

União da Vitória, 10 de dezembro de 1985

*Valmir de França*  
*Clube Unesco de Ciências do Vale do Iguaçu*  
*União da Vitória - Paraná*

## USO DO ANALEMA

Dando continuidade ao artigo iniciado no número anterior de "Terra e Cultura" – "Construção de um Relógio-de-Sol", você verá detalhadamente a montagem e uso do Analema.

O Analema é uma figura idêntica a um "8", podendo ser marcado através de um gnomom, ou, caso o caro leitor seja um aficionado em fotografia poderá valer-se desse conhecimento e montar um analema num filme fotográfico. Faça um dispositivo que controle o diafragma da máquina fotográfica, para que a mesma seja disparada uma vez por semana, estando fixa em um mesmo lugar e apontando para o Norte geográfico. O disparo deve ser feito quando o relógio marcar meio-dia. No decorrer de um ano completo, a revelação da fotografia mostrará os pontos feitos pelo Sol formando um "8", que é o Analema.

De posse do gnomom, você notará que dia a dia a sombra do meio-dia solar mudará de posição durante o ano, ora à Oeste da Linha Meridiana outras vezes no lado Leste, existindo sempre uma diferença entre o Tempo Solar Verdadeiro e o Tempo Solar Médio, do local.

Analema, palavra de origem grega, significa: repetir, recomeçar, retornar. O "oito" apresenta na sua trajetória uma sucessão de pontos, onde os pontos representam os dias do ano. A componente Norte-Sul de cada ponto, dá a declinação do Sol naquela data ao passo que a componente Leste-Oeste indica os graus de diferença, ou os minutos de hora em que o Sol se acha a Leste ou Oeste do Meridiano ou Linha do "Sol Médio Local".

O Sol Médio entende-se como se a órbita terrestre fosse circular e o eixo polar perpendicular ao plano de órbita, o Sol pareceria mover-se em direção Leste entre as estrelas com velocidade constante, completando uma volta por ano. Seria um relógio ideal, e chegaria ao meridiano do observador com o seu relógio solar em intervalos iguais, Relógios que funcionam com velocidade constante indicam o Tempo Médio Solar, quer dizer o Sol Médio imaginário que se moveria uniformemente através do equador celeste. Mas, tal velocidade é desigual, cuja revolução da Terra segue as Leis da Mecânica Celeste, mais precisamente de Kepler, e também da variação da inclinação do eixo terrestre, a precessão dos equinócios, os dias são desiguais durante o transcorrer do ano, tal fenômeno terá como consequência a diferença entre o tempo

do Sol Médio e o Sol Real no céu determinada pela “Equação do Tempo”, projetada na linha da componente Leste-Oeste.

Mesmo que a diferença entre duas passagens meridianas superiores é raramente maior do que poucos segundos, essas diferenças se acumulam de tal forma, que a 3 de novembro o Sol está mais alto às 11h e 44 min de tempo local enquanto que em 13 de fevereiro ele culminará às 12 h e 14 min.

Dimensionando-se a figura da sombra projetada pelo Sol, onde 1 minuto de tempo representa 15 minutos de arco, essas diferenças poderão ser lidas à esquerda e à direita da linha meridiana do Analema.

Para utilizar o Analema, você moverá o cursor até que sua linha vertical coincida com o mês e dia desejados da seguinte forma:

a) A linha da declinação indica o ângulo que o Sol faz com o Equador Celeste;

b) A linha vertical do cursor mostra quantos minutos o Sol culmina antes ou depois do meio-dia solar, por exemplo: a 6 de outubro o cursor indicará uma declinação de 5° no Hemisfério Sul celeste e a 6 minutos adiantado, de modo que temos que subtrair 6 minutos da hora solar, indicada num Relógio-de-Sol;

### Tempo Legal Brasileiro ( \* ) – C.E.A.

“O Tempo Legal Brasileiro é, no entanto, a hora oficial do país. Esse faz também que o Sol culmine antes ou depois do meio-dia legal anunciado pelos órgãos de comunicações. Por cada grau de Longitude terrestre ao Oeste de Greenwich, o Sol culmina 4 minutos mais tarde. Em 35° W (Recife) será  $35 \times 4 = 140$  min (2h20min); no Estado do Rio, 45° W será  $45 \times 4 = 180$  min (3h); e no Mato Grosso, 55°W será  $55 \times 4 = 220$  min (3h40min) depois do Meridiano Inicial de Greenwich. No Recife, o Sol culmina 40 min antes e no Mato Grosso 40 min depois do Rio de Janeiro. O Tempo Legal Brasileiro para todo o Leste do país tem por isso uma diferença média de 3 horas de Greenwich.”

“Para ler num Relógio-de-Sol a Hora Legal Brasileira, e não somente a Hora Solar Local e a Hora Média Solar, esta pelo uso do Analema, fazemos o seguinte cálculo:

Hora solar local (relógio solar) . . . . .	08h 45min
Sol adiantado, dia 12/10 (Equação do Tempo) . . . . .	-0h 13min
Culminação 35°W Greenwich (Long Recife) . . . . .	+0h 40min
Hora Legal Brasileira . . . . .	09h 12min

Este exemplo poderá ser aplicado para o seu meridiano.”

(\*) Orientação publicada no analema publicado pelo Clube Estudantil de Astronomia (C.E.A.) por Jorge Polmann.

### Modelo para Montagem de um Analema

Você tem à disposição uma cópia do Analema que, poderá ser copiado e empregado para as leituras das horas registradas em seu Relógio-de-Sol. O mesmo poderá ser construído sobre um papelão, com um cursor móvel (linha Oeste-Leste). Faça um bom uso deste experimento e divulgue entre seus alunos.

## BIBLIOGRAFIA

- BOCZKO, Roberto. Conceitos de Astronomia. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 1984.
- CANIATO, Rodolpho. O Céu; Projeto Brasileiro para o Ensino de Física - Vol. I. Campinas, Ed. Fundo Tropical de Pesquisas e Tecnologia, 1979.
- FRANÇA, Valmir de. O Clube de Ciências no Contexto Geoducacional. Monografia apresentado no Simpósio de Ciências Experimentais, IBECC/CNPq/USP, 1982. Clube UNESCO de Ciências do Vale do Iguaçu, União da Vitória-PR, 1982.
- NEGRÃO, Luiz Hernani de Almeida. O Seu Primeiro Relógio-de-Sol. Boletim do Clube de Astronomia do Rio de Janeiro (CARJ), Vol. 4, nº 2, 1978, Rio de Janeiro.
- POLMANN, Pe. Jorge. Observação Solar. Apostila do Clube Estudantil de Astronomia - Analema, cap. III, Recife-PE.
- RAISZ, Erwin. Cartografia Geral. Ed. Científica, 1969, Rio de Janeiro.
- RONAN, Colin A. Los Amantes de la Astronomia. Barcelona, Espanha, Ed. Blume, 1982.
- VORONTSOV, B.A. Veliaminov. Problemas y Ejercícios Práticos de Astronomia, Moscou, Ed. MIR, sd.

