

CAPÍTULO V

EL AÑO: ENCAJAR LOS CICLOS DEL SOL Y DE LA LUNA (el intrínquilis de todo calendario)

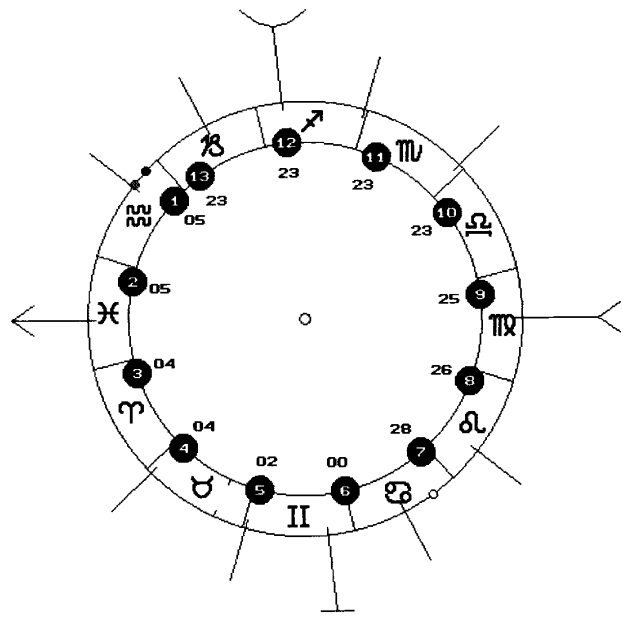
Soluciones previas al calendario juliano. Diversos comienzos del año a lo largo de la Historia. La revolución calendárica del 45 a.C. Los lentos avances de la astronomía tras la caída del Imperio romano: problemas para la datación de la Pascua cristiana. El objeto de la astronomía en la Edad Media. La reforma gregoriana de 1582. De lo macroscópico a lo microscópico: los patrones atómicos de medida del tiempo. Notas.

Soluciones previas al calendario juliano

Como ya hemos expuesto, cuando las necesidades sociales hicieron preciso el cambio de cómputo lunar a solar, se planteó el problema de encajar el ciclo de los meses lunares en el ciclo solar anual. En realidad, aquí reside el meollo de cualquier tipo de calendario, puesto que el año solar no contiene un número exacto de lunaciones. Tras 12 meses lunares, faltan para completar el año solar un promedio de $11 \frac{1}{4}$ días, diferencia llamada epacta.

Podemos incluso preguntarnos porqué los ciclos de los astros no encajan exactamente unos con otros, dando lugar a este tipo de problemas. Mejor es que no lo hagan, puesto que si sus períodos fuesen múltiplos o divisores exactos unos de otros entrarían en resonancia los cuerpos celestes correspondientes y el Sistema Solar se tornaría inestable. Dicho de otro modo, su estabilidad exige esta particularidad.

Una de las primeras soluciones calendáricas la constituye lo que en Grecia se llamó octaétero (8 años), aunque los datos históricos indican que ya era empleada en Babilonia por lo menos en -528. Al resultar que $8 \times 11,25 = 90$ días, un valor exacto, como $3 \times 30 = 90$ la solución fue intercalar 3 meses de 30 días a lo largo de 8 años, encajando así en ese período las lunaciones con el año



División del círculo en 12 partes y fracción por las neomencias de un año solar (la 1 y la 13 se confunden a efectos influenciados)

solar. Con este sistema, debido a los errores de la época en la medida de la epacta y de la duración real del año solar, se acumulaba un desfase de 3 días al cabo de 16 años.

Otra solución fue el llamado ciclo de Metón o Gran Año (19 años). Este ciclo también era conocido de los babilonios, aunque ha pasado a la historia con el nombre de un astrónomo griego. No se sabe con certeza si lo descubrió Metón u otro, pero está probado que los griegos

dieron con él de una manera independiente. Según Gémino (Introducción a los Fenómenos) 19 años contienen 6940 días o 235 meses, incluyendo los meses intercalares, 7 en esos 19 años. La cuenta era la siguiente:

$$19 \text{ años} = 19 \times 12 = 228 \text{ meses};$$

$$228 \text{ meses} + 7 \text{ meses intercalares} = 235 \text{ meses}$$

de los cuales 125 eran llenos (30 días) y 110 vacíos (29 días). Así

$$110 \times 29 + 125 \times 30 = 3190 + 3750 = 6940 \text{ días.}$$

Las discrepancias con la observación a causa de los errores de medida en los períodos solar y lunar llevaban aquí a tan sólo 1/4 de día en 19 años, por tanto una precisión muy superior al octaétero.

Otro ciclo semejante que intentó imbricar los meses lunares con los años solares fue el llamado ciclo de Calipo, equivalente a 4 ciclos metónicos, en total 76 años, o el ciclo hiparquiano, que contenía cuatro ciclos calípicos, o sea, 304 años.

Otro ciclo lunar utilizado en la Antigüedad (China, India, etc.) fue el de los «meses» de 60 días cada uno. Si tenemos en cuenta que el período sinódico de la Luna es de 29,53 días, el doble son 59,06 días. Si a cada uno de estos meses de 60 días quitamos uno, el error cometido es de tan sólo 0,06 días. Posiblemente esta cuenta redonda se halle en la base del sistema sexagesimal, ya utilizado en la astronomía primitiva, y con el ciclo de 60 años utilizado en los países del Extremo Oriente -12 signos del Zodíaco y 5 Elementos (Madera, Metal, Fuego, Tierra y Agua), $12 \times 5 = 60$ años-, pero este es también el período al cabo del cual una conjunción Júpiter-Saturno se repite aproximadamente en un mismo lugar del cielo (matemáticamente 58,2 años).

Todos estos sistemas de cómputo son ya historia pasada. Enseguida veremos la solución juliana al problema (45 a.C.), las dificultades que ésta planteó también con el paso de los siglos y su solución definitiva con la reforma gregoriana dictada en 1582.

Diversos comienzos del año a lo largo de la Historia

En un principio, los romanos comenzaban el año el 1 de marzo, mes dedicado a Marte, para ellos el dios del impulso vital de la primavera. El inicio del año se adelantó luego por razones insólitas: una rebelión de los celtíberos, liderados por Viriato, tomó proporciones tan peligrosas que el senado envió a Hispania antes de tiempo a uno de los cónsules entrantes del 153 a.C., Quinto Fulvio Nobilior. Con el fin de facilitarle una rápida partida hacia su destino, el día de asunción del cargo (hasta entonces en marzo) se adelantó al 1 de enero, y con ello el principio del año⁽¹⁾. Tras la sistematización que supuso el calendario juliano, este comienzo acabó por imponerse.

Los caldeos y babilonios empezaban el año con la llegada de la primavera: ya hemos visto la discusión del problema a través de Claudio Ptolomeo, quien siguiendo las doctrinas de aquellos consideraba éste el inicio más razonable. Dada la influencia de la ciencia caldea de las estrellas en las civilizaciones próximas, el equinoccio de primavera, o la lunación más próxima a este momento, fue tomado como comienzo del ciclo anual en diversas culturas del entorno mediterráneo, o al menos del calendario civil o religioso.

Todavía en Israel el año religioso empieza con la Pascua de primavera, coincidente con la primera luna llena de esa estación. El inicio del año civil, en cambio, viene dado por la primera luna nueva del otoño.

Con la conquista macedonia de Babilonia el inicio de año pasó allí al otoño, y el comienzo del día a la puesta de Sol.

Los egipcios, creadores de una de las culturas más notables de la Antigüedad, tomaron durante largos siglos como inicio del año religioso el solsticio de verano, coincidente también en una amplia época con el orto heliaco aparente de la estrella más brillante del cielo, Sirio. Además se sumaba para ellos en esos momentos el inicio de la crecida del Nilo, de la que dependían para su supervivencia. El año civil seguía en cambio el rígido esquema de los 365 días (más útil a efectos administrativos), desfasándose del calendario natural de las estaciones un día cada

cuatro años aproximadamente.

Grecia, con su división en ciudades-estado, es un ejemplo de diversificación de fechas de comienzos del año: antes de hacerlo en el solsticio de verano, los atenienses empezaban en el de invierno. Los lacedemonios, dorios, focenses y etolios comenzaban a contar los meses en la luna nueva más cercana al equinoccio de otoño. Los aqueos, tauromenios y corcirios lo hacían en primavera. Los tebanos en el novilunio siguiente al equinoccio de otoño⁽²⁾.

Los griegos, a lo largo de su contacto con la cultura egipcia, fueron tomando como comienzo de año el solsticio de verano, tal como vimos en el Parapegma de Gémino.

Finalmente, tenemos constancia de que para los pueblos mayas y nahoas americanos el año comenzaba en el solsticio de invierno, cuando la sombra del gnomon dejaba de aumentar al paso del Sol por el meridiano⁽³⁾.

Así pues, los inicios de las cuatro estaciones son y han sido los puntos elegidos para localizar el lugar donde la serpiente se muerde la cola, el punto del Zodíaco donde éste empieza y acaba. Como ya Ptolomeo explicaba en su clásico Tetrabiblos, el círculo no tiene comienzo ni final, y fijar ese lugar es mera convención. Por eso vamos a encontrar alrededor de estas fechas las celebraciones más importantes del año, así como el folclore más rico y variado.

Nuestro año comienza el 1 de enero desde hace siglos, pero no siempre fue así. Dionisio el Exiguo, inventor de la actual Era cristiana, adoptó como fecha de comienzo de año el día de la Anunciación, que es el 25 de marzo, allá por el año 532. Este modo de contar el tiempo siguió vigente durante siglos en algunos estados italianos, y en Pisa hasta 1745. Fue adoptado también por algunos papales, y en ciertos lugares de Francia estuvo vigente hasta el siglo XI. En otros, el 1º de marzo era el 1º de año, al estilo romano antiguo.

En Francia también se tomó como 1º de año la fecha de la Pascua, hasta que en 1563 Carlos IX decretó el actual 1 de enero como primer día del año. En Alemania, allá por el siglo XI tenían la fecha de la Navidad como el primer día del año, costumbre seguida también en diversas ciudades italianas entre los siglos XIII y

XV. En Inglaterra este cómputo se introdujo en el siglo VII y estuvo vigente hasta el XIII, aunque ya en el XII comenzó a prevalecer como fecha de inicio la de la Anunciación, hasta la adhesión de este país al calendario gregoriano en 1752⁽⁴⁾.

Dentro de la Península Ibérica Cataluña fue pionera en adoptar la Era cristiana y la fecha de la Navidad como primer día del año, en un concilio celebrado en Tarragona durante 1180; luego siguieron Aragón, en 1350; Valencia, en 1358 y Castilla en 1383⁽⁵⁾.

El enredo de eras y comienzos de año ha sido durante mucho tiempo un quebradero de cabeza para los historiadores a la hora de datar los hechos, hasta que no se sistematizaron en cómodas tablas, país por país y ciudad por ciudad, las características locales de cómputo del tiempo. Afortunadamente, en la actualidad ya no es un problema datar correctamente un acontecimiento antiguo; estas tablas permiten el paso de la fecha histórica a la moderna, concordando así los historiadores en una escala única.

Dada la importancia que en los tiempos pasados se daba a los comienzos de los ciclos (eones), vamos a encontrar ecos de esos principios de año por todo el calendario de celebraciones actuales. Allá donde aparezcan como elementos simbólicos los huevos, los roscos o la quema de peles, debemos sospechar que la serpiente se muerde la cola: ahí está el punto crítico donde se anastomosa el ciclo, donde se cierra sobre sí mismo. Pero eso lo vamos a ir viendo en nuestro estudio pormenorizadamente, puesto que a cada uno de estos elementos le dedicaremos su Capítulo correspondiente.

La revolución calendárica del 45 a.C.

El año juliano es la base de nuestro calendario actual y aún se sigue utilizando por la Iglesia ortodoxa en parte de Europa, de Asia y de África. Procede de la reforma encargada por Julio César a diversos filósofos y matemáticos, según Plutarco; según Plinio el viejo, fue el astrónomo alejandrino Sosígenes el autor del cambio⁽⁶⁾. Se trataba de ajustar el antiguo calendario lunisolar al solar, preferible para las nuevas formas de vidas romanas, de modo que uno encajase en el otro y no se produjesen desfases

con las fechas de entrada de las estaciones. Esto acontecía allá por los años -47- 46 a.C.

12 lunaciones consecutivas (12 meses lunares) tienen un período no menor a 352 días, y no mayor de 356, por lo que se toma como promedio de las 12 lunaciones 354 días; el problema consiste por tanto en dividir los 365 días y cuarto que dura aproximadamente el año solar en 12 meses.

La solución del calendario juliano fue, aparte de mantener el principio del año para el 1 de enero (cambio que se había hecho anteriormente por las razones ya citadas), conceder a todos los meses impares -enero, marzo, mayo, julio, septiembre y noviembre- 31 días, y a los demás 30, excepto febrero, que por considerarse nefasto sólo tendría 29 días. Suman así un total de 365 días. Para satisfacer la vanidad de Augusto se le dio posteriormente un día más al mes que lleva su nombre (pues así lo había decidido el propio Augusto, ya que ese mes, agosto, era en el que había conseguido su primer consulado y las mayores victorias), quitándolo de febrero, y cambiando septiembre y noviembre con 30 días, octubre y diciembre con 31, exactamente igual que en la actualidad.

Los años normales tienen 365 días, y el cuarto de día aproximado que se arrastra sin contar se contabiliza cada cuatro años. El día elegido para añadir fue el sexto antes de las calendas de marzo -VI ante Calendas-, el 24 de febrero actual. Ese día fue llamado bisextus, dos veces sexto, de ahí el nombre de año bisiesto. La Iglesia romana celebraba a San Matías el 24 de febrero, y en los bisiestos el 25. Hoy lo hace el 14 de mayo.

En la época de la reforma juliana había un gran desfase entre el año real y el legal, lo que hizo necesario un ajuste. Según los cálculos actuales, el 46 a.C. dio comienzo el 14 de octubre, 47 días antes de lo debido. Los cambios de calendario habidos en el año 46 a.C. dieron origen a que éste fuese llamado de la confusión. Algo similar ocurriría 16 siglos más tarde, cuando pequeñas diferencias de tiempo no tenidas en cuenta por esta reforma (a consecuencia de los errores en las medidas astronómicas y del tiempo en esa época) fueron acumulando un nuevo desfase entre el calenda-

rio juliano y la entrada de las estaciones astronómicas.

Los lentos avances de la astronomía tras la caída del Imperio romano: problemas para la datación de la Pascua cristiana

La observación de los astros en las primeras culturas del Medio Oriente no tenían un fin exclusivamente científico o racional: en su mentalidad, diametralmente alejada de la nuestra, los astros eran causas activas de transformación en el mundo terrestre. Fueron considerados dioses, mitificados y adorados. El movimiento en el cielo de las 7 estrellas errantes (planetas) era seguido minuciosamente para poder hacer interpretaciones del mismo, es decir, para desentrañar los designios de las divinidades y, dado que su curso se manifestó predecible, el conocimiento astronómico tenía por objeto primordial hacer pronósticos, en principio para el Rey y para el Estado, y más tarde para los sujetos individualmente. Podemos ver al respecto la descripción del judío cordobés Maimónides, en su Guía de perplejos:

Sabido es que nuestro padre Abraham (¡la paz sea sobre él!) fue educado en la religión de los Sabeos, los cuales creen no hay más Dios que los astros. Cuando en el curso del presente capítulo [29] te haya dado a conocer sus libros, que, traducidos al árabe, tengo entre mis manos, así como sus antiguos anales, y te revele su doctrina y relatos, reconocerás que proclaman de modo explícito los astros como divinidad, y el Sol, el dios supremo; asimismo que los siete planetas son dioses, pero los dos luminares, los mayores. Verás que afirman es el Sol rector del mundo superior y del inferior. Lo aseveran textualmente⁽⁷⁾.

La ruptura básica entre los antiguos cultos astrales y las tres religiones monoteístas -hebraica, cristiana y musulmana- consistió durante una primera fase en considerar los astros como agentes de un Dios único, o sea, como intermediarios de su voluntad. Hemos visto que religión y astronomía nacieron unidas allá donde comienza a desarrollarse una cultura y que en una segunda etapa se da ese matiz doctrinal, como es el caso

de las tres religiones monoteístas. En Europa, a finales del siglo XVII la ciencia comenzó a independizarse por completo de la religión, siguiendo ambas sus propios caminos doctrinales a partir de entonces.

Sobre las consideraciones acerca del papel y naturaleza de los astros, la actitud más radical la adoptó el cristianismo de los primeros tiempos: en su apartamiento de todo lo mundano, los cristianos de los orígenes olvidaron datar los acontecimientos principales de la vida del fundador, y, por supuesto, de las primeras generaciones de mártires. No puede hablarse estrictamente de historia en esos comienzos del cristianismo: la mayor parte de las informaciones se transmitieron en forma de tradición y alegoría.

No fue éste el caso de los sacerdotes paganos, que también eran astrónomos, o, al menos, su misión se hallaba ligada a la observación de los astros y al cómputo del tiempo. La misma función astronómica encontraron los españoles en los chamanes de las culturas indígenas americanas. En su ciencia astronómica, que también era religión, dichos sacerdotes encontraban la mejor base para datar los acontecimientos mundanos. En cuanto a los cristianos, su desprecio del tiempo (cuya medida, no lo olvidemos, requiere el dominio del conocimiento de los ciclos de los astros) y todo cuanto tenía que ver con lo físico, se acrecentó porque esperaban el retorno del Salvador (y por tanto, el fin del mundo) en breve plazo. Para ellos, el problema de la medida del tiempo fue en esa época una cuestión banal, a lo que se sumaba que estos cálculos estaban relacionados con el estudio del movimiento de los astros, que eran precisamente los dioses del paganismo. San Pablo no ha dejado una sola de las fechas en las que escribió sus famosas Epístolas.

Veamos algunos ejemplos de este desprecio. Por ejemplo, en Gálatas III, 8, 8, 10 y 11:

Antes, cuando no sabíais de Dios, os hicisteis esclavos de seres que por su naturaleza no son dioses. Ahora que habéis reconocido a Dios, mejor dicho, que Dios os ha reconocido, ¿cómo os volvéis de nuevo a esos elementos sin eficacia ni contenido? ¿Queréis ser sus esclavos otra vez como antes? Respetáis ciertos días, meses, estaciones y años;

me hacéis temer que mis fatigas por vosotros hayan sido inútiles.

Y en Colosenses III, 16, 17 y 18:

Por eso nadie tiene que dar juicio sobre lo que coméis o bebéis, ni en cuestión de fiestas, lunas nuevas o sábados; eso era sombra de lo que tenía que venir, la realidad es el Mesías...

Sin embargo, en nuestro estudio sobre el calendario y el santoral encontraremos numerosos vestigios y numerosas evidencias de la filiación astral de la religión cristiana. De ahí nuestro interés por remontarnos en el tiempo a las fuentes y los orígenes, en buscar el hilo conductor de aquéllos con los tiempos que nos ha tocado vivir.

El calendario romano asumido por las iglesias cristianas desde los comienzos era solar, pero las necesidades litúrgicas hicieron necesario además el estudio y seguimiento del movimiento de la Luna (fechas móviles de origen hebreo), y de paso, para otras actividades civiles (trabajos agrícolas, pesca y caza, labores en las bodegas, etc.). Hasta la solución gregoriana los desajustes calendáricos constituyeron una seria preocupación para los cristianos más cultos, conscientes de los errores que con el tiempo iba acumulando el calendario juliano. Beda el Venerable (673-735), utilizando un reloj de Sol, ya detectó que había algún desfase entre las fechas oficiales y las entradas de las estaciones astronómicas, pero no llegó a calcular su valor⁽⁸⁾.

A la misma conclusión llegaron los autores de calendarios árabes posteriormente (siglos XI-XII), no dudando en mostrar las discrepancias para las fechas de entrada del Sol en los signos según se utilizase uno u otro de los sistemas en uso.

La escasa inclinación hacia lo científico manifestada por los pioneros del cristianismo tuvo que ver, entre otros motivos, con el entorno cultural en el que nació y creció esta corriente religiosa: el Imperio romano. Veamos qué nos dice al respecto Josep M^a Millàs Vallicrosa, erudito y escrupuloso historiador de la Ciencia, en Assaig d'Historia de les idees físiques i matemàtiques a la Catalunya medieval (1931):

Esta ciencia greco-alejandrina, que fue continuada después por los sirios cristianos,

por los judíos y por los musulmanes de Bagdad, apenas era conocida del pueblo romano. Si había un pueblo más sistemáticamente indiferente, incluso opuesto, a la noble búsqueda espiritual de la ciencia, este pueblo fue el romano. Por otro lado, el derecho y la política eran los moldes en los cuales su genio quedó marcado indeleblemente. Se comprende pues, que el pueblo romano, al contrario de los griegos, limitara el estudio de las Matemáticas y ciencias análogas a lo poco que tenían de práctico. He aquí cómo se expresa el testimonio de una autoridad como Chasles: «Las ciencias matemáticas fueron extremadamente despreciadas por el pueblo romano, donde los espíritus superiores no se aplicaron sino a la guerra y a la elocuencia. La Geometría, particularmente, apenas fue conocida en Roma. La Astronomía recibió más favor, pero no se observaron los fenómenos celestes como debe hacerse en las investigaciones científicas, con lo cual la ciencia no avanzó un solo paso»⁽⁹⁾.

Podemos entender así el ocaso cultural que en todo el Occidente cristiano sobrevino con la caída del Imperio romano. De ello se lamenta Maimónides en su Guía de perplejos, reconociendo la superioridad del saber del otro bando:

[Opinión de los doctores judíos sobre las esferas; idem de Aristóteles; superioridad de la ciencia astronómica de los sabios paganos]

...Ya sabes que en estas cuestiones astronómicas prefieren la opinión de los demás sabios gentiles a la suya y confiesan paladinamente: «los sabios de las naciones del mundo vencieron a los de Israel». Lo cual es verdad, pues todos cuantos hablaron sobre estas cuestiones teóricas arguyen de conformidad con el resultado de su especulación; por eso merece asentimiento lo establecido mediante la demostración⁽¹⁰⁾.

Para comprender cómo pudo desaparecer la ciencia que tan altas cotas había alcanzado en el mundo heleno, pese a haber irradiado por toda la cuenca mediterránea, hay que tener en cuenta esa faceta del mundo romano, ajeno a las especulaciones y a todo aquello que no tuviese

una utilidad inmediata. El Imperio romano ocupó toda el área donde previamente habían florecido la ciencia y la filosofía griegas, y más tarde el cristianismo se desplegó en su seno a la sombra del poder en plena decadencia del Imperio, lo que también tiene su importancia: de alguna manera, el espíritu del Imperio siguió viviendo en las aspiraciones universalistas de algunas sectas cristianas.

El primer obstáculo con que se topó el incipiente cristianismo al comenzar su difusión por el Mediterráneo oriental fue la filosofía griega; los primeros esfuerzos de los llamados Padres de la Iglesia fueron los de armonizar esa filosofía con las enseñanzas cristianas. Un exponente de esta labor la vemos en Orígenes -entre 185 y 254 aproximadamente-, que intentó integrar la ciencia alejandrina dentro de la fe cristiana, tal como puede verse en sus escritos. Desgraciadamente, este espíritu conciliador de los cristianos más cultos se transformó en pocas generaciones en feroz agresividad. El fanatismo, la mentira y la infamia, tan ajenos al inmenso espíritu caritativo del fundador, llevaron al asesinato de los paganos más significados y a la destrucción de sus obras. El propio Orígenes fue condenado por el concilio de Constantinopla en 553.

El neoplatonismo de los primeros Padres de la Iglesia y la primitiva teología cristiana crecieron juntos, influyéndose recíprocamente. Ello es lógico por otra parte, y explica el hecho de que aún puedan constatarse en los ritos y en la teología cristianas un sincretismo inevitable. Pero el mundo pagano también se veía envuelto entonces en medio de una grave crisis. Sócrates y Platón son un ejemplo de cómo el conocimiento heleno ya se iba introduciendo en los terrenos más elevados de la especulación científica y filosófica en detrimento de la vía experimental de conocimiento, siempre imprescindible. Un fenómeno análogo puede verse posteriormente en el neoplatonismo, con Plotino, Porfirio y Jámblico como principales exponentes. La física y la experimentación irán cediendo también su terreno en las diversas escuelas alejandrinas -el foco cultural de aquella época- en favor de la metafísica, de la contemplación extática y de la comunicación directa con las divinidades.

Tanto cristianos como paganos, arrastrados por la misma oleada de la historia, se inclinarán progresivamente hacia el ascetismo en busca de experiencias místicas. Se acabará prefiriendo la iluminación al conocimiento racional de las cosas obtenido por el esfuerzo, el estudio y la experimentación. Para los cristianos, la búsqueda de la salvación eterna será el objetivo principal a alcanzar durante su paso por la vida. En tiempos críticos de disolución de ciclo histórico y formación de otro nuevo, florecerán como siempre todo tipo de creencias y supersticiones (caída del Imperio romano).

Se irá abandonando progresivamente la observación sistemática del mundo sensible, y al dar prioridad a la especulación intelectual, las luchas ideológicas serán terribles: el cristianismo contó con numerosos mártires en sus comienzos, empezando por el mismo fundador, pero cuando esta religión se hizo oficial en todo el Imperio romano, los muertos cambiaron de bando. Un exponente de ello lo tenemos en el asesinato con ensañamiento de Hipatia de Alejandría, hija del astrónomo Teón, a manos de una turba de fanáticos.

Gradualmente, el espíritu curioso e investigador de la naturaleza con mentalidad abierta se fue extinguiendo. Las corrientes cristianas de pensamiento, amparadas en la teología patristica y reforzadas por la organización eclesiástica a la sombra del poder político, tomaron posiciones antagónicas frente a la cultura secular del paganismo, que ya de por sí languidecía en su propio final de ciclo histórico. Orígenes y otros Padres de la Iglesia fueron un leve destello en la oscuridad que se avecinaba, y los que les sucedieron mostraron escaso o nulo interés por las ciencias de la naturaleza, cuando no fueron contrarios al mismo:

«Las discusiones sobre la naturaleza y la posición de la Tierra no nos ayudan a esperar la vida futura»

dirá San Ambrosio posteriormente⁽¹¹⁾, todo un paradigma del modo de ver las cosas en pleno repliegue de la ciencia y la cultura en Europa. La tensión entre lo sagrado y lo profano será la contradicción permanente en la que se moverá el cristianismo durante los siglos de oscuridad: por un lado despreciando el lado material de la

existencia, irreal y fugaz en comparación con la vida verdadera que proporciona la salvación eterna, mientras que por otro se acentuaba la necesidad de dar con una medida satisfactoria del tiempo que permitiera la datación correcta y única en todas las iglesias del calendario litúrgico, y en especial de la Pascua de Resurrección con arreglo a los cánones del Concilio de Nicea (año 325).

La fecha de la Pascua de Resurrección fue llevada por este Concilio al domingo siguiente de la primera luna llena de la primavera (si ésta no caía en domingo) para no coincidir en el mismo día con la Pascua judía. Esta tendencia cristiana a diferenciarse de las demás corrientes religiosas hasta en los detalles más nimios para autoafirmarse como grupo bien definido, no sólo se mantuvo con el tiempo, sino que a medida que el poder eclesiástico se fue haciendo más y más fuerte aumentó la hostilidad hacia todo lo que no tuviera que ver con el dogma católico.

Según la Biblia, Moisés y Aaron⁽¹²⁾, viviendo aún en Egipto, instituyeron la celebración de la Pascua tal como la conocemos entre los judíos. Para ello decretaron que cada familia tomase su cordero a los diez días del primer mes de la primavera, debiendo guardarlo hasta el día de la luna llena y sacrificarlo en aquella noche. La celebración se convirtió con el tiempo en motivo de recuerdo de la recuperación de la libertad de los israelitas huyendo del cautiverio. Posteriormente los cristianos la adoptaron como símbolo de la nueva ley establecida mediante el sacrificio de Jesús en la cruz y su posterior resurrección. Las Iglesias cristianas pasaron a celebrar la Pascua en tiempos diferentes con distintos ritos y ceremonias. El Concilio de Nicea decretó que la Pascua se celebrase el domingo siguiente a la primera luna llena de la primavera: de este modo se alejaba la Pascua cristiana de la judía, que coincide con el mismo día de la luna llena.

Desde los primeros tiempos, las distintas iglesias cristianas discreparon en la fecha y en el modo de celebrar la Pascua. San Cirilo, Obispo de Alejandría, y otros Padres de la Iglesia, dijeron que Cristo dejó mandado a sus discípulos que observaran la Pascua en el día en que se produjo la resurrección, el cual fue domingo, y así lo hicieron durante muchos años los de

Alejandro y Egipto, en el domingo siguiente a la primera luna llena de la primavera astronómica. Otros teólogos dejaron escrito que San Marcos recibió esta Ley de su Maestro San Pedro, y éste de Cristo. Otros afirmaban que San Juan Evangelista y San Felipe dieron regla a los asiáticos para festejar la Pascua y San Pedro a los romanos y latinos; pero los asiáticos y los hebreos no celebraban esta fiesta en memoria de la resurrección de Jesús, sino de la última cena, y éstos decían haberlos instituido San Felipe y San Juan. Otros negaban que esta ley hubiese sido promulgada ni por el fundador ni por los apóstoles. Otras sectas cristianas se mostraron partidarias de basarse solamente en el curso del Sol y celebrar la Pascua a fecha fija, haciendo todos los meses iguales de treinta días e iniciando el año con el mismo equinoccio primaveral. Ya vimos que en su momento se pensó que fue en ese día cuando se crearon las luminarias y el mundo echó a andar. Otros empezaban a contar el año desde el día 25 de marzo (equinoccio de primavera en el calendario juliano) y, dejando pasar 14 días, celebraban siempre la Pascua a 7 de Abril.

El emperador Constantino, convertido a la nueva religión, reunió en Concilio el año 322 a los obispos cristianos en la ciudad de Nicea. Congregados allí 318 obispos y un gran número de presbíteros y diáconos, dieron por excomulgados a todos los que no celebrasen la Pascua en el domingo siguiente a la primera luna llena de la primavera si ésta no caía en domingo, pues entonces había de esperarse al domingo siguiente para no coincidir con la Pascua judía.

Y para que todas las iglesias coincidiesen en el mismo día para celebrarla se dio la facultad de calcular la fecha a la Iglesia de Egipto, que en aquel tiempo eran los de allí más diestros en la ciencia astronómica y del cómputo de los tiempos que el resto de la cristiandad. Se ordenó que presidiese la junta encargada de los cálculos Eusebio de Cesárea, Obispo de Palestina.

Trabajaron en el modo de hallar el equinoccio, la fecha de la primera luna llena de la primavera y el domingo posterior. Tomaron para ello en primer lugar el ciclo metónico de los de Alejandro, y a través de él dedujeron otro que nombraron de las Epactas, y de éste otro que

llamaron Ciclo Pascual. Pero aparte de la precariedad de los cálculos astronómicos de la época (el movimiento de la Luna es el más complicado de todos los cuerpos del Sistema Solar), las discrepancias entre unos y otros no eran pocas: mientras que en Egipto el año comenzaba el 29 de agosto, los romanos lo hacían para el 1 de enero, con arreglo al calendario juliano. A esto se sumaba el problema de los embolismos (días de intercalación para los meses lunares), lo cual despertaba nuevas dudas entre romanos, griegos y alejandrinos sobre la diversidad de los ciclos.

El Papa Julio, deseando la quietud y unidad de la Iglesia, determinó que fuese el obispo de Alejandro el encargado de decretar el día de la luna llena y cuándo se había de celebrar la Pascua. Recibida la determinación del obispo de Alejandro, la envió a los arzobispos y obispos de la Iglesia latina de Occidente.

El Concilio de Nicea determinó el equinoccio vernal para el 21 de marzo como fecha fija e inmutable, con lo cual los cálculos se fueron haciendo tanto más errados conforme más años iban pasando (adelanto del calendario juliano con el tiempo, un día cada 128 años según los cálculos actuales).

Dionisio el Menor o el Exiguo, uno de los computistas, allá por el año 526, tomó los números del ciclo de 19 años (número Áureo) de los alejandrinos y los puso en el calendario romano. De ellos se sirvió la Iglesia para hallar el equinoccio y la primera luna llena: conociendo para cada año el número Áureo se hallaba muy aproximadamente el día de la luna nueva en el calendario romano y, sumando desde allí 14 días, obtenían el día de la luna llena y el domingo siguiente en que debía celebrarse la Pascua.

Pero las normas de cálculo de Dionisio tampoco fueron la solución: primero porque no aplicó la serie de los números Áureos conforme tocaba entonces, sino que tomó la de los 19 años inmediatos después del Concilio de Nicea. Por otro lado, no tuvo en cuenta el adelanto del calendario juliano con el paso de los años, y por tanto el de las fechas de la entrada de las estaciones, lo cual llevaba a nuevos errores.

Tras el Concilio de Nicea unas iglesias siguieron datando el equinoccio de primavera el

25 de marzo, la fecha original de la reforma juliana del calendario (45 a.C.); otras cambiaron al 21 de marzo, con arreglo al acuerdo de Nicea. Pero a la hora de calcular el momento de la luna llena, según el método seguido, las diferencias acumuladas al cabo de pocos años eran causa de grandes divergencias.

Afinar los cálculos astronómicos para encontrar la solución definitiva fue la causa que mantuvo viva la llama del conocimiento «matemático» en el seno del cristianismo, dentro del reducido número de personas que tenían capacidades y sentían curiosidad por ello.

Los problemas hallados en la datación de la Pascua fueron la excusa que permitió extrañarse en ciertos «deslices» mundanos a algunos monjes y clérigos cristianos, quienes no dejaron de perseguir cierto grado de conocimiento «matemático». El estudio del movimiento de los astros, no obstante, siguió siendo visto con desconfianza, sin duda como rechazo hacia los viejos vínculos del paganismo con la cultura astronómica.

Uno de los personajes que no se dejó arrastrar por la corriente general fue Boecio, nacido en Roma en 480. Sus traducciones de textos griegos sobre mecánica, geometría, astronomía, etc., fueron algunos de los escasos materiales de este tipo no transmitidos a través de los árabes que llegaron a la Edad Media europea. Algunos historiadores de la ciencia han acuñado la denominación de Edad oscura para los siglos VI y VII en Europa, ya que en ellos apenas sobrevivió algún retazo de cultura antigua. Boecio, posiblemente martirizado en 524 por ser cristiano, es una de las últimas conexiones con Platón y Aristóteles. Más tarde sus escritos pasarían al *quadrivium* medieval.

Otro puente de ideas en medio del marasmo político, económico y cultural de aquellos tiempos lo constituye un contemporáneo suyo, Casiodoro. Fue una de esas escasas personas que, rodeada por la creciente barbarie, se entregó a salvar cuanto pudo del conocimiento de la época, almacenando los manuscritos de las escuelas y bibliotecas que lograban escapar al fuego y al pillaje en una especie de monasterio o retiro campestre. Sus discípulos escribieron un manual que explicaba cómo calcular la fecha de

la Pascua de Resurrección, empezando por el año 502. Desgraciadamente el manual sólo daba las rutinas del cálculo, pero no las explicaciones de los procedimientos, y fueron mal interpretadas posteriormente.

San Isidoro de Sevilla (560-636) es otra de las excepciones en este clima de desconfianza hacia la ciencia, como muestra en su conocida obra *Etimologías*. En ella habla del Zodíaco y admite cierto grado de influjo de los astros sobre la Tierra y sus habitantes. Esta obra es una *summa* de los conocimientos de la época, muy rudimentarios, pero tiene el enorme mérito de haber sido realizada en los tiempos que corrían. Incluye una sección sobre el cómputo de la Pascua que fue utilizado posteriormente. Defiende la «astrología natural», la que trata de los efectos del Sol a lo largo del año y las cuestiones calendáricas, y condena la «adivinatoria» que intenta predecir el futuro de los individuos. Las *Etimologías* fueron una luz encendida en medio de tanta oscuridad, y animaron a continuar en la labor de mejora de los cálculos del tiempo y en el mantenimiento de cierto grado de observación científica.

Pocos conocimientos escaparon a la ruina progresiva, y pocas fueron las voces que discreparon del sentir general. Las artes curativas, dado su carácter caritativo, se mantuvieron a través del deber cristiano de cuidar a los enfermos, y así fueron las primeras en levantar cabeza. No obstante, en los primeros hospitales monásticos, la medicina practicada era una mezcla de «magia» y algo de ciencia antigua. No fue sino hasta el siglo VI que los benedictinos empezaron a traducir y estudiar algunas de las obras de Hipócrates y Galeno. La agricultura y la agronomía también empezaban de nuevo a practicarse en las huertas monacales: previamente, extensas áreas de cultivo habían sido abandonadas en Europa, y la falta de saneamiento en algunas de ellas las habían vuelto inhabitables a causa de enfermedades como la malaria. Las vías de comunicación que cruzaban el Imperio romano también se fueron perdiendo progresivamente, contribuyendo a la falta de intercambios de todo tipo.

El emperador Justiniano mandó cerrar por real orden las antiguas escuelas griegas de

filosofía en el año 529, pese a que apenas si enseñaban ya un neoplatonismo bañado de misticismo y elementos cristianos.

A la par que la cultura y la ciencia alcanzaban en Europa su nivel más bajo, en Bizancio y en los países del Oriente Próximo y Medio - Siria, zona del Golfo Pérsico- sobrevivió sin embargo un notable foco cultural mezcla de elementos griegos, romanos y judíos. Uno de sus primeros centros fue la escuela persa de Jundishapur, lugar donde encontraron refugio tanto los cristianos nestorianos acusados de herejía en 489 como los neoplatónicos que abandonaron Atenas cuando fue clausurada la Academia en 529.

Fue éste el foco cultural donde se recuperaron la ciencia y la filosofía griegas, que a la vez entraron en contacto con las de India, Siria y Persia. Más tarde serían los árabes quienes retomarían la antorcha, y gracias a las traducciones de toda obra antigua que encontraron y también de sus propios logros, reintroducirán en Europa el conocimiento perdido. La conexión islámica con la Península Ibérica es una de las claves para encontrar numerosos restos del mismo en la tradición oral y en textos ya típicamente españoles, que tuvieron fuerte influencia cultural en lo que más tarde sería nuestra nación y en buena parte de Europa.

Mientras tanto, la cultura en estado de letargo que subsistía en Europa a la llegada de la Edad Media encontró refugio y caldo de cultivo en los primeros monasterios, especialmente en aquellos que contaron con su scriptorium. En el recogimiento de aquellos cenobios, aunque condicionada por los rígidos dogmas de la Iglesia, vacilando entre las pugnas de sus defensores y de sus detractores, muy lentamente comenzó a cobrar pabito de nuevo la llama del conocimiento científico.

La regla de San Benito incluyó en sus normas el seguimiento del calendario cristiano de la época, incorporando una división del tiempo diario que aún es seguida en la actualidad en algunos monasterios. Divide el día en diversas horas: matutina o maitines (amanecer), prima o primera (salida del Sol), tercia (mañana), sexta (mediodía) -de donde viene la actual «siesta»-, nona (tarde), vespera o visperas (ocaso) y

completorium o completas (oscuridad total, entrada la noche).

En el año 532, el ya citado monje Dionisio el Exiguo, o el Menor, comenzó a contar los años desde la Encarnación del Señor, «para así hacer el fundamento de nuestra esperanza más conocido y la causa de la redención del hombre más preclara»⁽¹³⁾. A partir de entonces Dionisio empezó a añadir las siglas a.D. (anno Domini) detrás de cada fecha, y con el tiempo fue imitado hasta sustituir otras cronologías en uso por aquel entonces (como la Era de los Mártires, el annus Diocletiani, etc.). La Historia de Beda el Venerable siguió este plan, y al ser obra muy leída contribuyó a la aceptación de la nueva cronología.

Pero esta importante figura del cristianismo medieval también tuvo que ver con los cálculos del tiempo. En 725 escribió un tratado, *De temporum ratione*, una obra sobre el tiempo y el calendario muy difundida por todo el mundo latino. En ella se encuentran ya elementos científicos relativamente modernos: para Beda, el mundo creado por Dios está dominado por el orden, y los fenómenos pueden ser explicados por la lógica. Al menos, una parte de ellos es accesible a la mente humana, afirmación muy inquietante y novedosa en el ambiente cristiano de aquel tiempo.

Siguiendo las doctrinas griegas, Beda afirma en esta obra que el mundo está hecho de los Elementos (Fuego, Aire, Agua y Tierra), que la Tierra se halla en su centro y, de acuerdo a la teología cristiana de la época, se encuentra rodeada de siete cielos. Es decir, se afirma en la doctrina de las esferas planetarias.

Un ejemplo que ilustra la distinta concepción del tiempo de aquella época respecto a la nuestra, y el diferente modo de ubicarse en él, es el cálculo de los años del mundo. Se consideraban entonces cinco edades transcurridas -creación, diluvio, Abraham, David, cautividad de los judíos en Babilonia y nacimiento de Cristo o edad presente-, y dado que San Pedro dice en los Evangelios que «un día es para el Señor mil años y mil años un día», se estimó en unos 5000 años la edad del mundo a la llegada de Cristo a la Tierra. Con toda probabilidad este «mil» no es el guarismo 1000, sino que indica un eón o

período básico de ciclo largo (tal como las edades griegas que Platón describe en La república o las del Popol Vuh maya, los Yugas de la India, los ciclos de conjunciones Júpiter-Saturno de los árabes, etc.).

Beda lo enfocó de otro modo, y basándose en la genealogía de Jesús sumó las edades de todos sus antecesores citados en la Biblia, llegando a una cantidad de 3952 años transcurridos desde la creación del mundo, tan diferente a la de otros cronógrafos que estuvo a punto de ser acusado de hereje.

Beda también expuso su propio sistema de datación de la Pascua de Resurrección utilizando un ciclo de 532 años - $19 \times 4 \times 7$, resultante de multiplicar el ciclo metónico (19 años) por el de los años bisiestos (4) y por el de la semana (7 días)-, al cabo de los cuales las fechas de la Pascua se repiten en el mismo orden.

Otro de los méritos del Venerable fue demostrar con ayuda de un reloj de Sol que el equinoccio de primavera ya no caía en el 25 de marzo: aún había entonces partidarios que se mantenían en esa creencia. Incluso constató que la raya equinoccial (sombra del gnomon en el preciso instante del equinoccio) del año 731 no se produjo exactamente 6 horas después que la del 730, y lo interpretó correctamente: este hecho sugería que el año juliano no constaba exactamente de 365 días y un cuarto, sino que esta cifra era tan sólo una cantidad aproximada. Había un ligero error, pero Beda no disponía aún de medios instrumentales ni matemáticos para calcularlo con exactitud. No se conocían las fracciones ni las cifras decimales, no se habían inventado aún los minutos de tiempo (los grados menudos), porque se carecía de medios para afinar hasta ese nivel de exactitud.

Había que esperar al reencuentro con la Antigüedad a través de los árabes, al desarrollo del sistema de numeración decimal de posición, del Álgebra y sus ecuaciones, así como la recuperación de la trigonometría esférica. Había que esperar aún al drástico cambio de mentalidad que supuso la transición al Renacimiento para dar con la solución gregoriana del Calendario actual, que no se puso en marcha hasta el año 1582. Porque no se trataba sólo de dar los pasos necesarios en el conocimiento científico, sino de

enfrentarse también al exagerado dogmatismo de las autoridades religiosas de la época, que veían tambalearse su poder a la más leve desviación de la ortodoxia, tanto en el terreno de la teología como en el del conocimiento de la naturaleza.

Sugerir por aquel entonces que el calendario aprobado por la Iglesia estaba en desacuerdo con los cielos constituía todo un atrevimiento. Los que a sí mismos se consideraban representantes de Cristo en la Tierra, es decir, los funcionarios del Vaticano, podían verse tratados como ignorantes, y de ahí a la acusación de herejía sólo había un paso. Tal vez quien llegó más lejos en su propuesta de ajustar el calendario de la Iglesia a los conocimientos astronómicos medievales fue Roger Bacon, ya en el siglo XIII.

Este fraile inglés, considerado por la Historia de la Ciencia como precursor del actual «método científico», incorporó sus argumentos sobre los errores del calendario juliano en un formidable trabajo titulado *Opus maius*, obra que había sido encargada por el papa Clemente IV y fue acabada y enviada a Roma en el año 1267. Guy Foulques, que era el verdadero nombre de este papa, y Bacon, se habían conocido años atrás, y para la época que les tocó vivir, ambos tenían un extraño interés por las ciencias.

En la obra citada, Bacon afirmaba a su amigo que:

... Está claramente probado que la longitud del año solar no es tan grande, antes bien es menor [de 365 días y un cuarto]. Este defecto calculan los matemáticos que es la $1/130$ parte de un día. Por lo que, al cabo de 130 años habrá un día de más. Si se quitaran esos días, se eliminaría este error del calendario...

... También hay otro gran error relacionado con la determinación de los equinoccios y los solsticios. Pues... los equinoccios y los solsticios están situados en días fijos... Pero los matemáticos saben que no son fijos, que suben en el calendario, como lo prueban las tablas e instrumentos...⁽¹⁴⁾

Al año siguiente de enviar el estudio de Bacon a Roma, Clemente IV murió. En la obra de su sucesor, Gregorio X, no se cita para nada a Bacon ni su propuesta. La única respuesta fue el silencio.

Bacon fue un auténtico adelantado a su época, y así ha sido considerado por la posteridad. Un espíritu lúcido y combativo que peleó contra las tinieblas de la ignorancia y el poder absoluto de la Iglesia. Defender las ideas que tiempo después aún despiertan nuestra admiración le costó ir a la cárcel y la prohibición de que sus escritos fuesen leídos. En 1277 fue denunciado por su propia orden religiosa, y tal fue el círculo de silencio que se creó sobre él que ni siquiera conocemos el año de su muerte. Ése fue el precio que tuvo que pagar por vivir a contratiempo de la época que le vio nacer.

Veamos a continuación los motivos que originaron los problemas calendáricos y cómo pudieron ser superados sólo al cabo de los siglos.

El objeto de la astronomía en la Edad Media

La conquista musulmana de la Península Ibérica no trajo solamente consecuencias políticas o económicas. Pasadas las primeras convulsiones se creó un clima adecuado para que todo el esplendor cultural que se vivía en la zona oriental del Imperio -Bagdad, Damasco, etc.- viniera a trasplantarse a Al Andalus. Aquí, la semilla encontró un terreno adecuado, y de ese modo Córdoba llegó a ser en su momento la capital cultural del mundo. Mientras tanto, al Norte de los Pirineos los pueblos seguían sumidos en la Edad Oscura, de ahí que comenzase a circular un flujo de viajeros procedentes de Europa hacia la futura España en busca de unos conocimientos tenidos entonces por maravillosos. Aún se llaman «piedras de moros» o «cuevas de moros» a algunos dólmenes y menhires, atribuyéndoselos a ellos por su enormidad: se los consideraba una cultura muy superior, y, de hecho, los reyes cristianos procuraban buscar un médico árabe cuando su salud se quebraba.

Esto tiene una importante relación con el Calendario, ya que con los árabes la astronomía y las matemáticas (entre otras ciencias) dieron un salto espectacular, creándose las bases para la futura reforma gregoriana del mismo. Todos los astrónomos venían repitiendo desde la Antigüedad, hasta el siglo XVI por lo menos, lo felices que podrían llegar a ser si fuesen capaces

de apreciar en el cielo valores inferiores a $10'$ de arco, aproximadamente la tercera parte del valor del diámetro del Sol o de la Luna⁽¹⁵⁾.

Pero la solución definitiva al problema del Calendario no era sólo cuestión de instrumental y de medida: esperaba al desarrollo del sistema de numeración decimal de posición, del álgebra y sus ecuaciones, de la trigonometría esférica, la mejora de las tablas astronómicas, etc. Y todo esto se desarrolló ampliamente con la conquista musulmana, fue transmitido a Europa, y con ello al Occidente cristiano.

Con los árabes reverdeció y eclosionó también la astrología griega, de la que no fueron simples transmisores, sino que la enriquecieron con notables aportaciones. Con ellos floreció de nuevo toda la parte racional de las doctrinas astrales de los caldeos. Las relaciones entre el Islam y cualquier tipo de doctrina astrológica, como también sucedía en el campo cristiano, no fueron fáciles. Podemos verlo en la sunna o tradición, según la cual Mahoma había dicho que:

Los eclipses de Sol y Luna no se producen para señalar la muerte o el nacimiento de una persona; Dios, según la tradición sana, ha dicho: «Entre mis servidores hay unos que creen en Mí y otros que no. Los que dicen: ha llovido gracias a la bondad y misericordia de Dios, creen en Mí y no creen en las estrellas. Los que dicen: es tal o cual constelación la que ha hecho llover, no creen en Mí, creen en las estrellas»⁽¹⁶⁾.

Una de las figuras notables del acmé de la ciencia musulmana es Azarquiel: con él, las diversas láminas del astrolabio se reducen a una sola, naciendo el instrumento llamado azafea. Azarquiel supera por primera vez la astronomía de Ptolomeo, mil años después del astrónomo alejandrino.

El primer tratado europeo sobre trigonometría esférica -teoría básica para describir el movimiento de los astros en el cielo- lo debemos a Abu Abd Allah Muhammad ben Ibrahim, traducido al latín por Gerardo de Cremona. También les debemos a ambos Las Tablas de Jaén y el Tratado sobre el crepúsculo y la altura de las nubes. En este último texto se demuestra que el día termina cuando el Sol se encuentra a 18°

por debajo del horizonte, momento en que empiezan a verse las estrellas de sexta magnitud. Otras Tablas astronómicas las debemos a Maslama de Madrid (siglo X), que hizo una adaptación al meridiano de Córdoba de las de al Juwarizmi (siglo IX). Abraham Ibn Ezra (siglo XII) también escribió su Libro de los fundamentos de las Tablas astronómicas, muy conocido en Europa.

Los motivos por los que se perfeccionaron las tablas astronómicas con las que se calculaban las posiciones de los astros eran los siguientes: a) el calendárico, para fijar la entrada del Sol en los signos y las fases de la Luna; b) el astrológico, para poder hacer juicios horoscópicos y predicciones, tanto individuales como mundiales, y c) el oneiroológico. Los autores judíos como el tudelano Ibn Ezra o el barcelonés Abraham bar Hiyya tenían gran interés en el cálculo de la fecha del retorno del Mesías, lo que hicieron aplicando criterios astrológicos. Este último autor también escribió un tratado, *Megi. lat ha-megalé* en el que analizaba el efecto que las grandes conjunciones de Júpiter y Saturno habían tenido sobre su pueblo.

Las Tablas astronómicas que sustituyeron a las Toledanas de Azarquiel y tuvieron vigencia hasta las de Copérnico en el siglo XVI fueron las Tablas alfonsíes del siglo XIII, realizadas por el equipo de colaboradores del que se rodeó Alfonso X el Sabio, rey de Castilla. Todos los astrónomos europeos las emplearon hasta que salieron las de Copérnico, más precisas.

Como obra básica de astronomía, los árabes convirtieron la *Megalé Syntaxis* de Ptolomeo en el *Almagesto*, pero también rescataron del olvido el *Tetrabiblos* del mismo autor, texto fundamental de la astrología occidental que fue traducido igualmente al árabe. Del judío Messahallah conocemos obras traducidas al latín, como *De magnis conjunctionibus* y *Flores astrologiae*. Los árabes cultivaron un sistema de predicción basado en las conjunciones de los planetas superiores -el Sol, Marte, Júpiter y Saturno-, con objeto de explicar la Historia y hacer predicciones. Existe un tratado completo sobre ello, el del historiador Ibn Jaldún, aunque también hay otros. De la conjunción Júpiter-Saturno en 1007 sobre el signo de Virgo Maslama

de Madrid predijo la inminente guerra civil en el Califato de Córdoba, y que como consecuencia de la naturaleza bicorpórea de Virgo los soberanos que gobernarán durante ella lo harían dos veces. La profecía casi se cumplió al pie de la letra, aunque Maslama murió sin poder verlo⁽¹⁷⁾.

Un sistema de predicción del tiempo a largo plazo que conocemos a través de los árabes es el de las cruces, del cual tenemos la traducción castellana de Alfonso X, el Libro de las Cruces. El método empleado es similar al de las grandes conjunciones, y puede incluirse dentro de él. Parece bastante probable un origen más antiguo del mismo, seguramente bajolatino según Juan Vernet, porque los manuscritos árabes procedentes del Norte africano ignoran aún el sistema de las Casas astrológicas y juzgan sólo conjunciones y aspectos entre signos del Zodíaco ocupados por los planetas.

El cultivo de la astrología entre los árabes fue fundamental para el progreso en la sistematización matemática del movimiento de los astros y de la medida precisa del tiempo. Una consecuencia inmediata fue el perfeccionamiento de todo tipo de relojes. De la importancia de la astrología en este momento de su cultura nos da idea el hecho de que Almanzor comenzaba sus campañas contra los cristianos el día y la hora que le indicaban sus astrólogos⁽¹⁸⁾. Éstos se mostraban imprescindibles en campaña, puesto que eran los únicos capaces de medir a distancia por medio del astrolabio la altura de una muralla, calculando así la longitud exacta de las escaleras o de las torres para asaltarlas.

Todo personaje importante de esta cultura, y en general de la Antigüedad, contó con su horóscopo y sus predicciones. La necesidad de unos cálculos lo más ajustados posibles se hace evidente, pues dada la naturaleza de los juicios astrológicos, que lo fian todo al horóscopo de un instante dado, pequeños errores astronómicos o de medida de tiempo llevan a desviaciones enormes en la predicción a años vista. Estos errores costaron el cargo a no pocos astrólogos, que durante largo tiempo fueron conocidos con el nombre de «caldeos» o «matemáticos».

Un sistema típicamente astrológico también es el de las elecciones: momento óptimo para fundar una ciudad, comenzar a levantar un

edificio o emprender un trabajo o actividad cualquiera. Julio Samsó, Juan Vernet y René Taylor aseveran que éste fue el sistema seguido en ciudades como Bizancio, Bagdad, Fez, Córdoba y acaso Barcelona, y también el de monumentos como El Escorial, fundados en el momento elegido previamente por un astrólogo. Tycho Brahe fundó el observatorio de Uraniborg el 8 de agosto de 1576 a la salida del Sol, astro que se hallaba en conjunción con Júpiter a 25° de Leo, junto a la estrella Regulus, en trígono con Saturno a 22° de Sagitario y la Luna a 22° de Acuario a falta de 3° para estar llena del todo. El sistema de «elecciones» astrológicas aún se empleó también para poner la primera piedra del observatorio de Greenwich (1675)¹⁹. Los jesuitas fundaron el Observatorio del Ebro en Roquetes (Tarragona) para el eclipse de Sol de 1905, como atestigua el enorme horóscopo de ese momento que hay en el suelo del vestíbulo. Una elección funesta en la teoría astrológica: de hecho, esta institución científica, pionera en el mundo de la ciencia en aquellos momentos, vive sumergida desde hace décadas en una profunda crisis y ha estado a punto de ser clausurada ya varias veces.

Astrológica es también la técnica de las interrogaciones, que necesita igualmente de una gran precisión horaria y astronómica: la conocemos ya desde Doroteo de Sidón (siglo I), y consiste en calcular el horóscopo del momento en que se hace una pregunta, juzgando la respuesta a partir del mismo⁽²⁰⁾. Ello requiere por tanto la máxima precisión en el conocimiento de la hora exacta y de las tablas astronómicas con las que calcular las posiciones de los astros en el Zodíaco. La técnica fue muy utilizada por los árabes y en general en toda la Edad Media hasta bien entrado el Renacimiento, estimulando sin duda la necesidad de afinar progresivamente la medida del tiempo y el desarrollo de las matemáticas necesarias para los cálculos astronómicos.

La transmisión de la ciencia oriental a Europa se produjo por un flujo de hombres en ambos sentidos: cristianos que viajaron del Norte hacia España, y también algunos maestros que recorrieron Europa explicando y propagando sus conocimientos y doctrinas. Este conocimiento se empezó a atesorar en monasterios

como el benedictino de Reichenau, a orillas del lago Constanza, o el de Sankt Gallen, en Suiza, que fueron tal vez los primeros en recibirlo.

La búsqueda en España consistió fundamentalmente en viajes a tierras ya liberadas de la ocupación musulmana, donde quedaron buen número de libros. En la recuperación y traducción de estos textos jugaron un papel destacado el monasterio de Santa María de Ripoll (Gerona) y ciudades como Barcelona, Tudela, Pamplona, Tarazona, Zaragoza, Huesca, León y posteriormente Toledo, siendo ya corte castellana.

Entre los personajes clave de la transmisión a Europa -flujo desde la Península Ibérica hacia el Norte europeo- tenemos al oscense Mose Sefardí (convertido posteriormente en Pedro Alfonso), al barcelonés Abraham bar Hiyya, al tudelano Abraham Ibn Ezra, o al personaje conocido como Avendaut, toledano. Todos ellos eran judíos. La ciencia que transmiten hay que situarla sin embargo dentro de la corriente de la ciencia árabe.

Los judíos sefardíes eran los únicos de su religión que cultivaron el conocimiento «científico» en el sentido que hoy damos a este término, desplazándose para enseñarlo cuando fue necesario o fueron llamados para ello. Tuvieron en ese tiempo una excepcional capacidad políglota: aprendían el hebreo para usos religiosos, el árabe para acceder a la ciencia más importante del momento, el latín como vehículo culto en Europa y las lenguas romances del lugar donde vivían. Eso les permitió jugar un notable papel en el estudio de la ciencia árabe, en la traducción a otras lenguas y en la transmisión a la Europa ávida y necesitada de esos conocimientos.

Una particularidad de los textos judíos hispanos es que fueron escritos en aljamiado, o sea, en árabe pero con caracteres hebreos. De ese modo pudieron escapar a la «censura» religiosa islámica, para quienes los judíos eran infieles y por tanto sospechosos de doctrinas perseguibles.

Pedro Alfonso, convertido al cristianismo en 1106, viajó durante los últimos años de su vida por Francia e Inglaterra, donde fue médico de Enrique I. Pero también dio a conocer allí la astronomía árabe y hasta dejó un discípulo, Walcher, prior de Malvern. Según Pedro Alfonso:

...la astronomía se vale de las matemáticas para calcular las constelaciones, los signos del zodiaco, los grados de los ángulos, así como las pequeñas diferencias de los planetas y demás astros, y otras muchas cosas que sería largo enumerar...⁽²¹⁾

Pedro Alfonso fue médico, como muchos astrólogos de su tiempo. En esa época, los libros que tratan de medicina son en muchos casos obras astronómicas, cosa difícil de imaginar en la actualidad. Veamos el porqué, según este mismo autor:

...gracias a esta astronomía se fijan las épocas más apropiadas para cauterizar, sajar, perforar absesos, dónde es preciso aplicar sangrías y ventosas, dar pociones, así como los días y las horas de las crisis de las fiebres y se hacen muchas cosas útiles relativas a la medicina, que sólo pueden conocerse por medio de la astrología⁽²²⁾.

Pedro Alfonso señala también las carencias científicas de la Europa de su tiempo:

...hallé que todos quienes tienen una cultura latina nada saben de la ciencia de la astronomía, así que decidí, por haberla estudiado mucho más tiempo que tú, compartir contigo parte de mis conocimientos⁽²³⁾.

La necesidad de la ciencia matemática, astronómica y calendárica que había en Europa, puede verse también a través de estas afirmaciones del barcelonés Abraham bar Hiyya, uno de los principales transmisores en su doble faceta de compilador y traductor:

Si hubiera hallado en Francia una obra en hebreo que contuviera reglas acerca del calendario, no me habría tomado la molestia de escribir este libro...

...Porque no hay en toda la tierra de Francia ningún libro en hebreo que trate de estas ciencias [aritmética y geometría]⁽²⁴⁾.

Una de las figuras más destacadas en la transmisión, y posiblemente la más influyente, fue Abraham Ibn Meir b. Ezra, nacido en Tudela (Navarra) en 1092, al que ya nos ha tocado citar anteriormente. Es considerado por algunos medievalistas como la figura científica europea más notable del siglo XII. Pasó la mayor parte de su vida viajando por Al Andalus y el Norte de África, y a partir de 1140 por toda Europa. Hay

constancia de su estancia en Italia, Francia e Inglaterra.

Fue el primer autor judío que usó un sistema decimal de numeración⁽²⁵⁾, un paso imprescindible para el salto cualitativo que necesitaban dar los cálculos matemáticos y astronómicos y poder llegar así a la solución final de los problemas calendáricos. Tradujo algunas obras del árabe, pero su actividad fue sobre todo creativa, particularmente en astronomía y astrología (distinción que en su época carecía de sentido).

El Libro de los fundamentos de las Tablas astronómicas, escrito en latín, y las *Tabulae pisanae*, le dieron celebridad. Corrieron por toda Europa, siendo elogiadas por Roger Bacon y Nicolás de Cusa, y se mantuvieron vigentes hasta las de Copérnico en el siglo XVI. Ejerció también una acción profunda y duradera -que aún es presente en materia astrológica- a través de siete opúsculos, datados entre 1146 y 1148, los cuales han sido objeto de múltiples copias, impresiones y traducciones. En El Escorial se conserva una traducción del hebreo al catalán, vertida recientemente al castellano por astrólogos españoles: el *Libre dels juhins de les estelles*⁽²⁶⁾.

Otro judío notable en la transmisión fue Avendaut, personaje problemático para los historiadores; puede ser un autor único o un grupo de sabios englobado bajo este nombre, activos en Toledo entre 1135 y 1153. Todos los textos que se les pueden atribuir son traducciones al latín, de astrología fundamentalmente, y si lo citamos aquí fue por su penetración en los ambientes cultos de la Europa occidental. Al tal o tales «Avendaut» debemos la introducción del término algoritmo, tan en uso actualmente en programación informática.

Hay también un autor importante no judío, el italiano Gerardo de Cremona, el más prolífico de los traductores del árabe al latín. Se trasladó a Toledo para disponer del *Almagesto* de Ptolomeo, y allí murió en 1187. La cantidad de obras traducidas y el influjo que produjeron posteriormente fue enorme.

En esa época, la diferencia entre astronomía y astrología, tan clara actualmente, no lo era en absoluto. Los cálculos astronómicos tenían por razón casi exclusiva el levantamiento e inter-

pretación de horóscopos. Por eso el historiador David Romano afirma en *La ciencia hispanojudía*:

Aunque coexistan las dos denominaciones, quienes se dedican a esas ciencias son llamados astrólogos: nunca he encontrado - no digo que no las haya- menciones de la palabra astrónomo... Mi impresión personal (que a buen seguro sería corroborada por un estudio de la cuestión) es que para los medievales todo lo relativo a la astronomía no era más que la preparación para la astrología⁽²⁷⁾.

Sin embargo, aunque esto parezca tan claro, ya en aquella época había polémica entre partidarios y detractores del influjo de los astros. De hecho siempre la ha habido, como la hay actualmente. En el campo de los detractores encontramos nada menos que al judío cordobés Maimónides:

Sabed, señores, que yo he investigado a fondo esas cosas. Empecé mis estudios por esta ciencia que llaman leyes de las estrellas, a saber, la que le enseña al hombre qué ocurrirá en el mundo, en una ciudad, en un reino o bien qué le pasará a ese hombre a lo largo de su vida. También he leído todo cuanto se refiere a la idolatría. Creo que no hay ninguna obra en lengua árabe, o que haya sido traducida desde otras lenguas, que yo no haya leído, analizado y considerado atentamente... Sabed, señores, que todas esas cosas referentes a los decretos de los astros, que dicen que pasará tal cosa o tal otra, o que el momento del nacimiento de una persona determina que será de tal manera y que le sucederá tal cosa y no tal otra, creer en ellas no es cosa de sabios, sino de tontos. Hay pruebas irrefutables y evidentes de que no es deshonoroso olvidar por completo estas doctrinas. Nunca jamás ningún sabio de las naciones que tienen realmente sabios se ha ocupado de este tema, ni ha escrito ningún libro sobre ello, ni ha cometido el error de llamarlo ciencia, a excepción de los casdeos, los caldeos, los cananeos y los egipcios, para los cuales constituía su religión. En cambio, los sabios griegos, es decir, los filósofos que han escrito libros científicos y se han dedicado intensamente a toda suerte de conocien-

tos, hacen burla, befa y escarnio de esas cuatro naciones, a la vez que aducen pruebas que contradicen de raíz sus afirmaciones... No creáis que no aportaban pruebas para apoyar sus afirmaciones y que por eso no les damos crédito. Lo que ocurre es que tenemos argumentos de peso y razones convincentes para refutar las cosas que dicen y para no adherirnos a ellas, pues únicamente puede aceptarlas el bobalicon, que se lo cree todo, o bien quien trata de engañar a los demás⁽²⁸⁾.

La polémica sobre la validez de la astrología, como decíamos, ha existido siempre, y de hecho los judíos hispanos jugaron un papel clave en la transmisión de ese conocimiento que Maimónides, uno de los exponentes más preclaros de este pueblo, reduce a superstición, aunque sin duda lo hace con conocimiento de causa.

Tal vez la contribución más notable en la recuperación del saber perdido fue la llevada a cabo por Alfonso X el Sabio, rey de Castilla de 1252 a 1284, y el grupo de colaboradores árabes, judíos y cristianos que trabajaron bajo su dirección. Todas las obras fueron vertidas a la naciente lengua romance, el castellano, y algunas de ellas han sido publicadas varias veces en el siglo XX, ya por su valor filológico, literario o científico. He aquí una lista de las obras recuperadas y transmitidas: *Estrellas fixas*, *Tablas astronómicas alfonsíes* (que fueron empleadas en toda Europa hasta los siglos XVI y XVII, cuando fueron superadas definitivamente por las *Tablas rudolfinas* de Kepler publicadas en 1627), *Quadrante sennero*, *Azafea*, *Lapidario*, *Libro conplido en los iudizios de las estrellas*, *Alcora*, *Libro de las cruces*, *Picatrix*, *Relogio de la candela*, *Quadrante con el que rectifican*, *Libro de la mágica*, *Quadripartito*, *Cánones de al Battani*, *Liber de mundo et coelo*, *Astrolabio redondo*, *Lámina universal*, *Libro del saber de astrología* (tal es el título original, a pesar de que los académicos siguen insistiendo tozudamente en llamarlo «Libro del saber de astronomía»), *Libro de las formas e de las ymágenes*, *Armillas y Palacio de las horas*. Desgraciadamente no todos han llegado hasta nosotros, y algunos no en la traducción castellana, sino en la latina.

La obra de este grupo de sabios reunidos por Alfonso X fue inmensa en su tiempo, y en lo fundamental ha cruzado los siglos que nos separan de ella. Permitió avanzar de una manera decisiva en la medida del tiempo -tratados sobre relojes y autómatas- y de la astronomía, conocimientos sin los cuales el calendario no podría haber llegado a su formato actual. La reforma gregoriana del calendario se basa en última instancia en la duración del año trópico, o sea, el tiempo transcurrido entre dos pasos consecutivos de la Tierra por el mismo equinoccio, que fue medido por los astrónomos reunidos por Alfonso X.

Este grupo de científicos y traductores agrupados en torno al rey Sabio estaba formado básicamente por judíos más que por cristianos; todas las obras escritas por ellos lo fueron en el naciente idioma castellano, que así adquirió categoría de lengua científica. Ello confinó los escritos al uso exclusivo de la nación que se estaba gestando, haciéndolos inaccesibles al resto del Occidente cristiano. De ahí la necesidad que enseguida surgió de retraducirlos al latín, la lengua franca de la época. De hecho, algunos textos alfonsíes sólo nos han llegado en la versión latina posterior.

Tras esta inmensa labor, que permitió conectar de nuevo al Occidente cristiano con la ciencia de la Antigüedad, las siguientes generaciones la continuaron cultivando algunos siglos más, hasta la quiebra definitiva del siglo XVII. La finalidad de aquel afán de perfeccionar tablas astronómicas e instrumentos de medida del tiempo, la encontramos de nuevo en un cirujano judío, Cresques Abnarrabí, que estudió en Zaragoza y en 1459 se instaló en Lérida. Se ha conservado una carta suya a Juan II de Aragón, a quien había operado con éxito de una catarata en el ojo derecho en 1468, pero ahora precisaba de una nueva operación en el izquierdo. El problema era encontrar el «momento favorable» para que el éxito se repitiera como en el caso anterior. De nuevo nos encontramos ante un caso de «elección astrológica» constatado documentalmente. El cirujano tiene problemas para encontrar un momento tan favorable como el de la primera intervención: han de pasar para ello nada menos que 12 años y se ve en la tesitura

de buscar un momento más cercano en el tiempo:

... En cuanto al segundo punto, señor muy alto, digo que en este menguante de la luna de octubre no hay día tan a propósito como lo fue el 11 de septiembre, porque aquél era muy singular, y pasará mucho tiempo, más de doce años, sin que pueda encontrarse otro semejante, y aquel día os lo preparó nuestro Señor Dios, pues si bien vuestra señoría tenía dispuesta la operación para otros días, en todos menos en éste se presentaron inconvenientes...

... Pero señor muy excelente, yo he mirado en este menguante, como me manda vuestra señoría, y el mejor día es el miércoles 12 de octubre, a las tres y media después del mediodía, y éste es el mejor de este menguante...⁽²⁹⁾

En este mismo siglo XV encontramos a Abraham Zacuto, judío nacido en Salamanca en 1452. De un discípulo suyo, Yosef Vizinho, tenemos el Almanach perpetuum celestium motuum, impreso por primera vez en Liria en 1496. Se conserva una edición castellana con notas manuscritas de Cristóbal Colón, lo cual ya es un síntoma de los nuevos tiempos: ahora las tablas astronómicas, las posiciones de las estrellas y la medida precisa del tiempo mediante relojes son básicas para la navegación. El descubrimiento de América y la apertura de nuevas rutas de navegación serán las causas que afiancen los cálculos astronómicos y la medida del tiempo. La posición de una nave y el rumbo a seguir se calcularán de día midiendo la altura del Sol, y de noche la de las estrellas. En todo caso, el avance de los conocimientos necesarios para la reforma calendárica de 1582 continuará sin cesar.

La reforma gregoriana de 1582

Los astrónomos encargados de llevar a cabo la reforma juliana del calendario estimaron la duración del año con un error por exceso de 11 minutos y 13,2 segundos. Muy poco en un principio, pero al cabo de 128 años la diferencia acumula un día completo. En el año 325 el Concilio de Nicea ya corrigió el error por la observación de la entrada de las estaciones. Hacia el siglo XVI el solsticio de invierno se

había adelantado al 13 de diciembre, lo que aún pervive en los errores de algunos refranes sobre este día, precisamente la festividad de Santa Lucía (ver a este respecto el Capítulo XVI).

A lo largo del tiempo hubo varios intentos de corrección racional del calendario por parte de diversos papas, pero no fue sino con Gregorio XIII que se solucionó el problema tal como lo conocemos en la actualidad. En este caso, el encargado de las reformas fue Luigi Giglio, con la aprobación de otros matemáticos europeos. El resultado de estos trabajos fue publicado en la bula *Inter gravissimas*.

La reforma gregoriana llevó de nuevo el equinoccio de primavera al 21 de marzo, restando 10 días al mes de octubre de 1582. Los días que median del 5 al 14 no existieron, por lo que en los países que aceptaron de inmediato la bula -España y Portugal- se saltó directamente del 4 al 15 de octubre.

Calculado y demostrado que el año juliano daba un exceso de 3 días cada 400 años, se estableció como solución calendárica final que de los años finales de siglo solamente fuesen bisiestos los divisibles por 400, tales como 1600, 2000, 2400, etc. Otros como 1800, 1900 o 2100, aunque son divisibles por 4 y debieran ser bisiestos, no lo son en el calendario gregoriano por esta causa.

El exceso de este calendario aún es de 26 segundos anuales, por lo que al cabo de algo más de 3000 años dará un error de un día.

Las fechas de aceptación de la reforma gregoriana por parte de diversos países es la que sigue:

España, Roma y Portugal, el 4 de octubre de 1582, que fue precisamente cuando murió Santa Teresa de Jesús. La insigne santa abulense fue enterrada al día siguiente, pero ya se trataba del 15 de noviembre de 1582.

En Francia el cambio tuvo lugar el 9 de diciembre del mismo año, al que sucedió el día 20.

Los Países Bajos católicos hicieron igualmente el cambio en 1582. Al 14 de diciembre le

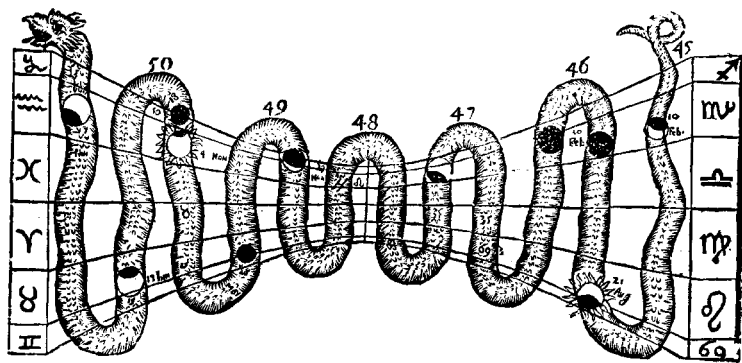


Tabla de cálculo de los eclipses solares y lunares. Athanasius Kircher, *Ars Magna lucis*. Amsterdam, 1671. El tiempo y los ciclos astronómicos aún se simbolizaban por una serpiente en el siglo XVII

siguió el día de Navidad.

Los estados católicos de Suiza, en 1584. Los protestantes, en 1700.

Alemania católica, en 1584; la protestante, en 1700.

Polonia, en 1586.

Hungría, en 1587.

Suecia, en 1752.

Inglaterra, el 3 de septiembre de 1752. El día siguiente fue 14 de septiembre.

Rusia, en 1918, con la revolución soviética.

El calendario gregoriano se ha impuesto ya en todo el mundo, aunque hay países donde coexiste con el cómputo local (China, países musulmanes, etc.). La Iglesia ortodoxa (Grecia y países de esta confesión) sigue aferrada al calendario juliano, ajena a la reforma, más por no seguir los dictados del papa de Roma que por otra cosa. Actualmente sitúan el comienzo de año en nuestro 29 de agosto.

De lo macroscópico a lo microscópico: los patrones atómicos de medida del tiempo

El sentido del discurrir del tiempo y la medida de éste se guiaban hasta hace unas décadas por patrones exclusivamente astronómicos, y en este hecho encontramos las bases mismas de las doctrinas astrológicas. El tiempo en el cielo gobierna el tiempo de la Tierra, que es un modo de decir que los ciclos celestes gobiernan los terrestres.

Pero vivimos en plena revolución científica y técnica, e inmersos en la vorágine de los

cambios, carecemos de perspectiva para valorar su alcance. Hasta hace un siglo se pensaba que el transcurso del tiempo era inmutable, pero hoy sabemos que no es así: el tiempo es relativo y, si viajamos a una velocidad suficientemente elevada, nuestros relojes se desfazarán respecto a otros que simultáneamente permanezcan en reposo. Se atrasarán, tanto más cuanto más nos aproximemos a la velocidad de la luz (teoría de la relatividad de Einstein).

La unidad internacional de tiempo utilizada en Física es el segundo, que ha visto cómo en el siglo XX su definición también ha variado: hasta 1967 se consideraba tiempo astronómico, $1/31556925,9747$ del año trópico 1900. Pero el curso de los astros, que los antiguos consideraban perfectamente circular y uniforme (velocidad constante), no lo es ni en forma ni en valor. Si Kepler en el siglo XVII arruinó ambas premisas con sus famosas leyes (las órbitas de los planetas no son circulares sino elípticas, y la velocidad angular de éstos varía ligeramente a lo largo de ellas), los físicos del siglo XX, con nuevos métodos de medida de tiempo, han comprobado que, cuando se llega a precisiones de nanosegundos ($1\text{ns}=10^{-9}\text{s}$) la propia Tierra muestra un movimiento caprichoso en apariencia. Son variaciones mínimas en velocidad de rotación y traslación, pero reales y mensurables.

Las medidas tan precisas del tiempo se llevan a cabo ahora por medio de sistemas solares en miniatura, los átomos. De la escala macro hemos pasado a la micro: al fin y al cabo es una cuestión de proporción, pues seguimos tomando como referencia otros ciclos, otros giros, eso sí, extraordinariamente ínfimos en comparación con los de los astros.

Desde 1967 los físicos consideran que 1 segundo es 9.192.631.770 veces la vibración de un átomo de Cesio, un metal alcalino de bajo punto de fusión y color gris-azulado. El año

trópico ha pasado así de tener 365,242199 días a 290.091.200.500.000.000 vibraciones completas del átomo de cesio.

La utilización de osciladores atómicos ha permitido constatar que el tiempo astronómico no es absoluto: la velocidad de giro de la Tierra disminuye a causa de la acción gravitatoria lunar, y también la velocidad de rotación en torno al Sol. Las duraciones del día y del año no son definitivas, sino que están sometidas a variaciones, muy lentas, pero apreciables. De hecho, para compensar estos desfases, al último día de 1998 hubo que añadirle 1 segundo, cosa que viene sucediendo con frecuencia desde 1942, cuando empezó a medirse el tiempo con suficiente precisión.

De nuevo surge la constatación analógica: medimos actualmente la oscilación macroscópica -el ciclo astronómico- utilizando como patrón la oscilación microscópica -el período de vibración del Cesio 136-. De nuevo se contrasta la veracidad del antiguo postulado de que lo que está arriba es como lo que está abajo (Tabla de Esmeralda, uno de los textos clásicos del hermetismo). Los principios de la vetusta y arrinconada ciencia de antes del siglo XVII todavía nos reservan algunas sorpresas.

Ahora ya conocemos la historia y los fundamentos de nuestro actual calendario. Pero si las referencias de las fechas, del santoral, de las fases de la Luna y otras indicaciones calendáricas han variado bien poco desde hace muchos siglos, los contenidos de un calendario medieval o renacentista no se parecen a los de los actuales calendarios más que en el esqueleto.

Hagamos a continuación un viaje en el tiempo, pasando a ver cómo eran esos almanaques tan populares que, más que venderse, se predicaban en manos de buhoneros, arrieros, pícaros y otras gentes de muchos oficios.

Notas

- 1.- Ver más información en Historia de Roma. S.I. Kovaliov. Editorial Akal. Madrid, 1979.
- 2.- Voz «año». Enciclopedia Espasa-Calpe. Barcelona, 1920.
- 3.- Más detalles en la obra de Anthony F.

Aveni Observadores del cielo en el México antiguo. Fondo de Cultura Económica. México D.F. 1993.

- 4.- Voz «año». Enciclopedia Espasa-Calpe, obra citada.
- 5.- Idem anterior.
- 6.- Comentarios de Joseph Ortiz a la

Arquitectura de Vitrubio, pág. 189, Madrid 1787, y Rodrigo Zamorano en Cronología y Repertorio de la razón de los tiempos, pág. 113, Sevilla 1585.

7.- Maimónides. Guía de perplejos. Edición preparada por David Gonzalo Maeso. Editora Nacional. Madrid, 1983. Tercera parte. Cap. 29, pág 460.

8.- David Ewing Duncan. El calendario. Emecé Editores. Barcelona, 1999. Pág. 23.

9.- J. Millàs Vallicrosa. Assaig d'Història de les idees físiques i matemàtiques a la Catalunya medieval. Edicions científiques catalanes. Barcelona, 1983. Cap. I, pág. 26.

10.- Obra citada, Segunda parte, Cap. 8, pág. 266.

11.- Citado por William Cecil Dampier en Historia de la ciencia y sus relaciones con la filosofía y la religión, pág. 95. Editorial Tecnos, S.A. Madrid, 1986.

12.- En este asunto seguimos a Diego Torres Villarroel en su Cartilla eclesiástica. Madrid, 1795.

13.- Citado por David Ewing Duncan, obra citada, pág. 99.

14.- Idem, pág. 19.

15.- Según Juan Vernet, Astrología y astronomía en el renacimiento. El Acantilado. Barcelona, 2000.

16.- Citado por Juan Vernet en El Islam en España. Editorial Mapfre, S.A. Madrid, 1993. Pág. 44.

17.- Ver más información en la obra anterior, págs. 183-184.

18.- Juan Vernet. Astrología y política en la Córdoba del siglo X. RIEEI 15. 1970; pág. 91-100.

19.- Juan Vernet, El Islam en España, obra citada, pág. 199.

20.- Ver la obra de Doroteo de Sidón Carmen astrologicum. Editado por David Pingree. BSB B. G. Teubner Verlagsgesellschaft. 1976.

21.- Citado por David Romano en La ciencia hispanojudía. Editorial Mapfre, S.A. Madrid, 1992. Pág. 91.

22.- Idem anterior.

23.- Idem anterior.

24.- Citado por Juan Vernet en El Islam en España, obra citada, pág. 126.

25.- David Romano, La ciencia hispanojudía, obra citada, pág. 107.

26.- Abraham Ben Ezra. Libro de los juicios de las estrellas, Tomos I y II. Editorial Biblioteca de Sirventa. Sella (Alicante), 2001. ISBN 84-932142-3-X.

27.- Obra citada, pág. 107.

28.- Citado por David Romano, La ciencia hispanojudía, obra citada, págs. 191-192. Ver también en Moseh Ben Maimon, Sobre astrología. Carta a los judíos de Montpellier. Riopiedras ediciones. Barcelona, 1987.

29.- Citado por David Romano, La ciencia hispanojudía, obra citada, págs. 177-178.