

O calendário Gregoriano

Rodrigo Dias Tarsia

Observatório Astronômico, Departamento de Física, ICEX

Universidade Federal de Minas Gerais, C.P. 702, 30161-970, Belo Horizonte, MG, Brasil

Trabalho recebido em 13 de maio de 1994

I. Introdução

Estamos nos aproximando do final do século XX e do segundo milênio. Entretanto, uma pesquisa rápida junto a pessoas de vários níveis de cultura e formação profissional, mostrou-me que uma minoria muito pequena tem alguma idéia não só sobre questões relativas ao nosso calendário, como também que existem outros atualmente em uso por uma parcela grande da população do mundo. O hábito de contar dias e anos está tão arraigado aos conceitos comuns que quase não se questiona como esta contagem é feita, quais suas origens e significado. Este artigo pretende reviver a história do nosso calendário, chamado de Gregoriano, bem como fazer algumas observações sobre ele.

II. Bases de um calendário

Um calendário é um sistema de organização das unidades de tempo, com o objetivo de contá-las por períodos longos, de modo a satisfazer as necessidades e preocupações de uma sociedade.

Os calendários sempre exerceram um papel importante para o planejamento de atividades agrícolas, de ciclos de migração e de eventos religiosos e civis.

Além de servir a propósitos práticos, esse processo

de organização dá um sentido, embora ilusório, de compreensão e controle do tempo. Dessa forma, os calendários servem como ligação entre o Homem e o Cosmo e não é de se estranhar que, ao longo da História, tenham tido um status sagrado e servido como fonte de ordem social e de identidade cultural.

Existem cerca de quarenta calendários atualmente em uso em todo o mundo. Embora alguns sejam baseados em ciclos astronômicos de acordo com regras fixas, outros há, baseados em ciclos repetitivos, sem nenhuma ligação com a Astronomia; alguns definem e contam rigorosamente cada uma das suas unidades, enquanto outros contêm ambiguidades e descontinuidades.

Para calendários com base astronômica, a unidade fundamental pode ser o dia (baseado na rotação da Terra em torno de seu eixo), o ano (baseado na revolução da Terra em torno do Sol) ou o mês (baseado na revolução da Lua em torno da Terra). A complexidade desses calendários é consequência do fato de que esses ciclos não são constantes e nem comensuráveis, uns em relação aos outros.

O ano trópico é, por definição, o intervalo de tempo entre duas passagens sucessivas do Sol pelo Equinócio Vernal.¹ A sua duração é dada por:

$$365^d.2421896698 - 0.000006153597T - 7.2910^{-10}T^2 + 2.6410^{-10}T^3$$

¹O Equinócio Vernal ou Ponto Vernal é o nodo ascendente da Eclíptica sobre o Equador Celeste. A Eclíptica é o plano orbital da Terra; o Equador Celeste é a projeção do equador terrestre na esfera celeste. A passagem do Sol por este ponto, em seu movimento anual aparente, determina o início da primavera (outono) no hemisfério norte (sul).

em que T é o número de séculos de 36 525 dias, decorridos desde 12h de 1 de janeiro de 2000. Entretanto, o intervalo entre duas passagens pode diferir de vários minutos desse valor médio.

O *mês sinódico lunar* é o intervalo de tempo médio levado pela Lua, vista da Terra, para ocupar a mesma posição no espaço em relação ao Sol e corresponde ao ciclo das fases da Lua. Ele tem uma duração dada por:

$$29^d.5305888531 + 0.00000021621T - 3.6410 \cdot 10^{-10}T^2$$

Qualquer ciclo de fase particular pode variar de até sete horas desse valor médio.

As fórmulas acima são aproximações polinomiais (válidas para alguns séculos anteriores e posteriores ao nosso), que descrevem a variação lenta desses ciclos com o tempo. Essa variação é devida a perturbações nas órbitas da Terra e da Lua, exercidas pelos outros planetas do sistema solar. Dessa situação resultam três tipos distintos de calendários:

a - o *solar*, como o Gregoriano, que procura manter sincronia com o ano trópico;

b - o *lunar* tal como o Islâmico, que segue as fases da Lua sem tomar conhecimento do ano trópico;

c - o *lunissolar*, como o Hebreu ou o Chinês, que tem a seqüência de meses baseada no ciclo lunar mas que periodicamente intercala um mês inteiro para ficar em fase com o ano trópico.

Os calendários também incorporam elementos não astronômicos, como ciclos numéricos usos locais ou determinações de autoridades locais. No calendário Gregoriano, a semana é um exemplo. Sua origem é desconhecida, tendo chegado até nós através da tradição judaica na forma de contagem contínua de sete dias, embora textos bíblicos e talmúdicos indiquem uma variedade grande de práticas. De qualquer forma, o número sete teve sempre um significado místico e cosmológico nas culturas semíticas, tendo sido usado pelos Assírios e Babilônios em seus calendários, embora não de forma contínua.

Na prática judaica, os dias da semana são numerados, exceto o sétimo, que é conhecido como Sabbath. O uso da semana e a observância do Sabbath como dia de descanso espalhou-se gradualmente pelo mundo romano, que também introduziu o costume de se dar

nomes aos dias da semana (séculos II e I aC). Esses nomes vieram da crença astrológica de que os planetas governavam cada dia (o Sol e a Lua eram incluídos como planetas).

III. Origens do calendário gregoriano

O calendário Gregoriano é, por assim dizer, um descendente do calendário Romano, cuja origem está na data da fundação de Roma que, de acordo com a tradição escrita, teria ocorrido em 753 a.C. Ainda segundo esta tradição nos primórdios da civilização romana o ano civil constava de 304 dias divididos em 10 meses dos quais seis tinham 30 dias e quatro, 31. Março era o primeiro mês do ano, seguindo-se abril, maio, junho, quintilis, sextilis, setembro, outubro novembro e dezembro. Apesar de ser um calendário de inspiração lunissolar, seus meses não acompanharam as fases da Lua e o ano deixou de acompanhar o início das estações que, com o tempo, começaram a cair em meses diferentes do ano.

Teria sido Numa Pompílio, sucessor de Rômulo, o primeiro a procurar corrigir esse problema, introduzindo os meses de janeiro e fevereiro, e dando ao ano civil a duração de 355 dias, distribuídos em 12 meses, com fevereiro sendo o último mês do ano. Mesmo assim, essa não era a solução, pois o ano trópico excedia o ano civil em cerca de 10.25 dias. Criou-se, então, um mês suplementar, chamado de mercedonius, composto de 11 dias. Com isso, o ano passou a ter 366 dias, e por ser maior que o ano trópico, as estações, que antes se atrasavam de ano para ano, passaram a se adiantar. Para compensar este efeito, estabeleceu-se que o mercedonius teria um número de dias variável, de acordo com as necessidades, o que acarretava grande confusão.

O calendário Romano foi reformado por Júlio César no ano 708 (ou 46 a.C.), passando a ser conhecido como calendário Juliano, sendo também a base do calendário utilizado atualmente no mundo dito civilizado.

O idealizador do calendário Juliano foi o astrônomo egípcio Sosígenes, encarregado por Júlio César para a reforma. Admitindo que o ano trópico teria 365.25 dias exatamente, ele aconselhou a César que o ano deveria ter 365 dias. Como a fração 0.25 de dia, somaria a 1 dia em 4 anos, ela deveria ser compensada com o acréscimo

de um dia ao ano após cada 3 anos, que passaria, então, a ter 366 dias.

César manteve a divisão do ano em 12 meses. Entretanto, como o ano do calendário Romano era de 355 dias, os 10 dias de diferença entre o antigo e novo calendários foram acrescentados aos vários meses. Assim, janeiro sextilis e dezembro ganharam 2 dias, enquanto que junho setembro, e novembro ganhavam 1 dia. Como fevereiro era o último mês do ano, César decidiu, também, que o dia extra a ser acrescentado ao ano, de 4 em 4 anos, seria colocado em fevereiro.

Os romanos dividiam o mês em três partes: Calendas, Nonas e Idos. As Calendas eram o primeiro dia do mês; os Idos, eram o décimo-terceiro dia, exceto em março, maio, julho e outubro quando eram o décimo-quinto dia; as Nonas eram o oitavo dia anterior aos Idos. As datas entre esses pontos de separação eram contadas decrescentemente a partir deles. Tendo César mandado colocar o dia extra "entre o sétimo e sexto dia antes das Calendas de março", (isto é, entre 24 e 23 de fevereiro), e não querendo alterar a ordem de contagem dos dias, sexto dia foi contado duas vezes; daí a origem do nome bissexto dado a este dia e, posteriormente, aos anos de 366 dias. O sexto dia para as Calendas de março era um dia célebre em Roma pois nele se realizava a festa da Regifuga, que comemorava a fuga de Roma de Tarquinio Soberbo, último de seus reis.

Quando César reformou o calendário, já havia uma diferença de 90 dias entre o ano trópico e o ano civil. Esses dias foram adicionados ao ano corrente (46 a.C.) que passou a ter 445 dias, divididos em 15 meses. Este ano foi chamado de ano da confusão.

A partir de 45 a.C., o ano civil passou a ter 12 meses, cada um de 30 ou 31 dias; fevereiro não teve alterado seu número de dias e janeiro passou a ser o primeiro mês do ano em vez de março. Por isso, quintilius passou a não ser mais o quinto mês do ano, sextilius a não ser o sexto, setembro a não ser o sétimo e assim por diante.

O calendário Juliano foi modificado posteriormente por duas vezes: na primeira, por ordem do Consul Marco Antonio, o mês quintilius passou a ser chamado de julius em homenagem a Júlio César. Na segunda, por ordem do Senado romano, o mês sextilius passou

a ser chamado de augustus em homenagem a Augusto, o primeiro imperador de Roma. A fim de que agosto não tivesse menos dias que julho, foi tirado um dia do mês de fevereiro, que ficou desfalcado para que agosto tivesse 31 dias.

No ano 325 A.D., o equinócio de primavera do hemisfério Norte caiu no dia 21 de março. O Concílio de Niceia, julgando então que o calendário era perfeito e que em todo 21 de março isso ocorreria, adotou o calendário Juliano para ser o calendário cristão, com a modificação de que seriam bissextos os anos cujos milésimos fossem divisíveis por 4.

IV. O calendário Gregoriano

O calendário Gregoriano, que serve de padrão internacional para uso civil, foi criado como um calendário eclesiástico e ainda hoje regula o ciclo cerimonial das Igrejas Cristãs.

Os calendários eclesiásticos dessas igrejas são baseados em ciclos de festas móveis e fixas. O Natal é a festa fixa principal, com sua data de 25 de dezembro. A principal festa móvel é a Páscoa e as datas de muitas outras festas móveis são determinadas por ela. Por exemplo, a quarta-feira de Cinzas deve ocorrer quarenta e seis dias antes do domingo de Páscoa; a Ascensão, quarenta dias após esta data.

A data da Páscoa é fixada como sendo o domingo seguinte à Lua Cheia eclesiástica que sucede ao Equinócio Vernal. Se esta Lua Cheia ocorrer no Equinócio Vernal, a Páscoa ocorrerá no domingo após a Lua Cheia seguinte. O mais cedo que a Páscoa pode ocorrer é em 20 de Março; o mais tarde é em 25 de abril.

A Lua Cheia eclesiástica é definida como sendo o décimo-quarto dia de uma luação tabular, onde o primeiro dia corresponde à Lua Nova. As tabelas que permitem esse cálculo diferem das astronômicas porque não levam em conta as complexidades do movimento da Lua e, em consequência, a Lua Cheia eclesiástica difere da verdadeira. Os cálculos são baseados no chamado ciclo metônico, no qual 235 meses sinódicos médios ocorrem em 6939.688 dias. Como dezoito anos gregorianos contêm 6939.6075 dias, as datas das fases da Lua em um dado ano são aproximadamente as mesmas que as de dezoito anos antes ou depois. Para evitar que a di-

ferença de 0.08 dias entre os ciclos se acumule ao longo de grandes períodos de tempo, as tabelas eclesiásticas incorporam ajustes periódicos.

Pelo calendário Juliano, o valor médio atribuído a duração do ano civil é de 365.25 dias apenas $365^d.25 - 365^d.2422 = 0^d.0078$ maior que a duração do ano trópico. Essa diferença, de aproximadamente 11^m , embora muito pequena, acumula-se através dos séculos, pois 11^m somam aproximadamente um dia cada 128 anos. Assim, o ano juliano se defasa em relação ao trópico, fato já conhecido ainda no primeiro milênio da Era Cristã. Em 1472, o papa Sisto V convidou Regiomontanus para presidir uma comissão encarregada de estudar o problema. A morte deste astrônomo célebre não permitiu que se terminassem os trabalhos.

O calendário Gregoriano resultou da necessidade de se reformar o método de cálculo da data da Páscoa, devido à diferença de duração entre os anos trópico e juliano. Com efeito, no século XVI essa diferença estava em cerca de dez dias e a lua nova astronômica estava ocorrendo quatro dias antes da eclesiástica. O Papa Pio V mandou publicar um novo Breviário em 1568 e um novo Missal em 1570 tentando ajustar as tabelas lunares e o sistema de anos bissextos.

Coube entretanto ao Papa Gregório XIII, que sucedeu a Pio V em 1572, a iniciativa de uma reforma completa do calendário, ao designar uma comissão de estudos para esta finalidade. As recomendações desta comissão foram implantadas através da Bula Papal "Inter Gravissimus", de 24 de fevereiro de 1582, sendo então criado o calendário Gregoriano.

Em 1582, isto é, 1257 anos após o Concílio de Niceia, o Equinócio de Primavera ocorreu em 11 de março, 10 dias antes da data estabelecida por este Concílio para a ocorrência deste evento no calendário juliano. Para que o Equinócio de Primavera de 1583 (e dos anos seguintes) voltasse a ocorrer em 21 de março, foram retirados 10 dias do ano de 1582. Foi então decretado que o dia 5 de outubro de 1582 passaria a ser o 15 de outubro. Para datas anteriores a 15 de outubro continuaria a prevalecer o calendário Juliano.

Considerando, também, que o erro acumulado do calendário Juliano era de $3^d.1132$ em 400 anos, e para evitar no futuro, a repetição do erro, foi também decre-

tado, a conselho do astrônomo calabrés Aloisio Lylio, que em cada período de 400 anos deveriam ser suprimidos 3 anos bissextos. Isto seria feito considerando como ano bissexto apenas os anos seculares divisíveis por 400. Dessa forma, o ano de 1600 foi bissexto, enquanto que 1700, 1800 e 1900, que são bissextos no calendário Juliano, não o são no Gregoriano. Já o ano 2000 será bissexto nos dois calendários.

Este calendário é muito mais preciso que o Juliano pois tem um erro acumulado de 3 dias em cada 10000 anos. Pode-se demonstrar isso considerando a duração do ano trópico como $365^d.2422$; decompondo este número na forma

$$\begin{aligned} 365.2422 &= 365 + \frac{(25-1)}{100} + \frac{(100-75-3)}{1000} \\ &= 365 + \frac{25}{100} - \frac{1}{100} + \frac{(100-75)}{10000} - \frac{3}{10000} \\ &= 365 + \frac{1}{4} - \frac{1}{10000} + \frac{25}{10000} - \frac{3}{10000} \\ &= 365 + \frac{1}{4} - \frac{10000}{10000} + \frac{3}{10000} \\ &= 365 + \frac{1}{4} - \frac{75}{10000} - \frac{3}{10000} \\ &= 365 + \frac{1}{4} - \frac{3}{400} - \frac{3}{10000} \\ &= 365 + \frac{1}{4} - \frac{3}{400} - \frac{3}{10000} \end{aligned}$$

pode-se ver que deve-se somar 1 dia cada 4 anos (fração $\frac{1}{4}$), tirar 3 dias cada 400 anos (fração $\frac{3}{400}$) e, finalmente, tirar 3 dias cada 10000 anos (fração $\frac{3}{10000}$). Desta forma, os anos 4000 e 8000, embora divisíveis por 400, não serão bissextos para compensar a diferença de 3 dias em cada 10000 anos (ou 1 dia em cada 3300 anos).

A diferença atual entre o calendário Juliano e o Gregoriano é de 13 dias. Desses, 10 dias são devidos à reforma de 1582 e os outros tres dias, ao fato de 1700, 1800 e 1900 não serem bissextos no calendário Gregoriano.

O calendário Gregoriano é baseado em um ciclo de 146 097 dias. Como este número é divisível por 7, o calendário se repete exatamente cada 400 anos (o dia 27 de abril de 1595 cai no mesmo dia da semana que o de 1995). A divisão de 146 097 por 400 dá a duração média de 365.2425 dias por ano do calendário, valor muito próximo da duração do ano trópico.

O calendário Gregoriano teve grande resistência

para sua adoção, tanto por motivos políticos como religiosos. Muitos países só o aceitaram séculos depois e este fato tem que ser considerado quando se trabalha em História, para o estabelecimento preciso de datas.

A origem de contagem dos anos no calendário Gregoriano é o ano do nascimento de Jesus Cristo, estabelecido por Dionisius Egidius no século VI. Esta data é também a origem da Era Cristã, na qual contamos os anos, especificando-os pelo complemento A.D. (Anno Domini), de acordo com Dionisius.

O ano de nascimento de Cristo foi tomado como sendo o ano 1 da Era Cristã. Como não existe o ano zero, o número de ordem dos anos varia toda vez que se completa um ano. Por exemplo, a $00^h00^m00^s$ do dia 1 de janeiro do ano 2 tinha-se completado um ano; a $00^h00^m00^s$ do dia 1 de janeiro do ano 3 tinham-se completados dois anos. Continuando o raciocínio, é fácil ver que a $00^h00^m00^s$ do dia 1 de janeiro do ano 100 tinham - se completados 99 anos e a $00^h00^m00^s$ de 1 de janeiro de 1900, tinham - se completados 1899 anos. Portanto, pelo fato de não haver o ano zero, o século só termina quando começa o ano 1 do século seguinte.

Assim, o século XXI só se iniciará a $00^h00^m00^s$ do dia 1 de janeiro de 2001 e não no ano 2000, como muitas pessoas pensam.

Agradecimentos

O autor agradece as sugestões e críticas de um referer anônimo, que muito valorizaram o trabalho.

Bibliografia

- Bretagnon, P. - 1982, *Astronomy and Astrophysics*, vol 114, pg 278.
- Chapront-Touzé, M. e Chapront, J. - 1988, *Astronomy and Astrophysics*, vol 190, pg 342.
- Explanatory Supplement to the *Astronomical Almanac* - Seidelmann, K. (editor) - University Science Books, USA, 1993.
- Fortune, D.H. e Tarsia, R.D. - Algoritmos e programas para *Astronomia Esférica* - em preparação.
- Gregorian Reform of the Calendar - Coyne, G.V., Hoskin, M.A. e Pedersen, O. (editores) - Vatican City, 1983.
- Oudin, J.-M. - Études sur la date de Pâques - 1940, *Astronomical Bulletin*, vol 12, pg 391.