

3º tema: La ciencia en la Edad Media 1ª Parte

- Alta Edad Media en Occidente
- La ciencia en el mundo Árabe
- Baja Edad Media en Occidente

2 Introducción (1)

- Periodo que va desde la desaparición de la cultura clásica greco-romana, en el siglo V, hasta el Renacimiento: diez siglos.
- > El final del Imperio Romano no supuso la destrucción y desaparición total de la civilización.
 - > Las provincias occidentales más recientemente romanizadas (las Islas Británicas, Francia, el Rin, España), experimentaron una sustitución gradual de la plutocracia esclavista, por el régimen feudal.
 - > En oriente, las grandes ciudades como Alejandría, Antioquia y Constantinopla sobrevivieron conservando un gobierno estable aunque cada vez más restrictivo.

3

Introducción (2)

- > En las áreas de influencia helenística (Persia, India y el Asia Central) la civilización florecía en economía, ciencia, técnica, y arte:
- > coinciden con el intervalo entre los siglos III y IX:
 - > el Imperio de los sasánidas en Persia (226-637),
 - > de los guptas (320 - 408) y chalukias (550-750) en la India,
 - > las dinastías Wei (386-549) y T'ang (618-906).

4 Introducción (3)

- > En oriente había perdurado el modelo de estructura política y económica de la edad del Bronce. No sufrieron las luchas derivadas de la economía dineraria y esclavista.
- > La economía del nuevo orden se basó en el campo.
- > La unidad básica era el feudo trabajado por siervos (que sustituyeron a los esclavos), vinculados permanentemente a la tierra.
- > A pesar de tener un nivel técnico superior al de la edad del Hierro, en Occidente el tipo de explotación agraria condujo a una economía de subsistencia.

5

Introducción (4)

- > El régimen de supervivencia no dejaba excedentes para comerciar, y la industria artesana se hallaba dispersa.
- > La unidad económica básica era la aldea.
- > Se practicaba la rotación simple de los cultivos, con tres campos divididos en parcelas y algunos bosques y pastos.
- > Por encima de los campesinos se elevaba la jerarquía de los señores, bien seculares o bien clérigos, que dependían de obispos y reyes.
- > Los señores feudales podían dominar varias aldeas, y sus siervos estaban obligados a trabajar para ellos además de para sí mismos.

6

La ciencia en Alta Edad Media (1)

- > Hasta el siglo X la Iglesia fue la valedora de la cultura clásica en occidente.
- > En el proceso de cristianización de los bárbaros la Iglesia perdió buena parte de su contenido intelectual.
- > La cultura y la instrucción quedaron restringidas al dominio del clero en un grado sin paralelo desde el antiguo Egipto.
- > Hacia el siglo III la Iglesia cristiana, pese a ser minoritaria en cuanto a número de adeptos, era la organización más poderosa, difundida e influyente del Imperio.
- > Constantino en el 312 vinculó el Imperio a la Iglesia, antes de convertirse él mismo en cristiano.

7

La ciencia en Alta Edad Media (2)

- > Justiniano (otro emperador cristiano) clausuró en 529 las escuelas de Atenas.
- > A partir del siglo IV toda la vida intelectual, incluida la ciencia, se expresó en términos del dogma cristiano.
- > Orígenes (185-253), uno de los padres de la Iglesia, discípulo del neoplatónico Plotino, empezó a incorporar las partes menos peligrosas de la filosofía antigua al dogma cristiano.
- > El proceso de asimilación fue muy complejo, dando lugar a multitud de acusaciones de herejía y a los cismas que dividieron al cristianismo oriental en los siglos IV y V.

8

La ciencia en Alta Edad Media (3)

- > En el siglo V Agustín de Hipona (354-430) elaboró un compromiso entre fe y filosofía a través de una síntesis entre la tradición de las escrituras y el platonismo.
- > La filosofía era la parte del pensamiento racional más asimilable para la teología.
- > Las ciencias basadas en la experimentación y la observación no les resultaban ni atractivos ni útiles:
 - > no eran relevantes para la salvación eterna y,
 - > su dependencia de los sentidos les restaba valor frente a la revelación.

9

La ciencia en Alta Edad Media (4)

- > No se puede llevar a cabo una síntesis de la fe con la razón a no ser que se haga una interpretación alegórica de la primera o se desnaturalice la segunda.
- > Los conocimientos científicos de la antigüedad nos han sido transmitidos en parte por la Iglesia, pero han sobrevivido más bien a pesar y no gracias a los esfuerzos realizados por integrarlos en un cuerpo de dogma.
- > De hecho, la aceptación de soluciones sencillas (que reflejaban el mundo real) se retrasó por no cuadrar con el Génesis.

10

La ciencia en Alta Edad Media (5)

Fragmentos del saber de los que se disponían y que habían sido conservados por los enciclopedistas latinos:

1. La *Historia natural* de Plinio (23-79 n.e.):
 - Sobrevivió durante los primeros siglos de la Edad Media.
 - Se empleó como libro de texto.
 - Era la mayor colección conocida de hechos naturales de la época.
 - Constaba de tratados acerca de: cosmología, geografía, antropología, fisiología y zoología, botánica, agricultura y horticultura, medicina, mineralogía y bellas artes.

11

La ciencia en Alta Edad Media (6)

2. Los textos sobre matemática y lógica de Boecio (s. VI):
 - Había recopilado tratados elementales sobre geometría, aritmética, astronomía y música, basados en las obras de Euclides, Nicómaco y Ptolomeo.
 - Había traducido algunas obras lógicas de Aristóteles: *Las categorías* y de *Interpretatione*.
3. Las *Etimologías* de Isidoro de Sevilla (560-636), que constituía la fuente de conocimiento de todas las clases, desde astronomía a medicina.

12

La ciencia en Alta Edad Media (7)

- > A partir del S. VII se produjo un aislamiento intelectual sin parangón debido a la penetración gradual de los bárbaros en el Imperio Romano y la conquista por los árabes de gran parte del Imperio Oriental en el siglo VII, lo que produjo un cierre de la fuente de conocimientos griegos para los eruditos occidentales.
- > A pesar de ello se conservaron algunos conocimientos gracias a la aparición de los monasterios con sus escuelas anejas. Este proceso comenzó en 529, con la fundación del primer monasterio por San Benito en Monte Casino.
- > Los estudios se limitaron al *trivium*: gramática, retórica y lógica; y al *quadrivium*: aritmética, geometría, música y astronomía.

13

La ciencia en Alta Edad Media (8)

- > En la primera parte de la Edad Media se produjo una asimilación del neoplatonismo que determinó las ideas cosmológicas hasta la segunda mitad del siglo XII.
- > Agustín de Hipona (354-430), fue el principal canal a través del cual pasaron las tradiciones del pensamiento griego a la cultura de la cristiandad latina.

14

La ciencia en Alta Edad Media (9)

- > La cultura de la cristiandad occidental fue predominantemente teológica y moral: mostraron un gran desprecio por la curiosidad por las cuestiones naturales, y un cierto menosprecio por el estudio de la filosofía, ya que podían distraer a los hombres de una vida agradable a Dios.
- > No se pretendía que el estudio de la naturaleza condujese a hipótesis y generalizaciones científicas, sino que debía proporcionar símbolos vivientes de las realidades morales.

15 La ciencia en Alta Edad Media (10)

- > Eran capaces de observar claramente la naturaleza, pero sus observaciones eran meras interpolaciones en el curso de una alegoría simbólica, que era lo único importante.
- > La preocupación por las propiedades mágicas y astrológicas de los objetos naturales era, junto con la búsqueda de símbolos morales, la característica principal de la perspectiva científica de la cristiandad.

16 La ciencia en Alta Edad Media (11)

- > En la *Historia natural* de Plinio, había una gran cantidad de datos mágicos. Cada planta o animal poseía una marca oculta que indicaba sus propiedades ocultas.
- > Isidoro de Sevilla, admitía la existencia de fuerzas mágicas en la naturaleza.
 - > Distinguía entre astrología natural y orientada hacia el estudio de los cuerpos celestes,
 - > y astrología supersticiosa, que trataba acerca del estudio de los horóscopos. Admitía que los cuerpos celestes ejercían un influjo astrológico sobre el cuerpo humano y aconsejaba a los médicos que estudiaran la influencia de la Luna sobre la vida animal y vegetal.

17 La ciencia en Alta Edad Media (12)

- > En la Edad Media, las distintas partes del cuerpo humano se consideraban vinculadas con distintas partes del macrocosmos y los humores estaban determinados por los movimientos de los cuerpos celestes.
- > “Entender y explicar algo consistía para un pensador de la época en mostrar que **no era lo que aparentaba ser**, sino que era el **signo** o el **símbolo** de una realidad más profunda, que denunciaba o significaba algo distinto.” (Crombie)

18 La ciencia en Alta Edad Media (13)

- Ciertas excepciones: Beda el Venerable (672-735).
Abordó dos temas científicos: la Cosmología general y la determinación de un calendario fiable.
- El calendario cristiano estaba basado en la combinación del calendario romano (basado en el movimiento anual de la Tierra con respecto al Sol) y el calendario Hebreo (basado en las fases de la Luna).
- > La división de los meses, semanas y días provenía del calendario juliano.
 - > La fecha de la Pascua se fijaba del mismo modo que la pascua hebrea, es decir, mediante las fases de la Luna.
 - > Problema: la duración del año solar, el mes lunar y el día son inconmensurables.

19 La ciencia en Alta Edad Media (14)

- > Beda construyó un calendario que permitía calcular las tablas de las Pascuas futuras.
- > Dio una descripción de las mareas en *De Temporum Ratione* (725), relacionándolas con las fases de la Luna, y afirmando que están provocadas por la atracción de la Luna sobre el océano.
- > Distinguió entre mareas equinocciales y mareas muertas.
- > Describió cómo el viento podía adelantar o retrasar las mareas; y cómo las mareas pueden ser diferentes en puntos distintos de la misma costa, por lo que habían de ser tabuladas de manera separada en cada puerto.

20 La ciencia en Alta Edad Media (15)

- > Escuela médica de Salerno fundada por Carlomagno (768-814) reuniendo cuatro maestros: un latino, un griego, un árabe y un judío.
- > Casiodoro, gran canciller del rey Teodorico, tomando como modelo Alejandría quiso fundar una escuela en Ravena que conciliara el saber clásico con la fe cristiana, pero no llegó a cuajar.
- > En el siglo VIII cobran auge las escuelas catedralicias, con Chartres a la cabeza, cuya biblioteca poseía un *Dioscórides* latino.
- > En los claustros de las escuelas catedralicias y monacales se establecieron huertos de plantas medicinales.

21

La ciencia en el mundo árabe (1)

- > La figura de Mahoma surgió entre los árabes, cuando estos eran ya un pueblo poderoso y en expansión.
- > Sustituyó los viejos dioses tribales por un dios único, Alá, que lleva aparejada una teología monoteísta.
- > Hizo un llamamiento de fraternidad entre los hombres.
- > Se dotó de un rito sencillo pero de estricta observancia personal, y daba al creyente la esperanza en un paraíso muy realista.
- > En el Corán se contienen los ritos, los preceptos de moral y hasta de derecho.

22

La ciencia en el mundo árabe (2)

- > Sin iglesia ni sacerdotes, el islamismo sólo necesita de un recinto, la mezquita (*Musjid*) para la oración y los lectores del Corán, los *imanes*, que predicán y exponen la ley.
- > A los cinco años de la muerte de Mahoma, en el 632, sus seguidores ya habían derrotado a romanos y persas.
- > En el siglo VIII ya dominaban Asia Central y España, los dominios romanos de Asia y África y el imperio persa, proporcionando a todo este vasto territorio de una cultura común, religión, lenguaje literario, gobierno común y comercio libre.

23

La ciencia en el mundo árabe (3)

- > Los árabes no implantaron un sistema económico ni interfirieron demasiado en la economía ciudadana.
- > Se reservaron el mando militar al principio, para delegarlo también tiempo más tarde en mercenarios.
- > Redujeron la esclavitud al ámbito doméstico.
- > La unidad del Islam favoreció el comercio, que recuperó y amplió el dominio de que gozara con los romanos.
- > No existía un centro como Roma, que dominara y absorbiera toda la economía del imperio (La Meca sólo es un punto de referencia religioso).

24

La ciencia en el mundo árabe (4)

- > Florecieron nuevas capitales como El Cairo, Bagdad y Córdoba (al estilo de las viejas ciudades como Alejandría, Antioquia) que estaban comunicadas entre sí gracias al comercio.
- > La relación de las ciudades del Islam con el resto del mundo oriental las convirtieron en el nexo de unión entre los saberes asiático y europeo, posibilitando la entrada en occidente de inventos inaccesibles para la tecnología griega y romana: el acero, la seda, el papel y la porcelana.

25

La ciencia en el mundo árabe (5)

Las escuelas y cortes musulmanas estaban formadas por gentes de diversas razas, nacionalidades y religiones (árabes, sirios, iranianos, indios y latinos, judíos, cristianos, hindúes y zoroástricos).

¿Por qué se habla de ciencia árabe?

- > Muchos sabios fueron bilingües y trilingües;
- > algunas obras, sobre todo en los primeros tiempos, se escribieron en sirio;
- > pero el idioma en que se escriben la inmensa mayoría de las obras fundamentales es el árabe.
- > Esta lengua es más concisa y flexible para la ciencia que el latín.

26

La ciencia en el mundo árabe (6)

- > Tras el siglo de la conquista se realizó un retorno a la filosofía griega, en la medida en que el Corán lo permitía.
- > Tras la toma de poder por los Abasidas en el 749, se permitió el estudio y la enseñanza de la ciencia persa (puesto que la toma de poder se había conseguido) gracias al apoyo persa.
- > Esto abrió el camino a sabios judíos, griegos y sirios que acudieron a la nueva capital, Bagdad.

27

La ciencia en el mundo árabe (7)

- > En Bagdad y en Jundishapur se tradujeron al árabe las principales obras de la ciencia y la filosofía griega, trabajo subvencionado por califas y notables.
- > Otros aspectos de la cultura griega, como la historia, el teatro y la poesía, carecían de interés para el pueblo árabe que gozaba de una riquísima cultura artística propia.
- > Los árabes tuvieron un acercamiento directo y consciente a la ciencia griega, alejado de cualquier identificación con las leyendas y mitos que la acompañaban en el trasfondo cultural griego.

28

La ciencia en el mundo árabe (8)

- > Tanto la dinastía omeya, como los califas de Córdoba (928-1031) y los emires que les sucedieron en España y Marruecos y muchos funcionarios y mercaderes ricos se ocuparon de fomentar la actividad científica.
- > Este carácter secular del apoyo la distinguió claramente de la ciencia cristiana medieval, que hasta el Renacimiento no gozó de una situación semejante.
- > Los médicos y astrónomos del Islam realizaban observaciones, y sus mecenas les protegían en cierto modo de los defensores fanáticos de la fe que siempre han desconfiado de la filosofía y la ciencia.

29

La ciencia en el mundo árabe (9)

- > La ciencia islámica se rigió por el modelo clásico, el cual pretendía en todo caso perfeccionar, pero nunca revolucionar.
- > La idea básica era la de una ciencia integrada en una unidad que aglutinaba la filosofía.
 - > Comprendía dos disciplinas gemelas, la astronomía y la medicina, unidas por una astrología más o menos admitida que unía el mundo exterior de los cielos (macrocosmos) con el mundo interior del hombre (microcosmos).
- > El interés en la astronomía renovó el interés en la matemática, pues la astronomía era casi su único campo de aplicación.

30

La ciencia en el mundo árabe (10)

- > Los árabes fueron excelentes ordenadores y lógicos; a estas cualidades añaden un carácter positivo y un agudo espíritu crítico.
- > Recopilaron las ciencias antiguas;
 - > continúan la ciencia alejandrina,
 - > recogen las Matemáticas y la Astronomía de la Edad de Oro india;
 - > añaden la Aritmética egipcia,
 - > los conocimientos de los médicos persas e iranianos,
 - > de los chinos aprenden a fabricar el papel, un factor importante en la difusión de su cultura.

31

La ciencia en el mundo árabe (11)

Astronomía

Circunstancias que promovieron el desarrollo de la astronomía en el mundo árabe:

1. Proximidad geográfica con los centros culturales de la antigüedad y la tolerancia manifestada a los sabios que pertenecían a otras confesiones religiosas.
 - > Favoreció las traducciones de obras griegas.
2. Prácticas religiosas musulmanas: planteaban gran número de problemas relacionados con la astronomía matemática. Fueron precisos desarrollos en trigonometría.

32

La ciencia en el mundo árabe (12)

(1) *La casa de la sabiduría*

En el 762 la nueva dinastía abasida funda Bagdad.

Promueven la traducción de textos griegos: Galeno, Euclides, Ptolomeo, Arquímedes, Apolonio.

Al-Ma'mun (llegado al poder en 813) creó la *Casa de la Sabiduría*.

En ella se realizan traducciones árabes de Platón, Aristóteles y sus comentaristas.

Así como de Hipócrates, Galeno y Dioscórides.

33

La ciencia en el mundo árabe (13)

- En La casa de la Sabiduría trabajó el matemático: al-Jwarizmi, que dedica su *Algebra* a al-Ma'mun.
- > En este texto se introducen métodos hindúes y griegos en el mundo islámico.
 - > En el año 1100 fue traducida al Latín. Comienza el texto con "*Dicit Algoritmi*"

Supuso la introducción de los números árabes en Europa.

- > Los árabes habían introducido de la India un sistema de numeración que incluía el cero.
- > Fueron introducidos a través de España.

34

La ciencia en el mundo árabe (14)

- Otro astrónomo que trabajó en la Casa de la Sabiduría fue Ahmad al-Farghani, que escribió un texto conocido como *Elementos*.
- > Difundieron las partes más elementales y no matemáticas de la astronomía geocéntrica ptolemaica.
 - > Fueron traducidos al latín en Toledo.
 - > La primera vez por Juan de Sevilla (1ª mitad XII)
 - > La segunda por Gerardo de Cremona (2ª mitad XII)

35

La ciencia en el mundo árabe (15)

(2) *El impulso religioso*

El culto religioso musulmán planteaba problemas de astronomía matemática y de geometría esférica.

Aparece también el problema de la determinación en el calendario de las fiestas religiosas.

- > El Ramadán no comienza cuando se produce la luna nueva astronómica, sino cuando se ve por primera vez la luna creciente.
- > Era preciso poder predecir en qué momento la luna creciente resultaría visible.

36

La ciencia en el mundo árabe (16)

- > La teoría ptolemaica sólo especificaba el recorrido de la luna con respecto a la elíptica.
- > Para poder predecir la aparición de la luna creciente es preciso describir su movimiento con respecto al horizonte.
 - > Esto requería de la aplicación de conocimientos de geometría esférica.

37

La ciencia en el mundo árabe (17)

- > Otros problemas religiosos que impulsaron el desarrollo de la astronomía:
 - > la determinación de la localización de la Meca.
 - > La determinación, en función de la posición de los cuerpos celestes, de los momentos adecuados para las oraciones diarias.
- > Con este fin habían desarrollado para el siglo IX las seis funciones trigonométricas modernas: seno y coseno, tangente y cotangente, secante y cosecante.

38

La ciencia en el mundo árabe (18)

Los árabes fueron grandes fabricantes de astrolabios.

Habían sido inventados por los griegos.

El primero que se conserva (construido en el siglo X) proviene del mundo árabe.

Son un modelo del cielo en dos dimensiones. Un calculador analógico para resolver problemas de astronomía esférica.

Permite representar el movimiento diario de las estrellas en la esfera celeste haciendo que gire parte de su estructura



40

La ciencia en el mundo árabe (19)

Consta de:

Una serie de láminas de latón que se insertan en una matriz, que en árabe se llama *umm* (“madre”).

Una lamina superior, denominada *ankabut* (araña): red abierta con dos o tres docenas de índices que indican las posiciones de ciertas estrellas específicas.

Bajo la araña hay una o varias láminas sólidas en las que está grabado un sistema de coordenadas celestes: permiten realizar observaciones en una determinada latitud.

Una clavija central que representa el polo norte celeste.

41

La ciencia en el mundo árabe (20)

- > Diversos astrónomos de la escuela de Bagdad escribieron tratados sobre procedimientos matemáticos para aplicar el instrumento a problemas de astrología y astronomía.
- > Los astrónomos musulmanes se mantuvieron dentro del marco ptolemáico.
 - > Mejoraron algunos de sus parámetros.
 - > Plantearon objeciones con respecto al modelo cosmológico que Ptolomeo había adaptado al sistema aristotélico de las esferas concéntricas.

42

La ciencia en el mundo árabe (21)

Sin embargo, para describir los movimientos de los planetas Ptolomeo había propuesto varios artificios geométricos:

- > Había desplazado el centro de movimiento de las esferas a un punto, denominado ecuante.
- > Si se quiere construir un modelo mecánico del sistema, resultaba difícilmente concebible, ya que suponía que las esferas concéntricas deberían girar con centros diferentes.

Uno de los primeros críticos al sistema aristotélico-ptolemaico fue el físico Alhazén (El Cairo s. XI)

- > En sus *Dudas sobre Ptolomeo* decía que el ecuante no satisfacía el requisito del movimiento circular uniforme.

43

La ciencia en el mundo árabe (22)

- En el siglo XII, el astrónomo y filósofo Averroes criticó a Ptolomeo por similares razones:
- > Rechazaba los deferentes excéntricos de Ptolomeo.
 - > Argumentaba a favor de un modelo estrictamente concéntrico para el universo.

44

La ciencia en el mundo árabe (23)

Medicina

- > Jundisapur, centro intelectual del imperio sasánida, en el S. VI acogió a gran número de filósofos y científicos griegos, cristianos siriacos y nestorianos, expulsados del imperio bizantino.
- > En su academia se enseñaba medicina, filosofía y teología.
- > Fue el centro médico más importante del mundo antiguo durante los siglos VI y VII.

45

La ciencia en el mundo árabe (24)

- > Sistematizaron el conocimiento y el tratamiento médicos.
- > Transformaron la educación médica: en lugar de aprender sólo con un médico, los estudiantes debían trabajar en el hospital bajo la supervisión de toda la facultad de médicos.
- > Hay evidencias de que los graduados debían pasar un examen para poder ejercer como médicos licenciados en Jundishapur.

46

La ciencia en el mundo árabe (25)

- > En Bagdad, en el Siglo X había seis hospitales.
- > El más importante era el *Bimaristan* (Lugar de enfermos), fundado en 982. Tomó como modelo la escuela de Jundishapur.
- > Los distintos médicos se especializaban en “medicina interna”, cirugía, oftalmología, ortopedia o farmacia.
- > Médicos destacados que practicaron la medicina en Bagdad:

47

La ciencia en el mundo árabe (26)

- > Razés: estudio química, alquimia y medicina en Bagdad. Se formó en la tradición galénica.
 - > Su *Kitab Al-Hawi* 20 volúmenes en los que trataba todas las ramas de la medicina. Traducido al latín como el Liber Continens.
 - > Su obra más famosa fue el *Kitab al Mansur*, un inventario de medicina en 10 volúmenes.
 - > Otra obra en la que pone de manifiesto su espíritu crítico fue *Dudas sobre Galeno*.
 - > Sus propias observaciones clínicas no concordaban con las descripciones galénicas sobre los procesos febriles.
 - > Esto le llevó a rechazar la teoría central de los humores.

48

La ciencia en el mundo árabe (27)

- > También manifestó su actitud crítica con respecto a la alquimia:
 - > Rechazó el componente mágico de los medicamentos.
 - > Añadió a la farmacopea nuevos productos persas y chinos.

Otro de los médicos de esta época de suma relevancia fue el persa **Avicena** (Ibn Sina) (980-1037).

Desde muy joven dejó de manifiesto sus grandes dotes intelectuales.

49

La ciencia en el mundo árabe (28)

- > Estudió el Corán, derecho, lógica, geometría, astronomía, filosofía y medicina.
- > Ha sido uno de los principales interpretes de Aristóteles.
- > Desde los 20 años ejerció como médico en distintos sultanatos.
- > Escribió alrededor de 270 obras científico-filosóficas.
- > Entre las más importantes destaca el *Libro del Canon de Medicina*.

50

La ciencia en el mundo árabe (29)

- > En sus cinco libros trata de anatomía, patología e higiene, medicamentos simples (descripción y uso), exposición general de las enfermedades (ordenadas desde la cabeza a los pies), describe las enfermedades invasivas, y por último, una descripción de 760 medicamentos compuestos.
- > La traducción de este libro por Gerardo de Cremona sirvió de base para la enseñanza y práctica de la medicina en Europa desde el siglo XI hasta el XVI.

51

La ciencia en el mundo árabe (30)

- > Avicena reconoció la naturaleza contagiosa de la tisis y la tuberculosis.
- > Afirmó que existían enfermedades que se contagiaban por el agua y por la tierra.
- > Dio una descripción minuciosa de varias partes del ojo: la cornea, la retina, el humos acuso y el nervio óptico.

Abulcasis, nacido en Medina Zahara, fue uno de los médicos más ilustres de la edad media.

52

La ciencia en el mundo árabe (31)

- > Su Obra: *al-Tasrif* se divide en 30 libros.
 - > El primero es una teoría general de la medicina.
 - > El segundo trata acerca de la práctica terapéutica.
 - > Los 23 siguientes: sobre medicamentos compuestos
 - > Los últimos sobre el régimen alimenticio y la clasificación de los alimentos.
 - > El 30 es un tratado de cirugía, con figuras y diagramas que ilustran más de 200 instrumentos. Es considerada como la primera obra de cirugía como ciencia autónoma.

53

La ciencia en el mundo árabe (32)

Averroes (1126-1198)

- > Escribió en torno a 16 obras sobre medicina: síntesis de los conocimientos árabes sobre anatomía, fisiología, patología y diagnóstico.
- > El tratado más famoso es el Colliget, traducido y publicado en los siglos posteriores.
- > No hizo disecciones sobre humanos ni animales, por lo que desarrolló poco la anatomía.
- > Realizó aportaciones, sobre todo en el tratamiento y diagnóstico de enfermedades infecciosas.

Las enciclopedias farmacológicas

Durante el siglo XI los autores hispanoárabes desarrollaron la agricultura científica, soporte de la botánica, base a su vez de una farmacología teórica de los simples.

Durante el califato de Córdoba (929-1031) se plantaron jardines botánicos.

Dejaron escritos voluminosos tratados descriptivos de plantas y animales.

No sólo se describe la morfología, cultivo y particularidades de la especie, sino que se ordenan y clasifican, siguiendo a los griegos y alejandrinos,

Se suelen señalar con especial cuidado las propiedades medicinales o nocivas de las plantas, de modo que estos tratados tienen un carácter marcadamente farmacológico.

55

La ciencia en la baja Edad Media

A partir del siglo X comienzan a establecerse ciertos contactos con la cultura islámica.

Durante los siglos XI y XII se produce un gran desarrollo demográfico, urbano y técnico en la Europa occidental.

Siglo XI: perfeccionamiento de la tecnología de los molinos de agua, (corrientes de los ríos y las fuerzas de las mareas).

Nuevas ciudades medievales (más pobladas y más ricas): surgieron escuelas urbanas que ampliaron el currículo de las antiguas escuelas monásticas.

56

La ciencia en la baja Edad Media (2)

La religión no dejó de tener un puesto central, pero se atendieron mejor las enseñanzas de filosofía natural y matemáticas y se regresó a los clásicos latinos, por mucho que fueran considerados paganos.

Siglos XI y XII: los fenómenos naturales y cosmológicos se abordaban desde un punto de vista platónico, el libro del cosmos era el Timeo. Platón era compatible con las informaciones que provenían de la Biblia.

Platón fue el pensador más influyente de aquella época, y parte del interés de los pensadores por las matemáticas tuvo una raíz idealista.

57

La ciencia en la baja Edad Media (3)

Final del siglo XII: dos acontecimientos fundamentales.

1. La fundación de las Universidades.

- > Organismo social que transformó la vida intelectual de las antiguas escuelas y que sobrevivió a los avatares políticos y religiosos de todos los siglos posteriores.

2. Difusión de nuevos libros traducidos del árabe al latín.

- > Proporcionaron a los europeos occidentales el acceso a la vieja cultura helenística y a la nueva islámica.
- > Estos libros fueron decisivos para entender el desarrollo de las ciencias a partir del siglo XII.

58

La ciencia en la baja Edad Media (4)

La fundación de las Universidades

Bolonia y París hacia el 1160, Oxford en 1167 y Cambridge en 1209, Salamanca en 1218, Padua en 1222, Nápoles en 1224, Praga en 1347, Cracovia en 1364, Viena en 1367 y St. Andrews en 1410.

En un principio, las universidades no poseían mecanismo administrativo.

Apenas disponían de algún edificio propio y carecían de dotaciones sustanciosas.

Las dotaciones económicas solían estar en manos de los colegios, fundados y sostenidos gracias a sus benefactores.

59

La ciencia en la baja Edad Media (5)

Fueron ante todo instituciones dedicadas a la educación de los clérigos.

Plan de estudios: las siete artes liberales clásicas:

- > el *trivium*: gramática, retórica y lógica dirigido a enseñar al alumno a hablar y a escribir correctamente en latín;
- > el *quadrivium*: aritmética, geometría, astronomía y música.
- > Tras superar las dos etapas anteriores se podía estudiar filosofía y teología.
- > El derecho y la medicina se encuadraron en otras facultades.

60

La ciencia en la baja Edad Media (6)

La enseñanza científica del *quadrivium* era escasa y sumaria, con escasos deseos de contacto con la naturaleza y las artes prácticas.

Se desarrolló enormemente el arte de la argumentación.

La enseñanza se efectuaba por medio de discusiones y disertaciones (los libros eran un bien escaso).

Las disertaciones consistían en que el maestro leía en voz alta el texto y lo comentaba, y los estudiantes tomaban notas.

Las discusiones surgían de cuestiones planteadas durante las clases o en los libros de texto.

A finales del siglo XII se convirtieron en ejercicios independientes, y en el ejercicio académico por excelencia.

61

La ciencia en la baja Edad Media (7)

Las traducciones de los clásicos

Gradualmente se comenzaron a reavivar las relaciones comerciales entre oriente y occidente.

En el siglo IX Venecia, Nápoles y Bari, y más tarde Pisa, Génova y comerciaban con los árabes de Sicilia y del Mediterráneo oriental.

Los centros principales desde donde se extendió el conocimiento de la ciencia árabe y griega fueron Sicilia y Toledo.

62

La ciencia en la baja Edad Media (8)

En 1085 Toledo fue reconquistada por Alfonso VI, a partir de entonces el principal centro de traducción del árabe al latín, alcanzando su acme en el siglo XIII.

Uno de los traductores más relevantes fue Gerardo de Cremona, (†Toledo en 1187) habiendo traducido 71 obras (Los *Elementos* de Euclides, el *Almagesto* de Tolomeo, el *Canon* de Avicena, los *Últimos Analíticos* de Aristóteles, o las obras de Hipócrates y Galeno.

Caso de Sicilia: hasta el 878 había estado dominada por Bizancio, pasando luego a ser controlada por el Islam.

En 1060 los normandos conquistaron la isla.

A partir de 1090, en el reino normando, los latinos, árabes y griegos convivían en paz en la isla traduciendo los textos clásicos.

Para la primera mitad del siglo XIII todas las obras científicas griegas conservadas estaban traducidas al latín.

63

La ciencia en la baja Edad Media (9)

Problemas que hubo que solventar en la traducción de textos árabes y griegos:

1. Dominar la lengua en cuestión. Se vio aliviado con la aparición del primer diccionario árabe-latín en el siglo XII.
2. Lo intrincado del tema, a lo que se añadía la complicación propia de la terminología técnica. Se superó:
 - > en parte por la similitud de la cultura árabe y la transmitida por los latinos, con el mismo substrato platónico y neoplatónico;
 - > porque los problemas intelectuales que afrontó el Islam habían sido muy parecidos: creación del universo, reconciliación de fe y razón, la inspiración literal o existencia eterna del Corán, la validez de la experiencia mística.

64

La ciencia en la baja Edad Media(10)

Las bibliotecas medievales

Durante 6 siglos Occidente no había tenido librerías, por lo que las bibliotecas de los monasterios fueron sumamente importantes.

En el siglo XII, con la creación de nuevas órdenes y la fundación de centenares de nuevos monasterios, se crearon nuevas bibliotecas.

En el siglo XIII, con la aparición de las órdenes de frailes, el número de libros necesarios aumentó notablemente, ya que la orden debía proporcionar a los miembros dedicados al estudio de los textos básicos.

En 1212, un concilio impuso a los monasterios el deber de prestar los libros como una de las principales obras de caridad.

65

La ciencia en la baja Edad Media (11)

Hasta finales de la Edad Media no hubo bibliotecas universitarias, según el concepto actual.

El maestro solía poseer los libros que necesitaba para la enseñanza.

Hasta el siglo XIII los libros eran copiados dentro de los monasterios. Solían ser volúmenes de gran calidad, espaciosos, de escritura clara, la abreviatura de las palabras se mantenía dentro de estrechos límites y la decoración era variada y valiosa.

A mediados del siglo XIII, las universidades se convirtieron en centros de producción de libros. Los papeleros, que realizaban las funciones de libreros y editores, se hallaban bajo su autoridad.

66

La ciencia en la baja Edad Media(12)

- El papelero tenía una copia de los libros (*exemplar*) sin encuadernar, en cuadernillos o trozos (*pecie*) y los alquilaba trozo por trozo a un escriba para que los copiara.
- Tenía un lista de los ejemplares que poseía, con el número de trozos y el precio oficial para alquilar los trozos.
- La universidad nombraba una comisión de maestros para inspeccionar el trabajo del papelero y para vigilar la corrección del ejemplar.
- A partir del siglo XIV, las bibliotecas universitarias se dividían en dos grandes grupos: la gran biblioteca, con la colección de libros de referencia, que solían estar encadenados a la mesa, y la pequeña biblioteca, en la que estaban los libros para ser prestados.

67

La ciencia en la baja Edad Media (13)

En términos de la ciencia: el periodo comprendido entre los siglos IX y XIV fue un esfuerzo unitario arábigo-latino por conciliar filosofía y religión, con distintos resultados:

- > mientras que el Islam llegó a un compromiso aséptico para el progreso de la ciencia,
- > la cristiandad sustituyó definitivamente la imagen griega del mundo por otra distinta.
- > El problema central de proporcionar una base racional a la fe, se convirtió en el de reconciliar los escritos de los padres de la Iglesia con la lógica de los griegos.

68

La ciencia en la baja Edad Media (14)

- La recuperación en el siglo XII de las principales obras de Aristóteles,
- > Se constató que su fama se debía a la amplitud de sus conocimientos y al rigor de su lógica.
 - > Planteaba una serie de retos a la teología dominante.
 - > Tesis aristotélica sobre el origen del mundo: los elementos que lo componen son eternos, no se puede concebir ni un principio ni un fin.
 - > Es necesario descubrir la causa o cadena de causas que dan lugar a un suceso (contra la idea de los sucesos extraordinarios)

69

La ciencia en la baja Edad Media (15)

- > El alma, según Aristóteles, no se podía concebir separada del cuerpo (contra la idea de la supervivencia del alma después de la muerte).
- > Aristóteles afirmaba la imposibilidad de que se pudieran producir cambios sustanciales sin que estos se manifestaran en los accidentes (contra la transformación del pan y el vino en carne y sangre, con los accidentes del pan y el vino).
- > Se manifestaba un conflicto entre la fe y la razón: entre lo que se puede saber con los métodos habituales del conocimiento humano y lo que se consideraban dogmas de la Iglesia.

70

La ciencia en la baja Edad Media (16)

- > Solución de Tomás de Aquino: la filosofía y cualquier otra ciencia son siervas de la teología. Cuando se produce un desacuerdo es preciso buscar mejor: la palabra de Dios no podía engañar.
- > Otra solución vino de la mano de un grupo de franciscanos que consideraron posible separar la fe y la razón, la teología y la filosofía natural por ser metodológicamente diferentes.

71

La ciencia en la baja Edad Media (17)

- Roberto Grosseteste: fundador de la tradición de pensamiento científico en el Oxford medieval y de la tradición intelectual inglesa.
- > Puso en marcha una teoría sistemática de *la ciencia experimental*.
 - > Basó su teoría de la ciencia en la distinción aristotélica entre:
 - > el conocimiento de un hecho, *demonstratio quia* y
 - > el conocimiento de la razón de ese hecho *demonstratio propter quid*.
 - > Su teoría poseía tres aspectos distintos; un aspecto inductivo, uno experimental y otro matemático.

72

La ciencia en la baja Edad Media (18)

- Problema de la inducción*: descubrir la causa a partir del conocimiento del efecto.
- > el conocimiento de hechos físicos concretos se obtiene a partir de los sentidos,
 - > lo que los sentidos perciben son objetos compuestos.
 - > La inducción consiste en el *desmenuzamiento* de esos objetos en los principios o elementos que los producen o que causan su comportamiento.
 - > Es un proceso de **abstracción** que va de *lo más cognoscible* para nosotros (el objeto compuesto percibido por los sentidos) a *los principios abstractos primeros* en el orden de la naturaleza, pero menos cognoscibles en un primer momento.

73

La ciencia en la baja Edad Media (19)

- > Sostuvo que no siempre es posible en la ciencia de la naturaleza llegar a una definición completa o a un conocimiento absolutamente cierto de la causa o forma de la que proviene el efecto, al contrario de lo que ocurría en la geometría.
- > Los efectos de las realidades materiales pueden tener más de una causa y no es posible conocer todas las eventualidades.
- > La ciencia de la naturaleza ofrece sus explicaciones “de forma probable más que científica”. Solamente en las matemáticas existe la ciencia y demostración en sentido estricto.

El nominalismo de Guillermo de Occam:

La nueva propuesta filosófica de Occam se basa en un *empirismo epistemológico*: ejerce una crítica radical a todo elemento innecesario del edificio filosófico.

- > Admite que es posible conocer intuitivamente lo individual, sin recurso a la abstracción y a entidades ocultas, formas o conceptos: la base de todo conocimiento es el conocimiento intuitivo de lo singular.
- > Las palabras son abstracciones convencionales que no implican ninguna esencia de la cosa. Los universales son cosas de la mente, pero no realidades ontológicas tangibles; están sólo en el alma, no en las cosas.

75

La ciencia en la baja Edad Media (21)

- > La naturaleza es el dominio propio del conocimiento humano, la experiencia cesa de tener carácter misterioso o mágico y se transforma en un campo de investigación abierto a todos los hombres.
- > La “navaja de Occam” designa un principio metodológico de exigencia de simplicidad según el cual no deben multiplicarse los entes sin necesidad.

76

La ciencia en la baja Edad Media (22)

La física del siglo XIV

Aristóteles consideraba que cabe distinguir entre movimiento natural y movimiento no natural.

La explicación aristotélica del movimiento no natural no satisfizo a los nominalistas:

Si es el aire lo que mueve a una piedra, entonces cuando dos piedras se encuentran en pleno vuelo es preciso admitir que el aire causa movimientos en direcciones opuestas, lo que no puede ser el caso.

Los físicos del catorce adoptaron la teoría del *impetus* (Juan Buridán), según la cual la piedra se mueve con el impulso generado por el agente que la lanza, hasta que es vencida por la resistencia del aire y el peso de la piedra.

77

La ciencia en la baja Edad Media (23)

La aplicación más interesante de la teoría se hizo en relación con el movimiento de los cuerpos celestes, a los que Dios impartió un *ímpetus* de la misma clase que observamos en los cuerpos terrestres.

Esto eliminaba la necesidad de suponer que los cuerpos celestes se hallaban formados por el éter que sólo podía moverse circularmente: el movimiento de la Tierra y de los demás astros se explica bajo el mismo principio.

La razón de que el movimiento celeste sea continuo y perdure mientras el terrestre se detiene, es que la piedra encuentra la resistencia del aire, mientras que los cuerpos celestes no encuentran ninguna resistencia.

78

La ciencia en la baja Edad Media (24)

Escuela occamista de París

Nicolás de Oresmes:

- > Precursor de Copérnico con respecto al movimiento de la Tierra;
 - > basándose en la observación, no es posible decidir si es el cielo y el conjunto de los astros los que se mueven alrededor de la Tierra o si es ésta la que lo hace,
 - > consideró que en teoría la hipótesis del movimiento de la Tierra, además de “salvar las apariencias” mejor, es más “económica”.

79

La ciencia en la baja Edad Media (25)

- > Precursor de Descartes, atribuyéndole la invención de la geometría analítica;
 - > desarrolló un procedimiento matemático basado en un método gráfico de figuras bidimensionales para representar el tiempo y el espacio.
- > Precursor de Galileo, al establecer la ley del espacio recorrido por un móvil en un movimiento variado,
 - > enunció la ley de la caída de los graves, que Galileo formuló con exactitud.

80

La ciencia en la baja Edad Media (26)

Alberto de Sajonia:

Desarrolló la “teoría de los pesos”, lo que le llevó a investigar sobre la gravedad.

Investigó sobre el problema de la relación entre “espacio recorrido”, “tiempo” y “velocidad”, estableciendo que ésta es proporcional al espacio recorrido.

81

El desarrollo técnico de la baja Edad Media (1)

La investigación científica medieval cristiana se realizó con fines casi exclusivamente religiosos.

Esto explica el escaso uso de métodos experimentales para investigar la naturaleza, sobre todo teniendo en cuenta que la actividad científica era algo secundario.

El conservadurismo del pensamiento medieval tuvo su contrapartida en la dinámica de la economía, que con las mejoras en las técnicas de manufactura y transporte daría lugar al cambio social del Renacimiento.

82

El desarrollo técnico de la baja Edad Media (2)

La *collera* para los caballos: un arnés que se coloca sobre la parte delantera de la espalda, en lugar del tradicional que se colocaba oprimiendo el cuello del caballo. Este artefacto, proveniente de China, y que apareció en Europa en el siglo XI, permitió quintuplicar el esfuerzo de tracción.

- > Se pudieron sustituir los bueyes por caballos
- > y cultivar más acres de tierra.
- > Su adaptación a los carros junto con las herraduras posibilitó el transporte de mercancías pesadas para el comercio.

83

El desarrollo técnico de la baja Edad Media (3)

- El molino de agua se utilizó con profusión en la Edad Media.
- > Existía uno en cada señorío, y el señor exigía a sus siervos que efectuasen la molienda en su molino.
 - > En este periodo se amplió su aplicación como fuente de energía general, en todos los casos en los que se precisase la aplicación de una fuerza de trabajo constante y repetida.
 - > Su uso se extendió al bataneo de telas, soplar fuelles, forja de hierro y aserrar madera.
 - > Su construcción y mantenimiento dio origen al oficio de los *constructores de molinos*, posiblemente los primeros mecánicos en el sentido moderno de la palabra.

84

El desarrollo técnico de la baja Edad Media (4)

El desarrollo de la *brújula*:

- > Proveniente de China,
- > se mejoró técnicamente y se procedió a explicar su funcionamiento, en la *Epístola de Magnete* (1269) de Pedro el Peregrino (de Mericourt).

El *timón de codaste*

- > sustituyó al gobernalle o remo colocado a estribor,
- > posibilitó la construcción de barcos de quilla mas profunda.

Ambos tuvieron un efecto notable en el desarrollo del transporte marítimo: se pudo viajar a mar abierto, e incluso con tormentas una vez dotados de un velamen que aprovecharse al máximo los vientos.

85

El desarrollo técnico de la baja Edad Media (5)

- La exploración oceánica a gran escala ya estaba abierta.
- > Esa actividad demandaba mapas, observaciones astronómicas precisas y el desarrollo de instrumentos adecuados para llevar a bordo,
 - > Esto puso en marcha la industria de los fabricantes de brújulas y cuadrantes, que requería de una enorme habilidad y conocimiento.

86

El desarrollo técnico de la baja Edad Media (6)

La pólvora

Revolucionó el arte bélico, y colocó a sus poseedores en una situación de manifiesta superioridad militar con respecto a todos los pueblos.

Su aplicación en los barcos convirtió a los europeos en dueños de todas las rutas marítimas.

Alteró el equilibrio de poder en la “civilización”, la necesidad de armas de fuego supuso un enorme gasto bélico para la economía, por la disponibilidad de metal y de técnicos expertos en su construcción.

Esto fue el principio del fin de las aristocracias terratenientes más modestas, y un paso más hacia los Estados nacionales.

87

El desarrollo técnico de la baja Edad Media (7)

La creciente importancia del comercio y los mercaderes impulsó el crecimiento de las ciudades, donde la industria artesana también se desarrolló.

Hacia la mitad del siglo XIII, los mercaderes ricos de las ciudades habían dominado a los gremios a tal extremo que se hallaron en una posición de monopolio, que utilizaban para comprar barato y vender caro.

Fue en las ciudades donde creció una intelectualidad seglar de personas que siendo cristianas eran también muy independientes de la Iglesia:

sus intereses se centraban en la ganancia más que en las creencias, y se ocupaban más de la aritmética comercial, de la artesanía fina y del arte que de las disputas escolásticas.

88

Preguntas del tema

- > 1. Tratamiento de los clásicos en la Edad Media: diferentes fases y actitudes.
- > 2. El papel de los traductores y de las Universidades en la recuperación de conocimientos.
- > 3. Describe brevemente el período de la ciencia islámica y en especial señala las diferencias con la ciencia europea coetánea.
- > 4. El desarrollo técnico en la Edad Media
¿Podemos considerar la técnica medieval como ciencia aplicada? Razona y argumenta tu respuesta.
- > 5. El fin de la Edad Media: nuevas actitudes con respecto a la ciencia.