

Revista  
Brasileira de

# ASTRO NOMIA

Produzida pela Sociedade  
Astronômica Brasileira

Ano 3 | Encarte Especial 2

Curso

# Astronomia na Esfera

Segunda parte de um curso montado pelo Prof. Roberto Boczko

---

# Editorial

*O curso de Astronomia na Esfera, redigido pelo Prof. Roberto Boczko, prossegue neste encarte digital ao número 10 da Revista Brasileira de Astronomia.*

*Desta vez, Roberto Boczko esmiuça o fenômeno das estações do ano do ponto de vista astronômico. Seu texto traz diversas explicações que permitem ao leitor entender como o conceito pode ser testado experimentalmente pelo uso de uma vareta vertical fincada ao solo – um gnômon –, bem como vincular modelos mais elaborados que relacionam a posição do Sol na esfera celeste com o plano da órbita terrestre e seu período orbital.*

*Ao leitor mais culto, o texto talvez pareça muito básico, porém Boczko nos lembra que o ensino da Astronomia no Brasil sofre já desde esses conceitos básicos, pois são muitos os professores do Ensino Fundamental que não sabem explicar corretamente o fenômeno das estações do ano, por inadequação do currículo escolar durante sua própria formação. Esperamos que esse material ajude a sanar essa lacuna.*

*A terceira parte do curso está prevista para setembro.*

*Helio Jaques Rocha Pinto  
Presidente da Sociedade Astronômica Brasileira*

## **Esquerda**

Órion no céu durante o inverno europeu (Crédito: Evgeni Tcherkasski/Pixabay).

## **Página seguinte**

Detalhe do Orloj, o famoso relógio astronômico de Praga (Crédito:Pixabay).

## **Contra-cap**

Aurora boreal na Islândia (Crédito: Kamil Grygo/Pixabay).

# Revista Brasileira de Astronomia

produzida pela  
Sociedade Astronômica Brasileira

**Conselho Editorial** Alan Alves Brito,  
Reinaldo Ramos de Carvalho, Lucimara  
Martins, Ramachrisna Teixeira,  
Thiago Signorini Gonçalves

**Editor** Helio J. Rocha-Pinto

**Equipe de colaboradores** Hélio Dotto  
Perottoni, Mylena Larrubia, Matheus Bernini  
Peron, Douglas Brambila dos  
Santos, Maria Luiza Ubaldo de Melo

**Contato** secsab@sab-astro.org.br

**Para anunciar** Fale com Rosana no email  
acima ou ligue (11) 3091-8684,  
Seg. a Sex. 10 às 16 h.

**Para submissões**

Contacte um membro do conselho editorial



**Presidente**

Helio J. Rocha-Pinto

**Vice-Presidente**

Lucimara Martins

**Secretária-Geral**

Daniela Pavani

**Secretária**

Maria Jaqueline Vasconcelos

**Tesoureiro**

Alex Cavalieri Carciofi

**Endereço**

Sociedade Astronômica Brasileira

Rua do Matão, 1226

05508-090 São Paulo – SP

<http://www.sab-astro.org.br>



# ENSINANDO ASTRONOMIA BÁSICA: ESTAÇÕES DO ANO

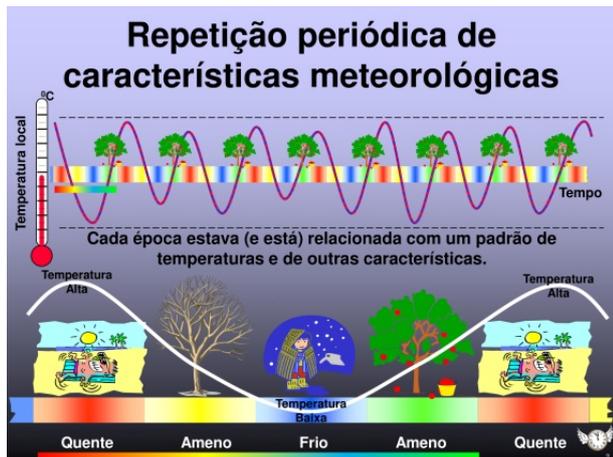
Roberto Boczko

Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, IAG-USP

**N**a primeira parte deste curso, que foi publicada no encarte digital à Revista Brasileira de Astronomia #9, descrevemos o movimento anual aparente do Sol e a correlação das posições do Sol com as estações do ano. Nesse encarte vamos esmiuçar melhor os fatos associados com as estações do ano.

## Constatação das estações do ano

Perde-se no tempo quando o ser humano percebeu que ocorriam mudanças cíclicas nas condições meteorológicas e agrícolas de seu *habitat* (a pronúncia mais usada é "hábitat").



A história antiga mostra que há mais de 5 milênios chineses, egípcios e mais tarde mesopotâmios já faziam experiências para descobrir o período dessa *ciclicidade*. A experiência a seguir

mostra a engenhosidade do ser humano para obter o valor desse período.

## Determinação da duração do ano das estações

Como vimos no item “Observando o movimento diurno aparente do Sol”, na primeira parte do curso, ao meio-dia verdadeiro a sombra de um poste vertical, chamado de *gnômon*, atinge seu comprimento mínimo; sua direção se dá na chamada *linha do meridiano*.



A observação diária dessa sombra ao meio-dia, que chamaremos de *sombra meridiana*<sup>1</sup>, nos leva a quatro constatações particulares:

1. Qualquer que seja o dia em que a observação meridiana é feita, a sombra mínima do dia terá sempre a mesma direção, a saber, a do meridiano;

<sup>1</sup> Meridiano = que ocorre ao meio-dia; Meridional = que ocorre ao sul.

2. A cada dia, a sombra mínima do dia tem comprimento diferente do comprimento da sombra do dia anterior;
3. Existe um comprimento mínimo e um comprimento máximo dessa sombra meridiana ao longo de muitos dias;
4. Verifica-se que existe uma *correlação* entre o comprimento da sombra do gnômon ao meio-dia e as condições climáticas e agrícolas locais: (a) Quando a sombra ao meio-dia é a *mínima* de todas, é uma época *quente* e (b) quando essa sombra é *máxima*, é uma época mais *fria*.

Ora, com essa experiência os antigos puderam associar o período das variações cíclicas de seu *habitat* com o comprimento da sombra do gnômon. Definiram, então, a *duração* do ano como sendo o período de tempo para que ocorressem 2 sombras mínimas (ou 2 máximas) consecutivas. A contagem dos dias passados nesse período resultou em *365 dias*.

A conclusão dos antigos: o ano das estações tem 365 dias.

Como veremos mais tarde, esse é um valor aproximado. Sabemos hoje que o ano das estações, também chamado de ano trópico, tem aproximadamente 365 dias 05 horas 48 minutos e 46 segundos.

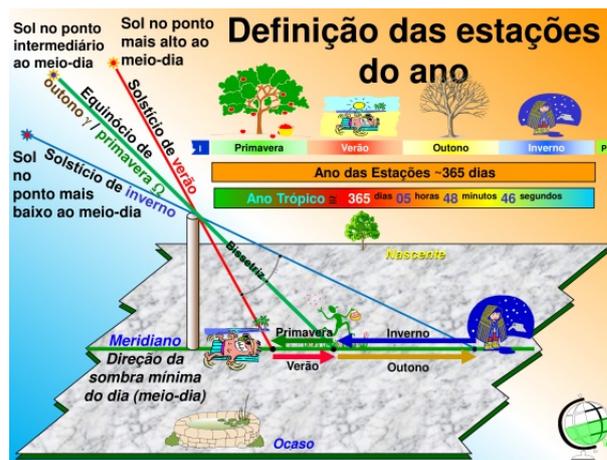
## Definição de cada estação do ano

Muito bem... definimos o ano das estações e medimos sua duração.

Mas... quais são as estações do ano e como definir cada uma delas?

Quando a sombra do gnômon ao meio-dia é a mais *curta* de todo o ano, é porque o Sol se encontra na sua posição mais *alta* no céu e isso ocorre na época mais *quente* do ano. Ao contrário, quando a sombra meridiana é a mais *comprida*, o Sol está na sua posição mais *baixa* no céu e é a época mais *fria* do ano.

Ora... se há um dia em que o Sol meridiano es-



tá o mais alto e outro em que ele está o mais baixo, então deve haver uma data em que ele está na sua posição *média*. Essa posição está na *bissetriz* do ângulo formado pelas direções mais alta e mais baixa. Chamemos de *Pé da Bissetriz* o ponto em que ela atinge o meridiano.

Agora estamos prontos para definir as 4 estações convencionais.

O *Verão* é o intervalo de tempo que vai desde o instante em que a sombra meridiana é a mínima do ano até o instante em que a sombra meridiana atinge o Pé da Bissetriz.

O *Outono* é a estação que vai desde o instante em que a sombra meridiana está no Pé da Bissetriz até que ela atinja o ponto em que a sombra meridiana é a mais longa do ano.

O *Inverno* começa quando a sombra meridiana é a mais longa do ano e se estende até que a sombra meridiana atinja novamente o Pé da Bissetriz, mas agora deslocando-se no sentido oposto do observado na definição do Verão.

Finalmente, a *Primavera* é definida como sendo o intervalo de tempo entre a sombra meridiana se deslocar desde o Pé da Bissetriz até o ponto de sombra meridiana mais curta do ano.

Note que a definição do início e do fim de cada estação é arbitrária. Algumas culturas usam definições diferentes das definições astronômicas que acabamos de descrever.

Em muitas culturas passadas, principalmente



naquelas em que as diferenças climáticas e agrícolas das diferentes estações eram muito acentuadas, o início do ano era ligado ao início da primavera, pois associavam o renascer da vegetação com o reinício de cada ano.

O ano das estações era, então, definido como o intervalo de tempo entre 2 *inícios* sucessivos da primavera local.

Em alguns locais do norte brasileiro, os moradores definem o verão como sendo a época da seca e o inverno como a época das chuvas. Ironicamente, essas condições pluviais ocorrem nas estações astronômicas opostas àquelas definidas localmente: o verão deles ocorre no inverno definido astronômicamente e o inverno deles ocorre no verão astronômico!

## Equinócios e solstícios

Uma constatação interessante feita pelos nossos ancestrais: nos dias dos inícios da primavera e do outono, as durações do dia e da noite eram iguais. Em latim denominaram estas datas de *equinócios*. Assim, temos o equinócio de primavera e o equinócio de outono locais.

Outra observação feita pelos antigos astrônomos: conforme a data do início do verão ia se aproximando, a posição do Sol, ao meio-dia, ia subindo dia após dia, até que na data do início do verão o Sol estava na posição mais elevada de sua trajetória; a partir daí, ele começava a descer desse máximo. Então, no dia do início do verão o Sol parecia *estático* no céu: parava de subir para começar a descer. Chamaram essa data de *solstício* (Sol estático) de *verão* local.

No outro extremo, quando a data se aproximava do início do inverno, o Sol, dia após dia, ao meio-dia parecia descer até parar e em seguida começava a subir. A essa data chamaram de *solstício* (Sol estático) de *inverno* local.

Atualmente, equinócios e solstícios podem ser usados para indicar:

- as datas extremantes e médias das sombras meridianas do gnômon; e/ou
- as posições do Sol com relação ao equador e às constelações em que se encontra nas datas definidas anteriormente.

Assim, em 22 de dezembro, o Sol está no solstício austral. Nessa data, no hemisfério sul da Terra, temos o solstício do verão austral; no hemisfério norte temos o solstício do inverno boreal.

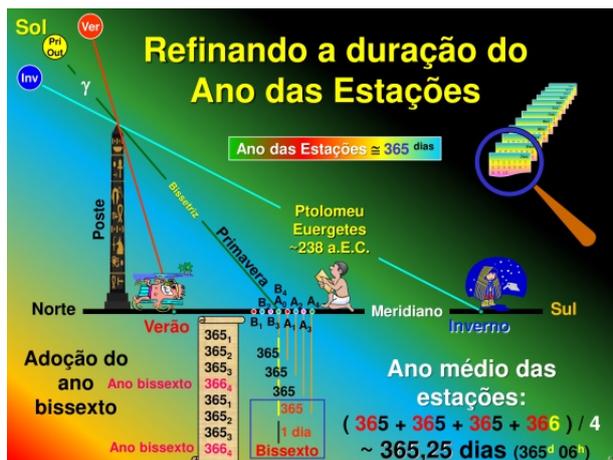
Em 22 de junho, o Sol se encontra no solstício boreal. Nessa data, no hemisfério norte da Terra, temos o solstício do verão boreal; no hemisfério sul temos o solstício do inverno austral.

## Refinando a duração do ano das estações

Como vimos, a duração do ano com 365 dias foi determinada com a observação da ciclicidade da variação do comprimento da sombra meridiana do gnômon.

Mas... será que depois de 1 ano de 365 dias a ponta da sombra meridiana do gnômon retorna exatamente para o mesmo ponto em que estava 365 dias antes?

Coube ao egípcio *Ptolomeu Euergetes*, cerca de 238 anos antes da era Cristã, constatar que a resposta a essa pergunta era NÃO!



No equinócio da primavera local, Euergetes marcou a posição  $A_0$  da sombra do gnômon no meridiano. A partir dessa data ele contou 365 dias. Verificou que a sombra  $A_1$  não chegou exatamente até  $A_0$  onde tinha estado 365 dias antes. Mas, no dia 366 a sombra  $B_1$  já passava do ponto inicial  $A_0$ . A partir do ponto  $A_1$  contou mais 365 dias. No final desse período, a sombra chegou até um ponto  $A_2$  que não coincidia com  $A_1$  nem com  $A_0$ . No dia seguinte, a sombra  $B_2$  já tinha passado de  $A_0$ . Ele repetiu a experiência por mais 2 anos de 365 dias cada. No quarto ano, ele verificou que a ponta  $A_4$  da sombra não chegava até  $A_0$ , mas no dia 366 a ponta  $B_4$  da sombra atingia, exatamente<sup>2</sup>, o ponto  $A_0$ .

Assim, ele verificou que o ano das estações era um pouco mais comprido do que 365 dias e que depois de 4 anos de 365 dias cada, ficava faltando 1 dia para que a sombra retornasse ao ponto de onde tinha saído 4 anos (de 365 dias cada) atrás.

Se em 4 anos falta 1 dia para completar o ciclo, então isso significa que o ciclo é de  $\frac{1}{4}$  de dia mais comprido do que 365 dias. Logo o ano das estações tem uma duração de cerca de 365,25 dias. O valor usado atualmente, de aproximadamente 365 dias, 05 horas, 48 minutos e 46 segundos, é obtido por observações meridianas feitas por instru-

mentos astronômicos de alta precisão.

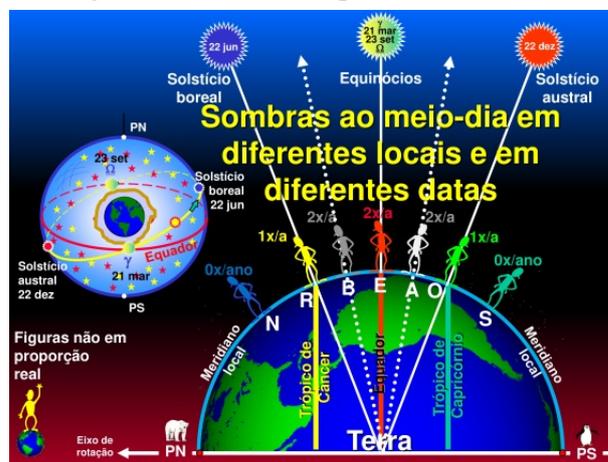
É para corrigir essa diferença de 0,25 dias por ano que, de 4 em 4 anos, adotamos o ano bissexto de 366 dias, impedindo que as estações do ano defasem significativamente do calendário solar adotado<sup>3</sup>.



## Observando as sombras de uma pessoa em diferentes locais da Terra

É comum ouvirmos que “ao meio-dia a sombra de uma pessoa é um ponto”. Será que a frase é verdadeira? Geralmente não! Há casos em que ela nunca é verdadeira!

Na figura abaixo estão representadas:



<sup>2</sup> O termo “exatamente” aqui quer indicar a precisão disponível à época do Euergetes.

<sup>3</sup> Esse procedimento de 1 ano bissexto a cada 4 anos é o usado no chamado calendário Juliano. Desde 1582 usamos o calendário Gregoriano que insere o ano bissexto quando o ano é múltiplo de 4, mas pula a inserção nos anos que terminam em 00, com exceção dos que são múltiplos de 400.

- a) 7 pessoas em 7 diferentes locais da Terra;
- b) o Sol ao meio-dia dessas 7 pessoas em 4 datas diferentes.

Nas datas dos equinócios, o Sol se encontra sobre o equador da Terra.

Nas datas dos solstícios, o Sol se encontra nas extremidades de sua posição com relação ao equador. Em 22 de junho o Sol está na posição mais *boreal* (ao norte) possível; em 22 de dezembro na posição mais *austral* (ao sul) possível.

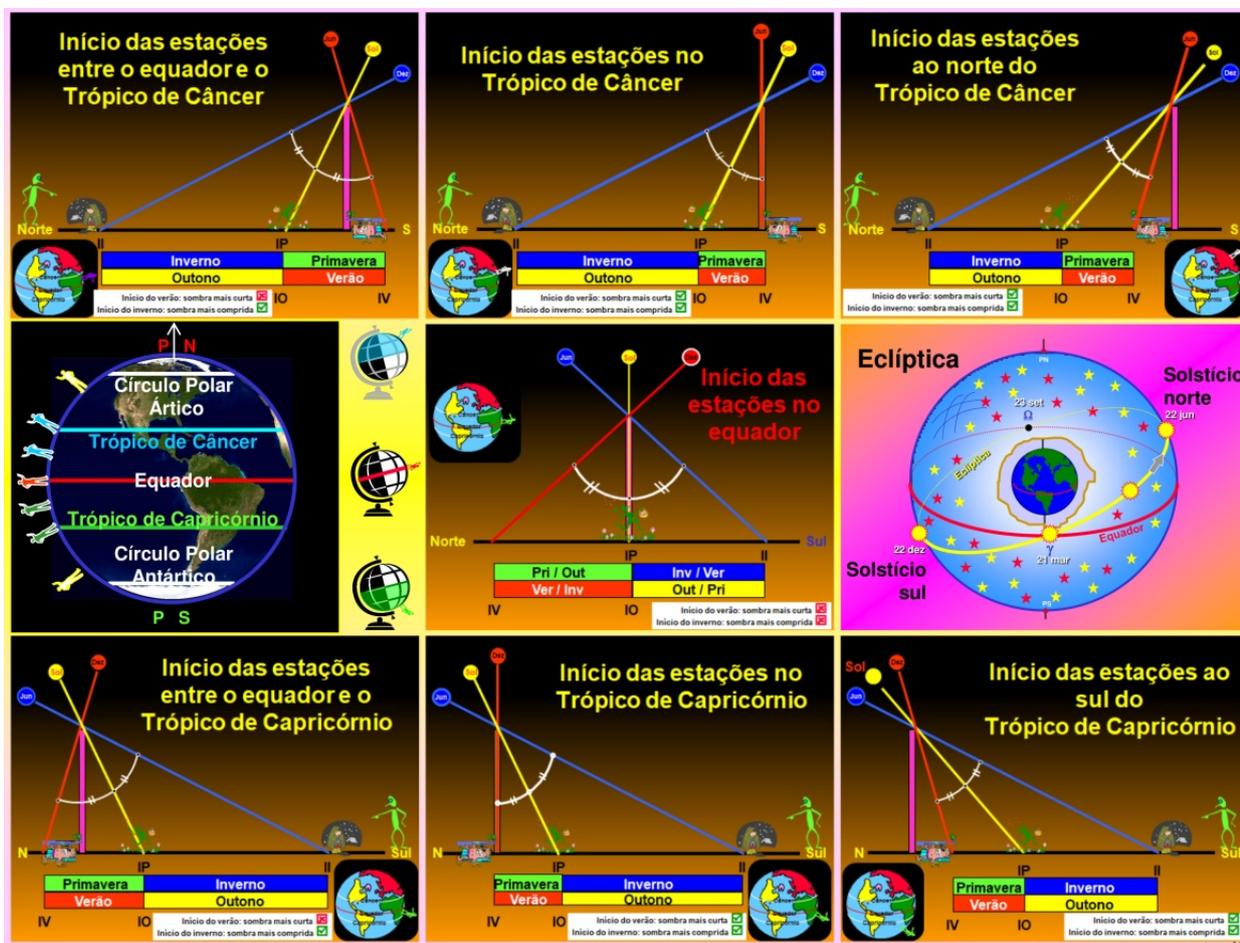
Seja R o ponto onde a linha que une o Sol, em 22 de junho, com o centro da Terra fura a linha meridiana representada. O plano que passa por R e é paralelo ao plano do equador recebe o nome de plano do *Trópico de Câncer*. Ele corta a superfície da Terra na circunferência chamada Trópico de Câncer.

Refaçamos o mesmo procedimento para quando o Sol estiver em 22 de dezembro. Seja O o ponto do meridiano nesse caso. O *Trópico* definido será o de *Capricórnio*.

A pessoa em E terá o Sol sobre sua cabeça (no zênite) apenas dois dias por ano: nos dias dos equinócios.

As pessoas em R e em O só terão o Sol diretamente sobre suas cabeças nas respectivas datas dos solstícios homônimos. Logo, apenas uma vez por ano.

Para a pessoa em B (Boreal), entre o equador e o trópico de Câncer, o Sol estará sobre sua cabeça em um só dia entre 21 de março e 22 de junho e em um só outro dia entre 22 de junho e 23 de setembro. Logo, terá o Sol no zênite apenas duas vezes por ano.



Para a pessoa em A (Austral), entre o equador e o trópico de Capricórnio, o Sol estará sobre sua cabeça em um só dia entre 23 de setembro e 22 de dezembro e um só outro dia entre 22 de dezembro e 21 de março. Logo, terá o Sol no zênite apenas 2 vezes por ano.

Para as pessoas em N (ao norte do trópico de Câncer) e em S (ao sul do trópico de Capricórnio), *nunca* o Sol estará sobre suas cabeças. Logo, zero vezes por ano.

A figura na página anterior representa as posições da sombra de um poste vertical colocado no lugar dos observadores citados anteriormente.

## Como NÃO explicar o motivo das estações do ano!

Desde Kepler, no século XVII, sabemos que a órbita da Terra em torno do Sol não é circular, mas sim elíptica<sup>4</sup>, com o Sol ocupando um dos focos da elipse.



Isso faz com que a distância entre o Sol e a Terra varie ao longo da trajetória da Terra.

É claro que isso implica em a Terra receber *mais* calor solar quando estiver no *periélio* (posição em que a distância Terra-Sol é *mínima*) do que quando estiver no *afélio* (posição em que a dis-

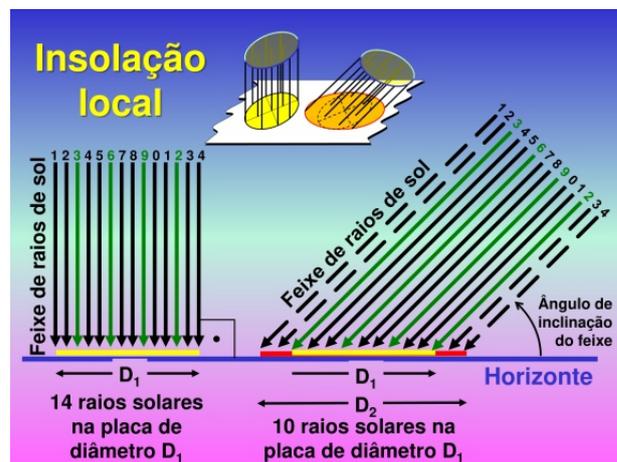
tância Terra-Sol é *máxima*). Na figura da coluna ao lado esquerdo vemos que os 9 raios de sol do feixe representado atingem a Terra no periélio, mas apenas 5 deles no afélio.

Alguns, erroneamente, atribuem a essa diferença de calor recebida pela Terra nos dois citados momentos, como a causa do aparecimento das estações do ano.

Essa falácia pode ser rejeitada facilmente, pois num desses dados instantes, conforme veremos mais adiante, é verão em um dos hemisférios da Terra e inverno no outro, embora os dois hemisférios da Terra estejam à mesma distância do Sol!

Assim, apenas as diferentes distâncias Terra-Sol não são suficientes para explicar as estações do ano. Os motivos que contribuem para as estações podem ser explicados sob duas abordagens diferentes: (a) topocêntrica ou (b) heliocêntrica.

## Explicando o motivo das estações do ano sob o ponto de vista topocêntrico, ou seja, do observador na Terra



Imagine que um feixe de 14 raios solares homoganeamente dispostos incida perpendicularmente sobre uma placa de diâmetro  $D_1$  colocada horizontalmente ao solo.

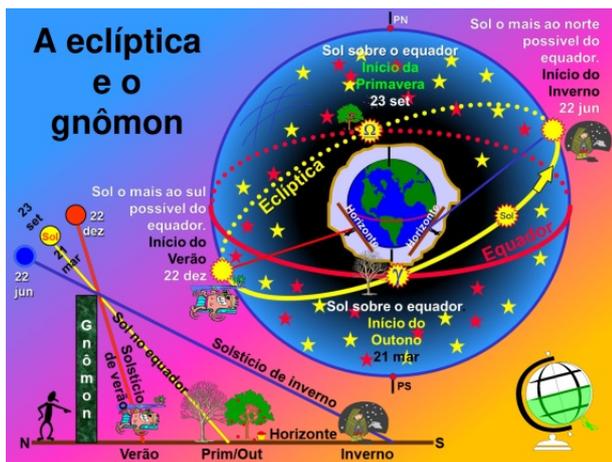
<sup>4</sup> A órbita ideal seria elíptica; por causa de perturbações gravitacionais causadas por outros astros, a órbita deixa de ser perfeitamente elíptica.

Suponha, agora, esse mesmo feixe incidindo sobre a mesma placa, mas agora sob um *ângulo de inclinação* diferente de  $90^\circ$ . Na representação da figura acima, vemos que apenas 10 dos 14 raios solares originais incidem efetivamente na placa de diâmetro  $D_1$ . Os outros 4 raios incidiram fora da referida placa.

No caso de a incidência não ser perpendicular, menos raios atingem a mesma placa. Se nos restringirmos à energia na forma de calor, menos a placa vai se aquecer. Poderíamos dizer que a *densidade de energia* (energia por unidade de área atingida) é *menor* do que no caso perpendicular. Quanto *menor* for o ângulo de inclinação que o feixe forma com o plano horizontal, menor será essa densidade de energia, pois os raios do feixe se distribuirão numa área *maior*.

Comparemos o que explicamos agora com as definições de estações do ano usando o comprimento da sombra meridiana do gnômon.

Admita uma pessoa no hemisfério sul da Terra, com seu horizonte conforme desenhado na figura abaixo.



Olhe para o esquema da esfera celeste. Note que ao meio-dia de 22 de dezembro o Sol estará quase a pino (inclinação dos raios próxima a  $90^\circ$ ) para essa pessoa. Isso significa máxima densidade de energia chegando. Se você olhar, agora, pa-

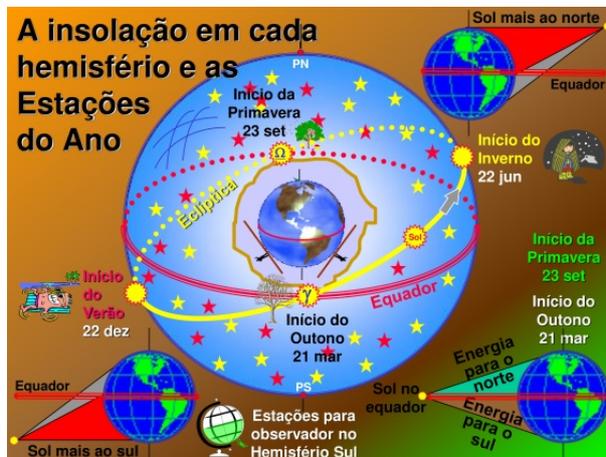


ra a figura representando o gnômon, verá que isso se reflete com o instante da sombra *mínima*, ou seja, o início do *verão* local.

Já no dia 22 de junho, na esfera celeste dá para ver que os raios de sol atingem o plano do horizonte da pessoa com uma inclinação bem menor que  $90^\circ$ . Isso significa mínima densidade de energia. Olhando para o gnômon, estaremos vendo o caso em que sua sombra meridiana é *máxima*, representando o início do *inverno* local.

Então, as diferentes estações do ano podem ser explicadas pelas diferentes densidades de energia que atinge o plano horizontal dos diferentes observadores em diferentes partes da Terra.

Se pensarmos agora nas densidades de energia que atingem cada um dos hemisférios da Terra veremos que, em diferentes datas, os diferentes hemisférios recebem diferentes quantidades de calor.



Quando o Sol está no equador, o feixe de raios de calor solar é dividido ao meio, incidindo cada metade em um hemisfério: como cada hemisfério recebe a mesma quantidade de calor, não podemos falar em verão ou inverno, mas sim, no início das *estações amenas* da *primavera* e do *outono*.

Quando o Sol está o mais possível ao norte, o

mesmo feixe de energia é dividido pelo equador em dois feixes diferentes: o que atinge o hemisfério norte tem maior densidade de energia (chegam mais raios) do que o feixe que chega ao hemisfério sul. Logo, será o início do *verão* no hemisfério *norte* e do *inverno* no hemisfério *sul*.

Quando o Sol está o mais possível ao sul, o mesmo feixe de energia é dividido pelo equador em dois feixes diferentes: o que atinge o hemisfério sul tem maior densidade de energia (chegam mais raios) do que o feixe que chega ao hemisfério norte. Logo, será o início do *verão* no hemisfério *sul* e do *inverno* no hemisfério *norte*.

Assim, as diferentes estações do ano nos diferentes hemisférios podem ser explicadas pelas diferentes densidades de energia que atingem os diferentes hemisférios da Terra por causa das diferentes posições do Sol com relação ao equador.



globo terrestre e o Sol como uma lâmpada, ambos colocados sobre uma mesa plana horizontal.

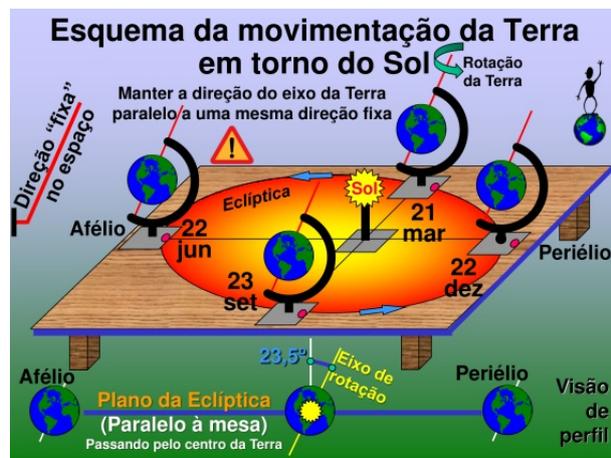
Fixemos a uma parede uma barra com a direção paralela ao eixo de rotação da Terra quando a Terra está em 22 de dezembro.

A rotação e a translação da Terra se dão no *mesmo sentido*, representado na figura da coluna anterior.

Conforme os dias vão passando, a Terra vai se deslocando em torno do Sol. É importante notar que o eixo de rotação da Terra se mantém razoavelmente<sup>5</sup> *paralelo* à direção fixa do espaço, fazendo um ângulo de cerca de 23,5° com relação à perpendicular ao plano da mesa (perpendicular ao plano da eclíptica).

Na figura seguinte vamos supor que o Sol possa ser considerado tão distante de nós que os raios do feixe de energia que atingem a Terra possam ser considerados paralelos um aos outros.

## Explicando o motivo das estações do ano sob o ponto de vista heliocêntrico



Simulemos os movimentos de rotação e de translação da Terra representando a Terra com um



Quando o Sol está no equador, dos 9 raios de energia representados, 4 atingem o hemisfério norte e 4 ao sul. Assim, nenhum hemisfério se aquece mais do que o outro. Teremos o início da primavera ou do outono, dependendo do hemisfério.

<sup>5</sup> Na quarta parte deste curso veremos que, por causa da precessão e da nutação, o eixo da Terra não permanece perfeitamente paralelo a uma direção fixa do espaço. No intervalo de tempo de 1 ano, podemos adotar que esse eixo não mude sua direção espacial.

Quando a Terra está no periélio<sup>6</sup>, dos mesmos 9 raios, 5 atingem o hemisfério sul, e apenas 3 o norte. Logo, o hemisfério *sul* recebe *mais* energia e se aquece mais, ficando no início do *verão*. No hemisfério *norte* será o início do *inverno*.

Quando a Terra está no afélio<sup>7</sup>, dos mesmos 9 raios, 5 atingem o hemisfério norte, e apenas 3 o sul. Logo, o hemisfério *sul* recebe *menos* energia e se aquece menos, ficando no *inverno*. No hemisfério *norte* será *verão*.

Finalmente podemos dizer que as diferentes estações nos diferentes da Terra ocorrem por causa da conjunção de 2 motivos:

- (1) o eixo de rotação da Terra não é perpendicular ao seu plano de translação, e
- (2) o eixo de rotação da Terra fica “paralelo” a uma direção fixa do espaço.

Essa conjunção faz com que diferentes hemisférios da Terra recebam diferentes quantidades de calor em diferentes épocas do ano, causando diferentes aquecimentos dos diferentes hemisférios o que resulta nas diferentes estações do ano nos diferentes hemisférios.



## O ano das estações e o período de translação da Terra em torno do Sol

É comum a afirmação, errônea, de que o período

de translação da Terra em torno do Sol se dá no período de 1 ano, subentendendo-se 1 ano das estações.

O fato novo a ser introduzido é que o eixo de rotação da Terra não fica perfeitamente paralelo a uma direção fixa do espaço. Isso faz com que o ponto Gama (posição aparente do Sol no início do outono austral) se desloque com relação às estrelas, num movimento chamado *retrogradação dos equinócios*.

A cada ano o Sol atinge o novo ponto Gama um pouco antes de completar uma volta em torno da Terra.

Definimos o *período orbital* como o tempo que a Terra leva para dar a volta completa em torno do Sol com relação às estrelas. Esse período é cerca de 20 min 23 s mais comprido do que o ano trópico (ou ano das estações).

Comparando os 2 períodos:

### Ano das estações

365<sup>d</sup> 05<sup>h</sup> 48<sup>m</sup> 46<sup>s</sup>

### Período de translação da Terra

365<sup>d</sup> 06<sup>h</sup> 09<sup>m</sup> 09<sup>s</sup>

A explicação dessa diferença será dada na quarta parte desse curso, quando estudaremos os diferentes componentes do movimento da Terra.

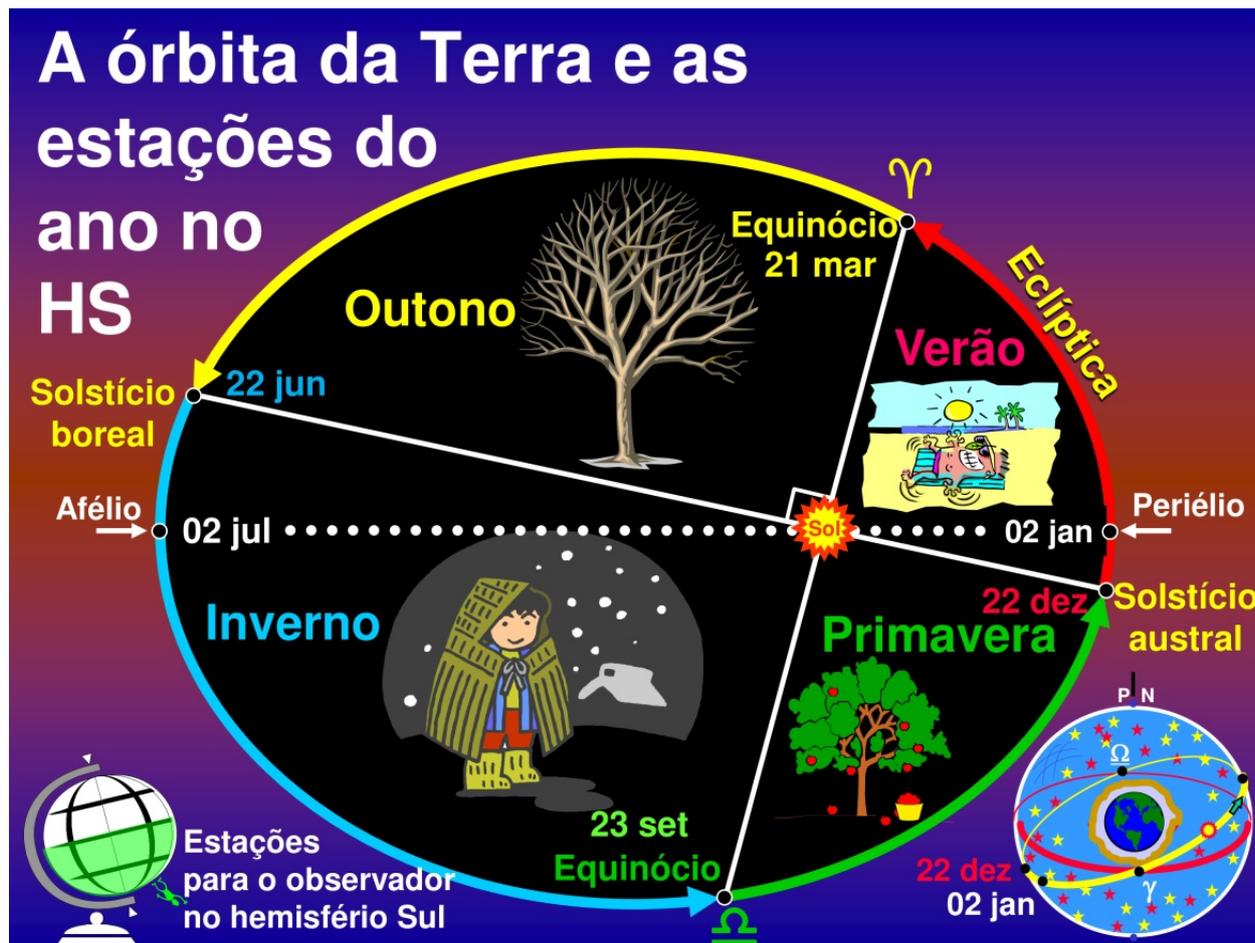
## A órbita da Terra e as estações do ano

No desenho podemos notar que, atualmente, os pontos do periélio e do afélio *não* coincidem com as datas dos solstícios. E, por causa da retrogradação dos equinócios (e dos solstícios também!) essa diferença tende a *crescer*.

Por causa da definição dos calendários solares, que é o nosso caso, a data do equinócio de nosso outono é definida como sendo o dia 21 de março.

<sup>6</sup> Veremos mais adiante que entre o periélio e o solstício do verão boreal existe uma defasagem de cerca de 11 dias.

<sup>7</sup> Entre o afélio e o solstício do verão austral existe uma diferença de cerca de 10 dias.



Isso, mais ou menos que fixa as datas do outro equinócio e dos solstícios.

Assim, o início de nosso verão será sempre no dia 22 de dezembro, *por definição*.

Mas, como essa data ocorre, cada ano, cerca de 20m23s mais cedo do que no ano anterior, ela vai se defasando da data do periélio.

Então, a data do periélio (e do afélio) tende a se dar um dia mais tarde a cada cerca de 72 anos. Portanto, se atualmente é ocorre no dia 02 de dezembro, daqui a aproximadamente 72 anos ocorrerá em 03 de dezembro •

*Este curso continua no próximo trimestre, como encarte à RBA 11.*

Todas as ilustrações usadas neste artigo são protegidas por direitos autorais de Roberto Boczko.



S.A.B.