

ASTRONOMÍA EN EL «COMPUTUS COTTONIANUS»

Julio Samsó - Joan Gómez i Pallarés

El tratado de cómputo denominado *Computus Cottonianus* ha sido analizado por Cordoliani en el manuscrito British Museum *Cotton Caligula A XV*¹, en el manuscrito *Nouvelles acquisitions latines 2169* de la Biblioteca Nacional de París² y en el Antifonario de León³. Según Cordoliani los tres manuscritos contendrían versiones de un mismo tratado de cómputo visigótico que remontaría a fines del siglo VI o principios del VII. El estudio comparativo de los tres textos llevado a cabo por uno de nosotros (J.G.P.) plantea algunas dudas acerca de que los tres manuscritos reflejen la misma obra por más que, indudablemente, los tres recurren a fuentes comunes lo que explica las coincidencias. El carácter hispánico de los textos producidos en el manuscrito de París y en el Antifonario de León resulta patente: en ambos se encuentra, sin ir más lejos, la exposición del procedimiento para calcular un año según la Era Hispánica a partir del año de la Encarnación, lo que no aparece en el manuscrito del British Museum, cuyo origen no resulta tan claro. Por otra parte, en lo que respecta a la fecha sólo podemos señalar que el *annus praesens*

¹ A. CORDOLIANI, «Textes de comput espagnol du VII^e siècle: Le computus cottonianus», *Hispania Sacra* 11, 1958, 125-136.

² A. CORDOLIANI, «Un texte espagnol du comput du VIII^e (?) siècle», *Bibliothèque de l'École des Chartes* 103, 1942, 65-68.

³ A. CORDOLIANI, «Les textes et les figures de comput de l'Antiphonaire de León», *Archivos Leoneses*, 8, 1954, 258-287 (cf. esp. pp. 267-273).

del texto reproducido en el manuscrito *Cotton Caligula* es el 687, 688 ó 689 (los tres aparecen mencionados como ejemplos en diversas cálculos), mientras que el del Antifonario de León sería el 806 y el del manuscrito de París el 817.

No nos interesa ahora plantear el problema de la relación exacta que existe entre los tres textos aludidos sino llamar la atención sobre algunos pasajes de interés para la historia de la astronomía que aparecen en el manuscrito de París y en el Antifonario de León. Es más que probable que estos textos se remonten, efectivamente, a la época visigoda, una etapa oscura en la historia de la astronomía española debido a la escasez de fuentes⁴, y los tratados de cómputo pueden proporcionarnos algunos indicios acerca de las ideas vigentes sobre todo en lo relativo a los movimientos del Sol y de la Luna y, más raramente, sobre los movimientos planetarios⁵. Empezaremos, no obstante, por llamar la atención sobre un pasaje curioso del texto más antiguo: el que aparece en el manuscrito *Cotton Caligula*. En su folio 75 v podemos leer la siguiente lista numérica:

Oct(ober) II habet litteram. No(u)em(ber) V. Mai(us) III.
Dec(ember) VII. Iun(ius) VI. Jan(uarius) II. Iul(ius) I. Feb(rua-
rius) V. A(u)g(ustus) IIII. Mar(tius) V. Sep(tember) VII. Ap(ri-
lis) I.

Esta serie de *litterae* o características de los meses del año aparece en otras fuentes hispánicas posteriores y parece encontrarse también en fuentes árabes que remontan al siglo VIII, o sea, a los mismos orígenes de la astronomía islámica⁶. Su función es clara: si partimos de que el mes de enero tiene característica 2, esta cifra representará la feria correspondiente al 1 de enero de un año de-

⁴ La única figura relativamente bien estudiada es la de Isidoro de Sevilla gracias, sobre todo, a los esfuerzos de Jacques Fontaine. De entre la copiosa producción de este autor entresacamos únicamente su artículo «Isidore de Séville et l'astrologie» en *R.E.L.* 31, 1953, 271-300. Cf. también Julio SAMSÓ, «Astronomica Isidoriana», *Faventia* 1, 1979, 167-174.

⁵ Como ejemplo de ensayos similares al que presentamos aquí cf. Julio SAMSÓ, «Alfonso X y los orígenes de la astrología hispánica», *Estudios sobre Historia de la Ciencia Árabe* editados por Juan Vernet, Barcelona, 1980, pp. 83-114 (cf. esp. pp. 105-110); J. MARTÍNEZ GÁZGUEZ y J. SAMSÓ, «Astronomía en un tratado de cómputo del siglo XIII», *Faventia*, 4, 1982, 45-65.

⁶ J. SAMSÓ, «Tres notas sobre astronomía hispánica en el siglo XIII», *Estudios sobre Historia de la Ciencia Árabe* editados por Juan Vernet, Barcelona, 1980, 167-179 (cf. especialmente pp. 170-174).

terminado. Tomemos como ejemplo el año 1983 en el que el 1 de enero fue sábado. Tendremos entonces que para este año Sábado = 2, Domingo = 3, Lunes = 4, Martes = 5, Miércoles = 6, Jueves = 7, Viernes = 1. Podremos, por tanto, comprobar fácilmente que, en el año 1983, el 1 de octubre fue también sábado, el 1 de mayo domingo, el 1 de agosto lunes, los días primeros de febrero, marzo y noviembre martes, el 1 de junio miércoles, los días primeros de septiembre y diciembre jueves y los de abril y julio viernes.

Estas series numéricas, cuando se formulan de manera más elaborada, tienden a dar un valor único a cada una de las *litterae* y considerar, por ejemplo, Lunes = 1, Martes = 2... Domingo = 7. Para ello utilizan el ciclo solar de 28 años ($28 = 7$ días de la semana \times 4 años del ciclo bisiesto), al cabo de los cuales coinciden de nuevo ferias y fechas de un mes determinado. Es el caso, por ejemplo, de la *Tabula ad inveniendum quota feria intret quilibet mensis romanorum solaris* que aparece en la versión latina de las tablas astronómicas de al-Jwarizmi, que fueron bien conocidas en la España musulmana a partir de c. 850⁷. Si comparamos las *litterae* del manuscrito *Cotton Caligula* con las que aparecen en la citada tabla de al-Jwarizmi podremos comprobar fácilmente que:

- Las *litterae* de nuestro manuscrito comprendidas entre enero y septiembre coinciden con las que corresponden al año 28 del ciclo en la tabla de al-Jwarizmi.
- Las *litterae* correspondientes a los meses comprendidos entre octubre y diciembre corresponden, en la tabla de al-Jwarizmi, al año 1 del mencionado ciclo solar de 28 años.

La causa de esta anomalía aparente resulta fácil de explicar: la tabla de al-Jwarizmi, computada en Bagdad, utiliza el calendario siríaco en el que el año empieza en octubre (*Tisrin I*). Un año juliano, como el que presupone el manuscrito *Cotton Caligula*, cabalga, por consiguiente, entre dos años siríacos: del primero toma los meses enero-septiembre, y del segundo octubre-diciembre. Es normal, por consiguiente, que las nueve primeras *litterae* correspondan

⁷ H. SUTER, *Die astronomischen Tafeln des Muhammed ibn Musa al-Khwarizmi in der Bearbeitung des Maslama ibn Ahmed al-Madjriti und der latein. Uebersetzung des Athelhard von Bath*, Kopenhagen, 1914, p. 114.

al último año (28°) del ciclo solar y las tres restantes al año siguiente que será el primero del ciclo solar que le sigue.

Es bien sabido, hoy, que los astrónomos árabes orientales conocieron la tradición computística de la Iglesia oriental y que se preocuparon por determinar la fecha de la Pascua cristiana⁸. En este sentido nada tiene de particular la coincidencia entre las *litterae* de nuestro manuscrito y las que aparecen en la tabla de al-Jwarizmi. Conviene señalar, no obstante, la posibilidad de que nuestra lista de *litterae* derive asimismo de la tradición computística oriental, a saber, de una fuente que utilice un calendario que haga coincidir el principio del año con el 1 de octubre. Obsérvese simplemente el curioso orden en el que se nos enuncian las *litterae*, que hace pensar que la fuente utilizada por el autor del texto disponía nuestra lista de la manera gráfica siguiente:

	Octubre II	
Noviembre V		Mayo III
Diciembre VII		Junio VI
Enero II		Julio I
Febrero V		Agosto IV
Marzo V		Septiembre VII
	Abril I	

Obsérvese que, en la disposición anterior, el año parece iniciarse en octubre y que la agrupación de los meses no resulta caprichosa ya que aparecen enfrentados los solsticios (diciembre-junio) y los equinoccios (marzo-septiembre).

Más prolijos y enjundiosos, dentro de la modestia de los materiales que nos ofrece este tipo de fuentes, son los *argumenta Quotus sit annus cycli solaris annoru(m) uiginti et octo* y *Quomodo inueniatur bissextum* que editamos a continuación a partir del manuscrito N.A.L. 2169 de la B.N. de París (fols. 6 r-7 r) recogiendo, en el aparato crítico, las variantes del Antifonario de León⁹. Para facilitar las referencias del comentario hemos introducido en el texto una división en apartados.

⁸ George A. SALIBA, «Easter Computation in Medieval Astronomical Handbooks», *Al-Abhath*, 23, 1970, 179-212. Reimpresión en E. S. KENNEDY, colleagues and former students, *Studies in the Islamic Exact Sciences* (Beirut, 1983), pp. 677-709.

⁹ Pp. Benedictinos de Silos, *Antiphonarium Mozarabicum de la Catedral de León*, León, 1928.

- 1 QUOTUS SIT ANNUS CYCLI SOLARIS ANNORUM
 UIGINTI ET OCTO ¹⁰./ Si nosse uis in quolibet anno quodtus
 sit annus in circulo solis qui per XXVIII annis uoluitur, summe
 annos ab incarnatjone domini qui occurrunt, ab eis semper sub-
 5 traæ (*sic*) III aut adice/ XXV sicque postmodum summam ip-
 sam per XXVIIIa parte ad competentem numerum liquidius /
 diuideus et quod remanserit solis cyrculum esse pronuntiabis.
 si uero partjendo nil / superaerit, XXVIII est solis cyrculus
 sicque ad primum redis./
- 2 Si nosse uis unde fit bissextus, ita inuenies: annus abet
 10 dies CCCLXV, id est, horas IIIICCCCLXXXIII./ dies uero ha-
 bet oras XII. parti ergo horas IIIICCCCLXXXIII quas annus
 habet per XIIa parte secundum quod de XII orarum spatjo
 concluditur et dicebis duodecies CCC, IIIDC, superant
 DCCLXXXIII // *fol. 6v* // et iterum dicebis duodecies LX,
 15 DCCXX, supersunt LXIII, et tertjo dicis duodecies V, LX /
 superant III horas quod est quarta pars dei que dicitur, id est,
 quod si ipsas III horas / ad dies CCCLXV superaddite non
 fuerint minime uidetur annus impleri, set ubi adiciende / sunt
 ipse III hore nisi anni singulis in kalendis ianuariis.

2 uiginti et octo P: XXVIII L in quolibet P: in quoliuet
 quodtus P: quotus L 3 annis P: annos L incarnatjone
 P: incarnatione L 4 ab eis semper subtraæ III aut adice
om. L 5 canonicos XXV L 7 cyrculum P: circulum L 8
 partjendo nil P: partiendo nihil L superaerit P: supera-
 berit L 9 inuenies P: inuenies L abet P: habet L 10
 IIIICCCCLXXXIII P: quattuor mil CCCLXXXIII L 11
 oras P: horas L IIIICCCCLXXXIII P: IIIMCCCLXXX-
 IIII L 12 de XII P: dies XII L de *om.* L orarum
 spatjo P: horarum spatjo L 13 duodecies P: duodecis L
 IIIDC P: IIIMDCI L 15 tertjo P: tertio L 16 quod P:
 que L 18 annus P: annos L set P: sed L 19 anni P:
 annis L kalendis ianuariis P: kalendas ianuaris L

¹⁰ Por lo que hace al aparato de variantes, con la letra P designamos el texto del ms. que editamos, el Parisinus, Nouv. Acq. lat. 2169, y con la L, el Antifonario, el ms. n.º 8 del Archivo de la Catedral de León, que nos sirve el texto paralelo.

3 ITEM QUOMODO INUENIATUR BISSEXTUM./

Zodiacum circulum ab antiquis in trecentis LX partibus diuisum fuisse manifestum est / quia XII signa que in eo sunt singula tricenas partes habent, duodecies enim triceni /
 5 CCCLX faciunt. set dum solis ast <r> um tarditate in trecentis LX diebus easdem partes / peragrare minime posse uideretur, addite sunt ei quedam particulae quibus abiectis / supple-
 10 menta XIII ex quibus conpaginantur in XXXa / diebus et decem semis hore. in decem semis horis sunt momenta XL, XX, ipsa in / XII partes diuisa faciunt unicuique signo addantur momenta XIII: duodecies / enim XIII, CCCXX sunt quod
 15 sunt hore ut superius dictum est XI, ex ipsis X horis et dimedia / concrescunt hore per totum annum, CXXVI, duodecies enim deni CXX faciunt et duodecies / <enim> VI horas faciunt. que ore dum per die diuise fuerint ita dumtaxat ut unus
 20 quisque dies cum / nocte sua XXIII horas abet, fiunt quinque dies et VI horas que remanent quia nec con/putari nec leguntur nec sole in uno anno diem facere possunt additis aliis VI, / que eis in alio anno adiciuntur et tertjis VI que eis in tertjo anno adiciuntur / quartis

1 Item *om.* L 2 circulum P: cyrculum L 3 XII P: duodecies L 5 CCCLX P: tricentos LX L set P: sed L astum P: astrum L 6 uideretur P: aderetur L 7 particulae P: particule L abiectis P: adiectis L 8 circuli P: cyrculi L 10-11 et decem semis hore *om.* L 11 horis P: hore L XL P: XXXX L 12 ipsa P: in ipsa L unicuique P: ut unicuique L 14 superius P: supra L XI *om.* L dimedia P: dimidia L 15 hore P: ore L 16 enim *om.* L 17 per die *om.* L diuise P: perdiuise L 18 abet P: abeat L quinque P: V L 19 horas P: quinquies enim XXIII, CXX faciunt. Sex uero ore L 20 uno P: hunc L additis aliis VI P: addictis alii sex L 21 tertjis VI P: tertius sex L tertjo P: tertio L

VI que eis in quarto anno adiciuntur, efficiunt XXIII horas et est dies unus cum nocte sua que bissextum uocant et est causa

quinque dierum et quadrantis / qui super CCCLX partes ad-
crescunt./

- 5 4 Luna uero secundum quorundam opinionem signiferi ambitu
percurrere dicitur XXVII diebus, / VIII horis, ita uidelicet ut
in uno quoque signo moretur duobus diebus et semis¹¹ horis /
et bisse unius hore, sed hanc eorum opinionem infirmat sagacis-
sima indagatio / philosophorum que dicunt hoc: luna itineris con-
10 ficere in VIII horis quod sol conficit in V diebus./ nisi enim
duobus diebus et senis horis et bisse unius hore aliquid addatur,
nequaquam poterit credi / hoc lunam peragere in VIII horis
itineris quod sol peragit in V diebus, si ergo duobus diebus
et / senis horis et bisse unius hore addantur, ostenta quinque,
15 momenta duo et sexta pars / momenti <et duodecima pars os-
tenti>¹² non inconuenienter poterit tunc uideri unum lunarem
habet XXVII dies, VIIIem / horas, XXVI momenta et unum
ostentum. ex binis enim diebus et senis horis efficiuntur dies
XXVII / et ex ea parte hore que bisse appellatur et ex quinque
20 ostentis efficiuntur momenta / VIII hore, ex duobus ergo mo-
mentis et VI parte momentis et XIIa partem ostenti efficiuntur
/ momenta XXVI et ostentum./

1 VI P: sex L efficiunt P: efficiuntur L 2 que P: quem
L 5 luna P: lunam L 6 VIII P: octo L 7 uno quoque P:
unoquoque L semis horis P: senis oris L 8 infirmat P: ad-
firmat L 9 indagatio philosophorum que P: indagatio philosopho-
rum qui L luna P: lunam L 10 VIII horis P: VIII oris
L V P: quinque L 11 hore P: ore L 12 horis P: oris L
14 hore P: ore L ostenta P: hostenta L 15 duo P: II L
momenti P: momenti et duodecima pars hostenti L 16 unum
P: annum L 17 habet XXVII P: habere XXVIII L 18
ostentum P: hostentum L 19 et *om.* L bisse P.: bis-
sex L et *alterum etiam om.* L 20 VIII P: nouem L
duobus P: II L ergo *om.* L 21 VI P: sexta L momen-

¹¹ La lectura que hacemos del ms. es *semis*, pero la lógica del texto y la comparación textual con L nos hacen pensar que habría que corregir esta forma por *senis*.

¹² Creemos oportuno hacer esta adición al texto original por dos razones: porque la reconstrucción del cálculo (*uide infra* el comentario al apartado 4) así lo hace suponer, y porque el mismo texto de P nos surte de un pasaje paralelo, concretamente en la línea 20 de nuestra edición (*...et XIIa partem ostenti...*).

tis P: momenti L 21 XII a partem ostenti P: duodecima
parte hostenti L 22 ostentum P: hostentum unum L

- 5 Annus enim solaris habet ut superius dictum est CCCLXV
et unum quadrantem. annus uero lunaris abet / XXVII
<dies>, horas VIIIem, momenta XXVI, ostentum unum.
uideamus ergo quomodo fit quod / in nobem horis hoc luna
5 peragat itineris quod sol in V diebus percurrit. sunt igitur in
anno / lunari hore DCLVIIem, momenta XXVI et ostentum
unum. sunt ergo in trecentis LXV diebus // fol. 7r // et senis
horis quod est annus solis quinarium LXXIII remanentibus sex
horis./
- 10 In sexigentis uero quinquaginta et VII horis et XXVI mo-
mentis et ostento sunt nouenarii / nihilominus LXXIII rema-
nentibus XXVI momentis et uno ostento. [sunt nouenarii nichi-
lominus / LXXIII, remanentibus XXVI momentis et uno
ostento.] quod enim in CCCLX diebus peragit sol itineris, / hoc
15 luna facit in XXVII diebus et quod ille in V, hoc ista in VIII
em horis et quod ille in VI horis / que faciunt momenta
CCXXXX¹³, hoc ista in XXVII momentis et uno ostento. ideo
enim bisset et ostenta / et momenta singillatim suis nominibus
nuncupata posuimus nec ea in unum collecta malorum particu-
20 larum nuncupationem pertriximus ut dum singula minutatim per
ordinem adponuntur / et propere nominibus nuncupatus faci-
liorem legenti intelligentie aditum prebeant.

1 ante CCCLXV, dies habet L 2 abet P: abet L 3 os-
tentum P: hostentum L unum om. L 4 fit P: fiat L no-
bem P: nouem L 5 itineris P: itineri L V P: quinque L
6 DCLVIIem P: DCL et VII L ostentum P: hostentum
L 8 horis P: oris L solis P: solaris L remanentibus P:
manentibus L 10 quinquaginta P: L L 11 ostento P: hos-
tento L nihilominus P: nihilominus L 12 ostento P: hos-
tento L 12-14 sunt nouenarii ... et uno ostento om. L 14
CCCLX P: trecentos LX L peragit sol ... XXVII diebus
om. L 15 V P: quinque L ista P: hista L 17 XXVII
P: XXVI L ostento P: hostento L 19 malorum P: ualor-
um L 20 nuncupationem pertriximus P: nuncupatione pers-

¹³ La lectura del ms. indica, a nuestro parecer, la cifra CCXXX, pero la ló-
gica del cálculo hace suponer una cifra distinta: CCXXXX.

trinxiimus L 21 adponuntur P; opponuntur L 21 prope-
rius P: propiis L nuncupatus P: nuncupatur L 22 intelle-
gentje P: intellegentie L

Comentario

§ 1. Este apartado presenta escaso interés astronómico y sólo lo reproducimos aquí para conservar la unidad del *argumentum*. Se trata del procedimiento bien conocido para determinar el lugar que ocupa un año determinado dentro del ciclo solar de 28 años, al que nos hemos referido antes. Según el texto se opera de la manera siguiente:

— Toma el número del año correspondiente a la era de la Encarnación y le resta 3 o le suma 25.

— Divide el resultado por 28.

— El resto indicará el número de orden que ocupa el año dentro del ciclo. Si el resto es 0, se tratará, evidentemente, del año 28° del ciclo.

Del enunciado de esta regla deducimos inmediatamente que el año 3 d.C. fue un último año de un ciclo ya que:

$$\begin{aligned}3 + 25 &= 28 \\28 : 28 &= 1. \text{ Resto } 0\end{aligned}$$

Por tanto, el primer año del ciclo siguiente fue el año 4 d.C. El ciclo volvió a iniciarse en los años 32, 60, 88, etc. Estos años son bisiestos y, a primera vista, su elección como primeros años del ciclo solar es anómala ya que, en estos años, el 1 de enero es martes y lo habitual es utilizar ciclos en los que el 1 de enero del primer año coincida con un domingo o un lunes. Esta anomalía aparente se resuelve si consideramos que la regla parte, efectivamente, de la era de la Encarnación según la cual el primer día del año será el 25 de marzo. El ciclo, pues, no se inicia el 1 de enero de los años 4, 32, 60, 88, etc., sino el 25 de marzo de los años 3, 31, 59, 87, etc., d.C., años en los que la mencionada fecha coincide siempre con un lunes.

§ 2. Aquí se nos expone simplemente que el año solar juliano tiene una duración de 365 días y cuarto pero la formulación tiene interés por más de un concepto. Afirma, en primer lugar, que 365 días equivalen a 4.383 horas *dobles* («dies uero habet oras XII»): fácil-

mente comprobaremos que, en realidad, 365 días contienen 4.380 horas dobles, con lo cual en 4.383 horas ha introducido ya las tres horas suplementarias de la fracción. Recordemos aquí que el uso de una hora doble tiene un antecedente claro en la astronomía babilónica (*danna*) y que el llamado «Papiro de Eudoxo», de principios del siglo II a.C., parece aludir a ellas¹⁴. Igualmente el cómputo etiópico, que tiene un claro origen alejandrino por lo que no deben extrañar las coincidencias con el cómputo visigodo, utiliza un sistema de horas dobles (*gize*) y Neugebauer ha llamado la atención sobre un pasaje de un tratado de cómputo en el que se especifica, al igual que en nuestro texto, que el valor de la fracción es de 3 y no de 6 horas¹⁵.

Divide, a continuación, 4383 h. por 12 con lo que obtendrá un cociente de 365 días y un resto de 3 horas. La mecánica de la operación resulta fácil de entender y sigue el proceso siguiente:

$$1) \quad 4383 : 12$$

$$\begin{aligned} \text{Primer cociente: } & 300 \\ 300 \times 12 = & 3600 \\ 4383 - 3600 = & 783 \end{aligned}$$

$$2) \quad 783 : 12$$

$$\begin{aligned} \text{Segundo cociente: } & 60 \\ 60 \times 12 = & 720 \\ 783 - 720 = & 63 \end{aligned}$$

$$3) \quad 63 : 12$$

$$\begin{aligned} \text{Tercer cociente: } & 5 \\ 5 \times 12 = & 60 \\ 63 - 60 = & 3 \end{aligned}$$

El cociente final será la suma de los tres cocientes parciales: $300 + 60 + 5 = 365$. El resto definitivo será el tercer resto que acabamos de hallar: 3 horas. Puede comprobarse, por consiguiente, que el procedimiento utilizado para dividir es equivalente al que se encuentra en uso hoy en día ya que los tres cocientes parciales son, simplemente, las cifras correspondientes a las centenas, decenas y unidades del cociente definitivo.

Una última observación a este apartado concierne al pasaje final («set ubi adiciende sunt ipse III hore nisi anni singulis in k(a))(en).

¹⁴ O. NEUGEBAUER, *A History of Ancient Mathematical Astronomy*, Berlín-Heidelberg-Nueva York, 1975, p. 688 n. 8.

¹⁵ O. NEUGEBAUER, *Ethiopic Astronomy and Computus*, Österreichische Akademie de Wissenschaften. Philosophisch-Historische Klasse, Sitzungsberichte, 347 Band.-Wien, 1979, pp. 168-170.

d(i)s i(a)n(ua)r(ii)s») que parece ser una alusión a la costumbre hispánica, conservada por los mozárabes, que intercalaba el día suplementario correspondiente a los años bisiestos a fin de diciembre. El *Calendario de Córdoba*, por ejemplo, afirma que esto es un hábito propio de los *cayam* (los «bárbaros», no árabes, que hablan romance)¹⁶. Conviene insistir en el interés que presenta el testimonio de nuestro manuscrito ya que el carácter hispano de la intercalación a fin de diciembre ha sido puesto en duda por Neugebauer¹⁷, quien se ha basado en la generalización de Abraham b. 'Ezra, que atribuye tal costumbre a los «christiani in terra sarracenorum»¹⁸.

§ 3. En este apartado se nos introduce otro concepto curioso: el Zodíaco se divide en 360° y en 12 signos de 30° cada uno. La coherencia exigiría, por tanto, que el sol recorriera estos 360° en 360 días. No obstante, el sol, debido a la lentitud de su movimiento, no es capaz de recorrer la Eclíptica en sólo 360 días. Es preciso añadir una cantidad al número anterior de días para hallar la duración del año solar.

Tenemos, pues, lo que parece ser una alusión nostálgica a un año solar de 360 días que aparece documentado en Egipto entre el año 2100 y el 1800 a.C.: el calendario civil dividía el año en 36 décadas de diez días cada una¹⁹. Del mismo modo el *Libro de Enoch* etiópico contiene una referencia a un año de 360 «días», por más que, en este último caso, Neugebauer²⁰ interpreta que se trata de una alusión a una división sexagesimal del año sidéreo que constaría de 360 *partes* que no corresponden a lo que se entiende por días. Algo similar podemos interpretar en nuestro texto: si partimos de un año dividido en 360 *partes*, ¿en cuánto excede cada una de estas *partes* a un día natural?

La respuesta es 14 *momenta*. Dado que los computistas dividen la hora en 40 *momenta*, cada *momentum* equivaldrá a 1.5 minutos y 14 *momenta* serán 21 minutos. Resulta fácil de comprobar que:

¹⁶ R. DOZY-CH. PELLAT, *Le Calendrier de Cordoue*, Leiden, 1961, p. 17.

¹⁷ O. NEUGEBAUER, *The Astronomical Tables of al-Khwarizmi. Translation with Commentaries of the Latin Version edited by H. SUTER supplemented by Corpus Christi College MS 283*, Kobenhavn, 1962, pp. 11-13 y 224, n. 25.

¹⁸ J. M.^a MILLÁS VALLICROSA, *El libro de los fundamentos de las tablas astronómicas de R. Abraham ibn 'Ezra*, Barcelona, 1947, p. 74.

¹⁹ NEUGEBAUER, *History of Ancient Mathematical Astronomy*, pp. 560-561.

²⁰ NEUGEBAUER, *Ethiopic Astronomy and Computus*, p. 231.

$$21 \text{ minutos} = \frac{365 \text{ d.} \times 24 \text{ h.} \times 60 \text{ m.} + 6 \text{ h.} \times 60 \text{ m.}}{360}$$

El texto implica, a continuación, la multiplicación:

21 m. \times 30 d. = 10 h. 30 m. (así hay que interpretar el «decem semis hore» que aparece dos veces en el pasaje).

10 h. 30 m. será, por tanto, el tiempo acumulado en un mes de 30 días, o sea la cantidad en que 30 *partes* exceden a 30 días naturales. Este lapso de tiempo se expresa también en *momenta* cuando el texto señala que «in decem semis horis sunt momenta XL XX». Parece claro que hay que interpretar XL XX como 420 (esta cifra aparecerá unas líneas más abajo correctamente expresada como CCCCXX). En efecto:

$$\begin{aligned} 10 \text{ h. } 30 \text{ m.} &= 630 \text{ m.} \\ 630 \text{ m.} : 1.5 \text{ m.} &= 420 \text{ momenta.} \end{aligned}$$

No alcanzamos, en cambio, a penetrar el sentido de la frase que sigue: «in decem semis horis sunt momenta XL XX, ipsa in XII partes diuisa faciunt unicuiq(ue) signo addantur momenta XIII: duodecies enim XIII, CCCCXX sunt quod sunt hore ut superius dictum est XI». No parece tener mucho sentido dividir 420 *momenta* por 12 y si realizáramos la operación obtendríamos 35 (no 14). Obviamente, 12 multiplicado por 14 no es 420 sino 168. Lo único valioso aquí es la cifra CCCCXX que confirma la interpretación que hemos propuesto de XL XX. Tampoco 420 *momenta* son 11 horas sino diez horas y media, tal como hemos visto antes.

La operación que sigue vuelve a tener coherencia. Multiplica las 10 h. 30 m. por 12 meses obteniendo 126 h. que equivalen a los 5 d. y 6 h. que deben añadirse a 360 d. para obtener un año juliano de 365 d. y 6 h. El texto detalla la operación:

$$\begin{aligned} 12 \times 10 \text{ h.} &= 120 \text{ h.} \\ 12 \times 0,30 \text{ h.} &= 6 \text{ h.} \end{aligned}$$

El producto final será el resultado de la suma de los dos productos parciales:

$$120 \text{ h.} + 6 \text{ h.} = 126 \text{ h.}$$

Conviene señalar aquí que, al revés de lo que ha hecho en el § 2,

el autor está utilizando horas simples y no horas dobles [«et un(us) quisq(ue) dies cum nocte sua XXIIII horas habet»].

§ 4. Este apartado es, quizás, el más interesante de todo el conjunto que estamos comentando pues en él se nos presenta un nuevo parámetro para la duración del mes trópico lunar del que no conocemos precedentes. El texto empieza por enunciar el parámetro habitual en los tratados de cómputo para la duración del mes trópico: 27 días y 8 horas, que constituye una aproximación aceptable al valor correcto (27 días 7 horas y 43 minutos). A continuación se señala que la luna permanece en cada signo 2 días, 6 horas y dos tercios (*bisse*) de hora, lo que es correcto ya que:

$$\frac{27 \text{ d. } 8 \text{ h.}}{12} = 2 \text{ d. } 6 \text{ h. } 40 \text{ m.}$$

Ahora bien, el parámetro anterior está en desacuerdo con la *sagacissima indagatio filosoforum*, según la cual la luna recorre en 8 horas (corregido más adelante en 9 horas, que es el valor correcto) la misma distancia que el sol en 5 días. En efecto, partiendo de un mes trópico de 27 d. 8 h., la luna recorrerá en 9 h.:

$$\frac{9 \text{ h.} \times 360^\circ}{27 \text{ d. } 8 \text{ h.}} = 4;56,20^\circ \quad (1)$$

Mientras que el sol recorrerá en 5 d.:

$$\frac{5 \text{ d.} \times 360^\circ}{365,25 \text{ d.}} = 4;55,41^\circ \quad (2)$$

Ambos valores son muy próximos pero no idénticos. Por ello, el autor del texto se propone obtener un mes trópico algo más largo con el fin de que la velocidad media de la luna resulte algo inferior y pueda obtenerse un valor más próximo a (2) que (1). Añade, por tanto, 5 *ostenta*, 2 *momenta* y 1/6 de *momentum* a cada período de tiempo que la luna tarda en recorrer un signo zodiacal. Dado que un *ostentum* equivale a un minuto y un *momentum*, tal como hemos visto antes, a un minuto y medio, el valor a añadir será:

$$5 \text{ m.} + 3 \text{ m.} + 15 \text{ s.} = 8 \text{ m. } 15 \text{ s.}$$

De acuerdo con el nuevo parámetro la luna recorrerá un signo zodiacal en:

$$2 \text{ d. } 6 \text{ h. } 40 \text{ m. } + 8 \text{ m. } 15 \text{ s.} = 2 \text{ d. } 6 \text{ h. } 48 \text{ m. } 15 \text{ s.}$$

Multiplicando por 12 la cantidad anterior obtendremos la duración del nuevo mes trópico lunar:

$$2 \text{ d. } 6 \text{ h. } 48 \text{ m. } 15 \text{ s.} \times 12 = 27 \text{ d. } 9 \text{ h. } 39 \text{ m.}$$

Ahora bien, el texto latino no nos da exactamente este parámetro sino 27 d. 9 h. 40 m. (ya que «XXVI momenta et unu(m) ostentum» equivalen a 40 m.). Por otra parte este último valor viene confirmado por el desarrollo de la multiplicación tal como nos aparece en el texto:

$$\begin{aligned} 2 \text{ d. } 6 \text{ h.} \times 12 &= 27 \text{ d.} \\ [bisses \text{ horae} (= 40 \text{ m.}) + 5 \text{ ostenta}] \times 12 &= 540 \text{ m.} = 9 \text{ h.} \\ (2 \text{ momenta} + 1/6 \text{ ostentum} + 1/12 \text{ ostentum}) \times 12 &= 26 \text{ mo-} \\ &\text{menta} + 1 \text{ ostentum} = 40 \text{ m.} \end{aligned}$$

Parece claro, pues, que 27 d. 9 h. y 40 m. es el nuevo parámetro para la duración del mes trópico que ha sido obtenido en nuestro texto y que es preciso corregir la primera formulación del lapso de tiempo a añadir a lo que la luna tarda en recorrer cada signo zodiacal: a «ostenta quinque, momenta duo et sexta pars momenti» debe añadirse «et XII^a pars ostenti».

Señalemos finalmente que no hemos conseguido descubrir quiénes son los *philosophi* que afirmaron una verdad aproximadamente cierta (la luna recorre en 9 h. la misma distancia que el sol en 5 d.) que, al ser tomada no como una aproximación sino de manera literal, motivó la aparición de un parámetro para la duración del mes trópico lunar que es mucho más inexacto que el tradicional de los tratados de cómputo (27 d. 8 h.).

§ 5. En este apartado el autor anónimo procederá a comprobar la utilidad del nuevo parámetro para la igualdad:

$$\text{Camino recorrido por el sol en 5 d.} = \text{camino recorrido por la luna en 9 h.}$$

Para ello empieza por realizar ciertos escarceos de carácter numérico. En primer lugar afirma correctamente que:

1 año (= mes trópico) lunar = 657 h. 26 *momenta* y 1 *ostentum*

A partir de aquí juega con el hecho de que 657 h. (del mes lunar) y 365 d. (del año solar) tienen un divisor común en 73:

— En un año solar hay 73 *quinarii* (ya que $365 \text{ d.} : 5 = 73$) y 6 horas.

— En un mes lunar hay 73 *nouenarii* (ya que $657 \text{ h.} : 9 = 73$), 26 *momenta* y un *ostentum*.

Lo anterior parece sugerirle la idea de dividir año solar y mes lunar trópico en dos partes desiguales que se correspondan dos a dos: el sol recorrerá en sus 73 *quinarii* lo mismo que la luna en sus 73 *nouenarii*; del mismo modo el sol recorrerá en 6 h. lo mismo que la luna en 26 *momenta* y un *ostentum* (o sea 40 m.). Esto no se encuentra especificado en el texto pero es, posiblemente, el origen de las tres afirmaciones que siguen y que sí nos detalla el *Computus*:

— El camino recorrido por el sol en 360 días = camino recorrido por la luna en 27 días.

Aquí tenemos una nueva alusión al año de 360 días (cf. *supra* § 3). Por lo demás, la afirmación es aproximadamente correcta ya que el sol recorre en 360 días, 354; 49, 32°, mientras que la luna recorre en 27 días 354; 42, 31°.

— El camino recorrido por el sol en 5 días = camino recorrido por la luna en 9 horas.

Esta es, precisamente, la afirmación de la que habíamos partido en § 4. Obviamente, con el nuevo parámetro del mes trópico lunar, se obtiene una aproximación mucho mejor que con el tradicional (27 d. 8 h.) ya que, como hemos visto, el sol recorre en 5 d. 4; 55, 41° mientras que la luna recorrerá en 9 h. 4; 55, 35° (frente a los 4; 56, 20° que se obtenían con el parámetro tradicional). El autor del texto, sea quien fuere, no debió aproximar más allá de los minutos y se sintió, sin duda, sumamente feliz con el resultado obtenido que, por lo que parece una coincidencia afortunada, encajaba perfectamente con la división tripartita del año solar/mes lunar y con el sistema de correspondencias dos a dos que propone. Indudablemente debió considerar este hecho como la mejor prueba de la validez del nuevo parámetro. Sólo nos queda comentar su tercera afirmación:

— El camino recorrido por el sol en 6 h. = el camino recorrido

por la luna en 26 *momenta* (el texto lleva 27 por error) y 1 *ostentum*, ó sea 40 minutos.

Aquí el grado de aproximación obtenida es mucho menor ya que en 6 h. el sol recorre 0; 14, 47°, mientras que la luna atraviesa 0; 21, 54° en 40 m.

Conclusiones

Resumamos brevemente los resultados obtenidos que, obviamente, no son espectaculares: hemos encontrado un eslabón más de la transmisión de la serie numérica que regula la determinación de la feria del primer día de cada mes. Hay algún indicio que permite sospechar que la fuente directa o indirecta de esta serie, tal como aparece en el ms. *Cotton Caligula*, fuera un tratado de cómputo oriental que utilizara un calendario en el que octubre fuera el primer mes del año. Por otra parte esta serie se encuentra bien documentada en otras fuentes relacionadas con la tradición árabe: dejando de lado el problema de si el texto del manuscrito *Cotton Caligula* es o no de origen hispánico, queda claro que la mencionada serie numérica no es de origen árabe y debió originarse, como hemos dicho, en un tratado de cómputo cristiano oriental del que la tomaron tanto los astrónomos árabes como los computistas latinos.

Hemos editado, por otra parte, dos *argumenta* del manuscrito de la Biblioteca Nacional de París que tiene un carácter marcadamente hispánico y remonta, posiblemente, a la época visigoda. Lo hemos comentado detenidamente tratando de introducirnos en la mentalidad del computista. Los resultados obtenidos no dejan de ser curiosos: alusiones a un año solar de 360 días o a una división sexagesimal del año en 360 *partes*; uso de horas dobles, conocidas por la astronomía babilónica, por algún texto griego y por el cómputo etiópico; referencias a la intercalación hispánica del día suplementario en los años bisiestos a final de diciembre; un nuevo parámetro para el mes lunar trópico debido a querer llevar a sus últimas consecuencias la *sagacissima indagatio philosophorum* y que lleva al computista a ciertas coincidencias y curiosidades numéricas que le debieron llenar de entusiasmo. Se trata, pues, de un pequeño conjunto de datos que muestra hasta qué punto es conveniente el análisis de otros tratados de cómputo hispánicos si queremos aclarar algo acerca de la tradición astronómica medieval española anterior a la aportación de la astronomía árabe.