MANOEL ALVES RODRIGUES JUNIOR

OS CALENDÁRIOS E A SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O ENSINO DA ASTRONOMIA

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO
DEPARTAMENTO DE FÍSICA E ASTRONOMIA

Porto, 2012

MANOEL ALVES RODRIGUES JUNIOR

OS CALENDÁRIOS E A SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O ENSINO DA ASTRONOMIA

Tese submetida à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
para obtenção do grau de Mestre

Escrito na variante brasileira da língua portuguesa

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO
DEPARTAMENTO DE FÍSICA E ASTRONOMIA

Porto, 2012

Deus pede estrita conta de meu tempo,
É forçoso do tempo já dar conta;
Mas, como dar sem tempo tanta conta,
Eu que gastei sem conta tanto tempo?

Para ter minha conta feita a tempo
Dado me foi bem tempo e não foi conta.
Não quis sobrando tempo fazer conta,
Quero hoje fazer conta e falta tempo.

Oh! Vós que tendes tempo sem ter conta
Não gasteis esse tempo em passatempo:
Cuidai enquanto é tempo em fazer conta.

Mas, oh! Se os que contam com seu tempo
Fizessem desse tempo alguma conta,
Não choravam como eu o não ter tempo.

Laurindo Rabelo, Soneto VIII, “Conta e Tempo”.

AGRADECIMENTOS

Nesta página acredito não conseguir expressar o sentimento de gratidão às pessoas que, direta ou indiretamente participaram deste processo. Simplificar o sentimento em apenas uma página seria minimizar tal fato. De qualquer forma, deixo aqui o manifesto de agradecimento a elas.

Para mim, foi uma imensa honra e orgulho ter o Dr. Jorge Paulo Maurício como professor e orientador. Agradeço-lhe as sugestões, aos comentários, à sua indefectível sapiência e à fundamental paciência para com o autor.

A todos os professores e colegas os quais tive o prazer de conhecer e conviver no primeiro ano do referido curso e à professora Dra. Catarina Lobo que, como coordenadora, sempre se mostrou solícita em todos os momentos deste processo.

Ao professor Dr. Juan Bernardino M. Barrio, o qual me indicou e incentivou a vinda para esta cidade… o "*meu"* Porto...onde ao aqui vivenciar a mistura de cores sombrias com a alegria de um rio que a mergulha, acaba por tomá-la para si.

Por fim, dedico este trabalho à minha família, longamente prejudicada...o *tempo* gasto desenvolvendo-o pertencia a ela.

RESUMO

O objetivo principal de **Os calendários e a sua contribuição para o ensino da Astronomia** é a abordagem da epopeia da humanidade para a determinação de um sistema de divisão de tempo, bem como às concepções a respeito do significado do mesmo. Foi, desse modo, elaborado a pensar nos alunos do ensino secundário visando ser um bom contributo para o conhecimento acadêmico correlacionado à Astronomia.

O primeiro capítulo deste documento, **Breves considerações sobre a evolução do conceito de tempo**, aborda algumas concepções científicas e filosóficas a respeito do *tempo*, estando a ter como pano de fundo a própria evolução das ideias da Física e Astronomia como ciências.

O segundo capítulo, **Sistemas de medidas de tempo**, não se interessa na definição de *tempo* do ponto de vista filosófico, mas sim em estabelecer critérios para medir sua passagem, o que implica trabalhar mais precisamente, apesar de ser maneira sucinta, a Astronomia de Posição.

O terceiro capítulo, **Os diversos calendários pelo mundo**, como o próprio nome relata, resgata os primórdios da humanidade em busca de explicações para fenômenos cósmicos, aliada à necessidade de dividir o tempo para estabelecer épocas ideais de colheita e plantio, assim como para celebrações de festividades consideradas sagradas. Neste capítulo tenta-se assim mostrar o desejo de cada civilização de organizar as unidades de tempo de modo a satisfazer suas necessidades e preocupações sociais, culturais, econômicas, políticas, religiosas, etc.. É pois explorada a crença de diversas civilizações na influência dos astros, e fenômenos cósmicos, sobre a vida quotidiana, bem como a sua importância na criação de mitos e religiões com origem em diversas culturas influentes na evolução do conhecimento.

O quarto capítulo, **Propostas Pedagógicas,** explora possíveis atividades a realizar com alunos do ensino secundário, com o intuito de utilizar o estudo dos calendários como caminho para o ensino da astronomia.

Assim o objetivo geral deste documento passa por elucubrar, numa perspectiva histórica e científica, como terá evoluído o processo de conhecer e regular a passagem do *tempo*, que processos e instrumentos usaram os diferentes povos, nas diversas épocas. Isto conjuntamente a situar-se no fato de se fazer perceber que a humanidade é uma ínfima parte do cosmos, sujeita, em muitos aspectos, à vontade da natureza, onde a própria existência se deve até mesmo às mudanças nas condições climáticas geradas. Por consequência, também fazer-se observar um mundo onde as forças históricas esculpem uma sociedade obstruída - algumas vezes - por uma espessa nuvem de ignorância. Contudo, mesmo a perceber os tantos equívocos, não deixar de reconhecer sua qualidade regeneradora.

ABSTRACT

The main goal of **The calendar and its contribution to the Astronomy's education** is the epic of humanity's raise to the determination of a time division system, as well as the conceptions about the meaning of it. It was developed to secondary school students, aiming to be an important contribution to academic knowledge correlated to Astronomy.

The first chapter of this document, **A brief explanation about the evolution of the time's concept** address some scientific and philosophical conception about *time* against the background physic and astronomy evolution ideas just as science.

The second chapter, **Systems measures of time**, doesn't matter the philosophical idea about *time*, however to set up standards to measure the passage of time which involves, more precisely and in a succinct way, the positional astronomy.

The third chapter, **The different calendars around the world**, as its suggests, recover the humanity beginnings by quest of explanations for cosmic events combined with the necessity by the time section to state ideal ages of harvest and planting, as well by celebrations considered sacred. In this chapter, experiment to present the desire of time organization by each civilization so that satisfy needs and social concerns, cultural, economic, political, religion, etc. The belief of various civilizations by the stars and cosmic events about the influence in its daily lives as well the consequence in the creation of myths and religions originating from different cultures that influence the evolution of knowledge is also an object of analysis of this document.

The fourth chapter, **Pedagogical Proposals**, examine possible activities to be carried out with secondary school students, in order to use the calendar investigation like a way to astronomy teaching.

So, the overall objective pass through to chew over, in a historical and scientific perspective, the process has evolved to meet and regulate the passage of time, which processes and tools used different peoples in different ages. All of this jointly with the necessity to realize that humanity is a tiny part of the cosmos, submitted, in many respects, the nature will and, that the life's successful depends the weather conditions. Therefore, also do itself observe a world where the historical forces sculpt a blocked society - sometimes - by a thick cloud of ignorance. However, even to realize the many mistakes, not fail to recognize its regenerating quality.

Índice

RESUMO 5
ABSTRACT 7
ÍNDICE DE FIGURAS 11
ÍNDICE DE TABELAS 13

CAPÍTULO I

BREVES CONSIDERAÇÕES SOBRE A EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE TEMPO 14
1.1 O "TEMPO CÍCLICO" 14
1.2 O "TEMPO LINEAR" 17
1.3 O UNIVERSO COMO MECANISMO DE RELÓGIO 18
1.4 O TEMPO QUANTIFICADO E MENSURÁVEL 20

CAPÍTULO II

SISTEMAS DE MEDIDAS DE TEMPO 24
2.1 ELEMENTOS PRINCIPAIS DOS SISTEMAS DE COORDENADAS TERRESTRES 24
2.2 ELEMENTOS DOS SISTEMAS DE COORDENADAS CELESTES 26
2.2.1 CONSTITUIÇÃO DE UM SISTEMA DE COORDENADAS ASTRONÔMICAS 32
2.2.2 SISTEMA DE COORDENADAS HORIZONTAIS 33
2.2.4 SISTEMA DE COORDENADAS EQUATORIAIS CELESTES 35
2.2.5 SISTEMA DE COORDENADAS ECLÍPTICAS 36
2.3 SISTEMAS DE TEMPO 37
2.3.1 ROTAÇÃO 37
2.3.2. TRANSLAÇÃO 40
2.3.3 PRECESSÃO 41
2.3.4 NUTAÇÃO 41

CAPÍTULO III

OS DIVERSOS CALENDÁRIOS PELO MUNDO 43
3.1 ORIGENS 43
3.1.1 SELENE 43

3.1.2 STONEHENGE 47
3.2 OS DIVERSOS CALENDÁRIOS PELO MUNDO 51
3.2.1 CALENDÁRIO BABILÔNICO.....52
3.2.2 CALENDÁRIO EGÍPCIO.....55
3.2.3 CALENDÁRIOS DA MESOAMÉRICA 59
3.2.4 CALENDÁRIO CHINÊS.....63
3.2.5 CALENDÁRIO JUDAICO.....68
3.2.6 CALENDÁRIO ISLÂMICO.....70
3.2.7 CALENDÁRIO GREGORIANO.....72
3.2.8 CALENDÁRIO REVOLUCIONÁRIO FRANCÊS.....100

CAPÍTULO IV

PROPOSTAS PEDAGÓGICAS

4.1 INTRODUÇÃO.....102
4.1.1 MARTE 103
4.1.2 VÊNUS.....106
4.1.3 LUA 107
4.1.4 EUROPA 108
4.1.5 COMENTÁRIOS GERAIS.....109
4.1.6 TERRA 110
4.2 O CALENDÁRIO CÓSMICO DE CARL SAGAN.....114
4.3 O PODER RELIGIOSO E OS ASTROS ATRAVÉS DOS TEMPOS 117
4.4 O ALGORITMO SEXTA-FEIRA 13 119

REFEFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E ELETRÔNICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....124
REFERÊNCIAS ELETRÔNICAS.....127

Índice de Figuras

FIGURA 1 – O MODELO GEOCÊNTRICO DE ARISTÓTELES 16
FIGURA 2 - ESQUEMA DE GALILEU E SEU FILHO VICENZO PARA UM RELÓGIO DE PÊNDULO....19
FIGURA 3 - "A PERSISTÊNCIA DA MEMÓRIA" DE SALVADOR DALI, 1931, MUSEU DE ARTE MODERNA 22
FIGURA 4 - MERIDIANO TERRESTRE 25
FIGURA 5 - A ESFERA CELESTE 26
FIGURA 6 - O EQUADOR CELESTE 27
FIGURA 7 - A ECLÍPTICA E AS CONSTELAÇÕES ZODIACAIS 28
FIGURA 8 – O ZODÍACO. SÍMBOLOS E PERÍODOS APROXIMADOS DA PASSAGEM DO SOL POR CADA CONSTELAÇÃO ZODIACAL....30
FIGURA 9 - VERTICAL DE UM LOCAL E PLANO DO HORIZONTE 30
FIGURA 10 - ZÊNITE E LINHA DO HORIZONTE....31
FIGURA 11 - PLANO MERIDIANO 31
FIGURA 12 - SISTEMA DE COORDENADAS HORIZONTAIS 33
FIGURA 13 - SISTEMA DE COORDENADAS EQUATORIAIS LOCAIS 34
FIGURA 14 - SISTEMA DE COORDENADAS EQUATORIAIS CELESTES....35
FIGURA 15 - SISTEMA DE COORDENADAS ECLÍPTICAS 36
FIGURA 16 - COMPARAÇÃO ENTRE DIA SOLAR MÉDIO E DIA SIDERAL....39
FIGURA 17 - VALORES DA EQUAÇÃO DO TEMPO AO LONGO DO ANO....39
FIGURA 18 –DIVERSAS DESIGNAÇÕES PARA O DIA 40
FIGURA 19 - A PRECESSÃO 41
FIGURA 20 - DIFERENÇA ENTRE OS MESES SINÓDICO E SIDERAL....42
FIGURA 21 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO VALE DE DORDOGNE, FRANÇA....43
FIGURA 22 - POSSÍVEL CALENDÁRIO LUNAR DE OSSO DE ÁGUIA ENTALHADO 44
FIGURA 23 - A VÊNUS DE LAUSSEL 45
FIGURA 24 - KHONSU, O DEUS DA LUA E DO TEMPO PARA OS ANTIGOS EGÍPCIOS 46
FIGURA 25 - SELENE A CONDUZIR UMA CARRUAGEM LEVADA POR PEGASUS....46
FIGURA 26 - REPRODUÇÃO DE GRAVURA DE UM SELO DA SUMÉRIA EM QUE O REI UR-NAMMU RECEBE UM ALTO FUNCIONÁRIO RELIGIOSO TRAZIDO À SUA PRESENÇA POR DUAS DEUSAS PROTECTORAS. A IMAGEM DO QUARTO CRESCENTE INDICA QUE NANNA, O DEUS DA LUA, ESTÁ PRESENTE NA OCASIÃO. 47
FIGURA 27 - VISTA GERAL DO MONUMENTO MEGALÍTICO DE STONEHENGE....48
FIGURA 28 - VISTA POSICIONAL DA HEEL STONE DO MONUMENTO MEGALÍTICO DE STONEHENGE....49
FIGURA 29 - POSIÇÕES DAS STATION STONES DE STONEHENGE A DEMONSTRAR AS POSIÇÕES SOLAR-LUNARES NO HORIZONTE 50
FIGURA 30 - "ÁBACO MANUAL" DOS SUMÉRIOS 53
FIGURA 31 - AS PIRÂMIDES DE GIZÉ 56
FIGURA 32 - REPRESENTAÇÃO DO NASCER HELÍACO DE SÍRIUS, UTILIZANDO O PROGRAMA FREEWARE STELLARIUM NAS DATAS DE 08 DE AGOSTO DE 2011 E OS HORÁRIOS 3:26H E 3:53H NA LATITUDE DA CIDADE DO CAIRO, EGITO....58
FIGURA 33 - DESENHO DOS GLIFOS MAIAS PARA OS MESES NA CONTAGEM DE 365 DIAS REPRESENTANDO OS 18 "MESES" E O 19º O PERÍODO DE AZAR CONHECIDO COMO WAYEB....60
FIGURA 34 - GLIFOS MAIAS EXIBIDOS NO MUSEU DE PALENQUE, MÉXICO 61
FIGURA 35 - RUINAS MAIA, PALENQUE, MEXICO....62
FIGURA 36 - "OSSOS ORACULARES" CHINESES, QUE VEM DA PRÁTICA DO POVO SHANG DE ESCREVER NOS OSSOS PERGUNTAS DIRIGIDAS AOS SEUS ANTEPASSADOS MORTOS....63
FIGURA 37 - SKAPHE, MUSEU DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA, OXFORD 73

FIGURA 38 – MEDIÇÕES DE ARISTARCO 74
FIGURA 39 - DECRETO DE CANOPO – MUSEU BRITÂNICO 76
FIGURA 40 - FRAGMENTOS DE CALENDÁRIO ROMANO EM MURAL A MARCAR A "SEMANA" DE OITO DIAS.....85
FIGURA 41 - OBELISCO DE MONTECITORIO, PRAÇA MONTECITORIO, ROMA.....86
FIGURA 42 - - FRAGMENTO DE UM TRABALHO PUBLICADO EM 1582 ONDE OS DIAS 05 A 14 DE OUTUBRO SÃO OMITIDOS. 93
FIGURA 43 - MEDALHA COMEMORATIVA DO NOVO CALENDÁRIO COM O BUSTO DO PAPA GREGÓRIO XIII 94
FIGURA 44 - A HEPTACORDA: ARISTÓTELES ACREDITAVA QUE AS COLEÇÕES REAIS DE SETE OBJETOS SÃO TUDO O QUE HÁ, E QUE PODEMOS CONSIDERÁ-LAS EM SEU ASPECTO PURAMENTE QUANTITATIVO. 97
FIGURA 45 - RELÓGIO BASEADO NO CALENDÁRIO REVOLUCIONÁRIO FRANCÊS.....101
FIGURA 46- O CALENDÁRIO DO SOL 111
FIGURA 47 - O CALENDÁRIO UNIVERSAL 113
FIGURA 48 – ASSINALA-SE EM VERMELHO O NÚMERO DE SEXTAS-FEIRAS 13, DO ANO 1 ATÉ 2012 122

Índice de Tabelas

TABELA 1 - OS MESES SUMÉRIOS 54
TABELA 2 - RAMOS DO CALENDÁRIO CHINÊS 66
TABELA 3 - OS MESES NO CALENDÁRIO CHINÊS. OS PERÍODOS DE ORDEM PAR SÃO OS CHAMADOS DE ZHONGQI 67
TABELA 4 - MESES DO CALENDÁRIO HEBRAICO 69
TABELA 5 - MESES ISLÂMICOS 70
TABELA 6 - MÊS ROMANO - MARÇO 79
TABELA 7 - PRINCIPAIS ALTERAÇÕES DO CALENDÁRIO ROMANO NO DECORRER DA HISTÓRIA 83
TABELA 8 - DIAS DA SEMANA EM ALGUNS DOS PRINCIPAIS IDIOMAS 96
TABELA 9 - ALGUMAS DATAS DE ADOÇÃO DO CALENDÁRIO GREGORIANO 99
TABELA 10 - MESES DO CALENDÁRIO REVOLUCIONÁRIO FRANCÊS 100
TABELA 11 - ESPECULAÇÃO DOS MESES MARCIANOS 105
TABELA 12 - O ANO CÓSMICO (RESUMIDO ÀS DATAS MAIS RELEVANTES) 115
TABELA 13 - O ANO GEOLÓGICO (RESUMIDO ÀS DATAS MAIS RELEVANTES) 116
TABELA 14 - HIPÓTESES DO NASCIMENTO DE CRISTO E DA ESTRELA DE BELÉM 118
TABELA 15 - HIPÓTESES PARA OS ECLIPSES LUNARES DA CRUCIFICAÇÃO DE CRISTO 118
TABELA 16 - EQUIVALÊNCIA DO ANO 2000 DO CALENDÁRIO GREGORIANO COM ALGUNS OUTROS CALENDÁRIOS 123

CAPÍTULO I

BREVES CONSIDERAÇÕES SOBRE A EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE TEMPO

O que une todos os tipos de calendário é o desejo de organizar as unidades de tempo para satisfazer as necessidades e preocupações da sociedade. Mas, mesmo que sirva para propósitos práticos, este processo fornece não mais a ilusão de se poder controlar o tempo. Não é de se espantar que os calendários sempre tenham se sustentado com um status "sagrado", servindo como fonte de ordem social e identidade cultural. Seja qual for seu grau de sofisticação científica, os calendários devem ser julgados com o sendo contratos sociais, e não tratados científicos, pois se baseiam nos movimentos aparentes – do ponto de vista de um observador na Terra – do Sol e/ou da Lua.

1.1 O "tempo cíclico"

Estamos a viver em um mundo louco da sociedade ocidental moderna, onde *"tempo é dinheiro"*... temos horários a cumprir. Praticamente tudo está sujeito à tirania do relógio: somos escravos do passado e reféns do futuro.

A concepção de tempo tem sido *discutida* pelo homem desde o início de sua vida em sociedade até aos dias atuais. Foi tratado como um conceito adquirido por vivência, muitas das vezes, indefinível em palavras. Para Parmênides de Eléia (cerca de 530 a.C - 460 a.C), por exemplo, todas as transformações que observamos no mundo físico resultam de nossa percepção, sendo assim um processo mental. A realidade deveria ser, ao mesmo tempo, indivisível e destituída do conceito de tempo.

Um dos mais famosos exemplos desse pensamento veio com um de seus discípulos, Zenon de Eléia (cerca de 490 a.C – 430 a.C), a apresentar o paradoxo do

corredor Aquiles e a tartaruga[1], no qual procura provar que o movimento é impossível se o tempo puder ser subdividido indefinidamente em intervalos cada vez menores.

Para Platão (cerca de 427 a.C – 347 a.C) o mundo que evanescente da experiência diária é apenas semi-real, ou seja, Platão acredita na existência de dois mundos: o mundo das ideias, apenas compreendido pela razão e imutável, e o mundo das sensações, caracterizado pelos sentimentos, irracional e irreal. O domínio do tempo estaria nesse segundo mundo, assim como tudo o que se observa no universo físico, tendo assim uma importância menor. Talvez possa ser dito que para Platão o tempo essencialmente não existe, uma vez que faz parte do mundo das sensações.

O filósofo-poeta romano Lucrécio (Titus Lucrecius Carus, 95 a.C – 55 a.C) entende o paradigma da temporalidade humana como uma espécie de ilusão, não passando de um produto elaborado de nossas mentes, o qual escreve o seguinte, em seu "*Da natureza*":

"Do mesmo modo, o tempo não existe por si;
É dos próprios acontecimentos que vem o sentimento do tempo...
Na realidade, ninguém tem ideia do tempo em si próprio,
Separado do movimento das coisas e do seu plácido repouso."

Assim, para estes pensadores, a verdadeira realidade reside em um domínio que transcende o tempo. Os europeus chamam-na de *"eternidade"*, os hinduístas de *"moksha"* e os budistas como *"nirvana"*.

As questões de tempo cíclico ou não cíclico também aparecem como uma das questões relativas às características do tempo. Na filosofia Aristotélica (Aristóteles de Estagira, 384 a.C – 322 a.C) esta ideia aparece naturalmente em função dos inúmeros fenômenos periódicos da natureza: as marés, as estações

[1] Aquiles, o herói grego, e a tartaruga decidem realizar uma corrida. Como a velocidade de Aquiles é maior que a da tartaruga, esta recebe uma vantagem, começando a corrida um trecho na frente da linha de largada de Aquiles. Aquiles nunca ultrapassa a tartaruga, pois quando ele chegar à posição inicial **A** da tartaruga, esta encontra-se mais a frente, numa outra posição **B**. Quando Aquiles chegar a **B**, a tartaruga não está mais lá, pois avançou para uma nova posição **C**, e assim sucessivamente, ad infinitum.

sazonais, os dias a suceder as noites, entre outros. Estes fatos cíclicos, conhecidos desde as civilizações mais antigas, levaram as civilizações primitivas, bem como os pensadores da Antiguidade a imaginarem que a Natureza evolui de forma a se repetir.

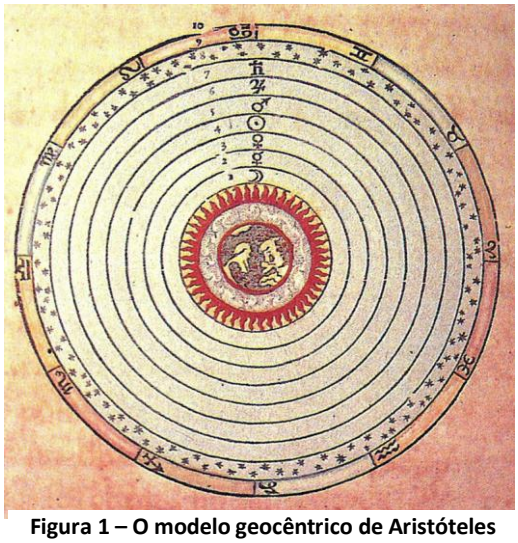


Figura 1 – O modelo geocêntrico de Aristóteles

Para Aristóteles, o mundo existia na forma de seu modelo cosmológico geocêntrico (ver a figura 1), entendendo a noção do tempo como intrínseca ao universo e, assim como a maioria dos pensadores gregos da época, não acreditava na ideia de um momento inicial da criação do Universo - que somente veio a aparecer ao mundo ocidental através da tradição judaico-cristã. Do tempo cíclico deriva também a ideia de perfeição, sempre presente na filosofia natural grega, a qual os induziu na escolha da circunferência para a trajetória dos corpos celestes. Como o tempo deve ser pensado como cíclico (circular), Aristóteles afirma que "*existe um círculo em todos os objetos que apresentam um movimento natural*".

O estudo de Aristóteles do movimento dos corpos celestes levou-o a reconhecer a importância fundamental do tempo; porém, ele não chegou a introduzir a noção de tempo como um parâmetro matemático abstrato - para Aristóteles, tempo era movimento, mas também absoluto.

Os estóicos[2] acreditavam que, sempre que os planetas voltassem à sua posição de origem, teriam assim o início do tempo cósmico, ou seja, o Universo teria um recomeço, e os Maias da América Central acreditavam igualmente num tempo cíclico.

1.2 O "tempo linear"

Há uma complexa história na passagem do tempo circular com origens mitológicas, ou mesmo da antiga circularidade política dos gregos antigos, para uma concepção linear de tempo. O pensamento religioso das igrejas monoteístas parece ter desempenhado um papel importante para a emergência desta nova maneira de ver o tempo.

A tensão permanente entre o temporal e o eterno permeou as grandes religiões pelo mundo e levou a gerações de debate teológico acalorado e, muitas vezes, violento. Deus está dentro ou fora do tempo? É temporal ou eterno? A crença de que Deus reside totalmente fora do tempo também se tornou a doutrina consagrada entre muitos dos primeiros pensadores cristãos e está arraigada na ideia de um tempo linear, que foi defendida pelos hebreus e persas zoroastras. Nesse caso, o Deus do cristianismo clássico, além de existir fora do tempo, também conhece o passado, o presente e o futuro, ou seja, os acontecimentos são únicos, não se repetem.

Tem-se agora uma história universal com sentido único, e que aponta para um futuro onde as pessoas eternizarão a salvação ou a condenação. O tempo é linear e "teleológico", isto é, possui um *"telos"*, um "fim" a ser atingido. Este tempo linear é enquadrado por duas datas: a da Criação e a do Juízo Final, e no seu decorrer é pontilhado por eventos que expressam a vontade Deus.

A crença de que Deus reside totalmente fora do tempo também se tornou a doutrina consagrada entre muitos dos primeiros pensadores cristãos, como Santo Agostinho, Boécio e Santo Anselmo, a iniciar uma tradição que continua até os dias

[2] Para os estóicos, o universo é constituído por um elemento passivo, a matéria, e por um elemento ativo, coesivo e criativo que permeia a alma de tudo o que existe; a alma humana é uma parcela desse elemento ativo e, portanto, parte do todo. Para esse "princípio ativo", visto como uma entidade suprema que cuida da humanidade, diversos nomes eram usados: "o deus" Zeus, éter, fogo criativo, destino, ordem, λόγος ("razão"), etc. O universo é cíclico: começa com o elemento ativo, depois são criados e organizados os quatro elementos (água, fogo terrestre, ar e terra) e, finalmente, o fim chega com uma conflagração. A Terra é o núcleo do universo. Os ciclos são autônomos e se repetem indefinidamente, sempre com os mesmos detalhes: a recorrência de todas as coisas é eterna.

atuais com notável influência. Sobre o tempo, escreve Santo Agostinho em um de seus argumentos:

> *"se ninguém me pergunta, eu sei; porém, se quero explicá-lo a quem me pergunta, então eu não sei"* [3].

1.3 O Universo como mecanismo de relógio

A associação do tempo com o místico, o mental e o orgânico, por mais fascinante e irresistível que seja, sem dúvida retardou o estudo científico apropriado do tempo por muitos séculos. Embora os filósofos gregos desenvolvessem uma geometria sistemática e a elevassem a uma visão filosófica do mundo, o tempo permaneceu para eles algo vago e misterioso; um objeto da mitologia e não da matemática. Vale ressaltar que a diversidade das ideias de tempo não se refere apenas aos pensadores das várias escolas filosóficas e historiográficas, mas também se refere ao confronto entre civilizações e culturas humanas diversificadas, ou mesmo entre formas distintas de religiosidade, conforme delineado na secção anterior.

Assim, o conceito de tempo como algo de existência independente, uma entidade em si própria, somente surgiu na era medieval europeia. A história registra que Galileu Galilei foi o pioneiro no estabelecimento do tempo como uma quantidade mensurável fundamental na atividade ordenada do cosmos. Ao medir a oscilação de uma lâmpada em relação à sua pulsação sentado em uma igreja, ele descobriu a lei básica de um pêndulo simples (ver a figura 2) – que seu período não depende da amplitude de oscilação. De imediato, a era dos mecanismos de relógio de precisão varreria a Europa, com artesãos a projetar relógios cada vez mais precisos. A busca de precisão crescente na medição do tempo não foi motivada por considerações filosóficas ou científicas elevadas, mas pelas atividades muito práticas da navegação e do comércio – os navegadores, por exemplo, necessitavam saber a hora precisa para poder calcular a longitude com base nas posições dos astros[4].

[3] AGOSTINHO. Confissões. XI, 14, 17. 2ª. Ed. Trad. Maria Luiza Amarante. Rev. Honório Dalbosco. São Paulo: Paulus, 1997.
[4] O problema da determinação da longitude somente foi resolvido passado mais de 100 anos após a morte de Galileu.

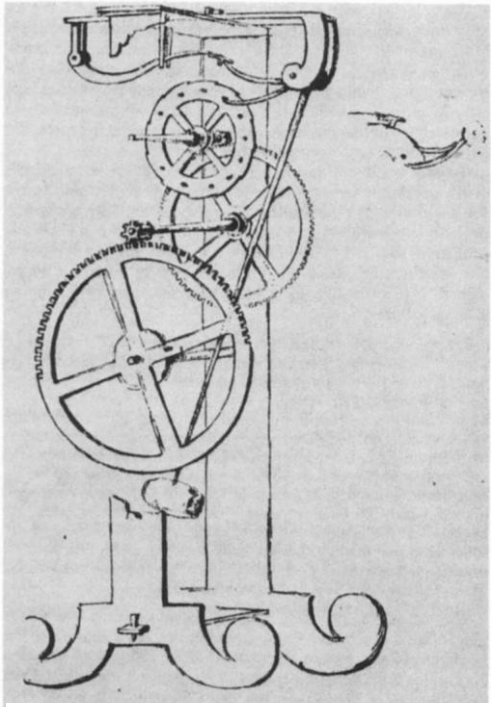


Figura 2 - Esquema de Galileu e seu filho Vicenzo para um relógio de pêndulo

A posição crucial ocupada pelo tempo nas leis do universo só se tornou plenamente manifesta com Isaac Newton. As leis da mecânica de Newton mostraram-se tão bem sucedidas que muitos supuseram que se aplicariam a literalmente todo processo físico no universo. Dessa crença emergiu a imagem do cosmos como um gigantesco mecanismo de relógio, previsível em cada detalhe. O universo como mecanismo de relógio glorificou o tempo como um parâmetro fundamental no funcionamento do mundo físico. Esse tempo universal, absoluto e totalmente seguro, foi o tempo que entrou nas leis da mecânica clássica, sendo fielmente marcado pelo relógio cósmico.

O tempo de Newton é, em sua própria essência, matemático. De fato, partindo da ideia de um fluxo de tempo universal, Newton desenvolveu sua *"Teoria dos Fluxões"*, que veio a ser mais conhecido pelo nome dado por Leibniz como *"Cálculo Diferencial e Integral"*.

Assim, já não se pode mais alegar convincentemente que o tempo é uma ilusão criada por seres mortais, mas sim verificar que o tempo entra nas próprias leis do cosmos como a base da realidade física.

1.4 O tempo quantificado e mensurável

Da obsessão original sobre os ritmos vitais do tempo, expressos nas estações do ano e ciclos mensais, "progredimos" – se é que se pode utilizar este termo – em uma situação em que o cidadão comum do mundo desenvolvido possui um relógio com *"ponteiro"* para marcar os segundos. No desporto utiliza-se uma precisão da ordem de milésimos de segundo; no mundo da tecnologia, a rapidez e precisão dos computadores eletrônicos começa a ficar limitada não pelas falhas da precisão mecânica, mas sim pelo diminuto, porém finito, tempo gasto pelos impulsos eletrônicos na sua viagem através dos fios condutores *"à velocidade da luz"*. Para além desta precisão de enésimos de segundo, o tempo desempenha um papel vital e peculiar na vida dos viajantes, que estão hoje sujeitos ao *jet lag*[5] provocado pelas deslocações entre as várias zonas horárias do globo. Pode-se mesmo saltar de um dia para outro, ou repetir o dia anterior, caso se atravesse a Linha de Data Internacional[6].

O próprio movimento da Terra é hoje acompanhado com tanta minúcia que o ritmo astronômico básico da sucessão de dias e noites já não é considerado como um "relógio" suficientemente preciso para se definir uma unidade básica do tempo: o segundo. Na era espacial, a Terra é olhada como um mau instrumento de cronometragem, e os seus habitantes já não marcam a passagem do tempo pelo ritmo das estações do ano nem sequer pelo ciclo dia/noite, preferindo fazê-lo por meio de modernos relógios ou através das mensagens das estações televisivas ou radiofônicas locais. As festividades do meio do Inverno no hemisfério norte – Natal e Ano Novo – já não são associadas a observações de fundo demonstrativas da passagem do dia mais curto, mas sim celebradas de acordo com o calendário; as festas europeias do Inverno são inclusive celebradas na mesma altura pelos povos do extremo oposto do globo, no pico do Verão, no hemisfério sul, do mesmo modo, os navegantes governam seus navios de acordo com as radiofusões emitidas por satélites artificiais da Terra, preferindo-as às estrelas.

Em contrapartida a Newton, que viu o tempo como uma flecha disparada de um arco, a viajar em linha reta, e assumindo assim que o tempo deveria ser

[5] Descompensação horária, ou seja, uma condição fisiológica que é uma consequência de alterações no ritmo circadiano, um período de aproximadamente 24 horas sobre o qual se baseia todo o ciclo biológico do corpo humano e de qualquer outro ser vivo, influenciado pela luz solar.

[6] Linha imaginária traçada sobre a superfície da Terra, cujo objetivo é fixar a troca de data.

absoluto, e o seu ritmo constante independentemente de quem o media (e isto é algo que muitos cidadãos julgam ser verdade, com base naquilo que é a experiência do dia-a-dia), Albert Einstein declarou, em 1905, que a velocidade da luz não varia, sendo antes, uma constante independente do movimento do observador ou da fonte e, a partir disto, mostrou que o ritmo da passagem do tempo dependeria do estado de movimento de quem medisse esse ritmo e também da massa dos corpos presentes na vizinhança desse observador. Assim, um segundo não tinha a mesma duração em todo o universo.

Ao remeter o tempo para um plano inacessível à nossa experiência imediata, mas consistente em sua formulação matemática, ou seja, ao atribuir à realidade uma quarta dimensão temporal, o cientista alemão resolveu os problemas da física no início do século XX. No entanto, é preciso notar que, a partir dos artigos de 1905, o senso comum começa a acreditar que a relatividade veio dar ao tempo um significado filosófico que Santo Agostinho já procurava na Idade Média: a relatividade parece ter revelado o que realmente o tempo é. Einstein passou a ser mitificado como o personagem que resolveu a questão do tempo, não apenas cientificamente, mas principalmente num domínio filosófico avalizado pela ciência.

Um exemplo clássico dessa nova forma de pensar pode ser verificado – de maneira mais específica ao assunto aqui tratado - em Salvador Dali, com o seu *"A persistência da memória"* (ver a figura 3), na qual sua surreal perspectiva profunda sugere o espectador abandonado e perdido no infinito e os relógios cada um a marcar diferentes horas e com formas flácidas a representar a relatividade do tempo e do espaço (ambos maleáveis).

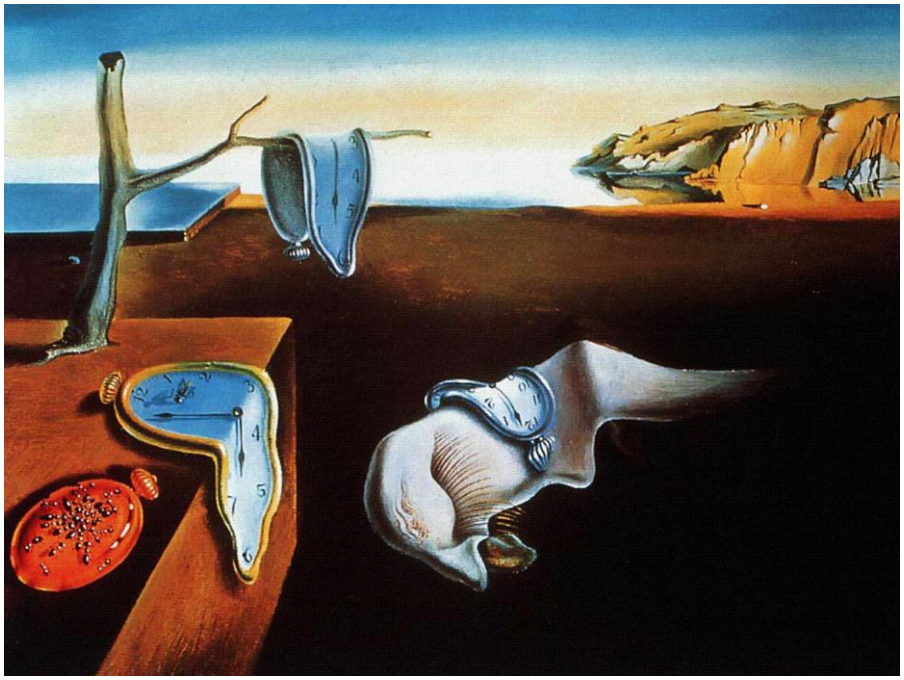


Figura 3 - "A persistência da memória" de Salvador Dali, 1931, Museu de Arte Moderna

O tempo *"reinventado"* na relatividade foi, sem dúvida, o que mais tocou o imaginário do senso comum e contribuiu para a construção da caricatura do cientista exótico cuja inteligência fora capaz de dar ao tempo seu verdadeiro significado. Na verdade, Einstein trabalhou no plano tecnológico-científico, extirpando qualquer significado filosófico do conceito de tempo.

Hoje em dia, contudo, deu-se mais um passo à frente ao abandonar o padrão astronômico de definição de tempo em função dos ritmos do Sol e das estrelas, ao substituir pelos dos átomos e cristais: os átomos e moléculas emitem e absorvem radiação electromagnética de acordo com frequências muito bem definidas que estão relacionadas com a estrutura atômica molecular. Esta realidade proporciona aos químicos uma ferramenta de valor inestimável para a detecção da presença de determinados átomos nas misturas de substâncias, pois cada um deles possui uma *"assinatura"* espectroscópica característica. Por outro lado, como a frequência da radiação é medida de acordo com um determinado número de ciclos por segundo, o fenômeno permite-nos igualmente medir o tempo.

Estudos desenvolvidos em 1958 mostraram que a radiação característica associada ao elemento *césio* tem uma frequência de 9.192.631.770 ciclos por segundo, com uma precisão da ordem dos mais ou menos 20 ciclos por segundo. A partir de 1972, este cronometro admiravelmente preciso – o átomo de césio – passou a constituir a base de um novo padrão de tempo, o tempo atômico, no qual o segundo é definido pela relação de frequências acima citada. Basicamente pode-se descrever o processo da seguinte forma: átomos de césio são aquecidos sendo

lançados através de um tubo com vácuo quase perfeito. Ímãs separam os átomos que são capazes de absorver energia e cada um destes absorverá energia se as ondas estiverem em uma frequência de 9.192.631.770 Hz. Os átomos que absorverem energia passam num campo de micro-ondas de alta intensidade onde um cristal oscilador sintonizável, de alta precisão, controla a sua frequência. Quando a frequência do campo de micro-ondas for exatamente igual à frequência acima indicada, alguns átomos mudam o seu estado de energia, sendo depois separados dos restantes por um segundo campo magnético. Um detector irá medir o número de átomos que mudam de estado e, quando esse número for máximo, o campo de micro-ondas terá a frequência exata. Assim, o oscilador estará sempre a ser corrigido para a frequência correta.

O tempo, portanto, pode-se definir como o parâmetro que descreve a mudança de um sistema a partir de um estado. Costumamos falar de evolução do sistema, embora a palavra evolução encerre em si uma ideia preconcebida de algo que ocorre no tempo. Isso, porém, é mais uma vez uma definição "operacional" do tempo. Nossos próprios relógios trabalham utilizando essa definição, pois no fundo qualquer cronometro toma o movimento repetido de algum sistema (algo que vai e volta ao mesmo lugar) para calcular uma fração de tempo. Primeiro, os seres humanos utilizaram o movimento dos astros, que passado um período retornavam à mesma posição inicial (o calendário solar ou lunar). Depois, para tempos mais curtos, vieram as ampulhetas até chegarmos ao movimento de um pêndulo. Hoje, a maioria dos relógios usados no dia-a-dia utiliza as vibrações muito precisas de um quartzo. Se quisermos algo muito mais preciso, temos que recorrer aos relógios atômicos conforme descrito anteriormente ou mesmo ao estudo da rotação de uma estrela distante como um pulsar.

CAPÍTULO II

SISTEMAS DE MEDIDAS DE TEMPO

Quando se deseja estudar os problemas da medição do tempo, tem que se recorrer à Astronomia de Posição, estabelecendo critérios para medir sua passagem. Os astros, observados da Terra, por muito tempo foram os únicos relógios disponíveis. Para tanto se faz necessário o conhecimento de alguns elementos importantes relacionados aos sistemas de coordenadas terrestres e celestes.

2.1 Elementos principais dos Sistemas de Coordenadas Terrestres

A superfície da Terra apresenta, com todas as suas irregularidades exteriores, o que se denomina de Superfície Topográfica e não possui uma representação matemática. Podemos considerar uma superfície esférica como uma primeira aproximação da superfície terrestre, e portanto, a esfera é correntemente adotada como representação teórica da Terra para fins de estudo, e utilização nos meios acadêmicos e científicos. Por isso, convém relembrar as definições de alguns elementos importantes associados a esta representação (ver a figura 4):

- Eixo de rotação:
  É a linha reta em torno da qual a Terra executa o seu movimento de rotação, em sentido direto, produzindo nos astros um movimento aparente e em sentido retrógrado.
- Polos Terrestres:
  São os pontos em que o eixo de rotação intercepta a superfície terrestre. O Polo Norte situa-se, atualmente[7], aproximadamente na direção da Estrela Polar; o Polo Sul apresenta a mesma direção, porém em sentido oposto.
- Plano Equatorial:
  É o plano perpendicular ao eixo de rotação da Terra e que contém o seu centro.

[7] Devido ao Movimento de Precessão da Terra esta direção não é fixa na esfera celeste.

- Equador:

  É o círculo máximo resultante da intersecção do plano equatorial com a superfície terrestre. O equador divide a Terra em dois hemisférios, o Hemisfério Geográfico Norte e o Hemisfério Geográfico Sul.

- Paralelo:

  São círculos menores, paralelos ao Equador e, portanto perpendiculares ao Eixo de rotação da Terra. Exemplos de paralelos são o Trópico de Câncer (paralelo de 23,5º de Latitude Norte) e o Trópico de Capricórnio (paralelo de 23,5º de Latitude Sul).

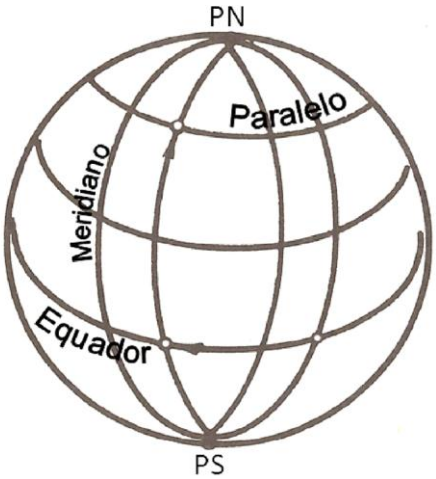


Figura 4 - Meridiano Terrestre

- Meridianos:

  São os círculos máximos que contêm os polos da Terra (ver a figura 4).

- Latitude Geográfica de um Lugar:

  É o arco de meridiano compreendido entre o Equador e o paralelo do lugar.

- Longitude Geográfica de um Lugar:

  É o arco do Equador compreendido entre o Meridiano de Greenwich[8] e o meridiano do lugar.

[8] O Meridiano de Greenwich serve de referência para a contagem das Longitudes. Em 1884, a Conferência de Washington, nos Estados Unidos, decidiu que o meridiano de origem seria o de Greenwich – sede do Observatório Astronômico Real Inglês, no subúrbio de Londres, Inglaterra. O Meridiano de Greenwich foi escolhido por dois motivos: primeiro porque ele já era utilizado nos Estados Unidos como referência para a marcação das horas, segundo, porque 72% das transações comerciais usavam cartas marítimas que tinham esse meridiano como longitude 0°.

2.2 Elementos dos Sistemas de Coordenadas Celestes

Se excluirmos a poluição luminosa e contemplarmos o céu numa noite estrelada, ter-se-á a mesma impressão que os observadores das antigas civilizações humanas tiveram: de que estamos imersos em uma imensa abóbada esférica onde se encontram todas as estrelas e por onde se movem o Sol, a Lua e os planetas.

No entanto, o conceito de Esfera Celeste continua a ser muito útil em astronomia, pois além de ser uma boa maneira de representar o Universo visto da Terra, ajuda a determinar as posições e os movimentos aparentes dos astros. A Esfera Celeste deixou, portanto, de ser uma entidade física, como nos modelos cosmológicos antigos, para ser tratada como um modelo geométrico, uma abstração matemática.

Apresentamos a seguir, algumas definições e conceitos fundamentais, com os quais se podem analisar os principais elementos de alguns Sistemas de Coordenadas utilizados em Astronomia, utilizando com o parâmetro o hemisfério norte da Terra.

- <u>Esfera celeste:</u>

  Esfera ideal, oca, com centro na Terra e raio arbitrário, em cuja superfície parece manterem-se os astros. Por definição neste caso, as estrelas são astros fixos. Os movimentos aparentes são dois: diurno e anual (ver a figura 5).

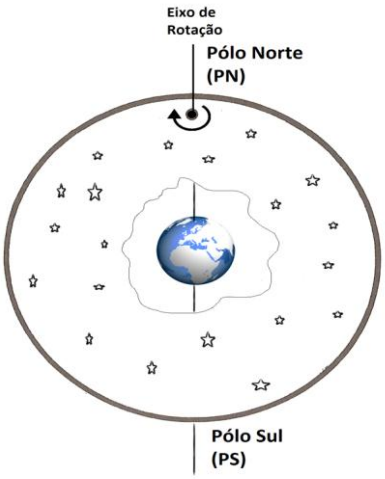


Figura 5 – Esfera Celeste

- Movimento diurno:

  Movimento de rotação aparente da esfera celeste, em virtude do qual o centro de cada astro parece descrever uma circunferência em 24 horas. Este movimento é considerado circular, uniforme.
- Movimento anual:

  Movimento de translação que o Sol aparenta descrever em volta da Terra.
- Distância angular entre dois astros:

  Ângulo formado pelos segmentos de reta que unem o ponto que o observador se encontra, com os centros destes astros.
- Sentido direto:

  Sentido contrário ao do movimento dos ponteiros do relógio para um observador situado no hemisfério norte.
- Sentido retrógrado:

  Sentido do movimento dos ponteiros do relógio para um observador situado no hemisfério norte.
- Pólos celestes:

  Pontos em que o eixo de rotação da Terra encontra a esfera celeste.
- Equador celeste:

  Círculo máximo da esfera celeste perpendicular ao eixo de rotação da Terra (ver a figura 6).
- Paralelos celestes:

  Círculos da esfera celeste paralelos ao equador.

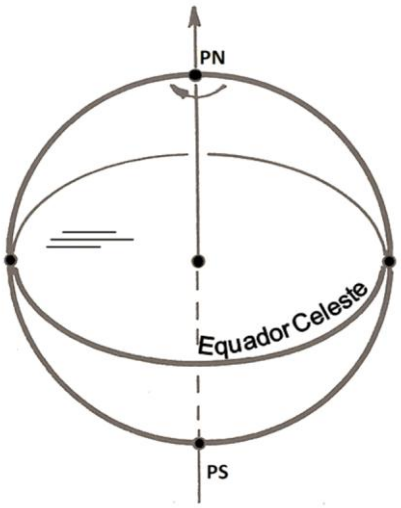


Figura 6 - O Equador Celeste

- Meridianos celestes:

  Círculos máximos da esfera celeste que passam pelos pólos celestes.
- Eclíptica:

  Trajetória que o centro do Sol parece descrever, em seu movimento aparente anual. É também um círculo máximo da esfera celeste (ver a figura 7).
- Eixo da eclíptica:

  Reta perpendicular ao plano da eclíptica.
- Polos da eclíptica:

  Pontos extremos do eixo da eclíptica.
- Obliquidade da eclíptica:

  Ângulo de 23º27´30´´ que forma o plano da eclíptica com o plano do equador.
- Linha dos equinócios:

  Direção que resulta da intersecção do plano do equador celeste com o plano da eclíptica. A interseção da linha dos equinócios com a esfera celeste define os pontos equinociais, um a ocorrer em março – chamado de ponto vernal[9] - e outro em setembro.
- Linha dos solstícios:

  Linha no plano da eclíptica, perpendicular à linha dos equinócios. Os pontos extremos desta linha são os pontos solsticiais. São os pontos da eclíptica que se encontram à máxima distância angular do equador celeste. O que se situa no Hemisfério Norte é o ponto solsticial de junho enquanto o que se encontra no hemisfério Sul é ponto solsticial de dezembro.
- Equinócio:

  Momento em que o centro do Sol passa por um ponto solsticial.
- Solstício:

  Momento em que o centro do Sol passa por um ponto solsticial.
- Trópicos Celestes:

  Paralelos da esfera celeste que passam pelos pontos solsticiais.

[9] Durante a sua trajetória anual aparente, na Eclíptica, o Sol cruza o Equador em duas vezes. Uma próxima a 21 de março, quando se está na direção da constelação de Peixes. A este ponto, o qual representa o cruzamento da Eclíptica com o Equador, chama-se Ponto Vernal, Ponto γ, Ponto de Áries ou Ponto Equinocial da Primavera Boreal. O Sol, nesse ponto, está a se deslocar para o Hemisfério Norte. O ponto diametralmente oposto a este e que ocorre por volta de 23 de setembro na direção da constelação da Virgem e que representa a passagem do Sol para o Hemisfério Sul é denominado de Ponto de Libra (Ω). Este ponto representa o início do Outono Boreal.

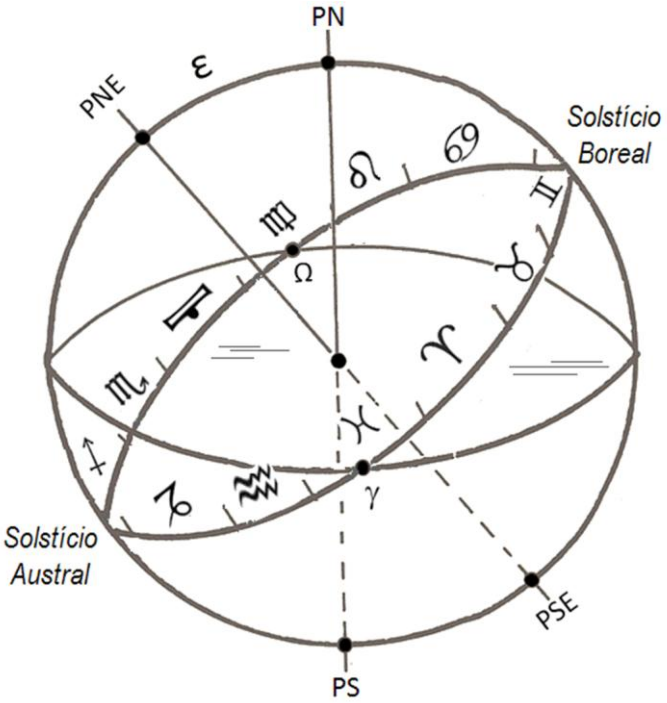


Figura 7 – A Eclíptica e as Constelações Zodiacais

- <u>Trópico de Câncer:</u>

  Trópico que passa pelo ponto solsticial de junho.
- <u>Trópico de Capricórnio:</u>

  Trópico que passa pelo ponto solsticial de dezembro.
- <u>Círculos polares celestes:</u>

  Paralelos da esfera celeste que passam pelos pólos da eclíptica. Um é o círculo polar ártico (norte) e o outro é o círculo polar antártico (sul).
- <u>Constelações Zodiacais[10]:</u>

  Constelações onde o Sol aparente passa. O zodíaco representa uma faixa que se estende por oito graus acima e abaixo da eclíptica (ver as figuras 7 e 8)

[10] Convém salientar a diferença entre *Constelações Zodiacais* e *Signos Zodiacais*: todo o céu está dividido em 88 constelações. E dentro da faixa zodiacal pode-se observar vinte e quatro constelações diferentes. Assim, as constelações zodiacais, em número de 13, são definidas cujas extensões angulares diferem uma da outra, com o Sol a permanecer tempos diferentes em cada uma. Os Signos Zodiacais são 12 arcos de circunferência com 30º cada, exatamente a cobrir toda a Eclíptica e, por ser Áries o primeiro signo zodiacal, a iniciar nesta região. As datas de entrada do Sol nas diferentes constelações zodiacais não coincidem com as datas de entradas nos signos.

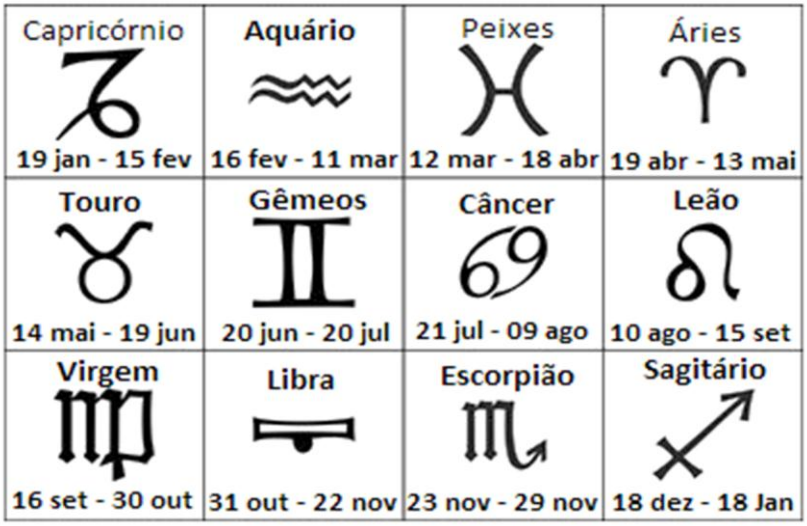


Figura 8 – O Zodíaco. Símbolos e períodos aproximados da passagem do Sol por cada Constelação Zodiacal

- <u>Horizonte visual:</u>

  Porção de superfície terrestre visível em redor do lugar.

- <u>Vertical de um local:</u>

  Linha que passa na direção diretamente acima ou abaixo de um observador na direção da aceleração gravitacional no ponto da superfície terrestre onde ele se encontra e, caso a Terra fosse perfeitamente esférica e a matéria disposta em camadas homogêneas, essa direção passaria pelo centro da Terra (ver a figura 9).

- <u>Plano do horizonte:</u>

  Plano perpendicular à vertical do local (ver a figura 9).

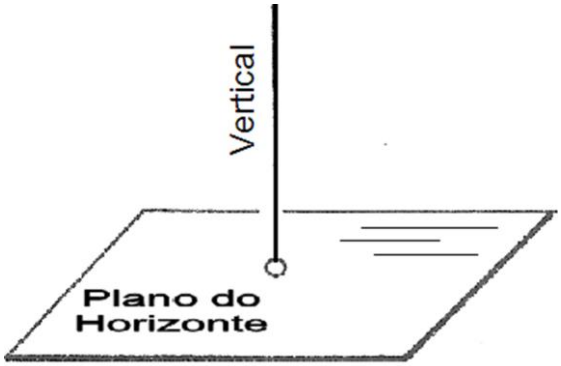


Figura 9 – O Plano do Horizonte

- Linha do Horizonte:

  Linha que limita o horizonte visual.

- Zênite:

  Ponto onde a vertical do lugar encontra a esfera celeste acima do horizonte (ver a figura 10).

Figura 10 - Zênite e Linha do Horizonte

- Nadir:

  Ponto onde a vertical encontra a esfera abaixo do horizonte.

- Plano Meridiano:

  Plano que contém a linha norte-sul, a qual passa pelo observador e pelo zênite. A intersecção desse plano com a esfera celeste define uma circunferência chamada de meridiano local (ver a figura 11).

- Meridiano celeste de um lugar:

  Meridiano celeste que passa pelo zênite deste lugar e divide a esfera celeste em

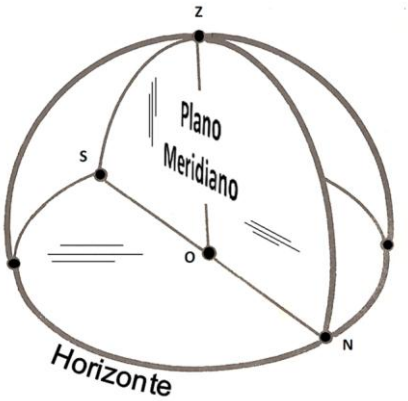


Figura 11 - Plano Meridiano

dois hemisférios – ocidental e oriental.

- Culminação de um astro:
  Momento da passagem do astro pelo meridiano do lugar.

2.2.1 Constituição de um Sistema de Coordenadas Astronômicas

Para a constituição de um sistema de coordenadas astronômicas são necessários:

- ✓ Um círculo fundamental ou plano fundamental, que é o plano de um círculo máximo;
- ✓ A direção fundamental, que é a direção perpendicular ao plano fundamental;
- ✓ Uma origem, sobre o círculo fundamental, convenientemente escolhida.

Círculos Fundamentais

Os círculos fundamentais a serem utilizados nos diversos sistemas de coordenadas astronômicas são:

- ✓ Horizonte do lugar, cujos polos são zênite e nadir;
- ✓ Equador, cujos polos são os polos celestes PN e PS (polos Norte e Sul)
- ✓ Eclíptica, cujos polos são os polos da eclíptica PNE e PSE (polos Norte e Sul da Eclíptica)

2.2.2 Sistema de Coordenadas Horizontais

- Plano fundamental: horizonte do observador.
- Direção fundamental: vertical do observador.
- Coordenadas: Altura (h) e Azimute (A).

A *Altura* é a indicação do afastamento angular de um astro em relação ao horizonte do observador. É expressa em graus, minutos e segundos de arco e é positiva para os astros situados acima do horizonte e negativa para os que estão abaixo. As alturas dos diversos pontos da Esfera Celeste estão compreendidas, portanto, de -90º até +90º. Os pontos da Esfera Celeste situados no plano do horizonte têm h=0º; o zênite em h=90º e, o nadir h=-90º.

O *Azimute* é o afastamento angular do plano que contém o semicírculo de um astro – Plano Vertical - em relação ao grande círculo que passa pelo zênite e pelos pontos cardeais Norte e Sul do observador – Meridiano Vertical - contado a partir do Ponto Cardeal Norte, sentido retrógrado estando a variar de 0º a 360º.

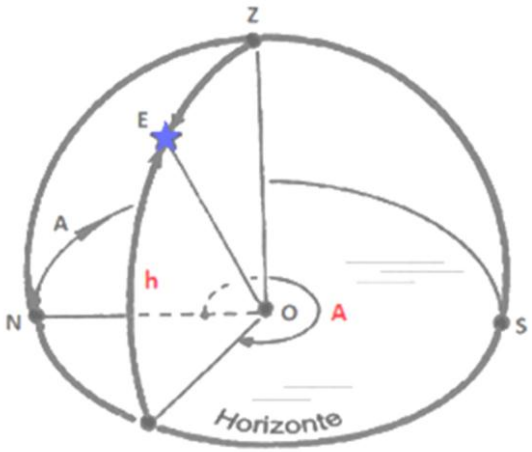


Figura 12 - Sistema de Coordenadas Horizontais

Observa-se que este sistema é *tipicamente local*, pois as coordenadas **h** e **A** dependem da posição do observador, bem como da época em que a observação é realizada (ver a figura 12).

2.2.3 Sistema de Coordenadas Equatoriais Locais

- Plano fundamental: equador.
- Direção fundamental: eixo de rotação da Terra.
- Coordenadas: Ângulo Horário (H) e Declinação (δ).

O *Ângulo Horário* é o afastamento angular, medido sobre o Equador, desde o meridiano local, até o círculo horário que passa pelo astro (E), no sentido retrógrado, o que significa que o ângulo horário do astro cresce conforme o tempo passa. O ângulo horário, por convenção pode estar definido pelas relações 0° a 360º ou -180º a 180º.

A *declinação* é o afastamento angular entre o Equador Celeste e o astro. Seus valores podem variar de -90º a 90º.

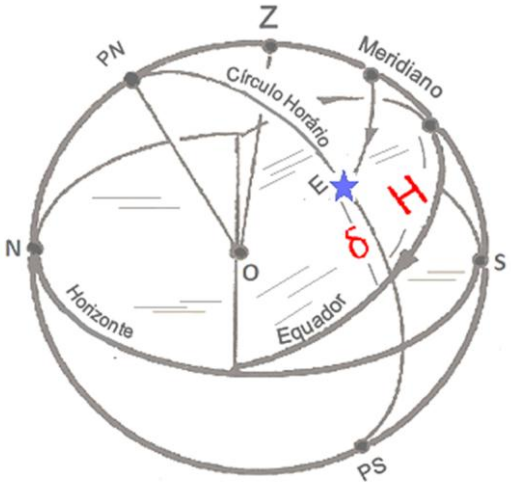


Figura 13 - Sistema de Coordenadas Equatoriais Locais

A Declinação do astro não depende da posição do observador, isto é, para qualquer observador um determinado astro terá a mesma declinação, se observado no mesmo instante. No entanto, o ângulo horário **H** está dependente do meridiano do observador, e depende por isso da posição do observador (ver a figura 13).

2.2.4 Sistema de Coordenadas Equatoriais Celestes

- Plano fundamental: equador.
- Direção fundamental: eixo de rotação da Terra.
- Coordenadas: Ascensão Reta (α) e Declinação (δ).

- A *Ascensão Reta* é o afastamento angular no equador de um astro entre o meridiano do astro e o meridiano do ponto vernal. Seus valores podem variar de 0 a 24 horas, também podendo ser medida em graus medido no sentido direto.
- A *Declinação* foi já definida anteriormente.

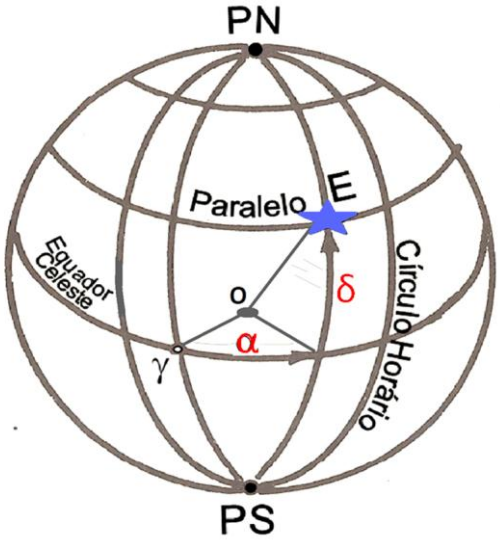


Figura 14 - Sistema de Coordenadas Equatoriais Celestes

Como vimos anteriormente, as coordenadas geográficas de um local sobre a Terra (a latitude e a longitude), permanecem constantes no decorrer do tempo. É importante referir que de modo análogo, o sistema de coordenadas equatoriais celestes é um sistema de referência no qual as coordenadas de um astro se mantêm constantes. É, pois, um sistema de paralelos e meridianos semelhantes ao sistema definido sobre a Terra. Como acabamos de ver, este sistema utiliza, por definição, o plano do equador celeste e o meridiano do ponto vernal (ver a figura 14). Desse modo, as coordenadas equatoriais celestes terão valores independentes do local de observação ao se desprezar os movimentos devidos à precessão e à nutação, de que falaremos mais à frente.

2.2.5 Sistema de Coordenadas Eclípticas

- Plano fundamental: eclíptica.
- Direção fundamental: direção definida pelos pólos Norte e Sul da eclíptica.
- Coordenadas: Longitude Celeste (l) e Latitude Celeste (b).

A *Longitude Celeste* é o ângulo, medido sobre a Eclíptica, a partir do ponto γ, no sentido do movimento anual aparente do Sol até o meridiano eclíptico que passa pelo astro. Seus valores podem variar de 0º a 360º, podendo também ser expressa em horas.

A *Latitude Celeste* é o ângulo, medido sobre o meridiano eclíptico, desde a Eclíptica até o astro. É considerado positivo se pertencer ao hemisfério eclíptico que possui o Polo Norte e negativo no sentido oposto, assim seus valores podem variar entre -90º a 90º.

As coordenadas apresentam valores independentes do local onde o observador está e são praticamente constantes no tempo, ao se desprezar os movimentos de precessão e nutação (ver a figura 15).

Figura 15 - Sistema de Coordenadas Eclípticas

2.3 Sistemas de Tempo

Dois intervalos de tempo dizem-se iguais quando correspondem a quantidades iguais do fenômeno tomado para a unidade. O movimento da Terra dá origem a duas escalas de tempo – o *tempo sideral* e o *tempo solar* - os quais apresentam diferentes referenciais: o nascimento e o ocaso das estrelas – no caso do tempo sideral local[11] – e o nascer e o pôr do sol – no caso do tempo solar aparente local[12]. O tempo sideral é, por definição, o ângulo horário do ponto vernal, enquanto o tempo solar é o ângulo horário do Sol acrescido de 12 horas.

Para a medição do tempo, a Astronomia recorre ao movimento da Terra que pode ser decomposto[13] em rotação, translação, precessão e nutação.

2.3.1 Rotação

A rotação da Terra se dá em torno de um eixo da Terra imaginário, o qual liga os polos norte e sul geográficos. Tem, entre as suas consequências, a sucessão dos dias e das noites, o movimento aparente do Sol durante o dia, o movimento aparente das estrelas e a variação da obliquidade dos raios solares num mesmo lugar, ao longo do dia.

Podemos pois definir um *dia sideral* e um *dia solar verdadeiro*, mas também um *dia solar médio*:

- <u>Dia sideral</u>

  É o intervalo de tempo decorrido entre duas passagens superiores consecutivas do ponto vernal pelo mesmo meridiano, o qual corresponde a uma rotação terrestre com cerca de 23h56m4,09s de Tempo Solar Médio. Deve-se considerar ainda que, devido a diversos tipos de perturbações, o movimento de rotação da Terra não é uniforme. A precessão do equinócio para Oeste – que será analisado adiante – faz com que o dia sideral seja cerca de 0,008 segundos mais curto que o intervalo entre duas passagens meridianas. Por outro lado, a fricção resultante da ação das marés provoca uma desaceleração de cerca de 0,0016 segundos por século. Para além disso, devem ser consideradas ainda pequenas perturbações irregulares e perturbações sazonais que resultam da redistribuição

[11] Em relação ao Meridiano Local.
[12] Em relação ao Meridiano Local.
[13] Pode ser decomposto em mais outros movimentos porém não relevantes a este trabalho.

de massas de ar na atmosfera, das massas de água nos oceanos e do material no interior da Terra.

- Dia solar verdadeiro

  É o intervalo de tempo que decorre entre duas culminações superiores consecutivas do centro do Sol pelo meridiano de um lugar. Varia entre 23h59m39s no mês de setembro, e 24h00m30s no mês de dezembro (Tempo Solar Médio). Esta variação ocorre devido a dois fatores: o primeiro de que o movimento anual aparente do Sol é efetuado no plano da eclíptica enquanto o ângulo horário do Sol, que permite conhecer o tempo solar é medido sobre o Equador e o segundo de que o movimento aparente do Sol no plano de eclíptica não apresenta velocidade constante, de acordo com a lei das áreas de Kepler[14].

- Dia solar médio

  É o intervalo de tempo compreendido entre duas passagens superiores consecutivas do *Sol médio*[15] pelo mesmo meridiano, com duração de 24h.

A diferença entre o dia sideral e o dia solar médio, como se pode observar pela figura 16, situa-se no fato de que o tempo em que a Terra efetua, relativamente às estrelas, uma rotação completa em torno do seu eixo – dia sideral – ela também se desloca na sua órbita em torno do Sol. A fração de deslocamento angular diário é de cerca de 2π/365, o que corresponde a aproximadamente 3 minutos e 57 segundos. Deste modo, o dia solar será cerca de 4 minutos mais longo que o dia sideral.

A diferença entre o *Tempo solar médio* e o *Tempo solar verdadeiro* é designada por *Equação do Tempo*. A figura 17 representa os valores que a Equação do Tempo pode assumir ao longo do ano. Quando a Equação do Tempo é positiva, significa que o Sol está adiantado, ou seja, passa pelo meridiano local antes do *meio-dia médio*. Quando é negativa, o Sol estará atrasado com relação ao *Sol médio fictício*.

[14] Trata da velocidade com que um planeta orbita em torno do Sol, relacionando as áreas com os períodos. Questões analíticas a parte, Kepler enunciou a lei das áreas: "…Uma linha unindo um planeta ao Sol varre áreas iguais em períodos de tempo iguais…". Esta lei é observada facilmente em se considerando a conservação do momento angular. Nota-se que para esta grandeza ser conservada, um aumento na distância do planeta ao Sol, implica numa diminuição da velocidade do corpo que executa a órbita elíptica.

[15] É um Sol fictício que descreve o equador com velocidade angular constante, gastando, em cada revolução, o mesmo tempo que o Sol verdadeiro gasta a percorrer a eclíptica.

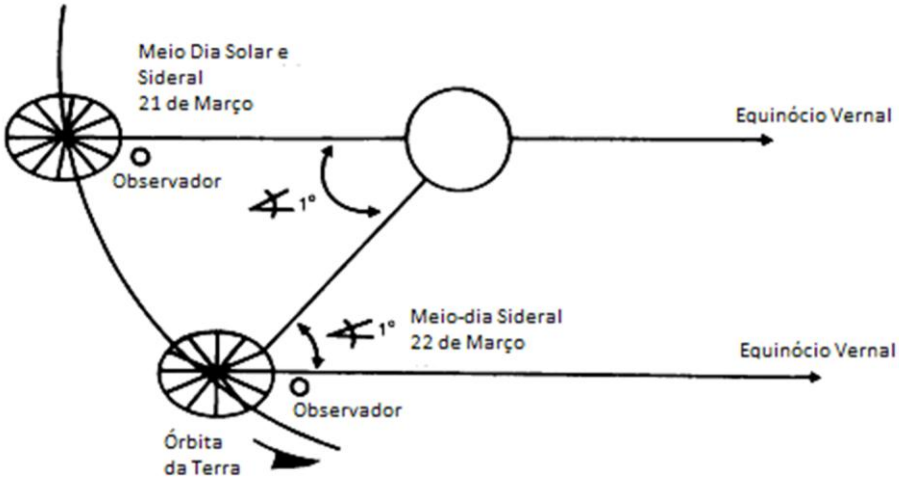


Figura 16 - Comparação entre dia solar médio e dia sideral

Nictêmero é o intervalo de tempo que compreende vinte e quatro horas (ou um dia e uma noite). É uma unidade fisiológica de tempo; compreende, para o homem e para a maioria dos animais, um período de vigília e um período de sono, ritmados pelo dia e pela noite (ver a figura 18).

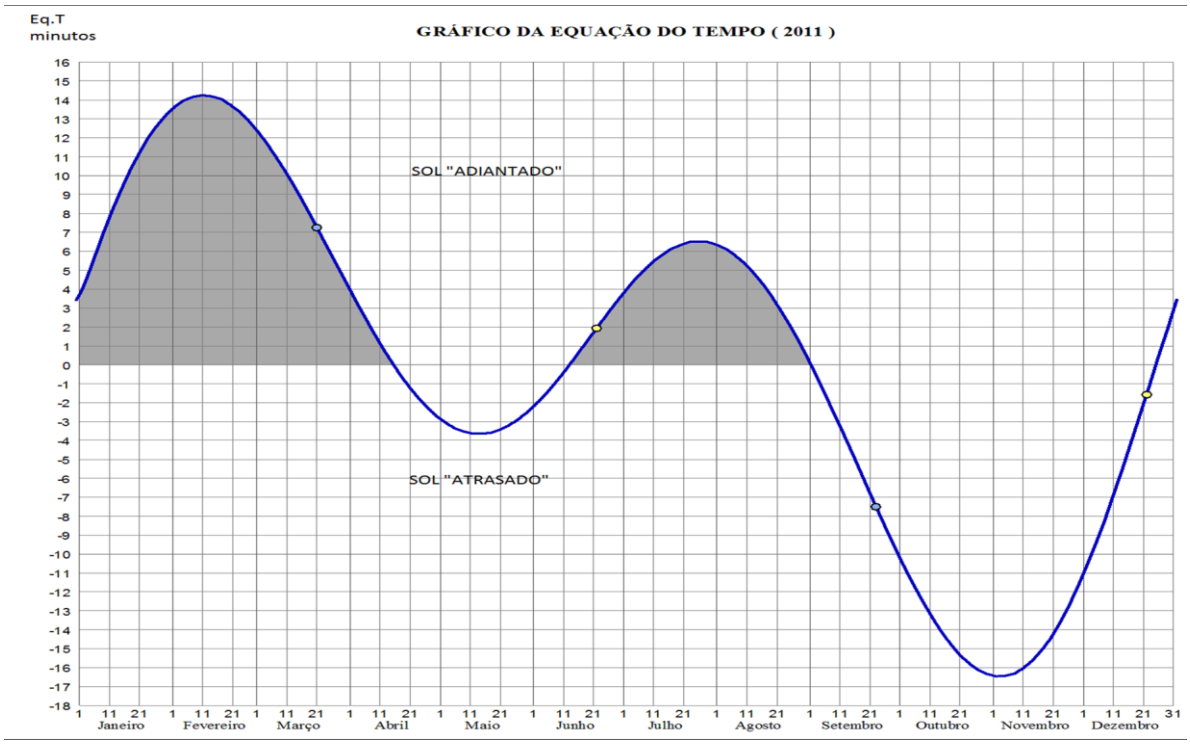


Figura 17 - Valores da Equação do Tempo ao longo do ano

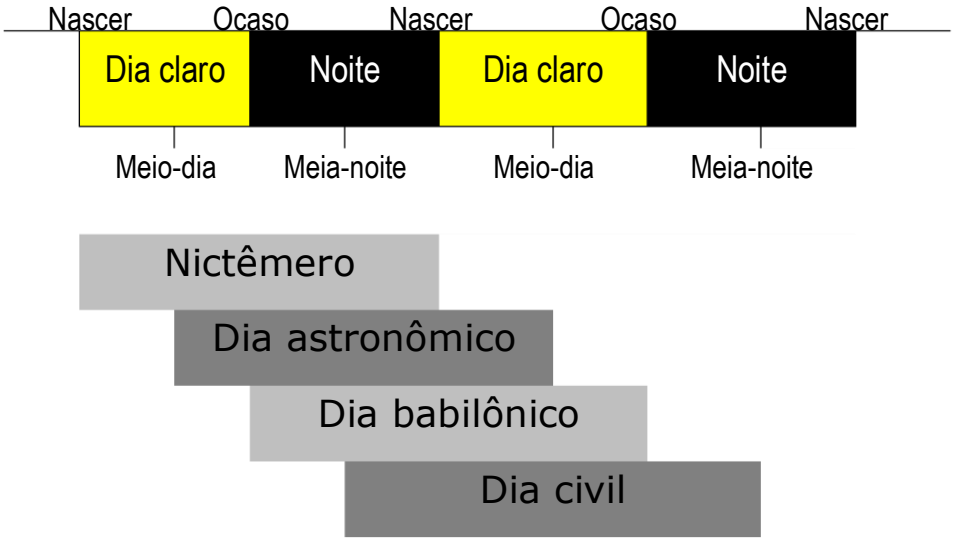


Figura 18 –As diversas designações para o dia

2.3.2. Translação

O tempo que a Terra leva para dar uma volta completa em torno do Sol é denominado de *ano sideral*, sendo igual a 365,256363 dias solares médios (365 dias, 6 horas, 9 minutos e 9,8 segundos). Como os primeiros astrônomos tinham mais facilidade para medir o tempo por meio da observação do Sol, e não por meio de uma estrela mais distante, um outro ciclo foi observado e batizado de *ano solar* ou *ano trópico*. O *ano trópico* dura 365,2419 dias solares médios (365 dias, 5 horas, 48 minutos e 45,2 segundos), cerca de 20 minutos mais curto que o ano sideral.

Define-se o *ano trópico*, ou *ano solar*, como o período entre duas passagens consecutivas do Sol pelo equinócio vernal, lembrando-se que o movimento do Sol é apenas aparente. Além disso, por ser o Sol o grande regulador da vida na Terra, os ciclos circadianos[16] de cada espécie acompanham o Sol, e não os astros distantes, assim, a duração do ano que se utilizou na formação dos diversos calendários baseou-se no *ano trópico.*

[16]Período de um dia solar médio sobre o qual se baseia todo o ciclo biológico de um ser vivo influenciando pela luz solar.

2.3.3 Precessão

Durante a translação da Terra, o seu eixo de rotação não permanece exatamente apontando para uma mesma direção do espaço. A Terra, num período de cerca de 26 mil anos, realiza um movimento no qual seu eixo parece descrever, aproximadamente, a superfície de um cone em torno de uma direção fixa no espaço.

Figura 19 - A Precessão

Esse movimento do eixo de rotação da Terra tem o nome de movimento de precessão e é devido a ele que o polo norte do eixo da Terra aponta para direções diferentes com o passar do tempo (ver a figura 19). A precessão é a causa da discrepância entre a duração do ano sideral e a duração do ano trópico. Os primeiros astrônomos sumérios percebiam o equinócio vernal na constelação de Touro. Cerca de dois mil anos depois, os babilônios observaram o equinócio vernal na constelação de Áries (ou Carneiro), justamente devido à precessão. Atualmente, o equinócio vernal acontece na constelação de peixes, e levá-lo-á para a constelação de Aquário, no ano de 2597.

2.3.4 Nutação

É uma oscilação periódica do eixo de rotação da Terra, com um ciclo de 18,6 anos, causada pela interação gravitacional entre a Lua e a Terra. A nutação é provocada por uma inclinação de 5,1º do plano da órbita da Lua em relação à eclíptica pela qual a precessão é durante cerca de nove anos de maior intensidade e durante cerca de outros nove anos de menor intensidade do que na média.

2.3.5 Lunação

Um outro fenômeno com uma relação direta com a construção dos calendários é a *lunação*. Obviamente, o termo se refere a um movimento da Lua, mas a sua importância na construção do calendário se faz necessário conjuntamente ao movimento da Terra. A Lua apresenta um movimento síncrono, ou seja, mesmo período para rotação em torno de seu eixo e para sua translação em torno da Terra.

A translação Lunar, o tempo que a Lua leva para dar uma volta completa em torno da Terra é de cerca 27 dias e 8 horas – ou *mês sideral*. Como visualmente é muito mais fácil acompanhar as fases da Lua, define-se de *lunação* o período de duas luas novas sucessivas – ou *mês sinódico* - que dura cerca de 29,5 dias (ver a figura 20).

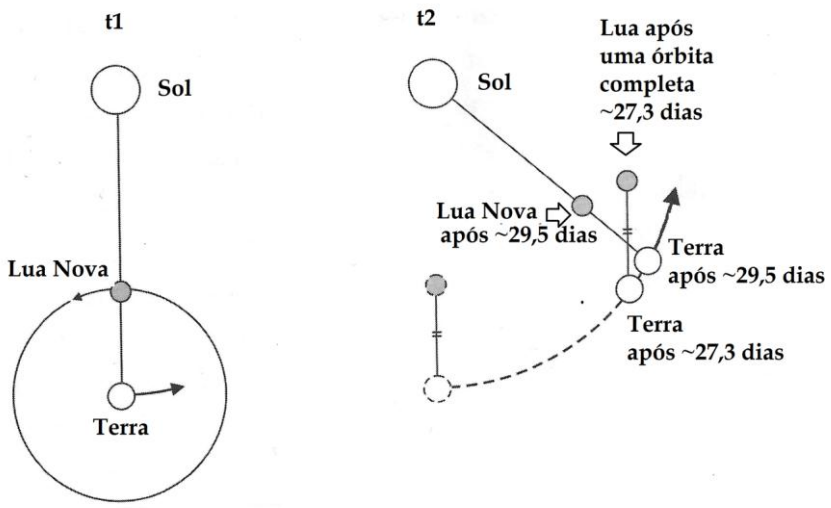


Figura 20 - Diferença entre os meses sinódico e sideral

A diferença entre o mês sideral e o mês sinódico ocorre devido ao movimento de revolução da Terra. Como a fase da Lua resulta de um ângulo medido entre a Lua e o Sol, com a Terra no vértice, o movimento da Terra contribui para esta medição. Se tomar a Lua nova e se esperar 27,3 dias, a Lua terá completado uma órbita, mas o ângulo entre ela e o Sol não se repetirá, pois a Terra se deslocou. Para que isto aconteça se faz necessário um período de pouco mais de dois dias, tal como se ilustra na figura 20.

CAPÍTULO III

OS DIVERSOS CALENDÁRIOS PELO MUNDO

3.1 Origens

3.1.1 Selene

Na Europa, há cerca de onze mil anos atrás, manadas dispersas de renas, bisontes e rinocerontes peludos pastavam na tundra e bebiam água de riachos gelados no vale de Dordogne (ver a figura 21), na atual França, o qual parecia mais com o Alasca dos dias atuais.

Figura 21 - Mapa de localização do Vale de Dordogne, França

Do alto de rochas calcárias, tigres de dente-de-sabre observavam as manadas, assim como águias voavam lentamente em círculos, centenas de metros acima no ar frio, a procurar ratos e outros roedores paleolíticos, atualmente extintos.

Pouco mais acima, uma outra criatura observava não os veados e o riacho que passava, mas sim o céu. Este homem peludo, vestido de pele de rena, espera pacientemente que a Lua surja acima do vale: estava prestes a revolucionar a forma pela qual ele e seu povo conceberiam o tempo.

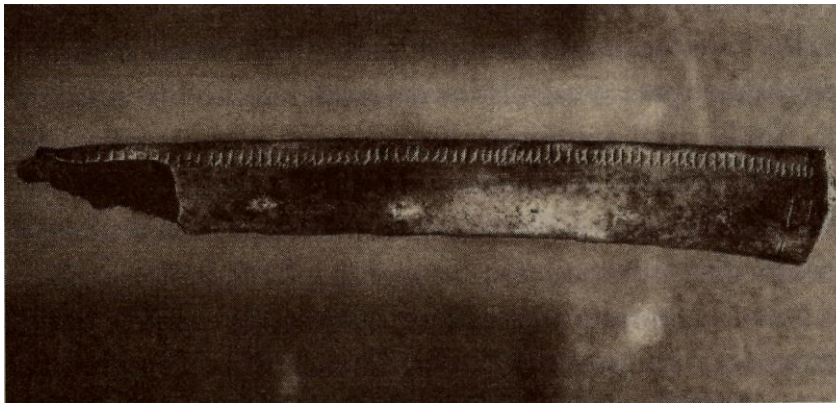


Figura 22 - Possível calendário lunar de osso de águia entalhado

Por várias noites, este *"astrônomo"* da Idade da Pedra, e *"pensador do tempo"*, tinha estado a observar a pálida bola no céu crescer e minguar. Isto era uma informação útil para uma tribo ou clã que queria utilizar a luz para cozinhar e caçar, ou para calcular eventos futuros como número de luas cheias entre a primeira geada do inverno e a chegada da primavera. Para ele era uma informação valiosa que ele poderia usar para impressionar seu clã, prevendo quando a Lua ficaria cheia novamente, ou quando ela desapareceria, eventos que mesmo hoje sinalizam cerimônias e celebrações religiosas. Este homem não era o primeiro a usar a Lua como um relógio primitivo, mas nesta noite em particular ele não apenas olhou para o alto e ponderou as fases da lua, mas cuidadosamente entalhou uma ranhura em um osso de águia do tamanho de uma faca de manteiga, acrescentando em seguida, uma série de ranhuras que correm verticalmente ao longo do osso (ver a figura 22). As suas marcações parecem ser agrupamentos distintos de símbolos similares que mudam em padrões regulares, possivelmente correspondendo às fases da Lua, pois os agrupamentos contém sete marcações cada um, o que é uma boa aproximação da progressão da Lua através de suas fases. Céticos insistem que as marcações neste e em outros ossos encontrados, muitos até mais antigos, são apenas decorações ou arranhões casuais – marcas da Idade da Pedra deixadas quando caçadores antigos afiaram suas facas. No entanto, através dos anos, antropólogos continuam a achar o mesmo tipo de padrão em pedras e ossos em outros sítios arqueológicos na África e na Europa.

Uma imagem famosa, a "Vênus de Laussel" (ver a figura 23), com cerca de 27 mil anos, mostra o entalhe do que parece ser uma mulher grávida segurando um chifre marcado com treze ranhuras. O que poderá ser, grosseiramente, a representação aproximada de um ano lunar.

Figura 23 - A Vênus de Laussel

Se estes arranhões e ranhuras em ossos e pedras são realmente calendários, ainda é uma incógnita, mas se forem, representam assim um esforço consciente para organizar o tempo anotando-o e medindo-o.

Faz sentido que a criação destes prováveis calendários da Idade da Pedra tenham a Lua como fonte de inspiração. Num período de aproximadamente 29 dias e meio ela passa através de todas as suas fases, sendo também relativamente fácil perceber que doze ciclos completos da Lua parecem corresponder aproximadamente ao ciclo das estações, através do qual as sociedades antigas inventaram o conceito de período de tempo chamado de ano.

Quase todas as culturas antigas tinham o culto da Lua. Os egípcios chamavam de Khonsu (ver a figura 24) ao seu deus Lua, os sumérios, de Nanna. As deusas grega e romana da Lua tinham três faces: na sua forma escura era Hécate, na crescente Artêmis (Diana), e na forma cheia era Selene (Luna). Selene foi descrita como uma mulher numa carruagem puxada por um par de cavalos alados.

Figura 24 - Khonsu, o deus da Lua e do Tempo para os antigos Egípcios

Para além das referidas Hécate e Artêmis, também uma série de outras deusas foram associadas com a Lua, como Pasífae, Leukippides e Eileiktia, também da cultura grega. No entanto, somente Selene foi representada pelos antigos poetas gregos como a encarnação da Lua (ver a figura 25).

Figura 25 - Selene a conduzir uma carruagem levada por Pegasus

A Lua forneceu aos gregos o seu ano, o qual era baseado em 12 meses lunares com uma média próxima de 29,5 dias, equivalentes a 354 dias. Na Suméria antiga, e na China, a Lua tornou-se suprema, com variações num ano, também de 12 meses e 354 dias, aparecendo por toda a parte à medida que a Idade da Pedra ia se transformando na Era Neolítica (ver figura 26).

Figura 26 - Reprodução de gravura de um selo da Suméria em que o rei Ur-Nammu recebe um alto funcionário religioso trazido à sua presença por duas deusas protectoras. A imagem do quarto crescente indica que Nanna, o deus da Lua, está presente na ocasião.

3.1.2 Stonehenge

Desde a Idade da Pedra o homem se preocupa em associar seus entes queridos, após a morte, com o céu. Seja por meio de monumentos megalíticos, com orientações estelares, seja pela colocação dos seus mortos em mausoléus, que os perpetuariam no céu, aparentemente, junto às estrelas.

Apesar das escassas informações sobre a maneira de sepultamento de seus mortos no paleolítico, os túmulos e restos de sepulturas encontradas parecem sugerir que o culto dos mortos estava intimamente associado às estrelas, ou melhor, às coisas do céu. Hoje sabemos, por exemplo, que os menires[17] que serviram como túmulos, marcavam os percursos do Sol, das estrelas e das constelações. Estes monumentos, com o tempo, se transformavam em santuários ligados ao cosmos, dos quais eram imagem. Alguns desses conjuntos se tornam mais tarde, centros culturais dessas sociedades primitivas.

Na Planície de Salisbury, Inglaterra, a cerca de 130 km a sudoeste de Londres, erguem-se os megálitos de Stonehenge. Cerca de 2300 a.C., milhares de bretões da Idade do Bronze arrastavam massas enormes de rocha e juntavam-nas, formando uma estrutura em forma de anel com notáveis características: estes

[17] Menir, também denominado perafita, é um monumento pré-histórico de pedra, cravado verticalmente no solo, às vezes de tamanho bem elevado. A palavra *menir* foi adotada, através do francês, pelos arqueólogos do século XIX com base nas palavras do Bretão significando *men* = pedra e *hir* = longa. No Bretão moderno usa-se a palavra *peulvan*. Em português também se denomina perafita, do latim "petra ficta" ("pedra fixa/fincada").

antigos bretões tiveram a mesma preocupação que os egípcios em orientar este monumento num sentido especial.

Figura 27 - Vista geral do monumento megalítico de Stonehenge

Stonehenge (ver a figura 27) foi construído em três fases separadas, com uma duração aproximada de 300 anos, sendo que originalmente, era uma circunferência externa que media 86 metros de diâmetro. A circunferência interna, com pedras maiores – cerca de 5 metros de altura – tinha 30m em seu diâmetro. Possuía trinta blocos verticais sobre os quais foram colocados blocos horizontais, a formar um ininterrupto anel de pedra.

Ainda mais alto, são os cinco portais que formam a ferradura externa, com cerca de nove metros de altura. Existia, ainda, uma via de acesso principal onde se situavam os portais de pedra. Ao analisar as pedras utilizadas, percebe-se que foram cortadas para que uma se encaixasse sobre a outra, formando os chamados *trilitos*. Embora já estejam bastante apagadas devido à ação do tempo, diversas pedras trazem desenhos ou inscrições rupestres feitas por antigas civilizações. Existem algumas provas de que os construtores também devem ter delineado um retângulo, a marcaram os seus cantos com quatro pedras, denominadas de "*station stones*".

Mas qual era o objetivo dos bretões da Idade do Bronze ao conceberem e construírem este complexo? Se uma pessoa, com 1,80 metros de altura, estivesse

em pé no meio deste recinto e olhasse para a entrada, verá a *heel stone*[18] (ver a figura 28) com o topo alinhado ao horizonte. Se fosse em um solstício de verão e esperasse pelo nascer do Sol no meio do monumento, veria que os primeiros raios de Sol apareceriam ligeiramente à esquerda desta pedra. Enquanto passasse o tempo, o sol erguer-se-ia acima do horizonte, movendo-se gradualmente para a direita.

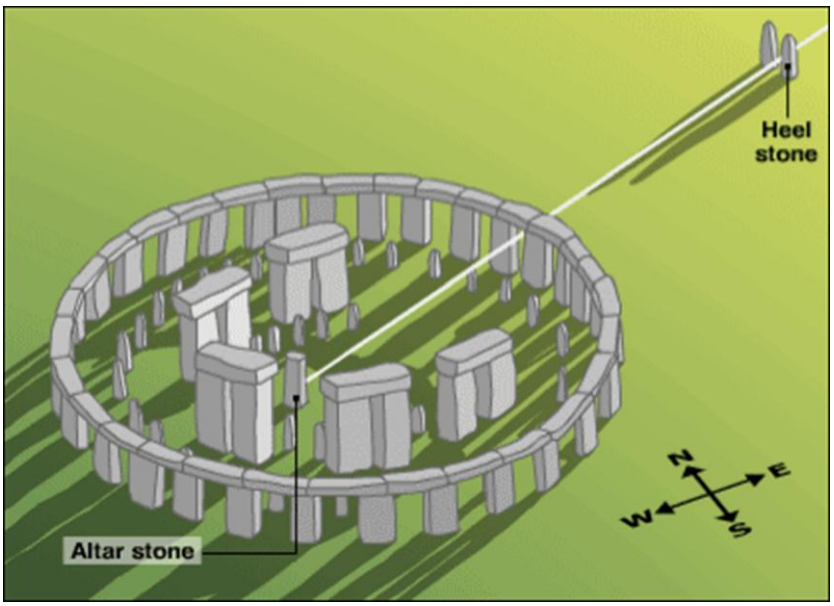


Figura 28 - Vista posicional da heel stone do monumento megalítico de Stonehenge.

Praticamente todas as sociedades primitivas observaram, registraram e celebraram os quatro pontos-chave do ano – as estações. O anúncio do início de estações por estas datas-chave era importante para o lavrador e caçador primitivos e para os construtores de Stonehenge não seria diferente.

O movimento aparente do Sol no céu durante as estações é, basicamente, do conhecimento geral e era, sem dúvida, do conhecimento geral a 2000 a.C. Porém, o movimento dos pontos onde a Lua nasce e se põe não fazem parte dos conhecimentos de um aluno médio de uma escola secundária. Em Stonehenge é facilmente detectável as marcações para os pontos de solstícios, de equinócios e as declinações máximas e a mínimas da Lua, embora - em razão do movimento de precessão dos equinócios - alguns alinhamentos não marquem mais (ver a figura 29).

[18] Heel Stone, ou pedra de tacão, é um grande pedaço maciço não trabalhado de arenito local, localizado fora da estrutura principal, constituindo-se o coração de toda a teorização astronômica em Stonehenge.

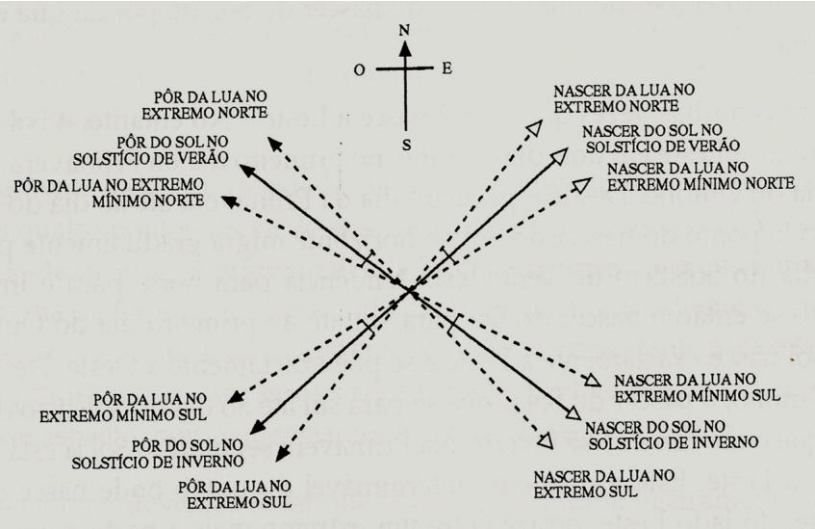


Figura 29 - Posições das Station Stones de Stonehenge a demonstrar as posições solar-lunares no horizonte

Stonehenge foi realmente um calendário enorme? Ou é um observatório, uma fortaleza, um templo, um local de reunião da Idade do Bronze – ou tudo isso ao mesmo tempo? Ainda que faltem informações sobre os povos que o construíram, análises cuidadosas feitas por arqueólogos e astrônomos comprovam que a sua função era a de um grande observatório luni-solar, pois este calendário gigante teria permitido um antigo bretão antecipar ciclos astronômicos[19] e eventos com tanta exatidão quanto os egípcios ao utilizarem Sírio – ou até mesmo um astrônomo moderno a utilizar mapas solares ou estelares.

[19] Segundo HAWKINS, G.S. e WHITE, J.B., *Stonehenge Decoded,* Fontana, 1965, existem indícios que Stonehenge também pode prever eclipses lunares.

3.2 Os diversos calendários pelo mundo

Estima-se que haja atualmente cerca de quarenta calendários em uso pelo mundo. Os mais conhecidos são: o gregoriano, o hebraico, o islâmico, o indiano, o chinês, o persa, o baha'í[20], o etíope e o recente calendário ISO[21]. Também há alguns calendários antigos bastante conhecidos, mas não mais em uso, como o juliano, o revolucionário francês, o maia, e o antigo calendário hindu.

Historicamente é difícil precisar o calendário mais antigo, porém ao se confundirem com própria evolução do homem em termos de organização civil, verifica-se que os mais antigos ficam restritos às antigas culturas egípcias, babilônicas, chinesas e mesoamericanas.

Posteriormente, aparece o calendário juliano, cujas raízes datam do antigo Império Romano. O calendário etíope data do terceiro século depois de Cristo; o hebraico do quarto; e o antigo calendário hindu, do século V. O calendário islâmico surgiu no século VII; os calendários hindus, do século X, e o gregoriano – modificação do juliano – do século XVI**,** são dos mais novos. O calendário revolucionário francês vigorou apenas entre 1792 e 1806. No século XIX foi instituído o calendário baha'í, e finalmente, no século XX, o calendário ISO e o moderno calendário persa.

Enquanto o calendário islâmico é mais facilmente entendido, o hebraico é um dos mais complicados. Contudo, o moderno calendário hindu é considerado, de longe, como o mais complicado de todos. Apesar de todos eles terem seu grau de importância no curso da história e da evolução da humanidade, não serão expostos todos, mas aqueles que parecem mais relevantes para o entendimento da influência da astronomia nas diferentes culturas.

[20] Associado à cultura do Irã.
[21] International Organizations for Standardization (Organização Internacional para Padronização)

3.2.1 Calendário Babilônico

Os gregos antigos e outros povos que entregaram suas sortes à Lua, ao utilizarem um ano de 354 dias, através das lunações, acharam-se então com calendários aproximadamente onze dias mais rápido que ano tropical, um desalinhamento que em poucos anos coloca um calendário defasado em relação às estações. Esta situação é inaceitável para qualquer pessoa que utilize tal calendário como guia para plantar e colher, saber as estações corretas para velejar, efetuar cultos religiosos, etc.

Já no século XXI a.C., os sumérios – povo que precedeu e foi incorporado à cultura babilônica – tinham desenvolvido um sistema ligeiramente diferente, baseado no ano de calendário de 360 dias. Este número tinha origem no arredondamento do mês lunar para trinta dias, que se encaixava perfeitamente no sistema matemático e astronômico dos sumérios que era sexagesimal. Assim, os babilônios herdaram a velha numerologia sexagesimal suméria para dividir o dia em 24 horas (o qual é divisível por seis) e também divide redondamente o ano de 360 dias. A razão para o uso de 24 horas, em uma de suas hipóteses, pode ter relação com o zodíaco, que os babilônicos utilizavam com grande fervor para guiar suas vidas. Possivelmente, dividiam o dia e depois a noite em 12 horas para corresponder aos signos do zodíaco, somando-os para atingir o dia de 24 horas.

Uma teoria relacionada à utilização de um sistema sexagesimal argumenta que os sumérios – reconhecidamente a primeira civilização a estudar os céus para fins práticos – utilizavam uma forma inusitada de contar os números por meio dos dedos: as falanges dos dedos da mão direita – com exceção do polegar, que era utilizada como marcador – eram usadas para contar os números de 1 a 12; os dedos da mão esquerda (inclusive o polegar) eram usados para contar as dúzias, perfazendo um total de cinco dúzias. As mãos dos sumérios formavam um ábaco[22] improvisado que marcava, sem muito esforço, qualquer número de 1 a 60 (ver a figura 30). Com uma aritmética posicional de base 12, não é por acaso que as divisões arbitrárias que inventaram para a contagem do tempo sejam múltiplas deste número. Convém ressaltar também que, graças a esse sistema ocorre o surgimento do numeral *zero* no sistema de contagem.

[22] Instrumento de cálculo formado por uma moldura com bastões ou arames paralelos dispostos no sentido vertical, correspondentes cada um a uma posição digital (unidades, dezenas,etc.) e nos quais estão os elementos de contagem (fichas, bolas, contas, etc.) que podem fazer-se deslizar livremente. Teve origem provavelmente na Mesopotâmia, há mais de 5.500 anos.

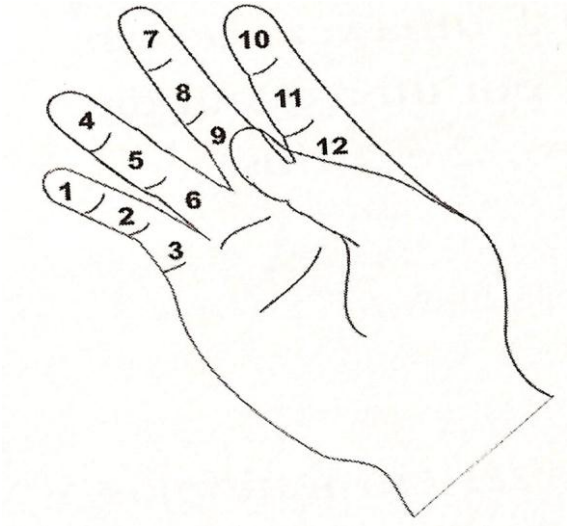


Figura 30 - "Ábaco manual" dos sumérios

Os sumérios ergueram uma civilização em cerca de 6.500 a.C., construíram a primeira capital política que o mundo conheceu – *Eridu*, a primeira cidade nitidamente religiosa – *Nipur* – e o primeiro empório comercial – *Umma*. Nesta última, comprava-se e vendia-se, na outra os sacerdotes escrutinavam o céu para transmitir ao povo a vontade dos deuses, enquanto em *Eridu* se fazia política. *Nipur* era a casa do deus *Enlil*, que propiciava a felicidade ou a desgraça ao indivíduo, à aldeia, ao país. Dele emanava o poder. Tomar *Nipur* e governar sobre ela foi o sonho de todos os chefes sumérios.

Em *Nipur* os sacerdotes preocupavam-se com *Enlil* e com o céu, onde o deus manifestava os seus desígnios. Com isso, e o correr dos anos, os religiosos tornaram-se íntimos dos mistérios celestes. Deram nomes aos astros e seguiam-nos pelos caminhos do firmamento. Resultado: aprenderam a relacionar a posição de certas estrelas com os acontecimentos quotidianos. Compuseram um calendário. O espaço de tempo foi dividido em doze partes fixas que, mais tarde, tiveram a companhia de mais uma parte ocasional.

Os nomes dos pedaços (meses) servir-lhes-iam para as suas necessidades rudimentares do dia-a-dia. As suas atividades eram simples e tudo quanto se pretendesse ensinar-lhes deveria ser igualmente simples. Cientes disso, os elaboradores do primeiro calendário quiseram que os nomes daquelas doze divisões

de tempo sugerissem ou indicassem os movimentos e os costumes próprios das respectivas ocasiões (ver a tabela 1).

1º	O tempo do morador do santuário (o sacerdote em primeiro lugar)
2º	O tempo de conduzir o gado para as pastagens
3º	O tempo de cozer os tijolos
4º	(incerto)
5º	O tempo de pôr fogo no campo (tempo das queimadas)
6º	O tempo do festival em honra da deusa Isthar
7º	O tempo do lugar sagrado (mês das peregrinações)
8º	O tempo em que se abrem os canais de irrigação
9º	O tempo de cavar os campos de cultura (mês da aração)
10º	(incerto) Relativo a um festival religioso
11º	O tempo de semear
12º	O tempo de colher as sementes

Tabela 1 - Os meses sumérios

Além desses doze meses, os sacerdotes criaram um mês intercalar a ser inserido várias vezes para corrigir atrasos do calendário. Não parece que tenha existido qualquer regra para a aplicação dessa intercalação.

Na medida em que as antigas culturas amadureciam, a frustração com o desvio lunar estimulou cientistas e religiosos a ponderar uma solução – uma linha de investigação que continua até os dias atuais enquanto tentamos afinar nossos dias, semanas e meses dentro de um verdadeiro ano solar. Mas para os antigos, que não tinhas ferramentas e conceitos modernos, este ano usando a Lua mostrou-se imensamente difícil. Várias soluções foram tentadas, mas todas falharam.

Os antigos babilônios mantiveram-se com a Lua apesar de terem um conhecimento de astronomia altamente avançado. Porém a paixão deles era temperada por uma solução consensual com o Sol, no que hoje é conhecido como ano lunissolar. Em algum momento, por volta do ano 432 a.C. os matemáticos babilônios imaginaram que 7 anos de 13 meses lunares, seguidos por 12 anos de 12 meses lunares seriam quase exatamente iguais a 19 anos solares. Isto ficou mais tarde conhecido como o ciclo metônico, em homenagem ao astrônomo grego Méton (século V a.C). Ele funciona através da intercalação de meses extras dentro do ano lunar padrão de 12 meses. Mas nem mesmo este sistema de 19 anos é exato e também se mostrou de difícil utilização, sendo pouco prático para o uso quotidiano.

O ano babilônico tinha início na primeira lua nova após o equinócio da primavera e compreendia 12 meses, cada um dos quais começando no primeiro avistamento dos crescentes lunares *denominados Nisanu, Aiaru, Simanu, Duzu, Ululu, Tashritu, Ahrasammu, Kislimu, Tebetu, Shabatu e Addaru*; os dias, que começavam ao anoitecer, eram contados para frente, de 1 até 30 ou 29. Não se sabe ao certo a partir de que ponto é que a intercalação passou a ser determinada pelo ciclo metônico, contudo, pelo menos no século IV a.C., *Addaru* repetiu-se nos anos 3,6,8,11,14 e 19, e *Ululu* repetiu-se no ano 17. Novos ciclos tiveram início em 367/6 a.C., 348/7 a.C, 329/8 a.C., e assim sucessivamente.

3.2.2 Calendário Egípcio

Corrigir o calendário lunar é uma tarefa complicada. Algumas nações atuais, como Israel e a Arábia Saudita, ainda utilizam um calendário lunar modificado, mas há 6000 anos os Egípcios criaram um sistema melhor para substituir o "flutuante" calendário lunar. Este método era uma maneira muito mais simples de registrar a passagem dos dias, produzindo um calendário que se mantinha em sincronia com as estações por muitos anos. Em vez de utilizarem a Lua para registrar a passagem do tempo, os Egípcios utilizavam o Sol, tal como a maioria das nações faz hoje.

O Rio Nilo

Apesar de possuírem uma ciência avançada para o período neolítico, os egípcios nunca foram deveras renomados por sua astronomia ao contrário dos babilônios, por exemplo, ou por um grande interesse em matemática, como aconteceu com os gregos. A explicação para terem conseguido uma boa aproximação na contagem de um ano deve ser provavelmente devido ao rio Nilo. O Nilo era responsável pelas colheitas e pelo comércio. Cheio desde o final de junho até o final de outubro, o Nilo trazia a cada ano um rico limo que fazia crescer as plantações entre outubro e fevereiro, possibilitando a colheita entre fevereiro e o final de junho. Estas eram as três estações da vida no Egito: enchente, crescimento e colheita. A regularidade deste ciclo e a disponibilidade do grande rio como relógio natural proporcionou uma alternativa fácil e "dramática" para a Lua.

O Nilo enche com uma previsibilidade que os egípcios compreenderam muito antes dos templos de pedra e das pirâmides começarem a ser construídos ou

mesmo antes de qualquer pensamento em relação a um calendário formal. Tudo que um fazendeiro do antigo Egito precisava fazer era plantar um junco alto na lama ao longo da ribanceira do rio, fazer nele uma ranhura para medir o ponto alto da enchente e, em seguida, contar os dias até a próxima marca d´água alta, que ocorreria exatamente um ano mais tarde.

Durante a *"Idade das Pirâmides"*, havia dois cultos religiosos dominantes: o culto do Sol, relacionado ao deus Rê-Atom, e o culto do deus Osíris. O culto do Sol derivou de um grupo poderoso de padres da cidade de On, mais tarde denominada de Heliópolis (cidade do Sol) pelos gregos. Os egípcios não eram consistentes nas suas crenças e tinham várias explicações para o *movimento* diário do sol no céu.

Figura 31 - As pirâmides de Gizé

A cerca de 8 km de Gizé, não longe do Cairo, erguem-se as três famosas e enormes pirâmides: os túmulos dos reis Kéops, Quefren e Mikerinos (ver a figura 31). A de Kéops, a maior de todas as pirâmides, possui um interesse fundamental, pois está orientada com uma precisão extrema de acordo as direções norte-sul e leste-oeste, com erro médio na ordem de 1/22, 5 graus para cada direção. As outras duas pirâmides de Gizé também apresentam um alinhamento parecido com a de Kéops, mas o ponto importante destes precisos alinhamentos está no fato destas orientações serem relativas aos pólos geográficos da Terra e, por conseguinte serem utilizadas para medir sombras e determinar a chegada dos equinócios.

O poder de Sothis

Além de utilizarem o Nilo como referência para a contagem do tempo, os astrônomos egípcios fizeram outra descoberta que tornou o seu ano mais exato: a verificação de que Sírius[23], chamada pelo nome de Sothis[24] aparecia sobre o horizonte oriental aproximadamente ao instante do nascer do Sol. Para evitar atraso no registro da data do nascer helíaco, os sacerdotes egípcios, que determinavam as estações em função desse fenômeno, eram obrigados a vigílias rigorosas. Assim, se fixou o primeiro dia do mês de *Tot*, o deus egípcio do Ano Novo, comemorado anualmente com cerimônias elaboradas que começavam quando Sírius aparecia no topo dos obeliscos, precisamente alinhados como pontos de observação no chão abaixo. Registrando o momento da aparição de Sírius com exatidão, a cada ano, os astrônomos egípcios acabaram percebendo que o ano solar era ¼ de dia mais longo que 365 dias.

Acrescentar ¼ de dia ao ano egípcio foi uma descoberta revolucionária. Porém, os sacerdotes egípcios recusaram-se a alterar o ano para fazer a correção de 365 para 365 e ¼ dias, "obrigando-o" a desfasar-se seis horas a cada ano. Isto lançou o calendário egípcio em um desvio lento através das estações em um ciclo que se repetia a cada 1.460 anos. Esta falha somente foi corrigida na era da dinastia ptolomaica no Egito, principalmente com Ptolomeu Euerguetes em 238 a.C. e com a conquista do Egito por Roma.

O nascer helíaco[25] de Sírius (ver a figura 32) propiciou o conhecimento de que o astro-rei, ao declinar constantemente ao longo de sua trajetória na eclíptica, atrasava diariamente o seu nascer em relação a uma determinada estrela, propiciando o que chamaram de *Decanos*. Dos 365 dias do ano, 360 eram divididos em 36 semanas de 10 dias. Cada uma dessas semanas (ou *"décadas"*) começava com o nascer helíaco de uma determinada constelação (ou *"decano"*), a qual podia ser observada sucessivamente até que no décimo primeiro dia outro *"decano"* surgisse pouco antes do nascer do sol, marcando o início da próxima *"década"* (ou período de 10 dias).

[23] Sírius (α CMa, α Canis Majoris, Alpha Canis Majoris) é a estrela mais brilhante no céu noturno, com uma magnitude aparente de −1,46, localizada na constelação de Canis Majoris. Pode ser vista a partir de qualquer ponto na Terra, sendo que, no Hemisfério Norte faz parte do Hexágono do Inverno

[24] Sirius era alvo de uma particular veneração e era representada pela Deusa Sothis, ou Isis Sotis, e pelo Deus Hermes Thot.

[25] Momento em que um astro torna-se visível no horizonte imediatamente antes do nascer do Sol.

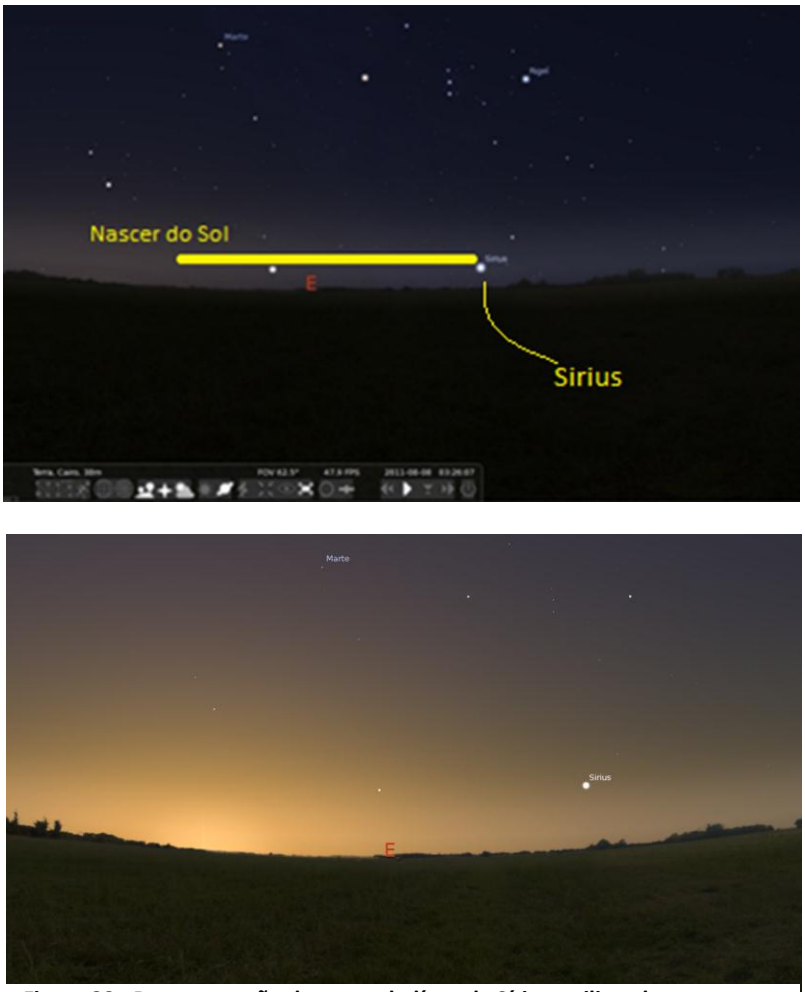


Figura 32 - Representação do nascer helíaco de Sírius, utilizando o programa freeware Stellarium nas datas de 08 de agosto de 2011 e os horários 3:26h e 3:53h na latitude da cidade do Cairo, Egito.

Os *"decanos"* serviam também como uma espécie de "relógio estelar", pois ao observar o surgimento no horizonte oriental de cada uma dessas constelações, logo após o ocaso do sol, o nascer acrônico (momento em que o nascer de um astro coincide com o pôr do sol) do primeiro *decano* correspondia à primeira hora da noite. Aproximadamente uma hora depois aparecia outra constelação identificada como o *decano* seguinte, início da segunda hora da noite, e assim por diante.

As *"horas decanais"* tinham, na verdade, a duração de 40 minutos. Teoricamente, seriam 18 *"decanos"* para o período de uma noite, mas na prática, descontando o tempo dos crepúsculos matutino e vespertino, apenas 12 eram considerados. A princípio, as horas eram sazonais, isto é, variavam conforme a estação do ano; no inverno, como as noites são mais longas, o primeiro e o último decano tinham maior duração. Mais tarde, no período helenista, foram introduzidas

as horas equinociais, isto é, todas de igual duração, e também o sistema sexagesimal dos babilônios.

3.2.3 Calendários da Mesoamérica

Ao construírem grandes cidades cheias de templos e palácios no interior da América Central, os maias também inventaram um sistema de calendário tão exato que quando os espanhóis os conquistaram no século XVI, o calendário Juliano – que será abordado nos capítulos seguintes – que os conquistadores trouxeram consigo era bem menos preciso.

O calendário inicial maia, provavelmente está ligado ao cultivo do milho – a *Milla* – pois foi o principal cereal cultivado pelos maias. Assim, a necessidade de uma seleção de variedades de milhos diferentes bem como o cuidado em coordenar as datas de cultivo com o ciclo da chuva se tornaram indispensáveis.

Foram desenvolvidos três sistemas de calendários. O primeiro tinha 365 dias, com dezoito meses de vinte dias, ao qual foram acrescidos de cinco dias por eles. Este modelo era chamado de *haab* (ver a figura 33). Estes cinco dias extras eram considerados especialmente ruins e os maias evitavam realizar qualquer atividade enquanto aguardavam sua passagem. Aparentemente os maias sabiam que o ano era na realidade mais próximo de 365 ¼ dias, mas ignoravam isto neste tipo de calendário. Paralelamente a este calendário de 365 dias, os maias utilizavam um ciclo de 260 dias chamado *tzolkin* – ou “ronda sagrada” – que servia para profecias e associações para cada dia com o objetivo de guiá-los no plantio, na guerra e na oferenda de sacrifícios para os deuses. O ciclo de 260 dias foi desenvolvido no primeiro milênio a.C. pelos zapotecas [26] do México, por razões que ainda permanecem obscuras.

[26] Grupo indígena mexicano

Figura 33 - Desenho dos glifos maias para os meses na contagem de 365 dias representando os 18 "meses" e o 19º o período de azar conhecido como Wayeb.

O *tzolkin* foi então reunido ao calendário de 365 dias fazendo com que estes dois calendários fossem sincronizados, totalizando um ciclo em 18.980 dias, ou cerca de 52 anos – este é o tempo que leva para que os dois calendários comecem novamente no mesmo dia. Ele era recebido com grande desânimo, com os povos temendo que o Sol pudesse não retornar.

O terceiro calendário era usado para calcular longos períodos de tempo – a *Contagem Longa* - sendo baseado em uma unidade de 360 dias chamado de *tun* e em um sistema numérico de base vinte[27]. Os ciclos da Contagem Longa são os seguintes:

20 *kins*	= 1 *uinal*	= 20 dias
18 *uinals*	= 1 *tun*	= 360 dias
20 *tuns*	= 1 *katun*	= 7.200 dias
20 *katuns*	= 1 *baktun*	= 144.000 dias

[27] Utilizavam como base os dedos dos pés e das mãos

Os maias multiplicavam o *baktun* por 13 para chegar ao que eles chamavam de um Grande Ciclo, correspondente a aproximadamente 5130 anos trópicos. No fim de um Grande Ciclo, os maias, os astecas e outros povos mesoamericanos acreditavam que todas as coisas deixariam de existir e um mundo inteiramente novo apareceria para começar o Grande Ciclo seguinte. O atual Grande Ciclo começou provavelmente em 3114 a.C e terminará em 23 de dezembro de 2012.

Presumivelmente os maias descobriram o verdadeiro ano solar utilizando palpites naturais e cuidadosas observações astronômicas, embora exatamente como o fizeram ainda permanece um mistério. Novas interpretações desde a decifração do código da língua maia revela que os maias na verdade utilizavam seu calendário para legitimar os atos dos reis e outros eventos-chave ao registrar com grande exatidão o dia, a hora e até os minutos nos quais eles ocorreram. Isso é demonstrado em incontáveis hieróglifos, pinturas e estelas representando a data exata na qual reis e rainhas específicos lutaram batalhas, mutilaram a si próprios cerimonialmente, casaram-se ou realizaram sacrifícios importantes (ver a figura 34).

Figura 34 - Glifos maias exibidos no Museu de Palenque, México

Deuses maias e doutros povos mesoamericanos também parecem ter "exigido" que seus sacerdotes realizassem cerimônias em tempo preciso. Em nenhum lugar isto foi levado mais a sério do que entre os astecas. Obcecados com suas crenças de que deveriam manter o tempo em seu curso próprio, os astecas ofereciam uma estarrecedora progressão de sacrifícios humanos para apaziguar seu deus Sol – *Tonatiuh* - para assegurar de que ele nasceria todos os dias e cruzaria o

céu. Normalmente sacrificavam milhares de pessoas por ano na sua capital Tenochtitlán, com uma prescrição de vítimas para cada mês: homens e mulheres, crianças e adultos. Por exemplo, nos meses nos quais as chuvas deveriam chegar, crianças eram afogadas ou emparedadas em cavernas. Quanto maior o choro melhor seria a expectativa de chuva. Outras eram esfoladas vivas para ajudar as plantações a crescerem e queimadas vivas durante a época da colheita. Para saciar da necessidade de um número tão grande de vítimas, os astecas fizeram um acordo peculiar com seus vizinhos para lutar batalhas cerimoniais regulares, não por conquista, mas para permitir que cada lado pudesse capturar grandes quantidades de vítimas para os sacrifícios. Aparentemente, a maior parte das vítimas capturadas considerava o sacrifício uma honra ou um ato do destino inquestionável. A maioria era antes anestesiada com plantas narcóticas, embora todos fossem deixados suficientemente conscientes para poderem exibir dor. Na figura 35 pode-se observar ruínas onde aconteciam estas cerimônias.

Figura 35 - Ruinas Maia, Palenque, Mexico

3.2.4 Calendário Chinês

A Dinastia Shang

Matemáticos chineses, sob as ordens do Imperador Yao (2358 a.C - 2258 a.C) começaram a experimentar um calendário em 2357 a.C., que eventualmente se tornou metônico, acrescentando 7 meses ao calendário lunar a cada 19 anos porém, assim como os bretões e os maias terem estudado cuidadosamente o movimento dos astros, na China, uma tribo neolítica começou a sobressair entre os seus rivais. Os seus membros estavam a tornarem-se conhecidos no mundo como o povo Shang (1766 a.C – 1122 a.C) e deram um enorme contributo para o desenvolvimento da civilização chinesa, na medida em que os Shang não só se distinguiram no artesanato e na tecnologia, como introduziram a gravação em pedra, a modelagem do bronze, a escrita, os palácios urbanos e um calendário preciso (ver a figura 36).

Figura 36 - "Ossos oraculares" chineses, que vem da prática do povo Shang de escrever nos ossos perguntas dirigidas aos seus antepassados mortos

A repetição de uma dada estação fornece uma primeira medida grosseira no progresso do tempo. Não tardaria que o Homem reparasse que podia contar 12 quartos crescentes entre dois intervalos de Inverno sucessivos. Tais observações não terão tido origem na alegria da especulação intelectual e pesquisa científica, mas no fato de, ao registrar o número de quartos crescentes, ser possível fazer planos antecipados de caça e agricultura. O registro dos anos com base na chegada do Inverno, por exemplo, terá sido feito, inicialmente, ao observar o início de um período mais frio. Isto obviamente não é muito preciso, pois outonos excepcionalmente frios ou quentes podem gerar confusão. Desse modo, o expediente simples de observar a alteração do comprimento da sombra de uma vara colocada na vertical pode verificar, com mais precisão, para se situar nas estações. Este foi o método adotado pelo povo Shang ao erguerem um poste denominado *kuei* e, a partir da sombra que projetava, detectava os solstícios de Verão e Inverno, chamando a estas alturas de *chih* – ou "limites". Assim, a passagem dos anos poderia então ser subtraída com grande precisão pela observação dos *chih* e a chegada da Primavera e Outono a aproximadamente a meio dos *chih*.

Uma grande vantagem para os Shang em relação aos bretões de Stonehenge é que estes aprenderam a escrever para a posteridade e, ao determinarem as estações, podiam assim contar o número de dias num ano e registrar os resultados em um osso. A prática de escreverem em ossos provém do fato de acreditarem que seus antepassados tinham uma vida após a morte e, por isso, faziam-lhe sacrifícios e oferendas. Gravaram vários tipos de ossos e conchas, utilizando principalmente a parte inferior de carapaças das tartarugas. Ocasionalmente utilizavam omoplatas de animais, ossos das costelas, crânios e até fragmentos de crânios humanos. Pilhas de ossos encontradas em escavações dos depósitos de Shang são consideradas os mais velhos livros da China e, ao traduzi-los para os dias atuais, observa-se que o ano Shang tinha 365,25 dias.

No entanto, esta não é a única característica importante do calendário Shang, estes criaram dois tipos diferentes de meses: *o ta-yueh* – "mês grande" – de 30 dias e o *hsiao-yueh* – o "mês pequeno" - de 29 dias, os quais eram utilizados em sucessão ao longo de um ano de 12 meses.

Ao indicar mês médio de 29,5 dias, este povo chinês otimizou um processo complexo de utilização do calendário lunar, pois é sabido que tempo de uma lunação não é exatamente 28, 29 ou 30 dias – é cerca de 29,5 dias, mais precisamente de

29,530589 dias. De acordo com este método, o mês médio de 29,5 dias diferiria cerca de 1% do correto valor moderno. Os antigos gregos utilizaram este método por volta de 400 a.C. chamando estes meses de *cheios* e *vazios* respectivamente.
Ao utilizarem doze meses com duração de 29,5 dias, verifica-se que não perfazem um ano de 365,25 dias. Após três anos trópicos, o calendário lunar estará 33 dias – cerca de 1 mês - adiantado em relação ao calendário solar. Um dos métodos que eles usaram para fazer este calendário foi adicionar um mês extra de 29 ou 30 dias, o que eles chamaram o 13 º mês, ao final do terceiro ano de 12 meses regular. No entanto, este uso simples do mês intercalar a cada 3 anos não é suficientemente preciso, consequentemente os chineses também fizeram valer o que no ocidente ficou conhecido como ciclo metônico (conforme mencionado anteriormente), ou seja, ao invés de utilizarem um ciclo de 3 anos, usaram um ciclo de 19 anos do seguinte modo: 12 dos anos do ciclo deverão ter 12 meses cada, enquanto os 7 anos restantes deverão ter meses intercalares, tendo cada ano a duração de 13 meses. Este calendário, baseado num ciclo de 19 anos, com sete desses anos tendo um mês intercalar, ainda é a base do calendário judeu há mais de 2000 anos – que é propriamente o ciclo metônico descrito anteriormente.

O calendário atual

Vimos que o calendário chinês é basicamente lunissolar, baseado em eventos astronômicos e não em regras aritméticas. Os dias chineses começam à meia-noite. Os meses são lunares, a começar cada dia de lua nova. Uma vez que o intervalo médio entre as luas novas é de aproximadamente 29,53 dias, os meses duram 29 ou 30 dias. Os anos têm 12 ou 13 meses, dependendo do número de luas novas entre os consecutivos solstícios de inverno. Quando um mês intercalar é acrescentado, a cada dois ou três anos, mantém o mesmo número de dias do mês anterior. Um ano comum de 12 meses tem 353, 354 ou 355 dias; os anos com o acréscimo do mês intercalar têm 383, 384 ou 385 dias.

Os detalhes do calendário chinês têm variado bastante em consequência das mais de 50 reformas implementadas desde o século XIV a.C. (a última versão ocorreu em 1645 d.C.). Contudo, já há 4 mil anos considera-se o ano com tendo 365 dias, enquanto o Ocidente somente iria adotar esse critério, em 46 d.C.

Tronco Celeste					
1	Jia	Madeira	6	Ji	Louça de barro
2	Yi	Lenha cortada	7	Geng	Metais
3	Bing	Fogo natural	8	Xin	Metal forjado
4	Ding	Fogo artificial	9	Ren	Água corrente
5	Wu	Terra	10	Gui	Água parada
Ramo Terrestre					
1	Zi	Rato	7	Wu	Cavalo
2	Chou	Boi	8	Wei	Carneiro
3	Yin	Tigre	9	Shen	Macaco
4	Mao	Coelho	10	You	Galo
5	Chen	Dragão	11	Xu	Cão
6	Si	Serpente	12	Hai	Porco

Tabela 2 - Ramos do calendário chinês

Embora o ano chinês seja constituído por verdadeiros meses lunares, o arranjo dos meses depende do curso do Sol através dos signos zodiacais. Os chineses dividem o ano solar em 24 períodos, sendo os 12 mais importantes – que são os meses do ano propriamente – chamados *zhongqi*, e os outros 12, de *jieqi*.

Na Tabela 2 podem-se observar os períodos do calendário chinês, sendo que os períodos de ordem par são os chamados *zhongqi*.

Uma vez que o calendário é baseado nas reais posições do Sol e da Lua, sua precisão é apenas aproximativa, não havendo, assim, época específica para iniciar a contagem dos anos. Nos registros históricos, as datas são especificadas pela contagem de dias e anos num ciclo de 60 anos, ou pela contagem de anos de uma sucessão de eras estabelecidas pelo reinado dos monarcas. O primeiro ano do primeiro ciclo começou em 15 de fevereiro de 2636 a.C.

Cada um dos 60 anos que compõem o ciclo tem seu nome criado a partir da combinação de duas listas: uma com dez nomes – do Tronco Celeste – e outra com 12 nomes – os Ramos Terrestres. Os do primeiro grupo recebem nomes ligados à natureza e os do segundo, de animais.

Ordem	Nome chinês	Significado em português	Data aproximada de início
1	Lichum	Início da primavera	4 de fevereiro
2	Yushui	Água de chuva	19 de fevereiro
3	Jingzhe	Despertar dos insetos	6 de março
4	Chunfen	Equinócio da primavera	21 de março
5	Qingming	Brilho puro	5 de abril
6	Guyu	Grão de chuva	30 de abril
7	Lixia	Início de verão	6 de maio
8	Xiaoman	Grão cheio	21 de maio
9	Mangzhong	Grão na espiga	6 de junho
10	Xiazhi	Solstício de verão	21 de junho
11	Xiaoshu	Calor ameno	7 de julho
12	Dashu	Calor intenso	23 de julho
13	Liqiu	Início do outono	8 de agosto
14	Chushu	Limite do calor	23 de agosto
15	Bailu	Orvalho branco	8 de setembro
16	Qiufen	Equinócio de outono	23 de setembro
17	Hanlu	Orvalho frio	8 de outubro
18	Shuangjiang	Descida da geada	24 de outubro
19	Lidong	Início do inverno	8 de novembro
20	Xiaoxue	Neve amena	22 de novembro
21	Daxue	Neve intensa	7 de dezembro
22	Dongzhi	Solstício de inverno	22 de dezembro
23	Xiaohan	Frio ameno	6 de janeiro
24	Dahan	Frio intenso	20 de janeiro

Tabela 3 - Os meses no calendário chinês. Os períodos de ordem par são os chamados de zhongqi

Os nomes são fixados sequencialmente, correndo nas duas listas simultaneamente. O primeiro é *Jia-zi*; o segundo, *Yi-chou*; o terceiro, *Bing-Yin*, e assim por diante. Uma vez que o mínimo múltiplo comum de 10 e 12 é 60, o ciclo de nomes se repete depois do sexagésimo nome, *Gui-Hai*, quando um novo ciclo mais uma vez se inicia. O ano inicial - *Jia-zi* - do ciclo corrente começou em 2 de fevereiro de 1984. O ano 2012 – ano chinês de 4710 – por exemplo, corresponde ao ano ren*chen,* regido pelo Dragão – o mais auspicioso signo do ciclo chinês (ver as tabelas 2 e 3).

Embora o calendário gregoriano tenha sido adotado na China em 1911 com propósitos administrativos, o antigo calendário chinês continua sendo usado para estabelecer as festas, o período das atividades agrícolas e para as comemorações das comunidades chinesas em todo o mundo.

O calendário japonês é basicamente similar ao usado na China. A principal diferença é que a datação cíclica e cronológica está relacionada ao reinado de cada

imperador. A cada novo imperador inicia-se um novo ciclo. Além disso, esse calendário adquiriu métodos particulares diferentes dos chineses, causando uma diferença de um ou dois dias entre os dois sistemas e, por vezes, intervalos um tanto maiores.

3.2.5 Calendário Judaico

Outras culturas antigas que não estavam dispostas a abandonar a Lua inventaram outros sistemas de intercalação. É o caso do calendário judaico, que ainda hoje, é lunissolar. A complexidade desse calendário decorre da necessidade de seus meses serem estritamente lunares, e uma vez que o *Pessach*[28] deve ocorrer sempre na primavera. Como as estações dependem do ano solar, o calendário hebraico deve estar em harmonia tanto com os eventos solares quanto com os lunares, como ocorre em todos os calendários lunissolares.

O calendário lunar judaico moderno resulta da evolução de um calendário utilizado após o regresso do exílio na Babilônia, o qual se baseava na observação. Em princípio, o início de cada mês é determinado pela tabela da lua nova – *molad* – que se baseia na adoção de um valor médio do ciclo de lunação. Para assegurar que as festas religiosas sejam celebradas nas estações apropriadas, os meses são intercalados de acordo com o ciclo metônico de 19 anos, conforme explicitado anteriormente. Pode-se observar na tabela 4 a relação destes meses.

Por tradição, os dias da semana são designados numericamente e, apenas o sétimo dia, o *Shabbath*, recebe um nome específico. Os dias vão de sol a sol, sendo que o primeiro dia começa no pôr do sol de sábado e acaba no pôr do sol de domingo. Assim, o *Shabbath*, dia sagrado, começa no ocaso de sexta-feira e termina no de sábado.

Os anos são contados a partir da Era de Criação, ou Era Mundi, que corresponde ao dia 7 de outubro de 3760 a.C.. Cada ano consiste de 12 ou 13 meses, cada um tendo 29 ou 30 dias. Um mês intercalar é introduzido no 3º, 6º, 11º,14º,17º, e 19º anos do ciclo de 19 anos (235 lunações). O calendário para um dado ano é estabelecido ao se determinar o dia da semana de *Tishrei* – primeiro dia de *Rosh Hashanah* ou dia do Ano Novo – e o número de dias no ano.

[28] Pessach é a festa anual dos judeus para comemorar o êxodo do cativeiro egípcio. Na língua inglesa foi adotado o termo Passover, que faz menção ao anjo que passou por sobre as casas dos israelitas protegendo-os, enquanto os primogênitos das casas egípcias eram mortos. O termo Páscoa é originado da palavra Pessach.

Durante o exílio na Babilônia, na primeira metade do século VI a.C:, o calendário hebraico sofreu profundas transformações, como por exemplo, na denominação dos meses, o que pode ser percebido ainda hoje[29]. A atual forma do calendário hebraico foi introduzida durante o século IV d.C., quando se aboliram as antigas regras para os cálculos – anteriormente considerados uma ciência sagrada, atribuída apenas às autoridades religiosas.

Mês	Número de dias	Época do nosso calendário	Significado
Tishrei (ou Tishri)	30	Meados de setembro	Quando o homem é julgado por suas acções
Marcheshvan	29/30	Final de outubro	Mês amargo porque nele não cai nenhuma festa
Kislev	29/30	Fim de novembro/Início de dezembro	
Tevet	29	Segunda metade de dezembro	
Shavat (ou Shevat)	30	Segunda metade de janeiro	
Adar*	29	Fevereiro/março	
Nissan	30	Fim de março/início de abril	Primavera, segundo Talmud[30] é o mês da criação
Iar	29	Abril ou maio	
Sivan	30	Fim de maio/início de junho	
Tamuz	29	Fim de junho/início de julho	
Av	30	Julho	
Elul	29	Fim de Agosto	Instropecção e preparação espiritual
* Nos anos intercalares o mês de Adar é contado duas vezes			

Tabela 4 - Meses do calendário hebraico

[29] Os meses na Babilônia recebiam os seguintes nomes: Nissan, Aiaru, Simanu, Du'uzu, Abu, Ululu, Tashritum, Arakhsama, Kislimu, Tebitum, Shabat e Addaru.
[30] Livro sagrado dos Judeus

3.2.6 Calendário Islâmico

O calendário islâmico é puramente lunar, sendo que os meses correspondem ao ciclo das fases da Lua. Como resultado, o ciclo de 12 meses lunares fica defasado em relação às estações do ano, e gera uma diferença de um ano no período de 33 anos (ver a tabela 5). Para propósitos religiosos, os mulçumanos começam os meses com a aparição da lua nova. A semana também contém sete dias, sendo que cada dia começa ao pôr do sol, à semelhança do calendário hebraico. Os dias da semana são especificados por números, com o primeiro dia a começar no ocaso de sábado e a terminar no de domingo. O quinto dia da semana, chamado de *Jum'a*, é o dia das preces. Mas, ao contrário do que acontece nas culturas cristã e hebraica, J*um'a* não é um dia de repouso.

Nome dos meses	Número de dias	Significado
Muharram	30	Mês sagrado, sem guerra
Safar	29	Amarelo, outono
Rabi al-Awwal	30	Época da pastagem
Rabi al-Akhir	29	
Jamadi al-Awwal	30	Inverno, congelado
Jamadi al-Akhir	29	
Rajab	30	Mês sagrado
Shaaban	29	Dispersar (tribos buscam água)
Ramadhan	30	Calor, ardor
Shawwal	20	Camelos fêmeas engravidam
Dzulqauidah	30	Mês sagrado, tempo do armistício
Dzulhijjah	29/30	Mês sagrado, tempo de peregrinação

Tabela 5 - Meses Islâmicos

Os anos de 12 meses lunares são reconhecidos a partir da Era de Hégira, em comemoração à migração do profeta Maomé para a cidade de Medina, em 16 de

julho de 622 d.C. Costuma-se empregar no calendário um ciclo de 30 anos, sendo 11 deles bissextos[31] (a saber, os anos 2, 5, 7, 10, 13, 16, 18, 21, 24, 26 e 29).

Os cálculos de conversão do calendário islâmico para o gregoriano (sobre o qual falaremos a seguir) são meramente hipotéticos, pois o calendário dos mulçumanos é muito irregular. Além do mais, a maioria do mundo islâmico confia apenas na proclamação proferida pelas autoridades religiosas quanto ao período de visibilidade da lua crescente. Consequentemente, as datas fornecidas pelos cálculos dos matemáticos ocidentais podem apresentar em erro de um ou dois dias. Dessa forma, realizar a correspondência entre as datas dos feriados muçulmanos e o ano gregoriano é uma tarefa que encerra algumas incertezas. Acrescente-se a essa incerteza o fato de o ano islâmico ser sempre mais curto que o ano gregoriano. Uma data no calendário islâmico pode ocorrer mais do que uma vez no decurso do nosso ano. Por exemplo, o Ano Novo Islâmico ocorreu duas vezes em 1943: uma em 8 de janeiro e outra em 28 de dezembro. Assim, determinar um feriado islâmico, como por exemplo a entrada no mês sagrado de Ramadão, pode não ser totalmente preciso, pois o dia correto do acontecimento dependerá sempre da sua proclamação pelas autoridades religiosas.

[31]Ano ao qual é acrescentado um dia extra; termo que será melhor explicado ao se analisarem os calendários Gregoriano e Juliano.

3.2.7 Calendário Gregoriano

Alexandria: berço do calendário ocidental

Conforme já observado, provavelmente os egípcios foram os primeiros a utilizar um calendário solar – embora os meses tivessem origem lunar – e influenciaram, posteriormente, o calendário juliano.

Convém ressaltar a cidade de Alexandria a qual, até mesmo em seu declínio como potência regional, continuou a ser um dos mais importantes centros de história de saber e sofisticação. Por três séculos ela tinha atraído as maiores mentes do extenso mundo helênico, criador de um meio de intelectualismo que impulsionava uma progressão de descobertas impressionantes – incluindo um trabalho pioneiro sobre o tempo e o calendário.

Fundada por Alexandre, o Grande, quando conquistou o Egito em 332 a.C., a cidade foi tomada depois da sua morte por Ptolomeu, um de seus principais generais. Declarando-se a si próprio rei do Egito em 305 a.C, Ptolomeu I despejou toda a riqueza do vale do Nilo em sua capital, criando um santuário para estudiosos que vieram de lugares tão longínquos como a Índia, a qual esteve conectada por algum tempo ao mundo helênico após as conquistas de Alexandre. Em cerca de 307 a.C., o escritor e estadista ateniense Demétrio de Faleron inspirou Ptolomeu I a estabelecer as fundações da grande biblioteca de Alexandria, que viria a ter centenas de milhares de papiros, incluindo a biblioteca pessoal de Aristóteles.

A era de ouro de Alexandria inclui ainda Apolônio de Rodes, autor de *Argonáutica*, sobre a busca de Jasão pelo velo de ouro; o anatomista Herófilo da Calcedônia, que realizou uma das primeiras autópsias sistemáticas; Euclides e Arquimedes, cujas ideias formam a base da matemática ocidental. Mas talvez as maiores realizações nesta cidade foram uma longa linhagem de descobertas em astronomia, algumas das quais se tornaram a base para o novo calendário, algumas das quais serão descritas a seguir.

Os observadores de estrelas de Alexandria partiram do patrimônio deixado pelos antigos astrônomos e matemáticos gregos. Desde pelo menos o século VI a.C. tinham estado a olhar o céu e a postular a respeito do que viam. Os mais antigos entre estes postulavam que o Sol tinha menos de meio metro de largura e área renovada todos os dias, e que a Terra ou flutuava sobre água ou era apoiada em ar. Mas eles também perceberam que o “luar” é, na verdade, luz do Sol refletida, que a

Lua está mais perto da Terra que o Sol e, que eclipses lunares são causados pela sombra da Terra.

Estas especulações deram lugar a uma ciência mais sólida com Pitágoras (século VI a.C.) que desenvolveu um pouco da geometria e matemática antigas usadas pelos astrônomos da época para analisar as posições respectivas do Sol, da Lua, da Terra e das estrelas. Em seguida, veio o astrônomo ateniense Méton, descobridor do ciclo metônico, descrito no item 3.2.1 deste capítulo. Mais ou menos na mesma época, o astrônomo Euctemon estimava as durações das estações, embora as calculasse erradamente. Um século mais tarde, Calípio de Cízico calculou as suas durações em números redondos – 90 dias para o verão, 90 para o outono, 92 para o inverno e 93 para a primavera. Também a trabalhar no século IV a.C. o astrônomo Eudóxio de Cnido concebeu uma teoria matemática envolvendo esferas, as quais ele utilizava para tentar explicar os movimentos dos planetas e da Lua, e o que parecia ser o movimento do Sol em um universo centrado na Terra. Os escritos em astronomia de Aristóteles (384-322 a.C.) expandem à teoria de Eudóxio sobre as esferas planetárias ao sugerir que as estrelas, planetas e o Sol estão literalmente encaixados em esfera invisíveis que orbitam a Terra em uma série de círculos concêntricos.

Um dos maiores, entre os antigos astrônomos em Alexandria, foi Aristarco, que construiu um relógio de Sol modificado, chamado *skaphe* (ver figura 37), uma espécie de bacia esférica com um ponteiro para lançar uma sombra sobre as linhas marcadas na superfície da bacia.

Figura 37 - Skaphe, Museu de História da Ciência, Oxford

Ao utilizar este dispositivo podia-se medir a altura e a direção do Sol. Isto lhe permitia entender que o Sol lança luz contra uma Lua crescente, como vista da Terra, a um ângulo de 87º. A partir disso ele concluiu que o Sol tem muitas vezes o tamanho da Terra e deve estar muito longe. É oportuno registrar que os babilônios, bem como os egípcios, não conheciam a medida moderna de um ângulo e, muito menos, o conceito de secante. Eles, no entanto, desenvolveram modos de medir os lados de um triângulo. Foi somente na Grécia Antiga que se iniciou um estudo sistemático da relação entre ângulos (arcos) em um círculo e o comprimento das cordas que os subentendia. Esse estudo, por exemplo, permitiu que o astrônomo grego Aristarco de Samos (320 a.C. – 250 a.C) calculasse os tamanhos relativos do Sol, Terra e Lua e suas respectivas distâncias relativas, registrado em seu livro Sobre os Tamanhos e as Distâncias do Sol e da Lua, publicado por volta de 260 a.C Ao utilizar sua hipótese de que diâmetro angular da Lua e o do Sol em relação a Terra é meio grau, Aristarco deduziu que a razão entre as distancias da Terra aos dois astros e igual a razão entre os diâmetros. A partir da sombra da Terra na lua, durante um eclipse lunar, foi possível determinar o tamanho da Lua. Esta medida foi feita a partir da duração do eclipse e da velocidade angular aparente da lua. Conhecido o tamanho da Lua e seu tamanho aparente (em unidades de ângulo), foi possível calcular a distância da Terra à Lua. Um triângulo retângulo é construído, ficando a Lua, à época do quarto crescente, no vértice com o ângulo reto. A partir da distância da Terra à Lua, e dos demais ângulos do triângulo, pode-se estimar a distância da Terra ao Sol. Tendo com ele estas distâncias, Terra-Sol e Terra-Lua, Aristarco estimou que o diâmetro do Sol deveria ser 6,7 vezes o diâmetro da Terra (ver a figura 38).

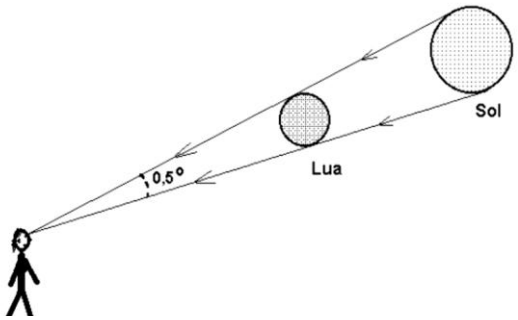


Figura 38 – Medições de Aristarco

Aristarco também deduziu que a Terra gira em torno do Sol, uma teoria astronômica que ia contra a ortodoxia que aceitava que o Sol orbitava uma Terra

estacionária. Ele argumentava que o Sol parecia mover-se no céu porque a Terra girava em seu próprio eixo e principalmente, segundo ele, que um astro cerca de sete vezes maior que a Terra corrobora com a hipótese de que o objeto que está no centro deve ser efetivamente o maior, no caso o Sol. Porém, Aristarco não podia provar algo considerado absurdo por um mundo centrado na Terra, um mundo que permanecia convencido de que o Sol era subserviente ao nosso pequeno planeta por mais dezoito séculos, até a era de Copérnico e Galileu.

Uma geração depois de Aristarco, o matemático, filósofo, geógrafo e astrônomo Eratóstenes (276-194 a.C.) deduziu, com uma margem de um décimo de um grau, a inclinação do eixo de rotação da Terra relativamente à eclíptica, inclinação essa que é a causadora das estações do ano. Ele também mediu a circunferência da Terra com um erro de aproximadamente 400 km.

Em cerca de 130 a.C., o astrônomo Hiparco descobriu a precessão dos equinócios, algo que Isaac Newton determinou muito mais tarde ser causado pela própria atração gravitacional subtil da Lua e do Sol sobre a Terra. Hiparco publicou um catálogo celestial, perdido desde então, que descreve centenas de estrelas e fornece cálculos a respeito das distâncias entre elas.

Mas nenhum destes observadores de estrelas foi tão influente quanto o último grande astrônomo de Alexandria, Cláudio Ptolomeu. Um grego que era cidadão romano, Ptolomeu escreveu durante o século II a.C. o *Almagesto*[32] que se tornou juntamente com o *Elementos sobre Matemática* de Euclides, um texto largamente referenciado, embora nem sempre completamente entendido, na Idade Média. Os cálculos de Ptolomeu a respeito da duração do mês e do ano, dos movimentos do Sol, da Lua e das estrelas, dos eclipses, e da precessão dos equinócios, tornaram-se um padrão usado por todo estudioso do tempo que o seguiu por mais de mil anos, como por exemplo Beda, Roger Bacon e os principais arquitetos da reforma do calendário em 1582, Christopher Clavius e Aloysius Lilius. O valor de Ptolomeu para a duração do ano solar, que ele “tomou” emprestado” de Hiparco, estava errado por alguns minutos. No entanto, é importante notar que Ptolomeu e os alexandrinos sabiam que o ano de 365 ¼ dias não era preciso e a diferença de 05h48m46s entre

[32] Palavra árabe que significa "O Maior". Coleção de 13 livros que contém a mais completa descrição geocêntrica dos movimentos dos planetas dentre outras da Antiguidade e foi utilizado amplamente pelos árabes e europeus até a alta Idade Média.

as durações do ano trópico e do ano egípcio fazia com que as estações do ano não se mantivessem sincronizadas.

De acordo com o *Decreto de Canopo*[33] (ver a figura 39), sabe-se que esta duração foi introduzida oficialmente em 7 de março de 238 a.C no reinado de Ptolomeu III. Ptolomeu III também sugeriu o acréscimo de um dia a cada quatro anos. Sua sugestão, no entanto, somente foi colocada em prática no calendário egípcio entre 23 e 26 a.C. Este ficou sendo conhecido com o calendário alexandrino – que ainda hoje sobrevive, embora com algumas modificações, no calendário armênio, na Igreja copta[34] do Egito, e para fins agrícolas em algumas regiões no norte da África. No caso da antiga Grécia o caso era ainda mais complexo, pois havia vários calendários, cada um correspondendo a uma cidade-estado distinta. Por isso é muito difícil reconstruir com precisão uma data fornecida num antigo calendário grego, a menos que esteja relacionada a uma Olimpíada[35].

Figura 39 - Decreto de Canopo – Museu Britânico

[33] Documento bilíngue, encontrado em 1866, do reinado de Ptolomeu III Evérgetea, datado de março de 237 a.C., gravado numa lousa de pedra calcária.

[34] A palavra copta foi usada originalmente no árabe clássico para se referir aos egípcios em geral, porém passou por uma mudança semântica ao longo dos séculos, e passou a se referir mais especificamente aos cristãos egípcios depois que a maior parte da população egípcia se converteu ao Islã.

[35] Na Grécia clássica, as olimpíadas não eram somente os grandes jogos que atraíam concorrentes de toda a península e de ilhas e cidades helênicas. Mais do que isso, a sua realização retemperava, fortalecia a união dos povos chamados genericamente gregos, como os dórios, jônios e eólios. Foi mesmo com a primeira olimpíada que se fundou a nação, provavelmente num ano em que para nós corresponde a 776 a.C.

A Reforma Juliana

Segundo a lenda, o calendário romano foi criado pelo mítico primeiro rei de Roma, Rômulo, quando este fundou a cidade em 735 a.C. – ano 1 no calendário romano. Mas diferentemente do que acontece na maioria dos calendários baseados na Lua, o ano imaginado por Rômulo, devido a alguma razão desconhecida[36], tinha apenas 10 meses, e não doze, para um ano que totalizava 304 dias.

Muito do que se conhece a respeito dos primeiros calendários romanos vem do poeta Ovídio e também de Plutarco. Ambos tiveram acesso a documentos que não mais existem. Com base na descrição destes escritores, segue a provável origem para o nome dos quatro primeiros meses do ano (o qual tinha início no mês de março) que tiveram sua origem em Roma:

Março: do latim *Martius*. Tanto Ovídio quanto Plutarco deixaram claro que, originalmente, esse era o primeiro mês do ano. Seu nome é uma homenagem a *Marte*, deus da guerra romano.

Abril: do latim, *Aprilis*. Segundo Ovídio, esse era o mês consagrado à deusa romana *Vênus*, que em etrusco[37] tem a denominação de *Aprus* e em Grego é *Afrodite*. Esse mês foi tido como sendo o da *Festum Veneris* que ocorria no primeiro dia de abril, quando as mulheres se banhavam nos rios usando guirlandas aromatizadas. Porém, em termos etimológicos, a palavra *Aprilis* pode provir do termo latim *aperio*, que significa abrir, pois este é, no hemisfério norte, o mês da primavera, quando se "abrem" as flores.

Maio: do latim, *Maius*. Dedicado à deusa Maia, filha de Atlas e mãe de Mercúrio.

Junho: do latim *Junius*. Dedicado à deusa *Juno*, esposa de *Júpiter*. Ovídio sugeriu, no entanto, que os meses de maio e junho possivelmente pudessem fazer referência não às deusas, mas antes aos homens mais velhos (maio = maior) e mais jovens (junho = júnior).

Os outros meses foram batizados simplesmente como os *quintilis, sextilix, setembris, octobris, novembris e decembris*, respectivamente o quinto, sexto, sétimo, oitavo, nono e décimo.

[36] De acordo com o poeta Ovídio (43 a.C. – 17 d.C.) que escreveu poemas sobre o amor e o calendário, o equivocado rei-guerreiro "era mais versado em espadas que em estrelas" e pode ter tentado alinhar seu ano com o tempo aproximado de gestação de uma criança; ou simplesmente pela reverência romana pelo número dez.

[37] Do antigo povo, do mesmo nome, que habitou a península Itálica.

No caso do sistema de numeração dos dias do mês, de acordo com os sacerdotes, quando a fina Lua crescente aparecia pela primeira vez, deveria anunciar que havia uma Lua Nova e, portanto, um novo mês deveria começar.

Nos séculos seguintes, os romanos se referiam ao primeiro dia de cada mês como *kalends*, da palavra latina *calare*[38]. A palavra calendário provavelmente se originou desta prática. Posteriormente *calendarium* passou a ser o livro romano onde se registrava o primeiro dia de cada mês, quando os débitos deveriam ser pagos. Dividiam-no em três *"dias-sinais"* que caíam no início do mês, no sexto (ou sétimo) dia e no meio. Este três *"dias-sinais"* eram chamados de *kalends*, *nonus* e *idus*. Em português, *calendas*, *nonas* e *idos*. Das três secções, *calendas* era a mais longa e tinha mais dias que as duas outras secções juntas. Na tabela 6 pode-se verificar que as *calendas* ocorriam do 16º até o primeiro dia do mês seguinte, enquanto as nonas do 2º ao 7º e os idos do 8º ao 15º dias. O dia de calendas começava com a lua nova e essa secção era dedicada à deusa *Juno*, a principal deusa do Panteão romano.

A maior parte dos outros dias no calendário romano não tinha nome. Em vez disso, cada um era numerado em um sistema segundo a quantidade de dias em que ele caía antes das *calendas*, *nonas* e *idos*. Por exemplo, como as *nonas* iam do 2º ao 7º dia, o terceiro dia do mês siginificava que faltavam 4 dias para as *nonas* (3º dia +4 dias=7º dia) o qual se chamaria V *nonas*, ou seja, o numeral cinco inclui, também, o dia a corrente (3º, 4º, 5º, 6º, 7º dias = 5 dias).

Nonas, originalmente era o dia em que a Lua atingia sua fase de quarto crescente. Quando o sacerdote via a Lua crescente, anotava seu tamanho e, utilizando conhecimento empírico, calculava o número de dias que deveria transcorrer entre aquela lua e a fase do quarto crescente. Após especificar esse número – seis ou sete – anunciava a nova Lua. O uso da palavra *nonas* tencionava expressar o número de dias transcorridos entre a Lua nova e o quarto Crescente[39].

Idos, dedicado a Júpiter, era originalmente o período da Lua Cheia. Porque a Lua cheia está no "meio-caminho" entre cada lunação, esse dia foi chamado de *idus*, palavra do etrusco que significa "dividir". Depois de *idos*, esperava-se que a próxima lua aparecesse em 15 ou 17 dias. Na tabela 6 pode-se ver um exemplo para o mês de março. Os romanos costumavam se referir ao dia 11 de março, por exemplo,

[38] Anunciar solenemente, chamar.
[39] O tempo entre essas fases da Lua tem uma média de 7,4 dias, mas algumas vezes ocorre em 8 dias.

como *"cinco idos"* (que significava quatro dias antes do 15º dia), e que era tão claro para qualquer romano quanto se hoje alguém dissesse "11 de março" [40].

Datação moderna	Datação romana	Datação moderna	Datação romana
1	1º dia das calendas de março	16	XVII calendas Aprilis
2	VI nonas (cinco dias antes de nonas)	17	XVI calendas Aprilis
3	V nonas (quatro dias antes de nonas)	18	XV calendas Aprilis
4	IV nonas (três dias antes de nonas)	19	XIV calendas Aprilis
5	III nonas (dois dias antes de nonas)	20	XIII calendas Aprilis
6	Primeiro nonas (dia anterior a nonas)	21	XII calendas Aprilis
7	Nonas de março	22	XI calendas Aprilis
8	VIII idos (sete dias antes de idos)	23	X calendas Aprilis
9	VII idos (seis dias antes de idos)	24	IX calendas Aprilis
10	VI idos (cinco dias antes de idos)	25	VIII calendas Aprilis
11	V idos (quatro dias antes de idos)	26	VII calendas Aprilis
12	IV idos (três dias antes de idos)	27	VI calendas Aprilis
13	III idos (dois dias antes de idos)	28	V calendas Aprilis
14	Primeiro idos (dia anterior a idos)	29	IV calendas Aprilis
15	Idos de março	30	III calendas Aprilis
		31	Primeiro calendas Aprilis

Tabela 6 - Mês romano - Março

O calendário de 304 dias teve vida curta, sendo inteiramente inutilizável para um povo agrícola que necessitava de um calendário razoável para guiá-los através das estações.

De acordo com Plutarco[41], os primeiros calendários romanos eram totalmente desajustados. Os meses variavam em extensão, alguns somando não mais do que 20 dias e outros chegando a 35 dias ou mais. Assim, por volta do século VI a.C., foi adotado o ano lunar com 355 dias distribuídos em 12 meses. Sendo então criados o décimo primeiro mês fevereiro e o décimo segundo mês, janeiro. Note-se que fevereiro era anterior a janeiro.

Janeiro: do latim *Januarius*. Não se sabe ao certo quando esse mês passou a fazer parte do calendário. Plutarco conta que Numa Pompílio, rei que se seguiu a Rômulo acrescentou dois meses ao calendário (januarius e februarius). Janeiro seria assim chamado em homenagem a *Janus*, deus protetor de todos os começos.

[40] Mesmo com sua complexidade aparente, esse sistema permaneceu como sistema de datação por pelo menos 2 mil anos. Tanto é que no início do século XVII, quando William Shakespeare escreveu sua peça *Júlio César*, esperou que a plateia pudesse entender o que significavam as palavras do adivinho que alertava César de seu possível assassinato dizendo: "Cuidados com os idos de março."

[41] DUNCAN, David E., Calendar: Humanity's Epic Struggle to Determine a True and Accurate Year, Nova York, Avon Books, 1998.

Fevereiro: do latim *Februarius*. Aparentemente, quando este mês foi adotado tinha apenas 23 dias e isso pode indicar que fevereiro já era observado no período pré-romano, quando os meses tinham pouco mais de 20 dias. Acrescentando os cinco dias do final do ano, a quantidade de dias passava a 28. A palavra *Febraius* provavelmente se origina de uma tira de pele de cabra chamada *februa*, cujo significado é purificação, e talvez o verbo em latim, *februare*, significando expiar ou purificar, parta do seu uso.

Este ano de 355 dias era uma melhoria considerável em relação ao calendário de Rômulo, embora não tenha demorado muito para os *"fazendeiros"* romanos perceberem que ele era cheio de falhas e necessitava de dias intercalados para continuar alinhado com as estações. Passados alguns séculos, no entanto, o calendário encontrava-se desfasado cerca de 90 dias em comparação com as estações do ano. Assim, por volta do século I a.C., os romanos estavam comemorando a primavera em pleno inverno. Os romanos tentaram vários esquemas para fazer a correção, nenhum dos quais funcionou muito bem.

Convém salientar que durante séculos, o número e a sequência dos meses do calendário romano foram modificados de acordo com as necessidades dos sacerdotes, que negligenciavam ou manipulavam intencionalmente o calendário. Por exemplo, muitas vezes aumentavam a extensão do ano para favorecer cônsules e senadores em seus cargos, ou diminuíam o ano para prejudicar seus rivais. Além disso, faziam uso indevido do calendário para aumentarem ou diminuírem impostos e aluguéis, muitas vezes para benefício próprio, além de que os sacerdotes e aristocratas mantiveram o calendário como um segredo compartilhado apenas entre eles, o que lhes rendia uma grande vantagem, em detrimento dos mercadores e da plebe, na condição dos negócios e no controle da elaborada estrutura ideológica, baseada na crença em sacrifícios de animais e em presságios ditados por religiosos, que organizava a vida cotidiana em Roma.

Este monopólio sobre o tempo oficial terminou em 304 a.C., quando as plebes finalmente ficaram tão inflamadas que um de seus membros, Cneius Flavius, filho de um escravo liberto que mais tarde seria eleito para vários altos postos, furtou uma cópia dos códigos que determinavam o calendário e pregou-a em uma tábua no meio do Fórum romano para que todos vissem. Depois disto, os sacerdotes e patrícios cederam e divulgaram o calendário como um documento público, sendo

este o primeiro passo na evolução do calendário objetivo e secularizado que foi introduzido dois séculos depois do furto de Flavius.

Uma nova tentativa de sincronizar o calendário ocorreu então sob o governo de Júlio César, sendo por isso chamado de *calendário juliano*. Quando retornou do Egito em 46 a.C., Júlio César percebeu que os muitos anos de uso indevido haviam deixado o calendário confuso e descompassado. Ele próprio foi em parte culpado por isso, pois, tendo acumulado o título de supremo sacerdote de 52 a 46 a.C., havia inserido apenas um mês intercalar no calendário nesse período.

Desde a primeira vez que estivera no Egito, César ouvira falar da correlação entre o Sol e o ano, mensurado pelo aparecimento anual da estrela Sírio no leste e pelas enchentes anuais no rio Nilo. Interessado em uma profunda reforma e desejando apresentar um calendário capaz de ser compreendido e aceite por todos os povos, mesmo os que não estivessem ainda incluídos no domínio romano, César copiou o modelo egípcio, pois o centro de sua reforma era idêntico ao sistema ordenado por Ptolomeu III já em 238 a.C. Também conheceu Sosígenes, astrônomo que alcançara fama com seus trabalhos no Observatório de Alexandria e que acabou por se tornar o principal cooperador da reforma Juliana, ocorrida no ano de 46 a.C.

Ao primeiro ano do novo calendário romano foram acrescentados aqueles 90 dias que faltavam; assim o ano de 46 a.C. somou 445 dias[42], e passou a ser conhecido como o *"ano da confusão"*. O próprio César se referiu àquele ano como "*ultimus annus confusionis*", ou seja, o último dos anos confusos. A confusão parece ter valido a pena, pois esse calendário perduraria pelos 1628 anos seguintes.

O novo calendário passou de lunar a solar, transferindo-se também o início do ano para janeiro, e não mais março (invertendo-se também as posições relativas entre janeiro e fevereiro). Para evitar as confusas intercalações de um décimo terceiro mês, como ocorria antes, os 11 dias que faltavam foram distribuídos pelos 12 meses, que passaram a contar com 30 ou 31 dias, somando os 365 dias usuais para o ano. Foi criado também, o ano bissexto, que consistia em introduzir a cada quatro anos um dia a mais no mês de fevereiro (que passaria, neste caso, a ter 30 dias, em vez dos costumeiros 29).

[42] Na atualidade, alguns autores têm aceitado a soma de 445 dias para o ano da reforma romana no calendário (COSTA, J.R.V, "Os dias que nunca existiram", 2004), contudo pode-se também encontrar 88 ou 89 dias de acréscimo ao ano de 46 a.C., a gerar uma variação de 444 a 446 dias.

O fato de o sexto dia antes das calendas de março ter que ser contado duas vezes – "*bis sexto ante calendas martii*" – levou ao nome "bissexto". Essa repetição deveria ocorrer entre os dias 23 e 24 de fevereiro, já que o mês de fevereiro era composto por 29 ou 30 dias. Este procedimento de intercalação de um dia a mais a cada quatro anos também proveio dos egípcios. Na verdade, Júlio César, a governar o Egito durante o domínio romano, acabou fascinado não só pelos encantos da rainha Cleópatra, como também pela adiantada ciência desse povo, o que influenciou em sua decisão de reformular o calendário de Roma.

De todas as medidas políticas tomadas em Roma nessa época, nenhuma foi mais drástica que a reforma no calendário. Mais do que um simples ajustamento na maneira como os dias eram contados, foi um poderoso símbolo, não apenas da autoridade de Júlio César, mas de um império que acreditava ter o poder de reordenar até mesmo o tempo. Felizmente para os milhares de pessoas que teriam que usar o novo calendário, a arrogância de César acompanhava o pragmatismo de um experiente general e homem de Estado, que baseara seu novo calendário na ciência e não na vaidade de religiosos e políticos. E como o antigo calendário lunar romano tinha urgente necessidade de reforma, estando nessa época muitos meses mais adiantado que o ano solar, então a implementação de um novo calendário chegou mesmo a ser objeto de orgulho para muitos romanos. Escavações arqueológicas por todo o antigo império têm revelado calendários pintados nas paredes ou até mesmo entalhados nas rochas.

As alterações realizadas por Augusto

Quando Júlio César foi apontado como ditador vitalício de Roma, em 44 a.C., causou uma grande preocupação entre os senadores que, temendo suas ambições, o assassinaram nos *idos de março*. As intercalações planejadas por César para serem os anos bissextos foram, após sua morte, interpretadas erroneamente pelos sacerdotes, que passaram a intercalar um dia a cada três anos, ao invés de a cada quatro.

Com a morte de Júlio César, assumiu o poder seu sobrinho e filho adotivo Otávio, que achou necessário novamente reajustar o calendário. Nessa época, os meses já tinham os mesmo nomes de hoje, salvo os dos meses *quintilis* e *sextilis*, correspondentes então ao quinto e sexto meses (respectivamente os meses de julho

e agosto atuais). No ano 8 d.C., o senado romano aprovou que o nome de um mês fosse dado em honra a Julio César, e assim o mês de *quintilis* tornou-se o mês de *Julius.*

E, porque Otávio havia nascido no mês de setembro, o senado propôs renomeá-lo em sua honra; mas Otávio escolheu *sextilis*, que era considerado por ele um mês de sorte. Parte da resolução aprovada pelo senado, ainda preservada, diz o seguinte:

> "*Uma vez que o imperador Augusto César (Octávio), no mês de sextilis, foi admitido pela primeira vez para o consulado, e por três vezes entrou triunfante na cidade, e no mesmo mês as legiões colocaram sob seus auspícios, e no mesmo mês o Egito foi subjugado pelos romanos, e ainda no mesmo mês se encerraram duas guerras civis; e uma vez que por todas essas razões tem-se dito que este mês é, e tem sido, o mais feliz em seu domínio, o senado decreta que o dito mês deverá ser chamado Augustus*".

	Século VIII a.C.		Século VI a.C.		Ano 46 a.C.		Após ano 8 d.C.	
Ordem	Nome	Nº dias	Nome	Nº dias	Nome	Nº dias	Nome	Nº dias
1	Martius	31	Martius	31	Januarius	31	Januarius	31
2	Aprilis	30	Aprilis	29	Februarius	29*	Februarius	28**
3	Maius	31	Maius	31	Martius	31	Martius	31
4	Junius	30	Junius	29	Aprilis	30	Aprilis	30
5	Quintilis	31	Quintilis	31	Maius	31	Maius	31
6	Sextilis	30	Sextilis	29	Junius	30	Junius	30
7	Septembris	31	Septembris	29	Quintilis	31	Julius	31
8	Octobris	30	Octobris	31	Sextilis	30	Augustus	31
9	Novembris	31	Novembris	29	Septembris	31	Septembris	30
10	Decembris	30	Decembris	29	Octobris	30	Octobris	31
11	-	-	Februrarius	28	Novembris	31	Novembris	30
12	-	-	Januarius	29	Decembris	30	Decembris	31
Média	-	305 dias	-	355 dias	-	365,25	-	365,25

* Ou 30 dias no ano bissexto
** Ou 29 dias no ano bissexto

Tabela 7 - Principais alterações do calendário romano no decorrer da história

Otávio, no entanto, não aceitou que o seu mês tivesse menos dias que o de Júlio César; procurou-se então um mês do qual se pudesse retirar um dia. Contudo, a maioria dos meses estava estabelecida, servindo inclusive para a marcação das festas religiosas romanas, que ocorriam em dias específicos de cada mês. E como Otávio havia zelado por uma política social baseada no tradicionalismo, foi difícil

para ele anular um dia que relembrasse algum evento. Como o dia extra de fevereiro tinha sido acrescido ao calendário apenas alguns anos antes, Otávio transferiu-o de fevereiro para sextilis, que passou então a ter 31 dias e, tal como aprovado pelo senado, a ser chamado de Augustus, título que havia sido conferido a Otávio em 27 a.C..

O mês de fevereiro passou então a ter apenas 28 dias nos anos comuns e 29 nos bissextos. Para que não ficassem três meses consecutivos com 31 dias (Julius, Augustus e Septembris), foram subtraídos um dia de setembro e um de novembro, acrescentando-os a outubro e dezembro, resultando na atual distribuição de dias pelos meses[43].

Na tabela 7 são apresentadas as principais alterações no calendário em termos do número, dos nomes, e da sequência dos meses, bem como do número de dias de cada mês. Todavia, como relatado no texto, não se sabe ao certo as data precisas do início dos anos.

A divisão em semanas, com oito dias cada, era puramente mercantil, com os dias chamados de *Mundinae*, sendo que tais dias não possuíam nome individual nem estavam ligados de forma especial a uma festa religiosa. Apenas separavam um do outro os dias de mercado. Estes calendários murais apareciam marcados apenas por letras maiúsculas, de A até H (ver a figura 40).

O importante é que essa nova formatação do calendário injetou um novo espírito em como as pessoas pensavam a respeito do tempo. Se antes, o calendário era pensado como um ciclo de eventos naturais recorrentes, ou como um instrumento de poder, agora o calendário estava à disposição de todos como uma ferramenta prática e objetiva para organizar itinerários e horários[44] de navegação, plantações, culto aos deuses, planejamento de casamentos, etc., combinados com a crescente popularidade de sofisticados relógios de sol e de água.

[43] Nero, renomeou o mês de abril como Neronius, para comemorar sua fuga de uma tentativa de assassinato ocorrida durante aquele mês; também se cogitou trocar maio por Claudius e junho por Germanicus. Essa prática se tornou tão habitual que em muitas províncias, os líderes locais frequentemente mudavam os nomes dos meses apenas para bajular alguém poderoso no momento. No entanto, quando o senado tentou renomear o mês de setembro em homenagem a Tibério, o imperador que sucedeu Augusto, este vetou a medida, argumentando com o devido senso de humor: “E o que vocês farão quando houver 13 césares?”.

[44] Os romanos ainda não tinham inventado a ideia do “minuto”. Eles tinham uma vaga noção de uma hora do dia. Para fins astronômicos dividiam o dia em simples frações.

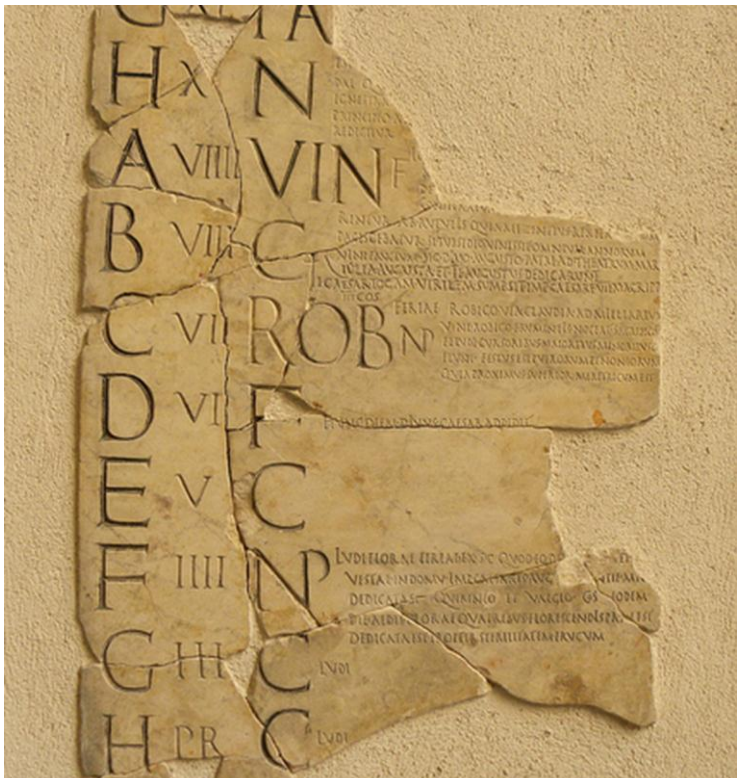


Figura 40 - Fragmentos de Calendário Romano em mural a marcar a "semana" de oito dias

O novo calendário Juliano introduziu o conceito de cidadãos operando suas próprias vidas de forma independente da Lua, das estações e dos deuses.

Nada simbolizava isto melhor do que o relógio de sol público erigido em 10 a.C. por Augusto para comemorar sua vitória sobre Marco Antônio e Cleópatra e para inaugurar seu império. Ele utilizou um obelisco trazido do Egito como gnômon[45] de mais de quinze metros de altura, plantado no Campus Martius[46], hoje chamado de Obelisco de Montecitorio (ver a figura 41).

[45] Ponteiro ou outro instrumento que marca a altura do Sol pela direção de sua sombra.
[46] Não se sabe se o local da Figura 41 é o local original, pois chegou a cair o obelisco há alguns séculos.

Figura 41 - Obelisco de Montecitorio, Praça Montecitorio, Roma

A igreja em cena

A igreja cristã surgiu como dissidência do judaísmo e rapidamente atraiu fiéis. Para o Estado romano, os cristãos eram rebeldes pagãos que renegavam os deuses do Olimpo e por isso eram caçados, presos e condenados pelo Império Romano. Isso perdurou até a chegada de Flávio Constantino ao poder. Em 28 de outubro de 312, Constantino conquistou uma importante vitória na batalha da Ponte Mílvia e tornou-se o Augustus da porção ocidental[47]. O fato principal é que Constantino acabou se convertendo ao cristianismo, a mudar radicalmente o curso da história do ocidente.

Aparentemente, Constantino enxergou no cristianismo um meio de consolidar seu poder, já que após a vitória na citada batalha, ele se tornara o único soberano do lado ocidental do Império, e os cristãos formavam o único grupo que não o via como seu senhor supremo. Diante destes fato, Constantino, como grande estrategista, provavelmente entendeu que uma vez controlando esta religião, teria sob suas ordens um excelente contingente humano. Isto é, o Cristianismo lhe seria

[47] Nessa época, Roma era governada por uma tetrarquia, com dois Augustus ("imperadores-sênior") e dois Césares ("imperadores-júnior"), para cada parte do Império – ocidental e oriental.

muito útil, ainda que sinceramente não acreditasse nele. Assim, no ano seguinte, Constantino e Licínio (o Augustus da porção oriental) produziram o Édito de Milão, e proclamaram a tolerância religiosa em todo o Império Romano. A sorte dos cristãos começava a mudar. Em 320, Licínio voltou atrás e recomeçou as perseguições religiosas levando Roma à guerra civil, cujo desfecho em 324 favoreceu Constantino.

Em 325, Constantino convoca o Concílio de Nicéia, considerado o primeiro concílio oficial da Igreja. Constantino deixou claro seu papel de imperador e pontífice máximo da igreja; fazer cumprir as leis e regras dogmáticas decididas pelos bispos. O principal motivo do Concílio de Nicéia foi dar um fim ao arianismo, que proclamava a superioridade de Deus em relação a Jesus Cristo, e instituir o conceito de Santíssima Trindade, com seus três elementos complementares e equivalentes.

A importância do Concílio de Nicéia se dá pelo motivo de que a Páscoa, que representa a celebração mais importante da fé cristã, ocorre em uma data móvel. A razão disso é o fato de Jesus ter vivido e morrido na Palestina, que utilizava o calendário judaico, que é lunissolar e, para o calendário solar, essa conversão resulta em dias diferentes a cada ano.

O Concílio de Nicéia deixou clara a regra para o cálculo da Páscoa. Desde 325, a Páscoa deveria ser celebrada sempre no primeiro domingo depois da primeira Lua Cheia após o equinócio vernal. Ou seja, os bispos deveriam observar a chegada da primavera no hemisfério norte; assim que isso acontecesse, o primeiro domingo após a primeira Lua Cheia seria o domingo de Páscoa. Desse jeito, equiparava-se a data lunissolar judaica com a data solar romana.

A partir de 325, o calendário passou a ser uma grande responsabilidade para a Igreja, e já se notara que o equinócio vernal, fixado por Júlio César em 25 de março, estava a ocorrer em 21 de março. Os bispos então o refixaram em 21 de março nos anos comuns e em 20 de março nos bissextos, o que atualizava o equinócio, mas ainda não corrigia a duração do ano.

A reforma Gregoriana

A “pequena” diferença entre o ano trópico e o ano Juliano foi suficiente para que já no século VIII a defasagem entre os calendários civil e astronômico fosse de três dias[48]. Todavia, poucos davam importância a esse fato. Uma exceção foi o monge Beda[49], o qual publicou *De Temporum Ratione* (*Do cômputo do tempo*), uma ampliação de uma obra anterior, *De Temporibus* (*Sobre o tempo*), no qual ele aborda vários assuntos acerca do calendário e chama atenção particular para o cálculo do dia de Páscoa.

Desde o século II d.C. haviam prolongadas controvérsias a respeito de quando a Paixão de Cristo deveria ser celebrada. Muito da confusão se originava da ambiguidade contida na própria Bíblia, pois quatro evangelistas afirmavam que Jesus havia ressuscitado no primeiro dia da semana, três dias após ter sido crucificado. A última Ceia geralmente era relacionada como o *Pessach* hebraico (ver a secção 3.2.5), que começava no décimo quinto dia do mês de Nissan, de acordo com o calendário hebraico. Sendo assim, a Paixão deveria cair sempre num dia de domingo, próximo ao *Pessach*. A dificuldade para os cristãos daquela época era confiar nas definições judaicas quanto à data do *Pessach,* já que os judeus não seguiam regras fixas para a determinação de datas.

Para calcular o dia da Páscoa, tiveram que encontrar uma definição exata quanto ao equinócio da primavera, pois se a Páscoa dos hebreus não deveria anteceder o equinócio da primavera, também na Páscoa cristã assim deveria acontecer. Mas, definir quando precisamente isso ocorria causou problemas, pois, dependendo da tradição, cada local tinha uma data para esse evento. Em Roma, por exemplo, era costume marcar o equinócio da primavera como sendo em 25 de março, enquanto no Império Bizantino era 21 de março.

[48] Nos fins do século XVI havia dez dias a mais no cômputo geral dos dias, ou seja, o equinócio de primavera, que deveria cair em 21 de março, adiantou-se com o passar dos séculos, ocorrendo, no século XVI, a 11 de março.

[49] Monge anglo-saxão também conhecido como São Beda ou Beda, o Venerável, nascido cerca de 672 e falecido em 735. É chamado de "Pai da História Inglesa".

No início do século III, essa data costumava ser fixada pela observação direta dos astrônomos de Alexandria, que conforme já relatado, era, no ocidente, o centro do conhecimento em astronomia e local costumeiro de consultas dessa natureza naquela época. Foi, aliás, em uma dessas consultas que Dionísio Exíguo[50], ao calcular as datas das Páscoas, utilizando o método de cálculo alexandrino, acabou por estabelecer o nascimento de Cristo como marco para uma nova era.

É curioso notar que o Natal seja sempre em 25 de dezembro, independente do dia da semana, enquanto o Domingo de Páscoa e outras datas religiosas cristãs, como o carnaval e Corpus Christi, caem sempre em um mesmo dia da semana, independente do dia do mês. Isso ocorre porque, segundo o calendário eclesiástico, as datas dessas festividades são baseadas na da Páscoa, que por sua vez, é calculada em função da data da Lua Cheia (e do equinócio da primavera), pois, como referido, desde o Concílio de Nicéia[51] realizado em 325 d.C., ficou decretado que a data da Páscoa seria fixada no primeiro domingo depois da primeira Lua Cheia após o equinócio da primavera no hemisfério norte – estabelecido como ocorrendo em 21 de março. Portanto, a Páscoa sempre é celebrada no período da Lua Cheia. Para que esse evento não perdesse a sincronia, alguma providência tinha que ser tomada. Além do mais, fazia-se sentir o atraso do calendário civil também em diversos outros aspectos da vida cotidiana[52].

No século XIII, o frade inglês Roger Bacon[53] diagnosticou o erro no calendário estabelecido por Júlio César. Segundo seus cálculos, o ano do calendário Juliano durava 11 minutos a mais que o ano solar, a totalizar um “déficit” de um dia a mais a cada 125 anos. Com o passar do tempo, tal lapso situaria o mês de março no meio do inverno, tornando agosto um mês primaveril (no hemisfério norte).

[50] Dionysius Exiguus (ou seja Dionísio o Menor, significando o Humilde), foi um monge do século VI, nascido na Cítia Menor, no que é atualmente a região de Dobruja, Roménia, membro da chamada comunidade dos monges da Cítia em Roma, versado em matemática e em astronomia, que se celebrizou pela criação de um conjunto de tabelas para calcular a data da Páscoa, levando à introdução do conceito de *anno Domini*, o ano do Senhor, a contagem dos anos a partir do nascimento de Cristo, ainda em uso e, em geral, referida como era comum ou Era Cristã.

[51] Concílio de bispos cristãos reunidos na cidade de Niceia da Bitínia (atual İznik, Turquia). O seu principal feito foi o estabelecimento da questão cristológica entre Jesus e Deus; a construção da primeira parte do Credo Niceno; a fixação da data da Páscoa; e a promulgação da lei canônica.

[52] O carnaval, bem como algumas outras datas religiosas cristãs, é fixado em função do domingo de Páscoa. Assim, o domingo de carnaval ocorre 49 dias antes da Páscoa; Corpus Christi, 60 dias após; e assim por diante.

[53] Roger Bacon nasceu em Somerset, Inglaterra por volta de 1220. Estudou geometria, aritmética, música e astronomia em Oxford e Montpelier e foi professor de Filosofia na *Universidade de Paris* entre 1241 e 1247. Os contemporâneos de Bacon eram impressionados com seu intelecto, não obstante temessem suas ideias. Os próprios irmãos de monastério costumavam proibi-lo, por longos períodos, de escrever e ensinar, mantendo-o ocupado com outros afazeres, como cuidar do jardim, rezar ou colher flores.

Bacon ressaltava, em consequência, que os cristãos estavam celebrando a Páscoa na data errada. Mas admitir esse erro era certamente ultrajante para época, pois ao proclamar o equívoco na comemoração desta data, Bacon corria o risco de ser tachado de herege por desafiar uma verdade da Igreja Católica. Poderia ter sido seu fim, não fosse um homem, Guy de Foulques, pedir que ele lhe enviasse um compêndio contendo suas ideias. A sorte de Bacon foi mais longe quando, em 1266, Foulques se tornou o papa Clemente IV, e o frade foi então chamado a Roma.

Opus Maius, Opus Minus e Opus Tertium, são tratados de Bacon, e dentre os diversos assuntos, aponta os defeitos do calendário, o que acarretou em um longo e conflituoso impasse com a matemática da época. Bacon escrevia logo no início de sua obra:

> "*... sem o qual grande perigo e confusão não podem ser evitados, um erro proveniente da 'ignorância' e da negligência... O assunto que tenho em mente é a correção do calendário*".

Também apontou, em um de seus tratados, outro erro, relativo à determinação dos equinócios e solstícios, pois para ele essas datas não deveriam ser fixas. Este era um ponto crítico, pois, o equinócio da primavera era a data usada pelos cristão para determinar a Páscoa. Desprezando o medo de seus colegas astrônomos, declarou que todo aquele que rejeitasse a verdade oferecida pela ciência era um tolo.

Para quem havia acusado a Igreja de ignorante e insensata, elaborando reformas pelas quais a maioria dos membros do Vaticano não tinha muita simpatia, a súbita morte do papa Clemente IV, em 1268, foi certamente uma tragédia para Bacon. Seu sucessor, Gregório X, simplesmente ignorou as ideias do frade Bacon, o que não foi o pior: em 1277 ele foi enviado a uma prisão e seus escritos foram proibidos de serem estudados. Segundo a prática da época, suas perigosas ideias deveriam ser completamente suprimidas. O nome Roger Bacon simplesmente desapareceu nos séculos seguintes; somente no início do século XVI os pensadores renascentistas resgataram seu pensamento.

A partir do século XIII, uma vez que a agricultura e a pesca perderam a correspondência com as indicações do calendário Juliano, vários setores demonstraram interesse por reformas. Monarcas, comerciantes, agricultores e mesmo o clero passaram então a encaminhar insistentes solicitações ao Papa para

que uma reforma fosse efetivada, pois a forma de datar estava a variar, em alguns casos, até de uma vila para outra.

Uma das boas razões religiosas para uma rápida providência, apresentada em concílio, foi que o período entre a Quarta-feira de Cinzas e a Páscoa deveria ser um período de abstinência, no qual alimentar-se de carne era considerado heresia. Quando os religiosos perceberam que estavam a alimentar-se de carne em um período em que isso era rigorosamente proibido, trataram de tentar corrigir esse pecado com o pedido de uma nova reformulação do calendário.

Em 1345, a reforma do calendário voltou à pauta da Igreja sob a benção de Clemente VI o quarto dos sete papas de Avignon[54]. Os apelos papais foram respondidos por um estudioso chamado Jean de Meurs, que deixou claro que o calendário Juliano estava errado e que para consertá-lo seria necessário suprimir certa quantidade de dias. Sua proposta era que se fizesse isso de uma única vez, no ano de 1349. Clemente VI não teve tempo de programar tal reforma, pois antes do início daquele ano a peste negra assolou a Europa e assuntos mais emergentes desviaram a atenção do Papa.

Mais uma vez a reforma do calendário foi deixada de lado. Após os sete papas de Avignon, a Igreja Católica voltou a ter sua sede em Roma, o que desagradou a muitos, tendo esse período ficado conhecido como “cisma ocidental”, havendo dois papas ao mesmo tempo. O Papa em Roma é considerado pela história como Papa de fato e de direito; o outro ficou conhecido como antipapa. Um desses antipapas, João XXIII, editou, em 1412, um decreto em que reformava o calendário utilizando basicamente as ideias de Roger Bacon. Pouca gente respeitou o decreto. Um pouco depois, em 1436, o cardeal alemão Nicolau de Cusa sugeriu que se retirassem sete dias de 1439 para que a Páscoa retornasse à sua data correta em relação ao calendário judaico. No entanto, as incertezas astronômicas da época e a confusão que tal reforma geraria, foram os principais argumentos contra a sua implantação.

Em 1472, o papa Sisto IV contratou o astrônomo Regiomontano[55] para os primeiros estudos da reforma. No entanto, apesar de seus esforços, Regiomontano,

[54] O Papado de Avignon diz respeito a um período da história do papado e da Igreja Católica, compreendido entre 1309 e 1377, quando a residência do papa foi alterada de Roma para Avignon.

[55] Seu nome verdadeiro é Johann Müller de Königsberg, e o apelido vem do nome latino da cidade alemã de seu nascimento: Königsberg (montanha real ou Montanha Regia). No entanto Regiomontanus em sua vida usou muitos nomes.

não conclui este trabalho falecendo em 1476. O “empreendimento” foi abandonado novamente, até que o Papa Júlio II e seu sucessor, Leão X, presidiram o V Concílio de Latrão, realizado entre 1512 e 1517. Entre os muitos assuntos tratados, estava novamente o erro no cálculo da Páscoa. A essa altura, em plena Renascença, tal erro da Igreja já começava a se tornar um embaraço.

Sob a orientação do bispo holandês Paul de Middleburg, que previa não o corte de dias no calendário, mas sim a mudança do dia do equinócio vernal, Leão X enviou diversas cartas aos diferentes reis europeus, esperando receber opiniões e, quem sabe, apoio para uma reforma no calendário. A falta de interesse dos regentes pelo assunto impediu que os planos do Papa seguissem adiante. Um dos resultados mais importantes do Concílio de Latrão foi o cisma da Igreja, liderado por Lutero, que deu origem ao protestantismo.

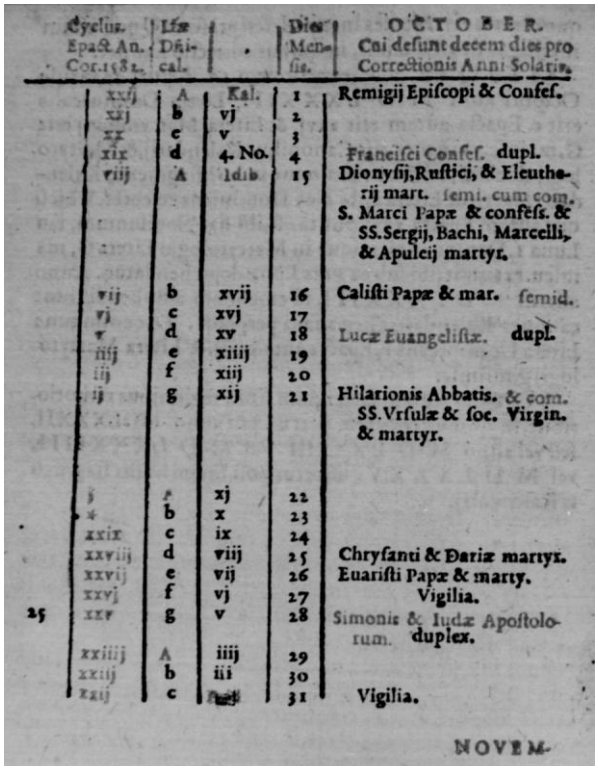
Ameaçada pela ascensão do protestantismo, a Igreja Católica experimentou um breve e conturbado período que culminou no Concílio de Trento. Convocado por diferentes papas entre 1545 e 1563, em sua parte final foi presidido por Pio IV. Uma das resoluções – menores, por sinal, mas que nos interessa em particular – foi o compromisso formal assumido pela Igreja católica de reformar o calendário.

Luigi Lilio, médico italiano, interessou-se pela questão ao saber desta “convocação” papal, aberta a todos os estudiosos. Seu plano para reformar o calendário consistia basicamente em duas etapas: primeiro colocar a “máquina” nos trilhos e em segundo consertá-la. Assim, ele sugeriu a supressão de dez dias para que o equinócio vernal voltasse a coincidir com a deliberação do Concílio de Nicéia (21 de março), além disso, era necessário consertar o erro para que, no futuro, o equinócio vernal não voltasse a ficar defasado.

Lilio propôs uma modificação na regra dos anos bissextos. Ele sugeriu a ausência de anos bissextos durantes três anos em cada período de 400 anos. Isso melhorava de maneira impressionante a precisão do ano, pois vejamos que, quatrocentos anos julianos teriam 146100 dias no total (365,25 x 400); deste total, Lilio sugeria que eliminássemos três dias, ou seja, em quatrocentos anos ter-se-ia 146097 dias. Ao dividir este valor pelo total de anos (400), chega-se ao valor médio de um ano: 365,2425 (365 dias, 5 horas, 49 minutos e 12 segundos), uma pequena diferença, atendendo aos padrões da época, para o ano trópico de 365 dias, 5 horas, 48 minutos e 45,2 segundos. Infelizmente, Luigi Lilio morreu antes de suas sugestões chegarem aos olhos do Papa. Mas, seu irmão, António, tomou para si

esta missão e fez com que o Papa conhecesse os planos de Luigi para a reforma do calendário.

Em 1572, o papa Gregório XIII finalmente convocou uma comissão para considerar a reforma no calendário. As recomendações dessa comissão foram transcritas na bula papal *Inter gravíssimas*[56], que estabelecia a reforma gregoriana. No entanto, esta reforma somente viria a ser colocada em prática cinco anos mais tarde, em 1582. O resultado foi o calendário que ainda hoje seguimos.



Cyclus. Epact. An. Cor. 1581.	Lit. Dñi-cal.		Dies Men-sis.	OCTOBER. Cui desunt decem dies pro Correctionis Anni Solaris.
xxij	A	Kal.	1	Remigij Episcopi & Confes.
xxij	b	vj	2	
xx	c	v	3	
xix	d	4. No.	4	Francisci Confes. dupl.
viij	A	Idib	15	Dionysij, Rustici, & Eleutherij mart. semi. cum com. S. Marci Papæ & confess. & SS. Sergij, Bachi, Marcelli, & Apuleij martyr.
vij	b	xvij	16	Calisti Papæ & mar. semid.
vj	c	xvj	17	
v	d	xv	18	Lucæ Euangelistæ. dupl.
iiij	e	xiiij	19	
iij	f	xiij	20	
ij	g	xij	21	Hilarionis Abbatis. & com. SS. Vrsulæ & soc. Virgin. & martyr.
j	A	xj	22	
4	b	x	23	
xxix	c	ix	24	
xxviij	d	viij	25	Chrysanti & Dariæ martyr.
xxvij	e	vij	26	Euaristi Papæ & marty.
xxvj	f	vj	27	Vigilia.
25 xxv	g	v	28	Simonis & Iudæ Apostolorum. duplex.
xxiiij	A	iiij	29	
xxiij	b	iii	30	
xxij	c	[illegible]	31	Vigilia.

NOVEM-

Figura 42 - - Fragmento de um trabalho publicado em 1582 onde os dias 05 a 14 de outubro são omitidos.

As alterações do novo calendário visavam, antes de tudo, corrigir aquela pequena diferença fracionária – que já havia gerado uma diferença de dez dias excedentes, seguindo-se que, no ano de 1582, logo após o dia 4 de outubro veio o dia 15 (ver a figura 42). Foi necessário também, equiparar o calendário de modo que essa diferença não viesse mais a acontecer. Para isso, mexeu-se no ano bissexto que, a partir de então continuaria ocorrendo a cada quatro anos, com exceção dos anos "centenais" (terminados em 00) que não fossem múltiplos de 400. Assim, por

[56] A bula editada por Gregório XIII foi batizada com as duas primeiras palavras de seu primeiro parágrafo: "Inter gravissimas pastoralis offici nostri curas..." (Entre nossas mais sérias obrigações pastorais...). Tratava de dois assuntos, sendo um deles a reforma do calendário.

exemplo, 1700, 1800, 1900, 2100, 2200, 2300 não são bissextos, mas 1600, 2000 ou 2400, são.

O maior defensor do calendário gregoriano, à época de seu lançamento, foi o astrônomo e padre jesuíta Cristoph Clavius, que publicou um livro em 1603 reunindo todos os documentos, éditos, e bulas papais concernentes ao novo calendário. Este livro foi republicado em 1612 como o quinto volume da obra completa de Clavius, *Opera Mathematica*. No final do século XVI, Clavius era considerado o principal astrônomo europeu, mas acabou sendo ofuscado com a projeção entretanto obtida quer por Johannes Kepler quer por Galileu Galilei, cujos principais trabalhos foram divulgados em 1609.

Figura 43 - Medalha comemorativa do novo calendário com o busto do Papa Gregório XIII

As alterações no calendário poderiam causar, e causaram, uma grande confusão. Por isso mesmo – em analogia ao ditador Julio Cesar, na reforma de 46 a.C. – foi necessária a autoridade de um Papa para implantar esta mudança (ver a figura 43).

Ainda um pequeno erro

Recuemos alguns séculos até à época de Júlio César. Aparentemente Sosígenes, o astrônomo de Júlio César, estava a par da pequena margem de imperfeição na elaboração da reforma de 46 a.C.. Contudo, talvez tenha preferido o mal menor de deixar essa pequena diferença para ser corrigida no futuro que propor ao vasto domínio romano um raciocínio que poucos entenderiam. O mesmo acontece com a reforma de 1582, que não conseguiu consertar com perfeição o

problema, de solução aparentemente inviável. A reforma de 1582 nos deixou ainda, uma diferença residual de 26,8 segundos por ano, o que equivale a dizer que a cada período de 400 anos o calendário gregoriano fica defasado em duas horas, 58 minutos e 40 segundos em relação à realidade astronômica. Isso é muito pouco, pois, caso esse defasamento persista, haverá um dia de diferença a cada 3223 anos. Mas já existe uma ideia para corrigir isso: tornar comum o ano 4000 que seria bissexto[57] pelo reforma gregoriana.

A semana

As grandes unidades de tempo utilizadas em nosso dia-a-dia são em número de quatro. O ano e o dia vêm dos movimentos da Terra – translação e rotação respectivamente. O mês é originado pelo período de lunação. A semana pode também ter tido origem astronômica, embora uma origem mística não pode ser descartada devido à superstição, na Antiguidade, de que os astros exerciam influência sobre o destino dos homens, e a constatação de que sete astros – diferentemente das estrelas fixas – pareciam dotados de vontades próprias: Sol, Lua, Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno. A falta de conhecimento para explicar o comportamento desses astros deve ter contribuído para que eles fossem considerados deuses e passassem a ser idolatrados. Havia, assim, sete deuses a serem adorados e reverenciados, cada um em um dia – o que pode ter contribuído para definir o período de uma semana.

As fases lunares, por outro lado, também podem ter contribuído para a determinação dos dias da semana. Vimos que a Lua tem infinitas fases, uma a cada instante de tempo, mas na maioria dos idiomas, apenas quatro delas possuem nomes próprios (Lua Nova, Quarto Crescente, Lua Cheia e Quarto Minguante) e por isso chamam a nossa atenção.

[57] Ao passo que, na prática comum, o ano 1 d.C. é antecedido pelo ano 1 a.C., no cálculo astronômico o ano 1 é antecedido pelo ano 0 e este é antecedido pelo ano -1, que corresponde a 2 a.C. Assim, 45 a.C. corresponde ao ano -44, 100 a.C. corresponde a -99, e assim por diante. Isto não apenas facilita os cálculos como também torna todos os anos divisíveis por quatro, anos bissextos. Na contagem regular, isto aplica-se apenas aos anos d.C, sendo que os de a.C, são anos bissextos se forem da forma 4n+1.

São necessários sete dias, aproximadamente, para a Lua ir de uma fase (com nome próprio) à outra, e parece que isso transforma o período de sete dias em algo a ser contabilizado.

Foram os soldados romanos, durante o século II d.C., que trouxeram do Egito o costume pagão de dividir a semana em sete dias, passando a introduzir esse conceito em Roma, que até então mantinha seus *mundinae* (como chamavam os dias). A partir do imperador Augusto, essa prática foi permitida, mas somente veio a se tornar oficial em 321 d.C., sob o governo do imperador Constantino.

A palavra semana está relacionada à concepção romana de sete manhãs, cuja origem remonta ao babilônico *septimana*.

Astro	Latim	Espanhol	Francês	Italiano	Saxão	Inglês	Alemão	Português
Sol	Dominica	Domingo	Dimanche	Domenica	Sun's Day	Sunday	Sonntag	Domingo
Lua	Lunae	Lunes	Lundi	Lunedi	Moon's Day	Monday	Montag	Segunda-feira
Marte	Martis	Martes	Mardi	Martedi	Tiw's Day	Tuesday	Dienstag	Terça-feira
Mercúrio	Mercuri	Miércoles	Mercredi	Mercoledi	Wonden's Day	Wednesday	Mittwoch	Quarta-feira
Júpiter	Jovis	Jueves	Jeudi	Giovedi	Thor's Day	Thursday	Donnerstag	Quinta-feira
Vênus	Veneris	Viernes	Vendredi	Venerdi	Friga's Day	Friday	Freitag	Sexta-feira
Saturno	Saturni	Sábado	Samedi	Sabbato	Saterne's day	Saturday	Samstag	Sábado

Tabela 8 - Dias da semana em alguns dos principais idiomas

De acordo com a tabela 8 os dias da semana estão ordenados (em latim) da seguinte maneira: dia do Sol, dia da Lua, dia de Marte, de Mercúrio, dia de Júpiter, dia de Vênus e dia de Saturno. No sistema Aristotélico, a ordem de afastamento dos "planetas" em relação à Terra era: Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte, Júpiter e Saturno. Esta ordem foi corretamente deduzida pela velocidade destes astros na esfera celeste, e a correlativa ordem na semana está relacionada com a figura cabalística da *"estrela dos magos"* ou *heptacorda* (ver a figura 44).

Quanto aos nomes dos dias da semana atualmente, percebe-se a linha direta entre o latim e os seus idiomas herdeiros – italiano, francês e o espanhol – com exceção da língua portuguesa, que não seguiu a mesma tradição latina.

A língua portuguesa não designou os dias segundo o nome dos planetas porque, no começo do cristianismo, a Páscoa durava uma semana, período em que o trabalho era reduzido ao mínimo possível, e o tempo era destinado exclusivamente a orações. Esses dias eram os *feriaes*, "dia de festa" em latim, ou "dia de descanso", mas seu sentido, por força do cristianismo, alterou-se para "dia sagrado".

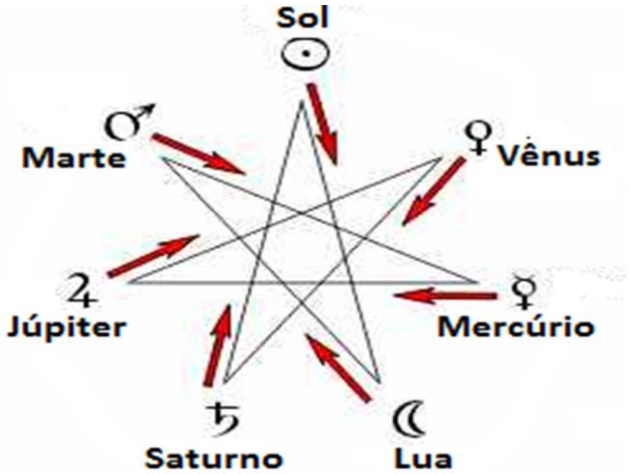


Figura 44 - A heptacorda: Aristóteles acreditava que as coleções reais de sete objetos são tudo o que há, e que podemos

Para enumerar os *feriaes* começou-se pelo sábado, assim como os hebreus faziam. O dia seguinte seria o *feria-prima*, depois seria *feria-secunda*, e assim por diante. O imperador Constantino mudou *Solis dies* ("dia do Sol") para *Dominica dies*, ("dia do Senhor"). Em português acabou se transformando em "domingo".

No século VI, Martinho de Dume, bispo de Braga, iniciou uma forte campanha para substituir os nomes pagãos dos dias por expressões dessa liturgia católica: *feria secunda* ou *secunda feria*, *tertia feria*, *quarta feria*, *quinta feria*, *sexta feria*. Assim, Portugal, depois de chamar os dias de *domingo*, *lues*, *martes*, *mércoles*, *joves*, *vernes* e *sábado*, passou a ser o único país do mundo a utilizar a forma *canônica* para os dias úteis, mantendo o "domingo" e o sábado, provavelmente a partir de shabbat – o dia de repouso na tradição judaica[58]. Apesar do nome em português, a segunda-feira é para a ISO[59] o primeiro dia da semana.

A aceitação do calendário gregoriano

A reforma gregoriana foi aceite quase que de imediato pelos países católicos, como a Espanha (e consequentemente Portugal, então sob domínio espanhol devido à União Ibérica), corrigindo a diferença de dez dias e adotando o novo esquema para os anos bissextos. Todavia, a reforma foi ignorada pelos países protestantes e mesmo pela Igreja Ortodoxa do Oriente.

[58] Martinho também tentou, sem êxito, mudar os nomes dos planetas.
[59] International Organization for Standartization (Organização Internacional para Padronização)

Assim, por exemplo, o primeiro domingo de outubro de 1582 caiu no dia 17 para o calendário gregoriano, mas no dia 7 para o Juliano. Em 1700 essa distância aumentou para 11 dias, uma vez que esse ano foi bissexto para os adeptos do antigo calendário Juliano.

A Grã-Bretanha e suas colônias, por serem protestantes, só vieram a adotar o novo calendário em 1752. No entanto, embora a mudança tivesse sido cuidadosamente anunciada e até mesmo um acordo tivesse sido feito para que a população britânica não fosse obrigada a pagar aluguéis dos dias perdidos, muitas pessoas sentiram-se lesadas. Houve mesmo algumas revoltas pelas ruas das cidades durante esse ano. A respeito da não aceitação do novo calendário Voltaire fez o seguinte comentário:

> *"Os protestantes preferem estar em desacordo com o Sol do que de acordo com o Papa."*

Ocorreram ainda outras confusões no período entre a reforma gregoriana e a sua aceitação. Isaac Newton, por exemplo, nasceu no dia de Natal do ano 1642, quando a Grã-Bretanha ainda observava o calendário Juliano – mas para a Europa católica o ano de 1643 já havia começado. Posteriormente, o mesmo Newton caiu em erro ao calcular a órbita de um cometa em 1680-81, provavelmente levado pela confusão de padrões de calendários nas datas de suas observações[60]. Um caso semelhante envolveu George Washington, primeiro presidente dos Estados Unidos: ao procurar em uma enciclopédia, ou livro de história, encontraremos a data de seu nascimento como sendo 22 de fevereiro de 1732, contudo, se havia um calendário a marcar o tempo naquele momento, ele estava a marcar 11 de fevereiro de 1731 – pois os Estados Unidos, então colônia britânica, adotavam o calendário Juliano, mas com a diferença, ainda, de que o ano oficial tinha início no dia 25 de março.

[60] Newton, possivelmente motivado por problemas pessoais com desafetos da época (John Flamsteed e Samuel Dörfel) mostrou-se mais favorável à hipótese das trajetórias retilíneas dos cometas sugerida por Kepler, mesmo que, em 1687, tenha apresentado nos Principia, a lei da Gravitação Universal aplicada ao cometa, mostrando que a sua órbita é elíptica (apesar de ser quase parabólica).

Ano	Local
1582	Portugal e Espanha
1583	Maioria da Europa Ocidental
1584	Brasil
1700	Alemanha e países protestantes
1752	Grã-Bretanha
1873	Japão
1912	China
1918	União Soviética
1924	Grécia e Igrejas Ortodoxas

Tabela 9 - Algumas datas de adoção do calendário gregoriano

Gradualmente todos os países do mundo foram adotando o calendário gregoriano, ajustando 10, 11, 12 ou 13 dias dependendo de quando a mudança foi feita. É interessante reparar que a *Revolução de Outubro*, conhecida hoje como *Revolução Russa*, iniciada de acordo com o calendário local em 25 de outubro de 1917, começou em 7 de setembro, pelo calendário gregoriano. A maior resistência à reforma gregoriana ocorreu em países ligados à Igreja Ortodoxa, como Sérvia, Jugoslávia, Bulgária, Romênia e Grécia, dentre outros, os quais somente durante ou após a Primeira Guerra Mundial resolveram adotar o novo calendário (ver a tabela 9).

3.2.8 Calendário Revolucionário Francês

Este calendário foi instituído pela Convenção Nacional da República Francesa no dia 22 de setembro de 1792 (de acordo com o calendário gregoriano)[61]. Esse dia, que coincide com o equinócio de outono (no hemisfério norte), foi chamado de 1º Vindimário do Ano Primeiro da república, e passou a ser considerado o primeiro dia do ano. O calendário revolucionário francês vigorou até o dia 1º de janeiro de 1806, quando um edital napoleônico revogou-o, retornando ao calendário gregoriano. O calendário revolucionário foi adotado ainda mais uma vez entre os dias 6 e 23 de maio de 1871, período da queda de Napoleão III e estabelecimento da Terceira República Francesa. Seguindo o exemplo de muitos calendários utilizados na antiguidade, o *Calendário Revolucionário Francês* dividia o ano em 12 meses de 30 dias cada. Ao final do ano eram acrescentados mais cinco dias extras (ou seis nos anos bissextos). Os nomes (poéticos) dos 12 meses remetem a elementos climáticos ou da natureza, de uma forma geral (ver a tabela 10).

Período Relativo ao atual	Nome do mês	A que se refere	Período Relativo ao atual	Nome do mês	A que se refere
Set/Out	Vindimário	Vindima	Mar/Abr	Germinal	Semente
Out/Nov	Brumário	Neblina,	Abr/Mai	Floreal	Flor
Nov/Dez	Frimário	Chuva com	Mai/Jun	Pradial	Pasto, prado
Dez/Jan	Nivoso	Neve	Jul/Jul	Messidor	Colheita
Jan/Fev	Pluvioso	Chuva	Jul/Ago	Terminador	Calor
Fev/Mar	Ventoso	Vento	Ago/Set	Frutidor	Fruta

Tabela 10 - Meses do calendário Revolucionário Francês

Cada mês era dividido em três *décades* de dez dias, sendo o décimo considerado o dia de descanso. Isso logicamente, tornou o novo calendário impopular, pois sob o calendário gregoriano os trabalhadores tinham um dia de descanso a cada sete dias, e não dez. Os dez dias eram nomeados segundo sua posição ordinal na decade: primidi, duodi, tridi, quartidi, quintidi, sextidi, septidi, octidi, nonidi e decadi.

Os cinco ou seis dias extras que eram acrescentados no final de cada ano passaram a ser considerados feriados patrióticos, chamados *jour sans-culottides*, celebrando vários atributos da Revolução:

[61] Notar que a data marco da Revolução Francesa é 14 de julho de 1789.

Jour de La vertu (dia da virtude)
Jour du Génie (dia do caráter)
Jour du Labor (dia do trabalho)
Jour de la Raison (dia da razão)
Jour de la Récompense (dia da recompensa)
Jour de la Révolution (dia da revolução)

O dia foi dividido em dez horas de 100 minutos, e estes, por sua vez, em 100 segundos cada. A comemoração de dias em homenagens a santos passaram a ser vinculados a aspectos da vida rural. Por exemplo, o dias de Santa Cecília, tornou-se o dia do nabo; o dia 25 de novembro, que era dia de Santo André, passou a ser o dia da picareta. Os revolucionários tomaram para si, então, o comando do tempo, rompendo com o imobilismo da história, transformando os nomes dos dias e dos meses em lembranças de suas próprias lutas, com um calendário que dividia o tempo em unidades de medida que lhes fossem mais racionais e naturais (ver a figura 45).

Figura 45 - Relógio baseado no calendário revolucionário francês

CAPÍTULO IV

PROPOSTAS PEDAGÓGICAS

O presente capítulo visa contextualizar os três primeiros capítulos no processo ensino-aprendizagem de alunos do terceiro ciclo e do secundário. Uma vantagem do tema abordado nestes capítulos é a capacidade de se adequar atividades para os diferentes níveis de ensino. Além do mais podem, também, se adequar às diferentes condições de cultura e de regiões, ou seja, o assunto reveste a identidade de seu aluno. Estas propostas de atividades podem ser adaptadas ao nível e número de alunos que as realizarão e, além disso, é importante salientar a necessidade de adaptação do assunto tratado aos seguintes objetivos:

- A aquisição e desenvolvimento de conhecimento teórico e conceptual relativo ao assunto tratado.
- O desenvolvimento de um conhecimento da natureza e dos métodos da Ciência.
- O desenvolvimento de conhecimentos técnicos sobre a investigação científica e a resolução de problemas.

Atividades Propostas

4.1 Introdução

Propor aos alunos sugestões e críticas a respeito do questionamento:

Como poderiam ser os calendários em outros locais do Sistema Solar?

Lembrando que, o objetivo aqui não é “resolver” o problema, mas sim “deixar em aberto” o arsenal de soluções possíveis e imaginadas pelos alunos, com a finalidade de analisá-las e criticá-las quando conveniente. Há, então, que estimular os alunos mediante perguntas adequadas para fazer emergir suas concepções a fim de explorá-las, desenvolver e modificar, o que implica a exploração do aspecto qualitativo e uma adequação das atividades, a qual importa dar ênfase à observação-explicação, bem como, mais especificamente, aos conceitos

necessários para a elaboração de um calendário. Dessa forma, as atividades se propõem a informar dados básicos a respeito de um astro, apresentadas em linguagem accessível ao nível de escolaridade dos alunos, e às questões relativas à criação e desenvolvimento de um calendário para o mesmo.

4.1.1 Marte

Informações básicas:

- Período de rotação solar (relativamente ao sol): 24h39m35,244s ≈ 24,6598h (tempo solar médio)
- Período de rotação sideral (relativamente às estrelas): 24h37m22,663s ≈ 24,6230h (tempo solar médio)
- Período de translação em torno do Sol: ~686,980 dias solares (médios) terrestres ≈ 686d 23h 31,20s.
- Superfície: montanhas pedregosas, abismos profundos.
- Força da gravidade: menos de metade à da Terra.
- Atmosfera: principalmente dióxido de carbono.
- Pressão: muito baixa, menos que 1% da Terra.
- Excentricidade da órbita: ~ 0,093.
- Luas: Fobos (raio médio: 12,2 km; período orbital: ~30h).
  Deimos (raio médio: 22,4 km; período orbital: ~7,44h).
- Inclinação axial: 25,19º.

Questões:

a) Determine a duração do ano sideral marciano em dias solares médios terrestres.
b) As constelações teriam à mesma forma como visualizadas na Terra? E o zodíaco?
c) Poderiam haver estações sazonais? Sim ou não, e por quê?
d) Elabore um modelo de calendário de forma a obter, para você, a melhor configuração de formatação do tempo para Marte, utilizando o Sol como referencial.
e) Os satélites de Marte poderiam ser relevantes em um calendário marciano?

f) Seria possível a adequação para existir meses ou outra unidade de tempo? Que nomes teriam?
g) Qual deveria ser a data inicial de referência? E quando deveria iniciar o ano?

Comentários:

Ao se trabalhar com as questões acima é possível fazer com que alunos percebam e desenvolvam noções de que a elaboração de um calendário pode envolver diversas situações dependendo do contexto em que o desenvolve, o que será explicitado no ato da apresentação dos modelos, pois muito provavelmente surgirão modelos diferentes.

Nas questões propostas é possível também trabalhar com assuntos diversos relacionados à astronomia, como por exemplo: as estações do ano (alíneas «a»,«b» e «c»), as Leis de Kepler e Ressonância (alínea «e») ou um pouco sobre a história da exploração espacial (alínea «g») – ao hipoteticamente colocarmos a data inicial de referência como sendo a data de lançamento ou pouso de uma sonda com destino a Marte – ou história da astronomia. Junto a isso, pode-se também trabalhar as questões de nomenclatura e/ou criação de outra unidade de tempo (alínea «f») bem como uma possibilidade futura de colonização – quando se informa dados relativos à temperatura, atmosfera e pressão.

Com essa "liberdade" para se expressar, acredita-se que os alunos possam ter acesso a fatores importantes no que tange o aprendizado: a interdisciplinaridade, o trabalho em grupo, o espírito crítico, o método de trabalho e de pesquisa, a criatividade e a imaginação. Outro aspecto importante é que a cada atividade a grande possibilidade de surgimento de modelos cada vez mais originais acarreta em enriquecimento de conteúdo para o próprio educador.

Verifica-se, para Marte, um ano solar de 668,5991 dias (24h x 686,98 dias/ 24,6598h, que é denominado pelo termo *sols*) sendo que as estrelas do céu noturno marciano praticamente teriam o mesmo aspecto e, devido a inclinação axial marciana (que é próxima da Terra) teríamos lá estações sazonais, porém com durações mais desiguais que na Terra: a excentricidade orbital (que é superior à da Terra) é a responsável por esta diferença.

A título apenas de especulação poderíamos, a priori, ter um calendário de 668 dias ao ano intercalados, a cada 5 anos, com um ano de 671 dias:

$$5x668{,}5991 \approx 3342{,}99555\ dias \Leftrightarrow (4x668) + (1x671) = 3343\ dias$$

Teríamos aqui um erro de 6,48min (0,1080h) ao ano o que nos forçaria a acrescentar 1 dia a mais em três anos consecutivos a cada 228 anos (24,6598h/0,1080h=228,3315)[62].

O ano normal marciano poderia ser dividido em 4 períodos de 3 "meses" cada um, e cada um dos 3 "meses" teria respectivamente 55, 55 e 57 dias (4 x 167= 668). Logicamente, em seu último quarto, o ano "bissexto" teria 3 "meses" com 55, 55 e 60 dias, ou seja, para haver uma melhor analogia ao sistema de 12 meses utilizado na Terra. Na tabela 11 pode-se observar uma especulação dos nomes dos meses marcianos:

Ordem	Número de dias	Nome dos Meses
1	55	Viking 1
2	55	Viking 2
3	57	Pathfinder
4	55	Surveyor
5	55	Odyssey
6	57	Mars Express
7	55	Tharsis Tholus
8	55	Elysium Mons
9	57	Pavonis Mons
10	55	Arsia Mons
11	55	Ascraeus Mons
12	57 ou 60	Olympus Mons

Tabela 11 - Especulação dos meses marcianos

É perceptível que os seis primeiros meses têm relação às missões ao planeta (em ordem cronológica), enquanto os seis últimos com as seis maiores montanhas (em ordem crescente). O mês "bissexto" é deixado, propositalmente, para "Olympus Mons"[63]. O marco inicial de data poderia ser a partir da primeira passagem meridiana do Sol após 19 de junho de 1976[64] pelo Monte Olimpo.

No caso dos satélites naturais de Marte, estes não apresentam uma similaridade fracional dos períodos orbitais, o que dificulta formatar o tempo em

[62] Ainda assim haveria um erro de 8,1377 minutos neste período (que não será discutido com a finalidade de simplificar a hipótese).
[63] A maior montanha do Sistema Solar.
[64] Data em que Vinking 1 chegou em Marte.

função destes, contudo outro motivo é o fato de que estes dois satélites naturais são muito pequenos e talvez por isso, não mereçam o mesmo “destaque” dado à Lua terrestre.

Ao utilizar os padrões anteriormente desenvolvidos e seguindo a mesma estrutura pode-se realizar uma série de análises de como poderia ser o calendário em outros planetas. Porém, não é o objetivo aqui a pura e simples explicitação de informações básicas destes locais e a consequente repetição do que foi demonstrado ao se trabalhar com Marte. Assim, coloca-se a seguir apenas aspectos e questões que possam oferecer uma diversidade de informações para a atividade.

4.1.2 Vênus

Informações básicas:

- Período de rotação: 243,01 dias terrestres e retrógrado em relação ao movimento da Terra.
- Período de translação em torno do Sol: 224,7 dias terrestres.
- Inclinação axial: 177,4º.
- Distância média ao Sol: 1,082 x 10^8km
- Raio equatorial: ~2439,7 km
- Não contém satélites naturais.

Questões:

a) O dia é maior que o ano. Como hipoteticamente se desenvolveria uma sociedade ali?
b) Poderiam haver estações sazonais? Sim ou não, e por quê?
c) Será possível dividir o ano e/ou dia em unidades menores de tempo? Como e quais seriam os referenciais?

Comentários:

Devido à sua inclinação – próxima de 180º - praticamente não se perceberiam estações sazonais em Vênus[65]. Porém, a primeira situação diversa em relação a Vênus é o fato de que o seu movimento é retrógrado em relação ao movimento da Terra. Isto não gera implicações contundentes além de que o Sol nasce no oeste e se põe no leste – contrariando o costume milenar visual do homem. A segunda situação – e mais interessante – diz respeito ao dia ser mais longo que o ano, com uma pequena diferença em dias. Um inconveniente ocorrerá para os venusianos: durante este período – o ano – perceber-se-ia que, em cerca de 8% do planeta seria noite (pois o dia é cerca de 8% maior que o ano). Assim poderíamos utilizar duas opções: na primeira opção, utilizar o "dia" de Vênus para contar o "ano" – o termo "ano" seria extinto e para a determinação de escalas de tempo menores poderia fazer-se de duas maneiras: na falta de satélites naturais utilizaríamos as fases de Mercúrio[66], ou a utilização do ângulo horário do Sol (um relógio solar teria aqui boa aplicação).

4.1.3 Lua

Informações básicas:

- Período de rotação: ~27,32 dias terrestres.
- Período de revolução: ~27,32 dias terrestres.
- Período sinódico: ~29,5 dias

Questões:

a) Serão necessários mais de um calendário dependendo de onde se "vive" na Lua?
b) O sistema Terra-Sol poderia ser um bom referencial espacial e temporal? De que forma?

[65] Muito provavelmente, devido ao Efeito de Estufa, mesmo com uma inclinação diferente Vênus não iria apresentar estações sazonais com distinções consideráveis.
[66] Mercúrio completa uma revolução ao Sol em cerca de 87 dias, o que dá uma proporção, em relação a Vênus de 1:2,5828 ciclos.

Comentários:

Se tentássemos utilizar a Terra como referência, o que se perceberia em primeiro lugar, é que haveria fases da Terra, porém invertidas às da Lua[67], isso no caso de estarmos em um local na Lua no qual se pudesse observar a Terra. Este fato já nos convida a não utilização da Terra como parte da composição do calendário. Um aspecto interessante – e diverso aos planetas principais – será estudar o movimento de revolução da Lua relativamente ao Sol.

Como o ano lunar é igual ao dia lunar teríamos que escolher um destes como ponto principal de referência – lembrando que estamos a utilizar os termos *ano*, *dia* e *mês* apenas para termos um referencial temporal da Terra, ou seja, o dia (ou o ano) lunar será considerado o mês – duas passagens meridianas consecutivas. Não teríamos o dia lunar, mas sim a hora poderia ser contada através do ângulo horário do Sol, além do que, poderíamos utilizar o mês sinódico (~29,5 dias). O ano teria 12 meses (365,256363 dias terrestres/29,5 dias), sendo 11 com 360 horas (o ângulo horário do Sol). Como o ano terrestre apresenta cerca de 12,38 lunações, logo sobrariam ainda 1,38 para completar o ano lunar (aproximado ao da Terra). Assim, ao utilizarmos 1,4 veríamos que faltariam ainda 504 horas (360 x 1,4) para completar 1 ano.

4.1.4 Europa

Informações básicas:

- Período de rotação de Júpiter: ~9,9 horas terrestres.
- Período de revolução de Júpiter: ~12 anos terrestres.
- Satélites naturais galileanos e respectivos períodos orbitais em dias terrestres: Io, 1,8; Europa, 3,6; Ganimedes, 7,2; Calisto, 16,7.
- Movimento dos satélites naturais galileanos são síncronos.

Além de propor a elaboração de um calendário, poder-se-ia discutir o motivo da escolha da lua Europa e não do planeta Júpiter, ou mesmo de outro satélite natural, e ainda questões relacionadas com a missão JUICE[68].

[67] Lua Cheia - Terra Nova; Lua Quarto Minguante-Terra Quarto Crescente; Lua Nova-Terra Cheia e Lua Quarto Crescente – Terra Quarto Minguante.
[68] Jupiter Icy Moons Explorer - missão de exploração da ESA em busca de sinais de vida nas luas de Júpiter.

Comentários:

Devido ao movimento síncrono (como a Lua Terrestre) dos satélites naturais em relação a Júpiter, seria necessário a utilização do Sol para a formatação de um calendário. Contudo, com a finalidade de evitar repetições, poderia trabalhar-se com os alunos a formatação de dois tipos de calendário para Europa: um para a "metade"[69] do lado "escuro" em relação a Júpiter, e outro em relação ao lado que está sempre defronte a Júpiter.

Na metade defronte a Júpiter o calendário poderia ter a "semana" como o período compreendido entre cinco passagens consecutivas meridionais de Io, e o ano teria 624 semanas; não haveria o termo "dia" (se equipararmos novamente à Terra). Na metade geográfica de Europa que não está voltada para Júpiter, a "semana" poderia ser o período de 2 passagens meridianas de Ganimedes. Ao se passar de "um lado para outro" *bastaria* apenas multiplicar ou dividir a semana por quatro para se atualizar no calendário pois o período orbital de Ganimedes é 4 vezes que o de Io (4 x 1,8 = 7,2).

A escolha de Europa se dá no fato de que, de acordo com a Agência Espacial Européia, a qual irá explorar Calisto, Europa e Ganimedes[70], existe a suspeita de que estas três luas têm oceanos internos. A missão irá estudá-las como potenciais habitats de vida**,** tentando perceber quais as condições para a formação de planetas e o aparecimento de vida.

4.1.5 Comentários Gerais

Conforme visto anteriormente, os comentários específicos a cada astro analisado carecem de rigidez científica, desde às informações fornecidas às sugestões apresentadas. Porém, conforme descrito anteriormente, o objetivo é ter a oportunidade de discutir conceitos básicos da astronomia relacionados à história, mecânica, biologia, formação planetária e estelar, exploração interplanetária, dentre outros, todos estes arraigados à prática de sistemas de referência. Como exemplo, poderíamos abandonar as unidades de tempo terrestres e utilizarmos somente os

[69] Devido às dimensões de Júpiter o campo visual será maior que 50% mas para efeito de atividade pedagógica, expõe-se este fato porém aproxima-se este valor.
[70] Uma das missões selecionadas para o programa Cosmic Vision (2015-2025)

ciclos relativos a cada sistema, ou mesmo utilizar o ciclo circadiano [71] como referencial "universal" para o calendário em outros mundos, etc.

4.1.6 Terra

Coloca-se este item aqui com a finalidade de instigar os alunos a pensar na possibilidade de criação ou adaptação de uma nova forma de contar o tempo nos dias atuais. Assim, algumas propostas que já foram realizadas para um novo calendário podem ser aqui descritas de forma a criticar o formato do calendário atual. Este item da atividade não pressupõe uma alteração do calendário, apenas tem como objetivo "semear" no aluno o pensamento crítico sobre um determinado evento cotidiano e, neste caso, a milenar utilização de um calendário.

O calendário atual em uso pode estar, de certo modo, de acordo com as realidades astronômicas, porém continua a se mostrar um tanto complicado para vários aspectos da vida cotidiana. Na verdade, seus meses de extensões diversas, ocorrendo em diferentes padrões ao longo do ano, requerem diferentes calendários e necessitam de um ciclo de 400 anos para completar sua sequência. Argumenta-se que durante 3 mil anos a humanidade não mediu esforços para uma marcação mais correta do tempo. Não se deveria abandonar então a possibilidade de melhorar a atual? Essas inexatidões inspiram o desejo de encontrar um sistema mais conveniente à nossa realidade, pois justamente quando vivemos numa época em que as realizações tecnológicas são motivos de tanto orgulho, a confusão quanto às unidades de tempo continua a imperar.

A variada extensão dos meses torna muito difícil comparar um ano com outro. Por exemplo, um mês de 30 ou 31 dias pode ter quatro ou talvez cinco domingos.

Decorre disso que cálculos estatísticos e orçamentos governamentais sempre caem em erro, geralmente ocasionado por embaraços com trimestres que podem variar, conforme a época, entre 90 e 92 dias.

Para tentar resolver este problema, foram feitas propostas para reformas no calendário. Destas, a que pareceu oferecer uma melhor solução foi a do pensador positivista Auguste Comte, que em 1849 sugeriu um calendário de 13 meses, todos com 28 dias, compostos por quatro semanas de sete dias.

[71] Período de aproximadamente 24 horas sobre o qual se baseia todo o ciclo biológico do corpo humano e de qualquer outro ser vivo, influenciado pela luz solar.

Figura 46- O Calendário do Sol

Além disso, o ano contaria com o chamado “dia vazio”, não pertencente a nenhum mês ou semana do ano e, nos chamados anos bissextos o dia suplementar ficaria igualmente “vazio”, ou seja fora da sequencia regular. A ideia original para esse calendário parece ter sido bem anterior a Comte, possivelmente de 1745, proposta por um colono norte-americano de Maryland chamado Hirossa Ap-Iccim, e popularizada pelo abade italiano Marco Mastrofini por volta de 1830.

Moisés, Homero, Aristóteles, Arquimedes, César, São Paulo, Carlos Magno, Dante, Gutenberg, Shakespeare, Descarte, Frederico II e Bichar. Assim se chamariam os 13 meses no calendário positivista de Comte; também os dias seriam batizados em homenagem a pessoas importantes (opção que recebeu fria acolhida). A proposta foi então deixada de lado até o começo do século passado, quando foi readaptada por Moses B. Cotsworth: mantendo-se a divisão do tempo sugerida por Comte, os meses e dias voltariam a ter os seus nomes usuais, e o décimo terceiro mês seria chamado de Sol e seria acrescentado entre os meses de Junho e Julho (devido ao verão no hemisfério norte). Esta proposta de reforma ficou conhecida como calendário do sol.

O calendário de 13 meses (ver figura 46), diferentemente de um calendário de 12 meses, não poderia apresentar um subdivisão (inteira em meses) em bimestres, trimestres, quadrimestres, etc., pois o primeiro quarto de ano terminaria sempre em

7 de abril, a metade do ano começaria no dia 15 do mês Sol, e o último quarto de ano começaria em 22 de setembro. Este arranjo dava a cada quarto de ano, três meses e uma semana, gerando meses fracionados. Considerando apenas esse fato, concluiu-se que o calendário causaria inconveniências para todas as atividades e negócios baseados em trimestres. Em 1937 a Liga das Nações[72] descartou a proposta do calendário de 13 meses.

Contudo, desde 1923, a Liga das Nações ouvia pedidos de vários países interessados em compor um novo calendário, tendo recebido 185 diferentes sugestões[73]. A entrada de um novo calendário chegou a ser marcada para 1º de janeiro de 1945, mas, além das diversas dificuldades técnicas, os confrontos ainda remanescentes da Segunda Guerra Mundial fizeram com que o projeto fosse adiado.

Em 1954, em Genebra, o Conselho Econômico e Social da ONU decidiu consultar 90 países sobre uma possível reforma. A proposta mais interessante, com base em uma estrutura mais racional e científica, foi o calendário universal, que havia sido sugerido pelo abade Mastrofini. Segundo esse projeto (ver a figura 47), o ano continuaria tendo 12 meses, mas os meses de janeiro, abril, julho e outubro, que são os meses iniciais dos quatro trimestres, teriam 31 dias e começariam sempre num domingo, enquanto os demais teriam 30 dias. Teríamos então um ano com a duração de 364 dias, exatamente 52 semanas. Nesta proposta também existiria o dia vazio, a ser inserido entre os meses de dezembro e janeiro. Nos anos bissextos, o dia extra seria inserido entre junho e julho. As duas grandes vantagens desse sistema seriam os quatro trimestres com a mesma extensão e o fato de um único e mesmo calendário a servir para todos os anos. Esse esquema, no entanto, não recebeu votação necessária pelos países que compunham as Nações Unidas, para que fosse colocado em uso.

[72] An atual ONU.
[73] ACHELIS, Elisabeth, Of time and the Calendar, New York, 1955.

Janeiro

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Fevereiro

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

Março

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

Abril

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Maio

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

Junho

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

Julho

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Agosto

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

Setembro

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

Outubro

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Novembro

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

Dezembro

Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

Figura 47 - O Calendário universal

A proposta de um tipo de calendário que fosse permanente é tão antigo que chega a se perder no tempo. Por exemplo, bem antes da era cristã, os judeus já divergiam na aceitação do calendário, ora lunar, ora solar. Oficialmente, os sacerdotes haviam imposto à maioria dos judeus a observância do calendário lunar, mas no século III a.C. um dos livros judaicos de cunho apocalíptico, escrito por Enoque impôs um tratado cósmico-astronômico que visava a introdução definitiva do calendário solar[74] Este calendário impressiona pela sua regularidade, semelhantes às mais modernas propostas de reforma. Consistia de um ano de 364 dias dividido em 12 meses de 30 dias cada, além de mais quatro dias intercalados. Graças a essa regularidade, os primeiros dias do ano e o início de cada estação sempre caíam numa quarta-feira; também festas anuais ocorriam nos mesmos dias da semana. Inicialmente o calendário solar de Enoque foi observado por todos os judeus, mas acabou sendo abandonado em favor do lunar.

[74] HANSON, P. D., The Down of Apocalyptic, Philadelphia, 1984.

4.2 O Calendário Cósmico de Carl Sagan

Esta atividade é uma das formas mais didáticas de expressar a cronologia do Universo e pode ser colocada em discussão. Imaginemos que toda a história do Universo pudesse ser comprimida em um único ano. Propõe-se, assim, **expor e pôr em discussão o Calendário Cósmico de Carl Sagan, o Calendário Geológico e também propor a elaboração informal de um calendário histórico-astronómico nos mesmos moldes,** desde as culturas mais antigas até aos dias atuais, relatando alguns eventos relevantes como, por exemplo, uma das primeiras datas conhecidas na história, 28 de Maio de 585 a.C, uma batalha entre os Medos e os Lídios[75], onde aconteceu um dos primeiros eclipses solares registrados, ou mesmo datas sem registro astronômico significante, porém de grande valor para a ciência como a descoberta da radiação cósmica de fundo, que deu impulso considerável na concepção de Universo que temos atualmente.

Tudo, desde o Big-Bang – o evento que assinala o início da expansão do Universo – até o último instante. Foi o que o astrônomo Carl Sagan imaginou logo no primeiro capítulo de seu livro *"Os dragões do Éden"* (1977), tendo o ano como principal unidade de medida de tempo utilizada pelos humanos. Pode se observar que estudamos assim os feitos históricos de nossa espécie nos referindo a eles, tal como comemoramos com euforia cada começo de um novo ano, ou felicitamos as pessoas pelos seus aniversários. Toda a história registrada, contudo, precisa de unidades maiores, como a década, o século e o milênio. Porém, mesmo os milênios, para os quais possuímos registros históricos, são precedidos por períodos de tempos excepcionalmente maiores, sobre os quais pouco sabemos. Milhões de anos se passaram na Terra antes da espécie humana aparecer. Bilhões de anos desde o primeiro raio de Sol, ou desde que a primeira estrela do Universo começou a brilhar. Assim mesmo somos capazes de localizar no tempo alguns acontecimentos desse passado remoto. A datação radioativa e a análise de camadas estratificadas das rochas permitem obter dados sobre a vida, as alterações geológicas e até mesmo mudanças climáticas do passado. A astrofísica fornece diversas informações confiáveis a respeito dos estágios evolutivos das estrelas, suas idades, a formação da Galáxia, e, inclusive, uma boa estimativa do tempo transcorrido desde o Big Bang

[75] Cerca de 600 a.C. o oriente era firmado em quatro grandes estados: o Egito, o Reino da Lidia (atual Turquia), o Reino dos Medos (atual Irão) e o Império Caldeu.

até os dias atuais (ver tabelas 12 e 13).

Mês	Dia	Hora	Evento
Janeiro **Fevereiro** **Março** **Abril**	01	00:00	Big Bang dá origem a matéria, o espaço e o tempo.
Maio **Junho** **Julho** **Agosto**	01		Origem da Via Láctea
Setembro	09 14 25		Origem do Sistema Solar Início da formação da Terra Surgimento da vida na Terra
Outubro **Novembro**	01 12 15		Aparecimento dos primeiro microorganismos sexuados Primeiras plantas fotossintéticas Primeiras células com núcleo (eucariotas)
Dezembro	01 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30		Atmosfera da Terra começa a se tornar rica em oxigênio Primeiros plânctons oceânicos e primeiros trilobitas Primeiros peixes e vertebrados Plantas vasculares se tornam numerosas em terra firme Primeiros insetos Primeiros anfíbios e insetos alados Primeiras árvores e primeiros répteis Período Permiano. Surgem os dinossauros Período Triássico. Primeiros mamíferos Período Jurássico. Primeiras aves Extinção dos dinossauros. Nascem as primeiras plantas com flores Aparecem os primeiros primatas O cérebro dos primatas evoluí. Primeiros hominídeos Primeiros peixes e vertebrados.
Dezembro	31	22:30:00 23:46:00 23:59:51 23:59:56 23:59:59 Agora	Surgem os primeiros seres humanos O Homem descobre como produzir o fogo Invenção do alfabeto Nascimento de Cristo Renascimento na Europa, viagens de descobrimento Amplo desenvolvimento da ciência e tecnologia. O ser humano adquire armas de autodestruição. Primeiros passos da exploração planetária e da busca por vida extraterrestre

Tabela 12 - O Ano Cósmico (resumido às datas mais relevantes)

Mês	Dia	Hora	Evento
Janeiro	01 28	00:00	Não há vida na Terra, vulcões. Solidificação da crosta terrestre; chuva arrefece a superfície.
Fevereiro	01		Formam-se os oceanos
Março	09 25		Surgimento das primeiros organismos unicelulares Fóssil procariota mais antigo descoberto
Abril	28		Mitocôndrias (organela citoplasmática)
Maio	30		Início do aumento de oxigênio na atmosfera terrestre causado por cianobactérias.
Junho	07		Evidência dos primeiros organismos terrestres
Julho **Agosto**	27		Seres pluricelulares
Setembro	02 26		Fóssil eucariota mais antigo descoberto Fóssil de organismo terrestre mais antigo descoberto
Outubro	01		Temperatura na superfície da Terra em 50ºC
Novembro	04 12 16 25 28 30		Atmosfera com 1% do oxigênio atual Atmosfera como atualmente Aparecimento dos primeiros insetos Surgimentos dos primeiro peixes Plantas terrestres (sem flores) Vertebrados saem da água
Dezembro	03 12 14 15 22 26 29		Répteis Desmembramento da Pangéia Dinossauros Aves e mamíferos Plantas com flores Extinção dos dinossauros Simios
Dezembro	31	17:30 23:10 23:59	Hominídeos Homo Sapiens História da humanidade

Tabela 13 - O Ano Geológico (resumido às datas mais relevantes)

4.3 O poder religioso e os astros através dos tempos

Esta atividade propõe a apresentação de eventos astronômicos ocorridos em duas datas significativas para a religião ocidental, e que influenciou decisivamente na formação de calendário gregoriano – o nascimento e morte de Cristo (respectivamente a estrela de Belém e o eclipse da crucificação). Não deseja aqui discutir quaisquer assuntos que possam vir a influenciar a fé religiosa de cada aluno (seja ela de qualquer espécie) ou mesmo a inexistência desta[76].

A partir destas explanações, sugere-se para cada aluno a procura de um evento astronômico (de qualquer magnitude) que tenha ocorrido na data de seu nascimento, ou em qualquer outra data significativa para este. Um exemplo clássico pode ser inclusive divulgado: o grande escritor estadunidense Mark Twain (Samuel Langhorn Clemens) nasceu no mesmo ano de um dos aparecimentos do cometa Halley em 1835 e morreu em 1910 no mesmo ano de outro aparecimento do cometa. Não será caso único (não terá sido o primeiro e nem será certamente o último), mas talvez o mais famoso. Este fato, mesmo não apresentando nenhum valor científico, pode fazer com que, a curiosidade em encontrar algum evento interessante, faça o aluno inconscientemente "brincar" com a astronomia e pode, além disso, verificar que este evento não teve nenhum significado místico no decorrer de sua vida, o que só fortalece a demonstração da extrema pequenez do homem perante o Cosmos.

Nas tabelas 14 e 15 pode-se observar os fenômenos astronômicos ocorridos em períodos próximos a duas situações relevantes para a igreja católica: o nascimento e a crucificação de Cristo. A partir destes eventos pode-se, também discutir eventos astronômicos tais como eclipses, cometas e conjunções planetárias.

[76] Para o autor, três são os fatores que legitimam a evolução cultural da humanidade: a arte, a religião e a ciência. Estes apresentam características distintas: a arte diz respeito à beleza do cosmos, a ciência ao funcionamento do cosmos e a religião ao sentido; ou seja, são imiscíveis e, portanto, objetos de estudos independentes.

Data	Fenômeno Astronômico	Fato Histórico
12 a.C.	Cometa Halley de 25 de agosto a 1 de novembro	
11 a.C		
10 a.C.		
09 a.C.		Saturno governa a Síria. Quirinio é o imperador.
08 a.C.	Conjunção de Júpiter e Saturno em março.	César Augusto decreta taxas.
07 a.C	Conjunção tríplice de Júpiter e Saturno em Peixes	Recenseamento de Quirino. Nascimento de Cristo segundo a Bíblia.
06 a.C.	Conjunção de Júpiter, Saturno e Marte em fevereiro	Massacre dos inocentes
05 a.C.	Cometa em Capricórnio de março a maio	Pagamento de impostos
04 a.C.	Eclipse da Lua em 13 de março.	Morte de Herodes
03 a.C.	Conjunção de Vênus/Júpiter em Leão: 12 de Agosto	Natal: 18 de novembro segundo Clemente
02 a.C.	Conjunção de Vênus/Júpiter em Leão: 17 de Junho	Natal: 06 de janeiro, segundo Epifânio
01 a.C.		Natal: 25 de dezembro segundo Dionísio, responsável pelo erro de 5 anos

Tabela 14 - Hipóteses do nascimento de Cristo e da Estrela de Belém

Data	Dia da semana	Magnitude	Início do Eclipse
15 agosto de 26	Sexta-feira	50%	23,16h
31 dezembro de 27	Quarta-feira	40%	23,45h
14 junho de 29	Quinta-feira	Total	20,45h
09 dezembro de 29	Sexta-feira	45%	20,42h
25 setembro de 31	Quarta-feira	35%	21,58h
19 outubro de 31	Sexta-feira	25%	4,82h
03 abril de 33	Sexta-feira	60%	6,40h
27 setembro de 33	Domingo	85%	4,88h

Tabela 15 - Hipóteses para os eclipses lunares da crucificação de Cristo

4.4 O Algoritmo Sexta-feira 13

Tomando por princípio os itens 4.1 e 4.3 deste capítulo, respectivamente de propostas de reformas e mitos, vimos que os estudos e as sugestões de Augusto Compte não foram aproveitados. Teve contra si muitas e sérias oposições. Uma delas diz respeito aos supersticiosos em todo o mundo, que passariam a viver agoniados dentro de um ano cujos dias 13, de todos os 13 meses, coincidiriam sistematicamente com a sexta-feira.

A partir deste fato, a proposta desta atividade consiste em desenvolver um algoritmo o qual calcule a quantidade de sextas-feiras 13, a partir do ano 1 até um ano qualquer calculado tanto no calendário gregoriano como no juliano.

O algoritmo aqui desenvolvido foi adaptado à linguagem de programação Pascal[77] para que pudesse ser executado:

```
program Data;
Uses CRT,DOS;
Var
dia,mes,ano,a,y,m,q,d,x: integer;
sexta: array[1..31] of integer;
diam: array[1..12] of integer;
begin
x:=1;
while x<=31 do begin
  sexta[x]:=0;
  x:=x+1;
end;
diam[1]:=31;
diam[2]:=28;
diam[3]:=31;
diam[4]:=30;
diam[5]:=31;
diam[6]:=30;
diam[7]:=31;
diam[8]:=31;
diam[9]:=30;
diam[10]:=31;
diam[11]:=30;
diam[12]:=31;
{Pede o ano inicial}
write('ano:');
readln(ano);
{Contagem até o ano de 1583}
while ano>=1583 do begin
  mes:=12;
  while mes>0 do begin
```

[77] Free Pascal Compiler (freeware), o qual pode ser executado em sistemas operacionais de 64 bits.

```
    diam[2]:=28;
    dia:=diam[mes];
    {Verifica se o mês é bissexto}
    if (a mod 400 = 0) then begin
      diam[2]:=29;
    end
    else
    if (a mod 4 = 0) and (a mod 100<>0) then begin
      diam[2]:=29;
    end;
    while dia>0 do begin
      a:=trunc((14-mes)/12);
      y:=ano-a;
      m:=mes+12*a-2;
      q:=dia+trunc(31*m/12)+y+trunc(y/4)-trunc(y/100)+trunc(y/400);
      d:=q mod 7;
      if (d=5) then begin
        sexta[dia]:=sexta[dia]+1;
      end;
      dia:=dia-1;
    end;
    mes:=mes-1;
  end;
  ano:=ano-1;
end;
{Contagem de 1581 até 1}
while ano>=0 do begin
  mes:=12;
  while mes>0 do begin
    diam[2]:=28;
    dia:=diam[mes];
    {Verifica se o mês é bissexto}
    if (a mod 400 = 0) then begin
      diam[2]:=29;
    end
    else
    if (a mod 4 = 0) and (a mod 100<>0) then begin
      diam[2]:=29;
    end;
    while dia>0 do begin
      a:=trunc((14-mes)/12);
      y:=ano-a;
      m:=mes+12*a-2;
      q:=dia+trunc(31*m/12)+y+trunc(y/4)+5;
      d:=q mod 7;
      if (d=5) then begin
        sexta[dia]:=sexta[dia]+1;
      end;
      dia:=dia-1;
    end;
    mes:=mes-1;
  end;
  ano:=ano-1;
end;
```

```
{Inclui "manualmente" o ano de 1582}
sexta[1]:=sexta[1]+1;
sexta[2]:=sexta[2]+2;
sexta[3]:=sexta[3]+2;
sexta[4]:=sexta[4]+1;
sexta[5]:=sexta[5]+2;
sexta[6]:=sexta[6]+2;
sexta[7]:=sexta[7]+1;
sexta[8]:=sexta[8]+1;
sexta[9]:=sexta[9]+2;
sexta[10]:=sexta[10]+2;
sexta[11]:=sexta[11]+1;
sexta[12]:=sexta[12]+2;
sexta[13]:=sexta[13]+2;
sexta[14]:=sexta[14]+1;
sexta[15]:=sexta[15]+2;
sexta[16]:=sexta[16]+2;
sexta[17]:=sexta[17]+2;
sexta[18]:=sexta[18]+1;
sexta[19]:=sexta[19]+2;
sexta[20]:=sexta[20]+2;
sexta[21]:=sexta[21]+1;
sexta[22]:=sexta[22]+2;
sexta[23]:=sexta[23]+2;
sexta[24]:=sexta[24]+2;
sexta[25]:=sexta[25]+1;
sexta[26]:=sexta[26]+2;
sexta[27]:=sexta[27]+2;
sexta[28]:=sexta[28]+1;
sexta[29]:=sexta[29]+2;
sexta[30]:=sexta[30]+1;
sexta[31]:=sexta[31]+2;
x:=1;
while x<=31 do begin
  write('Sexta dia ');
  write(x);
  write(': ');
  writeln(sexta[x]);
  x:=x+1;
end;
readln;
end.
```

Na figura 48 podemos ver que os resultados obtidos até o ano de 2012 foram os seguintes:

Dia do Mês	Quantidade	Dia do Mês	Quantidade	Dia do Mês	Quantidade
Sexta-feira 01	3453	Sexta-feira 11	3454	Sexta-feira 21	3450
Sexta-feira 02	3454	Sexta-feira 12	3449	Sexta-feira 22	3454
Sexta-feira 03	3451	Sexta-feira 13	3456	Sexta-feira 23	3454
Sexta-feira 04	3454	Sexta-feira 14	3450	Sexta-feira 24	3451
Sexta-feira 05	3449	Sexta-feira 15	3454	Sexta-feira 25	3454
Sexta-feira 06	3456	Sexta-feira 16	3454	Sexta-feira 26	3449
Sexta-feira 07	3450	Sexta-feira 17	3451	Sexta-feira 27	3456
Sexta-feira 08	3453	Sexta-feira 18	3454	Sexta-feira 28	3450
Sexta-feira 09	3454	Sexta-feira 19	3449	Sexta-feira 29	3166
Sexta-feira 10	3451	Sexta-feira 20	3456	Sexta-feira 30	3167
				Sexta-feira 31	2011

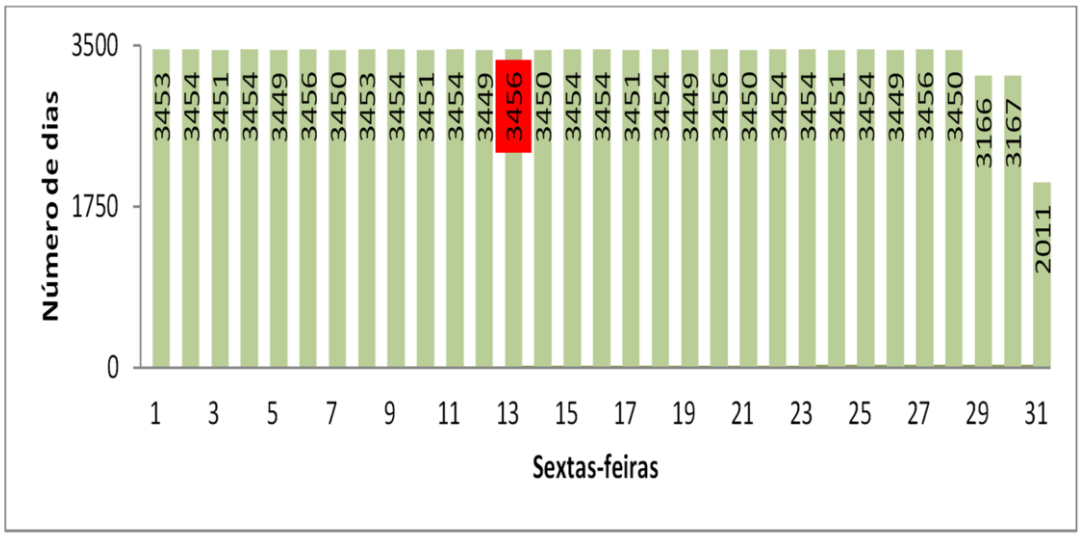


Figura 48 – Assinala-se em vermelho o número de Sextas-feiras 13, do ano 1 até 2012

Conforme se pode constatar, a quantidade de sextas-feiras 13, juntamente com as sextas-feiras 06, 20 e 27 fazem parte do grupo das que mais acontecem, o que põe abaixo qualquer mito que envolve a ocorrência de uma sexta-feira num dia 13 – ela é tão comum quanto qualquer outra. A importância desta atividade está em dois fatores: O desenvolvimento de um algoritmo que possa determinar estas quantidades que permite discutir matematicamente e historicamente os calendários romano e gregoriano, e também possibilita analisar o resultado do mesmo de maneira a desmistificar qualquer importância dada às sextas-feiras, bem como ao numeral 13 – o que nos abre um “leque” de opções para discutir origens pagãs de datas como Natal, São João, 01 de abril, etc. Ao verificar-se, também, a relação do

calendário gregoriano com outros calendários (ver tabela 16), é possível colocar em discussão a diversidade de opções quando o assunto é a organização do tempo.

Ano 2000	Correspondência
2753	Antigo calendário romano
2749	Antigo calendário babilônico
6236	Primeiro calendário egípcio
5760	Calendário judaico
1420	Calendário muçulmano
1378	Calendário persa
1716	Calendário copta
2544	Calendário budista
208	Calendário Revolucionário Francês

Tabela 16 - Equivalência do ano 2000 do calendário gregoriano com alguns outros calendários

REFEFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E ELETRÓNICAS

Referências Bibliográficas

BOCKO, Roberto. ***Conceitos de Astronomia***. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 1984.

BURKE, Peter. ***"O descobrimento do tempo"***. Folha de São Paulo, 25.1.98

BLAYNEY, Geoffrey. ***Uma breve História do Mundo***. Versão brasileira da editora. São Paulo: Editora Fundamento Educacional, 2010.

CANIATO, Rodolpho. ***Com(ns)Ciência na Educação***. São Paulo: Papirus Editora, 1989.

CHERMAN, Alexandre; VIEIRA, Fernando. ***O tempo que o tempo tem: porque o ano tem 12 meses e outras curiosidades sobre o calendário***. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2008.

DAVIES, Paul. ***O enigma do tempo: a revolução iniciada por Einstein***. 2ª edição.Tradução Ivo Korytowki. Rio de Janeiro: Ediouro Publicações, 2000.

DONATO, Hernâni. ***História do Calendário***. São Paulo: Editora Melhoramentos, 1976.

DUFFET-SMITH, Peter. ***Practical Astronomy with your calculator***. 3ª ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.

EWING, Duncan. ***Calendário***. Tradução João Domenech. Rio de Janeiro: Ediouro Publicações, 1999.

GENDROP, Paul. ***A civilização Maia***. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1987.

GOUVEIA, Regina. ***Se eu não fosse professora de física: algumas reflexões sobre práticas lectivas***. Lisboa: Editora Areal, 1999.

GRIBBIN, John. ***A trama do tempo***. Tradução Souza Machado. Lisboa: Editora Europa-América, 1979.

HOLFORD-STREVENS, Leofranc. ***Pequena História do Tempo***. Tradução Madalena Alfaia. Lisboa: Tinta-da-China Editora, 2008.

HOSKIN, Michael. ***Astronomy: Illustrated History***. Cambridge: Cambridge UP, 1997.

LONGHINI, Marcos Daniel (Org.). ***Educação em Astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica***. São Paulo: Átomo Editora, 2010.

LLOYD, Cristopher. ***A Verdadeira História da Terra***. Tradução Luís Santos. Lisboa: Editora Clube do Autor S.A., 2008.

MACEDO, José R. ***Religiosidade e messianismo na Idade Média***. São Paulo: Editora Moderna,1996.

MOURÃO, Ronaldo R.F. ***Anuário de Astronomia 1996***. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

MOURÃO, Ronaldo R.F. ***Anuário de Astronomia 1999***. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

MOURÃO, Ronaldo R.F. ***Anuário de Astronomia 2002***. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

MOURÃO, Ronaldo R.F. ***Anuário de Astronomia 2004***. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MOURÃO, Ronaldo R.F. ***Anuário de Astronomia 2005***. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

MOURÃO, Ronaldo R.F. ***"O terceiro milênio já começou"***. Folha de São Paulo, 2.3.1997.

PRIGOGINE, Ilya. ***O nascimento do tempo*.** Lisboa: Edições70 Editora, 2008.

SAGAN, Carl. ***O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro***. São Paulo: Editora Companhia das Letras, 1996.

SCHRADER, Godofredo. ***Compêndio de Cosmografia***. Porto Alegre: Editora Globo, 1933.

VERDET, Jean-Pierre. ***Uma História da Astronomia***. Tradução Fernando Py. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1991

YEOMANS, Donald K. *Comets:* ***A chronological History of Observation, Science, Myth and Folklore***. Chichester: Wiley Science Editions, 1991.

YORK, Derek. ***Em busca do tempo perdido***. Tradução Joana Rosa e José Baptista. Lisboa: Replicação Editora, 1997.

Whitrow, Gerald J. ***O tempo na História***. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1988.

Referências Eletrônicas

A-QUEST-FOR-CREATION-ANSWERS, *Time Cycles of Ancient Astronomy*, http://www.creation-answers.com/cref.htm , 13.10.2011

CENTRO CIENCIA VIVA DO ALGARVE, *Astronomia na Idade Média,* http://www.ccvalg.pt/astronomia/historia/idade_media.htm, 28.09,2011.

CENTRO DE ESTUDOS DEL MUNDO MAYA, *The Origin of the Maya Calendar*, http://www.mayacalendar.com/mayacalendar/f-origen.html, 20.09.2011.

CORRÊA, Iran, *História da Astronomia*, http://www.ufrgs.br/museudetopografia/fotos/Fotos/PDF/Historia_da_Astronomia.pdf, 14.09.2011.

COSTA, J.R.V. *O Novo Sistema Solar*, http://www.zenite.nu, 10.02.2012.

CRYSTALINKS, *Astronomical Observatories Around the World,* http://www.crystalinks.com/observa.html, 14.09.2011

GASPARI, Antonio. *A estrela que guiou os reis magos realmente existiu?* http://www.zenit.org/rssportuguese-29442, 03.02.2012.

LAURENCE, L. *Maya*, http://www.ancientscripts.com/maya.html, 12.09.2011.

REINTS, Renk. *The dates of birth and crucifixion of Jesus Christ*, http://www.henk-reints.nl/easter/crux.htm, 03.02.2012.

SANTIAGO, Basílio. *Apostila de Astronomia Geodésica*, http://www.pgie.ufrgs.br/portalead/astgeo/, 05.10.2011

TEIXEIRA, Antônio. *A órbita da Lua,* http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol02a02.pdf, 04.03.2012.

TONDERING, Claus. *The Chinese Calendar*, http://www.webexhibits.org/calendars/calendar-chinese.html, 12.10.2011.

VEJA, Manuel. *One mysterie less*, http://onemysteryless.wordpress.com, 23.09.2011.

WIKIPEDIA, *Lista de Planetas,* http://pt.wikipedia.org/wiki/Anexo:Lista_de_planetas, 06.03.2012.

WHITAKER, A. *Megalithic Quadrangles*, http://www.ancient-wisdom.co.uk/quadrangles.htm, 19.09.2011.