

Projeto de Observação: Trânsito de Mercúrio em 09 de Maio de 2016

Helio C. Vital / Seção de Eclipses da REA

Introdução e Circunstâncias Globais

Cerca de treze vezes por século, o fugaz e arredio Mercúrio pode ser visto como um pequenino círculo negro cruzando o disco solar, numa espécie de mini-eclipse, que recebe a denominação **Trânsito de Mercúrio**.

Em 9 de Maio de 2016, mais um desses interessantes eventos poderá ser apreciado em todas suas fases desde todo o Brasil e sob circunstâncias observacionais muito favoráveis. Veja a [Trajetória de Mercúrio pelo disco solar](#) calculada por Espenak para o centro da Terra. Ela pouco dependerá da posição geográfica do observador, embora por efeito da paralaxe, diferenças de até 2 minutos possam ocorrer nos instantes dos contatos.

Devido ao fato de o trânsito ocorrer em Maio, quando o planeta encontra-se mais afastado do Sol e mais próximo da Terra, o diâmetro aparente de Mercúrio será de 12,0", em contraste com o valor de 10" dos trânsitos que ocorrem junto ao seu periélio, em Novembro. Mesmo assim, ele seu disco será visto 158,4 vezes menor que o do Sol (950,4") e Mercúrio ocultará apenas a diminuta fração de 1/25000 do disco solar.

Circunstâncias dos contatos para o Leste Brasileiro

A visibilidade do evento em várias cidades brasileiras do Leste Brasileiro terá início às 08:14, Horário Oficial de Brasília (TU-3h), quando ocorrerá o disco de Mercúrio tocará externamente o disco do Sol a apenas 7 graus do ponto Leste do disco solar medido para o Norte. Durante os 3 minutos e 12 segundos seguintes, o disco de Mercúrio estará cruzando o limbo do Astro-Rei em ângulo de 19,4° relativo à normal. O contato II (08:17) ocorrerá quando o disco de Mercúrio tangenciar internamente o limbo solar. Durante 7 horas e meia, Mercúrio percorrerá de Leste para Sudoeste em frente ao disco solar uma corda com extensão de aproximadamente 30 minutos de arco. A maior aproximação do centro disco ocorrerá às 11:58 (Maior Trânsito) e será igual a 1/3 do raio solar em ângulo de posição de 154°. Por fim, a saída de Mercúrio terá início às 15:39 (segundo tangenciamento interno dos limbos - contato III), completando-se às 15:42 (limbos tocam-se externamente pela segunda vez - contato IV). A altura do Sol sobre o horizonte de cidades do Leste Brasileiro variará em torno de 22° no

início e no final do trânsito, sendo de cerca de 52° no meio do fenômeno. Além disso, o planeta percorrerá em frente ao disco solar 1 segundo de arco a cada 15 segundos de tempo em média.

Atividades Observacionais Sugeridas

Os equipamentos utilizados na monitoração de manchas solares e eclipses solares parciais e anulares também podem ser usados na observação desse evento. As atividades observacionais sugeridas são:

1. Cronometragem dos contatos de **entrada (I e II) (início de manhã) e saída** (III e IV) (meio da tarde),
2. Registro (filmagem e fotografia) da evolução do trânsito, em especial junto aos instantes dos contatos.

Cronometragens dos Contatos

O **contato I** ocorre quando o disco de Mercúrio tangencia externamente o limbo solar. Na prática, esse instante não pode ser observado em luz branca, devido à inexistência de superposição dos discos. Na prática, alguns segundos decorrem até que se forme uma sutil deformação ou reentrância no limbo solar com dimensões suficientes para ser percebida por um observador atento, munido de instrumental adequado e sob condições observacionais favoráveis.

Recomenda-se que o ponto onde deverá ocorrer o contato I seja identificado previamente. Ele terá ângulo de posição de 83 graus, medidos ao longo do limbo no sentido anti-horário (para Leste) a partir do Norte do disco solar. Registros fotográficos ou filmagem em luz branca, com aumentos telescópios entre 100 e 400x, com apresentação simultânea da hora (com erro inferior a $\pm 0,3s$) devem ser realizados, principalmente junto aos instantes dos contatos. Tais registros serão usados para extrapolação do instante do primeiro contato.

O uso de filtros de hidrogênio-alfa poderá permitir a identificação da silhueta de Mercúrio em frente à cromosfera ou às proeminências mesmo antes do primeiro contato.

Nos instantes finais da entrada (precedentes ao contato II) e nos instantes iniciais da saída (seguintes ao contato III), observa-se que o disco de Mercúrio parece ligar-se ao limbo solar por um apêndice escuro. O **contato (II/III)** corresponderá ao instante em que essa interessante ligação, denominada **gota negra**, (desaparecer/aparecer) e o planeta (ficar/deixar de ficar) totalmente circundado pela luz do Sol, respectivamente. O fim do

trânsito ocorrerá em ângulo de posição de 225° , ou seja, coincidente com o ponto Sudoeste do disco.

O Fenômeno da Gota Negra e Incertezas nas Cronometragens

Mais proeminente quando observada em condições atmosféricas e instrumentais precárias, a gota negra é produzida pela perda de resolução da imagem dos limbos solar e planetário, os quais se tornam difusos e "manchados", interpenetrando-se e formando uma região escura e indefinida entre eles junto aos contatos internos. Esse fenômeno se deve aos efeitos combinados da turbulência atmosférica ($\sim 3,5''$) e de difração instrumental ($\sim 1''$), além de outras possíveis limitações inerentes ao sistema óptico utilizado ($\sim 1''$). Além dessas causas, análises de observações de satélites também comprovaram que o fenômeno da gota negra também resulta da difração da luz solar nas bordas solar e planetária, cujos efeitos são potencializados pelo escurecimento brusco da fotosfera junto ao limbo solar ($\sim 1''$). Procure registrar com precisão de $\pm 1s$ quando a gota negra aparece e quando ela desaparece.

Em quadratura, essas fontes de erro poderão gerar uma região indefinida com cerca de 4 segundos de arco de extensão na imagem de um instrumento amador mediano sob condições satisfatórias de estabilidade e transparência atmosféricas nas baixas alturas dos contatos. Esse valor poderá então se aproximar de $1/3$ do diâmetro aparente do disco de Mercúrio.

Admitindo-se um erro médio igual a $1/3$ do comprimento dessa região indefinida, ou seja, correspondente a $1/9$ da dimensão do planeta ou do tempo de passagem em frente ao limbo, estimamos um erro estatístico médio aproximado de $3 \text{ min.}/9$ ($0,3 \pm 0,1$) minuto (1 sigma) para os tempos dos contatos a serem registrados.

Registro (filmagem e fotografia) da evolução do trânsito

A monitoração do evento com câmeras fotográficas ou filmadoras acopladas ao telescópio, deve ser priorizada junto aos contatos, buscando também registrar o fenômeno da gota negra. Por favor, envie suas observações, incluindo as características do seu equipamento e condições atmosféricas para o e-mail: lunissolar@gmail.com.

Circunstâncias para Algumas Cidades Brasileiras

A Tabela 1 abaixo lista as circunstâncias do trânsito de Mercúrio em 09 de Maio de 2016 calculadas para algumas capitais brasileiras. Os cálculos são do autor e baseiam-se em algoritmos e elementos besselianos divulgados por Jean Meeus (*Transits*, Willmann-Bell, Inc., 1989), tendo sido utilizada a previsão mais recente para ΔT ($=68,34s$).

Dados para mais cidades capitais podem ser encontrados no [Almanaque Astronômico 2016 de CEAMIG](#) ou calculados pelo Programa [Helios Transits.zip](#) desenvolvido pelo autor.

Tabela 1: Circunstâncias para Cidades Brasileiras

Cidade	Contato	TU-3h	Altura (°)
		Hora de Brasília	
Belo Horizonte	I	08:13:50	25
	II	08:17:01	25
	III	15:38:49	23
	IV	15:41:59	22
Brasília	I	08:13:55	23
	II	08:17:06	24
	III	15:38:47	28
	IV	15:41:57	28
Florianópolis	I	08:13:50	17
	II	08:17:02	18
	III	15:39:05	22
	IV	15:42:16	22
Fortaleza	I	08:13:46	37
	II	08:16:57	38
	III	15:38:19	25
	IV	15:41:30	25
Porto Alegre	I	08:13:51	14
	II	08:17:02	14
	III	15:39:12	23
	IV	15:42:23	22
Recife	I	08:13:41	38
	II	08:16:52	39
	III	15:38:22	20
	IV	15:41:33	20
Rio de Janeiro	I	08:13:48	24
	II	08:16:59	24
	III	15:38:53	21
	IV	15:42:03	20
São Paulo	I	08:13:51	21
	II	08:17:02	21
	III	15:38:57	23
	IV	15:42:08	23

Instruções para Uso do Programa de Trânsitos

O programa de trânsitos poderá ser executado em sistemas que suportem o MS-DOS, como versões Windows de 32 bits. Sistemas de 64 bits, Mac ou Android exigirão um programa emulador para criar o ambiente MS-DOS necessário para sua execução. Ao acessar [este link](#), um pequeno arquivo de apenas 24k, correspondente a um diretório compactado, será baixado. Ao descompactá-lo na raiz do disco C: ou D: de seu computador, aparecerão 1 arquivo executável (HELIOS.exe) e 14 arquivos de dados (.txt), os quais incluem Elementos Besselianos calculados por Jean Meeus, a diferença Delta T(TT-UTC)(observada em eventos passados ou extrapolada para eventos futuros), a hora do trânsito máximo e o número do planeta (Vênus=2), necessários para cálculo de 10 eclipses de Mercúrio e 4 eclipses de Vênus. Todos os 15 arquivos deverão ser descompactados pro mesmo diretório. Bastará então clicar sobre o nome do programa (HELIOS) para executá-lo. Caso isso não ocorra e se o seu sistema for de 32 bits, verifique se todos os 15 arquivos estão situados num mesmo diretório de primeiro nível do disco, exemplo: C:\Transitos\. Pois o HELIOS não rodará caso esteja localizado em diretórios mais profundos, como C:\Astro\Transitos\, a menos que um emulador do MS-DOS (como o DOSBox, por exemplo) seja usado para redirecionar o sistema para o programa. Os nomes dos arquivos de entrada são mnemônicos. Dessa forma, para o próximo trânsito, digite m16 na entrada, sendo m para Mercúrio e 16 para 2016. Outros exemplos são: m99 (trânsito de Mercúrio em 1999), v4 (trânsito de Vênus em 2004) etc.

História das Observações de Trânsitos

Saiba mais sobre a interessante história das observações dos trânsitos de Mercúrio e como elas foram usadas para determinação da Unidade Astronômica, lendo [este excelente artigo do Prof. Oscar T. Matsuura](#).

Recomendação Importante

Olhar para o Sol sem proteção adequada pode causar cegueira permanente, por isso, não tente observar este evento sem o uso de um filtro apropriado para a observação do Sol. Em caso de dúvida quanto à segurança de seu equipamento, utilize a projeção da imagem do Sol, que é um recurso mais seguro e que dispensa o uso de filtros para observação solar. Usando a ocular de menor aumento (mais luminosa), projete a imagem do Sol diretamente sobre um anteparo plano que proporcione uma imagem com contraste apropriado. Mesmo nesse caso,

