

ACTUALIDADE**CALENDARIO, ANO 2000 E NOVO
MILENIO**

CACHAFEIRO CHAMOSA, Luís Carlos
I.E.S. de Pontepedriña
SANTIAGO DE COMPOSTELA

Neste ano de 1999, estase a producir unha auténtica confusión arredor de se o novo milenio comezará no ano 2000 ou haberá que agardar ó 2001 para cerebralo. Fai pouco aparecía na prensa que uns xornalistas estiveron presentes na discusión entre dous auténticos especialistas na materia e que tiñan opinións opostas: un deles era Javier Delgado, presidente do Consello Xeral do Poder Xudicial, e o outro El Rei de España. ¿Qué saberemos nos se nin eles se poñen de acordo?.

Eu non quero rebater a ningún deses prohombres, pero gustaríame poñer diante dos lectores do Boletín das Ciencias, algunha información que puiden recoller arredor do calendario que, en definitiva, é a base na que se fundamenta a data de inicio do milenio.

Por unha parte, sabemos que un calendario é un sistema de organizar a unidade de tempo en períodos extensos. Os calendarios teñen a finalidade de organizar a sociedade en múltiples aspectos, tanto a nivel de traballo (planificar tarefas agrícolas, realizar migracións), de conmemoracións relixiosas, como outras finalidades, por exemplo a de dar unha interpretación cosmolóxica ós cidadáns. Son pois, un elemento fundamental de estabilidade social, polo que resulta imprescindible que o calendario teña unha constancia que supere a unha e varias xeracións. Pero, por outra parte, os calendarios deben ser adaptados cando deixan de servir a esas necesidades e como proba delo dous exemplos ben diferentes: a reforma gregoriana do calendario que tivo lugar bastantes séculos despois de terse detectado erros no anterior. Durante a revolución francesa, instaurouse un novo calendario para facer evidente a ruptura co sistema social anterior.

Para establecer un calendario precísase unha unidade de tempo que se manteña estable e, á vez, unha proba desta estabilidade. A división en anos, meses e días aparece en cáseque todos os calendarios que se teñen feito e que se basean, esencialmente, nos movementos astronómicos: rotación da Terra (día), fases da Lúa

(mes) e traslación da Terra (ano). A principal causa das diferencias entre uns e outros radican en que cada un destes procesos astronómicos, e as unidades correspondentes, non inclúe un número exacto de veces ós outros. Por outra parte, nin sequera corresponden a ciclos absolutamente constantes e a inexactitude dos coñecementos astronómicos motivou os cambios ou reformas dos distintos calendarios.

A maioría dos calendarios combinan dous tipos de numeración: unha cíclica, por exemplo os días da semana, días no mes, dos meses e a outra cronolóxica que toma unha data inicial e continúa secuencialmente, por exemplo a relación dos anos na nosa era.

HISTORIA DO CALENDARIO ACTUAL

Se nos referimos ós calendarios das culturas clásicas (exipcia, caldea, grega) todas elas establecían a división do día en 24 horas, e a maioría tiñan como base o movemento da Lúa.

Durante o tempo de Xulio César e gracias os traballos do astrónomo alexandrino Soxíxenes, estableceuse unha auténtica revolución no calendario de Roma que tiña un calendario baseado no ciclo da Lúa con 10 meses no ano. O **Calendario Xuliano** emprega a traslación terrestre como fenómeno periódico básico. Este calendario implantouse no ano 707 da fundación da cidade de Roma, data tomada como a do inicio do calendario. Por elo, as datas expresadas neste calendario levan a continuación a expresión *a.u.c.* (*ab urbe condita*). Este ano 707 a.u.c. no que se instaurou o calendario xuliano (para nós o ano 47 a. de C.) foi un ano un tanto curioso, pois tivo 445 días e foi coñecido como “ano da confusión”.

No Calendario Xuliano estableceuse que o ciclo base sería de 4 anos dos que 3 serían anos de 365 días e o 4º ano de 366 (ano bisiestro). Cada ano pasaba a ter 12 meses que serían de 30 e 31 días de forma alterna se era bisiestro ($12 \times 30,5 = 366$) e o mes de febreiro de 29 días se o ano non era bisiestro. O ano comezaba no mes abdicado a Marte (*Martius*) e, a proposta de Marco Antonio, o quinto mes (*Quintilis*) pasou a chamarse de Xulio César e aínda conserva o nome (Xullo).

Este calendario demostra un coñecemento moi profundo dos movementos estelares, xa que só ten un erro, por exceso, de 1 día cada 128 anos, isto é un erro de 2 cenmilésimas.

Nos anos posteriores houbo pequenos cambios, dos que podemos lembrar o que impuxo o primeiro emperador romano César Augusto, que non só se quedou con outro mes para si do calendario (*Sextilis*) que aínda o chamamos Agosto. Pero o emperador non quería quedar detrás de César e quixo tamén para si un mes de 31 días. Deste xeito, a secuencia dos meses e días nos anos bisiestos:

Marzo	Abril	Maio	Xuño	Xullo	Agost.	Set.	Out.	Nov.	Dec.	Xan.	Feb.
31	30	31	30	31	30	31	30	31	30	31	30

converteuse en:

Marzo	Abril	Maio	Xuño	Xullo	Agost.	Set.	Out.	Nov.	Dec.	Xan.	Feb.
31	30	31	30	31	30	30	31	30	31	31	29

Polo tanto, a razón de que exista un mes “raro” de 28 días débémola só á vaidade do emperador Augusto.

No concilio de Nicea, no ano 325 da nosa era, estudiáronse distintas cuestións do calendario eclesiástico e nese ano, a data do equinocio de primavera coincidiu co 21 de marzo e quedou como data fixa e oficial do equinocio. Douscentos anos despois, o monxe Dionisio propuxo poñer para os anos posteriores a referencia ó ano de nacemento de Xesucristo cronoloxía que denominou *ab incarnatione Domini*. Hoxe faise referencia a esta sinalando o ano e colocando un A.D. abreviatura de *Annus Domini* (tamén se usa d.C.). No século VIII, o tamén monxe Beda o Venerable, propuxo tomar o ano de nacemento de Xesucristo como ano I da nosa era empregándoa tamén para épocas pretéritas. Dado que nesa época na Europa cristiá non se usaban, nin sequera se coñecían o 0 nin tampouco os números negativos, a era establece a secuencia ... 2 a.C., 1 a.C., 1 d. C., 2 d.C ... Isto vai ter consecuencias importantes en relación ó problema que queremos resolver. Moitos séculos despois, o astrónomo Johannes Kepler considerou que a data do inicio da nosa era ten un desfase de cinco anos con respecto o ano exacto de nacemento de Xesucristo.

Cando nos últimos anos do século X comezouse a sentir a proximidade dun novo milenio, apareceron multitude de “vendedores” que anunciaban o produto do fin do mundo para o ano M. Eu imaxínome que non lles preocupaba festexar o novo milenio (ó fin e ó cabo tampouco levaban mil anos contando dese xeito) senón que había unha preocupación por iniciar un ano que estivera representado coa última letra da numeración romana. De feito o medo a determinados números non comezou e rematou co ano 1000. Antes da reforma xuliana, en Roma non se empregaban números pares para contar o número de días do ano porque estaba considerado de má sorte. Na Idade Media existían táboas de números perigosos e nos días que correspondían a eses números non conviña enfermarse, nin sequera dar

a luz!. E aínda hoxe moita xente ten fobia e tamén paixón por algúns números. Noutro caso non se explica o interese por celebrar o ano 2000 ou a cantidade de xente que segue os agoreiros do 2000.

Durante toda a idade media a cronoloxía establecida no calendario estaba reducida ós ámbitos eclesiásticos mentres que, a nivel civil, soía poñerse en relación á autoridade correspondente. Desta numeración particular para cada rei, papa ou bispo, aínda temos un exemplo recente na Guerra Española dos anos 1936-1939 que foron chamados, no bando sublevado, como Ano Trunfal, II Ano Trunfal, III Ano Trunfal e Ano da Victoria.

Paulatinamente os cálculos de Soxíxenes sobre a duración do ano mostraban un erro que, logo de máis de 1000 anos, facíase evidente que nin o equinocio da primavera sucedía o 21 de marzo nin as tarefas agrícolas podían seguirse ó longo das sucesivas xeracións sen facer correccións feito que provocaba moitísimos problemas. Entre os intentos de modificación do calendario debemos destacar o de Regiomontano, considerado o maior matemático europeo do século XV, e que aínda que naceu en Konisberg estudou e traballou moito tempo en Italia.

Regiomontano non rematou o traballo e un século máis tarde a Igrexa encargou ós astrónomos Lilio, Clavio e Chacón que propuxeran a modificación do calendario que foi aprobada polo papa Gregorio XIII en 1582 e que introduce as seguintes modificacións ó calendario xuliano.

1. Os anos bisiestos seguen a ser os anos divisibles por 4 pero si son divisibles por 100 deben tamén selo por 400.
2. Do calendario deben eliminarse 10 días para que o 21 de marzo volva a coincidir a data do equinocio de primavera (estaba sendo o 11 de marzo).

O calendario con estas reformas, chamado **Calendario Gregoriano**, foi asumido paulatinamente. Nos estados europeos occidentais aprobáronse entre os séculos XVI e XVIII (na Gran Bretaña non se aprobou ata 1752).

O calendario gregoriano ten, polo tanto, un ciclo de 400 anos. Hai un exceso de 26 segundos por ano o que logo de 3323 anos vai producir un atraso de 1 día ($3323 = 86400/26$). Tense suxerido facer que o ano 4000 e os seus múltiplos non sexan bisiestos. Outra alternativa é a de suprimir como bisiesto un ano cada 128 (e anular a reforma gregoriana). Neste caso o erro sería inferior a un día cada 100 000 anos.

Este calendario ten un uso xeneralizado en todo o mundo, a nivel de relación internacional, aínda que existen outros aproximadamente corenta calendarios que rexen nos respectivos países e comunidades de xeito que, posiblemente, máis da metade dos humanos non chegan a empregar o noso calendario.

CALENDARIO ECLESIAÍSTICO

A Igrexa cristiá moi pronto pasou a ocupar o papel primordial no control do calendario, facéndose responsable por ser o poder terreal máis notable e destacar por riba dos demais poderes en tempo e extensión e pretendendo un certo poder absoluto e universal. O calendario permite establecer normas sobre as actividades a realizar ó longo do ano e sobre os ritos a seguir, como os da coresma e demais festividades relixiosas. Era tanta a importancia que tiña para as autoridades eclesiásticas a harmonía do calendario en toda a cristiandade que o Calendario e a Gramática eran os coñecementos esixidos ó clero. O bispo comunicaba a data da Pascua e os sacerdotes debían calcular exactamente o resto de celebracións.

As festividades relixiosas hoxe son de dous tipos, as que corresponden a un día fixo no calendario, como a Epifanía, e as que se celebran en datas que varían



Tomado do Calendario de J. Rosenbach. Barcelona 1514

dun ano para outro, como a Pascua. A data esencial no calendario cristiá foi a celebración da Pascua que corresponde ó seguinte domingo logo da lúa chea eclesiástica que ten lugar despois do equinocio de primavera. Dise lúa chea eclesiástica porque esa data, calculada a partir dunha serie de táboas, non ten por que coincidir coa lúa chea astronómica.

Para os que queiran saber cando lles coincidirán as vacacións de aquí en diante presentamos un algoritmo para calcular a data ó que corresponde o Domingo de Resurrección. As variábeis son enteiras e, polo tanto, nas divisións só se considera o cociente enteiro. A variábel M dará o número do mes, e D o día en que acae.

$$\begin{aligned} C &= Y/100, \\ N &= Y - 19*(Y/19), \\ K &= (C - 17)/25, \\ I &= C - C/4 - (C - K)/3 + 19*N + 15, \\ I &= I - 30*(I/30), \\ I &= I - (I/28)*(1 - (I/28)*(29/(I + 1))*((21 - N)/11)), \\ J &= Y + Y/4 + I + 2 - C + C/4, \\ J &= J - 7*(J/7), \\ L &= I - J, \\ M &= 3 + (L + 40)/44, \\ D &= L + 28 - 31*(M/4). \end{aligned}$$

Como vemos o calendario eclesiástico emprega un calendario baseado na translación da Terra, pero tamén no movemento da Lúa, movemento estudado polo astrónomo ateniense Metón. Este determinou a duración do mes lunar e estableceu un ciclo de 235 lunacións distribuídas en 12 anos de 12 meses lunares e 7 anos de 13, o que supón 19 anos solares (con novas correccións do propio Metón). Considerando un ano determinado ¿qué posición ocupa ese ano dentro do ciclo de Metón?. Este número, que se obtén do resto da división do ano xuliano por 19, soía aparecer en letras de ouro nos calendarios medievais, razón pola que era coñecido como “áureo número” que non debe confundirse co número áureo $\phi = 1,61..$ nome dado por Leonardo da Vinci. Na reforma do calendario gregoriano houbo correccións ó ciclo de Metón que provocaron novos cálculos para determinar a luación. Por eso a lúa chea eclesiástica non coincide exactamente coa lúa chea astronómica.

OUTROS CALENDARIOS

O calendario chinés está baseado no movemento lunar con anos de 12 meses e seguindo un ciclo semellante ó de Metón. Cada certo tempo precisan facer correccións semellantes á reforma gregoriana. A última tivo lugar no ano 206 a. C. polo que debe ser o máis antigo sen modificacións.

O calendario hindú sorpréndenos pola súa predisposición a contar períodos de anos enormemente grandes. Agrupan os anos nunha serie de grandes etapas (idades de ouro, prata, ferro) que suman 4320 000 anos que é 1 Mahayuga. Xuntando 71 Mahayuga máis un crepúsculo máis unha aurora forman o Aeon de 4320 000 000 anos. Cada ano de Brahma está formado por un Aeon e unha noite de igual duración. A vida de Brahma dura 100 anos e só é un pequeno instante da vida de Sira.

A data do comezo do calendario hebreo é o 7 de outubro do ano 3761 a. de C. data que consideran a do inicio do mundo. Este calendario baséase no movemento da Lúa arredor do Sol e polo tanto supón unha combinación dos calendarios luar e solar o que obriga a realizar unha serie de extensos cálculos que, tendo en conta a dispersión dos hebreos, puido obrigalos a ter un coidado especial polos cálculos matemáticos con consecuencias importantes na súa formación e no desenrolo da cultura científica.

O calendario republicano naceu como xeito de eliminar os restos dun pasado mitolóxico, relixioso e político. Inicia o ano co equinocio de outono (a república proclamouse o 22 de setembro) e nel empregáronse novos nomes e duración para os meses, unha nova cronoloxía, e inclusive cambiou o número de horas do día (10 horas con 100 minutos cada hora e 100 segundos cada minuto). Como vemos todo un cántico ó sistema decimal. Durou de 1793 ó 1805.

A SEMANA

A semana non ten relación con ningún fenómeno astronómico pero si teñen que ver coa Astronomía. Moi posiblemente a semana ten sete días porque sete é o número de corpos estelares que non os veían fixos no ceo. O nome actual da maioría deles conservan esta orixe. En Portugal mudáronse estes nomes por outros máis acordes co poder eclesiástico (segunda feira, terça feira). Tamén nalgúns partes de Ourense empréganse esta forma de chamar ós días.

No calendario xuliano o período dos días da semana era de 28 anos (combinación dos 7 días e os 4 anos posibles en que poden coincidir). Por iso o Ano Xacobeo celébrase en períodos de 5, 6, 11, 5 anos. Pero no calendario gregoriano os períodos son de 400 anos e este é tamén o período dos ciclos de repetición dos días da semana e os días do mes.

CALENDARIO ASTRONÓMICO

Os astrónomos necesitan un sistema de contar as datas que sirva tanto para períodos de tempo moi curtos como moi longos. Para calcular as diferencias entre dous períodos de tempo faise case necesario que as datas veñan dadas de forma

numérica e non é demasiado útil a forma de expresar datas pondo d.C. e a.C. para sinalar antes ou despois da nosa era. Por elo numéranse os anos de xeito positivo e negativo, pero ¿qué facer co 0?. Decidiron, para non modificar o ano actual, tomar o ano 0 astronómico como o ano I a.C. Deste xeito a cronoloxía dos anos anteriores e posteriores a Xesucristo correspóndese do seguinte xeito

Cronoloxía civil	-3 a. C.	-2 a. C.	-1 a. C.	1 d. C.	2 d. C.
Astronómica	-2	-1	0	1	2

Por outra parte para contar o número de días dunha época extensa que abranga períodos anteriores o da nosa era tense empregado a escala de Scalinger, feita en 1583 que xunta o período dos 28 anos obtidos da conxunción da semana cos anos xulianos, o ciclo de Metón e un período de 15 anos que tiñan no Imperio Romano. A data inicial dos tres períodos coincide no ano 4713 a.C. (-4172 astronómico). Contando o número de días transcorridos dende esa data obtemos o número de días xulianos.

Os fenómenos astronómicos da rotación terrestre, da traslación da Lúa e da traslación da Terra non son totalmente estables. Por exemplo a rotación terrestre estase facendo paulatinamente máis lenta principalmente pola fricción das mareas, causada a súa vez pola atracción de Lúa e do Sol. Pero amais pode acelerarse ou retardarse por outras razóns como a dos movementos internos do núcleo terrestre.

O ano tropical defínese polo intervalo medio entre dous equinocios de primavera e corresponde ó ciclo das estacións. Este ano tropical por ser un promedio non coincide de forma exacta co tempo transcorrido entre dous equinocios correspondentes consecutivos.

Para calcular o número de días dun ano tropical pode empregarse a seguinte fórmula aproximada:

$$365.2421896698 - 0.00000615359 T - 7.29 * 10^{-10} * T^2 + 2.64 * 10^{-10} * T^3$$

onde $T = (DX - 2451545.0)/36525$ e DX é o número de días xulianos.

Astronómicamente o día comézase a contar a partir do meridiano 0 e polo tanto, e como ratificou a conferencia de Washington de 1884, os países asinantes comprometéronse a adoptar un día universal que comeza nas 12 horas da medianoite no meridiano de Greenwich. Os países de meridianos entre 0 e -180° adiantanse a este día universal, mentres que os de meridianos entre 0 e -180° retardan a chegada do día.

CONCLUSIÓN

Comezabamos falando do novo milenio. Como vimos, a nosa era iniciouse no ano I e polo tanto, xa que para que transcorra un milenio deben pasar 1000 anos, haberá que agardar ó primeiro de xaneiro do ano 2001 para iniciar o novo século e milenio. Polo tanto as razóns de que escomenze o novo milenio no 2001 non teñen que ver con cardinalidades, nin outras razóns diferentes de que nas datas nas que se estableceu a cronoloxía actual, non chegara a Occidente o número 0 nin os negativos.

Por outra parte, hai moita xente que, aínda coñecendo estes argumentos non queren convencerse e seguen asociando ano 2000 ó novo milenio. Algúns deles teñen a relevancia do máximo cargo xudicial (o terceiro poder do Estado). Como vimos, os calendarios fórmanse a partir de referencias anteriores e son moi estables pero tamén admiten pequenos cambios. As razóns destes cambios puideron ser de todo tipo (vimos o capricho de Augusto). ¿É só a iñorancia ou están a considerar como referencia o calendario astronómico de xeito que ó tomar o seu ano 0 como inicio, o milenio próximo debe comezar no ano 2000?

¿Non haberá unha cruzada pagana para borrar a data do nacemento de Cristo como a do inicio da nosa era e empregar a partir de entón a do calendario astronómico?. ¿Cómo quedará a cuestión no inicio do seguinte século?.

Para o lector que teña curiosidade por coñecer a opinión e actividades do observatorio oficial de Greenwich sobre o ano 2000 pode consultar a páxina Web deste observatorio: <http://www.greenwich2000.com>