



*Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza
Departamento de Astronomia
Observatório do Valongo*

Calendários Maias: Uma Visão Arqueoastronômica

Aluna: Flávia Pedroza Lima
Orientador: Rundsthen Vasques de Nader

**Projeto de Final de Curso
para obtenção do título de Astrônomo**

Abril de 2000

Resumo

O tema do calendário é abordado sob o viés da arqueoastronomia, campo de pesquisa interdisciplinar que estuda a prática da astronomia nas civilizações antigas. A Arqueoastronomia é discutida na Introdução, assim como as motivações para a elaboração de um calendário.

Uma breve história dos calendários no mundo é apresentada no primeiro capítulo, seguida pelo estudo do calendário mesoamericano, o principal objetivo deste Projeto Final. Tratamos especificamente do calendário maia, uma vez que os outros calendários mesoamericanos foram derivados deste, mantendo a mesma mecânica. Discorreremos sobre os fundamentos históricos, etnográficos e geográficos da astronomia maia, sobre os três tipos de calendários que os maias desenvolveram (*O Cálculo Longo*, o calendário ritual e o calendário civil), sobre a mecânica do calendário maia e sobre o problema da correlação das datas maias com as datas dos calendários cristãos (juliano e gregoriano).

A importância do estudo da ciência nas civilizações antigas, a necessidade de nos despojarmos dos nossos conceitos e valores etnocêntricos para a compreensão da astronomia dessas culturas, as fronteiras da arqueoastronomia e a falta de coerência nas datas sugerindo um calendário não unificado no mundo maia são os temas discutidos na Conclusão.

Palavras-chave

Arqueoastronomia - Arqueoastronomia Maia – Arqueoastronomia Mesoamericana -
Astronomia Maia – Astronomia Mesoamericana – Calendários – Calendário Maia –
Calendários Mesoamericanos – Calendário Gregoriano - Calendário Juliano - Maias –
Mesoamérica.

Abstract

The archaeoastronomy, an interdisciplinary field that studies how ancient civilizations regarded the sky, and the reasons for the development of a calendar are discussed in the Introduction.

A brief history of the world calendars is presented in the first chapter, followed by the study of the mesoamerican calendar, the main issue of this monography. The mayan calendar will be specially commented, because all mesoamerican calendars are based on the mayan calendar and have the same mechanics. The historical, ethnographical and geographical basis of mayan astronomy, the three types of calendars developed by the maya indians (The *Long Count*, the civil calendar and the ritual calendar), the calendar mechanics and the correlation problem of mayan dates and cristian dates (julian and gregorian) are the themes of the following chapters.

The importance of the study of the ancient civilizations science, the need to become free of ethnocentric bias and values for the comprehension of the ancient cultures astronomy, the frontiers of archaeoastronomy and the incoherence of the dates suggesting a non unified calendar in the mayan world are discussed in the Conclusion.

Muito Obrigada

Aos meus pais, pela paciência e pelo exemplo de trabalho e honestidade.

Ao Astrobando, pessoas queridas que a Universidade trouxe para a minha convivência e tanto me ajudaram: minha “irmã” Luciana Rios, meu amigo-psicólogo-guru Alessandro Boechat, meu grande companheiro de faculdade e de vida Marco Aurélio Rocca, Marcelo Borges, Jorge Márcio Carvano, Flávia Requeijo, Verônica Huziwara, Jorge Albuquerque, Jaime Rocha, Ronaldo Oliveira, Jorge “BA” dos Santos Jr., Gianlorenzo Santarosa, César Caretta, André Vieira, Victor Rocha, Alessandra Casati, Annelisie Corrêa, Cláudia Batista, Aline Moojen, Eduardo Neiva e tantos outros.

Aos amigos que a vida trouxe: Roberto Affonso Jr., Ricky Nobre, Mauro Lima, Wagner Pratti, Manoela Pedroza, Frederico Mendelski, Ana Carina Gambôa, Ângelo Souza e André Argollo.

Ao meu orientador, Rundsthen Vasques de Nader, que me deu a maravilhosa oportunidade de fazer um Projeto Final sobre algo de que eu realmente gosto, pelo incentivo e compreensão.

A Jaime Rocha, pelo incentivo e pelo olhar antropológico, a José Adolfo S. Campos, pela ajuda nas questões mais controvertidas e a Marco Aurelio O. Terra pelo auxílio na editoração gráfica.

Aos mestres na arte de ensinar, cativar e incentivar os alunos: Encarnación Gonzales, Luiz Eduardo da Silva Machado (in memoriam), Gustavo Porto de Mello, Jorge Albuquerque, Carlos Farina e Marcus Venicius Cougo Pinto.

Aos meus colegas da Fundação Planetário que me ensinaram, entre muitas coisas, a identificar as estrelas e as constelações (que a faculdade não ensina).

Ao povo Maia, que ampliou meus horizontes culturais, matemáticos e astronômicos.

A Anthony F. Aveni, pela atenção, incentivo e por ter escrito os melhores livros e artigos sobre Arqueoastronomia que eu encontrei.

Aos meus heróis: Capitão Wildstar e toda a Patrulha Estelar, Carl Sagan, Hipácia, Galileu Galilei, Albert Einstein, Pierre e Marie Curie, Roger Bacon, Giordano Bruno, Lamarca, Che Guevara, Ho Chi Minh, Subcomandante Marcos, John Lennon, Renato Russo, Caetano Veloso, Chico Buarque, Vinicius de Moraes, Jim Morrison, Bono Vox, Bizet, Carl Orff, George Lucas, Steven Spielberg, Camille Claudel, Salvador Dali, William Shakespeare, Aloysio Biondi.

A Deus e ao Universo, por eu estar aqui.

Os Índios / 3

Jean-Marie Simon soube na Guatemala. Aconteceu no final de 1983, numa aldeia chamada Tabil, no sul de Quiche.

Os militares vinham em sua campanha de aniquilamento das comunidades indígenas. Tinham apagado do mapa quatrocentas aldeias em menos de três anos. Queimavam plantações, matavam índios: queimavam até a raiz, matavam até as crianças. Vamos deixá-los sem nenhuma semente, anunciava o coronel Horacio Maldonado Shadd.

E assim chegaram, na tarde de certo dia, na aldeia de Tabil.

Vinham arrastando cinco prisioneiros, amarrados pelos pés e pelas mãos e desfigurados pelos golpes. Os cinco eram da aldeia, nascidos ali, vividos ali, ali multiplicados, mas o oficial disse que eram cubanos inimigos da pátria: a comunidade devia resolver que castigo mereciam, e executar o castigo. No caso de resolverem fuzilá-los, deixava as armas carregadas. E disse que lhes dava prazo até o meio-dia do dia seguinte.

Em assembléia, os índios discutiram:

— Esses homens são nossos irmãos. Esses homens são inocentes. Se não os matarmos os soldados nos matam.

Passaram a noite inteira discutindo. Os prisioneiros, no centro da reunião, escutavam.

Chegou o amanhecer e todos estavam como no começo. Não tinham chegado a nenhuma decisão e sentiam-se cada vez mais confusos.

Então pediram ajuda aos deuses: aos deuses maias, e ao deus dos cristãos.

Esperaram em vão pela resposta. Nenhum deus disse nada. Todos os deuses estavam mudos.

Enquanto isso, os soldados esperavam, numa colina vizinha.

As pessoas de Tabil viam como o Sol ia se erguendo, implacável, na direção do alto do céu. Os prisioneiros, em pé, calavam.

Pouco antes do meio-dia, os soldados escutaram os tiros.

Eduardo Galeano, em "O Livro dos Abraços"

Este Projeto Final é dedicado a todos os povos indígenas, especialmente aos do continente americano, que vivem sob uma opressão de cinco séculos.

Índice

Resumo.....	i
Abstract.....	ii
Agradecimentos.....	iii
Dedicatória.....	iv
Índice.....	v
1. Introdução.....	1
2. Calendários.....	4
2.1 Os primórdios dos calendários.....	4
2.2 Os calendários históricos.....	6
2.3 Os calendários Juliano e Gregoriano.....	12
3. A Astronomia na Mesoamérica.....	16
3.1 Fundamentos históricos e etnográficos da astronomia mesoamericana.....	16
3.2 Cronistas e códices.....	20
3.3 Fundamentos geográficos e meteorológicos da astronomia mesoamericana.....	22
3.4 O complexo Vênus-Chuva-Milho.....	28
4. A Matemática e o Calendário Mesoamericanos.....	32
4.1 Breve história da decifração do calendário maia.....	32
4.2 A matemática mesoamericana.....	36
4.3 O Cálculo Longo.....	38
4.4 A Roda do Calendário.....	43
4.5 A mecânica do calendário.....	49
4.6 A Série Suplementar e o mês sinódico lunar.....	53
4.7 Cálculos do Ano Trópico.....	56

5. O problema da correlação das datas maias e cristãs.....	59
5.1 A correlação GMT.....	61
5.2 A correlação de Smiley.....	73
5.3 A correlação de Frederick Martin.....	74
5.4 Discussão sobre as correlações.....	74
6. Conclusões e Perspectivas.....	78
Apêndice I: Glossário.....	81
Apêndice II: Conversão de datas maias em cristãs.....	85
Apêndice III: Programa para calcular os valores de X, Y e Z.....	88
Apêndice IV: Conversão de Datas Julianas em Gregorianas.....	90
Bibliografia.....	92
Obras Citadas.....	94

1. Introdução

Na atualidade, as pessoas que vivem nas grandes cidades já não precisam da astronomia prática na vida cotidiana. Ao contrário de nossos antepassados, passamos a maior parte do nosso tempo em ambientes de iluminação artificial, olhamos para o relógio no nosso pulso para sabermos quanto tempo falta para a hora do almoço, consultamos o calendário pendurado na parede para sabermos quantos dias faltam para a chegada do nosso aniversário e usamos uma bússola ou um GPS (aparelho que fornece a nossa localização via satélite) caso venhamos a nos perder num passeio de barco. Além disso, vamos ao supermercado comprar uma fruta ou legume, sem termos a menor idéia da época do ano própria para seu plantio ou colheita. Não existe mais necessidade do cidadão comum conhecer os fenômenos celestes. Toda essa tecnologia moderna nos dá uma imagem alienada do modo que os espaços de tempo reais dependem das circunstâncias que se apresentam no céu. Ainda mais para os habitantes das grandes cidades e megalópoles, onde é cada vez mais difícil observar as estrelas e seus movimentos por entre os arranha-céus e a poluição atmosférica e luminosa.

Toda civilização em seus primórdios mostra certa reverência pelo céu, uma vez que os movimentos cíclicos do Sol, da Lua, dos planetas e das estrelas estavam (e estão) intimamente relacionados com fenômenos sazonais na natureza que afetavam profundamente sua vida cotidiana. O conhecimento das estações do ano era fundamental para a agricultura, pois assim poder-se-ia prever a época das secas, das chuvas e das enchentes dos rios e, portanto, a melhor época para plantar e colher os alimentos. A constatação de que diferentes astros são visíveis em diferentes épocas do ano foi extremamente importante para o homem, pois isto lhe propiciou um meio seguro de medir a passagem do tempo, além do tradicional método de contar os dias.

O céu se vinculava a quase todos os aspectos de sua cultura, e por isso encontramos a astronomia antiga mesclada com o mito, a religião e a astrologia. Representações de astros como objeto de adoração adornam os templos antigos, suas esculturas e outras obras de arte. Com o calendário celeste, podiam marcar de maneira efetiva os dias de celebração e festividades. Dotados de conhecimentos matemáticos e registros escritos, os antigos podiam refinar seus conhecimentos de astronomia de posição ao longo de várias gerações.

Constatou-se, pois, que grande parte dos eventos celestes é previsível com muita antecipação, como os eclipses. Imagine quanto prestígio tinham os sacerdotes-astrônomos nessas civilizações!

Algumas civilizações antigas empregavam consideráveis esforços para render tributo a suas deidades celestes; portanto, não deveríamos nos surpreender se princípios de orientação astronômica permeassem as plantas arquitetônicas dos centros cerimoniais em que adoravam seus deuses. O Stonehenge é talvez o exemplo mais famoso de uma estrutura antiga que acredita-se ter tido uma função astronômica. O astrônomo Gerald Hawkins escreveu em 1964 o livro *Stonehenge Decoded* (Stonehenge Decifrado), e com ele reafirma uma idéia popularizada no final do século XIX por Sir Norman Lockyer. Hawkins formulou a hipótese de que os megalitos, erguidos há 5000 anos na planície do Sul da Grã-Bretanha, constituíam um calendário de pedra, estando cada componente colocado de maneira precisa de forma a se alinhar com fenômenos astronômicos que se observam no horizonte local. Os trabalhos detalhados de Alexander Thom (1967, 1971) consolidaram a base de nossa compreensão da Astronomia Megalítica antiga.

O debate sobre o Stonehenge foi a causa do ressurgimento do interesse pela *Astroarqueologia*, termo cunhado por Hawkins (1966) para o estudo dos princípios astronômicos empregados nas obras arquitetônicas antigas e à elaboração de uma metodologia para a obtenção e a análise quantitativa de dados sobre alinhamentos astronômicos. Um termo alternativo, o de *Arqueoastronomia*, usado atualmente, inclui ainda o estudo do alcance e da prática da Astronomia nas civilizações antigas. Há ainda um outro termo bastante utilizado, o de *Etnoastronomia*, que se refere ao estudo da astronomia, cosmovisão e dos mitos relacionados ao céu desenvolvidos por um determinado povo, extinto ou não.

Muitas vezes geram-se controvérsias, pois as evidências que temos para trabalhar são fragmentadas e ambíguas. Por ser uma área interdisciplinar, com freqüência se mesclam estudos de simbolismo e de precisão astronômica. Freqüentemente temos apenas evidências indiretas, tais como arquitetura, escultura, imagens e orientação de construções.

Desde as investigações de sítios arqueológicos megalíticos na Europa, a Arqueoastronomia teve considerável impacto na arqueologia americana, particularmente para os Maianistas.

Um dos dois maiores centros de civilização na América antes da chegada dos espanhóis era a área conhecida pelos Arqueólogos como Mesoamérica, que engloba o sul do México, Guatemala, Belize, Salvador e partes de Honduras e da Nicarágua. Tradições compartilhadas na religião, calendário, astronomia, escrita, agricultura e tecnologia uniram toda a região, apesar da diversidade ecológica, lingüística e cultural.

Os antigos documentos de calendário americanos, chamados *códices*, revelam que entre suas conquistas intelectuais estavam a Matemática e a Astronomia. Por causa da destruição desenfreada dos documentos sagrados pré-colombianos por parte dos invasores espanhóis, possuímos muito poucas obras neste terreno: partes de quatro manuscritos maias originais (os códices de Dresden, Madri, Paris e Grolier) e alguns outros procedentes do Altiplano Central; Relatos (nem todos confiáveis) sobre a breve história dos povos nativos, escrita por missionários espanhóis que viajaram para a América pouco depois da conquista; e fragmentos de dados reunidos por etnógrafos que viajaram entre os sobreviventes dos povos conquistados, alguns dos quais ainda praticam seus ritos antigos.

Os códices maias sugerem que as posições e períodos de corpos celestes foram registrados com o propósito de determinar dias favoráveis para atividades oficiais civis, rituais e agrícolas. Astrônomos prediziam ocorrências astronômicas e estes eventos eram observados e esperados. Entre os mais importantes eventos astronômicos estavam aqueles relacionados à “Grande Estrela” (Vênus).

Após um breve panorama dos principais calendários usados no mundo, trataremos detalhadamente do calendário mesoamericano, um dos sistemas de contar o tempo mais complexos que foi concebido por um povo antigo. Abordaremos a operação do calendário, a decifração das datas e o problema da correlação dos calendários maia e cristão. Por último faremos uma discussão comparativa entre as correlações mais aceitas.

Todo este trabalho foi feito sobre fontes secundárias, ou seja, sobre estudos e discussões elaboradas por outros pesquisadores que trabalharam com as fontes primárias (códices, estelas, monumentos, etc).

2. Calendários

“O calendário (juliano) é intolerável para toda a sabedoria, o horror de toda a astronomia, e objeto de riso do ponto de vista do matemático.”
Roger Bacon, 1267

Um calendário é um sistema criado para organizar unidades de tempo, com o propósito de se calcular um intervalo relativamente longo. Por convenção, o dia é a menor unidade de tempo usada nos calendários. A generalidade desta definição é devida à diversidade dos métodos utilizados para se criar calendários. Apesar de alguns calendários reproduzirem ciclos astronômicos de acordo com regras fixas, outros são baseados em ciclos abstratos que se repetem perpetuamente, sem significado astronômico. Alguns calendários são regulados por observações astronômicas, alguns contêm ambigüidades e descontinuidades.

Segundo estimativa recente no *Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac* (1987), existem cerca de quarenta calendários em uso no mundo atualmente, sendo o Calendário Gregoriano utilizado como um padrão internacional para uso civil, além de regular o ciclo cerimonial da Igreja Católica Romana e das Igrejas Protestantes.

Vejamos como diversos povos procuraram resolver seus problemas de calendário.

2.1 Os primórdios dos calendários

Cerca de 8 500 a.C., um morador de uma vila de pescadores à beira do Lago Edward, na África, hoje conhecida como cultura Ishango, entalhou três fileiras de ranhuras na superfície de um osso, subdivididas em grupos que variam em comprimento e espessura (*figura 1*)¹.

O famoso osso Ishango é apenas um dos exemplos de ossos que apresentam padrões de ranhuras, citados por Alexander Marshack em seu clássico livro *Roots of Civilization*, publicado em 1972. Marshack pertence ao grupo de estudiosos que acreditam que as ranhuras são um tipo de notação, e procurou um ritmo ou padrão entre os fenômenos naturais disponíveis para uma cultura que viveu há dez mil anos atrás, tentando achar uma

motivação para essas marcas. Ele interpretou que os agrupamentos que se repetem em padrões regulares devem corresponder às fases da Lua, e propôs que as fileiras de ranhuras mostradas em A e B perfazem um total de dois meses lunares.

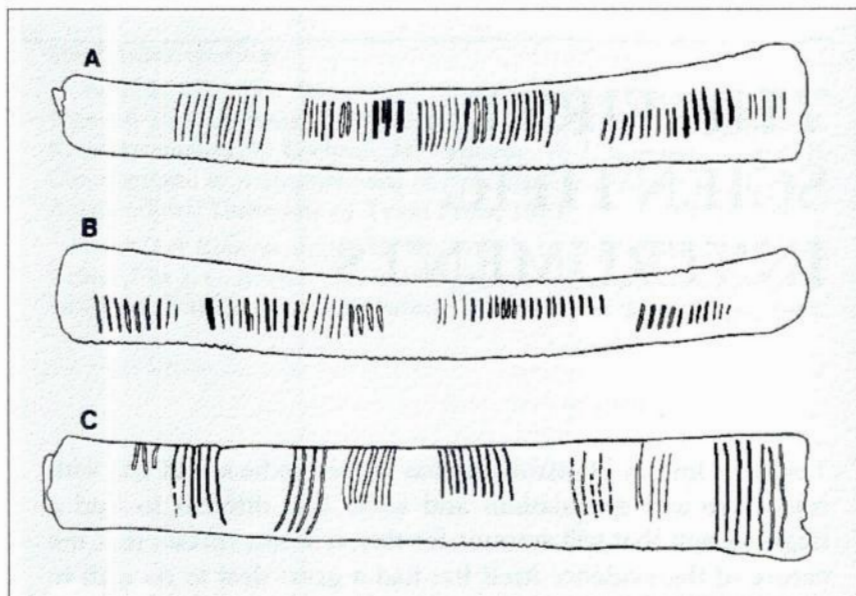


Figura 1 – O Osso Ishango¹

Teria sido o osso Ishango um dos primeiros calendários da humanidade? Os estudiosos mais céticos dizem que não. Acham que as marcações neste e em outros ossos são decorações ou mesmo arranhões casuais, como marcas deixadas por alguém que amolava uma faca. No entanto, os antropólogos tem achado muitas pedras e ossos com este mesmo padrão ou similar em pedras e ossos em sítios arqueológicos na África e na Europa.

Se Marshack estiver certo, o fato do nosso astrônomo Mesolítico ter usado a Lua para medir a passagem do tempo faz todo sentido. À primeira vista, a Lua parece um relógio perfeito. Ela domina o céu noturno, e aproximadamente a cada 29 ½ dias ela passa por todas as suas fases, o que qualquer um pode ver e acompanhar. Também é fácil perceber que doze ciclos completos da Lua parecem corresponder aproximadamente com o ciclo das estações, o que levou as sociedades antigas ao conceito de *ano*.

¹ Figura adaptada do Livro: *Astronomy of the Ancients*, Brecher and Feirtag Editors, 1980, pág. 40

2.2 Os calendários históricos

A Lua deu aos **gregos** o seu ano, que era baseado em doze meses lunares com uma média próxima a $29 \frac{1}{2}$ dias, totalizando cerca de 354 dias. Sumérios, chineses e os Anasazi, do norte da América, também usavam calendários lunares.

Mas a Lua, com sua beleza sedutora, não é um bom marcador de tempo. Um mês lunar tem 29,530589 dias, segundo as medidas mais modernas, e um ano solar (ou simplesmente ano) tem 365,242199 dias. Deste modo, temos 12,368267 lunações em um ano, um número bastante incômodo para se trabalhar. Podemos então compreender a frustração dos antigos astrônomos tentando estabelecer uma ligação entre o Sol e a Lua.

Quem entregou seu calendário nas mãos da Lua, como os gregos, ficou às voltas com um calendário que andava aproximadamente 11 dias mais rápido a cada ano ($0,368267$ lunação \times 29,530589 dias = 10,87514 dias), desordenando-o em poucos anos em relação às estações.

A decepção com o desvio lunar estimulou cientistas e religiosos a ponderar uma solução, à medida em que as culturas antigas amadureciam.

Os gregos basearam-se em observações reais das lunações até o período romano. A partir do século 6 a. C., os astrônomos gregos começam a tentar regularizar o calendário. O ano grego era 11 dias mais curto que o ano solar, e em 19 anos o atraso era de 209 dias. Como um mês grego tem 29,5 dias, em 19 anos há uma defasagem de 7 meses do calendário em relação às estações do ano. Para corrigir esta defasagem é necessária a intercalação de um 13º mês 7 vezes num período de 19 anos. Este ciclo de 19 anos mais tarde ficou conhecido como o ciclo metoniano (ou metônico), em homenagem ao astrônomo grego Meton (século V a. C.), que verificou observacionalmente o fato de que 7 anos de 13 meses lunares mais 12 anos de 12 meses lunares seriam aproximadamente iguais a 19 anos solares. Muitos ciclos foram propostos, sendo os mais importantes o ciclo metônico (19 anos) e o ciclo calíptico (76 anos). Este último ciclo foi proposto pelo astrônomo grego Calípio que, cem anos depois de Meton, verificou que 235 lunações perfaziam 6939,75 dias (e não 6940 dias encontrado por Meton).

Esta solução consensual da Lua com o Sol é hoje conhecida como calendário *lunissolar*.

Com a dificuldade prática das observações lunares de quarto crescente, os gregos adotaram a alternância de 29 e 30 dias ao mês, mantendo a média mensal em 29,5 dias. Entretanto, a época em que esta alternância começou a vigorar é pouco precisa.

Cada cidade grega intercalava o 13^o mês de seu calendário de forma irregular e independente das outras cidades. Havia por isso uma grande diferença entre o início dos vários calendários em relação às estações do ano. A dificuldade na localização de um evento no calendário grego é em parte atenuada se houver alguma referência à uma das Olimpíadas, pois estas eram realizadas sistematicamente de 4 em 4 anos.

O ano **abilônico** tinha 12 meses lunares, fixados por observações reais da primeira aparição da Lua em quarto crescente no céu noturno. Um 13^o mês era adicionado, para manter-se a correspondência entre o calendário local e as estações do ano. A adição deste 13^o mês nunca foi regular até 480 a.C. Depois de alguns esforços, a partir de 380 a.C., adotou-se a intercalação de 7 meses a cada 19 anos solares, mas sem regras fixas, o que impossibilitou o uso do calendário como um sistema padrão de tempo. Não se sabe se os abilônios adotaram a intercalação baseados nos estudos de Meton ou em seu próprio conhecimento, mas nem mesmo esse sistema de dezenove anos é exato, andando várias horas mais rápido. Além disso se mostrou pouco prático para o uso cotidiano.

O calendário abilônico sobrevive hoje no judaico, sendo que neste regras bem definidas regulam a intercalação dos sete meses em dezenove anos.

No século XXI a.C., os **sumérios** tinham desenvolvido um sistema ligeiramente diferente, baseado em um ano 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. Esse sistema é baseado nos números 6 e 60, que perfazem 360 quando multiplicados – o número que ainda usamos para dividirmos o céu e todo o plano circular.

A forma do calendário **Islâmico**, como calendário lunar sem intercalação, foi estabelecida pelo profeta Maomé no Qur'an (Sura IX, versos 36-37) e no seu sermão da Peregrinação do Adeus. Foi uma ruptura com o calendário lunissolar que estava sendo

usado no mundo árabe, baseado na primeira aparição da lua crescente, com um mês intercalar adicionado para coincidir com o ano solar. Essa intervenção humana no curso da Lua pareceu ao profeta Maomé uma blasfêmia.

O calendário islâmico atual é puramente lunar com os meses correspondendo ao ciclo de fases da lua. Como resultado, o ciclo de doze meses lunares percorre todas as estações num período de aproximadamente 33 anos.

O Califa Umar estabeleceu que os anos seriam contados a partir da Era da Hégira, comemorando a migração do profeta e seus seguidores de Meca para Medina. O ano 1 A.H. (Anno Higeræ) começa em 15 de julho de 622 d.C. (calendário juliano).

De acordo com a lenda, matemáticos **chineses**, sob as ordens do imperador Yao (século XXIV a.C.), começaram a experimentar um calendário em 2357 a.C., que eventualmente tornou-se metoniano. Análises de registros inscritos em ossos oráculos revelam um calendário lunissolar chinês, com intercalação de meses lunares, datando da época da dinastia Shang, século XIV a.C. Vários esquemas de intercalação foram desenvolvidos para os primeiros calendários, incluindo os ciclos de 19 e 76 anos, que ficaram conhecidos no ocidente como ciclo metoniano e calíptico, respectivamente.

Na China, o calendário era um documento sagrado, financiado e promulgado pelo imperador reinante. Por mais de dois milênios, o Departamento de Astronomia fez observações astronômicas, calculou eventos astronômicos como eclipses, preparou previsões astrológicas e manteve o calendário. Afinal, um calendário bem sucedido não servia apenas para as necessidades práticas, mas também confirmava a harmonia entre o Céu e a corte imperial.

Os anos eram contados a partir de uma sucessão de eras que eram estabelecidas pelos imperadores reinantes. Apesar da ascensão de um imperador marcar uma nova era, o imperador podia também declarar uma nova era várias vezes durante seu reinado. A introdução de uma nova era representava uma tentativa de restabelecer uma conexão perdida entre o Céu e a Terra, personificada pelo imperador. A quebra podia ser revelada pela morte do imperador, pela ocorrência de um desastre natural ou pela falha dos astrônomos em prever um evento celeste como um eclipse. No último caso, uma nova era deveria marcar a introdução de novos modelos astronômicos ou de calendários.

Teorias astronômicas (pré-Copernicanas) foram introduzidas na China pelos missionários jesuítas no século XVII. Gradualmente, mais conceitos ocidentais modernos ficaram conhecidos. Depois da revolução de 1911, a prática tradicional de contar anos a partir da ascensão de um imperador foi abolida.

A história dos calendários na **Índia** é extremamente complexa devido a ser uma cultura muito antiga e pela diversidade de influências de outras culturas. As primeiras alusões a um calendário lunissolar com meses intercalados são encontradas nos hinos do Veda, datando do segundo milênio a.C. Literatura de 1300 a.C. a 300 d.C. fala sobre um calendário lunissolar de cinco anos que coordenava os anos solares com os meses lunares siderais e sinódicos.

A astronomia indiana sofreu uma reforma geral nos primeiros séculos a.C., quando tiveram contato com os avanços na astronomia grega e babilônica. Novas constantes e modelos astronômicos para os movimentos do Sol e da Lua foram adaptadas às práticas de calendário. Estas foram compiladas em tratados astronômicos deste período conhecidos como Siddhantas, muitos dos quais não sobreviveram. O Surya Siddhanta, originário do quarto século e atualizado nos séculos seguintes, influenciou o calendário indiano até depois da reforma de 1957 d.C.

Em meados de 1950, quando o Comitê para a Reforma do Calendário fez sua pesquisa, existiam trinta calendários em uso para festivais religiosos hindus, budistas e jainistas. Alguns destes eram também usados para datas civis. Estes calendários eram baseados em princípios comuns, mas tinham características locais determinadas por costumes milenares e práticas astronômicas dos calendaristas locais. Além disso, os muçulmanos na Índia usavam o calendário islâmico, e o governo Indiano usava o calendário gregoriano para fins administrativos.

Como resultado da reforma do calendário em 1957, o Calendário Nacional da Índia é um calendário lunissolar formal, no qual os anos bissextos coincidem com os do calendário gregoriano (Calendar Reform Committee, 1957). Contudo, a época inicial é a Era Saka, uma época tradicional da cronologia indiana.

As primeiras evidências do calendário **hebreu** apontam para um calendário baseado em observações das fases da Lua. Uma vez que a Bíblia menciona festivais sazonais, deve ter havido algum tipo de intercalação. Houve provavelmente uma evolução de práticas calendárias conflitantes.

O exílio na Babilônia, na primeira metade do sexto século a.C., influenciou muito o calendário hebreu. Isto permanece até hoje nos nomes dos meses. A influência babilônica pode também ter conduzido à prática da intercalação de meses bissextos. Apesar de ciclos de intercalação de oito anos, dezenove anos e outros mais longos terem sido instituídos em várias épocas anteriores ao patriarca Hillel II, existem poucas evidências de que estes ciclos foram empregados de maneira consistente em intervalos grandes de tempo.

O calendário hebreu como o conhecemos hoje data de 359 d.C., mas a data exata é incerta. Nesta época, Hillel II, quebrando a tradição, disseminou regras para calcular o calendário. Antes dessa época, o calendário era considerado uma ciência sagrada das autoridades religiosas. Os detalhes exatos do calendário de Hillel não chegaram a nós, mas provavelmente incluía regras de intercalação em ciclos de dezenove anos. Até o século X d.C., contudo, houve discórdia sobre os anos próprios para a intercalação e sobre a época inicial para a contagem dos anos.

Hoje, o calendário hebreu é um calendário lunissolar baseado em cálculos, não em observações. Os anos são contados a partir da Era de Criação, ou Era Mundi, que corresponde a 7 de outubro de 3761 a.C. Cada ano consiste de doze ou treze meses, com meses de 29 ou 30 dias. Um mês intercalar é introduzido nos anos 3, 6, 8, 11, 14, 17 e 19 no ciclo de dezenove anos ou 235 lunações. O ano inicial do calendário, A .M. (Anno Mundi) 1, é ano 1 do ciclo de 19 anos.

O **Egito** foi a primeira civilização antiga a se utilizar do ciclo solar. Os egípcios perceberam que o ano solar tinha aproximadamente 365 dias por causa do rio Nilo, que funciona como um enorme relógio e calendário. Os egípcios compreenderam a previsibilidade das cheias do Nilo, que era então o mais exato calendário do mundo, baseado pelas estações, e não pelas fases da Lua.

O ano egípcio era composto de 365 dias distribuídos em 12 meses de 30 dias, mais 5 dias ao final do ano.

Por razões locais, impostas pelo regime das águas do Nilo, os egípcios definiam três estações: a *estações das inundações*, correspondendo, em nosso calendário, ao período de julho a novembro; a *estação da semeadura*, correspondendo ao período de novembro a março e a *estação da colheita*, correspondendo ao período de março a julho.

Para prever o início das cheias, os astrônomos egípcios tinham que se basear em observações astronômicas, uma vez que o ano egípcio era mais curto que o solar e as estações do ano iniciavam-se em diferentes épocas do ano egípcio. Eles verificaram que as épocas das cheias costumavam começar após a data que a estrela Sótis (Sirius), a mais brilhante do céu, aparecia pela primeira vez, um pouco antes do nascer do Sol. Assim, a previsão das enchentes era feita através do nascimento heliaco desta estrela.

Como o ano egípcio é mais curto que o ano solar, o calendário egípcio sofria um desvio lento através das estações em um ciclo que se repetia a cada 1460 anos. Chamada de ciclo sótico, pois o nascimento da estrela Sirius antes do Sol raiar só ocorria no mesmo dia do calendário em períodos de 1460 anos, esta falha só foi corrigida no ano 30 a .C., depois que Roma conquistou o Egito.

Ptolomeu Euergetes, em 238 a.C., notou que o calendário egípcio atrasava-se 1 dia a cada 4 anos com relação ao calendário solar, e sugeriu a inserção de 1 dia no calendário egípcio a cada 4 anos, evitando assim a defasagem do calendário em relação ao ano solar. Sua argumentação, porém, não foi aceita. Os sacerdotes egípcios se recusaram a fazer a correção pois consideravam seu calendário sagrado demais para ser alterado. Depois da conquista do Egito, Augusto forçou a correção do calendário, adotando o procedimento de intercalar 1 dia a cada 4 anos, passando a chamá-lo de *Calendário Alexandrino*.

O calendário egípcio antigo foi adotado também pelos Persas por volta do ano 500 a.C., e sobrevive ainda hoje, de forma ligeiramente modificada, no calendário Armênio. Também sobrevive no calendário etíope e no da Igreja Copta.

Mas os egípcios não estavam sozinhos na escolha do Sol. Alguns séculos depois, na Inglaterra, mais precisamente na planície de Salisbury, um povo alinhou imensas lages de arenito cinzento, construindo um mecanismo sofisticado para medir com precisão o ano solar, que é hoje conhecido como **Stonehenge**. A outra cultura antiga que seguiu o Sol bem

cedo foi a cultura **maia**, cujo calendário será detalhadamente explicado nos capítulos que se seguem.

2.3 Os Calendários Juliano e Gregoriano

São os egípcios que estão no caminho direto da história do Calendário Gregoriano. Foram eles que tornaram o Sol vitorioso em relação à Lua, primeiro ao longo do Nilo, depois através da Europa, e muito mais tarde em todo o mundo.

Foi durante o tempo de César no Egito que o astrônomo alexandrino Sosígenes aconselhou César a reformar o calendário romano. Assim como muitas culturas antigas, os romanos tinham desenvolvido um calendário lunissolar em inspiração, porém seus meses não mais seguiam as fases lunares e seu ano já havia perdido a sincronização com o ciclo das estações. Ao longo dos séculos o calendário tinha se desviado para frente e para trás porque os sacerdotes ou esqueciam de inserir os meses extras ou intencionalmente manipulavam o calendário por razões políticas.

Para acertar o calendário, diz Plutarco, “César chamou os melhores filósofos e matemáticos de sua época”, inclusive Sosígenes, que parece ter ido de Alexandria a Roma para afinar as reformas que ele e César tinham discutido no Egito. O núcleo das reformas era idêntico ao sistema criado por Ptolomeu III em 238 a.C., com o ano igual a $365 \frac{1}{4}$ dias, sendo a fração considerada através de um sistema cíclico de três anos de 365 dias seguidos por um ano bissexto de 366 dias.

Para trazer o calendário de volta ao alinhamento com o equinócio da primavera, que deveria ocorrer por tradição em março, César ordenou que o ano de 46 a.C. passaria a ter 80 dias a mais, ou seja, 445 dias. César chamou-o de “ultimus annus confusionis”, “o último ano da confusão”, mas ele ficou conhecido como “o ano da confusão”, se referindo não somente ao ano estendido, mas também ao violento redemoinho de mudanças inaugurado por César, que de fato estava lançando um vasto império novo que reordenava profundamente incontáveis vidas.

Para finalizar as reformas do calendário, César mudou o primeiro dia do ano de março para janeiro, mais próximo do solstício de inverno. Ele então reorganizou as

durações dos meses para acrescentar os dez dias necessários a trazer o ano de 355 para 365 dias, arranjando-os de forma a criar um calendário de doze meses alternando 30 e 31 dias, com a exceção de fevereiro, que sob o sistema de César tinha 29 dias em um ano normal e 30 dias em um ano bissexto.

Quando o novo dia amanheceu em 1^o de janeiro de 45 a.C. — que foi um ano bissexto — os romanos acordaram com um novo calendário que estava então entre os mais precisos do mundo, o **Calendário Juliano**. Ainda assim, continuou sujeito a erros e manipulações por parte de sacerdotes e políticos. O primeiro erro viria logo após a morte de César, em 44 a.C, quando o colégio de eclesiásticos começou a contar anos bissextos a cada três anos em vez de quatro. Isto rapidamente lançou o calendário fora de curso novamente, embora o erro tenha sido facilmente corrigido mais tarde pelo imperador Augusto, ordenando que os anos bissextos entre 8 a.C. e 8 d.C., fossem pulados. Após 8 d.C. o calendário finalmente começou a funcionar como planejado, com as intercalações feitas rigorosamente durante todo o milênio e meio em que o calendário esteve em vigor na maior parte do mundo ocidental.

Mas a reforma de Augusto infelizmente não parou por aí. O senado romano, escolhido a dedo por Augusto, decidiu homenagear este imperador rebatizando o oitavo mês, o mês de *sextilis*, como *augustus*. Mas seja por vaidade ou porque seus partidários exigiam isso, o senado decidiu que o novo mês de Augusto, com apenas 30 dias, não deveria ter menos dias que o sétimo mês, *julius*, que homenageava Júlio César, com 31 dias. Assim, um dia foi tirado de fevereiro, deixando-o com apenas 28 dias, e acrescentado a *augustus*. Para evitar ter três meses seguidos com 31 dias, Augusto e seus partidários trocaram a duração dos meses de setembro, outubro, novembro e dezembro. Isto destruiu o conveniente sistema de César de alternar meses de 30 e 31 dias.

Mas astrônomos alexandrinos como Hiparco e Ptolomeu, e mais tarde Roger Bacon e outros na Idade Média, notaram que o calendário de César não tinha a mesma duração que o ano solar, e estava se defasando lentamente em relação as estações do ano. É possível que Sosígenes também soubesse disso. Era necessária uma nova reforma.

Devido ao fato do ano juliano ser 0,007801 dia mais longo que o ano solar ($365,25 - 365,242199 = 0,007801$), após cerca de 128 anos há uma defasagem de um dia, o que acarretava sérios problemas religiosos, tais como a incorreção da data da Páscoa.

De fato, o propósito original do **Calendário Gregoriano**, que resultou da reforma do calendário juliano, foi eclesiástico. Ele resultou de uma necessidade de se reformular o método de calcular as datas da Páscoa. Sob o calendário juliano, a data da Páscoa era calculada usando a data do equinócio, fixada em 21 de março, e o ciclo metônico para calcular as fases lunares. Com a defasagem do calendário, 128 anos depois o equinócio se dá no dia 20 de março, e não no dia 21, como fora definido.

Desde o Concílio de Niceia em 325 d.C., que impôs o Equinócio da Primavera Eclesiástico no dia 21 de março, até 1582 quando pontificava o Papa Gregório XIII, haviam passado 1257 anos. Se a cada 128 anos a primavera real se iniciava um dia antes do dia definido eclesiasticamente, em 1257 anos houve um retrocesso de cerca de 10 dias ($1257/128$) do equinócio verdadeiro em relação ao equinócio eclesiástico.

O período compreendido entre a Quarta-feira de Cinzas e a Páscoa era um período de abstinência para os cristãos, no qual comer carne era considerado heresia. Desta forma, o erro no calendário constituía um sacrilégio, pois os cristãos estavam comendo carne na verdadeira semana da Páscoa. O Papa Gregório XIII convocou então uma comissão para a reforma do calendário, instituída pela bula papal *Inter Gravissimus*, de 24 de fevereiro de 1582. A reforma gregoriana consistiu no seguinte:

- i) Dez dias foram omitidos do calendário no mês de outubro de 1582, de forma que à quinta-feira, dia 4, seguisse a sexta-feira, dia 15. Deste modo o equinócio da primavera voltava a coincidir com o dia 21 de março.
- ii) Os anos da Era Cristã que fossem múltiplos de 100 deixariam de ser bissextos, exceto quando fossem também múltiplos de 400.

O novo calendário, agora chamado **Calendário Gregoriano**, é melhor que o calendário juliano, uma vez que o ano gregoriano é mais próximo do ano solar:

$$\begin{aligned}\text{Ano gregoriano} &= 365 + 1/4 - 1/100 + 1/400 \\ &= 365 + 0,25 - 0,01 + 0,0025 \\ &= 365,2425 \text{ dias}\end{aligned}$$

O cálculo do ano bissexto segue a seguinte regra prática: a inserção de 1 dia a cada 4 anos é feita em anos divisíveis por 4, por conveniência, obedecendo porém o item *ii* acima.

Apesar de mais preciso que o juliano, o calendário gregoriano ainda mantém uma defasagem em relação ao ano solar de $365,2425 - 365,242199 \cong 0,000301$ dia.

Segundo o *Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac 1984*, podemos aplicar as regras do calendário gregoriano para datas anteriores à reforma gregoriana, criando dessa forma um calendário gregoriano proléptico. Para efeito de cálculo, consideramos o ano zero, com as datas anteriores a Era Cristã negativas, mas historicamente sabemos que não existiu o ano zero. Neste caso, o ano zero (1 a.C.) é considerado ano bissexto.

3. A Astronomia na Mesoamérica

"Hallámosles gran número de libros de estas sus letras [hieroglifos] y porque no tenían cosa en que no hubiese superstición ni falsedades del demonio, se los quemamos todos, lo qual sintieron a maravilla y les dio mucha pena."

Diego de Landa (1566)

A. Aaboe (1974), historiador da ciência do Velho Mundo, reconhece dois níveis de astronomia pré-científica: por um lado, o nível menos avançado, caracterizado pela denominação das estrelas fixas e dos planetas, o reconhecimento da diferença entre planeta e estrela, o reconhecimento das estrelas matutinas e vespertinas como aspectos distintos de um mesmo corpo e o uso de nascer e ocaso heliacos como indicadores estacionais; por outro lado, o nível mais avançado, que emprega ciclos matemáticos de diversos graus de complexidade que dão conta dos períodos dos principais corpos do sistema solar. Estes períodos são usados para prever fenômenos astronômicos e, nas civilizações avançadas, dão informações que podem servir de base para estabelecer modelos do universo. Aaboe considera “científica” uma teoria astronômica somente quando ela é passível de ser formulada como “descrição matemática dos fenômenos celestes, capaz de produzir predições numéricas que se podem provar mediante observações”². Veremos nos capítulos que se seguem se os sacerdotes-astrônomos mesoamericanos se enquadram na definição ocidental de científico e até que ponto é importante que se tenha essa qualidade.

3.1 Fundamentos históricos e etnográficos da astronomia mesoamericana

Os testemunhos históricos e arqueológicos nos dizem que a Mesoamérica, região limitada ao norte pelo Trópico de Câncer e que ao sul se estende até a fronteira norte de

² A. Aaboe (1974), pág. 21.

Honduras (*figura 2*), foi povoada originalmente por povos nômades procedentes da Ásia Central, que cruzaram a ponte terrestre até o Alasca no fim do Pleistoceno, de 30 000 a 50 000 anos atrás. Aqueles povos nômades primitivos se deslocaram atrás de caça e coleta de alimentos até 2500 – 2000 a .C. , período que os antropólogos chamam de Formativo Tardio, quando se implantou um sistema agrícola baseado principalmente no cultivo do milho. No Período Formativo (1500 a .C.) floresceram os grandes centros cerimoniais olmecas de *Tres Zapotes, La Venta e San Lorenzo*.

No período formativo médio (1000 – 300 a .C) surgiram assentamentos no Vale do México e Oaxaca. Desta época datam as primeiras conquistas concretas em matéria de astronomia que se pode documentar. No final desse período se conheceu o princípio da escrita hieroglífica, o ano de 365 dias e o intrigante ciclo de 260 dias nas primeiras estelas esculpidas.

O período de maior desenvolvimento das civilizações da Mesoamérica transcorreu entre 300 e 900 d.C., época chamada de Período Clássico ou Florescente. Caracterizou-se pela aparição de assentamentos extremamente organizados, de um calendário evoluído, de um completo panteão religioso e pela ascensão de classes sociais elitistas.

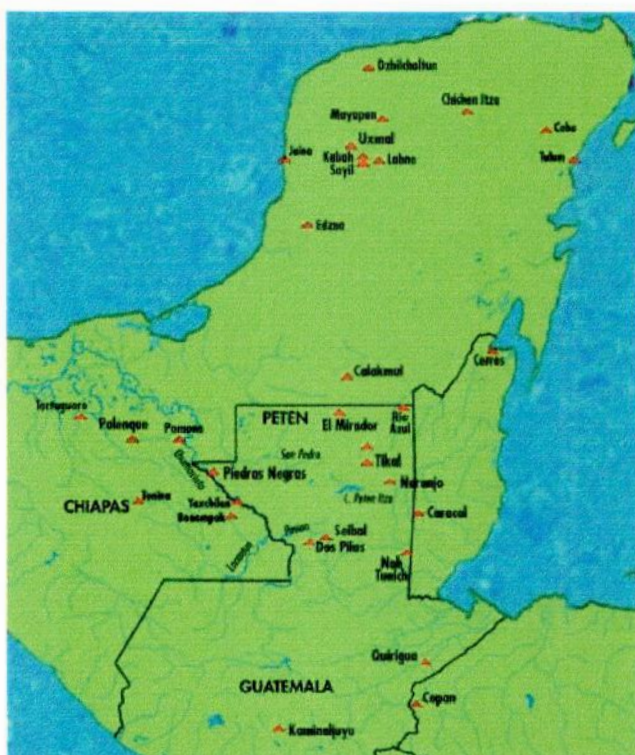


Figura 2: Mapa da região maia

A incrível arquitetura de Tikal e a delicada escultura de Copán, só para citar alguns exemplos das conquistas intelectuais dos maias, não são superadas por nada na América, e rivalizam com as do Velho Mundo.

Uma combinação de circunstâncias, entre elas a má administração, uma revolução popular e possivelmente uma mudança de clima, conduziram a uma rápida decadência dessa cultura até o século X d.C. Continua um mistério o porquê desta decadência tão geral e completa. Os maias renunciaram à sua obsessão de talhar datas calendáricas em estelas, fazer tumbas para seus reis mortos e retocar suas grandes obras arquitetônicas. Retrocederam a uma existência mais simples. Quando os espanhóis chegaram, no começo do século XVI, as aldeias nativas estavam em decadência generalizada e em grande desunião.

Enquanto isso, os astecas (Azteca) ou mexicanos (Mexica) dominavam com brilho a maior parte do altiplano. Sua língua e religião haviam-se imposto do Atlântico ao Pacífico e das estepes ao norte da Guatemala. O nome de seu soberano, Motecuhzoma (sua forma aportuguesada é conhecida como Montezuma), era venerado ou temido de um extremo a outro deste vasto território. Seus comerciantes percorriam a região em todas as direções com suas caravanas de carregadores. Nas fronteiras, as guarnições astecas impunham respeito às populações insubmissas. Em Tenochtitlán (México), sua capital, a arquitetura e a escultura haviam atingido um progresso extraordinário.

Entretanto, os astecas conheceram um início obscuro e difícil. Chegados tardiamente ao México central, no século XIII, eles foram por muito tempo intrusos, semibárbaros, pobres e sem terras. O princípio de sua ascensão data somente do reinado de Itzcoatl (1428-1440). Os povos vizinhos podiam gabar-se, em sua maioria, de possuir tradições e uma civilização antiga de que eram desprovidos estes imigrantes.

Na *tabela 1* vemos um quadro comparativo entre os acontecimentos na Mesoamérica e no Velho Mundo.

MUNDO MAIA				VELHO MUNDO
P R É - C L Á S S I C O	Agricultura e cultivo do milho Assentamentos	Pré-clássico antigo	5000	Civilização suméria Primeiras pirâmides do Egito Stonehenge Guerra de Tróia Homero Século de ouro da Grécia Etruscos em Roma Sócrates Império de Alexandre Magno Cartago se rende a Roma Júlio César Império Romano Domínio Anglo-Saxão da Inglaterra Carlos Magno Vikings na América do Norte Guilherme o Conquistador invade a Inglaterra Começam as cruzadas Carta Magna Renascimento na Europa Fim das cruzadas Queda de Constantinopla Exploração espanhola da América
			3500	
			3000	
			2500	
			2000	
			1500	
	Olmecas	Pré-clássico médio	1200	
			1100	
			1000	
			900	
Olmeca tardio	Pré-clássico recente	800		
		700		
		600		
		500		
		400		
		300		
C L Á S S I C O	Civilização zapoteca	Clássico antigo	200	
			100 a.C./d.C	
	Civilização teotihuacana Clássico Maia (Tikal, Copán, Palenque, etc)	Clássico terminal	100	
			200	
			300	
			400	
	Toltecas	Clássico terminal	500	
			600	
	Ocupação tolteca de Yucatán	Pós-clássico antigo	700	
			800	
P Ó S - C L Á S S I C O	Civilização mixteca	Pós-clássico recente	900	
			1000	
			1100	
	Astecas	Pós-clássico recente	1200	
			1300	
Conquista espanhola		1400		
			1500	

Tabela 1 – Comparação entre os acontecimentos do Mundo Maia e do Velho Mundo

3.2 Cronistas e Códices

Escrevendo pouco depois da conquista espanhola, Diego de Landa, primeiro arcebispo do Yucatán, conta a triste história do destino dos livros manuscritos maias (códices). Fala de uma enorme queima de códices promovida por ele na cidade yucateca de Maní e presenciada pelos desolados maias da região, por considerar que os manuscritos estavam repletos de “superstições e falsidades do demônio”.

Atualmente só existem fragmentos de quatro manuscritos maias originais: o de Dresden (*figura 3*), o de Paris (ou Peresiano), o de Madri (Tro-Cortesiano) e o Grolier. Estes códices sobreviveram provavelmente porque foram enviados pelos conquistadores para a nobreza culta européia como demonstração das curiosidades do Novo Mundo. Pintados cuidadosamente em papel de cortiça e apresentados como um documento na forma de uma sanfona ou biombo, seus textos e desenhos contêm uma enorme quantidade de informações astronômicas: almanaques solares e lunares e uma efeméride de Vênus utilizável durante cem anos.

O Códice de Dresden é o mais completo dos manuscritos maias, e mostra uma série de almanaques de 260 dias e de cálculos astronômicos, além de informações precisas a respeito do planeta Vênus e do acontecimento de eclipses.

A aparição no códice do ciclo de saros, 6585 dias, já fornece uma pista de que se trata de uma tabela de eclipses. Análises dos cálculos feitas por vários pesquisadores não deixam dúvidas sobre isto.

No princípio do século, um bibliotecário alemão, Ernst Förstermann (1901), reconheceu que os 584 dias registrados no códice representava uma boa aproximação do período sinódico médio de Vênus, que hoje sabemos é de 583,92 dias. Em cada página, o período de Vênus se divide em quatro intervalos, provavelmente com a intenção de que correspondam a sua visibilidade como estrela matutina (236 dias), sua invisibilidade na conjunção superior (90 dias), sua visibilidade como estrela vespertina (250 dias) e sua invisibilidade na conjunção inferior (8 dias).



Figura 3 - Página do Códice de Dresden

Os sacerdotes mesoamericanos concebiam um universo feito de camadas, cada uma das quais contendo uma categoria de corpo celeste. Acima da camada da Terra, a Lua descrevia sua trajetória no céu. Sobre ela, se moviam as nuvens, o Sol, as estrelas, Vênus, os cometas e assim sucessivamente, enquanto um deus homem-mulher ocupava a última camada, a décima terceira. Abaixo da Terra havia o inframundo, composto de nove divisões colocadas de maneira ordenada. Esta visão contrasta tanto com a visão geocêntrica como com a visão heliocêntrica do universo, desenvolvida no mundo clássico ocidental.

O tema orbital, que predomina na astronomia do mundo clássico, nem sequer se insinua. O tema básico é a estrutura hierárquica do sistema. O conceito da Terra como centro do universo não é sequer sugerido.

3.3 Fundamentos geográficos e meteorológicos da astronomia mesoamericana

As condições meteorológicas influenciam a observação dos fenômenos celestes, e o clima tropical da Mesoamérica devia complicar as observações celestes sistemáticas dos astrônomos maias. Examinando dados meteorológicos daquela região, Aveni et al (1994) notou que existe uma chance muito maior de se ver um evento celeste (especialmente noturno) na floresta de Petén ($16^{\circ} 30' N$ e $90^{\circ} 30' W$), durante os meses de inverno. Nos meses do verão, nuvens formadas no final da tarde produzem chuvas à noite. O fator meteorológico é notado no número de inscrições de datas maias referentes a fenômenos celestes ao longo do ano. As chuvas atingem seu pico entre junho e outubro. No período entre os equinócios de outono e vernal, o número de inscrições aumenta conforme as chuvas diminuem. Eventos astronômicos registrados na metade seca do ano são duas vezes mais números que os da metade úmida do ano, mas temos que lembrar que fatores culturais também influenciam estes números. Por exemplo, a *Guerra das Estrelas* se dava na época da colheita, pois os guerreiros se alimentavam do milho dos campos, que coincide com a época do céu livre de nuvens.

A localização geográfica também exerce um papel importante nas observações dos eventos celestes.

Se observarmos a posição do nascer (ou ocaso) do Sol, em relação ao relevo do horizonte, no decurso de alguns dias, podemos observar um deslocamento da posição onde o Sol nasce ou se põe, usando como referência, por exemplo, um morro ou uma árvore naquela direção do horizonte (*figura 4*)

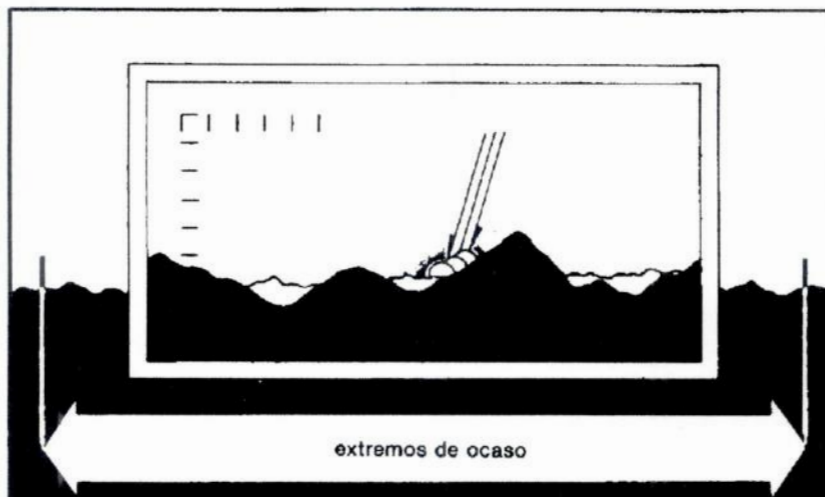


Figura 4 - Deslocamento do ponto de nascer do Sol no transcurso de alguns dias

Hoje sabemos que este deslocamento decorre da combinação dos movimentos aparentes diário e anual do Sol pelo céu, o que deve ter confundido muito os antigos astrônomos, que seguramente não conheciam seu movimento composto como nós.

A *figura 5* mostra a trajetória diária do Sol pelo céu, em dias astronômicamente relevantes do ano, para um observador em *O* situado em uma latitude norte baixa, como a latitude da região onde os maias viviam.

Para o Hemisfério Norte, temos:

Solstício de Verão: em torno de 21 de junho

Solstício de Inverno: em torno de 22 de dezembro

Equinócio de Primavera: em torno de 21 de março

Equinócio de Outono: em torno de 20 de setembro

Dias de passagem pelo zênite (*Z*): dependem da latitude

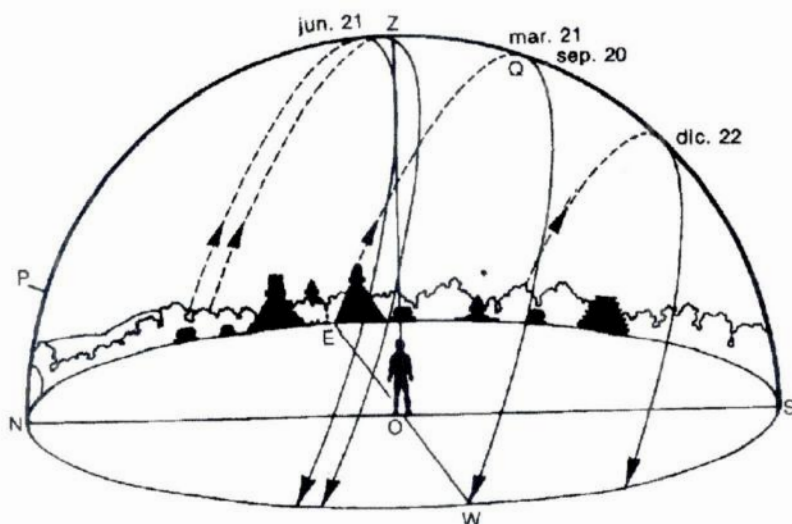


Figura 5 - O deslocamento diário do Sol pelo céu em dias relevantes do ano.

No dia em que o Sol chega ao equinócio da primavera ou outono, seu deslocamento diário pelo céu reproduzirá o equador celeste, posto que neste dia o Sol estará precisamente sobre o equador. O astro nascerá exatamente no ponto leste (azimute = 90°) e seu ocaso se dará no ponto oeste (azimute = 270°), como mostra a *figura 5*. Com o transcurso da primavera, e à medida que se movimenta para o norte do equador celeste e aumenta sua declinação, o Sol também sai e se põe mais próximo do ponto norte. O Sol alcança sua máxima declinação norte e, portanto, seus pontos setentrionais extremos de nascer o ocaso (com azimute aproximado de 65° e 295° , respectivamente) próximo a 21 de junho, data do solstício de verão. Nesta data, a declinação do astro é de $+23 \frac{1}{2}^\circ$.

A partir deste ponto, o Sol começa a mover-se novamente para o Sul, cruzando o equador em 20 de setembro, data em que nasce com azimute de 90° e se põe com azimute de 270° . No solstício de inverno (próximo a 22 de dezembro) o astro alcança sua máxima declinação ao Sul ($-23 \frac{1}{2}^\circ$). Nessa época, o Sol nasce e se põe com azimutes mais próximos ao ponto Sul do horizonte (cerca de 115° e 245°), e também alcança sua menor altura ao meio-dia. Para evitar confusões, na *figura 5* só representamos as trajetórias diárias do Sol para os solstícios e equinócios.

A oscilação rítmica dos pontos de nascer e ocaso do Sol ao largo do horizonte local forneceu a alguns povos antigos um método adequado para o estabelecimento de um

calendário anual. Podemos considerar o horizonte como um dispositivo de calibração, com vales e cumes proeminentes que servem como indicadores de tempo. Como um pêndulo, o movimento cíclico se repete perfeitamente, se harmonizando com as estações do ano. Junto ao ciclo da noite e do dia, e das fases da Lua, a oscilação anual do Sol ao largo do horizonte é um dos períodos mais universalmente reconhecidos que ocorrem no ambiente natural.

Há razões para crer que os povos antigos podem ter recorrido a observações solares do horizonte. A grandes latitudes, como a do Stonehenge (51° N), se aprecia com maior facilidade a variação diária dos pontos de nascer e ocaso do Sol. A baixas latitudes, como aquelas em que floresceram as civilizações do México (20° N) e Peru (15° S), a parte do horizonte que cobrem anualmente os pontos de nascer e ocaso é menor, e portanto também é menor o seu deslocamento diário. Na *figura 6*, se comparam em uma mesma escala os pontos extremos do horizonte de Stonehenge e Teotihuacan. O tamanho do Sol foi exagerado para efeito de melhor visualização, e foram usados horizontes hipotéticos idênticos na comparação.

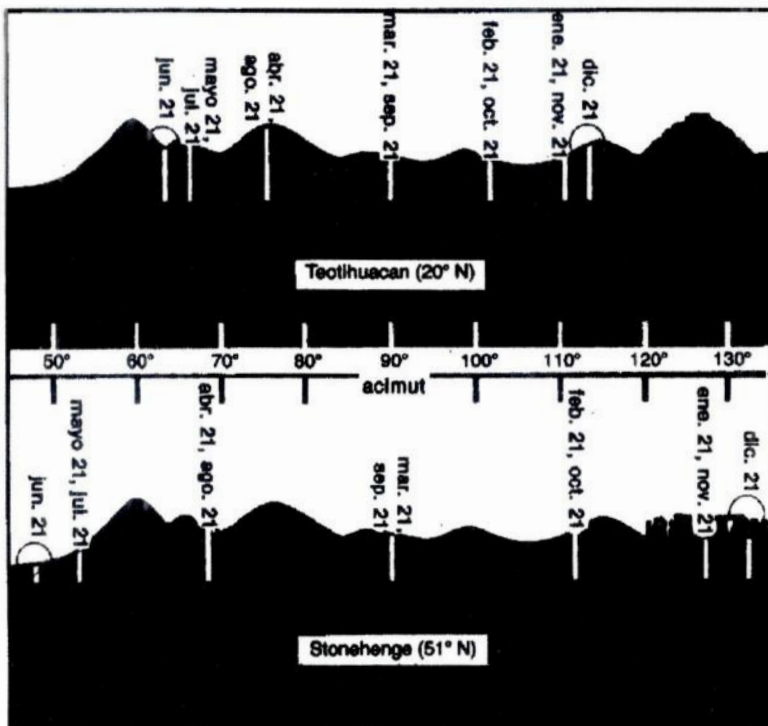


Figura 6 - Pontos de saída do Sol representados a intervalos de um mês

A *figura 6* também demonstra que os pontos do horizonte em que o Sol nasce e se põe não mudam com uma velocidade constante ao longo do ano. Na época dos equinócios,

quando o Sol se desloca cruzando o equador celeste, seus pontos de contato com o horizonte mudam apreciavelmente no decorrer dos dias. Próximo aos Solstícios, quando o deslocamento do Sol ao longo da eclíptica é aproximadamente paralelo ao equador, a mudança é muito sutil. Estes movimentos estão comparados na *tabela 2*, que dá o azimute do centro do disco solar para um observador situado a uma latitude de 20° N próximo a data do equinócio de primavera (**A**) e do solstício de verão (**B**). Pode-se notar que próximo a data do equinócio, os pontos em que o Sol nasce no horizonte distam um do outro aproximadamente um diâmetro solar (30 minutos de arco) ao dia. Nota-se também que o equinócio em 1973 se deu entre o dia 20 e 21 de março (na verdade ele ocorreu no momento em que as declinações do Sol mudaram de – para +), exatamente o tempo em que se produziu o maior deslocamento solar paralelo ao horizonte. No solstício de verão a situação foi muito distinta. A mudança de azimute de um dia para o outro é muito pequena. Por exemplo, entre os dias 21 e 22 de junho, se deslocou menos de 1/10 de minuto de arco, o que equivale ao diâmetro de uma moeda de 50 centavos colocada a um quilômetro de distância. A palavra solstício certamente é um termo apropriado para se descrever o comportamento do Sol nessa época do ano: significa, em latim, “Sol estático”.

	Data (1973)	Declinação do Sol *	Azimute calculado**	Mudança diária de azimute
A: Próximo do equinócio de primavera	18 de março	-1° 05'.4	91° 09'.6	
	19 de março	-0° 41'.7	90° 44'.5	25'.1
	20 de março	-0° 18'.0	90° 19'.3	25'.2
	21 de março	+0° 05'.8	89° 54'.0	25'.3
	22 de março	+0° 29'.5	89° 28'.7	25'.3
	23 de março	+0° 53'.1	89° 03'.5	25'.2
B: Próximo do solstício de verão	19 de junho	+23° 25'.3	64° 58'.9	
	20 de junho	+23° 26'.1	64° 57'.7	1'.2
	21 de junho	+23° 26'.5	64° 57'.4	0'.3
	22 de junho	+23° 26'.6	64° 57'.4	0'.0
	23 de junho	+23° 26'.2	64° 57'.7	0'.3
	24 de junho	+23° 25'.3	64° 58'.9	1'.2

Tabela 2 – Azimute de saída do Sol para um observador situado a 20° de latitude N

*Declinações retiradas do American Ephemeris and Nautical Almanac, 1973

**Azimute calculado supondo-se uma elevação de 1° com respeito ao horizonte

Mas dados os seus rudimentares dispositivos de medição, como podiam os antigos sacerdotes-astrónomos maias detectar mudanças diárias na posição do Sol no horizonte, especialmente próximo às datas de solstícios?

Em primeiro lugar, os maias faziam observações contínuas e metódicas dos eventos celestes, como fica evidente ao examinarmos os códices, registros de observações diárias das posições dos astros e eventos celestes.

O cuidado dos maias com a observação dos astros é exemplificado pelos indícios implícitos nas obras antigas de que para se medir o azimute de nascer e ocaso de corpos celestes se usavam as **varas cruzadas**, como mostra a *figura 7*. Utilizando-se um par de varas em forma de X, a da frente como ponto de mira, e a de trás (próxima ao observador) como alça, temos um prático dispositivo de observação. Este esquema está ilustrado na *figura 8*.



Figura 7 - Dispositivos de observação de varas cruzadas representados nos códices

Na realidade, como mira também poderia servir de maneira igualmente adequada algum ponto distante da paisagem. Podia-se usar as varas para marcar algum alinhamento solar em determinado dia do ano. No decorrer dos meses, se observaria atentamente o astro a medida em que ele se afasta e se aproxima da marca. Ao voltar à mesma posição marcada, vindo de uma mesma direção, se completaria um ciclo solar.

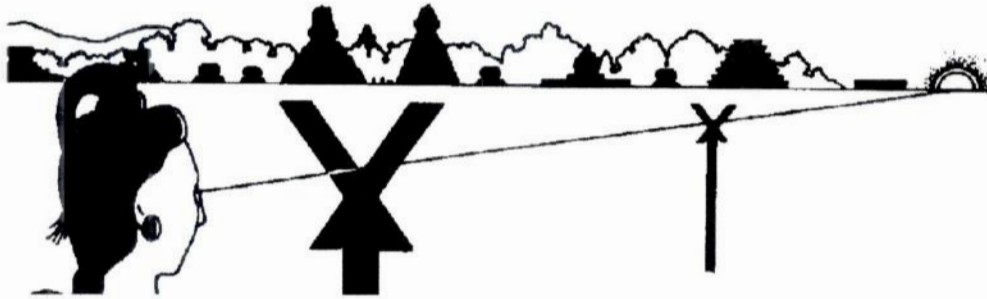


Figura 8 - Determinação do ocaso usando um par de varas cruzadas

A Terra viaja ao redor do Sol com velocidade variável sobre uma órbita elíptica. O intervalo entre os equinócios de outono e de primavera é aproximadamente oito dias mais curto que a outra metade do ano. Mas, para fins práticos, os antigos astrônomos definiam os equinócios como os pontos médios de tempo entre os solstícios, e não como o nascer e ocaso do Sol nos pontos de leste e oeste. Então não é absurdo que possa ter se desenvolvido algum sistema astronômico antigo baseado nas observações do horizonte, e portanto este sistema axial usando as quatro “direções cardinais” talvez não fosse um sistema de coordenadas perfeitamente retangular.

Sem dúvida os pontos do horizonte correspondentes aos solstícios e equinócios foram utilizados no estabelecimento de um calendário de estações. Além disso, testemunhos etno-históricos sobre a Mesoamérica indicam que a passagem do Sol pelo zênite pode ter sido utilizada para fixar datas do calendário agrícola.

3.4 O Complexo Vênus-Chuva-Milho

A associação conceitual do planeta Vênus com a chuva e o milho ficou conhecida entre os maianistas como o Complexo Vênus-Chuva-Milho, amplamente discutido por Sprajc (1993). A importância atribuída ao planeta Vênus pelos antigos povos Mesoamericanos é bem conhecida. De acordo com fontes escritas pós-conquista, os maias acreditavam que o primeiro aparecimento de Vênus como estrela da manhã após conjunção inferior trazia danos à natureza e às pessoas. A importância de Vênus como estrela da tarde

era ainda maior para os maias, como é atestado em inscrições, monumentos e nos códices, assim como outros eventos além do nascer heliacal.

Uma vez que Vênus é um planeta, sua declinação muda e, conseqüentemente, seus pontos de nascer e ocaso se movem ao longo dos horizontes leste e oeste, respectivamente, atingindo extremos norte e sul. Datas e magnitudes dos extremos variam consideravelmente, exibindo, contudo (assim como outros fenômenos de Vênus), padrões de 8 anos. Uma vez que o plano da órbita de Vênus é sutilmente inclinado em relação à eclíptica, alguns extremos do ciclo de 8 anos são ainda maiores que os extremos dos solstícios. Closs et al (1984) notaram que todos os maiores extremos norte (quando o planeta chega a atingir uma declinação maior que $25 \frac{1}{2}^\circ$) nos séculos oito e nove foram visíveis no final de abril ou início de março, isto é, foram sazonalmente fixos, coincidindo aproximadamente com o vigoroso início da estação das chuvas na Mesoamérica. Outras pesquisas também demonstraram que: (i) todos os extremos de Vênus são fenômenos sazonais; (ii) os extremos máximos de Vênus como estrela matutina e vespertina são assimétricos, ou seja, extremos máximos visíveis no horizonte leste diferem, em magnitude, daqueles visíveis no horizonte oeste.

Durante as eras clássica e pós-clássica na Mesoamérica Vênus atingiu declinações maiores que $|24^\circ 10'|$ (até $|27 \frac{1}{2}^\circ|$) somente quando era visível como estrela vespertina, e sempre algum tempo antes do solstício.

Sob a ótica do regime das chuvas para várias partes do México, os extremos da estrela da tarde são particularmente interessantes, uma vez que eles coincidem aproximadamente com o começo (extremos norte) e com o fim (extremos sul) da estação chuvosa na Mesoamérica. Em várias regiões eles também delimitam o ciclo da agricultura. Orientações por Vênus na arquitetura mesoamericana se referem aos extremos máximos, que, como vimos, são precisos marcadores de tempo. Explorando propriedades astronômicas do Caracol de Chichén Itza (*figura 9*), Aveni, Gibbs and Hartung (1975a e b) descobriram que algumas das linhas com uma possível importância astronômica apontam para os extremos máximos norte e sul de Vênus no horizonte oeste. A forma do prédio também pode indicar a presença de alinhamentos relacionados a Vênus, uma vez que Diego de Landa associa o Caracol de Mayapan, uma estrutura redonda muito parecida com o Caracol de Chichén Itza, com Kukulcan, deus maia relacionado a Vênus. Ambos os

Caracóis, apresentando porta e janela voltada para o oeste, enfatizam a importância deste lado do prédio. Todos os alinhamentos para extremos de Vênus conhecidos até agora se referem a Vênus como estrela vespertina, visível no horizonte oeste.

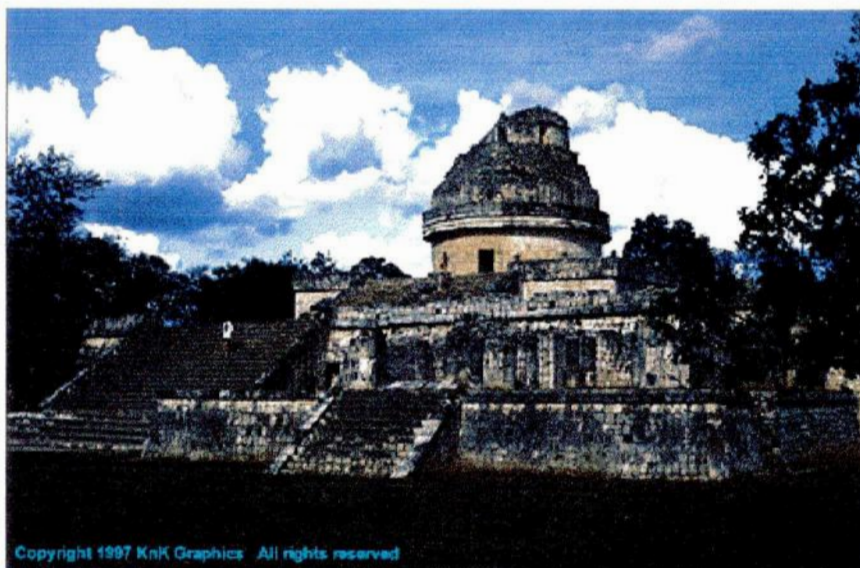


Figura 9 - Caracol de Chichen-Itzá

As relações do planeta Vênus com a chuva e o milho na mesoamérica é bastante evidenciada historicamente e etnograficamente, assim como na arquitetura. Um dos fatos mais conhecidos é que o deus Quetzalcoatl era relacionado a Vênus, e por outro lado também à chuva, milho e fertilidade. A Serpente Emplumada era uma criatura mítica que, do passado remoto, representava água celeste, nuvens e também a estação das chuvas. Representações da serpente emplumada são comuns na cultura olmeca, e algumas fontes do começo da colonização espanhola mencionam a província de Xicalango como o habitat natural de uma espécie particular de serpente, que tinha penas em sua cabeça.³ O deus maia Kukulcan, do Yucatan pós-clássico, era um variante do Quetzalcoatl.

A relação entre Vênus e o milho é também corroborada pelo fato do deus L, uma das deidades relacionadas a Vênus ocasionalmente parecer representado com um pé de milho na cabeça. Além disso, Atamalqualiztli, o festival asteca de rejuvenescimento do milho, é celebrado de oito em oito anos, que é o intervalo de tempo que os fenômenos relacionados a Vênus voltam a ocorrer aproximadamente na mesma data do ano. Por outro

³ Las Casas, B. de, (1967), i, 646 – B.3, ch.122; Sahagún, B., (1985), 654f – B.11, ch. 6.

lado, o período de invisibilidade de Vênus em torno da conjunção inferior é de 8 dias, e neste contexto deve-se ressaltar que o deus maia do milho era o patrono do número 8.⁴

O Templo 22 de Copán possui uma janela estreita na sua parede voltada para oeste através da qual, segundo Sprajc, Vênus era visível de fevereiro a abril e de junho a setembro. A presença do complexo Vênus-chuva-milho na iconografia do Templo 22 sugere uma possível relação entre os períodos de visibilidade de Vênus através da janela e o cultivo do milho, assumindo que a agenda dos trabalhos agrícolas e festividades do período clássico de Copán era similar ao dos atuais Chortis, que são provavelmente descendentes dos antigos habitantes de Copán. A visibilidade fevereiro-março-abril coincidia com os primeiros trabalhos agrícolas que precedem a plantação, e as aparições julho-agosto com a época em que as primeiras espigas de milho eram coletadas.

A percepção dessas coincidências provavelmente resultaram em Vênus como estrela vespertina ser concebido como um dos agentes responsáveis pelas ocorrências de duas mudanças climáticas anuais cruciais. O complexo Vênus-chuva-milho era parte da visão de mundo dos maias. Em sociedades complexas essas crenças são incorporadas pela ideologia das classes governantes que finge ser responsável pelo perfeito funcionamento do universo; a ordem natural é condicionada pelo culto e performances rituais. Possivelmente o papel de Vênus nas crenças sobre chuva e milho ditaram certos atos cerimoniais que serviram como instrumento de dominação. A previsão de eventos astronômicos e os serviços astrológicos contribuíram para a legitimação do poder.

⁴ Thompson, J. E. S, (1971), 134f, 137, 272.

4. A Matemática e o Calendário Mesoamericanos

“Sou da opinião de que a distância entre nossa visão mental do mundo natural e a sua (dos antigos astrônomos) não se pode subestimar nunca. Esta distância se destaca como a barreira mais alta que devemos superar se algum dia esperamos alcançar o espírito dos antigos.”

Anthony Aveni, 1991

Quando olhamos para uma inscrição maia, freqüentemente estamos diante de uma informação a respeito de seu calendário. Os maias registravam complexas datas tanto em pranchas de pedra erguidas (estelas), como em manuscritos.

Abordaremos quase que exclusivamente o material maia porque ele apresenta o calendário mais elaborado de toda a América.

Começamos o capítulo seguindo o sinuoso caminho percorrido pelos pesquisadores para chegarem ao estado atual de conhecimento sobre esta civilização. Em seguida, abordaremos a matemática mesoamericana, tarefa fascinante que é necessária para entendermos a mecânica do calendário maia, apresentada logo em seguida.

4.1 Breve história da decifração do calendário maia

Em meados do século XIX, o sacerdote católico francês Brasseur de Bourbourg, que catequizou os maias quiches da Guatemala, fez o possível para chamar a atenção do mundo para os antigos manuscritos nativos americanos e para as obras escritas por missionários logo depois da conquista, entre elas *La Relación de las cosas de Yucatán*, do bispo Diego de Landa, escrita em 1566.

Landa faz em sua *Relación* uma breve descrição do calendário maia, acompanhada de desenhos dos glifos de dias e meses e alguma informação geral. Landa diz que sua principal fonte de informação sobre o calendário foi um certo Nachi Cocom, que antes da época da conquista havia sido príncipe indígena e era muito versado na leitura e escrita hieroglífica. A identificação por parte de Landa de alguns símbolos maias com os sons que

produziam certas letras do nosso alfabeto confundiu muito os epigrafistas a respeito da verdadeira natureza da escrita maia.

Segundo Morley (1956), a arte da escrita no mundo parece haver passado por três estados bem definidos:

- 1) **Escrita pictórica ou representativa**, na qual se necessita fazer um desenho da idéia que se quer expressar. Por exemplo, uma caçada de veados se representa pintando um cervo e um homem que o fere com uma lança. Nesse sistema não se usa a imaginação, o desenho diz o que se quer expressar.
- 2) **Escrita ideográfica**, na qual os signos ou caracteres não contém um quadro ou desenho da idéia, mas sim um símbolo da mesma. Os caracteres que se empregam nesse sistema de escrita perderam toda a semelhança com as imagens das idéias que representam, e são apenas símbolos convencionais. Assim, entre os índios da costa noroeste dos Estados Unidos, a idéia da baleia se representa pelo jorro d'água que sai de suas costas.
- 3) **Escrita fonética**, em que os caracteres empregados perderam toda a relação de semelhança ou associação mental com os objetos que representam e denotam unicamente sons. Pode-se dividir a escrita fonética em **i** escrita silábica e **ii** escrita alfabética. Na primeira, os caracteres representam sílabas, ou seja, sons compostos. Na segunda, os caracteres ou letras representam um som simples. A escrita hieroglífica egípcia é um exemplo da primeira, e os alfabetos modernos são um exemplo da segunda.

A escrita glífica maia pertence à classe 2, pois é quase completamente ideográfica. Seus caracteres representam idéias, e não figuras, como os da classe 1, nem sons, como os da classe 3. Morley diz ainda que os sistema maia estava a ponto de desenvolver caracteres fonéticos (classe 3).

Apesar de Landa considerar toda a cultura maia como obra do demônio, proporcionou dados suficientes para abrir caminho lentamente para os estudos sobre o calendário que estavam por vir.

Em 1831, Lord Kingsborough, aventureiro britânico, publicou *Antiquities of Mexico*, enorme coleção que consistia principalmente de livros de imagens sobre o México. Esta obra foi tão cara e monumental que Kingsborough morreu cercado por dívidas antes de poder terminar a primeira edição.

Mas o mundo não se deu conta da existência de uma civilização avançada na América até que John Lloyd Stephens e Frederick Catherwood viajaram pela América Central em 1839-40. Juntos, o escritor e o artista produziram duas séries de volumes, *Incidents of Travel*, e, com palavras e imagens, mostraram que as conquistas dos antigos maias nos campos da arte, escultura, arquitetura e escrita estavam à altura das civilizações clássicas do mundo ocidental.

Em 1899, com a adoção da fotografia e das técnicas de campo, o inglês Alfred P. Maudslay, arqueólogo amador, fez a primeira série de excelentes fotografias das estelas maias de Copán, publicadas posteriormente em seu *Archaeology (Biologia Centrali Americana)*, obra apenas superada na atualidade por *Corpus of Maya Hieroglyphic Inscriptions*, de Ian Graham (1975).++

No final do século passado, alguns especialistas trabalhando sobre os documentos maias começam a apresentar as primeiras análises daquela instigante escrita. Ernst Förstemann, bibliotecário aposentado, demonstra os avanços dos maias em astronomia decifrando as tábuas de Vênus e as Tábuas lunares do *Códice de Dresden* e identificando muitos dos símbolos dos dias, meses e números. O historiador Daniel Brinton publicou *A Primer of Mayan Hieroglyphs*, 1895, e o arqueólogo Silvanus G. Morley foi autor de *An Introduction to the Study of Maya Hieroglyphs* (1915). Juntamente com *The Archaic Maya Inscriptions*, de J. T. Goodman (1897), que reconheceu os numerais de variantes de cabeça, aquelas obras abasteceram os futuros pesquisadores.

Entre outros nomes notáveis do princípio do século se incluem o alemão Eduard Seler, que percebeu a ligação entre muitas idéias cosmológicas dos mexicanos do altiplano e dos maias, e C. P. Bowditch, com sua *Numeration Calendar Systems and Astronomical Knowledge of the Mayas* (1910).

Em 1930, John Teeple, engenheiro químico apaixonado pelos hieróglifos maias, abriu novos horizontes com a publicação de *Maya Astronomy*. Teeple identificou muitos símbolos da série suplementar ou lunar e contribuiu consideravelmente para nossa compreensão da gramática maia abrindo o caminho para o estabelecimento dos glifos de prefixo e sufixo. A ele devemos o descobrimento do esquema mediante o qual os maias ajustavam a diferença entre o ano trópico e o ano comum.

Quando em 1950 Sir Eric Thompson publicou seu livro culminante, *Maya Hieroglyphic Writing*, os americanistas começaram a compreender que os hieróglifos não se referiam somente ao tema do calendário. Posteriormente, o *Catalog of Maya Hieroglyphs* (1962), de Thompson, junto com *Die Hieroglyphen der Maya Handschriften* (1956) deram ao pesquisadores a lista e a descrição mais completa das últimas décadas das formas maias escritas. O livro *A Commentary on the Dresden Codex, A Maya Hieroglyphic Book* (1972) de Thompson, é uma viagem pelos muitos almanaques contidos neste documento maia. Grande parte da sua obra floresceu durante um período em que se começava a considerar como objeto válido de investigação o enfoque histórico do conteúdo dos glifos. Berlin (1958) foi um dos primeiros a voltar a examinar as inscrições maias de um ponto de vista astronômico, seguido por Proskouriakoff (1960), que analisou as datas contidas nas estelas de Piedras Negras. Ela concluiu que muitas das inscrições que os epigrafistas liam como estritamente astronômicas na realidade continham nomes e glifos de ação. A identificação dos glifos que representavam nomes de lugares e governantes foi resultado lógico daquela mudança de enfoque. Agora havia a hipótese histórica, o que marcou um abandono da escola de intérpretes astronômicos dos glifos. Na atualidade, os linguistas assumiram uma crescente responsabilidade na decifração da escrita maia.

Uma década depois dos estudos de Proskouriakoff, um intenso trabalho sobre as inscrições de Palenque levou ao reconhecimento de uma seqüência dinástica nesse lugar. Pesquisadores como Lounsbury, Kelley e Schele, que também dominavam Astronomia, História e Linguística, aproveitaram a oportunidade para unir estas linhas de estudo. Esta atitude interdisciplinar persiste até hoje entre os maianistas.

4.2 A matemática mesoamericana

Cerca de 500 a.C., se desenvolveu um sistema numérico ao sul da Mesoamérica, provavelmente na região de Monte Alban, que viria a ser o mais refinado do mundo naquela época. A título de comparação, apenas no início do século VI d.C., um milênio depois, Aryabhata, matemático árabe, utiliza a numeração decimal de posição, aprendida com os indianos, que originará os algarismos árabes, usados hoje no mundo ocidental.

Voltando à matemática maia, para se representar números da ordem de milhões usava-se apenas combinações de três símbolos: um ponto equivalia ao um, uma barra horizontal ao cinco, e uma concha marinha representava o zero (*figura 10*).

Para os maias, o zero representava completamente, e não vazio. No aspecto temporal, se considerava como o momento de se completar um ciclo. A introdução do conceito de zero em qualquer sistema matemático facilita consideravelmente a execução de operações matemáticas simples.

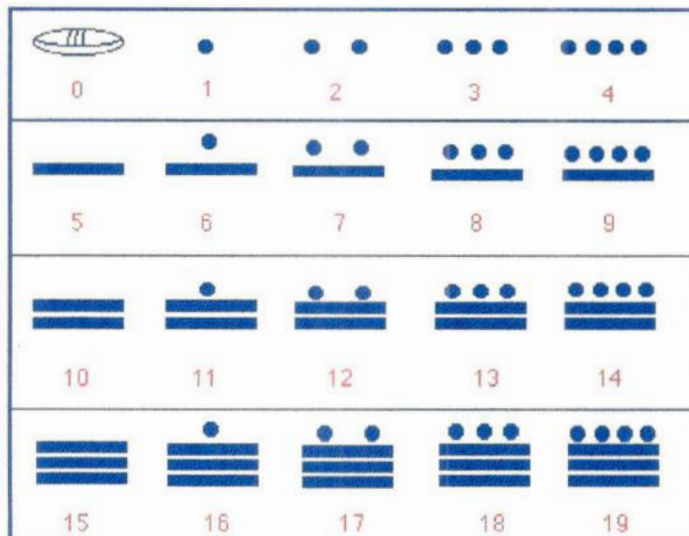


Figura 10 – números de zero a dezenove

Números grandes eram expressos em um sistema de notação que utilizava o valor da posição do número, de maneira semelhante ao nosso próprio sistema arábico. Os números maias eram escritos verticalmente, com um valor de posição que aumentava de baixo para cima, e a base do sistema era 20 (o nosso sistema, herdado dos árabes, é de base 10), de

modo que as posições mais elevadas valiam 20, 400, 8.000, 160.000, e assim sucessivamente.

Para nos familiarizarmos melhor com este sistema de pontos e barras, vamos converter um número elevado, que transcrevemos como 3.11.8.0.19 da notação maia para a arábica (decimal) (*figura 11*):

$$\begin{array}{rcl}
 (20)^4 & \text{ooo} & = 3 \times 160\,000 = 480\,000 \\
 (20)^3 & \text{☉} & = 11 \times 8\,000 = 88\,000 \\
 (20)^2 & \text{☉☉} & = 8 \times 400 = 3\,200 \\
 (20) & \text{☉} & = 0 \times 20 = 0 \\
 (1) & \text{☉☉☉☉} & = 19 \times 1 = 19
 \end{array}$$

Figura 11 - Exemplo de número maia

A soma dos números da coluna direita é 571 219, valor do número na notação decimal.

Apesar desta notação vigesimal (de base 20) nos parecer estranha, as operações matemáticas são tão fáceis de executar quanto no sistema decimal. Por exemplo (*figura 12*), se desejamos somar dois números, passamos um dígito de uma posição inferior para uma superior apenas quando o valor da posição passa de vinte, e não de dez. Deste modo, fazendo a soma (3.11.8.0.19) + (3.11.8.0.19), obtemos:

$$\begin{array}{r}
 \text{ooo} \quad \text{ooo} \quad \text{☉☉} \\
 \text{☉} \quad \text{☉} \quad \text{☉☉} \\
 \text{☉☉} + \text{☉☉} = \text{☉☉☉} \\
 \text{☉} \quad \text{☉} \quad \text{☉} \\
 \text{☉☉☉☉} \quad \text{☉☉☉☉} \quad \text{☉☉☉☉}
 \end{array}$$

Figura 12 - Exemplo de soma

ou seja, 7.2.16.1.18, que equivale a 1 142 438 em notação decimal.

Ao que parece, os povos mesoamericanos suprimiam (ou desconheciam) as frações, e contavam apenas os números inteiros comensuráveis. A soma e a subtração provavelmente foram as únicas operações matemáticas que utilizavam.

4.3 O Cálculo Longo

Em se tratando de tempo, os maias abandonavam o chamado *Cálculo Comercial* em favor do *Cálculo de Calendário*. Isso era feito através de uma importante mudança em seu sistema numérico: mudavam o valor da terceira casa para 18, em vez de 20, ou seja, um total de 360 (20×18) em vez de 400 (20^2). Provavelmente os encarregados do calendário quiseram que a terceira posição concordasse aproximadamente com o valor do ano trópico de 365 dias e $\frac{1}{4}$. Desse modo, as posições superiores são $20 \times 360 = 7200$, $20 \times 7\ 200 = 144\ 000$, e assim sucessivamente.

Cada ordem do Cálculo de Calendário tinha um nome:

1 kin	=	1 dia
1 uinal	=	20 kins
1 tun	=	18 uinals = 360 kins
1 katun	=	20 tuns = 7 200 kins
1 baktun	=	20 katuns = 144 000 kins, etc.

Podemos imaginar um uinal como um mês de 20 dias e o tun como um ano de 360 dias. Tun também significa “pedra”, possivelmente porque os maias esculpam uma marca de pedra ou estela quando se concluíam este intervalo.

Uma das primeiras manifestações de registros de calendário maia é o *Cálculo Longo*, ou o número de dias transcorridos a partir de um ponto fixo no passado remoto. Os hieróglifos que representam as ordens do Cálculo Longo podem ser vistos na *figura 13*.

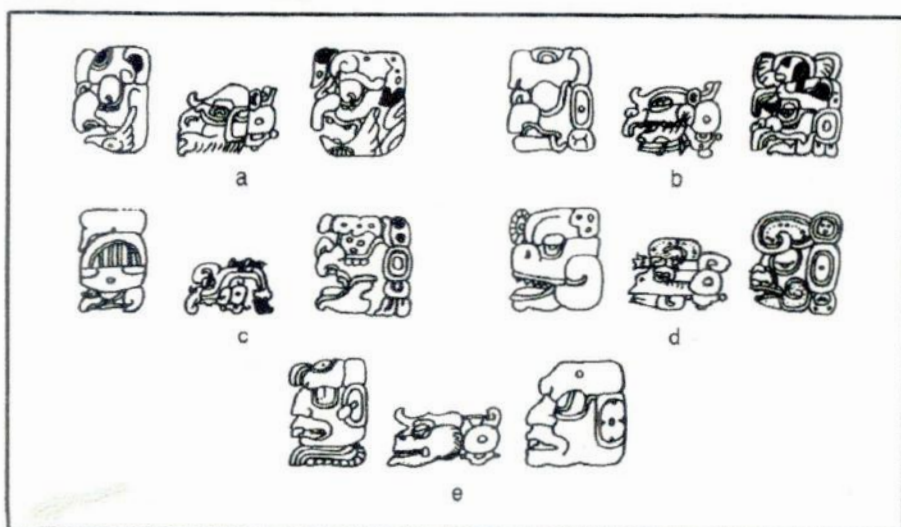


Figura 13 – a) glifos de baktun, b) glifos de katun, c) glifos de tun, d) glifos de uinal, e) glifos de kin

As datas do Cálculo Longo começam em 0.0.0.0.0, data que assinala o período de criação mais recente. Ao completar o primeiro dia, a engrenagem do tempo do Cálculo Longo avança uma unidade, ficando 0.0.0.0.1, ao final do segundo dia, fica 0.0.0.0.2, e assim sucessivamente, operando como um odômetro de um automóvel, até completar um ciclo de 13 baktuns, 13.0.0.0.0, que representa uma época de criação. Após transcorrido esse período, pouco mais de cinco mil anos, o Cálculo volta a zero e começa um novo ciclo. Deste modo, os últimos dias de um baktun e os primeiros dias de um novo ciclo se contariam assim:

12.19.19.17.18

12.19.19.17.19

13.0.0.0.0 (ou 0.0.0.0.0)

13.0.0.0.1 (ou 0.0.0.0.1), etc.

O calendário asteca, também conhecido como calendário *Mexica*, é derivado do calendário maia, com as unidades e a mecânica do calendário essencialmente as mesmas.

O conceito de destruição cíclica e renascimento do mundo é tema recorrente na religião e mitologia mesoamericanas. Na famosa Pedra do Sol ou Calendário Asteca (*figura 14*), em torno do rosto do deus do Sol ao centro, em torno do qual ocorrem todos os

fenômenos periódicos na natureza, vemos quatro retângulos que representam a destruição do mundo em cada uma das quatro épocas de criação (cada época durando 13 baktuns) por que passaram os povos antigos. Na época mais remota (acima à direita), os gigantes que habitavam a Terra foram atacados e devorados por jaguares. Acima à esquerda, o Deus do Vento simboliza os furacões que dizimaram os povos da segunda época. Abaixo à esquerda, temos o Deus do fogo e da chuva, simbolizando a lava e o fogo de uma erupção vulcânica que destruiu a terceira época cosmogônica. As tormentas e chuvas torrenciais representadas pelo Deus da Água deram fim à quarta época (abaixo à esquerda), fazendo os homens se transformarem em peixes. A época atual seria a quinta época de criação, que acabará dia 23 de dezembro de 2012, destruída por terremotos.



Figura 14 – Pedra do Sol

Um dos grandes problemas encontrados pelos pesquisadores maias é transformar datas encontradas em inscrições maias para datas no nosso calendário gregoriano. Para isso, temos que encontrar com absoluta certeza a correspondência de ao menos uma data do Cálculo Longo com uma data do calendário gregoriano. Uma das tentativas mais aceitas de correlação entre o calendário maia e cristão é a chamada correlação Goodman-Martinez-Thompson (GMT). De acordo com essa correlação, a posição zero do ponto de partida mais recente do Cálculo Longo é 11 de agosto de 3114 a.C. (calendário gregoriano), data em que não se tem nenhum conhecimento de algum acontecimento astronômico ou histórico importante.

Mais de doze correlações diferentes já foram propostas, porém nenhuma delas está em acordo total com as evidências. Para alguns, o problema da correlação é insolúvel. Ao longo deste trabalho falaremos detalhadamente sobre as correlações mais aceitas, checando sua validade para algumas datas maias.

Os maias deixaram muitos registros durante os baktuns 8, 9 e 10 do ciclo mais recente, pois a maioria das datas tem estes números na posição superior. Por exemplo, temos a data 9.15.11.16.2, ou seja:

$$\begin{array}{rcl}
 9 \text{ baktuns} & \times & 144\,000 \text{ dias} = 1\,296\,000 \text{ dias} \\
 15 \text{ katuns} & \times & 7\,200 \text{ dias} = 108\,000 \text{ dias} \\
 11 \text{ tuns} & \times & 360 \text{ dias} = 3\,960 \text{ dias} \\
 16 \text{ uinals} & \times & 20 \text{ dias} = 320 \text{ dias} \\
 2 \text{ kins} & \times & 1 \text{ dia} = 2 \text{ dias}
 \end{array}$$

ou seja, 1 408 282 dias depois da data zero, o que equivale a 19 de maio de 743 d.C. segundo GMT.

Mas como encontramos as datas nas inscrições maias? Para demonstrarmos isto, vamos examinar uma data de Cálculo Longo tal como encontrada pelos epigrafistas. A *figura 15* mostra uma das inscrições mais recentes, talhada em uma placa de jade, conhecida como Placa de Leyden. O lado direito da placa mostra a data em que um governante de Tikal subiu ao poder (representado do lado esquerdo). A data começa no bloco 1 com um

glifo introdutório, muito comum em inscrições datadas. Nos blocos de 2 a 6 lemos: 8 baktuns, 14 katuns, 3 tuns, 1 uinal e 12 kins, correspondendo aproximadamente a 320 d.C.⁵

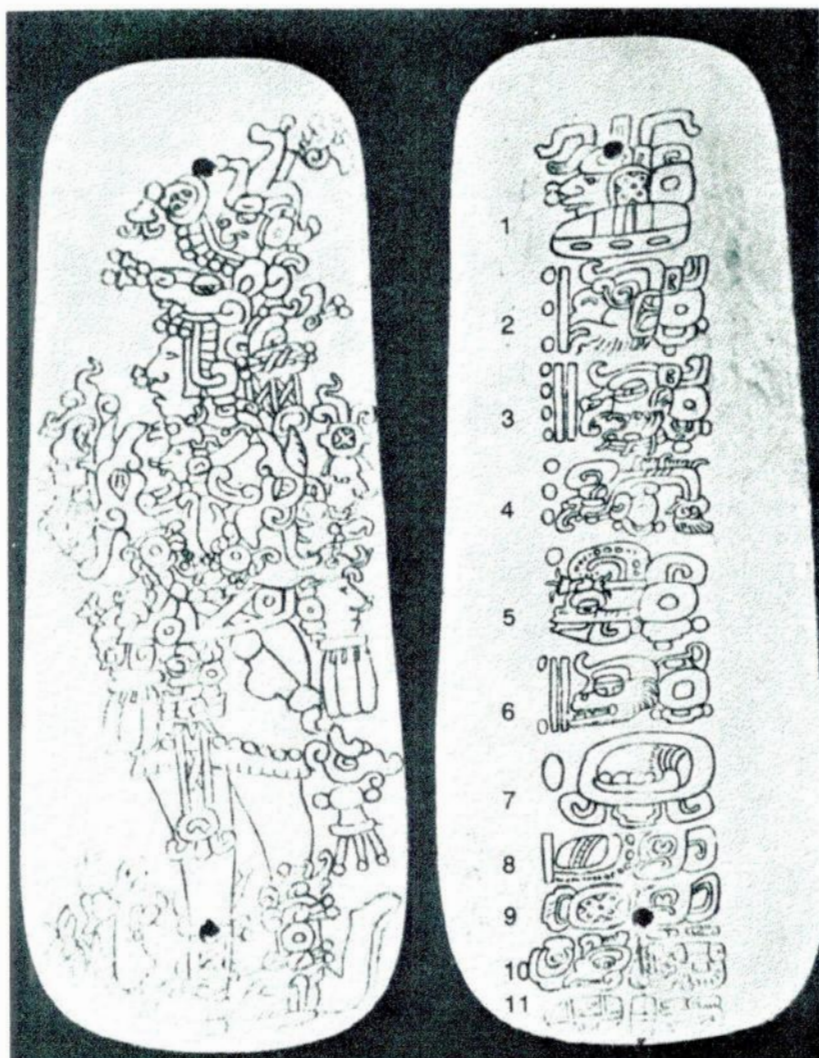


Figura 15 – A Placa de Leyden (30 cm de largura)

⁵ Um esquema para conversão de datas maias em datas cristãs é apresentado no Apêndice II.

4.4 A Roda do Calendário

Observando a Placa de Leyden (*figura 15*) notamos que existem hieróglifos adicionais nos blocos 7 a 11, o que sugere que em uma data maia deve haver algo mais que a *Cálculo Longo*. Na verdade, estes hieróglifos representam mais dois períodos de tempo fundamentais: o calendário ritual, chamado Tzolkin, de 260 dias, e o calendário civil, chamado Haab, de 365 dias. A *Cálculo Longo*, o calendário ritual e o calendário civil em conjunto constituem a *Série Inicial* de uma data maia. Geralmente são os primeiros símbolos que se encontram em uma inscrição de calendário.

O calendário ritual é o mais antigo de que se tem documentação, surgindo na região de Monte Alban por volta do quinto século a .C. Este ciclo consiste de vinte dias com seus nomes (*figura 16*), que se combinam com números de 1 a 13. Podemos imaginar o Tzolkin como um par de engrenagens, uma de treze e outra de vinte dentes, como se pode ver na *figura 17* e na *tabela 3*.

Observando a *tabela 3*, suponha que hoje começa um ciclo fazendo corresponder o número 1 com o dia Imix. Então, amanhã será 2 Ik, e depois de amanhã será 3 Akbal, assim sucessivamente até chegarmos a 13 Ben. A série de números então recomeça, com 1 Ix, 2 Men, 3 Cib, etc. Depois de 7 Ahau se acabam os nomes de dias, e voltamos ao princípio da lista com 8 Imix. A combinação de um mesmo número com o mesmo dia só acontecerá depois de $13 \times 20 = 260$ dias (ou 13.0 na notação maia).

Os astecas tinham seus próprios nomes e símbolos para os dias, mas as unidades e a mecânica do calendário são essencialmente as mesmas. Na *figura 14* podemos ver cada um dos desenhos astecas que representavam os dias na faixa circular que rodeia a parte central do calendário asteca.

Os mesoamericanos foram os únicos no mundo a usar o ciclo de 260 dias e ainda se discute o porquê deste período singular ter sido tão importante para esses povos. Uma das explicações relacionam esse calendário ritual à Copan, situada à latitude $14^{\circ} 57'$ N. Nesta cidade, a passagem do Sol pelo zênite divide o ano em duas partes com duração de 260 e 105 dias. Esta hipótese não é segura, pois se encontram testemunhos de inscrições calendáricas na área zapoteca que remontam a 600 a.C., muito antes da fundação de Copan. E sem dúvida, essa cidade pode ter sido fundada deliberadamente na latitude correta.

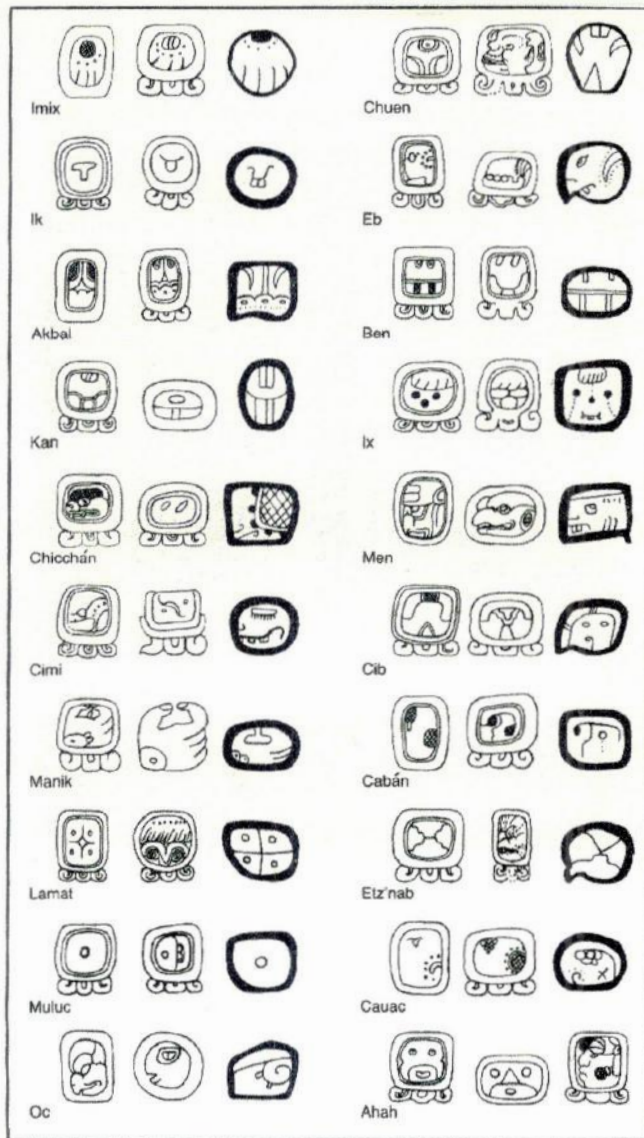


Figura 16 – Glifos dos nomes dos dias

É interessante ressaltar que a data zero de 11 de agosto dada pela correlação GMT coincide exatamente com a passagem do Sol pelo zênite na latitude de Copan. Esta data também se aproxima de um solstício ou um equinócio nas correlações propostas por Escalona Ramos, Smiley, Hochleitner e Kelley, segundo Aveni (1991).

Outros acontecimentos astronômicos foram também vinculados informalmente ao calendário ritual. O intervalo entre o aparecimento de Vênus como estrela matutina e vespertina é de aproximadamente 260 dias (263 em média), e o período sinódico de Marte é

exatamente três ciclos de 260 dias. Este ciclo também se aproxima do período médio de gestação da mulher, o que pode significar que a origem deste ciclo teve origem prática.

	T	Z	O	L	K	I	N						
Imix	1(1)	8(21)	2(41)	9(61)	3(81)	10(101)	4(121)	11(141)	5(161)	12(181)	6(201)	13(221)	7(241)
Ik	2(2)	9(22)	3(42)	10(62)	4(82)	11(102)	5(122)	12(142)	6(162)	13(182)	7(202)	1(222)	8(242)
Akbal	3(3)	10(23)	4(43)	11(63)	5(83)	12(103)	6(123)	13(143)	7(163)	1(183)	8(203)	2(223)	9(243)
Kan	4(4)	11(24)	5(44)	12(64)	6(84)	13(104)	7(124)	1(144)	8(164)	2(184)	9(204)	3(224)	10(244)
Chicchan	5(5)	12(25)	6(45)	13(65)	7(85)	1(105)	8(125)	2(145)	9(165)	3(185)	10(205)	4(225)	11(245)
Cimi	6(6)	13(26)	7(46)	1(66)	8(86)	2(106)	9(126)	3(146)	10(166)	4(186)	11(206)	5(226)	12(246)
Manik	7(7)	1(27)	8(47)	2(67)	9(87)	3(107)	10(127)	4(147)	11(167)	5(187)	12(207)	6(227)	13(247)
Lamat	8(8)	2(28)	9(48)	3(68)	10(88)	4(108)	11(128)	5(148)	12(168)	6(188)	13(208)	7(228)	1(248)
Muluc	9(9)	3(29)	10(49)	4(69)	11(89)	5(109)	12(129)	6(149)	13(169)	7(189)	1(209)	8(229)	2(249)
Oc	10(10)	4(30)	11(50)	5(70)	12(90)	6(110)	13(130)	7(150)	1(170)	8(190)	2(210)	9(230)	3(250)
Chuen	11(11)	5(31)	12(51)	6(71)	13(91)	7(111)	1(131)	8(151)	2(171)	9(191)	3(211)	10(231)	4(251)
Eb	12(12)	6(32)	13(52)	7(72)	1(92)	8(112)	2(132)	9(152)	3(172)	10(192)	4(212)	11(232)	5(252)
Ben	13(13)	7(33)	1(53)	8(73)	2(93)	9(113)	3(133)	10(153)	4(173)	11(193)	5(213)	12(233)	6(253)
Ix	1(14)	8(34)	2(54)	9(74)	3(94)	10(114)	4(134)	11(154)	5(174)	12(194)	6(214)	13(234)	7(254)
Men	2(15)	9(35)	3(55)	10(75)	4(95)	11(115)	5(135)	12(155)	6(175)	13(195)	7(215)	1(235)	8(255)
Cib	3(16)	10(36)	4(56)	11(76)	5(96)	12(116)	6(136)	13(156)	7(176)	1(196)	8(216)	2(236)	9(256)
Caban	4(17)	11(37)	5(57)	12(77)	6(97)	13(117)	7(137)	1(157)	8(177)	2(197)	9(217)	3(237)	10(257)
Etnab	5(18)	12(38)	6(58)	13(78)	7(98)	1(118)	8(138)	2(158)	9(178)	3(198)	10(218)	4(238)	11(258)
Cauac	6(19)	13(39)	7(59)	1(79)	8(99)	2(119)	9(139)	3(159)	10(179)	4(199)	11(219)	5(239)	12(259)
Ahau	7(20)	1(40)	8(60)	2(80)	9(100)	3(120)	10(140)	4(160)	11(180)	5(200)	12(220)	6(240)	13(260)

Tabela 3 - A combinação de 13 numerais com 20 nomes de dias formava o ciclo do calendário básico de 260 dias



Figura 17 – A roda dos dias do Tzolkin

A parte final da série inicial registra a data no calendário civil de 365 dias. Este calendário é formado por 18 meses de 20 dias (0 a 19), dando um total de 360 dias. Ao final, era acrescido um período de 5 dias, chamado Uayeb, geralmente considerado nefasto (*figura 18*). Este calendário opera independentemente do Tzolkin e do Cálculo Longo. Se começamos o ano civil com 0 Pop (dia zero do mês Pop), o dia seguinte será 1 Pop, e o mês acabará em 19 Pop, ao qual se seguirá 0 Uo, e assim sucessivamente. O 360º dia será 19 Cumhu, seguido por 0 Uayeb. O ano termina em 4 Uayeb. Logo, o primeiro dia do ano seguinte é novamente 0 Pop. Esta “engrenagem” é mostrada pela *figura 19* e pela *tabela 4*.

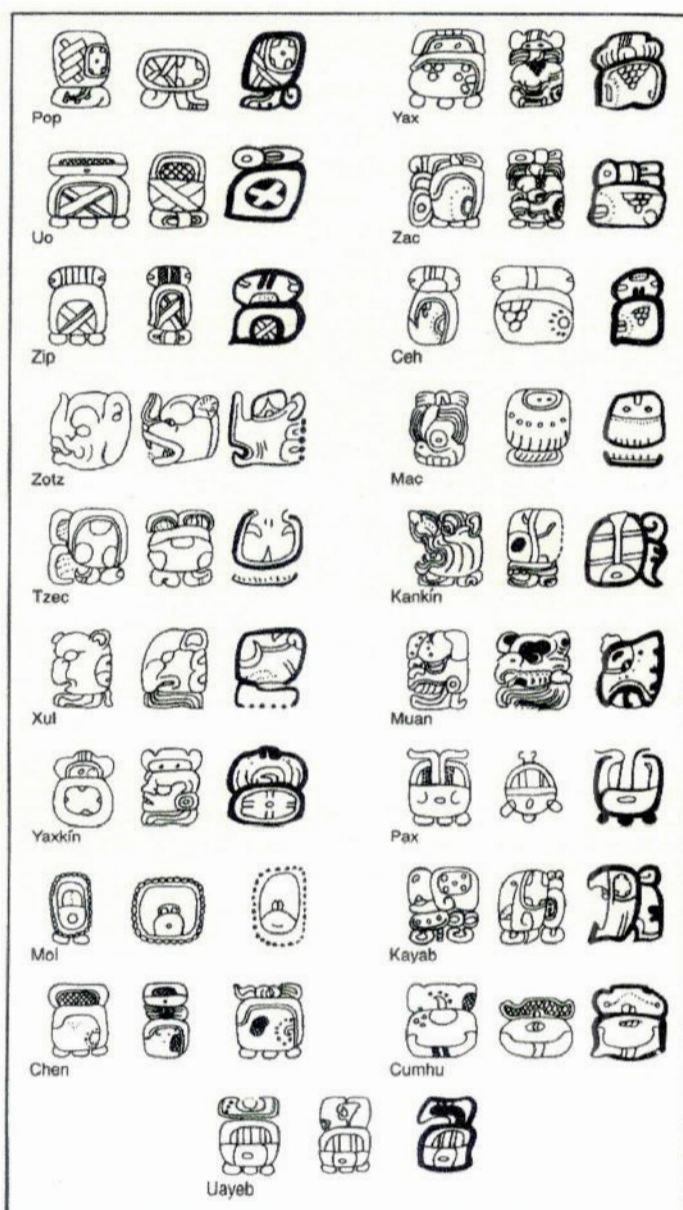


Figura 18 – Glifos dos nomes dos meses

<i>Pap</i>	<i>Uo</i>	<i>Zep</i>	<i>Zotz</i>	<i>Tzuc</i>	<i>Xul</i>	<i>Yaxkin</i>	<i>Mol</i>	<i>Chen</i>	<i>Yax</i>
0(1)	0(21)	0(41)	0(61)	0(81)	0(101)	0(121)	0(141)	0(161)	0(181)
1(2)	1(22)	1(42)	1(62)	1(82)	1(102)	1(122)	1(142)	1(162)	1(182)
2(3)	2(23)	2(43)	2(63)	2(83)	2(103)	2(123)	2(143)	2(163)	2(183)
3(4)	3(24)	3(44)	3(64)	3(84)	3(104)	3(124)	3(144)	3(164)	3(184)
4(5)	4(25)	4(45)	4(65)	4(85)	4(105)	4(125)	4(145)	4(165)	4(185)
5(6)	5(26)	5(46)	5(66)	5(86)	5(106)	5(126)	5(146)	5(166)	5(186)
6(7)	6(27)	6(47)	6(67)	6(87)	6(107)	6(127)	6(147)	6(167)	6(187)
7(8)	7(28)	7(48)	7(68)	7(88)	7(108)	7(128)	7(148)	7(168)	7(188)
8(9)	8(29)	8(49)	8(69)	8(89)	8(109)	8(129)	8(149)	8(169)	8(189)
9(10)	9(30)	9(50)	9(70)	9(90)	9(110)	9(130)	9(150)	9(170)	9(190)
10(11)	10(31)	10(51)	10(71)	10(91)	10(111)	10(131)	10(151)	10(171)	10(191)
11(12)	11(32)	11(52)	11(72)	11(92)	11(112)	11(132)	11(152)	11(172)	11(192)
12(13)	12(33)	12(53)	12(73)	12(93)	12(113)	12(133)	12(153)	12(173)	12(193)
13(14)	13(34)	13(54)	13(74)	13(94)	13(114)	13(134)	13(154)	13(174)	13(194)
14(15)	14(35)	14(55)	14(75)	14(95)	14(115)	14(135)	14(155)	14(175)	14(195)
15(16)	15(36)	15(56)	15(76)	15(96)	15(116)	15(136)	15(156)	15(176)	15(196)
16(17)	16(37)	16(57)	16(77)	16(97)	16(117)	16(137)	16(157)	16(177)	16(197)
17(18)	17(38)	17(58)	17(78)	17(98)	17(118)	17(138)	17(158)	17(178)	17(198)
18(19)	18(39)	18(59)	18(79)	18(99)	18(119)	18(139)	18(159)	18(179)	18(199)
19(20)	19(40)	19(60)	19(80)	19(100)	19(120)	19(140)	19(160)	19(180)	19(200)

<i>Zac</i>	<i>Ceh</i>	<i>Mvc</i>	<i>Kawkin</i>	<i>Muan</i>	<i>Pax</i>	<i>Kayab</i>	<i>Cumhu</i>	<i>Uayeb</i>
0(201)	0(221)	0(241)	0(261)	0(281)	0(301)	0(321)	0(341)	0(361)
1(202)	1(222)	1(242)	1(262)	1(282)	1(302)	1(322)	1(342)	1(362)
2(203)	2(223)	2(243)	2(263)	2(283)	2(303)	2(323)	2(343)	2(363)
3(204)	3(224)	3(244)	3(264)	3(284)	3(304)	3(324)	3(344)	3(364)
4(205)	4(225)	4(245)	4(265)	4(285)	4(305)	4(325)	4(345)	4(365)
5(206)	5(226)	5(246)	5(266)	5(286)	5(306)	5(326)	5(346)	
6(207)	6(227)	6(247)	6(267)	6(287)	6(307)	6(327)	6(347)	
7(208)	7(228)	7(248)	7(268)	7(288)	7(308)	7(328)	7(348)	
8(209)	8(229)	8(249)	8(269)	8(289)	8(309)	8(329)	8(349)	
9(210)	9(230)	9(250)	9(270)	9(290)	9(310)	9(330)	9(350)	
10(211)	10(231)	10(251)	10(271)	10(291)	10(311)	10(331)	10(351)	
11(212)	11(232)	11(252)	11(272)	11(292)	11(312)	11(332)	11(352)	
12(213)	12(233)	12(253)	12(273)	12(293)	12(313)	12(333)	12(353)	
13(214)	13(234)	13(254)	13(274)	13(294)	13(314)	13(334)	13(354)	
14(215)	14(235)	14(255)	14(275)	14(295)	14(315)	14(335)	14(355)	
15(216)	15(236)	15(256)	15(276)	15(296)	15(316)	15(336)	15(356)	
16(217)	16(237)	16(257)	16(277)	16(297)	16(317)	16(337)	16(357)	
17(218)	17(238)	17(258)	17(278)	17(298)	17(318)	17(338)	17(358)	
18(219)	18(239)	18(259)	18(279)	18(299)	18(319)	18(339)	18(359)	
19(220)	19(240)	19(260)	19(280)	19(300)	19(320)	19(340)	19(360)	

Tabela 4 - O ciclo de Haab ou roda dos meses formado por 18 meses

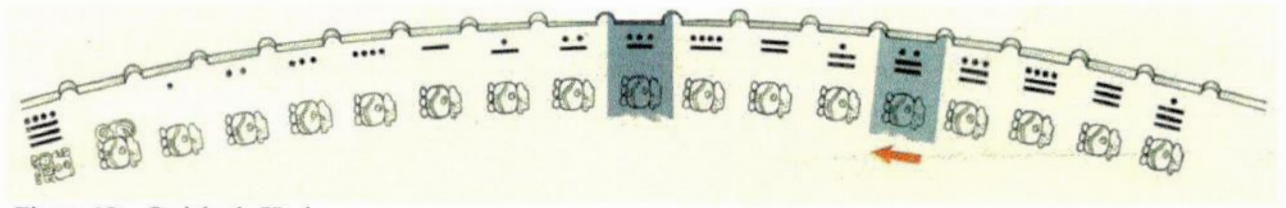


Figura 19 – O ciclo de Haab

Se agora acoplarmos a engrenagem da *figura 17* com a engrenagem da *figura 19*, como mostra a *figura 20*, percebemos que após um certo período de tempo uma determinada posição do calendário de 260 dias irá se repetir em uma determinada posição do calendário de 365 dias. Um ciclo destes completo, ou Roda do Calendário, se repetirá a cada 18 980 dias, o mínimo múltiplo comum de 260 e 365. Este período é igual a 52 anos ou 73 tzolkins.

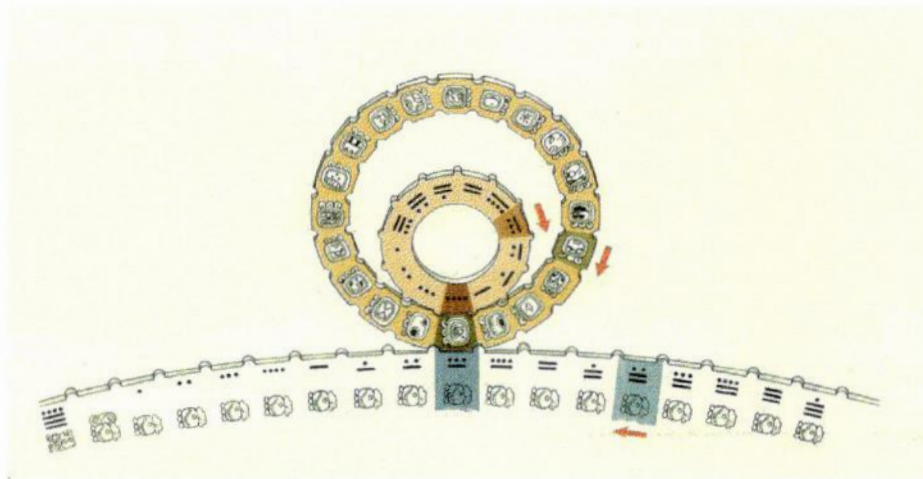


Figura 20 – A Roda de Calendário

O ciclo de 52 anos era um período de tempo de grande importância em toda a Mesoamérica. Quando cada ciclo se completava, os maias celebravam com a cerimônia do Fogo Novo.

Cada período de 52 anos se dividia em quatro partes de 13 anos, cada uma delas encabeçada por um portador de ano diferente, representando um determinado ponto cardeal. Uma figura do códice Féjerváry-Mayer mostra as cinco regiões do mundo com suas cores associadas: os quatro pontos cardiais (nos braços de uma cruz) e o zênite (ao centro).

4.5 Exercícios de Mecânica de Calendário

Vamos agora a um exemplo do mecanismo do calendário maia, a fim de nos familiarizarmos melhor com a operação da roda do calendário. Suponha que temos a seguinte data: *8 Chicchán 15 Tzec*. Consultando as *tabelas 3 e 4*, vemos que o dia seguinte seria *9 Cimi 16 Tzec*, ao qual seguiria *10 Manik 17 Tzec*, e assim por diante.

E se agora quisermos saber onde cairia o próximo 15 Tzec no ciclo de 260 dias? Contando 365 dias a partir de 8 Chichán, damos uma volta completa na roda do Tzolkin (260 dias) e mais 105 dias (ver *tabela 3*). Encontrando 8 Chicchán na roda e avançando 105 dias chegamos a *9 Oc* (numerado como 230), que é a resposta que procuramos. A seguinte data correspondente a *15 Tzec* será *10 Men*, e a seguinte, *11 Ahau*.

Assim, descobrimos uma regra muito útil na mecânica do calendário maia: *dada uma posição no ciclo de 260 dias, em cada ano comum (365 dias) sucessivo o número do dia avançará uma unidade, e a posição do dia cinco unidades (ver tabela 5)*. Isso ocorre porque 365 é divisível por 13 com resto 1, e por 20 com resto 5.

	Maias	Astecas	
Nomes dos dias	Imix	Cipactli	
	Ik	Ehécatl	
	Akbal	Calli	
	Kan	Cuetzpallin	
	Chicchán	Cóatl	
	Cimi	Miquiztli	
	Manik	Mázatl	
	Lamat	Tochtli	
	Muluc	Atl	
	Oc	Itzcuintli	
	Chuen	Czomatli	
	Eb	Malinalli	
	Ben	Ácatl	
	Ix	Océlotl	
	Men	Cuauhtli	
	Cib	Cozcacuauhtli	
	Cabán	Ollin	
	Etz'nab	Técpatl	
	Cauac	Quiáhuitl	
	Nomes de meses	Ahau	Xóchitl
		Pop	Tlaxochimaco
		Uo	Xocothueztli
		Zip	Ochpaniztli
		Zotz	Teotleco
		Tzec	Tepeilhuitl
		Xul	Quecholli
		Yaxkin	Panquetzaliztli
		Mol	Atemoztli
		Chen	Tititl
		Yax	Izcalli
		Zac	Atlcahualo
		Ceh	Tlacaxipehualiztli
		Mac	Tozoztontli
Kankin		Hueytozontli	
Muan		Tóxcatl	
Pax		Etzalcualiztli	
Kayab		Tecuilhuitontli	
Cumhu		Hueytechuilhuitl	
Uayeb		Nemontemi	

Tabela 5 – Nomes de dias e meses maias com seus equivalentes astecas.

O ano comum de 365 dias difere do ano trópico (ou ano das estações) por 0,2422 dias. Sendo assim, se o equinócio de primavera cai em *0 Pop* este ano, dentro de quatro anos cairá em *1 Pop*, e cem anos depois em *4 Uo*. Vemos então que o cálculo do ano maia se defasará gradualmente com respeito às estações e completará uma corrida completa ao longo do ano das estações em 29 rodas de calendário de 52 anos comuns, ou seja, 1508 anos comuns (1507 anos trópicos). Não se sabe com certeza se os maias conheciam este

ciclo. Os registros que os maias deixaram indicam que eles se preocupavam com os dias transcorridos independentemente das estações. Mas não podemos concluir com isso que o calendário do ano comum não tinha nenhuma relação com os acontecimentos celestes.

Munidos com esta nova informação, voltemos agora à Placa de Leyden (*figura 15*), lembrando que os blocos glíficos de 2 a 6 dão a data do Cálculo Longo 8.14.3.1.12. Quanto aos glifos menores da parte inferior, chamaremos a linha da esquerda de A e a linha da direita de B, obedecendo ao costume dos epigrafistas maias.

O glifo 7 é uma forma modificada do glifo do dia *Eb* (*figura 15*). O glifo vem precedido de um ponto, então devemos ler *1 Eb*. O glifo A₉ se parece com o glifo de mês *Yaxkin* (*figura 18*), e não está precedido por nenhum número. Deste modo, a data da série inicial completa deve ser então 8.14.3.1.12 *1 Eb 0 Yaxkin*. As datas gravadas indicam o começo de um novo mês e um novo ciclo de 13 números de dias. Se esta placa tivesse sido gravada um kin depois, a inscrição seria 8.14.3.1.13 *2 Ben 1 Yaxkin*. Se tivesse sido gravada um kin antes, seria 8.14.3.1.11 *13 Chuen 19 Xul*.

De posse da data da série inicial decifrada da Placa de Leyden, derivaremos a posição que ocupa na roda de calendário a data zero do Cálculo Longo maia. A data 8.14.3.1.12 representa 1 253 912 dias transcorridos desde 0.0.0.0.0 (para evitar confusões ao fazer os cálculos, escrevemos o ponto zero da conta larga como 0.0.0.0.0, e não como 13.0.0.0.0). O *1*, de *1 Eb*, se repete a cada décima terceira posição na conta do número de dias, e *Eb* se repete a cada vigésima posição. Dividindo 1 253 912 por 13 obtemos resto 10. Portanto ao dia zero deve corresponder o número que está 10 unidades antes do número 1 na conta 13, ou seja, o número 4. Se agora dividirmos 1 253 912 por 20 obtemos resto 12. Contando 12 unidades para trás, a partir de *Eb*, no quadro de 20 nomes de dias, chegamos a *Ahau*. Portanto, o dia zero no ciclo de 260 dias deve ter sido *4 Ahau*. Uma outra forma de se chegar a mesma resposta é dividir 1 253 912 entre 260 (sobram 192), e usar a roda de calendário da *tabela 13*.

Agora vamos descobrir a posição do dia zero no ano comum. Se dividirmos 1 253 912 por 365, sobram 137 dias. Contando 137 dias na roda de Haab da *tabela 4*, a partir de *0 Yaxkin*, chegamos a *8 Cumhu*. Então o dia 0.0.0.0.0 deve ter sido *4 Ahau 8 Cumhu* na roda calendárica. Esta data é muito importante, e pode ser de imensa ajuda para decifrar datas incompletas ou borradas de manuscritos e monumentos. Por exemplo,

suponha que temos um monumento onde a única parte que se consegue ler é a data do Cálculo Longo 9.13.19.13.1. Vamos encontrar a posição na roda de calendário. O tempo transcorrido a partir do zero é de 1 396 701 dias, que é divisível por 260 com resto 241 e divisível por 365 com resto 211. Usando mais uma vez as rodas de calendário das *tabelas 3 e 4*, contamos a partir de *4 Ahau 8 Cumhu* e chegamos a *11 Imix 14 Yax*, a posição correspondente na roda de calendário.

Vejamos mais um exemplo da relação entre o Cálculo Longo e a roda de calendário. Suponhamos que lemos uma data do Cálculo Longo em que falta uma parte, por exemplo, *x.12.6.5.8 3 Lamat 6 Zac*, onde *x* representa um katun borrado. Os testemunhos históricos nos dizem que as maiores probabilidades para *x* são $x = 8, 9$ ou 10 , agora temos que descobrir qual desses números é o que procuramos. Apenas um destes três Cálculos Longos pode corresponder a *3 Lamat 6 Zac*. A data *9.12.6.5.8* nos dá 1 384 668 dias a partir da data zero, que é divisível por 260 com resto 168 e divisível por 365 com resto 223. Usando as rodas de calendário, e partindo de *4 Ahau 8 Cumhu*, chegamos a *3 Lamat 6 Zac*, que é a data correta. Se fizermos o cálculo usando os baktuns 8 e 10, chegaremos a datas diferentes de *3 Lamat 6 Zac*.

Vimos que, de posse de uma data de Cálculo Longo, podemos determinar a posição na roda de calendário. No entanto, o inverso não é certo, pois um grande número de datas do Cálculo Longo podem concordar com *4 Ahau 8 Cumhu*. De fato, uma delas se apresenta a cada *2.12.13.0* dias (18 980 dias ou 52 anos comuns).

Com frequência, principalmente a partir do final do Clássico Tardio, as inscrições só registram datas da roda de calendário. À época da conquista espanhola, os maias abreviaram ainda mais as datas da roda de calendário. Encontra-se inscrições como “termina o katun 1 Ahau”, que é tão vago que não nos permite descobrir de que katun se trata. O abandono do Cálculo Longo muito antes da chegada dos espanhóis à América complicou consideravelmente a determinação da data exata de muitos monumentos.

4.6 A Série Suplementar e o Mês Sinódico Lunar

Deciframos a maior parte da Placa de Leyden (*figura 15*), mas ainda não sabemos o que significa a parte final. As linhas de 8 a 11 que seguem a Série Inicial se chama *Série Complementar* ou *Série Lunar* de glifos, por que nos trás informações sobre a Lua.

Os glifos da Série Lunar mostram diversas variantes, o que complica o trabalho de decifração. Nas figuras 21 e 22 vemos algumas de suas formas representativas. O catálogo completo de todas as formas decifradas se encontra em *Maya Hieroglyphic Writing* (1950) do Thompson.



Figura 21 - Glifos que representam os Senhores da Noite

Seguem comentários sobre alguns glifos:

Glifo G (*figura 21*): Cada uma de suas nove formas representa um dos Nove Senhores da Noite. Estes se sucedem em um ciclo interminável, governando cada um deles uma noite. Alguns são de boa sorte e outros de mau agouro para a noite que regem. Na Placa de Leyden (*figura 15*), bloco A8, o senhor que governa é o número 5, como se pode ver comparando este bloco com as formas de glifo G₅ (*figura 21*). É o senhor que regeu a noite de 8.14.3.1.12 do Cálculo Longo, embora não esteja claro se o senhor presidia a noite que antecedia ou a noite que seguia a data do Cálculo Longo. A resposta dependeria da hora em que começava o dia maia, e carecemos de dados a respeito.

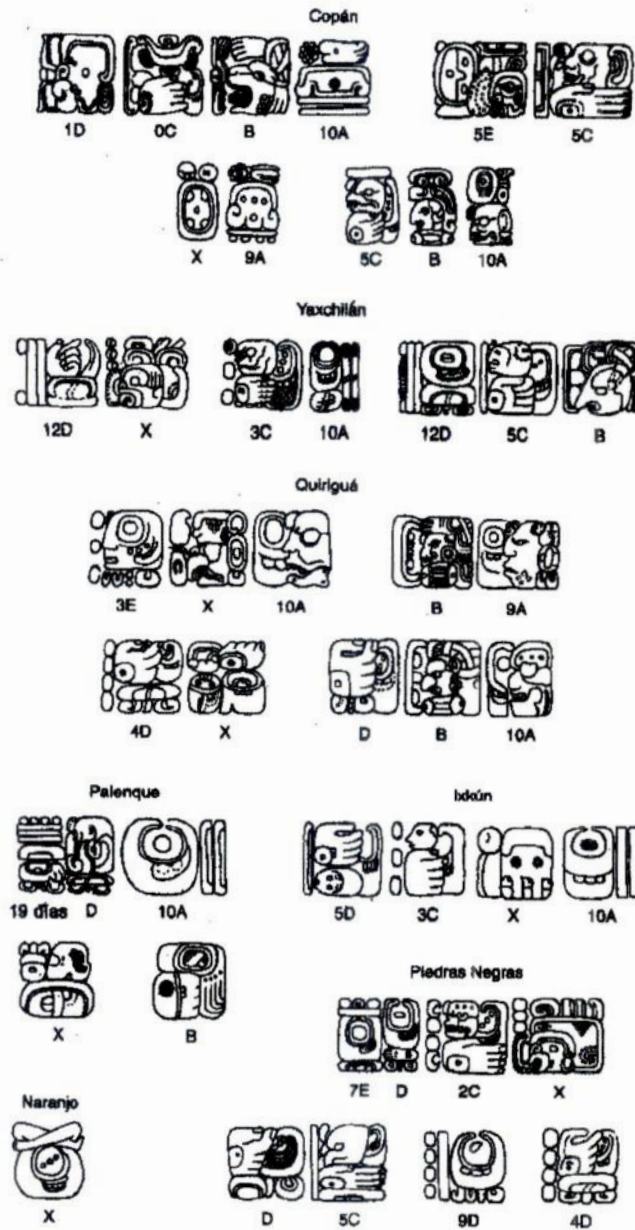


Figura 22 - Mostra de inscrições da Série Suplementar

Glifos D e E (figura 22): Estes glifos são usados para registrar a idade da Lua na data do Cálculo Longo indicado, contando a partir da Lua Nova anterior. O glifo aparece com coeficientes de 0 a 19 e significa que a idade da Lua é menor que vinte dias. O glifo E leva coeficientes de 0 a 19 e significa que a idade da Lua passa de 20 dias por uma quantidade igual ao coeficiente que o acompanha. Quando D e E aparecem sem coeficiente, indicam Lua Nova. Desse modo,



8D significa que a idade da Lua é de 8 dias.



3E implica uma lua de 23 dias de idade.

Estes signos com frequência representam um registro real de idades observadas da Lua, pois em muitos casos, dada a correlação adequada, concordam com uma margem de um ou dois dias com a idade real da Lua determinada por cálculos astronômicos modernos.

Glifo C (figura 22): Usado para se contar o número de determinada lunação em um ciclo completo de seis lunações (177 dias) ou “semestre lunar”. Nos códices se encontram testemunhos de que o cálculo de seis lunações se usava precisamente com o propósito de calcular eclipses. Se o glifo C não vier acompanhado de nenhum coeficiente, então indica a primeira lunação do ciclo. Desse modo, 4C 8D significa oito dias depois da quarta Lua Nova de um ciclo de seis. Ainda está sujeito à discussão se ele se refere a lunações em curso ou a lunações transcorridas.

Glifo A (figura 22): Como este glifo sempre vem acompanhado de um coeficiente dez ou nove, considera-se que ele indica se a lunação teve uma duração de 29 ou 30 dias. Como os maias suprimiam números fracionários, podem ter registrado desse modo os períodos sinódicos lunares. Como o período sinódico da lua é de $29 \frac{1}{2}$ dias, há três luas de 29 dias e três de 30 dias se em cada ciclo se usarem somente números inteiros.

Mediante uma combinação de observações visuais meticulosas e uma trabalhosa contabilidade em pedras e manuscritos, os maias foram capazes de determinar com notável

precisão certos períodos astronômicos fundamentais. Entre estes períodos estavam o mês sinódico lunar, a duração do ano trópico e alguns ciclos de eclipses. Certamente a precisão que os maias alcançaram na determinação do período sinódico lunar deve ser atribuído a um longo processo de obtenção medidas. Em Palenque, várias datas completas vinculam-se entre si mediante a fórmula $81 \text{ lunações} = 9.11.12$ (2392 dias), que nos dá um período lunar de 29,53086, com um erro de 23 segundos do valor moderno. Em Copan se usava a equação lunar $149 \text{ lunações} = 12.4.0$ (4 400 dias), com resultado ligeiramente menos exato: uma lunação = 29,53020 dias.

4.7 Cálculos do Ano Trópico

Muitas estruturas arquitetônicas demonstram que os povos da Mesoamérica se interessavam em fixar de maneira permanente em datas calendáricas particulares as posições de nascer e por do Sol. Sabemos que podem ter determinado a duração do ano com precisão considerável valendo-se de um par de varas para marcar a posição do Sol no horizonte. Mas o calendário foi definido como uma máquina do tempo que avança indiscriminadamente de maneira interminável. O ano comum se aproxima do ano das estações, mas o defasamento entre ambos é grande, sendo próximo de $\frac{1}{4}$ de dia por ano.

Parece estranho ao espírito ocidental que os maias, tão apegados aos períodos astronômicos, deixaram de registrar o ano trópico de $365 \frac{1}{4}$ dias, preferindo o ano comum de 365 dias, que é tão discordante das leis da natureza. Há algum testemunho calendárico de que os maias se interessaram pelo ano trópico? Segundo Teeple (1930), talvez tenha sido empregada uma contagem lunar para seguir o rastro do ano trópico. Uma possível solução surge da leitura das datas das estelas de Copán e do códice de Dresden. Em alguns lugares, encontramos datas da Contagem Longa separadas por 19.5.0 ou 6940 dias. Dezenove anos trópicos equivalem a aproximadamente 6939,6 dias e a aproximadamente 235 lunações; é o chamado ciclo metônico já mencionado anteriormente. O ciclo funcionava de modo a equiparar as fases da Lua com o ano das estações.

Para dar um exemplo do modo em que a contagem lunar pode ter sido usada para seguir a posição do ano trópico dentro do ano comum, consideremos o argumento de Teeple:

Na estela A de Copán aparecem três datas:

- a) 9.14.19.8.0 12 Ahau 18 Cumhu
- b) 9.15.0.0.0 4 Ahau 13 Yax
- c) 9.15.19.5.0 4 Ahau 18 Muan

Indubitavelmente, *b* é a data mais importante da estela, pois marca o término de um katun, acontecimento importante para o sacerdote maia. A data *c* cai 19.5.0 dias depois do princípio do katun, e sugere que no cálculo se usou uma contagem lunar. Quanto à data *a*, cai 10.0 ou 200 dias antes da data do término do katun, mas qual seu significado calendárico? Bem, o ano comum (de 365 dias) se atrasou em relação ao ano trópico (de 365,242199 dias) aproximadamente 200 dias desde a data zero até 9.15.0.0.0:

$$9.15.0.0.0 \leftrightarrow 1\,404\,000 \text{ dias} \leftrightarrow 3846,5753 \text{ anos comuns} = 3844,0247 \text{ anos trópicos}$$
$$3846,5753 - 3844,0247 \cong 930 \text{ dias}$$

ou seja, 930 dias = $2 \times 365 + 200$ dias. Ao que parece, os maias desejavam saber o quanto se adiantava o ano trópico ao ano comum de 365 dias.

Segundo Teeple (1930), o raciocínio empregado no cálculo provavelmente se desenrolava da seguinte maneira: o katun 15 é igual a aproximadamente 3844 anos trópicos (a t) a partir da data zero. Podemos expressar esse número como $202 \times 19 \text{ a t} + 6 \text{ a t}$ ou 202×235 meses sinódicos lunares + 6 anos trópicos. Partindo do pressuposto de que, para seguir o rastro do ano trópico, se usava um cálculo de fases lunares, converteremos em dias 202×235 lunações = 47 470 lunações, usando a fórmula lunar de Copán (149 luas = 4400 dias). Desse modo, 202×235 luas = 1 401 799 dias. Agregando seis anos comuns (365 dias) contados em dias, chegamos a 1 403 990 dias, que os maias considerariam como a data 9.14.19.17.10 7 Oc 3 Yax. Assim:

$$9.14.19.17.10 \leftrightarrow 1\,403\,990 \text{ dias} \leftrightarrow 3844 \text{ anos trópicos} = 3846,548 \text{ anos comuns}$$
$$3846,548 - 3844 \cong 930 \text{ dias}$$

ou seja, 2×365 dias (dois anos comuns inteiros) + 200 dias do terceiro ciclo (uma vez que 13 Yax cai 200 dias depois de 8 Cumhu).

Se a interpretação de Teeple estiver correta, as observações para determinar o ano trópico devem ter sido muito exatas, pois chegaram a um resultado surpreendente. Os maias sabiam do adiantamento de 930 dias do ano trópico com respeito ao ano comum em 9.14.19.8.0. Em outras palavras, haviam determinado que ao cabo de 1 403 800 dias (3846,0274 anos comuns) o ano trópico havia se adiantado 930 dias (2,5479 anos comuns) ao cálculo do ano comum. Podemos expressar isso mediante a equação seguinte:

$$(3\ 846,0274 + 2,5479) \text{ anos comuns} \cong 3\ 846,0274 \text{ anos trópicos}$$

$$3\ 848,5753 \text{ anos comuns} \cong 3\ 846,0274 \text{ anos trópicos}$$

ou seja, 1 ano trópico = $1,0007 = 365,2555$ dias, que difere de menos de 20 minutos dos nossos cálculos modernos.

Outros cálculos similares feitos em Copán e em outros lugares importantes revelaram a existência de um ano trópico maia de 365,2420 dias. Este resultado é mais próximo do ano trópico de 365,242199 dias conhecido hoje que o calendário juliano usado naquela época no mundo ocidental, e tão exato quanto nosso moderno sistema de calendário gregoriano, instituído mil anos depois que os maias efetuaram seus cálculos.

5. O Problema da Correlação entre as datas maias e cristãs

“A correlação GMT não tem nada a ver com a astronomia maia, é apenas uma maneira conveniente dos europeus se referirem à história maia sem serem importunados pela necessidade de registrarem suas observações em Cálculo Longo ou Série Inicial. Além disso, ela parece ser pouco significativa no estudo do período clássico maia.”

Frederick Martin (1997)

Faremos agora um breve estudo sobre o problema da correlação entre as datas maias e as datas do calendário cristão.

Algebricamente falando, o problema da correlação procura resolver a equação

$$CL + A = DJ$$

onde CL é uma data do Cálculo Longo no calendário maia, e DJ uma data juliana no calendário cristão. A data juliana é o número de dias transcorridos desde 1 de janeiro de 4713 a.C. O termo A se chama “equação Ahau”, uma vez que a data de partida 0.0.0.0.0 é uma data de Ahau. Na *tabela 6* apresentamos alguns dos valores propostos por diversos estudiosos para A . Do primeiro ao último, cobrem um espaço de quase oito séculos.

As correlações de Spinden e de Goodman-Martinez-Thompson (GMT) ganharam muitos adeptos. Esta última tem obtido maior êxito dentre todas elas, mas ainda está longe de ser perfeita.

Dois pressupostos são necessários para que a idéia de haver apenas uma equação de Ahau para todo o mundo maia seja correta:

- 1) Que até a época em que se escreveram os códices e as inscrições se usava apenas um calendário unificado em toda área maia.
- 2) Que desde a época em que se escreveram não se alterou o calendário.

Se o procedimento da Contagem Longa sofreu ajustes ou não, ainda é uma questão em aberto. Em 1965, E. W. Andrews IV descobriu uma falta de concordância entre as datas

maias do norte e do sul obtidas com carbono radioativo. As primeiras concordam com a correlação de Spinden, enquanto que as últimas concordam melhor com a correlação GMT. O “Dilema de Andrews” é que nenhuma correlação concorda com os dados tanto do norte quanto do sul. Alguns estudiosos acreditam que se usavam datas de partida distintas em diferentes cidades. A idéia está completamente aberta à discussão.

CORRELAÇÃO	A (dias)
Smiley	482 699
Makemson	489 138
Spinden	489 384
Goodman-Martinez-Thompson (GMT)	584 283
Kreichgauer	626 927
Hochleitner	674 265
Escalona Ramos	679 108
Weitzel	774 078
Frederick Martin	563 334
Böhm & Böhm	622 261

Tabela 6 - Algumas correlações sugeridas

A correlação ideal deve ser coerente com as provas apresentadas nos documentos históricos da época da chegada dos espanhóis, com os dados epigráficos, com as provas astronômicas, com a cerâmica e as considerações estilísticas. O ideal é que a correlação seja derivada unicamente das inscrições, pois assim não precisamos nos preocupar com a validade ou a confiabilidade dos documentos históricos posteriores à invasão espanhola. Os cronistas espanhóis, não familiarizados com o calendário maia, podem ter cometido erros, que nos levariam a uma correlação equivocada.

5.1 A correlação GMT

A correlação GMT se apóia em um documento histórico, a crônica de Oxcutzcab (Yucatan), que, de acordo com Teeple (1930), diz que em *13 Ahau 8 Xul*, ano de 1539 d.C., terminou um tun. Spinden (1930) interpreta este dado de maneira muito diferente. Ele postula que a conta de katun foi lida equivocadamente e vinculada sem fundamento com os anos por alguém que (escrevendo em 1685) não entendia de datas.

Uma data de 13 Ahau 8 Xul se repete a cada 52 anos comuns (18 980 dias). Uma data específica da roda de calendário irá coincidir com o fim de um tun a cada 341 640 ou 2.7.9.0.0 dias (m.m.c. de 18 980 e 360). Precisamos descobrir qual Cálculo Longo é correto. Para começar, vamos descobrir qual a primeira data 13 Ahau 8 Xul e todas as subsequentes a 0.0.0.0.0.

Dada: 0.0.0.0.0 4 Ahau 8 Cumhu
Para obtermos a primeira data de 8 Xul se somam 125 dias: $\begin{array}{r} + \quad 6.5 \\ \hline 0.0.0.6.5 \end{array}$ 12 Chicchán 8 Xul

Há 235 (ver *tabela 3*) dias de 12 Chicchán a 13 Ahau, data do fim do katun, e 365 dias de 8 Xul até o seguinte 8 Xul. Temos que fazer corresponder os componentes da roda de calendário apropriados, ou seja, fazer corresponder 13 Ahau a 8 Xul. Para isso, devemos:

- ter o ano comum um número inteiro de vezes
- ter o ano ritual (tzolkin) um número inteiro de vezes com uma sobra de 235 (vamos chamar esta sobra de S).

Deste modo,

$$X \times 365 \text{ dias} = Y \times 260 \text{ dias} + S = Z \text{ dias}$$

onde X, Y e Z são números inteiros e S = 235, neste caso.

Para encontrar os valores de X, Y e Z, usamos um programa simples, que pode ser visto no Apêndice III. O programa nos fornece X = 27, Y = 37 e Z = 9 855. Então, para obtermos o primeiro 13 Ahau 8 Xul, somamos 9 855 dias (1.7.6.15) a 0.0.0.6.5:

$$\begin{array}{r}
 0. 0. 0. 6. 5 \\
 + \quad \underline{1. 7. 6. 15} \\
 0. 1. 7. 13. 0 \quad 13 \text{ Ahau 8 Xul} \\
 + \quad \underline{2. 7. 9. 0. 0} \\
 2. 8. 16. 13. 0 \quad 13 \text{ Ahau 8 Xul}
 \end{array}$$

Se subtrairmos da data acima uma roda de calendário, ou seja, 52 anos comuns (18 980 ou 2.12.13.0 dias), teremos uma data de 13 Ahau 8 Xul, que é o fim de um tun. Então temos seis opções possíveis:

$$\begin{array}{r}
 2. 8. 16. 13. 0 \quad 13 \text{ Ahau 8 Xul} \\
 - \quad \underline{2. 12. 13. 0} \\
 2. 6. 4. 0. 0 \quad 13 \text{ Ahau 8 Xul e fim de tun (primeira opção)} \\
 + \quad \underline{2. 7. 9. 0. 0} \\
 4. 13. 13. 0. 0 \quad 13 \text{ Ahau 8 Xul e fim de tun (segunda opção)} \\
 + \quad \underline{2. 7. 9. 0. 0} \\
 7. 1. 2. 0. 0 \quad 13 \text{ Ahau 8 Xul e fim de tun (terceira opção)} \\
 + \quad \underline{2. 7. 9. 0. 0} \\
 9. 8. 11. 0. 0 \quad 13 \text{ Ahau 8 Xul e fim de tun (quarta opção)} \\
 + \quad \underline{2. 7. 9. 0. 0} \\
 11. 16. 0. 0. 0 \quad 13 \text{ Ahau 8 Xul e fim de tun (quinta opção)} \\
 + \quad \underline{2. 7. 9. 0. 0} \\
 14. 3. 9. 0. 0 \quad 13 \text{ Ahau 8 Xul e fim de tun (sexta opção)}
 \end{array}$$

onde 2.7.9.0.0 dias correspondem a 936 anos comuns (de 365 dias), que é o intervalo entre os tuns.

Na História maia só há duas ou três datas da Contagem Longa que cumprem as condições necessárias. Das seis opções, só vale à pena considerar as três últimas. Destas três, a última data situa as quatro primeiras inscrições antes da Era Cristã, o que contradiz

os dados do carbono radioativo. A escolha da data do ciclo 9 (quarta opção) as faria coincidir com a Conquista. Portanto a do ciclo 11 (quinta opção) é a mais razoável.

Observe que a data do ciclo 11 não é apenas um fim de um tun, mas também um fim de katun. Isto é corroborado, segundo A. Aveni (1991), por documentos históricos que relatam um fim de katun próximo a 1540 d.C.

Existem mais dois fragmentos históricos que nos permitem corresponder uma data cristã com 11.16.0.0.0 como ponto zero:

- a) O bispo Diego de Landa compara em seus escritos um calendário maia com um cristão. Na comparação, ele associa 12 Kan 2 Pop com 16 de julho de 1553.
- b) No livro de Chilam Balam, 11 Chuen 18 (ou 19) Zac é associado a 15 de fevereiro de 1544.

Usaremos a informação do item a acima para obtermos o dia e o mês correspondente à data maia 11.16.0.0.0 13 Ahau 8 Xul (o ano correspondente, já sabemos, é 1539 d.C.)

Em primeiro lugar, vamos descobrir qual a primeira data 12 Kan 2 Pop e todas as subsequentes a 0.0.0.0.0.

Dada: 0.0.0.0.0 4 Ahau 8 Cumhu
 Para obtermos a primeira data de 2 Pop se somam 19 dias: $+$.19
0.0.0.0.19 10 Cauac 2 Pop

De 10 Cauac até 12 Kan existem 145 dias. A nossa já conhecida equação fica então com a forma:

$$X \times 365 \text{ dias} = Y \times 260 \text{ dias} + S = Z \text{ dias}$$

onde neste caso $S = 145$. Isto nos dá $X = 41$, $Y = 57$ e $Z = 14965$ ou 2.1.10.5 dias. Então:

$$\begin{array}{r} 0.0.0.0.19 \\ + \underline{2.1.10.5} \end{array}$$

0. 2. 1. 11. 4 12 Kan 2 Pop

Se agora avançarmos no tempo 89 Rodas de Calendário (89×52 anos ou 11.14.12.5.0 dias), teremos:

$$\begin{array}{r} 0. 2. 1. 11. 4 \\ + 11. 14. 12. 5. 0 \\ \hline 11. 16. 13. 16. 4 \end{array} \quad 12 \text{ Kan 2 Pop}$$

Avançamos 89 Rodas de Calendário porque a data 11.16.13.16.4 12 Kan 2 Pop obtida (16 de julho de 1553) é a mais próxima de 11.16.0.0.0 13 Ahau 8 Xul (ano 1539).

Mas, $11.16.0.0.0 = 1\,699\,200$ dias e $11.16.13.16.4 = 1\,704\,204$ dias. Desta forma temos que o intervalo de tempo entre as duas datas é de:

$$\begin{aligned} 1\,704\,204 - 1\,699\,200 &= 5004 \text{ dias} \\ &\text{ou} \\ 5004 \text{ dias} \div 365,25 \text{ dias/ano}^6 &\cong 13,7 \text{ anos} \end{aligned}$$

Usando a *tabela 7*, podemos converter a data 16 de julho de 1553 d.C para ano e fração de ano, e ficamos com a data na forma: 1553, 5366.

Mas:

$$1553, 5366 - 13,7 = 1539,8364$$

e usando novamente a *tabela 7*, obtemos que 1539,8364 corresponde aproximadamente a 3 de novembro de 1539 d.C.

De posse desses dados, verifica-se então a correspondência entre a data cristã 3 de novembro de 1539 e a data maia 11.16.0.0.0, com uma incerteza de alguns poucos dias a mais ou a menos.

Estamos interessados agora em achar a equação Ahau (A). Vamos seguir os seguintes passos:

⁶ Em média, o ano juliano tem 365,25 dias.

1) Fazer a transformação da data 3 de novembro de 1539 d.C. para dias julianos.

Usando a *tabela 7*, convertemos 3 de novembro para uma fração de ano⁷. Desse modo:

$$3 \text{ de novembro de } 1539 \text{ d.C.} = 1539,8379 \text{ d. C.}$$

Dividimos esse intervalo na soma de séculos mais o número inteiro de dias mais aproximado:

$$\begin{aligned} 1539,8379 \text{ anos} &= 1500 \text{ anos} + 39,8379 \text{ anos} \\ &= 1500 \text{ anos} + 39,8379 \text{ anos} \times 365,25 \text{ dias/ano} \\ &= 1500 \text{ anos} + 14551 \text{ dias} \end{aligned}$$

Usamos agora a *tabela 8* para converter os anos para data juliana. Assim:

$$1500 \text{ anos} = 2\,268\,932 \text{ dias}$$

Então: 3 de novembro de 1539 d.C. = 2 268 932 dias + 14551 dias = 2 283 483 dias.

2) Convertendo a data maia para número de dias, temos que 11.16.0.0.0 = 1 699 200 dias.

3) Lembrando que $CL + A = DJ$, onde $DJ = 2\,283\,483$ e $CL = 1\,699\,200$, obtemos que

$$A = 584\,283 \text{ (equação Ahau para a Correlação GMT)}^8$$

⁷ Para se converter datas posteriores à data da reforma do calendário juliano (4 de outubro de 1582 d.C.), deve-se diminuir dez dias. Desse modo, 1º de janeiro de 1999 deve ser considerado como se fosse 22 de dezembro de 1998.

⁸ Originalmente, Thompson encontrou 584 285 dias, Goodman 584 280 e Martinez 584 281. A hoje conhecida correlação Goodman-Martinez-Thompson (GMT) é uma versão modificada das três: 584 283.

<i>Día del mes</i>	<i>Ene.</i>	<i>Feb.</i>	<i>Mar.</i>	<i>Abr.</i>	<i>Mayo</i>	<i>Jun.</i>
0.0		0.0821	0.1588	0.2437	0.3258	0.4107
1.0	.0000	.0849	.1615	.2464	.3285	.4134
2.0	.0027	.0876	.1643	.2491	.3313	.4162
3.0	.0055	.0904	.1670	.2519	.3349	.4180
4.0	.0082	.0931	.1698	.2546	.3368	.4216
5.0	0.0110	0.0958	0.1725	0.2574	0.3395	0.4244
6.0	.0137	.0986	.1752	.2601	.3422	.4271
7.0	.0164	.1013	.1780	.2628	.3450	.4299
8.0	.0192	.1040	.1807	.2656	.3477	.4326
9.0	.0219	.1068	.1834	.2683	.3505	.4353
10.0	0.0246	0.1095	0.1862	0.2711	0.3532	0.4381
11.0	.0274	.1123	.1889	.2738	.3559	.4408
12.0	.0301	.1150	.1917	.2765	.3587	.4435
13.0	.0329	.1177	.1944	.2793	.3614	.4463
14.0	.0356	.1205	.1971	.2820	.3641	.4490
15.0	0.0383	0.1232	0.1999	0.2847	0.3669	0.4518
16.0	.0411	.1259	.2026	.2875	.3696	.4545
17.0	.0438	.1287	.2053	.2902	.3723	.4572
18.0	.0465	.1314	.2081	.2930	.3751	.4600
19.0	.0493	.1342	.2108	.2957	.3778	.4627
20.0	0.0520	0.1369	0.2136	0.2984	0.3806	0.4654
21.0	.0548	.1396	.2163	.3012	.3833	.4682
22.0	.0575	.1424	.2190	.3039	.3860	.4709
23.0	.0602	.1451	.2218	.3066	.3888	.4737
24.0	.0630	.1478	.2245	.3094	.3915	.4764
25.0	0.0657	0.1506	0.2272	0.3121	0.3943	0.4791
26.0	.0684	.1533	.2300	.3149	.3970	.4819
27.0	.0712	.1561	.2327	.3176	.3997	.4846
28.0	.0739	.1588	.2355	.3203	.4025	.4873
29.0	.0767		.2382	.3231	.4052	.4901
30.0	0.0797		0.2409	0.3258	0.4079	0.4928
31.0	.0821		.2437		.4107	

Tabela 7 (1ª parte) – Fração de ano que representa uma determinada data

<i>Día del mes</i>	<i>Jul.</i>	<i>Ago.</i>	<i>Sept.</i>	<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dic.</i>
0.0	0.4928	0.5777	0.6626	0.7447	0.8296	0.9117
1.0	.4956	.5804	.6653	.7474	.8323	.9145
2.0	.4983	.5832	.6680	.7502	.8351	.9172
3.0	.5010	.5859	.6708	.7529	.8379	.9199
4.0	.5038	.5887	.6735	.7557	.8405	.9227
5.0	0.5065	0.5914	0.6763	0.7584	0.8433	0.9254
6.0	.5093	.5941	.6790	.7611	.8460	.9282
7.0	.5120	.5969	.6817	.7639	.8488	.9309
8.0	.5147	.5996	.6845	.7666	.8515	.9336
9.0	.5175	.6023	.6872	.7694	.8542	.9364
10.0	0.5202	0.6051	0.6900	0.7721	0.8570	0.9391
11.0	.5229	.6078	.6927	.7748	.8597	.9418
12.0	.5257	.6106	.6954	.7776	.8624	.9446
13.0	.5284	.6133	.6982	.7803	.8642	.9473
14.0	.5312	.6160	.7009	.7830	.8679	.9501
15.0	0.5339	0.6188	0.7036	0.7858	0.8707	0.9528
16.0	.5366	.6215	.7064	.7885	.8734	.9555
17.0	.5394	.6242	.7091	.7913	.8761	.9583
18.0	.5421	.6270	.7119	.7940	.8789	.9610
19.0	.5448	.6297	.7146	.7967	.8816	.9637
20.0	0.5476	0.6325	0.7173	0.7995	0.8843	0.9665
21.0	.5503	.6352	.7201	.8022	.8871	.9692
22.0	.5531	.6379	.7228	.8049	.8898	.9720
23.0	.5558	.6407	.7255	.8077	.8926	.9747
24.0	.5585	.6434	.7283	.8104	.8953	.9774
25.0	0.5613	0.6461	0.7310	0.8132	0.8980	0.9802
26.0	.5640	.6489	.7338	.8159	.9008	.9829
27.0	.5667	.6516	.7365	.8186	.9035	.9856
28.0	.5695	.6544	.7392	.8214	.9062	.9884
29.0	.5722	.6571	.7420	.8241	.9090	.9911
30.0	0.5750	0.6598	0.7447	0.8268	0.9117	0.9939
31.0	.5777	.6626		.8296		.9966

Tabela 7 (2ª parte) – Fração de ano que representa uma determinada data⁹

Qual será então o ponto zero do calendário maia? No início do calendário maia, temos que $CL = 0$, então $A = DJ = 584\ 283$, e o correspondente ponto zero do calendário maia é 11 de agosto de 3114 a.C. no calendário gregoriano, ou 6 de setembro de 3114 a.C no calendário juliano¹⁰, data que não tem um significado histórico ou astronômico claro.

⁹ Aveni, A. (1991), págs. 241 e 242

¹⁰ Um programa para conversão de Data Juliana em Data do calendário Juliano se encontra no Apêndice IV

Segundo A. Aveni (1994), o autor que mais publicou artigos sobre arqueoastronomia maia nos últimos anos, a correlação 584283 é “a única que concorda tanto com os dados astronômicos quanto com os etnohistóricos e por isso eu a considero a única admissível.”¹¹

	<i>Ano</i>	<i>Número de dias julianos</i>
<i>a.C.</i>	500	1 538 432
	400	1 547 957
	300	1 611 482
	200	1 648 007
	100	1 684 532
	0	1 721 057
<i>d.C.</i>	100	1 757 582
	200	1 794 107
	300	1 830 632
	400	1 867 157
	500	1 903 682
	600	1 940 207
	700	1 976 732
	800	2 013 257
	900	2 049 782
	1000	2 086 307
	1100	2 122 832
	1200	2 159 357
	1300	2 195 882
	1400	2 232 407
1500	2 268 932	
1600	2 305 457	
1700	2 341 982	
1800	2 378 507	
1900	2 415 032	

Tabela 8 – Número de dias julianos do dia zero de cada século (500 a.C. a 1500 d.C.)

¹¹Aveni (1994), pág. S25

Um bom argumento a favor da correlação GMT é a correspondência que em muitos casos existe entre os acontecimentos astronômicos registrados nas inscrições e os obtidos com base em cálculos astronômicos modernos.

Aveni (1994) faz um estudo estatístico sobre a aparente coincidência entre datas históricas e eventos astronômicos, em especial ciclos sinódicos, eclipses lunares e solares e conjunções de planetas. Aveni examina 98 datas em inscrições de diversas lugares, como Palenque, Tikal, Copán, Bonampak, Yaxchilam, Lacandon e Quiriguá. O estudo só inclui datas que estão acompanhadas por hieróglifos e/ou iconografia que têm forte probabilidade, *a priori*, de estar relacionada com eventos astronômicos reais.

O resultado do estudo aponta que existem algumas correlações deliberadas entre a informação cronológica nos monumentos e fenômenos astronômicos que aconteceram realmente. Aveni conclui que alguns monumentos provavelmente marcam eventos celebratórios que requeriam cenários astronômicos: Vênus no céu, retorno da estrela da manhã, retrogradação de Júpiter etc.

Aveni diz que, pelo menos no que diz respeito a eclipses, estatisticamente nada pode ser concluído. Mas algumas inscrições com certeza foram feitas deliberadamente com a finalidade de registrar eventos espetaculares como eclipses e conjunções de dois planetas ou mais.

O estudo também revela que um dos governantes de Palenque tinha fixação por Júpiter, e a apreciação do seu movimento retrógrado era culturalmente difundida. Talvez, se mais algum códice tivesse sobrevivido, uma tábua do movimento retrógrado de Júpiter estaria entre eles (assim como o códice de Dresden apresenta um fragmento de uma tábua do movimento retrógrado de Marte).

A *tabela 9* mostra duas inscrições de datas em monumentos maias, dentre as várias apresentadas por Aveni (1994). As datas do Cálculo Longo foram convertidas por Aveni usando a correlação GMT. Muitas destas datas coincidem com eclipses visíveis na Mesoamérica. Usamos o Programa para simulações de eclipses *Emapwin Ver. 1.01* para mostrar como exemplo os eclipses da *tabela 9*, como pode ser observado nas *figuras 23 a e b* e *23 a e b*. A faixa vermelha mostra os locais onde o eclipse total ou anular foi visível. As linhas amarelas mostram as regiões que viram o eclipse parcial. Não foram encontradas

inscrições para todos os eclipses que ocorreram na mesoamérica na época maia, como foi o caso do eclipse total mostrado na *figura 25*.

	Cálculo Longo	Calendário Juliano	Local / Contexto ritual ou histórico	Calendário Gregoriano	Tipo de eclipse
1	9.15.12.11.13	2 fev 744 d.C.	Tikal / Guerra	19 jan 744 d.C	Anular central
2	9.7.10.16.8	4 set 584 d.C	Caracol	11 ago 584 d.C	Total

Tabela 9 - Datas do Cálculo Longo associadas a eclipses

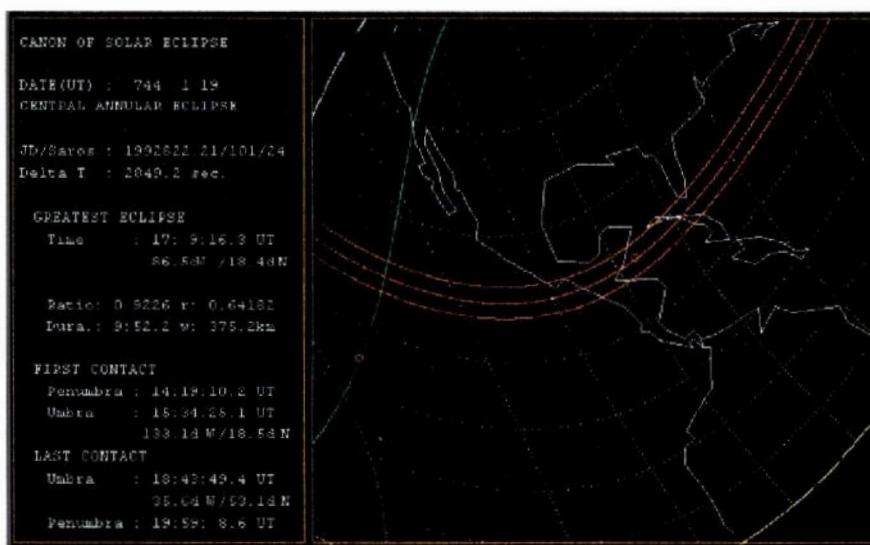


Figura 23 - Eclipse 744 d.C. (a)

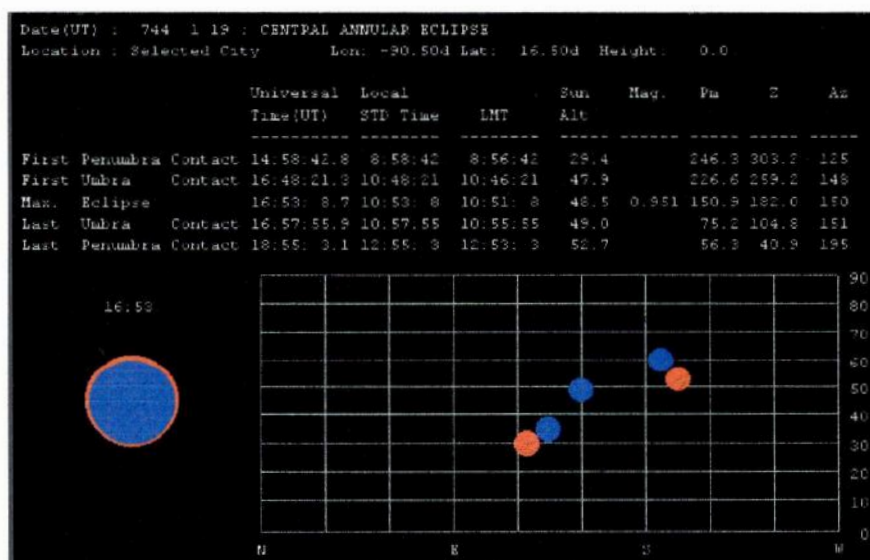


Figura 23 – Eclipse 744 d.C. (b)

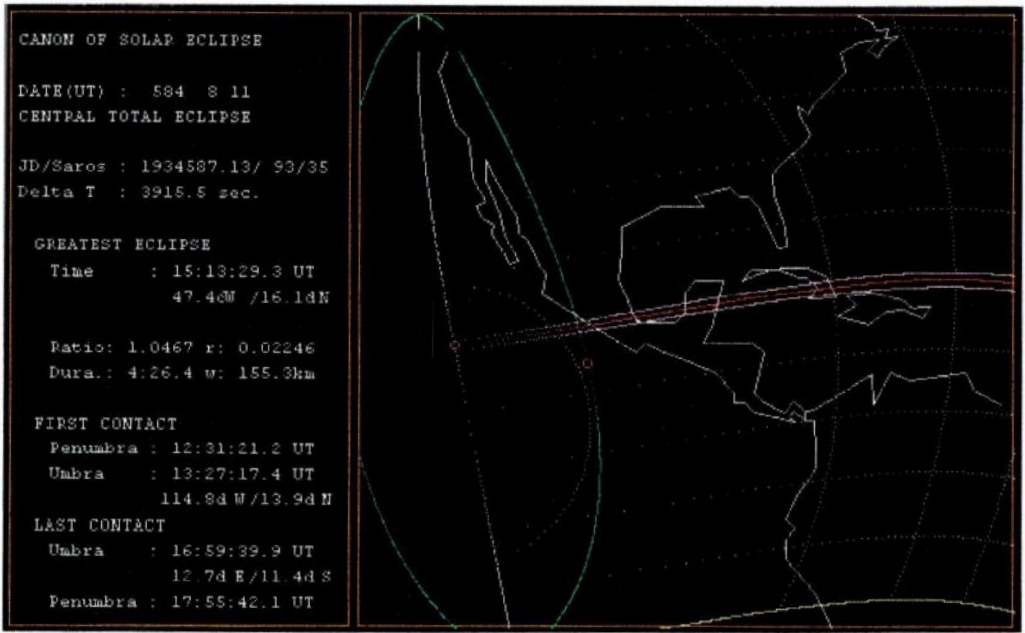


Figura 24 - Eclipse 584 d. C. (a)

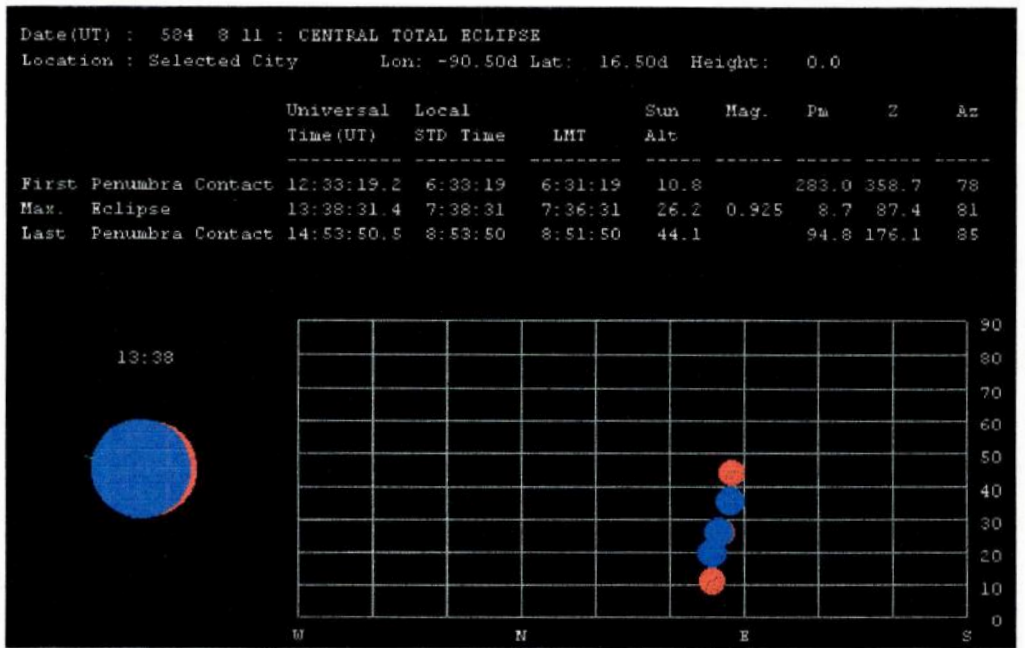


Figura 24 - Eclipse 584 d. C. (b)

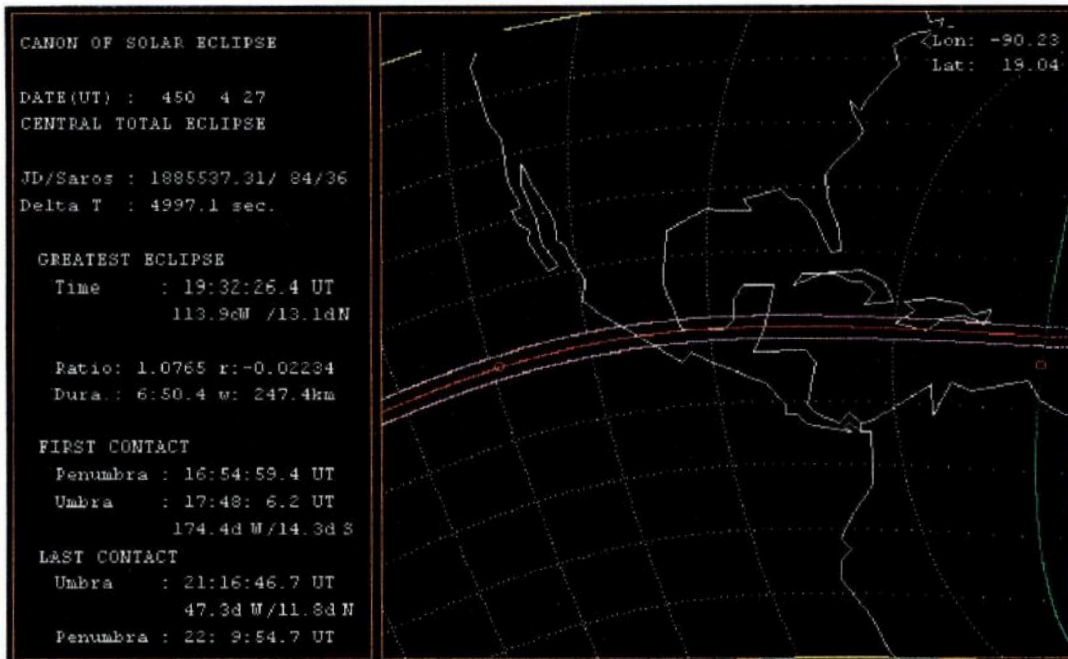


Figura 25 - Eclipse 450 d. C. (a)

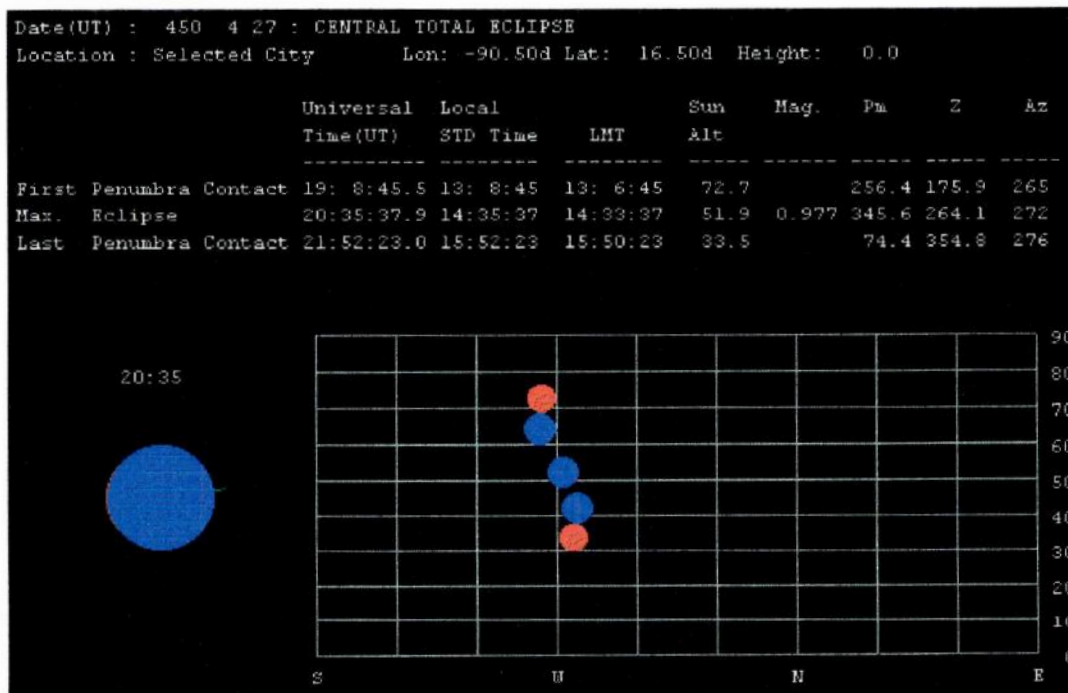


Figura 25 - Eclipse 450 d. C. (b)

5.2 A correlação de Smiley

Em contraste com a correlação GMT, derivada historicamente, a correlação de Smiley representa uma filosofia distinta na busca pela resposta para o problema da correlação. Evitando toda data histórica por sua falta de confiabilidade, Smiley se concentra em uma solução puramente astronômica do problema, utilizando como base de sua correlação o pressuposto de que certas inscrições registram acontecimentos astronômicos e intervalos entre estes. A Equação Ahau dada pela correlação de Smiley é $A = 482\ 699$, que situa o ponto zero 278 anos antes que a correlação GMT. O número de Smiley se baseia na suposição muito razoável de que, no Códice de Dresden, os astrônomos maias trataram de vincular os eclipses solares com as conjunções planetárias, principalmente as de Vênus. Utilizando a data do Cálculo Longo da página 24 do códice e as datas derivadas correspondentes às páginas 46-50:

- a) 9.8.3.16.0 1 Ahau 3 Xul
- b) 9.9.9.16.0 1 Ahau 18 Kayab (pág. 24 do Códice de Dresden)
- c) 9.11.3.2.0 1 Ahau 13 Mac
- d) 9.12.16.6.0 1 Ahau 8 Chuen
- e) 9.14.2.6.0 1 Ahau 18 Uo
- f) 9.15.15.10.0 1 Ahau 18 Pax

Smiley buscou um eclipse solar visível na América Central ocorrido próximo de uma conjunção de Vênus. Encontrou que em 22 de dezembro de 344 d.C. houve essa condição e igualou essa data à data do Cálculo Longo da pág. 24 (data *b* anterior) para obter sua equação Ahau. Valendo-se do número de Smiley, se encontrou que cada uma das datas restantes dadas anteriormente caíam a um dia de um possível eclipse, assim como estariam “notavelmente próximas” (são palavras de Smiley) das datas de conjunções superiores e inferiores de Vênus: para as datas anteriores, as diferenças são -13, +4, -6, -14, -1 e -10 dias. Smiley também encontra idades da Lua em concordância substancial com aquelas dos glifos D e E de muitas estelas. Mesmo assim, sua correlação atribui importância

astronômica a três datas de série inicial registradas na página 52 da tabela de eclipses. Datas estas que cairiam em um equinócio de outono, uma lua cheia e um eclipse do Sol, o eclipse de 23 de outubro de 477 d.C., embora pela nossa verificação, o eclipse citado acima não tenha sido observado na região maia. Deve-se ter presente que cinco das seis datas dadas acima usadas por Smiley para obter sua correlação não estão escritas como datas de série inicial, e sim foram derivadas a partir de posições na roda calendária. Três datas mais podem ser derivadas da tabela de Vênus, mas Smiley as ignorou.

5.3 A correlação de Frederick Martin

Martin afirma que a correlação GMT não produz uma série de eclipses que corresponda à seqüência de eclipses registrada no Códice de Dresden. Parte então em busca de uma correlação que produza uma seqüência de eclipses, tanto lunares quanto solares simultaneamente, que corresponda perfeitamente à tabela de eclipses do Códice de Dresden, e portanto mais apropriada para o Período Clássico maia (250 a 1100 d.C.). Usando uma seqüência gerada por computador dos nomes dos dias maias na roda calendária complementada com dados astronômicos do U. S. Naval Observatory entre 1900 e 1992, Martin reconstruiu uma seqüência de eclipses e voltou ao período clássico para ver exatamente onde a seqüência se encaixaria nos dados do códice.¹² Encontrada a correspondência perfeita, Martin acha uma nova correlação, $A = 563\ 334$, e portanto uma nova data zero: 29 de abril de 3171 a.C. Argumentos históricos e etnográficos também são usados por Martin (1997) para refutar a correlação GMT.

5.4 Discussão sobre as correlações

Muitas correlações puramente astronômicas se baseiam na suposição de que os sacerdotes maias registravam a observação de cometas, supernovas e conjunções

¹² Para ver o estudo detalhado consulte: Martin, F. (1995).

planetárias. Em muitos casos, é difícil julgar a validade de uma correlação puramente astronômica, pois, de maneira muito semelhante ao problema da orientação de construções, há uma certa tentação em se jogar com os números. Com suficiente tolerância, é possível concordar com muitos dados astronômicos. Os críticos de Smiley, por exemplo, sugerem que os seus resultados são coincidência.

Kelley (1976) sugeriu que nenhuma correlação de bases históricas ou astronômicas pode ser considerada absolutamente correta, em função das discrepâncias com dados astronômicos registrados nos códices e nos monumentos. Kelley também duvida de algumas das bases históricas da correlação de Thompson, e insiste na idéia de que a consistência das correlações deve ser constantemente submetida ao teste dos acontecimentos astronômicos e fatos históricos que vão sendo disponibilizados.

Um exemplo de teste pode ser a comparação das idades da Lua segundo as diversas correlações para datas registradas em uma seleção de estelas, verificando até que ponto os glifos D e E concordam com os cálculos. A *tabela 10* mostra os resultados estatísticos que contrapõem a correlação de Spinden à correlação GMT, para inscrições provenientes de Copán. Os números entre parênteses são as diferenças entre as idades lunares calculadas e inscritas, que se supõem medidas a partir da Lua Nova. Na parte inferior das duas colunas está o desvio padrão do valor glífico em dias.

De acordo com os resultados dessa tabela, a correlação GMT é a mais apropriada, ao menos para o calendário de Copán, embora nenhuma das duas correlações concorde de maneira absoluta com as idades da Lua registradas nas estelas.

Frederick Martin, com seu discurso ácido, diz que os argumentos a favor da correlação proposta por ele serão considerados conclusivos ou não dependendo do seu investimento na correlação GMT. Se você publicou livros e artigos usando a correlação GMT, os argumentos são “irrelevantes, inconclusivos e sem bases, especulação”.

Monumento	Cálculo Longo	Idade da Lua (Glifos D e E)	Idade da Lua por Spinden	Idade da Lua pela GMT
Estela 20	9.1.10.0.0	25	8 (13)	25 (10)
Data 1 da E. H.	9.5.19.13.0	25	1 (6)	18 (-7)
Estela 9	9.6.10.0.0	25	8 (12)	27 (2)
Data 3 da E. H.	9.7.5.0.8	2	17 (15)	7 (5)
Estela 7	9.9.0.0.0	13	27 (14)	13 (0)
Estela P	9.9.10.0.0	9	24 (-14)	10 (1)
Data 5 da E. H.	9.9.14.17.5	23	7 (14)	23 (0)
Estela 12	9.10.15.0.0	3	15 (12)	5 (2)
Estela 23	9.10.18.12.8	5	15 (10)	4 (-1)
Estela 10	9.10.19.13.0	23	5 (12)	23 (0)
Estela 19	9.10.19.15.0	4	15 (11)	3 (-1)
Estela 13	9.11.0.0.0	5	15 (10)	4 (-1)
Estela 5 de Altar	9.11.15.0.0	28	11 (12)	27 (-1)
Estela 1	9.11.15.14.0	12	25 (13)	11 (-1)
Estela I	9.12.3.14.0	0	14 (14)	0 (0)
Altar H	9.12.8.3.9	22	5 (12)	21 (-1)
Estela 6	9.12.10.0.0	22	8 (15)	24 (2)
Altar K	9.12.16.7.8	0	11 (11)	0 (0)
Estela J	9.13.10.0.0	18	1 (12)	19 (1)
Estela 5	9.13.15.1.0	8	21 (13)	7 (-1)
Estela A	9.14.19.8.0	15	0 (-15)	16 (1)
Estela D	9.15.5.0.0	9	21 (12)	9 (0)
Data 11 da E.H.	9.15.12.10.10	24	5 (10)	21 (-3)
Estela M	9.16.5.0.0	5	17 (12)	4 (-1)
Estela N	9.16.10.0.0	1	14 (13)	2 (1)
Desvio padrão do valor glífico (em dias)			12.7	2.0

Tabela 10 - Idades da Lua registradas nas estelas de Copán em comparação com as idades da Lua previstas pelas correlações de Spinden e GMT.

Um consenso entre todos os maianistas é que a correlação que satisfaça a maior variedade de provas em todos os campos é a mais próxima da verdade. Segundo Kelley, essas provas seriam:

- a) Dados modernos e coloniais sobre o ciclo de 52 anos (geralmente consistentes, com uma variação de alguns dias.
- b) Dados coloniais sobre o ciclo de um katun: parte desta informação é inconsistente e talvez inútil para inscrições do período clássico.
- c) Evidência de correções calendáricas em materiais mixtecos e zapotecos, que sugeririam a possibilidade de que *a* não seja apropriado para o Período Clássico.
- d) Os dados históricos e arqueológicos, que indicam o provável fim para o período tolteca em 1200 d.C. e o começo em torno de 10.2.0.0.0 do Cálculo Longo maia (869 d.C.).
- e) A determinação de datas mediante o carbono radioativo, o arqueomagnetismo e outras técnicas geofísicas sugerem que o fim do período clássico ocorreu há 850 d.C., com uma tolerância em torno de 300 anos.
- f) Dados astronômicos:
 - 1) Tábua de Vênus: Qual o propósito da data 9.9.9.16.0, que aparece na pág. 24 do códice de Dresden? Os maias corrigiram esta tábua ou a usaram sem corrigir para medir o grau do desvio das observações a partir dos valores da tábua?
 - 2) Tábua de Eclipses: É uma tábua de eclipses visíveis ou uma tábua de previsões?
 - 3) Júpiter, Saturno, Marte: o conhecimento de seus nomes e atributos calendáricos pode ser decisivo para resolver o problema da correlação.

Um dos grandes problemas no que se refere às correlações é a falta de rigor dos autores quando se referem às datas. Quando se referem à datas cristãs, raramente especificam se estão usando datas no calendário juliano ou gregoriano proléptico. Muitos autores também utilizam o calendário juliano ou gregoriano com um ano zero, que na realidade não existiu (depois de 1 a.C seguiu-se o ano 1 d.C.), o que se reflete em seus resultados como datas defasadas de um ano.

6. Conclusões e Perspectivas

“...não se pode ler nenhum texto sobre o tema da arqueoastronomia sem incluir controvertidos temas vinculados à difusão da cultura, ao mito sobre o mundo e aos arquétipos jungianos.”

Anthony Aveni (1991)

Somente nas últimas décadas os pesquisadores da História da Ciência começaram a atribuir a devida importância à ciência chamada “periférica”, ou seja, a ciência praticada na América pré-colombiana, países orientais, Portugal, Espanha e Brasil, entre outros. O desenvolvimento da ciência não é linear, e a “ciência periférica” não pode ser de maneira alguma desprezada. Para os que gostam de exemplos contundentes, foi na Índia que surgiu o sistema decimal posicional, que o mundo ocidental utiliza hoje, e a primeira tabela de senos conhecida. Os chineses inventaram a pólvora. Foi um povo que passou mais de 20 000 anos isolado no continente americano que desenvolveu uma matemática e um calendário que só vieram a ter concorrentes à altura mil anos depois no Velho Mundo.

Há muito o que estudar e descobrir a respeito dessas civilizações, as pesquisas sistemáticas estão apenas começando. Este Projeto Final está muito mais voltado para “jogar lenha na fogueira” levantando questões para debates do que para apresentar respostas. É importante que estudos sejam feitos com urgência, pois culturas e tecnologias estão se perdendo no tempo, como as cosmogonias das tribos indígenas, especialmente as brasileiras, que estão se aculturando, e como as tecnologias de construção das catedrais góticas, das caravelas, e tantas outras que já se perderam.

Talvez nossa própria formação cultural, mais especificamente minha própria formação astronômica ocidental, tenha me feito voltar várias vezes à mesma pergunta: os antigos astrônomos mesoamericanos praticavam ciência? De uma maneira quase inconsciente somos tentados a apreciar o valor do seu intelecto sob o viés desta interrogação. Mas a pergunta perde o sentido quando entendemos que o estilo americano nativo de perceber a natureza é distinto do nosso, assim como sua busca de conhecimento. É um sistema de crenças inteiramente distinto. Muitas das coisas que pensamos nunca lhes interessaram, e seus conceitos parecem estranhos aos ocidentais modernos. Um princípio de harmonia cósmica rege a existência no pensamento mesoamericano. A noção científica da

explicação mediante a predição, a curiosidade científica e o desejo de dominar as forças da natureza carecem de analogias no sistema de pensamento dos americanos nativos.

Não obstante, se quisermos responder à pergunta sobre uma possível astronomia científica maia, devemos nos dar conta de que os maias podem ter desenvolvido suas tabelas de previsão astronômica mediante técnicas de observação a olho nu, traduzidas na arquitetura e passando por etapas sucessivas de refinamento com o decorrer do tempo. Seu calendário era um instrumento de predição, cuja precisão melhora com o tempo, conforme se refinam as observações. Nesse sentido, a astronomia maia concorda com a definição de astronomia científica dada por Aaboe (pág. 16).

Para o não iniciado, a cosmovisão mesoamericana adquire os contornos dos nossos confusos critérios sobre as motivações dos antigos astrônomos, e do nosso costume ocidental de visualizar o universo como uma hierarquia de órbitas em um espaço bem definido e não como ciclos de tempo em uma eternidade. A elevada natureza da visão temporal mesoamericana do universo é bem exemplificada pelo estudo das tábuas lunares do Códice de Dresden. Apesar de não terem o conceito geométrico dos nodos da órbita lunar, seus registros mostram que foram capazes de abstrair um sistema original e muito eficaz para a previsão de eclipses. Não necessitaram dos nodos lunares nas suas hipóteses. Também não dependiam da posição oscilante da Lua no horizonte como os povos megalíticos da velha Europa. Os maias, em um determinado momento, se emanciparam de fazer observações cotidianas, como os gregos e os babilônios, passando a observações menos regulares com o objetivo de testar e fortalecer seus modelos universais.

Quando começarmos a nos empenhar em observar e analisar em vez de julgar e avaliar os antigos sistemas astronômicos não ocidentais, teremos nos livrado do paradigma existente que obstrui o conhecimento no campo da arqueoastronomia. Nosso estudo do sistema astronômico de uma cultura extinta que floresceu no isolamento pode nos ajudar a entender melhor a natureza humana.

A força e beleza da diversidade humana está bem exemplificada no primeiro capítulo deste Projeto Final, que aborda diversos calendários desenvolvidos por diferentes culturas. O calendário maia, talvez o mais peculiar, na verdade são três calendários distintos que se acoplam: O *Cálculo Longo*, uma espécie de “Dia Juliano maia”, o *Tzolkin*, o

calendário ritual de 260 dias, e o *Haab*, o calendário civil de 365 dias. O *Tzolkin* e o *Haab* se acoplam formando o ciclo temporal de 52 anos, tão importante para a cultura maia.

A diversidade humana é sentida até mesmo dentro do próprio mundo maia, já que nenhuma correlação concorda com todos os dados astronômicos, sugerindo que não havia um calendário unificado em todo o mundo maia.

Se cada cidade tiver adotado um ponto de partida diferente para o calendário, não haverá apenas uma correlação apropriada, e sim várias delas, uma para cada local. Isso explicaria porque a correlação de Spinden concordaria com as datas das cidades mais ao Norte, enquanto a GMT concordaria melhor com as cidades do Sul.

Também não pode ser descartada a possibilidade do calendário ter sofrido algum tipo de ajuste ou correção. Neste caso, teríamos correlações distintas para períodos diferentes da história maia. Como vimos no último capítulo, para o período clássico a melhor correlação é a do Frederick Martin para o Códice de Dresden, e a GMT para inscrições em diversas cidades.

A grande fronteira da arqueoastronomia no continente americano talvez esteja no estudo dos hopis e navajos, ao norte, e nas civilizações dos Andes, ao Sul. As crônicas e os quipus sul-americanas ainda não foram submetidas a estudos profundos, talvez pelo receio por parte dos pesquisadores em enfrentar uma cultura desprovida de escrita. No Brasil, que não apresenta monumentos ou uma escrita da época anterior à chegada dos portugueses, há estudos tímidos sendo conduzidos no campo da arqueoastronomia, principalmente sobre inscrições rupestres com temas astronômicos em cavernas e estudos sobre possíveis orientações em arranjos de pedras.

O mais instigante, a meu ver, no que se refere à arqueoastronomia está resumido na epígrafe que abre estas conclusões, e será objeto dos meus estudos em trabalhos futuros. Tanto a cosmologia brãmã quanto a maia apresentam as direções cardeais representadas por cores diferentes, construções com orientações cardeais, deidades direcionais e portadores do céu. Essas semelhanças são esperadas porque todos observamos o mesmo universo através do olho humano comum? Era de se esperar a forma tão singular com que os maias utilizaram o tempo, em comparação às outras civilizações? Ou ainda, será que os maias realmente foram tão singulares na questão do tempo?

Os debates certamente serão acalorados.

Apêndice I

Glossário

Ano sideral: Intervalo de tempo necessário para que o Sol complete uma volta em relação as estrelas fixas (365,25636 ou 365 dias, 6 h, 9 min e 9,54 seg).

Ano solar ou ano trópico: Intervalo de tempo decorrido entre duas passagens consecutivas do Sol pelo equinócio vernal (365,242199 dias ou 365 dias, 5 h, 48 min, 45,97 seg).

Azimute: Ângulo contado no plano do horizonte, desde a direção Norte, no sentido para Leste, até o vertical do astro.

Calendário: Sistema de cômputo de um intervalo relativamente longo de tempo, no qual se aplica um conjunto de regras baseado na Astronomia, e com convenções próprias, capazes de servir de meios de referência e contagem dos dias para as necessidades da vida civil e religiosa, assim como para as da cronologia.

Calendário Gregoriano: Calendário resultante da reforma introduzida em 1582 pelo papa Gregório XIII. Este calendário corrige o juliano.

Calendário Juliano: Calendário resultante da reforma introduzida por Júlio César no calendário romano em 45 a .C.

Calendário Vago: Chamam-se vagos todos os calendários, quer solares, quer lunares, que não possuem um sistema de intercalação para corrigir as datas civis dos acontecimentos astronômicos. Desse modo, as estações percorrem sucessivamente todos os meses do ano.

Ciclo de Saros: Ciclo de eclipses similares que se repete depois de um período de aproximadamente 18,03 anos (6 585,32 dias).

Ciclo metoniano (ou metônico): o período (6939,6 dias ou 19 anos) em que a lua cheia volta à mesma data do ano calendárico.

Conjunção: Posição em que um planeta, visto da Terra, faz um ângulo de 0 grau com o Sol, ou o mais próximo possível disso. Estará então muito próximo angularmente e será difícil observá-lo.

Conjunção inferior: Ocorre quando um planeta interior está entre o Sol e a Terra.

Conjunção Superior: Ocorre quando o Sol fica entre a Terra e um planeta interior.

Data da reforma do calendário juliano para gregoriano: 4 de outubro de 1582 d.C.

Data Juliana: Dia juliano acrescido da parte fracionária do dia.

Declinação: Ângulo, medido sobre um círculo horário, entre o Equador celeste e o paralelo que passa pela estrela. Por convenção, a declinação é positiva para estrelas do hemisfério norte e negativa para as do Sul.

Dia Juliano: Número de dias transcorridos desde 1° de janeiro de 4713 a .C., ao meio dia de Greenwich.

Dia Sideral: Intervalo de tempo entre duas passagens sucessivas de uma estrela qualquer, quênã o Sol, sobre um mesmo meridiano.

Dia Solar: Intervalo de tempo entre duas passagens sucessivas do Sol sobre um mesmo meridiano.

Elongação: distância angular entre um planeta (ou a Lua) e o Sol.

Elongação Máxima: Ocorre quando o ângulo, visto da Terra, entre o Sol e um planeta interno é máximo. Neste caso, o planeta pode ser observado poucas horas antes do Sol nascer, ou poucas horas depois do Sol ter se posto.

Duração média do Ano Juliano: 365,25 dias

Duração média do Ano Gregoriano: 365,2425 dias

Idade da Lua: Intervalo de tempo, medido em dias, entre a Lua Nova e uma dada posição da Lua. A Idade da Lua varia entre 1 e 29,5 dias (Lua Nova: 0d, Quarto Crescente: 7,5d, Lua Cheia: 15d, Quarto Minguante: 22,5d).

Mês Sideral: Intervalo de tempo médio para a Lua percorrer 360° da órbita em relação às estrelas (27d, 7h, 43min, 12,0seg)

Mês Sinódico ou Lunação: Intervalo de tempo médio entre duas fases lunares iguais consecutivas (29,530589 dias ou 29 dias, 12 h, 44 min e 2,9 seg).

Nascer helíaco: nascimento de um astro pela primeira vez pouco antes do Sol nascer.

Número de lunações em um ano: 12,368267

Planeta interior: planeta cuja distância ao Sol é menor que a distância da Terra ao Sol (Mercúrio e Vênus).

Período Sinódico: intervalo de tempo entre duas configurações idênticas de um planeta.

Período Sinódico de Vênus: 583,92 dias (584 dias em média).

Quadratura: configuração de um planeta quando sua elongação é de 90° .

Trânsito: Ocorre quando um planeta em conjunção inferior passa exatamente na frente do Sol, visto da Terra. Como o plano das órbitas dos planetas é diferente, esse fenômeno torna-se bastante raro.

Apêndice II

Conversão de datas maias

A) Data maia → Data cristã (Calendário Juliano)

Como exemplo, vamos converter a data da Placa de Leyden, 8.14.3.1.12, usando a correlação GMT ($A = 584\ 284$).

1) Converter o Cálculo Longo para número de dias:

8	baktuns	×	144 000	=	1 152 000	dias
14	katuns	×	7 200	=	100 800	
3	tuns	×	360	=	1 080	
1	uinal	×	20	=	20	
12	kins	×	1	=	12	
<hr/>						
total					1 253 912	dias

2) A este total acrescentamos a equação Ahau para a correlação GMT (ver a *tabela 3*), obtendo assim o número de dias julianos:

1 253 912 dias
+ 584 283
1 838 195 dias

3) Utilizando a *tabela 5*, escolhemos o número de dia juliano mais próximo (porém menor que) o número obtido de dias. No nosso caso, será 1 830 632 (correspondente a 300 d.C.). Subtrai-se então esta quantidade do número dado de dias:

1 838 195 dias
-1 830 632
7 563 dias

Desse modo, a data reduzida equivale a 300 d.C. + 7563 dias.

- 4) Agora, converteremos 7563 dias em ano, mês e dia. Para isso, dividimos pelo número de dias médio do ano juliano (já que estamos interessados em obter uma data no calendário juliano):

$$7563 \div 365,25 = 20,7064 \text{ anos}$$

A data passa então a ser 320,7064 d.C.

- 5) Para converter a porção decimal da data em mês e dia do mês utilizamos a *tabela 4*. Encontramos então que a data correspondente a ,7064 é 16 de setembro. Como 320 d.C. foi um ano bissexto, deve-se subtrair um dia. Portanto a data que queremos encontrar é:

$$8.14.3.1.12 = 15 \text{ de setembro de } 320 \text{ d.C. (GMT)}$$

B) Data Cristã (Calendário Juliano) → Data Maia

Vamos converter, a título de exemplo, 22 de dezembro de 344 d.C., data em que ocorreu um eclipse do Sol num solstício de inverno, usando a correlação de Smiley (ver a *tabela 3*).

- 1) Utilizando a *tabela 4*, convertemos 22 de dezembro em uma fração decimal de ano. Como 344 d.C. foi um ano bissexto, devemos avançar uma linha na *tabela*. Desse modo:

$$22 \text{ de dezembro de } 344 \text{ d.C.} = 344,9747 \text{ d.C.}$$

2) Dividimos agora esse intervalo na soma de séculos mais o número inteiro de dias mais próximo:

$$\begin{aligned}344,9747 \text{ anos} &= 300 \text{ anos} + 44,9747 \text{ anos} \\ &= 300 \text{ anos} + 44,9747 \times 365,25 \text{ dias/ano} \\ &= 300 \text{ anos} + 16\,427 \text{ dias}\end{aligned}$$

3) Usamos agora a *tabela 5* para converter o ano do século em dias julianos:

$$\begin{aligned}300 \text{ anos} &= 1\,830\,632 \text{ dias} \\ 22 \text{ de dezembro de } 344 \text{ d.C.} &= 1\,830\,632 \text{ dias} + 16\,427 \text{ dias} = 1\,847\,059 \text{ dias}\end{aligned}$$

4) Colocando o valor encontrado acima na equação de Ahau, e usando $A = 482\,699$, o número da correlação de Smiley (*tabela 3*), temos:

$$\begin{aligned}CL &= DJ - A \\ CL &= 1\,847\,059 - 482\,699 \\ CL &= 1\,364\,360\end{aligned}$$

5) Converteremos agora esse número de dias em um Cálculo Longo maia:

$$\begin{aligned}1\,364\,360 \div 144\,000 &= 9 \text{ (resto} = 68\,360) \\ 68\,360 \div 7200 &= 9 \text{ (resto} = 3\,560) \\ 3\,560 \div 360 &= 9 \text{ (resto} = 320) \\ 320 \div 20 &= 16 \text{ (resto} = 0)\end{aligned}$$

Assim: 22 de dezembro de 344 = 9.9.9.16.0.

Apêndice III

Programa para calcular os valores de X, Y e Z

Este programa foi elaborado em JavaScript e gentilmente cedido pelo astrônomo Marco Aurélio Rocca de Andrade. Comentários foram inseridos entre as linhas para um melhor entendimento do programa.

Antes de executar o programa, substitua o valor de S que você deseja no lugar do S (em vermelho) no programa. Por exemplo, se você usar $S = 50$, obterá como resposta do programa uma caixa de alerta com os valores de Z, X e Y, respectivamente: 18250 50 70.

PROGRAMA:

```
<!doctype html public "-//w3c//dtd html 3.2//en">

<html>

<head>
<title>Caça número</title>
<meta name="GENERATOR" content="Arachnophilia 4.0">
<meta name="FORMATTER" content="Arachnophilia 4.0">

<script language="JavaScript1.2">

<!-- CRIA UM VETOR Z QUE ARMAZENARÁ OS RESULTADOS -->
var z=new Array;
zindex=0;

<!-- INICIA UM CONTADOR EM X QUE COMEÇA EM 0 E VAI ATÉ 100
ACRESCENTANDO 1 A SI MESMO A CADA FINAL DE OPERAÇÕES-->
for (x=0;x<=100;x++)
{
<!-- ESCREVE NA TELA O VALOR DE X, EM VERMELHO GRANDE, E QUEBRA
UMA LINHA -->
    document.write("<font color=red size=+3>X = "+x+" </font><br>");

<!-- INICIA UM CONTADOR EM Y QUE COMEÇA EM 0 E VAI ATÉ 100
ACRESCENTANDO 1 A SI MESMO A CADA FINAL DE OPERAÇÕES-->
```



```

        for (y=0;y<=100;y++)
            {
<!-- ESCREVE NA TELA O VALOR DE Y E QUEBRA UMA LINHA -->
                document.write("Y = "+y+"<br>");

<!-- VERIFICA SE O PAR X,Y OBEDECE À EQUAÇÃO E, SE SIM, CARREGA 365*X
COMO O VALOR DO PRÓXIMO ELEMENTO DO VETOR Z -->
                if (365*x==260*y+S)
                    {
                        z[zindex]=365*x;

<!-- ENVIA CAIXA DE ALERTA DIZENDO O ÍNDICE DO RESULTADO NO VETOR
Z, O RESULTADO EM SI (365*X), X E Y -->
                        alert(zindex+ " " + z[zindex] + " "+ x + " "+ y);

<!-- INCREMENTA EM 1 O ÍNDICE NO VETOR Z -->
                        zindex++;
                    }
            }
    }
</script>

</head>

<body bgcolor="#ffffff" text="#000000" link="#0000ff" vlink="#800080"
alink="#ff0000">

</body>

</html>

```

Apêndice IV

Conversão de uma data juliana em data gregoriana e vice-versa

```
c      *****Programa que Calcula Dia Juliano*****
c
c      Ano positivo = Depois de Cristo
c      Ano negativo = Antes de Cristo
c
c      Calendario Gregoriano foi adotado em 15 de outubro de 1582
c      PARAMETER(IGREG=15+31*(10+12*1582))
c      WRITE(*,*)'ENTRE COM DIA, MES E ANO'
c      READ(*,*)ID,MM,IANO
c      IF(IANO.EQ.0)PAUSE'NAO EXISTE ANO ZERO'
c      IF(IANO.LT.0)IANO=IANO+1
c      IF(MM.GT.2)THEN
c          JA=IANO
c          JM=MM+1
c          ELSE
c          JA=IANO-1
c          JM=MM+13
c      ENDIF
c      JULDIA=INT(365.25*JA)+INT(30.6001*JM)+ID+1720995-1
c      IF(ID+31*(MM+12*IANO).GE.IGREG)THEN
c          JAA=INT(0.01*JA)
c          JULDIA=JULDIA+3-JAA+INT(0.25*JAA)
c      ENDIF
c      WRITE(*,*)'DIA JULIANO'
c      WRITE(*,*)JULDIA
c      STOP
c      END
```

c *****Programa que Calcula a Data Gregoriana*****

```
C DADO O DIA JULIANO, CALCULA O DIA, MES E ANO
PARAMETER(IGREG=2299161)
WRITE(*,*)'ENTRE COM O DIA JULIANO'
READ(*,*)JULIAN
IF(JULIAN.GE.IGREG)THEN
    JALPHA=INT(((JULIAN-1867216)-0.25)/36524.25)
    JA=JULIAN+1+JALPHA-INT(0.25*JALPHA)
ELSE
    JA=JULIAN
ENDIF
JB=JA+1524
JC=INT(6680.+((JB-2439870)-122.1)/365.25)
JD=365*JC+INT(0.25*JC)
JE=INT((JB-JD)/30.6001)
ID=JB-JD-INT(30.6001*JE)
MM=JE-1
IF(MM.GT.12)MM=MM-12
IYYY=JC-4715
IF(MM.GT.2)IYYY=IYYY-1
IF(IYYY.LE.0)IYYY=IYYY-1
WRITE(*,*)'DIA  =', ID
WRITE(*,*)'MES  =', MM
WRITE(*,*)'ANO  =', IYYY
STOP
END
```


BIBLIOGRAFIA

- America's Ancient Skywatchers*, National Geographic, vol.177, n° 3, março de 1990, págs. 76 a 107.
- Assafin, M. e Saldanha, A., *Calendários*. Publicação especial n° 07 do Observatório Nacional. 1989.
- Astronomy of the ancients*. Edited by Kenneth Brecher and Michael Feirtag. The MIT Press. Second printing, 1980.
- Aveni, A. F., *Tropical Archaeoastronomy*, Science, vol. 213, n° 4504, 10 de julho de 1981, pág. 161-171.
- Aveni, A. F., *Archaeoastronomy in the Maya Region: A Review of the Past Decade*. Archaeoastronomy n° 3 (JHA, xii (1981a)). S1-15.
- Aveni, A. F. e Hartung H. *The observation of the Sun at the time of passage through the zenith in Mesoamerica*. Archaeoastronomy n° 3 (JHA, xii (1981b)). S51-69.
- Aveni, Anthony F., *Observadores del cielo en el México antiguo*, Fondo de Cultura Económica, México, 1991.
- Aveni, A. F. e Hotaling, L. D., *Monumental Inscriptions and the Observational Basis of Maya Planetary Astronomy*. Archaeoastronomy n° 19 (JHA, xxv (1994)). S21-54.
- Aveni, A. F., Morandi, S. J. e S. J. Peterson, P. A., *The Maya Number of Time: Intervalic Time Reckoning in the Maya Codices, Part I*. Archaeoastronomy n° 20 (JHA, xxvi (1995)). S1-28.
- Aveni, A. F., Morandi, S. J. e S. J. Peterson, P. A., *The Maya Number of Time: Intervalic Time Reckoning in the Maya Codices, Part II*. Archaeoastronomy n° 21 (JHA, xxvii (1996)). S1-32.
- Boczko, R., *Conceitos de Astronomia*. Editora Edgard Blücher Ltda. 1984.
- Bricker, V. R. e Bricker, H. M., *The Seasonal Table in the Dresden Codex and related almanacs*. Archaeoastronomy n° 12 (JHA, xix (1988)). S1-60.
- Brosche, P. e Maupomé, L. *The Sacred Calendar and Venus*. Archaeoastronomy n° 15 (JHA, xii (1990)). S51-55.
- Duncan, D. E., *Calendário*. Ediouro, 1999.

Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac, P. Kenneth Seidelmann, editor, University Science Books (<http://astro.nmsu.edu/~lhuber/leaphist.html>)

Gendrop, P., *A Civilização Maia*. Jorge Zahar Editor, 1987.

Kelley, D. H., *Astronomical Identities of Mesoamerican Gods*. *Archaeoastronomy* n° 2 (JHA, xi (1980)). S1-52.

Martin, F., *Venus and the Dresden Codex Eclipse Table*. *Archaeoastronomy* n° 20 (JHA, xxvi (1995)). S57-73.

Martin, F., *Mayan Astronomy*, 1997. (<http://mayanastro.freesevers.com>)

Meeus, J. e Smith, V. G. *A new test for Maya astronomical observations: occultations of Venus by the Moon*. *Archaeoastronomy* n° 9 (JHA, xvi (1985)). S97-101.

Morley, S. G., *La Civilización Maya*, Fondo de Cultura Económica, México, 1956.

Soustelle, J., *Os Astecas*, Difel, São Paulo, 1972.

Sprajc, I. *The Venus-Rain-Maize Complex in the Mesoamerican World View: Part I*. *Journal for the History of Astronomy*, xxiv (1993), 17-70.

Sprajc, I. *The Venus-Rain-Maize Complex in the Mesoamerican World View: Part II*. *Archaeoastronomy*, n° 18 (JHA, xxiv (1993)). S27-53.

Thompson, J. E. S., *Grandeza y decadencia de los Mayas*, Fondo de Cultura Económica, México, 1992.

The Maya, National Geographic, vol. 148, n° 6, dezembro de 1975, págs. 728 a 811.

Whitrow, G. J., *O Tempo na História*, Jorge Zahar Editor, 1993.

World Archaeoastronomy. Edited by Anthony F. Aveni, Cambridge, 1989.

Obras citadas

Aaboe, A. (1974), *Scientific Astronomy in Antiquity*, em "The place of astronomy in the ancient world", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 276: 21-42.

Aveni, A. (1975a) *Possible astronomical orientations in ancient Mesoamerica*, em *Archaeoastronomy in pre-Columbian America*, ed. By A. Aveni (Austin, 1975);

Aveni, A., Gibbs, S. e Hartung, H. (1975b), *The Caracol Tower at Chichen Itza: an Ancient astronomical observatory?*, *Science*, clxxxviii (1975), 977-85.

Berlin, H. (1958), *El glifo "emblema" en las inscripciones mayas*, *Journal de la Société des Américanistes*, n.s., 47: 111-119, Paris.

Bowditch, C. P. (1910), *The numeration, calendar systems and astronomical knowledge of the Mayas*, Cambridge University Press, Cambridge.

Brinton, D. (1895), *A primer of Mayan hieroglyphs*, University of Pennsylvania Series in Philology, Literature and Archaeology, 3 (2), Filadelfia.

Closs, M. P., Aveni A. F. e Crowley (1984), *The Planet Venus and Temple 22 at Copán, Indiana*, ix, (1984), 234f.

Códice de Dresde (Dresdensis), Sächsische Landes Bibliothek, Dresde; *Codices Selecti* vol. LIII, Akad. Druck-u Verlag, Graz.

Códice Grolier (ver Coe, 1973)

Códice Madrid (Tro-Cortesiano), Museo de América, Madrid; *Códices Selecti* vol. VIII, Akad. Druck-u Verlag, Graz.

Códice Paris (Peresiano), Bibliothèque Nationale, Paris; *Codices Selecti* vol. IX, Akad. Druck-u Verlag, Graz.

Coe, M. D. (1973), *The Maya scribe and his world*, Grolier, New York.

Durán, D. (1951), *Historia de las Indias de Nueva-España y Islas de Tierra Firme*, Editora Nacional, México.

Förstemann, E. W. (1906), *Commentary on the Maya Manuscript in the Royal Public Library of Dresden*, Peabody Museum of American Archaeology and Ethnology Papers, 4, Cambridge, Mass.

Goodman, J. T. (1897), *The Archaic Maya inscriptions*, Apêndice do vol. VI de A. P. Maudslay, *Biologia Centrali-Americana (Archaeology)*, Porter, Londres.

Graham, I. (1975-), *Corpus of Maya hieroglyphic inscriptions*, Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Cambridge, Mass. (5 volumes até 1980)

Hawkins, G. S. (1964), *Stonehenge decoded*, Doubleday, New York.

Kingsborough, E. (1831), *Antiquities of Mexico: Comprising facsimiles of ancient Mexican paintings and hieroglyphs*, 4 volumes, Havell, Londres.

Landa, D. de (1978), *Relación de las cosas de Yucatán (1556)*, Editorial Porrúa, México.

Las Casas, B. de (1976), *Apologética história sumária...* (2 vols, Cidade do México, 1976).

Marshack, A. (1972), *The Roots of Civilization*, McGraw Hill, New York.

Maudslay, A. P., (1889-1902), *Archaeology. Biologia Centrali-Americana*, 5 Volumes, Porter, Londres.

Morley, S. G. (1915), *An Introduction to the study of Maya Hieroglyphs*, Bureau of the American Ethnology Bulletin, 57. (Reimpresso em 1975 por Dover Publications, Nova York.)

Proskouriakoff, T. (1960), *Historical implications of a pattern of dates at Piedras Negras*, Guatemala, *American Antiquity* 25: 245-475.

Sahagún, B. de (1985), *Historia general de las cosas de Nueva España*, 6th ed, Cidade do México.

Spinden, H. J. (1930), *The Maya dates and what they reveal*, Brooklyn Institution of Arts and Sciences, *Science Bulletin* 4(1), p. 17-19.

Stephens, J. L. (1841), *Incidents of Travel in Central America, Chiapas and Yucatan*, 2 volumes, Harper, New York. (Reimpresso em 1969 por Dover Publications, New York)

Stephens, J. L. (1843), *Incidents of Travel in Yucatan*, 2 volumes, Harper, New York. (Reimpresso em 1961 por Dover Publications, New York)

Teeple, J. (1930), *Maya astronomy*, Carnegie Institution of Washington Publications, 405, contr.2, Washington, D.C.

Thompson, J. E. S. (1950), *Maya hieroglyphic writing: an introduction*, Carnegie Institution of Washington Publications, Washington, D. C.

Thompson, J. E. S. (1962), *A catalog of Maya hieroglyphs*, University of Oklahoma Press, Norman.

Thompson, J. E. S. (1971), *Maya hieroglyphic writing: a introduction*, 3rd edn (Norman, 1971).

¹³Thompson, J. E. S. (1972), *A commentary on the Dresden Codex, A Maya hieroglyphic book*, American Philosophical Society Memoirs, 93, Filadelfia.

¹³ Este livro foi publicado juntamente com o Códice de Dresden pelo *Fondo de Cultura Económica*, México (versão em espanhol). Algumas livrarias do Rio de Janeiro têm convênio com o *Fondo de Cultura Económica*, entre elas a Livraria Padrão.