador terrestre no observa els moviments planetaris com a uniformes perquè està desplaçat del centre de rotació del deferent, i també els moviments planetaris no són uniformes (equant).

Tretze segles després, Copèrnic va agafar con a punt important de la reforma astronòmica la necessitat d'eliminar l'equant per poder establir un principi d'uniformitat.

Sembla que Ptolomeu i els seus deixebles van considerar ridícules (però satisfactòries des de el punt de vista astronòmic) les hipòtesis d'Aristarc de Samos, d'Heràclides i dels pitagòrics, degut a que una Terra en moviment alteraria les bases Universalment acceptades sobre les que descansava l'edifici de la física terrestre; les lleis aristotèliques del moviment. Com a conclusió del sistema de Ptolomeu podem treure cinc raons que donen recolzament a aquest sistema:

- Donava una descripció suficientment precisa d'allò que podia observar-se amb els instruments existents del seu temps.
- Predeia acceptablement les trajectòries futures dels planetes, tot i que s'haguessin de realitzar uns càlculs extremadament laboriosos; quan hi havia alguna ambigüitat es resolvia reajustant les "rodes" del seu sistema flexible.
- Proporcionava una explicació natural de perquè les estrelles fixes no mostren paral·laxi anual.
- Estava d'acord amb la filosofia i física dels grecs. Posteriorment, en ser introduït en Europa pels àrabs, el sistema va tenir un valor teològic.
- Aparentment, aquest model té un sentit comú; realment dona la sensació que el sol i les estrelles girin al voltant del nostre planeta, la Terra.

1.3 transició del Món Antic al Renaixement: idees consolidades amb el recolzament incondicional de l'església a l'Edat Mitjana

Diversos factors i influències van fer que es produís un canvi de mentalitat a l'Edat Mitjana. Pràcticament, l'última aportació del món antic és la de Ptolomeu d'Alexandria (i els seus deixebles), model que va resultar bastant perfecte per l'època. Però el fet de declarar el cristianisme religió oficial de l'Imperi Romà no va millorar les coses; en l'any 395 d.C. , mor l'emperador romà Teodosi, i es produeix una fragmentació de l'imperi que queda dividit en l'imperi d'Orient (on es troba Grècia i Egipte entre altres ciutats) governat per Arcadi, i el d'Occident governat per Honori.

L'Imperi Romà d'Orient va durar fins el 1453, quan va caure en mans dels turcs. Les obres magnes de la cultura grega (Ptolomeu, Plató, Aristòtil...) estaran a disposició de forma ininterrompuda per els habitants d'aquest Imperi. A més, la llengua parlada en aquest territori és el Grec (el llatí era emprat per a documents oficials). Però l'Imperi Romà d'Orient pateix una sort ben diferent; la destrucció del seu imperi l'any 476 va provocar la fragmentació de tots els territoris, i la pèrdua de les obres i cultura grega entre altres coses.

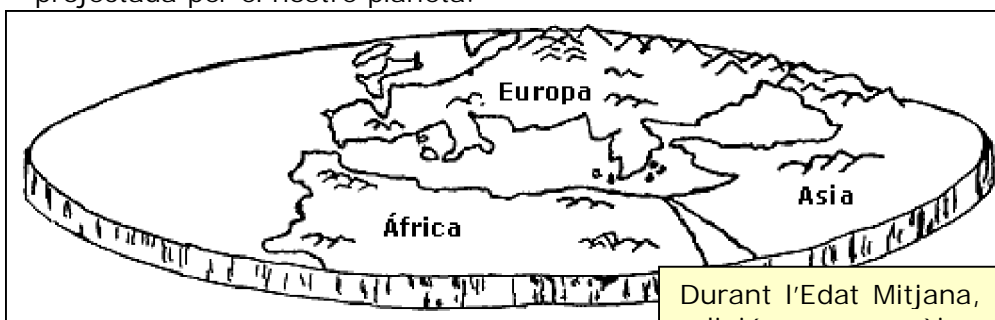
A l'Europa que van conquerir les tribus germàniques, no es pot observar cap avanç de l'astronomia ni de les matemàtiques entre el s V d.C. i el s X d.C. És un tòpic referir-se a aquest període com una època d'incultura, anarquia i barbàrie. Així, tot i que els grecs havien superat els prejudicis primitius de l'astronomia, agafant el punt més alt amb l'obra de Ptolomeu, l'església aconsegueix posar-se en una posició privilegiada de la societat per tal de mantenir el poder i dominar el poble en una època on la fam, la pesta i les males collites feien una autèntica barbàrie als seus habitants. Aleshores, partint del Gènesis i de diverses interpretacions literals de la Bíblia, es van imaginar la idea d'un món pla, en forma de tabernacle, ignorant les qüestions i demostracions tècniques.

A més, l'actitud romana enfront el coneixement teòric, així com el rebuig del saber científic cristianisme van crear una societat en la que l'estudi de les lleis de la natura no tenia gran importància (alguns historiadors atribueixen la destrucció de la biblioteca d'Alexandria l'any 390 a un grup de cristians). La majoria de la informació científica utilitzada durant l'Edat Mitjana era als compendis³. Aquestes obres eren traduccions que intentaven resumir els coneixements grecs. Els compendis més destacats són els que van realitzar Plini o Séneca, qui va escriure sobre la geografia i fenòmens meteorològics. En aquest llibre va tractar el tema de les dimensions de la Terra. Les dades van ser acceptades i es van transmetre de generació en generació sense cap mena d'impediment per part de cap astrònom; durant molt de temps els nostre avantpassats van creure que la terra era molt més petita què el que realment era. A més, van ser les idees que va utilitzar Cristòfol Colon en la seva hipòtesi sobre les dimensions de la terra; per això quan realment es trobava a Amèrica creia que n'era a Àsia.

³ Concretament el compendis que s'escriuen durant l'Edat Mitjana eren obres enciclopèdiques que sintetitzaven la informació científica del món grec, i la feien accessible per un ampli ventall de lectors no especialitzats. En general van ser de menor qualitat que els textos originals escrits pels grecs, ja que no estaven sistematitzats, eren confusos i, fins i tot, contradictoris.

Però tot i la feina dels compiladors llatins, entre els segles V i X la ciència va fer marxa enrere a Europa, arribant en aquest període al seu nivell més baix des que es va originar a Grècia. Els únics coneixements astronòmics que destacaven poden reduir-se als treballs de San Isidoro de Sevilla (560-636). Va afirmar que l'astronomia és la disciplina que "estudia les lleis dels astres". Les aportacions d'aquest religiós són les següents:

- Tracta de manera descriptiva i no tècnica la forma del món, l'esfera celest, els planetes i els seus moviments.
- Va distingir entre l'astronomia i l'astrologia; la primera era la ciència i la segona una superstició.
- Creu que el component principal del què està fet el sol és el foc, i també diu que n'és de dimensions majors que la Terra i la lluna.
- Diu que la lluna rep llum directa del sol, eclipsant-se quan entra en l'ombra projectada per el nostre planeta.



Durant l'Edat Mitjana, per interès religiós, van aparèixer models on hi ha una Terra plana.

Com podem observar, els avenços en l'astronomia i les matemàtiques a l'antic Imperi Romà d'Occident, són molt pobres. Per tant, el desenvolupament d'aquestes ciències es produeix bàsicament en el món Islàmic. L'expansió de l'imperi musulmà (que s'extenia des de l'Àsia central fins a la península Ibèrica passant per el nord d'Àfrica) va imposar entre d'altres aportacions, l'interès per el coneixement científic i la importància de la conservació de textos, sobretot, els d'origen grec. Al segle VIII arriba a Bagdad la traducció de l'obra de Ptolomeu a l'àrab on rep el nom "*d'Al Magesti*" (obra magna). A més, es van construir observatoris a Damasc, Egipte, El Caire i en altres ciutats, on encara hi havia uns complexos instruments amb els que dibuixaven els moviments planetaris. L'objectiu era construir taules astronòmiques que perfeccionessin les de Ptolomeu.

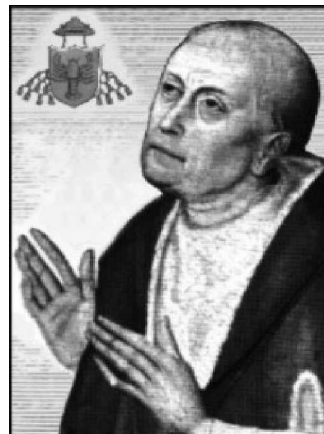
L'aportació més important de l'astronomia Islàmica és la d'Al-Battani. Va dedicar-se a l'astronomia a fi de corregir els errors que observava als llibres dels antics, utilitzant per això els mètodes de Ptolomeu. Aquests errors eren principalment de càlculs de posició i moviments dels astres en l'eclèctica. La seva astronomia és merament tècnica que només aspirava a millorar el coneixement empíric del cel. Al-Fagarni, que va viure durant el s IX, va intentar calibrar les dimensions de les esferes i va estudiar les relacions entre les diverses grandàries. Com ja havia fet Ptolomeu, va estipular que cada esfera havia de ser suficientment espaiosa per poder albergar els epicles corresponents a cada planeta. Partint de la mesura del radi terrestre (xifrat en 3.250 milles romanes) va emprar relacions amb l'objecte de calcular la distància a tots els planetes coneguts (recordem que Urà, Neptú i Plutó són posteriors). Va arribar a la conclusió que la capa de les estrelles es situava a 120 milions de quilòmetres; els astrònoms afirmen que l'estel més proper es troba aproximadament a un milió de cops l'estimació de Al-Fagarni.

Altres astrònoms islàmics importants van ser, entre d'altres, Al-Sufi, astrònom de la cort de Bagdad, que va escriure el llibre de les estrelles fixes, basat en l'obra de Ptolomeu. Al-Sufi va revisar totes les posicions estel·lars que va enregistrar Ptolomeu, actualitzant-lo i incloent-hi importants comentaris sobre els noms de les estrelles i les constel·lacions.

Els astrònoms islàmics mai van qüestionar el sistema Ptolemàic basat en un model d'Univers geocèntric. Tot i això van criticar a Ptolomeu en alguns detalls, particularment per l'ús de l'equant; semblava que trencava el clàssic principi del moviment circular uniforme. Quan l'astronomia Ptolemàica es va consolidar com un camp d'estudi fonamental en els centres científics europeus, els pensadors no van oblidar el deute amb el pensament islàmic; cal recordar que Copèrnic va anomenar alguns científics d'origen islàmic en el seu text "De revolutionibus".

Com hem pogut observar al llarg d'aquesta introducció a l'astronomia, la idea de posar una Terra en moviment no és original de Copèrnic. Tampoc és cert que fóra Copèrnic el primer en rescatar els anals de l'astronomia grega la idea d'una terra mòbil. Per exemple, Jean Buridan (1300 - 1358) va exposar la dinàmica del *impetus* com a substituta de la aristotèlica. Aquesta teoria, que era un anticipi de la primera llei de Newton, va tenir una influència important en Copèrnic, ja que permet a la Terra en moviment dotar d'una propulsió interna als cossos que l'abandonen; aquesta propulsió fa possible que els cossos que l'abandonen puguin seguir la Terra en el seu moviment. També cal mencionar Nicolau de Oresme (1325 - 1382), deixeble de Buridan, qui va criticar durament l'argument utilitzat per Aristòtil per deduir la immobilitat de la Terra consistent en el fet de que un objecte llançat verticalment cap a dalt, ha de caure al sòl sobre el seu punt de partida. Aquesta mentalitat de crítica de la física aristotèlica impulsada per Oresme i Buridan es va anar fent cada cop més fort al segle XIV fins a provocar la revolució científica en el Renaixement. En aquest període de transició, cal destacar les aportacions de Nicolau de Cusa, un dels qui va encendre la guspira de la revolució copernicana ([DOCUMENT 1](#)).

DOCUMENT 1: LA TRANSICIÓ



Nicolau de Cusa, (1401 - 1464) , va ser un dels homes més importants en un període de transició. La seva particular visió del cosmos el fan un dels primers astrònoms en donar una visió moderna de l'Univers: està en contra d'un cosmos perfecte, esfèric i finit. En el text la "docta ignorantia", considera que la Terra és un planeta més, que es mou com els altres. Amb l'afirmació que la Terra és una noble estrella, va trencar amb la idea de la física Aristotèlica que distingeix entre el món terrestre i el celest. També va trencar amb els tòpics que consideren la Terra com el centre de l'Univers, ja que pensava que aquest no estava delimitat per cap esfera exterior perfecta, impenetrable, de radi finit i de centre fix. Va afirmar que "l'Univers no és infinit però no el podem considerar com a finit, ja que no n'hi ha límits dintre dels quals es troba".