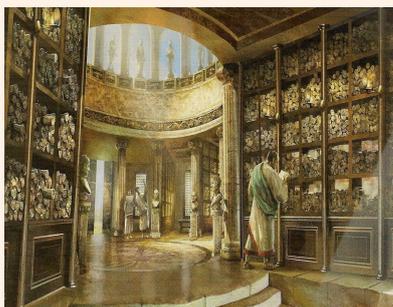
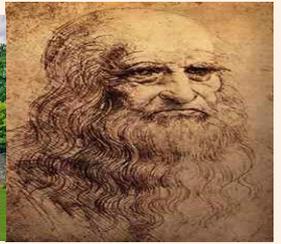




## De la ciencia antigua a la modernidad

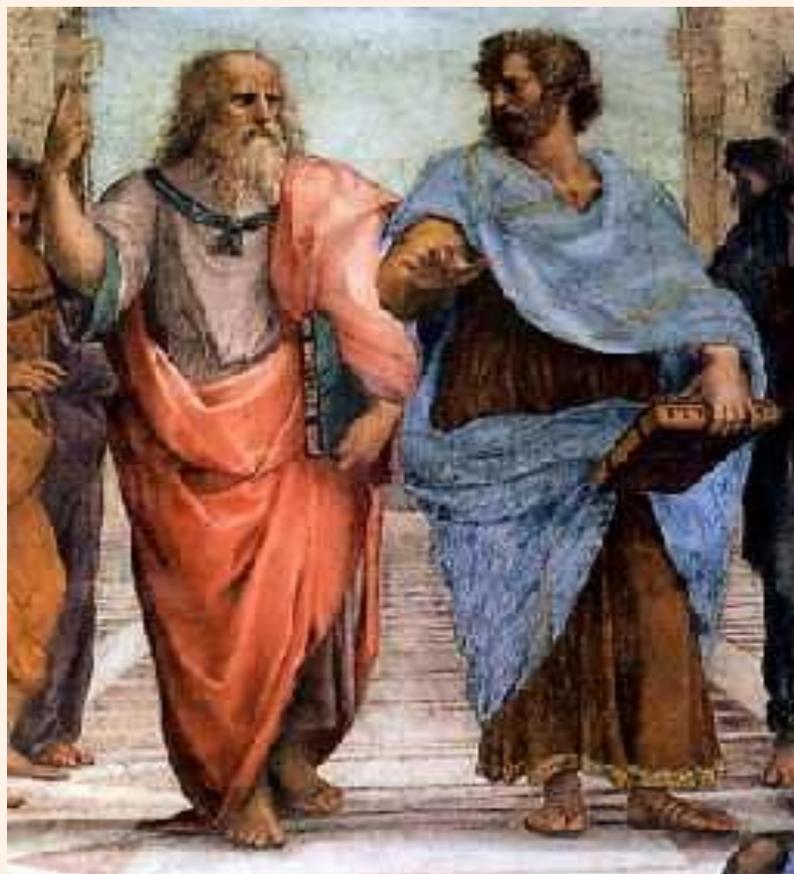


**MATERIAL DIDÁCTICO RECOPIADO Y  
ELABORADO POR:  
DULCE MARÍA DE ANDRÉS CABRERIZO**



## ÍNDICE

Numeración	Epígrafe	Página
1	La Antigüedad.	3
2	El mundo griego.	5
3	La edad media.	16
4	Precursores de la modernidad.	20
5	Actividades.	28





## 1. La antigüedad

A través de millares de años, el ser humano llegó a adquirir un conocimiento instintivo y vago de la autonomía de los fenómenos de la naturaleza, guiado por la experiencia y el sentido común. El empleo del fuego y el uso del pedernal, los recursos puestos en juego por el hombre prehistórico en la fabricación de armas y arados, las herramientas utilizadas en el tallado de la madera y piedra, y más adelante de los metales, así como la invención de la rueda para sus toscos vehículos, atestiguan que los comienzos de la física aplicada preceden en mucho a la adquisición incluso de los más rudimentarios y modestos elementos de la ciencia física.

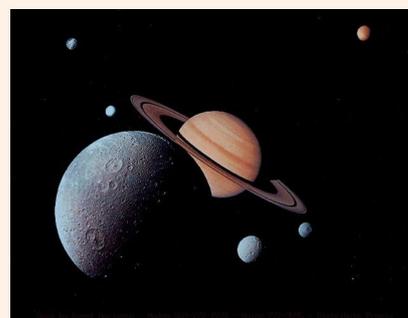
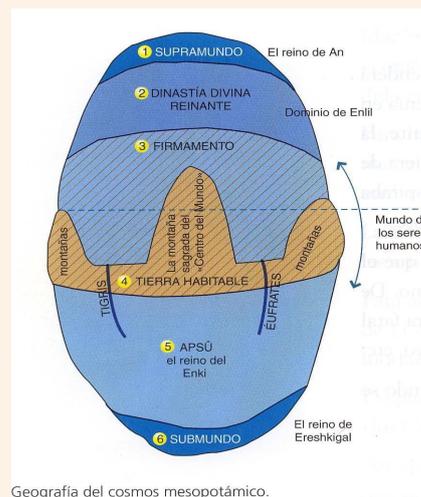
Está claro que el ser humano, en medio de una naturaleza hostil, tuvo que actuar antes de poder razonar. Cuando el telón se levanta sobre la historia de la civilización y los documentos, tablillas y papiros con caracteres cuneiformes y jeroglíficos comienzan a revelar conquistas mentales y prácticas de los Mesopotámicos y Egipcios, éstos se encuentran ya en posesión de un acervo de conocimientos que en un muy largo período preparatorio, gracias a la tradición oral, les había dado como herencia.

Más de dos mil quinientos años antes de nuestra era, los Babilonios de Mesopotamia habían tenido un sistema de unidades para medir la longitud, el volumen, la masa y la duración. Gracias a su interés por la astrología, los Mesopotámicos adquirieron una gran habilidad en la determinación de la duración del tiempo y de las magnitudes angulares. A ellos les debemos la división del día en veinticuatro horas y la del círculo en 360 grados. Sus relojes de agua, las clepsidras, transmitidos por los Griegos y Romanos al Medioevo, eran aún empleados en tiempos de Galileo.

En las civilizaciones primitivas la Tierra era plana y el Universo una caja más o menos alargada en dirección este-oeste. Desde el punto de vista filosófico la hipótesis de Tierra plana plantea enormes dificultades. ¿La superficie terrestre tenía fin? ¿Lo tendría el mar que la circundaba? A lo largo de la historia ha existido un cierto horror al concepto y a la idea de infinito físico en la naturaleza. En la hipótesis de Universo-caja, cabe preguntarse ¿cómo y dónde se sostiene y/o se apoya? Parece probable que los magos caldeos y los sacerdotes egipcios tuvieran ideas sobre la esfericidad de la Tierra, aunque no lo comunicaran al vulgo.



El fuego es el origen de muchos mitos de la prehistoria.



La Astronomía como ciencia que estudia las posiciones relativas y movimientos de los astros es la más antigua de todas. La rudimentaria de los pueblos de la Antigüedad se basó en las observaciones visuales.

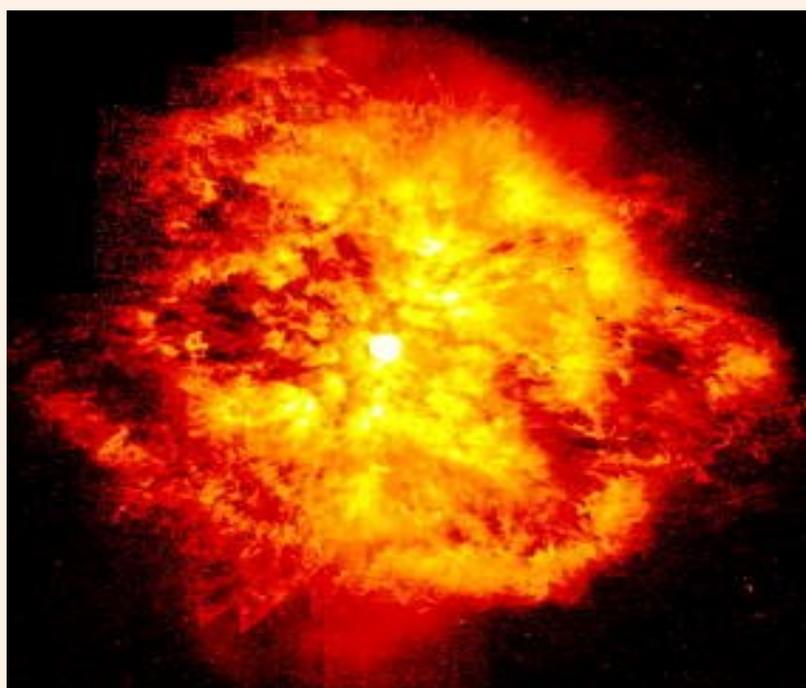


Algunos elementos de cinemática, indispensables para el estudio de los movimientos celestes, eran familiares a los Babilonios. Conocían la diferencia entre movimiento uniforme y movimiento discontinuo, concebían la velocidad como relación entre el espacio recorrido y el tiempo, y distinguían entre velocidad lineal y velocidad angular.

Los **ingenieros egipcios** se servían dos mil años antes de nuestra era de máquinas simples, del plano inclinado, de la palanca, cuña y tornillo en sus grandiosas construcciones. También empleaban la balanza de brazos iguales, el soplete y el fuelle, y tenían conocimientos elementales de hidrodinámica como lo atestiguan los canales y diques que construyeron para el riego de sus campos.



Los conocimientos logrados por las dos grandes culturas orientales, que el Occidente aprovechó gracias a los mediadores griegos, no alcanzaron en ninguna rama del saber la jerarquía de ciencia. Inventores de herramientas prácticas, pacientes observadores y calculadores, y sobre todo recopiladores de conocimientos útiles, fueron incapaces de penetrar más allá de los datos proporcionados por un grosero empirismo. El hermetismo de sus investigaciones científicas está estrictamente ligado a sus creencias religiosas. Todo cambia cuando los Griegos entran en escena. Con ellos surge la osadía de liberar de las ataduras de la mitología el estudio de los fenómenos naturales y la noble pasión de buscar su comprensión.



Egipto sacó de la existencia del círculo vida-muerte-vida la conclusión de que el mundo es permanente cambio. La ciencia dice que la energía ni se crea ni se destruye, sólo se transforma, el egipcio pensaba del mismo modo, pero a la energía la llamaba vida.



## 2. El mundo griego

La "Ciencia Griega" abarca unos novecientos años y puede dividirse en tres períodos que tienen casi la misma duración:

- El primero se extiende desde aproximadamente el año 600 a. C. hasta la muerte de Aristóteles (322 a. C.).
- El segundo hasta la conquista del Oriente Medio por los Romanos, al comienzo de la era cristiana.
- El tercero hasta el año 300 d. C., aproximadamente, cuando las invasiones bárbaras hunden el Imperio Romano.



El Partenón.

En el primer período, los pensadores griegos reflexionan sobre la existencia de su entorno natural y sobre las técnicas empleadas para dominarlo, y transforman los conocimientos recibidos en sistemas más racionales y abstractos. Hasta Platón incluido, el método expositivo es el tradicional del mito cosmogónico: narración del origen o formación del universo ordenado. Hay dos tipos diferentes de estos mitos: el de tipo evolutivo, en el que el mundo nace y crece como un ser vivo y que fue el tipo al que pertenecen los diferentes modelos de la Escuela Jónica, y el tipo creacionista, preferido por Platón, en el que el mundo se proyecta y forma como una obra de arte por la acción de una inteligencia primigenia.



## 2.1. Primer período

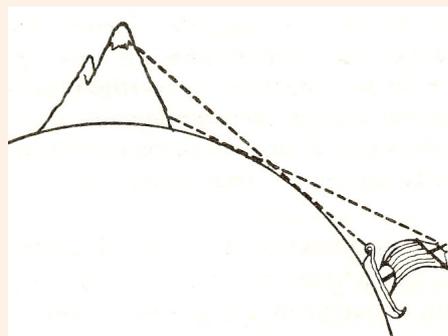
La Escuela Jónica tiene como representante más genuino a Tales. La capacidad de abstracción y la reducción que hizo de las múltiples apariencias de las cosas a un principio fundamental, el agua, fue una gran conquista del pensamiento humano, pues establecía así la cognoscibilidad del Universo y la existencia de una regularidad fundamental bajo el aparente desorden de los hechos naturales. Los demás pensadores citados anteriormente mejoraron la explicación de la interpretación de la naturaleza.

Rompiendo con las explicaciones míticas, los filósofos y astrónomos griegos de este período elaboraron las primeras teorías racionales sobre la forma de la Tierra y su posición en el Universo. Para explicar el movimiento del Sol, la Luna y los planetas mezclaban ideas filosóficas con observaciones astronómicas. Así: hacia el año 550 a.C., Anaximandro de Mileto sugiere que la Tierra tiene forma cilíndrica en la dirección norte-sur y está rodeada por una neblina, en la que de forma ocasional se abren agujeros de diversos tamaños por los que se ve el fuego y la luz del Sol, la Luna y las estrellas. No obstante, la visión del alejamiento de un barco hasta que se pierde en el horizonte, en cualquier dirección, invita a pensar en la redondez de la Tierra.



Modelo de la Tierra plana de Anaximandro.

Además, los eclipses de Luna, motivados por la sombra que produce la Tierra sobre ella al interponerse entre ésta y el Sol, muestran sombras curvas sobre su superficie, lo que invita a considerar la Tierra como redonda. Sobre el año 450 a.C., Filolao de Tarento es considerado como el primer filósofo que explicita la hipótesis de la esfericidad de la Tierra. Este concepto acaba con la problemática del fin o de los límites ya que una superficie esférica es ilimitada aunque finita y se explican con facilidad fenómenos tales como: la desaparición gradual del casco y velamen de los barcos tras el horizonte y el hecho de que la sombra que la Tierra proyecta sobre la Luna en los eclipses sea circular.

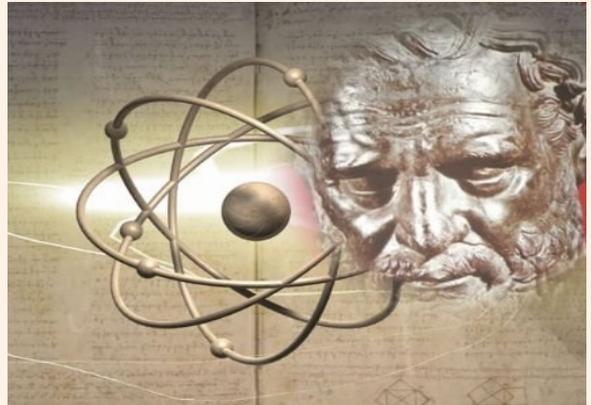


Prueba de la esfericidad de la Tierra. Un observador situado al pie de la montaña sólo puede ver la parte superior del mástil por encima de su horizonte, mientras que si se halla en la cima del monte se le hacen visibles todo el mástil y parte del casco.

Por otro lado, ante la extensión de los Persas por Asia Menor, muchos de los huidos de Mileto llevan las ideas de los jónicos a las zonas griegas más alejadas del oeste y aparecen escuelas en varias ciudades de la península italiana y en Sicilia abundan las colonias griegas y donde el estudio de la naturaleza adoptó un carácter más matemático y religioso. Se puede citar a la Escuela de Pitágoras y a la Atomista de Leucipo y Demócrito.



Demócrito introduce el concepto de átomo, para designar a las partículas últimas indivisibles de la materia. Las propiedades de los cuerpos se explican por la forma, posición y tamaño de sus átomos. Las transformaciones de la materia no son otra cosa que un reajuste de los átomos. El atomismo griego no tuvo una aceptación general por su materialismo total y porque proporcionaba explicaciones para cada caso sin que fuera posible obtener conclusiones verificables por la experimentación.



Demócrito.

El atomismo no desapareció por completo. Epicuro de Samos lo recogió en su pensamiento y el poeta romano Tito Lucrecio Caro expuso la teoría atomista en un largo poema titulado De Rerum Natura: Estas ideas, a través de Gassendi, Boyle y Newton, llegaron a Dalton y éste formuló una teoría atómica nueva, de carácter moderno y basada en un gran número de hechos experimentales.

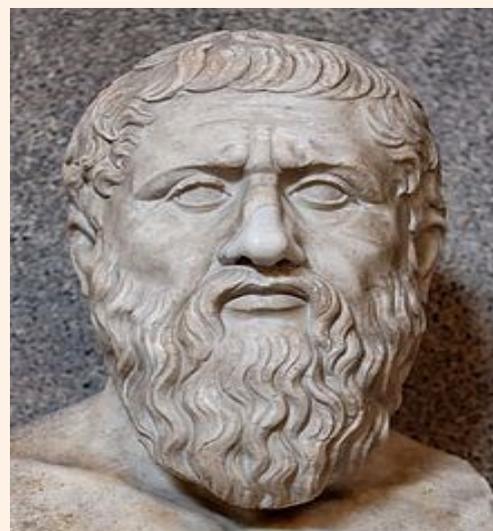


Mapa de Grecia antigua.

A finales del siglo V a. C. el centro cultural pasó a Atenas, donde la intensa actividad política de sus ciudadanos hizo que la discusión y la retórica adquirieran una gran importancia, abandonando la observación y la experimentación de los hechos naturales. En este proceso tuvo gran influencia la actividad de Sócrates. Su condena a la investigación física condujo a que matemáticas, ética y las ciencias del espíritu hayan sido construcciones teóricas a priori, independientes de la experiencia y opuestas a las ciencias físicas, que dependen del testimonio de los sentidos.



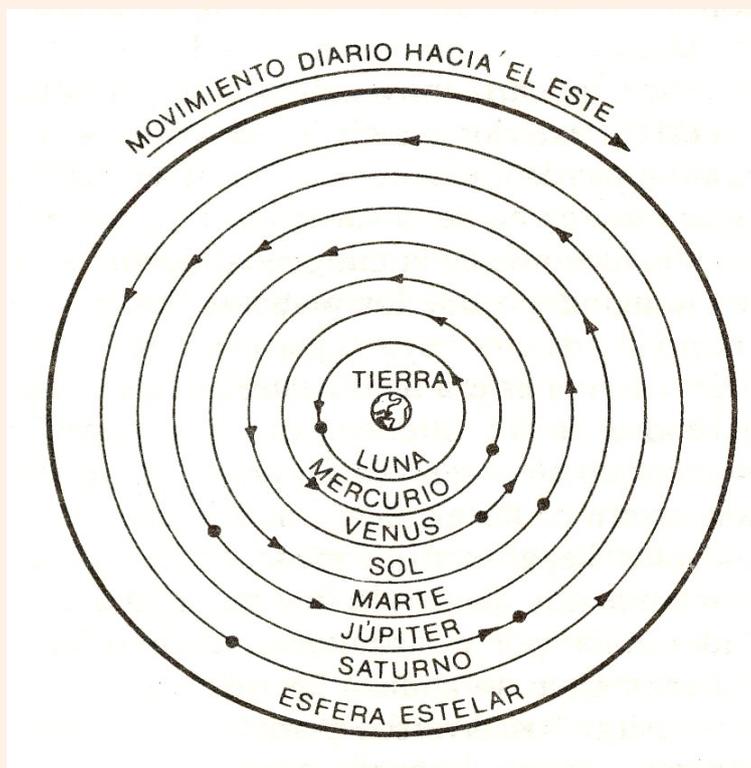
**Platón (427-347 a.C.)**, discípulo de Sócrates, fundó en el 387, en los jardines dedicados en Atenas al héroe Academos, la Academia. Esta institución fue la primera universidad de que se tiene noticia y perduró hasta el 525 d. C., año de su clausura por orden del emperador Justiniano. Platón difunde la **teoría geocéntrica del Universo**, según la cual la Tierra tiene la forma de una esfera y ocupa el centro del Universo. Considera que los cuerpos celestes tienen carácter divino y se mueven en torno a la Tierra con movimiento circular uniforme. Esta teoría fue admitida de forma general, por la astronomía griega y la de la Edad Media.



Platón.

El modelo geocéntrico no explica la trayectoria aparente que siguen los planetas. Su observación, a lo largo de un año, indica que no describen trayectorias circulares en torno a la Tierra. En ocasiones parecen retroceder para luego seguir con su camino, es lo que se denomina el movimiento retrógrado. También se observa que Mercurio y Venus están siempre cerca de la posición que ocupa el Sol y que el brillo de todos los planetas es mucho mayor en unas ocasiones que en otras, lo que parece indicar que no están siempre a la misma distancia de la Tierra.

Para explicar estas observaciones **Eudoxo de Cnido (siglo IV a.C.)** amplía el modelo de Platón introduciendo la teoría de las esferas. Según esta teoría, cada astro es arrastrado por una esfera concéntrica en la Tierra, de forma que cada uno de ellos describe un círculo situado en el plano perpendicular al eje de rotación de las esferas. Cada esfera gira de forma uniforme, pero con velocidad diferente, más lenta cuanto más alejada esté, y con sus ejes de rotación desplazados. La Tierra redonda, inmóvil y centro del Universo, está rodeada por una esfera que sostiene las estrellas, con la que se explica los movimientos del Sol, la Luna y planetas alrededor de la Tierra. Para los griegos la figura de la esfera y el movimiento circular uniforme son signos de perfección.



Modelo geocéntrico de las esferas de la Antigüedad.

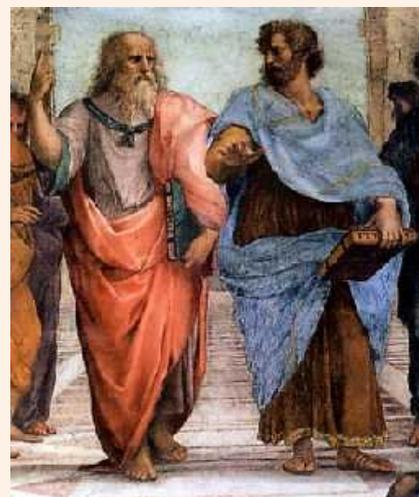


**Aristóteles (348-322 a.C.)** es el continuador de Platón y el gran sistematizador del saber antiguo, fundó el Liceo. Una de sus contribuciones más importantes fue la idea de clasificación, atendiendo a las semejanzas genéricas entre las cosas y sus diferencias específicas, que es la base de su lógica, pero que está también en toda su obra.

Las leyes fundamentales de la cinemática aristotélica que se pueden deducir de su cosmovisión son una mezcla de ideas metafísicas y de toscas observaciones y no resistieron la crítica de los innovadores del Renacimiento. A pesar de sus errores básicos contiene algunos descubrimientos verdaderos. Así, en el análisis del tiro vertical, reconoce la uniformidad de la aceleración, negativa cuando el cuerpo asciende, y positiva cuando cae. El estudio de la palanca le permite entrever el principio de las velocidades virtuales, y analizando el problema de la sensibilidad de las balanzas llega al principio del paralelogramo de movimientos. También intuye conceptos como el de energía cinética o el de la constancia de la cantidad de movimiento, pero sin llegar a alguna conclusión relevante.

En oposición a la escuela de Demócrito, Aristóteles enseña la estructura continua de la materia y no admite la realidad del vacío. La velocidad de los móviles, razona Aristóteles, es inversamente proporcional a la resistencia del medio en que se mueven. El vacío, donde la resistencia sería nula, permitiría, pues, movimientos con velocidad infinita: conclusión absurda que lleva al lógico a rechazar como premisa la existencia del vacío. Aristóteles sabía que el aire es pesado y para él era el mismo aire el factor de la aceleración en la caída libre de los cuerpos. A pesar de estos descubrimientos, la física es la parte más débil de su inmensa obra, y su enseñanza, erguida en dogma en la Edad Media, pesó como un lastre hasta la época galileana. Pero si los acólitos de Aristóteles se sirvieron de él como de un arma contra la libertad de investigación, sería injusto endosar la responsabilidad de ello al gran pensador de la ciudad de Estagira.

Aristóteles perfecciona el modelo geocéntrico del Universo, y para él, el origen del Universo es divino y, por tanto, el movimiento de los astros debe ser perfecto. Sitúa a la Tierra inmóvil en el centro del Universo y divide el Cosmos en dos regiones: la región sublunar y la región celestial, regidas por leyes distintas.



Platón y Aristóteles.



Aristóteles integra su modelo geocéntrico con su física y metafísica y establece una concepción del mismo que dura veinte siglos, al construir un sistema general de pensamiento simple y coherente.



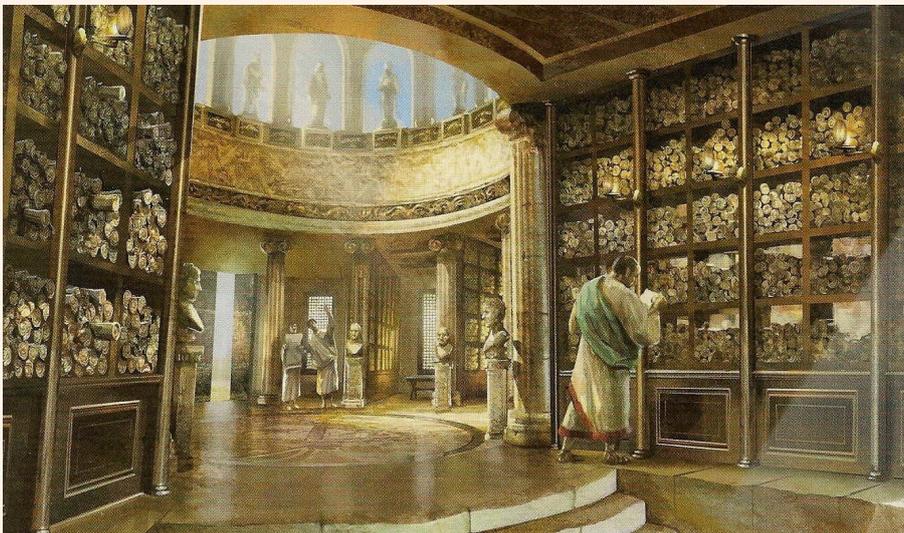
- En la región sublunar está la Tierra, formada por los cuatro elementos: tierra, aire, agua y fuego, que al combinarse y transformarse dan lugar a todo lo que existe en el mundo terrestre. En esta región los objetos se mueven con el fin de alcanzar su estado natural, las piedras caen y el humo asciende, o adquieren un movimiento violento por la acción de alguna fuerza.

- En la región celestial hay un único elemento, el éter, puro e inmutable, que se mueve circularmente y lo llena todo. A distancias crecientes de la Tierra se encuentran las esferas que contienen a la Luna, el Sol, Venus, Mercurio, Marte, Júpiter y Saturno, que giran con movimiento circular uniforme sin principio ni fin y sin precisar del concurso de ninguna fuerza. Más alejada está la esfera de las estrellas fijas, que no se mueve.



Modelo planetario geocéntrico.

Como consecuencia del prestigio de Aristóteles, desde el año 350 a.d.C. la idea de la esfericidad de la Tierra fue aceptada en el ámbito culto occidental, ya que aún sin pruebas directas estaba exenta de paradojas, por lo que quedó resuelto el problema básico de la forma de la Tierra y las consecuencias que se derivan de la hipótesis de la esfericidad son:



Reconstrucción de la antigua biblioteca de Alejandría.

- Los conceptos de “abajo” y “arriba” se refieren a una dirección relativa, orientada en el lugar de referencia según la línea que lo une al centro de la Tierra.

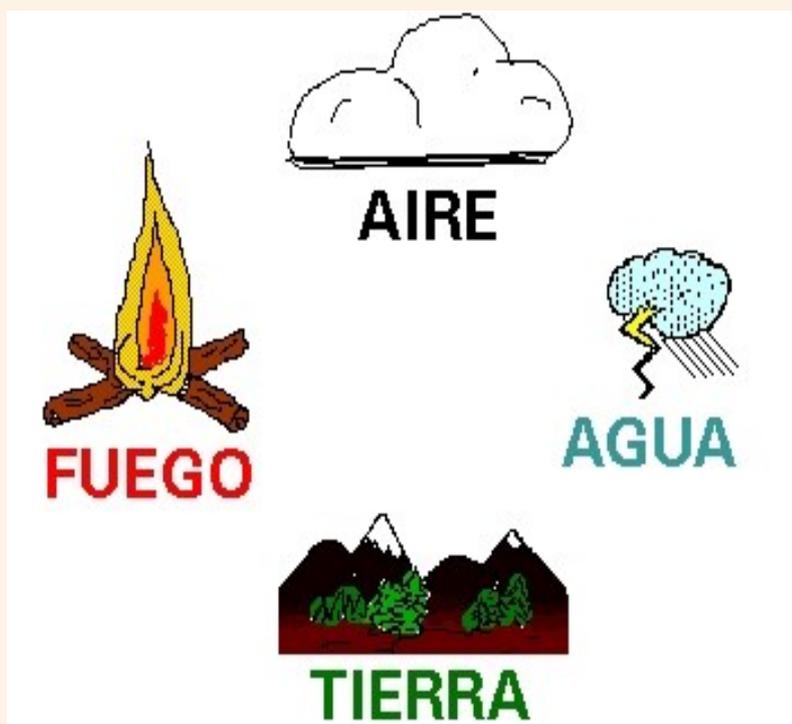
- Las leyes naturales hacen que los objetos y los componentes de la Tierra “caigan” hacia “abajo” (centro de la Tierra). Esta es la razón por la cual la Tierra es esférica, ya que esta figura geométrica tiene la propiedad de que las distancias totales entre sus partes son menores que en cualquier otro sólido geométrico diferente.



La generalización de la teoría de los cuatro elementos: tierra, aire, agua y fuego por Aristóteles supuso un paso importante en el intento de explicar los fenómenos naturales, fuera del gobierno de los astros o de los dioses. Aristóteles concibió dichos elementos como combinaciones entre dos parejas de cualidades opuestas e inconciliables entre sí: frío y calor, por un lado, y humedad y sequedad, por otro, con las cuales se pueden formar cuatro parejas diferentes y cada una de ellas da origen a un elemento, así:

Frío	<b>AGUA</b>	Calor	<b>AIRE</b>
Humedad		Humedad	
Frío	<b>TIERRA</b>	Calor	<b>FUEGO</b>
Sequedad		Sequedad	

De forma que la sustitución de una cualidad en un elemento por otra cualidad diferente da lugar a la aparición de otro elemento distinto. Así, la sustitución en el elemento agua de la cualidad humedad por la sequedad da origen a la conversión del agua en el elemento tierra.



Hoy se denominan elementos químicos a los constituyentes básicos de los sistemas materiales, los cuales están formados por átomos. Asimismo, los elementos químicos se pueden combinar entre sí para formar compuestos químicos.



## 2.2. Segundo período

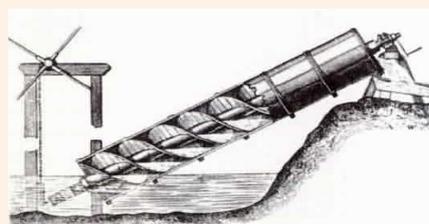
Las décadas que siguen a la muerte de Aristóteles coinciden con el eclipse de Atenas y el auge de Alejandría, que con su célebre museo y su rica biblioteca, se convierte en la capital del Egipto Helenizado, en donde enseñaron Euclides, Aristarco y Eratóstenes. En Alejandría realizaron sus obras los grandes ingenieros Ctesibio, Filón y Herón. También allí se localizó la escuela de Claudio Tolomeo en el siglo II d. C.

Todas estas personalidades son hombres de ciencia en oposición a los que les precedieron, que eran más bien filósofos. Sobre el suelo alejandrino la ciencia se separa de la filosofía para convertirse en un conjunto de disciplinas particulares.

La figura más eminente de este período es **Arquímedes de Siracusa (287-212 a. C.)**. Es el primer investigador que combina, con rigor matemático, deducciones matemáticas con resultados experimentales. Esta fértil unión le llevó a encontrar las leyes fundamentales de la estática, de la cual es el verdadero fundador. Su contribución en el campo de la hidrostática, al establecer las condiciones de equilibrio de los cuerpos sumergidos en un líquido, es también de una gran brillantez. La posteridad no reservó, no obstante, a la obra de Arquímedes el mismo destino que a la obra de Aristóteles, y sólo la luz de las ideas del siracusano comienzan a brillar cuando se eclipsa el relumbrón del estagirita.

Respecto a la serie de grandes ingenieros de la escuela de Alejandría: Ctesibio, contemporáneo de Arquímedes, construyó un órgano hidráulico y perfeccionó el reloj de agua. Filón inventó el termoscopio, el primer termómetro que registra la historia. Los termómetros abiertos al aire, construidos por Galileo y otros italianos a comienzos del siglo XVII, tienen su origen en el termoscopio de Filón.

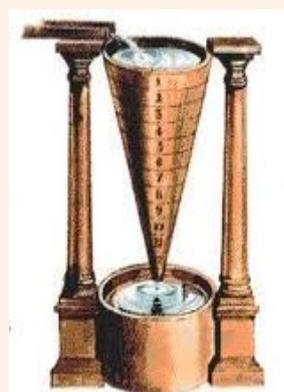
El más eminente de todos estos ingenieros fue Herón, que vivió quizás en torno al siglo I a. C., en sus estudios sobre máquinas reconoce con claridad la validez de lo que se llamará posteriormente principio de los desplazamientos virtuales; es también el primer investigador que tuvo noción de la elasticidad y de la presión del aire, fenómenos que no fueron claramente explicados hasta el siglo XVII, y, finalmente, en el campo de la óptica escribió, al estudiar los espejos planos, convexos y cóncavos, que el rayo sigue siempre el camino más corto, sea o no reflejado.



Tornillo de Arquímedes.



Recreación de Arquímedes en su experimento sobre la comprobación de la densidad de los cuerpos en base a su flotación en el agua.



Reloj de agua..



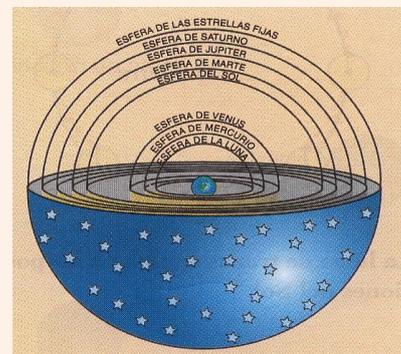
En el campo de la astronomía hay que destacar a **Aristarco de Samos (310-230 a. C.)** que fue el genial pero poco afortunado disidente respecto a Aristóteles, sostuvo que la tierra gira circularmente alrededor del sol, el cual permanece inmóvil como el resto de las estrellas. Teniendo en cuenta datos de eclipses y de fases lunares realizó diversas determinaciones sobre tamaños y distancias del sol y la luna, sus resultados fueron mejorados por Eratóstenes.

**Eratóstenes de Cirene (276-194 a.C.)** ideó un método para medir la circunferencia máxima terrestre y por tanto el diámetro de la Tierra. Observó que en la ciudad egipcia de Siena, situada en el trópico de Cáncer cerca de Assuán, el día 21 de junio, solsticio de verano, y al mediodía, el Sol se reflejaba en el fondo de un pozo. El mismo día y a la misma hora el Sol proyectaba una sombra de  $7,2^\circ$  en los obeliscos de Alejandría, situada al norte. Lo que significaba que la superficie de la Tierra está curvada, pues los rayos del Sol llegan paralelos a la Tierra. Con este dato dedujo que la Tierra es una esfera.

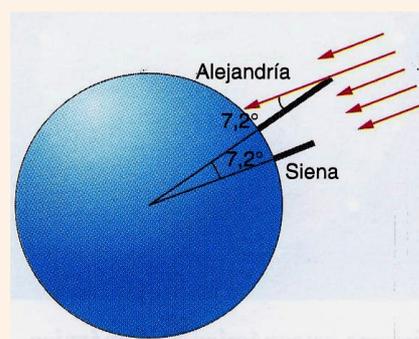
Hay que decir que el sistema heliocéntrico de Aristarco fue un intento de superar las dificultades que presentaba el modelo geocéntrico, pero en cualquier caso las doctrinas astronómicas de la escuela de Alejandría fueron fijadas a favor del geocentrismo por **Hiparco de Nicea (190-120 a. C.)**, quien inventó el astrolabio y es considerado el mejor astrónomo de la antigüedad.

Hiparco estudió el movimiento del Sol y constató que tarda más tiempo en pasar desde el equinoccio de primavera al de otoño, que en ir desde el de otoño al de primavera, es decir, su velocidad no es constante. Además, su tamaño aparente es mayor en invierno que en verano. Calculó la duración del año con sólo seis minutos y medio de error y la duración media del mes lunar con un error menor de un segundo. Fue el primero en clasificar las estrellas según su brillo e inventó la localización geográfica por longitud y latitud. Para justificar sus observaciones propuso un modelo de ciclos y epiciclos y explicó la retrogradación de los planetas en su movimiento en torno a la Tierra.

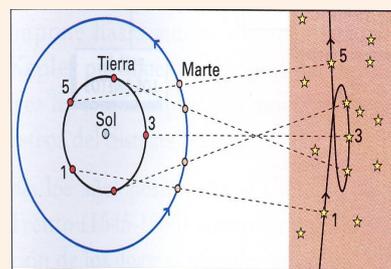
Según su modelo el movimiento del Sol alrededor de la Tierra tiene dos componentes: la deferente o círculo principal y los epiciclos o círculos pequeños complementarios, de forma que el centro del epiciclo se mueve, a su vez, en torno a la Tierra, describiendo otra trayectoria circular uniforme, que es la deferente. Con estas representaciones geométricas construyó una órbita del Sol, no centrada en la Tierra, y que justificaba sus observaciones.



Modelo de las esferas.



Eratóstenes de Cirene calculó la longitud de la circunferencia de la Tierra con gran aproximación.



Movimiento retrógrado aparente de Marte sobre el fondo de las estrellas.



Desde Hiparco hasta Copérnico, los astrónomos más creativos únicamente se esforzaron en inventar nuevos conjuntos de modificaciones geométricas menores, que convirtieran el esquema epiciclo deferente en la última base apta para amoldarla a los movimientos observados de los planetas.

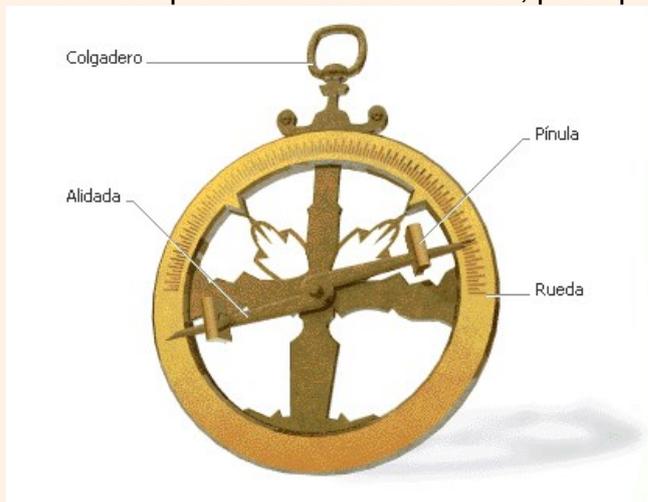
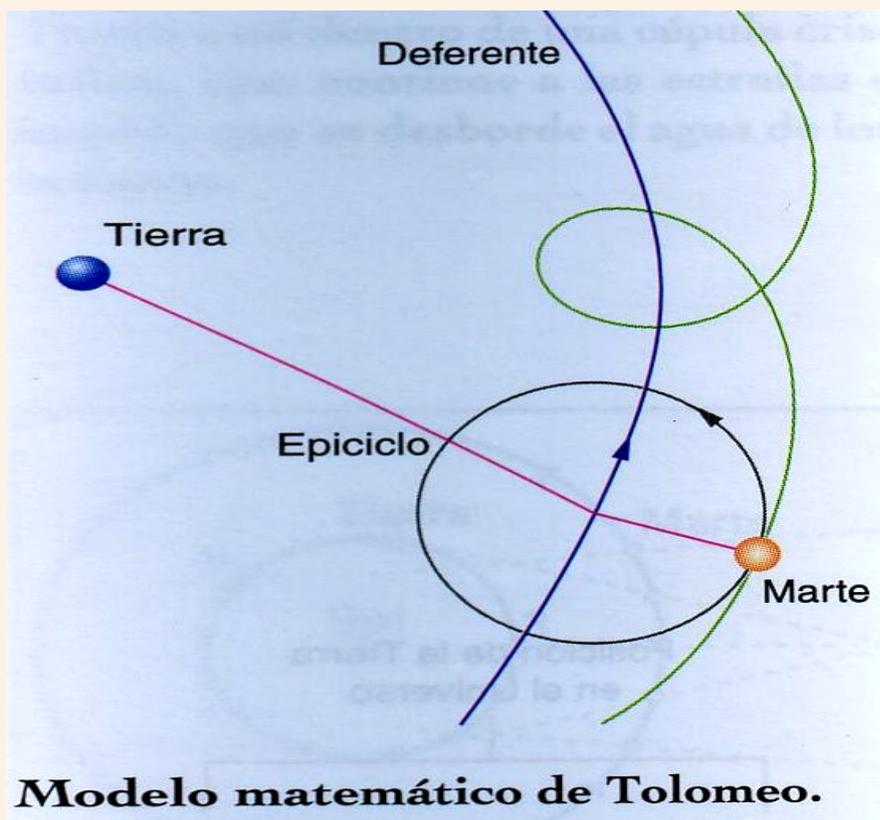
De entre todos los astrónomos de este gran período de tiempo el más importante es **Claudio Tolomeo (Claudius Ptolemaeus)**, que continuó la obra de Hiparco y a quién se le debe la gran compilación de la astronomía en trece volúmenes sobre el año 150 d.C., que vino a llamarse *Almagesto*.

Tolomeo asentó el modelo geocéntrico, al aplicar las construcciones de epiciclo y deferente al movimiento de los planetas y dotarlas del aparato matemático necesario para predecir las posiciones astronómicas.

Utilizó hasta ochenta trayectorias circulares para explicar el movimiento aparente de los cielos y llegó a la conclusión de que su modelo no era real, pero que se debía aceptar como una representación matemática de la realidad.

El *Almagesto* se convirtió en el manual de astrónomos durante catorce siglos y su sistema ha pasado a la historia con el nombre de sistema tolemaico.

Después de la obra de Tolomeo no se encuentra ningún representante digno de los grandes investigadores que dieron lustre a la escuela helenística de Alejandría.



Astrolabio.



## 2.3. Tercer período

Finalmente en el tercer período, en los primeros siglos de nuestra época se asiste a la ascensión de Roma, período greco-romano, pero la historia de Roma transcurre sin dejar huellas significativas en la historia de las ciencias físico-químicas: Asimilaron la ciencia griega, pero no se sintieron impulsados a su cultivo personal.

En oposición a los griegos, los romanos, eminentes legisladores y elocuentes oradores, no poseían la noble pasión por el saber abstracto. Sus ingenieros siguieron las huellas de los mecanicistas alejandrinos, sin aumentar el patrimonio científico que la Hélade les había dejado como herencia.

En esta época se puede destacar a **Galeno (130-200)**, padre de la medicina experimental, enseñó que en los cuerpos sanos existía cuatro humus: sangre, flema, bilis y bilis negra, que debían mantenerse en equilibrio. La enfermedad era producida por la preponderancia de un elemento y la curación dependía del elemento opuesto.

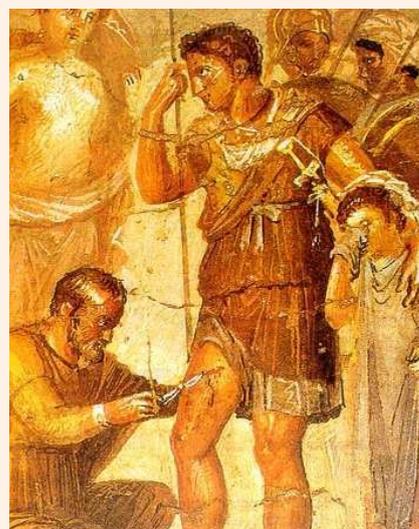


Plinio y su enciclopedia.

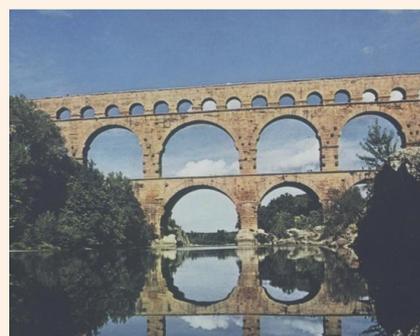
Los autores de esta época son esencialmente recopiladores de obras anteriores y escribieron enciclopedias, destacando la de **Plinio (23-79)**, que es una historia natural en 37 tomos que compila unas dos mil obras de unos quinientos autores, científicos griegos en su mayor parte. A partir de la época del emperador

Adriano (117-138) la economía comenzó a deteriorarse seriamente y hubo un acusado retroceso cultural. Al fallar la distribución y el comercio de mercancías voluminosas, se abandonaron minas, se cerraron fábricas de cerámica y las posibilidades técnicas disminuyeron.

Desaparece la tradición filosófica y científica y los últimos sabios se refugian en la Iglesia o se convierten en funcionarios de reyes bárbaros. Pero, dispersos por centros religiosos, quedan restos de la cultura clásica que en el siglo XII se unen a la corriente principal procedente del Islam y contribuyen a la preparación del renacer intelectual y técnico.



Galeno curando a un soldado noble.

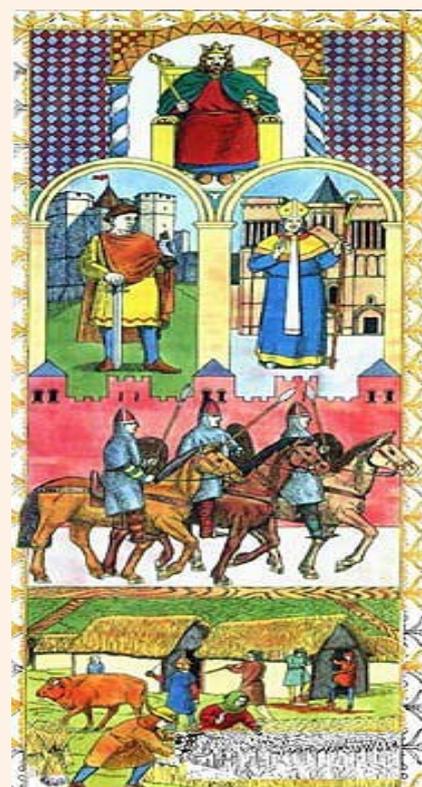


Acueducto romano.

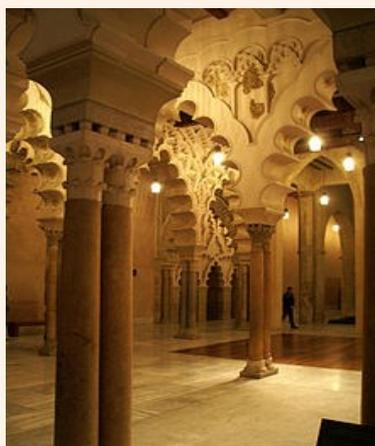


### 3. La edad media

Si las estructuras socioeconómicas subsiguientes a la invasión del mundo civilizado no postulaban ni facilitaban el trabajo científico, mucho menos lo hizo la religión semítica que simultáneamente lo empapó. Lejos de la escuela de Mileto que había organizado la filosofía griega, se impuso de nuevo el pensamiento concreto, o sea, la concepción teísta del mundo y de la vida. El monoteísmo semítico, al contrario que el politeísmo antiguo, postuló en las rudas mentes de los bárbaros del norte y de los del sur una teocracia universal y un totalitarismo intelectual, es decir, el fanatismo anticientífico. Así las ciencias medievales por antonomasia fueron aquellas que estaban empapadas por un fuerte sentido mágico: la Astrología y la Alquimia.



Representaciones de la Edad Media.



Mezquita de Córdoba.

De todos modos, los bárbaros del Islam fueron los primeros en despertar a la recuperación de las ciencias de la Antigüedad, comenzando por la medicina y siguiendo por las matemáticas. Si los árabes sólo hubieran llenado el hiato de siglos que separa el crepúsculo del saber antiguo y la aurora del nuevo, su mérito ya sería notable. Sin embargo, no se contentaron con ser meros agentes de transmisión de la ciencia griega, sino que añadieron a este bagaje la contribución debida a sus propios esfuerzos.

El mundo musulmán acoge la ciencia griega, de forma que los Omeyas están helenizados y fundan en el 700 un observatorio astronómico. La dinastía Abbasí funda escuelas científicas que traducen obras hindúes y griegas y en el año 829 se crea un observatorio astronómico con especialistas de Mesopotamia y en donde Al-Batani obtiene datos astronómicos más precisos que los de Tolomeo. Mientras los intelectuales ortodoxos desarrollan el razonamiento deductivo y geométrico heredado de los griegos, los musulmanes shiíes se oponen a ello, en la idea de que los misterios deben colocarse por encima de la razón.

En España, en Al-Andalus, Abderramán III se proclama califa de Córdoba en 929, logrando el máximo esplendor económico, político y cultural de toda Europa, y haciendo que España se convierta en la ruta principal por la que entre en la Europa medieval el saber griego antiguo, atrayendo Córdoba a su corte médicos, juristas, astrónomos, poetas, agrónomos y filósofos, que trajeron su saber de todas las partes del mundo.



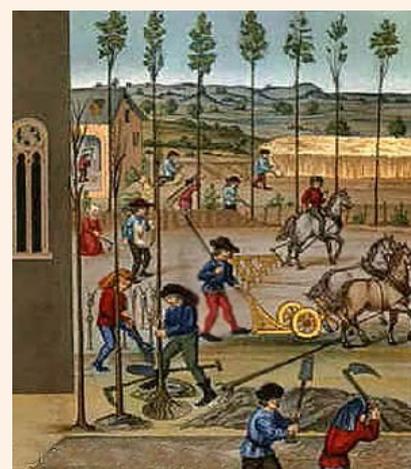
Aunque en el año 1031 se desintegra el Califato de Córdoba y se forman los reinos de taifas, la labor sembrada hace que la labor cultural continúe y florezca la ciudad de Toledo como cruce y encuentro entre las culturas judía, islámica y cristiana. Este contexto hace que entre los astrónomos árabes españoles destaque en el siglo XI Azarquiel, que inventó su astrolabio y modificó el sistema tolemaico, considerando un deferente elíptica para Mercurio. Es famoso por confeccionar las tablas astronómicas toledanas en 1080, que son traducidas al latín y puestas en castellano por orden de Alfonso X el Sabio.

**Al-Hazan Ibn Al-Haitam de Basora, el Al-Hazen (965-1038)** de los latinos fue el más hábil ingeniero y astrónomo de esta amplia época, rechazó la opinión de Euclides y Tolomeo, los cuales admitían que el ojo enviaba rayos visuales al objeto visto, éste y no el ojo, enseñaba Al-Hazen, es el foco luminoso que envía los rayos y producen en el ojo la imagen, como desconocía el papel de la retina, supuso que la imagen se formaba en el cristalino.



Astrolabio árabe.

A partir de entonces, los astrónomos del siglo XII critican el sistema de Tolomeo y desean uno que sea físicamente real y empiezan a rechazar el recurso de los epiciclos sobre la base de que los cuerpos tienen que girar en torno a otros cuerpos reales físicamente y no en torno a puntos geométricos. Hay que decir que Al-Hazen es el primero en enunciar en su forma completa la ley de la reflexión, encontró la aberración esférica y estableció la concurrencia en un punto de los rayos paralelos en espejos parabólicos cóncavos. Sin alcanzar la importancia de Al-Hazen, en el siglo XII se puede situar a **Al-Khazini**, que hizo admirables determinaciones de pesos específicos. Se le puede considerar discípulo de Arquímedes, pues definió con claridad el fundamental concepto del peso específico como relación del peso absoluto con el peso del agua desalojada y sabía, además, que la densidad del agua decrece con la temperatura.



Trabajo en la Edad Media.

A consecuencia de las invasiones de turcos y mongoles se produjo un hundimiento económico y la ciencia árabe decayó. La cabecera del movimiento científico pasó a la Europa Occidental, donde desde el siglo XI se habían ido traduciendo al latín los textos árabes que contenían las ideas originales de la cultura clásica y los trabajos posteriores. El mundo de los árabes sirvió de enlace entre Asia y Europa. Ellos introdujeron en ésta inventos que no fueron accesibles a la tecnología greco-romana: seda, papel, porcelana, etc. Produjeron industrialmente y exportaron a todos los países sosa, alumbre y diversas sales utilizadas en la industria textil como caparrosa verde o el nitro. Nombres debidos a ellos y que seguimos empleando en la química, por ejemplo, son alambique, alcanfor, álcali, alumbre, alcohol, bórax, garrafa, nafta, etc.



En la Europa de la época, la autoridad de Aristóteles reina en todos los campos del saber debido a la habilidad de los maestros teológicos que supieron adaptar su pensamiento a los moldes del cristianismo.

La filosofía y cosmología de Aristóteles se integra en la teología católica por obra de Santo Tomás de Aquino: el Universo es una esfera llena de materia en su totalidad -horror al vacío-, habiendo necesidad de contacto entre la fuerza actuante y el cuerpo movido, de forma que Dios es el Primer Motor que exige los movimientos de las esferas celestes.

La cosmología aristotélico-escolástica se resume en las siguientes notas astronómicas: la idea de las capas esféricas móviles, el Universo es finito, la Tierra el mundo único y los cuerpos ocupan el lugar que les corresponde. Pero también en otras ideas de tipo filosófico-religioso: los cielos son inmutables, los cuerpos celestes son eternos y los cuerpos celestes son de sustancia diferente a la Tierra. De esta forma se pretende dar respuesta a las preguntas capitales de la época: ¿qué mantiene colgados en el cielo a los astros?, ¿de qué están constituidos? y ¿por qué se mueven?

A partir del siglo XIII las obras árabes y de los clásicos griegos se filtran en el pensamiento de la cristiandad occidental y se da impulso a las investigaciones, iniciándose así la separación de la filosofía de la teología. Es precisamente en las Universidades de Bolonia, París, Montpellier y Oxford, al estar ya definitivamente constituidas, donde se inicia el cambio. De esta forma van apareciendo personalidades que aportan nuevas ideas al saber en general y algunos progresos científicos.

El fraile dominico alemán Albert von Bollstadt, conocido mejor como **San Alberto Magno (1193-1280)**, fue obispo de Ratisbona y amigo de Santo Tomás de Aquino, en sus descripciones de las relaciones entre el azufre y los metales, expuso ideas relativas a la afinidad química, poseyó algún conocimiento de metalurgia y calificó a la alquimia de pretendida ciencia, recalcando el valor de las observaciones personales frente a la tradición recibida en una clara alusión contra los alquimistas.



Claustro de una iglesia románica.



San Alberto Magno.



Contemporáneo de San Alberto fue el monje inglés **Roger Bacon (1214-1280)**, que se interesó por la ciencia como resultado de su contacto, en París, con Peter de Maricourt, autor del libro "El Imán" de 1269, que es el primer tratado científico sobre las propiedades del imán.

Aunque el conocimiento de la piedra imán se remonta a la antigüedad, Peter de Maricourt en su libro describe la existencia de polos y reconoce la repulsión de los polos del mismo signo y la atracción de los de signo opuesto, verifica la inducción magnética, da instrucciones para la construcción de brújulas y, finalmente, afirma, también, que los imanes deben su propiedad al magnetismo terrestre, cuya existencia es el primero en entrever.



Roger Bacon.

La contribución a la ciencia de Roger Bacon se debe a que en vez de aceptar ciegamente las aseveraciones de Aristóteles, sostuvo la necesidad de experimentar para verificar las antiguas afirmaciones y adquirir nuevos conocimientos, y reconoce la importancia de las matemáticas en el proceso de investigación.

Posiblemente Bacon es el responsable de la invención de las gafas, aunque también se ha atribuido dicho hecho al florentino Salvino degli Armati. Bacon explica la formación del arco iris por la refracción de la luz al atravesar las gotas de agua. Es el primero en concebir la gravedad como atracción hacia el centro del globo terrestre y es igualmente el primero en concebir el calor como un movimiento que tiene por asiento el interior de los cuerpos.

Se puede afirmar que al finalizar el siglo XIV ya se ha introducido la experimentación y el cálculo como métodos predominantes de la ciencia natural.

En los siglos XV y XVI se produce el ascenso político de la burguesía y el desarrollo del capitalismo, ambos hechos estuvieron muy relacionados entre sí y con las mejoras tecnológicas que hizo posible asimismo el auge económico, por lo que la necesidad de la ciencia experimental se mostró evidente; por ello no es una casualidad el intento continuo de quitar autoridad a Aristóteles y que en el siglo XVI, el científico griego más estimado fuese Arquímedes.



Iglesia gótica de la Alta Edad Media.



## 4. Precursores de la modernidad

A partir del siglo XIV, el sistema aristotélico-tolemaico-tomista (escolástico) no es ya aceptado íntegramente en algunas universidades europeas y aunque este siglo XIV no aporta a la ciencia ningún representante de gran talla ni descubrimiento notable, pero durante él ocurren algunas iniciativas en el campo de la física, que no serán olvidadas, pues anticipan, aunque en forma vaga, algunos elementos de la futura dinámica de Galileo.

**William de Ockam (1280-1349)**, al igual que Bacon fue un franciscano formado en Oxford. Según Ockam las verdades y las normas religiosas no son susceptibles de conocimiento ni de justificación racionales, por deberse al arbitrio divino, por estas ideas sufrió prisión. Asimismo, negó la tesis aristotélica de que el movimiento es el paso de una potencia a su acto, acercándose en sus explicaciones al principio de la inercia, pero es **Jean Buridan**



William de Ockam.

(**1300-1362**), rector de la Universidad de París, el que con su noción del "ímpetu" da un paso decisivo en el acercamiento a dicho principio. Buridan mantuvo que el ímpetu impreso inicialmente al móvil era suficiente para permitirle seguir moviéndose y con dicha noción intentó explicar tanto la aceleración como la inercia. Para Buridan la medida del ímpetu era el producto de la cantidad de materia del móvil por su velocidad, cálculo al que se atuvieron tanto Galileo como Descartes y Newton en el siglo XVII.

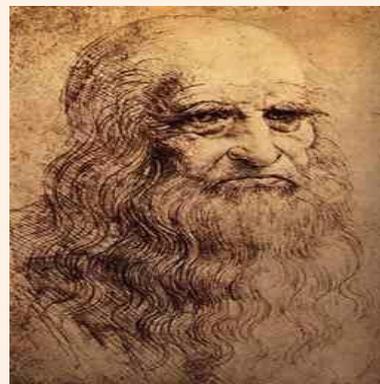
Uno de los logros típicos de la matemática moderna es la geometría analítica, de la que se puede encontrar también en el siglo XIV unos claros precedentes en los llamados matemáticos del College Merton de Oxford, al emplear hacia el 1330 un método gráfico de representación de tipo cartesiano de magnitudes en dos ejes perpendiculares. **Nicolás Oresme (1328-1382)** aplicó dicho método a sus investigaciones físicas al representar valores de la velocidad de un móvil frente al tiempo y deducir conclusiones del área comprendida entre dichas magnitudes.



College Merton de Oxford.



**Leonardo da Vinci (1452-1519)** es la primera figura que encontramos en los dos siglos del Renacimiento (XV y XVI). No publicó ningún tratado científico y sus lucidas intuiciones se encuentran en manuscritos escritos con la mano izquierda y difícilmente son descifrables. En sus estudios de mecánica queda claro que conoce los diferentes tipos de equilibrio: estable, neutro e inestable, entrevió la imposibilidad del móvil perpetuo y descubrió que la elasticidad de tracción es igual a la de compresión, anticipándose en ello a Hooke. Reconoce que las leyes de la caída libre deben verificarse también en el descenso frenado sobre un plano inclinado, lo cual constituyó un importante preludio a las investigaciones de Galileo, aunque compartió el error aristotélico de que la velocidad de la caída debía depender del volumen y del peso de los cuerpos.



Leonardo da Vinci tal vez haya sido el genio más universal que la historia ha conocido, pero, su labor científica quedó eclipsada por su hacer artístico.

Probablemente fue el primero en analizar el fenómeno de la interferencia de las ondas líquidas, reconoció que en el caso de las ondas sonoras, el eco se puede explicar por la reflexión del sonido y compara la reflexión del sonido a la de la luz y, finalmente, en su teoría de la visión, Leonardo asimila el ojo a una cámara oscura. Leonardo, al no publicar sus ideas, su repercusión quedó confinada al reducido círculo de sus discípulos que pudieron consultar sus manuscritos, por ello, Leonardo no ocupa en el desarrollo de la ciencia el lugar que se podría pretender.

Como Leonardo, el flamenco **Simón Stevin (1548-1620)** sigue las huellas de Arquímedes, su obra señala la cúspide de la estática. Como ingeniero constructor de diques, trató de inventar la máquina engendradora del movimiento eterno o continuo, concluyendo, ante el fracaso de sus experimentos, la imposibilidad como principio del móvil perpetuo.

Mientras Stevin en Holanda convertía un axioma negativo en eficaz instrumento para buscar hechos nuevos y positivos, en Inglaterra **William Gilbert (1544-1603)** abrió a la investigación experimental los campos hasta entonces casi inexplorados del magnetismo y de la electricidad. Como hizo Peter de Maricourt, Gilbert en su tratado sobre el magnetismo de 1600, reúne los conocimientos pasados y agrega el valioso caudal de sus experimentos.



William Gilbert.

Gilbert es el primero en reconocer que la inducción confiere al acero magnetismo permanente, afirma la imponderabilidad del magnetismo (sin peso) y concluye que el magnetismo terrestre es debido a la presencia de minerales magnéticos en su interior. Es asimismo el precursor de las líneas de fuerza, emanaciones en su lenguaje, al afirmar que el asiento de la fuerza magnética no reside únicamente en el interior del imán, sino también en el espacio que lo circunda. Es también el primero en construir un modesto electroscopio y reconoce que el aire húmedo dificulta sus experimentos.



## 4.1. Copérnico

La crisis del Medioevo es una época de crisis política, filosófica y religiosa y tiene su repercusión en el desarrollo de la Ciencia, que tiene tres representantes genuinos, que son: Copérnico, Brahe y Bruno.

**Nicolás Copérnico (1473-1543)** nace en Thorn (Rusia polaca) y estudia en la Universidad de Cracovia filosofía, medicina y astronomía. En 1496 marcha a Italia donde pasa diez años estudiando medicina, derecho canónico y astronomía. De vuelta a su Polonia católica ocupa una canonjía, se dedica a la política y a las finanzas, ejerce la medicina, estudia astronomía y piensa sobre ella concibiendo un nuevo sistema del mundo. Era tímido, con miedo al ridículo y a la Iglesia reformada luterana, aunque reivindicó, con carácter general, el derecho a elaborar hipótesis o modelos matemáticos con la finalidad de demostrar lo que se desee.



Esfera armilar con el sistema tolemaico, que tenía un carácter eminentemente didáctico.

Copérnico entierra la cosmovisión geocéntrica, sustituyéndola por la heliocéntrica. Por aquella época, el sistema tolemaico era ya excesivamente complicado y, a pesar de todos los razonamientos matemáticos que contenía, no era muy útil para predecir posiciones de planetas con cierta antelación. Aunque realizó pocas observaciones astronómicas, pues fue muy poco hábil analizando los datos astronómicos existentes, llegó a la conclusión de que el doble movimiento de la tierra, de rotación y traslación en torno al sol era más útil para explicar las discrepancias existentes con el modelo tolemaico.



Parece que lo más probable es que Copérnico consideró su sistema del mundo como "real" o "verdadero" (físico) y no sólo como una mera hipótesis matemática.

Copérnico es más un pensador filósofo-físico-matemático que un astrónomo. Su primera obra -un opúsculo- el "Comentariolus", circula a partir de 1530 y su obra cumbre: "De revolutionibus orbium coelestium" es póstuma, pues se publica en el año de su muerte. La descripción que hace del Universo es considerada contraria a la Biblia y a las teorías de Aristóteles, por lo que fue combatida tanto por la Iglesia Luterana como por la Católica, que incluyó el citado libro en el Índice de libros prohibidos.

Su libro "Sobre las revoluciones de los orbes celestes" marca el inicio de la revolución científica que habría de destronar a la ciencia griega, no obstante Copérnico defendió la noción de las órbitas completamente circulares, por lo que tuvo que mantener algunos de los epiciclos y excéntricas de las antiguas teorías y por ello se le puede considerarse como un conservador, pues se mantuvo fiel al concepto griego de que los movimientos de los cuerpos celestes debían ser circulares y uniformes.



Copérnico, basándose en el mayor tamaño aparente del Sol y en que ilumina al resto de planetas, concibe la idea de que el Sol es el centro del Universo, por lo que emprende la ingente tarea de elaborar los cálculos matemáticos necesarios para construir un modelo astronómico heliocéntrico centrado en el Sol, que se apoya en los siguientes supuestos: :- El Sol está inmóvil en el centro de Universo. - Los planetas, junto a las esferas que los transportan, giran alrededor del Sol según el siguiente orden: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter y Saturno.

Parece que lo más probable es que Copérnico consideró su sistema del mundo como “real” o “verdadero” (físico) y no sólo como una mera hipótesis matemática.

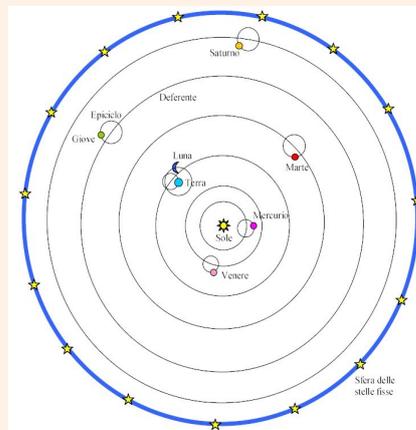
En este modelo, la Tierra está afectada por tres movimientos: uno de rotación alrededor de su propio eje; otro de traslación anual en torno al Sol y un tercero por el que el eje terrestre se desplaza con gran lentitud, para dar cuenta de la precisión de los equinoccios (lo que reduce considerablemente la complejidad del sistema tolemaico). Además, la Luna gira sobre la Tierra y la esfera de las estrellas fijas está inmóvil y muy alejada.

En su modelo permanecen los conceptos de órbitas circulares y movimientos uniformes, que proceden del ámbito cultural de las “esferas” sin que Copérnico deseché la esfera de las estrellas fijas, pues el Universo continúa jerarquizado, de modo análogo al aristotélico, a pesar de ello su sistema es más simple que el tolemaico, al hacer más sencillos los cálculos, ya que precisa de un número menor de círculos. En sus cálculos matemáticos, Copérnico sigue utilizando la idea de los epiciclos superpuestos a las órbitas circulares de los planetas, pero no acepta la idea de la existencia de los cielos perfectos y Tierra imperfecta.

En este sistema, el Sol es la fuente del movimiento y de la luz (rechazo de las teorías aristotélicas del primer motor y la del ímpetus); los cuerpos celestes poseen movimientos propios naturales y espontáneos, como atributos de la forma geométrica de las esferas perfectas, de modo que las más próximas al Sol giran más deprisa.

Con su modelo se explican los fenómenos de la alternancia de los días y de las noches, las estaciones, las fases de la Luna y el movimiento retrógrado de los planetas. En sus reflexiones, Copérnico hace una revisión crítica de los datos referidos a la concepción geocéntrica y establece nuevas hipótesis matemáticas, de forma que considera que una teoría científica es un conjunto de ideas o hipótesis (suposiciones o proposiciones) que deben cumplir dos condiciones:

- a) Concordancia con las observaciones; es decir, dar cuenta de los datos registrados.
- b) No contradicción con los conceptos básicos (por ejemplo, los movimientos de los cuerpos celestes son circulares y uniformes).



Sistema heliocéntrico de Copérnico. La Tierra gira alrededor del Sol con movimiento circular y uniforme como los demás planetas. Todos los planetas poseen idéntica naturaleza: materia común, gravedad (que actúa sólo sobre los aglomerados de materia, otorgando cohesión y esfericidad) y circularidad de movimientos.



## 4.2. Tycho Brahe

**Tycho Brahe (1546-1601)** nace al sur de Suecia en un territorio perteneciente a Dinamarca y muere en Praga. Es considerado, exceptuando a Hiparco, el mejor observador de los astros a simple vista y, además, el último de ellos.

En 1572 se hizo conocer con ocasión de la aparición de una nueva estrella y sus observaciones quedaron reflejadas en un libro titulado “De Nova Stella” (sobre la nueva estrella).

Su libro le hizo ganar reputación como astrónomo, siendo aún joven, además estableció el prenombre nova para todas las estrellas que explotan, pues su estrella se hizo más brillante que Venus y permaneció visible hasta año y medio antes de perder su brillantez.

Pero lo más importante de su descubrimiento es que contribuyó a derrocar las ideas de Aristóteles sobre la inalterabilidad y perfección de los cielos.

El rey de Dinamarca, Federico II, decidió entonces ayudar a su prominente y joven vasallo, subvencionándole la construcción de un observatorio en la isla de Hveen entre Suecia y Dinamarca, que fue el primer observatorio astronómico de la historia.



Brahe en su juventud estudió derecho y filosofía en la Universidad de Copenhague y su vida transcurrió dentro del entorno de la óptica protestante. Estaba dispuesto a meterse en política cuando en 1560 vio un eclipse de Sol que le hizo cambiarla por la astronomía y las matemáticas.



En 1577 apareció un gran cometa en el cielo que Tycho observó cuidadosamente, llegando a la conclusión de que su órbita debía ser ovalada y no circular, por lo que debía atravesar las distintas esferas planetarias, cosa muy rara, a menos que dichas esferas no existieran.

Pero tal posibilidad iba muy en contra de las inclinaciones de Brahe, ya que se sentía profundamente conservador y no abandonó las ideas de Tolomeo y sus predecesores griegos que consideraban a la Tierra como centro del Universo, por lo que fue el último de los grandes astrónomos que se negó a aceptar la teoría heliocéntrica de Copérnico, insistiendo en la tolemaica.

No obstante insistió en una teoría de compromiso por la que sugirió que todos los planetas menos la Tierra giraban alrededor del Sol y además de ello, el Sol con todos sus planetas girarían alrededor de la Tierra. Esta teoría sufrió la suerte de todo compromiso a medias en una época de fuertes antagonismos y pasó casi desapercibida.



En su observatorio, Brahe hizo magníficas y exactísimas observaciones, alcanzando los límites que podrían esperarse de la observación a simple vista, por lo que la nueva exactitud aparecida en la Astronomía hizo inevitable una reforma del calendario.

La reforma del calendario tuvo lugar finalmente en 1582 bajo los auspicios del Papa Gregorio XIII, y el calendario gregoriano fue inmediatamente aceptado por los países católicos.

En 1597 marcha a Alemania, donde es invitado por el emperador Rodolfo II y se establece en Praga, tomando como asistente a un joven alemán llamado Johannes Kepler, al que lega todos sus datos de observaciones astronómicas obtenidos a lo largo de su vida.



### 4.3. Giordano Bruno

Para finalizar esta época es preciso citar al dominico italiano **Giordano Bruno (1548-1600)**, que aunque no fue un físico, sus publicaciones de orden filosófico repercutieron en la física. Bruno nace en Nola cerca de Nápoles y muere en Roma en la hoguera inquisitorial. La fecha de su muerte puede utilizarse como referencia aceptable para el tránsito del Medievo a la Modernidad.

Siendo de la orden dominica se opuso a las creencias tradicionales desde una posición más filosófica y religiosa que científica, por lo que tuvo que marchar de Italia, refugiándose en Ginebra, pero también fue expulsado por los calvinistas, yendo a París donde le expulsaron los aristotélicos. Anduvo de un lado por otro en Europa intentando introducir la teoría de Copérnico en Inglaterra y en otros países, pero bajo un punto de vista muy personal que no puede encontrarse en las páginas del "De revolutionibus" de Copérnico.

En 1584 publicó en Londres sus tres diálogos metafísicos con los

nombres de "La cena de las cenizas", "Sobre la causa, el principio y el uno" y "Sobre el infinito universo y los mundos". En el primero y en el tercero de los diálogos abundan las conversaciones y discusiones de carácter astronómico.



En la concepción de Bruno del Universo infinito queda preludiada la noción kantiana de espacio infinito en el que los cuerpos (mundos, astros) ocupan lugares y pueden desplazarse. En este sentido Bruno es precursor de Kant.



En lo referente a las cuestiones cosmológicas, la naturaleza de los textos, tanto por el modo de discurrir como por la razón del discurso, es filosófica y no física. Las discusiones son puramente metafísicas como metafísica es el corpus doctrinal de la denominada física aristotélica contra la que arremete Bruno en su propio ámbito y a la que desea sustituir.

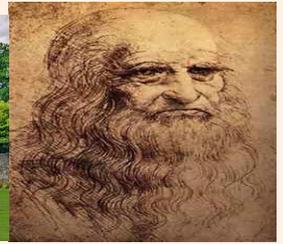
En 1592 fue arrestado en Venecia por la Inquisición acusado de herejía. Tras un juicio que duró siete años, fue quemado vivo en una parrilla el 17 de febrero de 1600. Se pudo haber salvado si hubiera renunciado, sin embargo, nadie como él trabajó con tanta determinación para asegurar sus convicciones. Como él mismo dijo, sus jueces le temían más a él que él a sus jueces.



Giordano Bruno no fue un científico, introdujo el heliocentrismo de forma temeraria en una filosofía sin base científica, con elementos místicos y esotéricos.

Bruno no fue ejecutado por defender la teoría copernicana, sino por una serie de herejías teológicas relativas a su concepción de la Trinidad, por tanto no fue un mártir de la ciencia, aunque para sus propósitos la teoría de Copérnico congeniaba muy bien con su concepción del universo.

En cualquier caso, la Iglesia comenzó a recelar del copernicanismo y, en 1616, lo convirtió en problema doctrinal.



## 5. Actividades

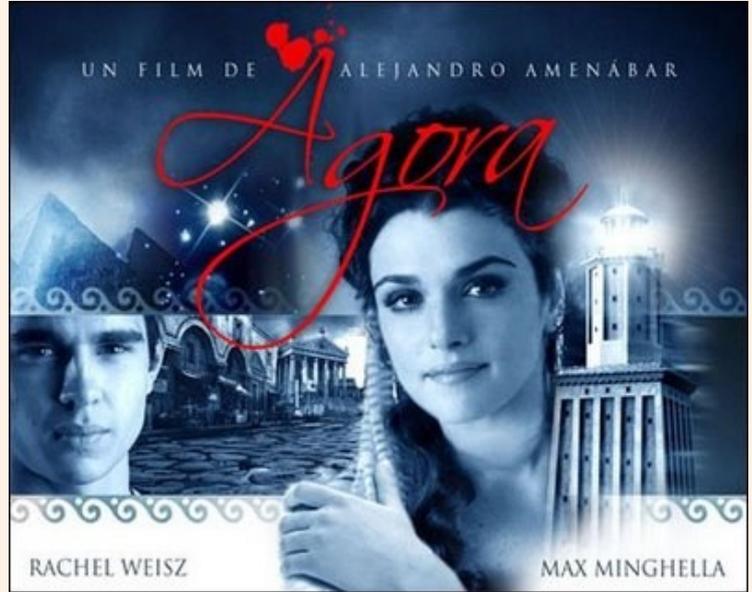
1. ¿Qué se puede entender por Prehistoria Científica?
2. ¿Cuál puede ser la razón de que al firmamento también se le llama bóveda celeste?
3. Existe un pasaje de la Biblia del Antiguo Testamento en el que se dice que Josué detuvo el Sol en su movimiento. ¿Consideras que esta cuestión ha podido tener mucha importancia para la no aceptación inicial de la teoría del heliocentrismo por parte de la Iglesia Católica?



4. ¿Qué puede significar que los cielos sean inmutables en la cosmología aristotélico-escolástica?
5. ¿Por qué en la Grecia Clásica la circunferencia y la esfera tenían un significado especial?
6. ¿Por qué muchas veces se afirma que la Ciencia se inicia con Arquímedes en el siglo III a.C.?
7. Explica la importancia que tienen las tablas astronómicas toledanas del año 1088.
8. Explica qué se entiende por ímpetus.
9. Explica la diferencia que hay entre los conceptos de epiciclo y deferente e indica por qué son necesarios utilizar estos conceptos en la astronomía tolemaica.



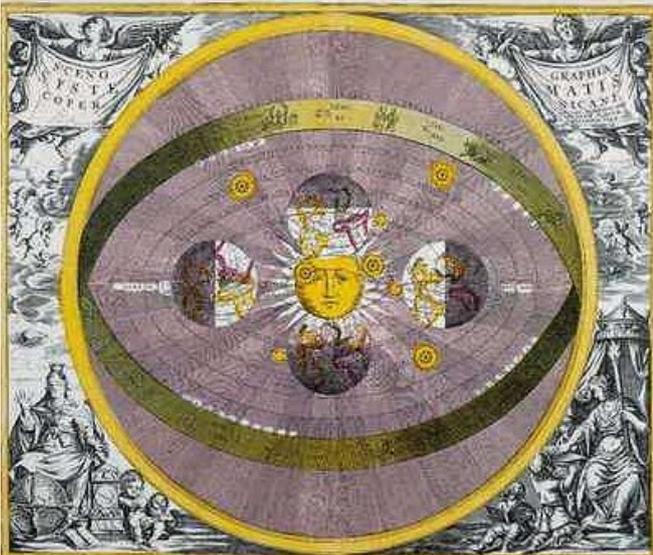
10. *Ágora* es el título de una película española dirigida por Alejandro Amenábar estrenada en España el 9 de octubre de 2009. Es un drama histórico que se desarrolla en la ciudad de Alejandría, Egipto, a partir del año 391 d. C. La protagonista, interpretada por Rachel Weisz, es la matemática, filósofa y astrónoma Hipatia de Alejandría que fue asesinada, descuartizada e incinerada por los seguidores del obispo y Santo cristiano copto Cirilo de Alejandría en el año 415 d. C. La película ganó 7 Premios Goya, incluyendo al mejor guion original para Alejandro Amenábar y Mateo Gil, lo que la convirtió en la segunda película más premiada de la XXIV edición de los Premios Goya de la academia de cine español. Con estos datos busca información complementaria y elabora una biografía de Hipatia de Alejandría.



11. ¿Por qué fue tan importante la labor realizada por los matemáticos del College Merton?



12. Tomando en consideración los presupuestos de los modelos astronómicos geocéntrico y heliocéntrico, ¿cómo es la visión astronómica de Copérnico?



13. ¿Por qué fue difícil aceptar la teoría de Copérnico de que la Tierra gira en torno al Sol?

14. Explica el modelo astronómico heliocéntrico.

15. ¿Guarda alguna relación el libro *De Magnete* de Gilbert con el concepto de gravedad?

16. Explica el papel que tuvo Brahe en la construcción de la Astronomía.

17. No siendo Bruno un personaje capital en la historia de la filosofía, ¿por qué juega un papel importante en el paso de Edad Media a la Modernidad?

Modernidad?