

La revolución científica del siglo XII

Pierre Thuillier*

Introducción

Nuestra sociedad percibe a la Edad Media de forma bastante ambigua. Hay historiadores que tratan de rehabilitarla así como novelistas que se esfuerzan en revelar algunas de sus riquezas culturales; sin embargo persiste la imagen de oscurantismo medieval. Según esta imagen, entre los siglos V y XV, el occidente cristiano no tuvo progresos económicos, sociales ni culturales sino hasta el Renacimiento. Con todo, en muchos aspectos, los medievales fueron innovadores. Se desarrollaron las técnicas, la vida urbana, aparecieron nuevas formas de vida. Incluso surgió una nueva concepción de la naturaleza que proponía su estudio racional.

Una división cómoda

En la historia de la ciencia es usual nombrar como “revolución científica” a los trabajos de Galileo, Torricelli, etc. Se condensan quince siglos de cultura de la siguiente manera: la Edad Media, período de estancamiento y oscurantismo; después el Renacimiento (etapa de maduración de las nuevas concepciones), por último la ciencia verdadera (desde Galileo hasta nuestros días).

Esta manera de dividir periodos corre el peligro de ofrecer una imagen pobre (por no decir caricaturesca) de la realidad histórica. La “revolución científica” del siglo XV fue preparada durante largo tiempo y, en numerosos aspectos, resultó de un movimiento sociocultural profundamente enraizado en los siglos anteriores.

Diversos historiadores han reaccionado contra tales esquematismos; han descubierto que el Renacimiento estaba penetrado por caracteres medievales como puede ser la confianza en la razón para el estudio de la Naturaleza. Algunos historiadores llegan a rehabilitar la Edad Media al punto de que consideran al Renacimiento ¡como un período de decadencia!¹ Según ellos, la historia de la ciencia mo-

derna comienza varios siglos antes de Galileo. Aunque el acuerdo entre los especialistas no es total ni perfecto ya se comienza a ver más claramente la Edad Media.



Catedral de Chartres, siglo XII.

Aunque no fuese más que para calcular la fecha en que caía la Pascua, era necesario desarrollar la astronomía. Sobra decir que la teología ocupaba un lugar importante en la cultura de la élite, pero existía la tradición griega que mantenía el interés por las matemáticas y la astronomía. Entre los precursores de la ciencia occidental está Gerberto D’Aurillac, luego papa en 999 como Silvestre II, quien estuvo en contacto con la ciencia árabe y la difundió en Francia. Sus discípulos contribuyeron a la enseñanza que

* Adaptado de “De Arquímedes a Einstein. Las caras ocultas de la invención científica”.

¹Baste mencionar a Pierre Duhem, Charles Homer Haskins, Lynn Thorndike y George Sarton.

se impartía en las catedrales de los nuevos centros urbanos: Colonia, Utrecht, Chartres, Laon, Rouen, etc.

Otro precursor fué Carlomagno, a finales del siglo VIII, ordenó abrir en cada obispado y en cada monasterio, escuelas en las que podrían entrar niños tanto de condición libre como servil. Además, para fomentar la vida intelectual y unificar las prácticas religiosas, hizo llegar letrados para enseñar la cultura latina. Ciertamente, no logró lo que el mismo Alcuino soñaba: levantar en Francia una nueva Atenas, pero los esfuerzos dieron frutos. La vida cultural así iniciada se concretó en las universidades.

No se trata, desde luego, de disminuir los méritos de Galileo probando que tal o cual clérigo medieval ya había planteado tal problema. Se trata, más bien, de comprender cómo evolucionó la actitud de occidente respecto a la Naturaleza.

La primera revolución científica de la Europa moderna

En el siglo XII se manifiesta una clara evolución tanto en las mentalidades como en las instituciones. Si bien el estudio de la naturaleza permanecía casi totalmente descuidado, algunos pensadores comenzaron a confiar en el poder de la inteligencia y la razón para desarrollar una nueva concepción de la naturaleza. Buscaban explicar “racionalmente” los fenómenos, es decir, interpretar en términos de causas y efectos encadenados de forma regular e inteligible. Por supuesto, no se trataba de una ciencia perfecta, apoyada en una metodología explícita y completa. Ni siquiera hubo un impacto en las demás actividades intelectuales. Pero, en cosa de decenios, tanto el sistema de enseñanza como la actitud de los europeos occidentales hacia las ciencias físicas y matemáticas cambiaron profundamente. A esta “revolución científica” algunos medievalistas prefieren llamarla “Renacimiento del siglo XII”.

Varios teólogos dirigieron una nueva mirada sobre la naturaleza y manifestaron una notable curiosidad filosófica para interpretar la Biblia. Por supuesto la consideraban la Palabra de Dios, pero no la comentaban sólo en un marco teológico; buscaron interpretarla según la física de su tiempo. Esto significaba que era necesario esforzarse en comprender lo más racionalmente posible los enunciados de, por ejemplo, el Génesis. Así, el texto “Dios hizo el firmamento y separó las aguas que están debajo del firmamento que de las que están encima” lle-

vaba a consideraciones acerca las cualidades del agua y el fuego.

En tanto se buscaran exclusivamente los mensajes espirituales de las Escrituras para asegurar la salvación de los hombres, el estudio “científico” de la naturaleza carecería de interés. En Chartres, muy particularmente, aparece un claro cambio de orientación; el pórtico regio de esta catedral (mediados del siglo XII) muestra patronos de diversas actividades intelectuales. Debajo de la teoría musical, simbolizada por una virgen rodeada de instrumentos musicales, se encuentra, con toda verosimilitud, Pitágoras; debajo de la gramática, simbolizada por una virgen que lleva una palmeta, se encuentra Donato (o quizá Prisciano), un gramático antiguo. Aristóteles acompañaba a la dialéctica; Euclides a la geometría; Ptolomeo a la astronomía, figura 1.

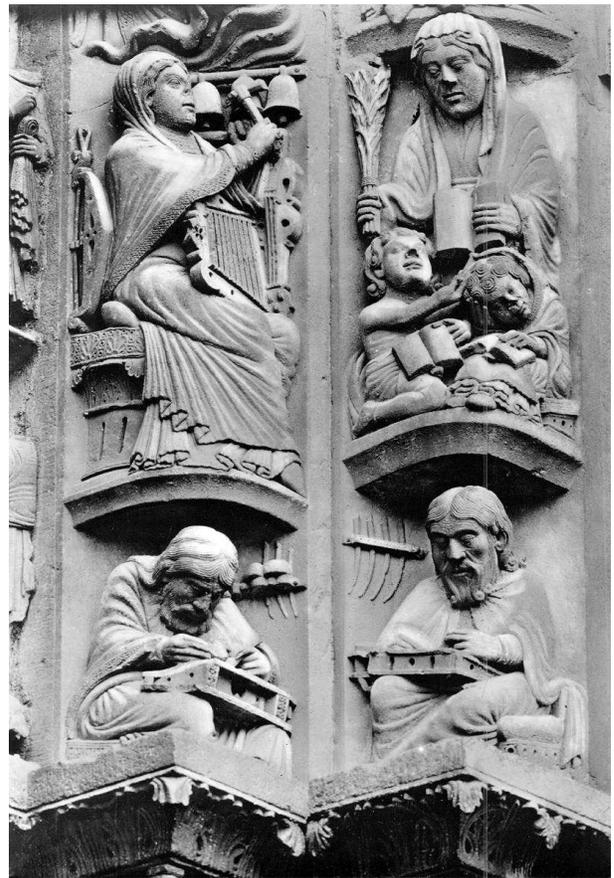


Figura 1. Esculturas del Pórtico Regio, catedral de Chartres, siglo XII.

Así, Guillermo de Conches (1080–1145) en su *Philosophie du monde* ataca a las interpretaciones de la

Biblio que juzca irracionales. Si algún exegeta explicaba la existencia de aguas por encima del firmamento diciendo “Por encima del éter se encuentran aguas congeladas, que aparecen a nuestros ojos como una membrana extendida por encima de la cual se encuentran las aguas verdaderas”, Guillermo oponía: “Vamos a demostrar que esto es contrario a la razón y, en consecuencia, no puede suceder; mostraremos cómo debe entenderse la Santa Escritura”.

Debemos reconocer que las explicaciones de Guillermo hoy parecen muy frágiles, pero son los primeros intentos por buscar la inteligibilidad usando los recursos de la razón. Puede suceder que no se encuentre la solución y entonces “debemos confiar al Espíritu Santo y a la fe”; pero hay que comenzar por buscar; el recurso al Espíritu Santo no debe servir de coartada a la pereza intelectual.

Guillermo llega a despreciar a los clérigos que no tienen curiosidad: “Quieren que todos los demás sean compañeros de su ignorancia; no quieren que los demás se dediquen a la investigación; quieren que creamos a la manera de los campesinos, sin buscar la razón de nada”.

La tendencia a concebir la naturaleza como un dominio con sus propias leyes se percibe también en el arte del siglo XII. En la antigüedad y al comienzo de la Edad Media, los meses se representaban en los calendarios mediante símbolos o alegorías. Pero, en el transcurso del siglo XII, las ilustraciones se hicieron más concretas representando actividades humanas, figura 2. Al mes de marzo, por ejemplo, correspondía un campesino podando su viña, el mes de agosto con la recolección. Estos detalles muestran un cambio de actitud respecto a la naturaleza: ya no es un conjunto de fuerzas misteriosas o la expresión de la voluntad de Dios sino un terreno que el hombre puede transformar y explotar con su trabajo e inteligencia.

Otros partidarios de la escuela de Chartres fueron Thierry de Chartres (fallecido hacia 1150), Gilbert de la Porrée (1076–1154) y Juan de Salisbury (1110–1180); con muy diferentes enfoques, contribuyeron a su manera a fomentar el estudio racional de la naturaleza.

Uno de los grandes pioneros del pensamiento escolástico, Pedro Abelardo (1079–1141) propuso la duda sistemática; afirmaba que Dios había creado la naturaleza de forma que ella misma producía sus



Figura 2. Tapiz de la catedral de Gerona, siglo XII.

efectos sin intervención de cualquier poder extraordinario. Para que la simple idea de una “ciencia de la naturaleza” pudiera desarrollarse, era imprescindible una tesis de este tipo. También Hugo de San Víctor (1096–1141), teólogo, hablaba de las ciencias profanas positivamente, con lo que contribuyó a definir la naturaleza como un dominio de realidad estudiable según la física, esto es, según sus propias leyes.

En realidad muchas de estas ideas eran herencia griega, de aquí que sea más adecuado hablar de “primer renacimiento” en lugar de “primera revolución científica”; la verdadera originalidad era cierta confianza en el conocimiento humano y el poder de la razón. Las mismas fuerzas que renovaban la curiosidad de los filósofos alcanzaron también a pintores y escultores. Recordemos que Giotto fue el primer pintor en poner el cielo azul; antes se usaba el color dorado, como correspondía al trono de la divinidad. La percepción más aguda de los datos de la ex-

perencia concreta, el renovado interés por las realidades físicas llevó a representar, sin ambigüedades, a las especies representadas.

En el arte romano, plantas y animales se representaban de una forma muy estilizada; no siempre es fácil ver si un motivo ornamental tiene o no relación con un follaje real. Pero entre 1140 y 1170 las preocupaciones naturalistas se manifiestan de una forma muy clara; cada vez es más patente que los artistas se preocupan por imitar a la naturaleza con lo que el arte del escultor se aproxima al del botánico.

Por un saber nuevo: Adelardo de Bath

Con el fin de concretar las generalidades anteriores nos detendremos en un personaje que, según opinión unánime de los historiadores, encarna de forma espectacular la mutación intelectual del siglo XII: Adelardo de Bath. Como su nombre indica, era inglés. Fue estudiante en Tours y profesor en Laon y viajó durante siete años por el sur de Italia, Sicilia, Grecia, Siria, Palestina y España. A su regreso a Inglaterra dedicó su tratado sobre el astrolabio a Enrique Plantagenet, el futuro Enrique II. Después de 1146 su nombre no se menciona en ningún sitio; según algunos historiadores murió en 1150, aproximadamente. Si Adelardo ha captado la atención de los medievalistas es por dos razones, estrechamente relacionadas, que mencionaremos a continuación.

Por una parte, fue uno de los primeros en dar a conocer al occidente cristiano los textos científicos de los árabes. Tradujo al latín los *Elementos* de Euclides a partir de una versión árabe, y las *Tablas Astronómicas* de al-Kwarizmi y la *Breve Introducción a la Astronomía* de Abu-Ma'shar. Por otra parte, Adelardo reprochó enérgicamente a sus contemporáneos de haberse dejado cegar por el prestigio de las "autoridades". Él, repetidas veces lo dice era un "moderno", en otras palabras, era profundamente consciente del valor de la ciencia que había descubierto con los árabes. Para promover un conocimiento mejor de la naturaleza, era necesario volverse hacia estos maestros que habían asimilado y desarrollado el legado de los antiguos griegos.

En el siglo XII existía una tradición pedagógica basada en compilaciones arbitrarias y desprovistas de rigor. Por otro lado, Adelardo de Bath afirmaba que hay una investigación basada en el ejercicio de la "razón": *razón contra autoridad*; este tema, aún en nuestros días, encierra un contenido esencial.



Detalle de la letra P en *Elementos* de Euclides, traducido por Adelardo de Bath.

Para unir el ejemplo con el precepto, Adelardo aborda problemas concretos. En *Cuestiones Naturales* entabla un diálogo con su sobrino quien encarna la cultura tradicional en tanto que Adelardo encarna la modernidad; de este diálogo trataremos más adelante.

La teoría de los cuatro elementos

Desde la primera conversación vemos un enfrentamiento entre dos formas de pensar. Si tomamos un puñado de tierra tamizada, afirma el sobrino, y la ponemos en un recipiente, al cabo de un tiempo vemos aparecer plantas. "¿Cómo puedes explicar esto si no es por una operación maravillosa de la voluntad divina?". Adelardo no se desconcierta ante esta provocación: "Con toda seguridad, el hecho de que las plantas salgan de la tierra es querido por el Creador. Pero esto no sucede sin una razón. Para que la cuestión quede clara, comenzaré por conceder que las plantas nacen de la tierra. No obstante, ésta no es pura; se trata de una mezcla que contiene en cada una de sus partículas los cuatro elementos (tierra, agua, aire, fuego) con sus cualidades propias."

La tierra ordinaria nos parece simple y homogénea pero, en realidad, contiene en proporciones diversas los elementos fundamentales: Tierra, Aire, Agua,

Fuego. Estos cuatro elementos son principios que no se perciben directamente por los sentidos, pero intervienen en los fenómenos. El elemento Tierra explica la dureza, el elemento Agua la fluidez, etcétera. Una vez admitidos estos presupuestos teóricos, Adelardo responde a su sobrino: “si la tierra ordinaria produce vegetales, la razón es que los elementos fundamentales, ocultos a nuestra vista, desencadenan *necesariamente* ciertos procesos físicos”. No hay necesidad alguna de hacer intervenir una voluntad particular de Dios.

Sobra decir que la teoría de los cuatro elementos² es susceptible de crítica, pero el proceso intelectual es similar al que, 600 años más tarde, conduciría a la tabla de Mendeleev: la convicción fundamental de que los fenómenos observables en la naturaleza no suceden sin razón. Sólo con esa condición resulta posible la investigación científica. Aunque Dios esté en el origen de todas las cosas, existe un “orden natural” que expresa una “estructura inteligible”. Más aún, Adelardo de Bath afirma que las trayectorias de los astros manifiestan un orden constante y obedecen a leyes numéricas.

Cuando se analizan sus textos con detenimiento, se descubren afirmaciones que nos parecen extrañas. Adelardo admite que los cuerpos celestes “están vivos”, que se comportan como “criaturas razonables”. Pero ello no excluye la idea de un orden celeste estable y estructurado. El hecho de que los planetas no traspasen los límites del zodiaco prueba que se ajustan a normas.

Si bien el animismo de Adelardo suena arcaico, sería un error creer que sus ideas “astrobiológicas” o “astrológicas” se oponen radicalmente a las interpretaciones racionales. Lo que cuenta es que se puede desarrollar una investigación sistemática que conduzca a nuevos resultados.

Un juez supremo: la razón

Aunque Adelardo denunció a las “autoridades” también experimentó influencias dudosas, a pesar de proclamar la necesidad de una aproximación más racional y más fecunda, como se nota en el siguiente texto: “Yo, en efecto he aprendido de mis maestros árabes a tomar la razón como guía, pero tú, sometido a los falsos pretextos de la autoridad, te dejas conducir con un ronزال. ¿Qué nombre, en efecto, podemos dar a la autoridad sino el de ronزال? Lo mismo que los animales estúpidos se llevan con un ron-

zal e ignoran dónde y por qué se les conduce, contentándose con ver y seguir la cuerda que los sujeta, así la mayoría de vosotros, prisioneros y encadenados por una credulidad animal, os dejáis conducir a creencias peligrosas [...] Porque no comprendéis que la razón ha sido otorgada a cada individuo a fin de que pueda discernir lo verdadero de lo falso, utilizando la razón como juez supremo.”



Biblia de Worms, ca. 1148

¿Por qué ciertos animales prefieren la noche al día? La respuesta de Adelardo se basa en que el ojo, instrumento de la visión, contiene diversos humores; los animales que ven mejor de noche poseen una gran cantidad de humor blanco y muy poco humor negro. El problema está planteado de forma realista, es decir, sobre el terreno de la anatomía y la fisiología.

En otra conversación, el sobrino refiere el sorprendente hecho del que fue testigo ante una bruja. Es-

²Cuyo origen se remonta a Empédocles de Agrigento, siglo V a.n.e.

ta mujer poseía un recipiente perforado por pequeños agujeros en la parte superior y en la inferior. Cuando los agujeros no estaban obstruidos, el agua del recipiente fluía libremente. Pero cuando la bruja tapaba los agujeros de la parte superior, el agua cesaba de fluir aunque en la parte inferior no hubiera ningún obstáculo que impidiese la salida del agua. ¿No había que ver en ello un “poder maravilloso”? Adelardo responde que esta “magia” es totalmente explicable en términos naturales. Los diversos elementos, a causa de sus afinidades, se comportan de forma que no los separa ningún vacío. Si se impide entrar al aire, el agua no puede escaparse; no hay nada de “maravilloso”, todo se hace claro gracias a un correcto conocimiento de las propiedades de los elementos.

Adelardo tampoco encuentra dificultad en responder a esta pregunta “¿Por qué el globo terrestre permanece en el mismo sitio? ¿Qué es lo que le sirve de soporte?”. La argumentación de Adelardo es: “El globo está hecho de tierra y la tierra, como todo lo que pesa, tiende a descender lo más posible. Ahora bien, en una esfera es evidente que el punto más bajo se confunde con el centro. Por lo tanto, es fácil comprender que la gravedad, lejos de causar la caída del globo terrestre, asegura su estabilidad y cohesión”.

Adelardo anticipó los llamados “experimentos mentales”: “Si un túnel atravesase la Tierra según uno de sus diámetros ¿qué pasaría si se arrojase una piedra”. La respuesta utiliza, una vez más, la gravedad para concluir que la piedra se encontraría finalmente en reposo en el centro de la Tierra. No hay duda de que Adelardo intenta argumentar con una inteligibilidad de tipo científico, remitiendo a los mismos conceptos. El que no siempre haya dado una explicación exacta no cambia este hecho.

De las interpretaciones simbólicas a las explicaciones científicas

La importancia de los pensadores como Adelardo de Bath no se halla en la originalidad de sus ideas. Ya mencionamos que éstas provenían, en su mayor parte, de los árabes o de los griegos. Sus ofensivas racionalistas deben ubicarse en su propio contexto. La mayoría de los pensadores de la Alta Edad Media buscaban descubrir significados religiosos y enseñanzas morales, no les interesaba descubrir en la naturaleza *razones* o *causas*. Para ellos la única realidad verdadera era Dios, el único objetivo de la vida humana era la salvación.

En los bestiarios medievales, compendios de conocimientos (más bien, de pseudoconocimientos), anécdotas y reflexiones relativas a los animales, se manifiesta continuamente la tendencia moralizante. Algunos textos se refieren a la anatomía, la fisiología o la etiología de los animales, pero siempre se buscan símbolos religiosos y símbolos morales. Por ejemplo, el fénix, ave que renacía de sus cenizas, simbolizaba a Cristo resucitado. El elefante y la hembra, con el supuesto de que no tenían ningún deseo de copular, representaban a Adán y Eva antes del pecado original. El cocodrilo, que acecha durante largo tiempo a su presa, es símbolo del Mal. No se trata, en realidad, de errores, sino de una manera muy distinta de mirar los seres y las cosas.



Dios dejó al avestruz sin razón ni inteligencia.
Libro de Job 39:17, Bestiario del s.XII.

Pedro Damiani y el desprecio a la ciencia

Pedro Damiani, teólogo del siglo IX, ilustra perfectamente la actitud anterior. Sus escritos conjugan el desprecio por el cuerpo humano y la filosofía; el hombre es podredumbre, polvo y ceniza; su único problema debe ser la salud espiritual. No tiene reparos en considerar a la filosofía como un invento del diablo: “Platón escruta los secretos de la misteriosa naturaleza, fija los límites de las órbitas de los planetas y calcula la trayectoria de los astros: lo rechazo con desprecio. Pitágoras divide en latitudes la esfera terrestre: le hago muy poco caso [...] Euclides se inclina sobre los embrollados problemas de sus figuras geométricas: también lo mando a paseo; en cuanto a todos los retóricos, con sus silogismos y sus especulaciones sofisticadas, los descalifico como indignos de tratar esta cuestión”.

Ante la observación de que la madera se consume al quemarse, Pedro Damiani señalaba que Moisés vio cómo un arbusto ardía sin consumirse, en consecuencia, no es posible una investigación racional donde no hay regularidades.

Con todo, no existía una oposición absoluta entre la religión cristiana y la ciencia. No todos los teólogos medievales eran tan radicales como Pedro Damianián. El cristianismo no era monolítico; a lo largo de todo el periodo que nos interesa hubo tensión entre fe y razón. Finalmente, la corriente racionalista y las nuevas máquinas, que mencionaremos más adelante, contribuyeron a engendrar la ciencia moderna.

La enseñanza medieval; trivium y quadrivium

No debemos subestimar al sistema educativo de la Edad Media: los monasterios existían desde el siglo VI pues, con frecuencia, tenían escuelas adjuntas, no solamente eran para la formación de los monjes. Carlomagno, como ya mencionamos, tuvo muchas iniciativas en el ámbito de la enseñanza; fundó escuelas vinculadas a las catedrales más importantes.

Había una tradición pedagógica que dividía las asignaturas en dos grupos, el *trivium* (gramática, retórica y dialéctica) y el *quadrivium* (aritmética, geometría, teoría musical y astronomía). Diversos textos de la antigüedad clásica servían de base a esta enseñanza, pero en el *quadrivium* el conocimiento era exiguo y rudimentario. Los compendios no destacaban precisamente por su rigor. Isidoro de Sevilla (560-636) dejó una obra de influencia enorme, las *Etimologías*, pero sus fuentes estaban deformadas y abundaba en las afirmaciones más fantásticas; añadamos que resultaba muy difícil encontrar profesores con conocimientos sólidos en matemáticas, astronomía o física. Como quiera que fuera, la élite religiosa concedía más importancia al *trivium*, que era más literario.



Según Isidoro de Sevilla, s.VII, el leopardo es la cría de un león y un "pardo".

Sabemos que el estudio de la gramática latina y la elocuencia eran más importantes, que la religión no favorecía el estudio de la naturaleza, pero no quedaban desatendidos los asuntos intelectuales; en cuanto las circunstancias fueran más favorables, en cuanto apareciese un nuevo estímulo (como el Islam), la Europa cristiana despertaría.

Una oleada de textos traducidos del árabe

En el comienzo del siglo X había gran interés por la lógica; esta disciplina influyó decisivamente en la enseñanza de la teología y el derecho. Muy pronto el pensamiento filosófico recibiría una doble herencia: los trabajos originales de los árabes y los textos griegos traducidos por los árabes. A fines del siglo XI ya estaba organizada la escuela de Toledo y, poco más tarde, la de Salerno, en el sur de Italia.

A veces la tarea era complicada; un texto griego podía haber sido traducido al árabe antes de pasar al español y por último al latín. Uno de los más célebres traductores, Gerardo de Cremona (1114-1187) tradujo al menos setenta obras del árabe, entre ellas el *Almagesto* de Ptolomeo, varios tratados de Aristóteles (sobre física, cosmología, lógica, etc.), textos de medicina, alquimia y astrología. Otros traductores fueron: Platón de Tivoli, Robert de Chester, Hermann de Carintia, Dominicus Gundisalvo y, por supuesto, Adelardo de Bath, quien también colaboró en esta empresa (tradujo del árabe los *Elementos* de Euclides), fundamental para el desarrollo de la ciencia occidental.

Nacimiento de las universidades

En el siglo XII comenzó a tomar forma una institución hoy común: la universidad. Durante mucho tiempo las escuelas monásticas dominaron el sistema de enseñanza pero, poco a poco, se intensificó la actividad pedagógica alrededor de las catedrales. Maestros y estudiantes afluían de todos los rincones de Europa a París con lo que apareció una organización corporativa, la *universitas*. Este aspecto debe destacarse: la universidad, en sus comienzos, no era una institución con locales propios, sino una asociación destinada a defender los intereses de estudiantes y profesores.

En función de las condiciones locales y de las asignaturas enseñadas, el fenómeno universitario tomaba formas muy distintas. En Bolonia, destacaba el derecho; en Montpellier, la medicina. Los universitarios debieron luchar algunas veces contra los monjes y sacerdotes, otras, contra los laicos. En París,

los estudiantes se enfrentaron a la guardia real; también se produjeron riñas entre estudiantes y burgueses, pero, como trabajadores intelectuales, estaban controlados por la Iglesia, fuese la local o bien la protección del Papa.

En el siglo XIII, la universidad de París estaba dividida en dos tendencias, una hacia los estudios puramente científicos, valiosos *per se*, y otra que buscaba subordinar esos estudios a fines religiosos para servicio de una teocracia intelectual. Gracias a las universidades, la actividad intelectual adquirió un nuevo peso social y se organizó de forma eficaz; a partir del siglo XIII hay cinco grandes facultades: teología, medicina, derecho canónico, derecho civil y una facultad de artes, que aseguraba a todos los estudiantes una formación general preliminar.

Una reflexión filosófica más autónoma

Resultaría equivocado pensar que el “Renacimiento del siglo XII” fue una ruptura radical y que la enseñanza científica de entonces es comparable a la de hoy. Incluso los cambios en la escuela de Chartres y los introducidos por Adelardo de Bath tardaron mucho en fructificar; ni siquiera puede decirse que las innovaciones del s.XII (traducciones del árabe, creación de universidades, etc.) fuese un movimiento coherente. Pero se había superado una etapa donde la teología era dominante, la reflexión filosófica era cada vez más autónoma. El trayecto de Adelardo de Bath a Galileo es muy largo y tortuoso, pero hay una continuidad innegable.

Algunos teólogos del siglo XII comprendieron que su monopolio estaba amenazado. Si se comenzaba a interpretar la Biblia “según la física”, si se establecía un “saber racional”, si se interpretaba la naturaleza como un “encadenamiento de causas”... ¿hasta dónde se llegaría? No sólo se eliminarían los milagros (rupturas del orden natural) ¡se olvidaría que la naturaleza se identifica con la voluntad de Dios! El peligro era evidente: el interés por la naturaleza y su funcionamiento alentaría a una ciencia profana que enfrentaría y devaluaría a la enseñanza religiosa.

A decir verdad, ni la escuela de Chartres ni Adelardo de Bath intentaban socavar la autoridad religiosa. Únicamente deseaban que, junto con los comentarios bíblicos tradicionales, existiesen otros más “científicos”. Este aporte implicaba la búsqueda de relaciones entre causas y efectos, estudiar los problemas de la deducción e inducción, emplear matemáticas en

la física y reflexión continua sobre los conocimientos así adquiridos. Guillermo de Conches, por ejemplo, distinguía entre la filosofía, que busca demostrar proposiciones necesarias, y la física que propone opiniones demostrables (lo que hoy llamaríamos hipótesis).

Insuficiencia de las bases experimentales

Los medievales a los que nos referimos no se limitaban a discurrir lo que había que hacer, trataron de formular amplios esquemas explicativos. Mencionemos por ejemplo un texto anónimo sobre *Los elementos*, escrito entre 1150 y 1175. El autor emplea el lenguaje de la teoría de los cuatro elementos y el del atomismo para definir la naturaleza como “un eterno principio de movimiento”, lo que muestra un trabajo teórico de síntesis que correspondía a preocupaciones científicas.

Como hemos dicho, el acento se ponía en la necesidad de recurrir a la razón, pero, para hacer ciencia (en el sentido moderno de la palabra) deben confrontarse las razones con los hechos. Esta idea de ciencia experimental ya había sido propuesta por el médico griego Galeno, siglo II e.c. Además, había problemas, como el calendario, la medicina, la química, etc. que obligaban a consultar los hechos. Sin embargo, lo más frecuente era que los autores del siglo XII limitasen sus “hechos” a experiencias triviales de la vida cotidiana. Lo anterior era resultado, por un lado, por la falta de instrumentos y equipos adecuados y, por otro, cierta desconfianza en los sentidos corporales.

El renacimiento del siglo XII

¿Cómo explicar la mutación en el conocimiento que hemos descrito? Es fácil presentar algunas respuestas, pero todas son parciales. La reconquista de los territorios ocupados por los árabes fomentó la traducción de sus textos pero conquistar Toledo es una cosa, el entusiasmo de los traductores es otra. La nueva percepción de la naturaleza manifestada en el arte y el pensamiento del siglo XII obliga a una perspectiva más amplia.

Desde el siglo X se da en Europa una expansión demográfica, un crecimiento económico y un desarrollo de los centros urbanos. Estas nuevas condiciones materiales permitieron el nacimiento de las universidades y una nueva visión de la naturaleza. Las ciudades tenían un ambiente más abierto que los monasterios, estimulaban las ideas nuevas y una nueva división del trabajo. El resultado fue

una *desacralización de la naturaleza*. Este tema alcanzará su pleno desarrollo con Descartes que propondrá que “los hombres sean dueños y señores de la naturaleza”.

El desarrollo de las técnicas fue efecto, y a la vez causa, de un descubrimiento activo de la naturaleza. Gracias al desmembramiento del feudalismo y su exclusividad sobre la tierra, gracias a la emancipación económica y política de los artesanos urbanos (gremios y corporaciones), gracias a la circulación de bienes y personas en una economía de mercado, se modificaron la vida material y la vida cultural e intelectual.

Entre los siglos VI y X se perfeccionaron notablemente los métodos agrícolas: la rotación de cultivos, el arnés para caballos, el arado de dos ruedas y vertedera, la herradura con clavos etc. permitió reservas alimenticias que aumentaron la población y el desarrollo de las ciudades; de esta forma surgieron nuevas estructuras económicas que llevarían a la forma de vida y el pensamiento del burgués.



Ilustración del Salterio de Eadwin, s.XII

pués el molino de viento. De todo ello resultó un aumento de la producción agrícola y el uso de máquinas por diversos gremios. Sería una exageración hablar de una “revolución industrial” pero los hechos son claros. En un censo inglés de 1086 se registran 5624 molinos de agua para 3000 comunidades. Incluso los campesinos vivían entre máquinas. Esta evolución obviamente repercutió en la reflexión filosófica. Una vez desacralizada la naturaleza podía adquirir el estatus de “realidad objetiva”, susceptible de ser investigada según la causalidad.

Los nuevos intentos de aproximar la teoría y la práctica explican la queja de Hugo de San Víctor: “los filósofos no toman en cuenta las artes mecánicas”. Estas artes, en contraposición al *trivium* y el *quadrivium*, incluían actividades de tipo práctico: forja y construcción, tejido, navegación, agricultura, etc. Desde la antigüedad la élite intelectual ignoraba o despreciaba las artes mecánicas; un hombre libre no debía trabajar con las manos. Sólo algunas órdenes religiosas valoraban el trabajo manual. El intento de Hugo de San Víctor de integrar las artes mecánicas en la enseñanza superior era una audacia... que no tuvo éxito. Tal vez el redescubrimiento de los autores griegos tuvo que ver con ello.

El cristianismo contribuyó a la desacralización de la naturaleza. Dios era el creador del mundo, por lo que no podían atribuirse a la naturaleza unos poderes que eran, en realidad, los de un Dios trascendente. Al propagarse en la sociedad estas ideas contribuyeron a eliminar progresivamente las viejas creencias animistas.

Durante mucho tiempo, después de Guillermo de Conches, Adelardo de Bath y Hugo de San Víctor, continuaron las tensiones entre la búsqueda espiritual y el estudio racional y experimental de la naturaleza. Éste ha sido un largo proceso donde se pueden distinguir periodos culminantes donde cristalizan ideas decisivas. El siglo XII, con toda seguridad, fue uno de esos periodos.

CS

Un universo mecánico

A menudo se olvida que la Edad Media fue uno de los períodos más importantes de progreso técnico de toda la historia. A partir del año 600 se desarrollaron: estribo, arnés para caballos, el arado pesado, la rotación trienal de cultivos, el molino de agua y des-