

Preparação de observações

Francis Berthomieu, Ricardo Moreno, Beatriz García, Rosa M. Ros

União Astronómica Internacional, Colégio Retamar (Madrid, Espanha),
Universidade Tecnológica Nacional (Mendoza, Argentina), Universidade
Politécnica da Catalunha (Barcelona, Espanha), CLEA (Niza, França)

Resumo

Sair para observar o céu é sempre uma ocasião para aprender e desfrutar, sobretudo se é acompanhado de um grupo de amigos. É necessário planear com tempo, especialmente se pretende usar equipamentos. Não despreze a simples observação do céu a olho nu, ou com binóculos.

Objetivos

- Explicar como escolher uma data e lugar adequado, qual o material necessário e como planear a saída.
- Aprender a utilizar o programa *Stellarium*.
- Reconhecer a poluição luminosa como um problema.

Escolha do lugar e data

A iluminação ambiental influencia muito a nossa perceção do céu. Nas cidades apenas é possível observar o Sol, a Lua, alguns planetas, algumas estrelas brilhantes e satélites artificiais. É muito melhor observar num local escuro, apesar da vantagem que pode ser observar na escola ou em casa.

Se desejar observar mais estrelas e nebulosas, é necessário ir para um lugar afastado de estradas e povoados, já que estes locais enviam para o céu um “halo” de luz que impede uma visão capaz. Este fenómeno é conhecido como “poluição luminosa”. Também é necessário evitar a proximidade de candeeiros ou luzes isoladas. Não afastar-se de estradas por onde circulem carros e dos seus faróis e procurar zonas em que árvores grandes interfiram com a visão do céu.

Quanto à escolha da data, claro que deseja tempo sem nuvens. É preferível que faça uma temperatura agradável (recomendamos verificar as previsões meteorológicas na Internet). A fase da Lua é muito importante. Os piores dias são ao de Lua cheia, pois haverá muita luz ambiental e veremos apenas as estrelas mais brilhantes. Quando está em fase decrescente, a Lua nascerá tarde pelo que não a veremos, a não ser que fiquemos a observar até de madrugada, mas a escuridão do céu estará garantida. Os dias mais interessantes são quando a Lua está aproximadamente em quarto crescente, já que as primeiras horas da noite podemos dedicá-las para ver as crateras do nosso satélite, e logo que se ponha deixará um céu totalmente escuro para a observação.

Caso seja utilizado um telescópio, convém chegar ao lugar escolhido antes do pôr-do-sol, enquanto houver suficiente luz natural, e montar o material antes que anoiteça.

Material necessário

Planear a observação. Devemos recordar que o céu muda conforme a latitude do observador. Pode obter o programa *Stellarium* (www.stellarium.org – no anexo há uma guia rápido), pesquisar em revistas de astronomia ou em anuários. Na *web* há muitos lugares onde obter mapas celestes, por exemplo em www.heavens-above.com/skychart ou www.skyandtelescope.com. Para obter qualquer destes mapas é necessário indicar a localização, o dia e a hora da observação.

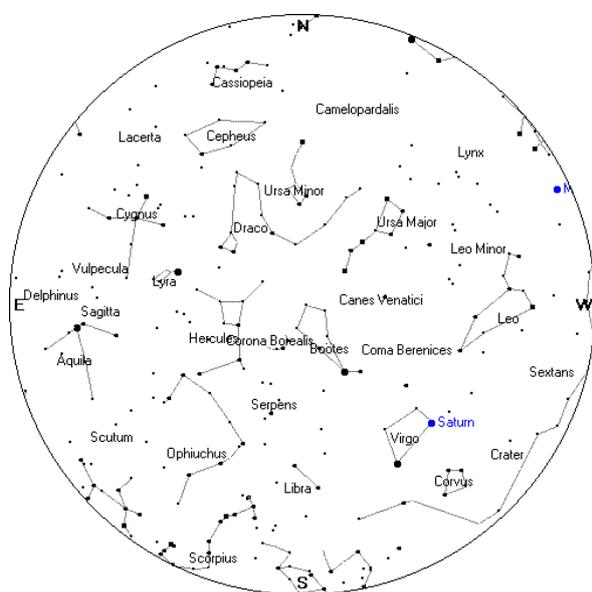


Fig. 1: Exemplo de mapa do céu para uma latitude média norte, em meados de julho às 22 h.

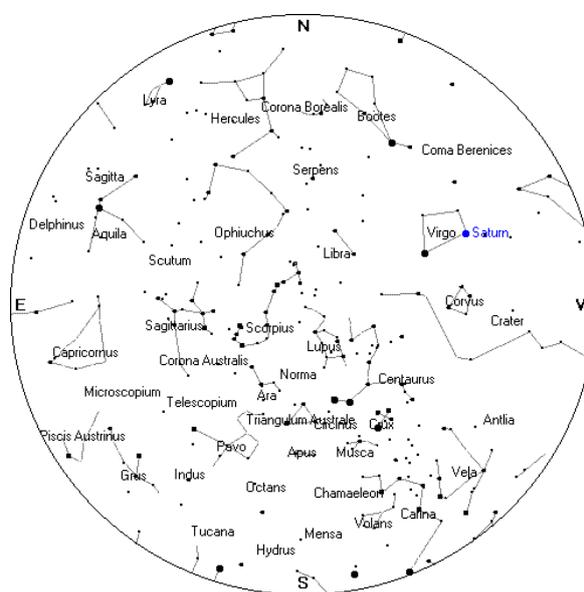


Fig. 2: Exemplo de mapa do céu para uma latitude média sul, em meados de julho às 22 h.

Lanterna de luz vermelha. Mesmo que, na escuridão, as nossas pupilas se abram lentamente para deixar passar mais luz, o que garante podermos “ver” de noite é a capacidade da “visão noturna” ocular. A visão noturna está relacionada com um dos dois tipos de células fotossensíveis na retina: os bastonetes. Na retina existem dois tipos de células, os cones, sensíveis à cor e que se ativam quando há muita luz, e os bastonetes, que só estão ativos com baixos níveis de iluminação. Se a zona para onde estamos a olhar se ilumina de repente, a pupila fecha-se os bastonetes desativam-se. Mesmo quando a escuridão volta, a pupila demorará um breve intervalo de tempo a abrir-se totalmente de novo, mas os bastonetes demorarão uns 10 minutos a recuperar a visão noturna. Isso não ocorre com a luz vermelha, com a qual podemos iluminar sem problemas o mapa estelar, o chão, etc. Basta uma lanterna normal com um simples filtro de papel vermelho transparente.

Comida. É necessário prever o que serão várias horas de atividade, contando com a viagem, a preparação do material, a observação, a recolha e a viagem de volta. A atividade será mais agradável se compartilhamos algo para comer e beber (frio ou quente, em função do tempo).

Ponteiro laser verde. É útil para apontar constelações, estrelas, etc. É necessário ser muito cuidadoso com estes tipos de ponteiros. Nunca aponte para os olhos dos participantes na observação, pois pode danificá-los. Esta ferramenta só deve ser manipulada por adultos.

Roupa. Mesmo no verão, ao anoitecer a temperatura baixa sempre, com frequência há vento e deve-se considerar que vamos permanecer parados durante muitas horas. A temperatura do dia não serve como referência.

Binóculos, telescópios, câmara fotográfica (ver mais abaixo). Este material depende do tipo de observação que pretendemos fazer.

Se houver nuvens. Um céu nublado pode atrapalhar todo o plano. Porém, podemos preparar um plano alternativo: contar histórias sobre as personagens das constelações ou falar sobre algum tema de astronomia. Se dispuser de Internet podemos desfrutar do popular *Google Earth*, mas para observar o céu (*Google Sky*) ou Marte, ou qualquer outro programa de simulação do céu, ou ver um vídeo sobre astronomia no YouTube.

Observação a olho nu

É fundamental conhecer o céu a olho nu. Isso significa conhecer os nomes das principais constelações e das estrelas mais brilhantes, para o que apenas é necessário um mapa do céu e, se possível, um ponteiro laser verde. Também há aplicações muito úteis para iPhone/iPad ou Android que mostram no ecrã as constelações e planetas ao apontar para qualquer parte do céu, usando o GPS do telefone. Como as nuvens não afetam estas aplicações, podem servir como alternativa se o céu estiver encoberto.

As estrelas que podem ser vistas dependem do lugar de onde estivermos: próximo do Polo Norte apenas veríamos 50% das estrelas de todo o céu, as que estão no hemisfério norte celeste. Nas proximidades do equador poderemos ver toda a esfera celeste, só dependerá da época do ano. Próximo do Polo Sul veríamos só metade, neste caso as que estão no hemisfério sul.

As constelações e estrelas para conhecer são:

HEMISFÉRIO NORTE

Constelações: Ursa Menor, Ursa Maior e Cassiopeia observam-se sempre. No verão observam-se também Cisne, Lira, Hércules, Boieiro, Coroa Boreal, Leão, Sagitário e Escorpião. As que são observadas no inverno são: Oriente, Cão Maior, Touro, Cocheiro, Andrómeda, Pégaso, Gêmeos, Plêiades...

Estrelas: Polar, Sírio, Aldebarã, Betelgeuse, Rigel, Arturo, Antares, etc.

HEMISFÉRIO SUL

Constelações: Cruzeiro do Sul, Sagitário, Escorpião, Leão, Carina, Popa e Vela (estas três constelações formavam a antiga constelação de Argos, o navio dos Argonautas). Também é possível ver Oriente e o Cão Maior do sul.

Estrelas: Antares, Aldebarã, Sírio, Betelgeuse. No hemisfério sul não existe uma estrela que marque a localização do Polo Sul celeste.

As constelações que se encontram na região denominada “do zodíaco” são observadas dos hemisférios norte e sul, mesmo que mude a sua orientação na esfera celeste.

É interessante seguir a mudança das fases da Lua dia a dia, e a mudança da sua posição relativamente às estrelas. Também se pode observar as mudanças da Lua relativamente aos planetas, notando o seu lento movimento sobre os outros planetas próximos ou em relação às estrelas. Isto é especialmente observável com Vénus ou Mercúrio que se movem mais depressa, quando são observados, ao entardecer. Estes planetas também podem ser vistos ao amanhecer e durante uma noite de observação.

Durante algumas horas após o entardecer, é possível observar estrelas fugazes (meteoros) em qualquer data, com uma frequência aproximada de 5 a 10 por hora. Em determinadas épocas do ano há “chuvas de estrelas”, em que se observam muitíssimos meteoros. Por exemplo, próximo do dia 3 de janeiro estão as Quadrântidas, com umas 120 por hora, por volta do dia 12 de agosto as Perseidas, com 100/h, em 18 de novembro é o máximo das Leónidas, com 20/h, e entre o dia 12 e 14 de dezembro observam-se as Geminidas, com 120/h. As Perseidas não são visíveis do hemisfério sul.

Há muitos satélites que orbitam na Terra e que ao serem iluminados pelo Sol podem ser vistos da Terra, cruzando lentamente o céu. Como a altitude não costuma ser muita, apenas são observados se o Sol se pôs recentemente. Por exemplo, a ISS é bastante brilhante e demora 2-3 minutos para percorrer a parte visível do céu. Destes satélites e de muitos outros é possível prever a sua passagem sobre um determinado lugar geográfico com uma semana de antecipação (ver www.heavens-above.com).

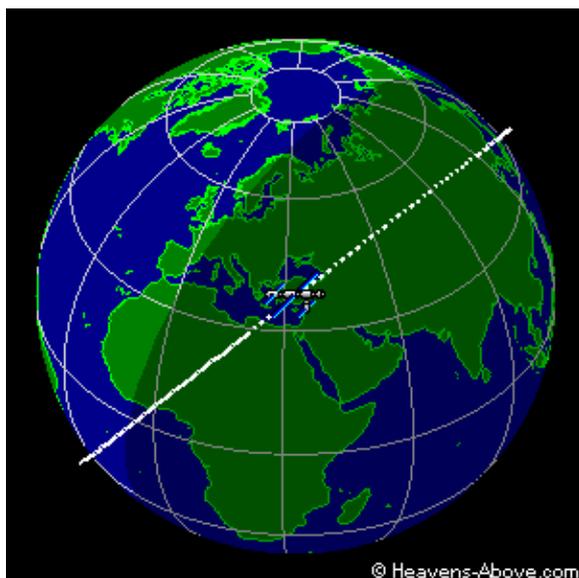


Fig. 3: Trajetória da ISS.



Fig. 4: Ampliação e diâmetro da objetiva.

Observação com binóculos

Um instrumento astronômico muito útil e acessível são os binóculos. Embora a sua capacidade de ampliação seja normalmente pequena, eles recolhem mais luz do que a nossa pupila, pois servem para ver objetos que a olho nu são pouco luminosos, como aglomerados de estrelas, nebulosas e estrelas duplas. Além disso, têm a vantagem de aumentar as diferenças de cores das estrelas, especialmente quando estão levemente desfocadas.

Costumam ter inscrições como 8x30 ou 10x50. O primeiro número indica a ampliação e o segundo a abertura da lente dianteira, a objetiva, em mm. O mais recomendado para esta atividade é o 7x50. Com maior ampliação, a imagem movimentar-se-á muito, já que é difícil manter o pulso estável, e maiores aberturas aumentam bastante o preço.

Objetos interessantes para serem vistos com binóculos são a galáxia de Andrómeda (M31), o aglomerado de Hércules (M13), o aglomerado de Perseu, o Presépio (M44), a nebulosa de Oriente (M42), toda a zona de Sagitário (nebulosa da Laguna M8, Trífida M20, Ómega M17, vários aglomerados globulares M22, M55, etc.) e em geral a Via Láctea, que são vistos com muito mais estrelas que a olho nu. No hemisfério sul, Ómega Centauro e 47 Tucano são aglomerados globulares espetaculares.

Observação com telescópio

A maioria das pessoas sabe que a missão de um telescópio é ampliar os objetos longínquos, contudo poucas pessoas sabem que tem, além disso, outra missão tão importante como esta: captar mais luz que o olho humano. Desta forma conseguimos ver objetos pouco intensos, que permaneceriam assim, mesmo que aumentássemos a ampliação.

Um telescópio possui duas partes essenciais: a objetiva e a ocular. A primeira é uma lente de grande diâmetro e pouca curvatura (telescópios refratores) ou um espelho parabólico (telescópios refletores). O segundo é uma lente pequena e de grande curvatura, junto à qual, como seu próprio nome indica, colocamos o olho para observar. Costuma ser removível, e dará mais ou menos ampliação.

Quanto maior for a objetiva, mais luz consegue concentrar e poderemos ver objetos mais tênues. Lentes grandes de qualidade são mais caras que espelhos do mesmo diâmetro, por isso os telescópios refletores são mais frequentes. O tipo mais frequente é o newtoniano, que conta com um espelho côncavo no fundo do tubo, que devolve os raios à boca deste, onde há um pequeno espelho secundário formando um ângulo de 45° com o eixo do telescópio, que desvia os raios para o exterior do tubo, onde está a ocular. O espelho secundário bloqueia alguma luz que entra, mas não é significativo. Outro desenho é o tipo Cassegrain, no qual o espelho secundário envia a luz para um orifício central do espelho primário. A ocular é colocada por trás do buraco central do espelho primário. Por último estão os catadióptricos, que costumam ser como estes últimos, mas acrescentando uma lente fina na entrada do tubo, com o qual reduzem muito o comprimento do tubo e o tornam mais leve e transportável.

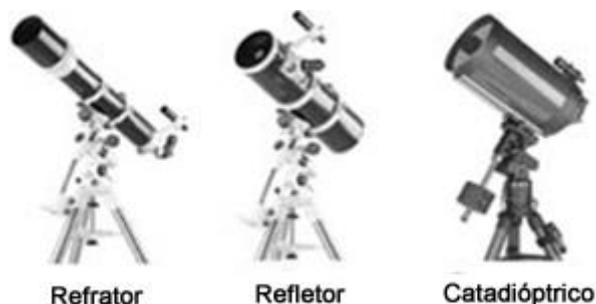


Fig. 5: Diferentes tipos de óticas.

A capacidade de ampliação de um telescópio é proporcionada através do quociente entre o comprimento focal da objetiva e a da ocular. Por exemplo, se tivermos um telescópio com um comprimento focal da objetiva de 1 000 mm e colocarmos uma ocular com comprimento focal de 10 mm, obtemos uma ampliação de 100 vezes (ou $\times 100$). Se quisermos duplicar as ampliações, precisaremos de uma objetiva de maior comprimento focal ou colocar uma ocular menor. Isto apresenta um limite prático, já que oculares com comprimentos focais pequenos são difíceis de fabricar e dão imagens desfocadas.

Os fabricantes muitas vezes descrevem os telescópios em termos da razão focal, como por exemplo, $f/6$ ou $f/8$. A razão focal é o comprimento focal da lente, ou espelho primário, dividido pela abertura e serve para conhecer uma destas duas magnitudes, se a outra for conhecida. Se por exemplo, tivermos um telescópio refrator de $f/8$ e a objetiva for uma lente de 60 mm de diâmetro, o comprimento focal real do telescópio será a razão focal multiplicada pela abertura, isto é, $8 \times 60 = 480$ mm. Igualmente para abertura da objetiva, quanto maior a relação focal, menor campo de visão e maior ampliação.

Quanto maior for a abertura de um telescópio, mais luz captará – será mais luminoso – e poderão ver objetos menos intensos. Também será maior sua capacidade de resolução, que é a capacidade de ver detalhes: quando é baixa, a imagem fica desfocada, e quando é alta fica muito nítida, com muitos detalhes. A escuridão da noite também influencia: em dias de Lua cheia ou com luminosidade nos arredores, não se observam as estrelas menos intensas.

Outra limitação importante é a estabilidade atmosférica. Todos veem como a atmosfera quente de um deserto faz tremer a visão em cenas de filmes com teleobjetivas. Quando olhamos através de um telescópio, pequenas perturbações do ar fazem com que a imagem se mova. Os astrónomos referem-se a isto com o conceito de *seeing*. A atmosfera é a que faz as estrelas piscar.

A imagem vista com um telescópio está invertida, por isso não importa muito: no Cosmos as posições acima e abaixo são muito relativas. Há acessórios que invertem a imagem e colocam-na corretamente, mas com o custo de diminuir um pouco a luminosidade.

A montagem é uma peça importante de um telescópio. As de má qualidade fazem que o tubo do telescópio oscile cada vez que é tocado. O resultado é uma dança na imagem que, além de enjoar o mais entusiasta, impede de ver os detalhes. É importante que sejam rígidas e estáveis.

Há dois tipos de montagem: a azimutal e a equatorial. A primeira é a mais simples, mas a menos útil. Pode girar à esquerda e direita sobre o eixo vertical, acima e abaixo em redor de um eixo horizontal. A montagem Dobson é um tipo de montagem azimutal muito simples de transportar e usar. Nas montagens equatoriais há dois eixos inclinados formando 90 graus. Um, o polar, deve estar direcionado para o polo norte, se estivermos no hemisfério norte, ou para o polo sul se estivermos no hemisfério sul. Este eixo gira em função das ascensões retas. O outro eixo, o equatorial, dá as declinações. É o usado pelos astrónomos profissionais e pela maioria dos admiradores. Podem levar um motor no eixo equatorial que vai compensando a rotação da Terra. Caso contrário, especialmente com grandes ampliações, a imagem desaparece do campo de visão num tempo surpreendentemente curto.



Montagem azimutal.



Montagem equatorial.



Montagem Dobson.

Fig. 6: Diferentes montagens de telescópios.

Caso disponha de uma montagem equatorial, é conveniente orientá-lo de tal forma que o eixo polar esteja alinhado com o Polo Norte (ou Sul) do céu. Isso leva tempo, mas é necessário para que o motor de acompanhamento equatorial sirva para que o objeto que observamos não se mova com o passar do tempo, imprescindível em fotografia. Se não dispõe de motor, o alinhamento exato é menos importante, mas servirá para manter o objeto no campo de vista movendo uma única roda.

Por último, há telescópios computadorizados, com um banco de dados de posições dos objetos celestes e dois motores. Depois de o instalar corretamente, são muito mais fáceis de utilizar. No entanto é necessário um alinhamento inicial com três estrelas conhecidas, um passo que por vezes confunde os iniciados.

Movimento do céu

Basicamente, os movimentos que observamos no céu são devido a movimento relativos da rotação e translação da Terra. Isto faz com que percebamos o céu como um conjunto de dois movimentos básicos: diário e anual.

O movimento diário é muito importante, é muito rápido e dificilmente nos deixar apercebermos do movimento anual que é muito mais lento. A Terra gira 360° em 24 horas, ou seja, 15° por hora. Este movimento é bastante perceptível, embora o não seja se não realizarmos observações cuidadosas. O movimento de translação é de 360° em 365 dias, o que significa um grau por dia (um pouco menos que um grau por dia). Se imaginarmos que não houvesse rotação, poderíamos ver à noite, de um dia para o seguinte, a mesma estrela, à mesma hora, no mesmo local apenas desfasada um grau (isto é, a largura do dedo indicador com o braço estendido). Esta observação só pode ser realizada se tivermos como referência uma antena ou um poste que nos permita relacionar a observação, em dias consecutivos. Este movimento é quase imperceptível se não houver uma referência e por isso não será visível a olho nu, mas o que podemos observar é que o céu noturno de um dia é completamente diferentes após três ou seis meses. Após três meses a translação corresponde a 90° , ou cerca de $\frac{1}{4}$ do céu e em meio ano é $\frac{1}{2}$ do céu, isto é, a outra metade do céu, diametralmente oposta. Este movimento é mascarado noite após noite devido à rotação, mas mesmo assim todos percebemos, a olho nu, que passados três meses as constelações no céu são bem diferentes.

Atividade 1: Guarda-chuva celestial

Um simples guarda-chuva permite-nos visualizar os movimentos do céu anteriormente explicados. O guarda-chuva coloca uma abóbada acima da nossa cabeça onde podemos desenhar as constelações desejadas. Usaremos um guarda-chuva preto e desenharemos nele com tinta branca (ou um corretor).

Neste modelo não desenharemos todas as constelações, mas apenas as mais importantes, com as estrelas mais importantes de cada uma. Não procuraremos um resultado bonito, mas sim um modelo com o qual possamos pensar.

Cada guarda-chuva servirá para mostrar um dos dois hemisférios. O ponto de interseção entre a haste do guarda-chuva e o tecido é o polo do hemisfério considerado. A margem do tecido do guarda-chuva corresponde, aproximadamente ao equador celeste.

O melhor é preparar dois guarda-chuvas, um para cada hemisfério.

No hemisfério norte desenharemos:

- Perto do polo norte (perto da haste do guarda-chuva) a Ursa Maior, a Cassiopeia e a estrela polar, que será precisamente na interseção entre a haste e o tecido;
- Na área perto da margem do guarda-chuva, serão desenhadas quatro constelações, uma para cada estação do ano, as mais comuns e facilmente reconhecíveis:
 - Primavera: Leão;
 - Verão: Cisne;
 - Outono: Pégaso;
 - Inverno: Oriente.

Podem ser escolhidas outras constelações, mas devem estar equidistantes, cada uma localizada cerca de 90° afastada da anterior.

No hemisfério sul representaremos:

- Na zona do polo sul (perto da haste do guarda-chuva) o Cruzeiro do Sul, o polo sul celeste estará na interseção entre a haste e o tecido;
- Na área perto da margem do guarda-chuva, serão desenhadas quatro constelações, uma para cada estação do ano, as mais comuns e facilmente reconhecíveis:
 - Primavera: Aquário;
 - Verão: Oriente;
 - Outono: Leão;
 - Inverno: Escorpião.

A ideia é escolher constelações grandes e que se encontrem normalmente acima do horizonte. Isto depende um pouco do local de observação, mas é suposto poder ser adaptado a cada caso.

Se o local onde nos localizamos ficar situado na zona equatorial, entre as latitudes 20° norte e 20° sul, é necessário desenhar os dois guarda-chuvas. Se estivermos localizados no hemisfério norte, a latitudes entre 30° e 90° , desenharemos apenas o guarda-chuva para este hemisfério, e o mesmo acontecerá no hemisfério sul.

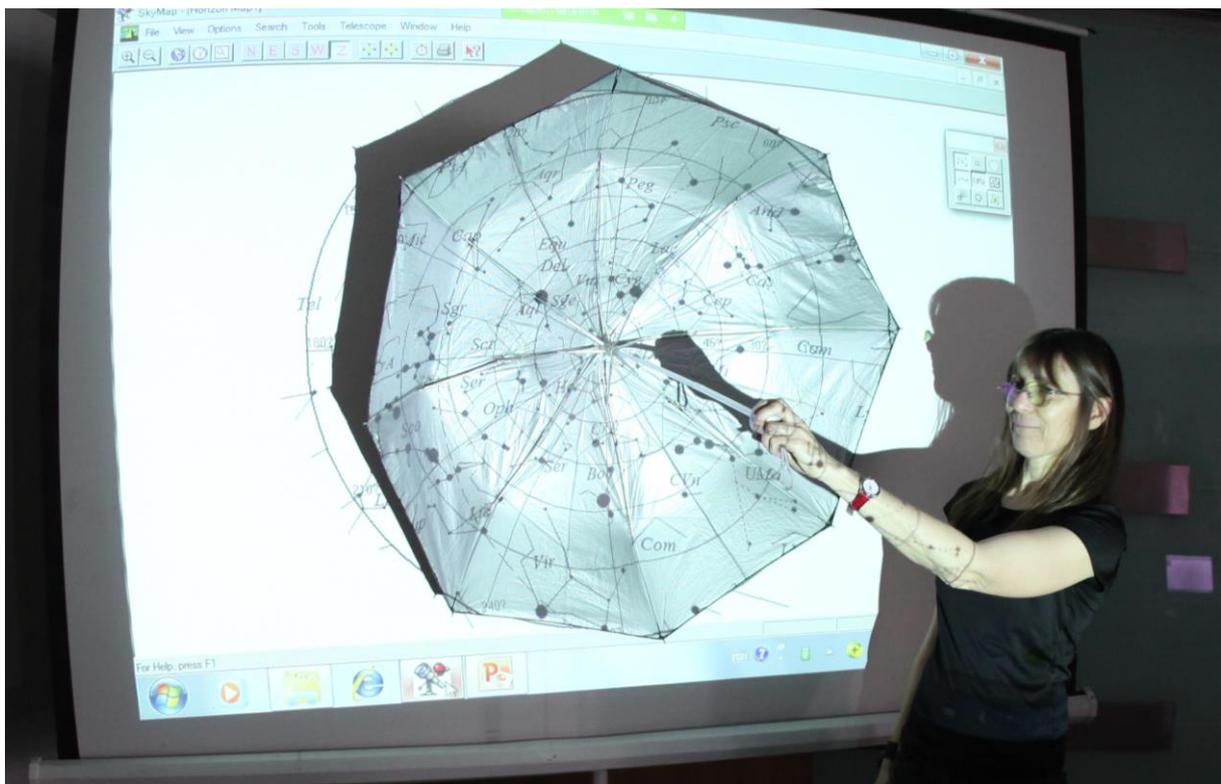


Fig.7: Projeção das estrelas no hemisfério norte num ecrã para desenhar as constelações desejadas. Recomendamos a implementação do modelo sobre um guarda-chuva preto, embora para a fotografia tenha sido usado um de outra cor, apenas para explicar o processo.

Para desenhar as constelações com tinta branca é muito conveniente usar o *Stellarium*, ou um *software* semelhante, e projetar a imagens com um projetor multimédia no tecido do guarda-chuva, colocando o polo no ponto de interseção da haste com o tecido. Projetaremos o

hemisfério correspondente (figura 7). Uma vez acabados, usaremos cada guarda-chuva com os alunos, colocando-os acima das cabeças deles (figura 8).



Fig. 8: Usando o guarda-chuva do hemisfério norte com estudantes.

Colocaremos o guarda-chuva com a haste inclinada na direção do polo do correspondente hemisfério (tal como o eixo de rotação da Terra). Imagine o chão à altura do seu pescoço, representando o horizonte, pelo que parte do tecido do guarda-chuva estará abaixo do horizonte. Agora distinguimos duas partes neste horizonte imaginário. A parte perto do polo, onde o céu é observável durante o ano é sempre o mesmo (quando olhamos para a área de interseção da haste com o tecido). A área do equador que permanece acima do horizonte é a mais interessante porque as constelações mudam ao longo do ano (figura 9).

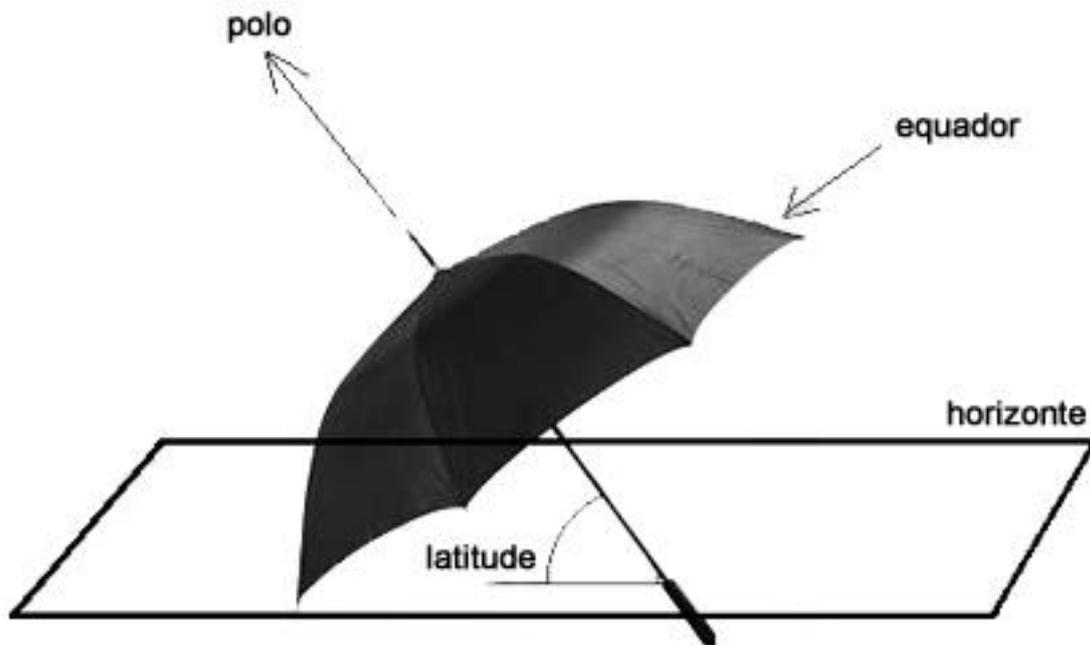


Fig.9: Guarda-chuva com a haste inclinada na direção do polo, de acordo com a latitude. Imaginamos que o horizonte cobre parte do guarda-chuva.

Devemos insistir que este modelo explica o movimento de translação. Imaginamos que não há rotação, semelhante a realizar observações todos os dias à mesma hora. Lembramos também que é um modelo simplificado, que visualizamos o movimento do céu de 90° em 90° a cada três meses. Como o movimento do céu é contínuo, diariamente, quando é mencionado que uma determinada constelação é visível durante uma estação do ano, deveremos compreender que acerca da constelação que observamos no centro do horizonte, nos meses centrais das estações do ano.

COMO USAR

Gostaríamos de usar o guarda-chuva para compreender o movimento de translação.

Hemisfério Norte

Iremos supor que nos encontramos numa localização a 40° norte. Colocamos o guarda-chuva do hemisfério norte com o polo norte (40° inclinado acima do horizonte) acima da nossa cabeça.

No hemisfério norte a estela polar está localizada praticamente na direção do polo norte. É muito fácil reconhecer a constelação Ursa Maior ou a Cassiopeia. A partir da Ursa Maior, prolongando 4 vezes a distância entre as duas estrelas mais afastadas da cauda da constelação, localiza-se a Estrela Polar. Usando a Cassiopeia, a Polar está na interseção das duas bissetrizes de cada V do W que a Cassiopeia representa.

Horizonte Norte

Olhemos para a zona da Estrela Polar. Se introduzirmos uma pequena rotação, observamos as constelações Ursa Maior e Cassiopeia a rodar em torno do polo norte ao longo do ano (figura 10).

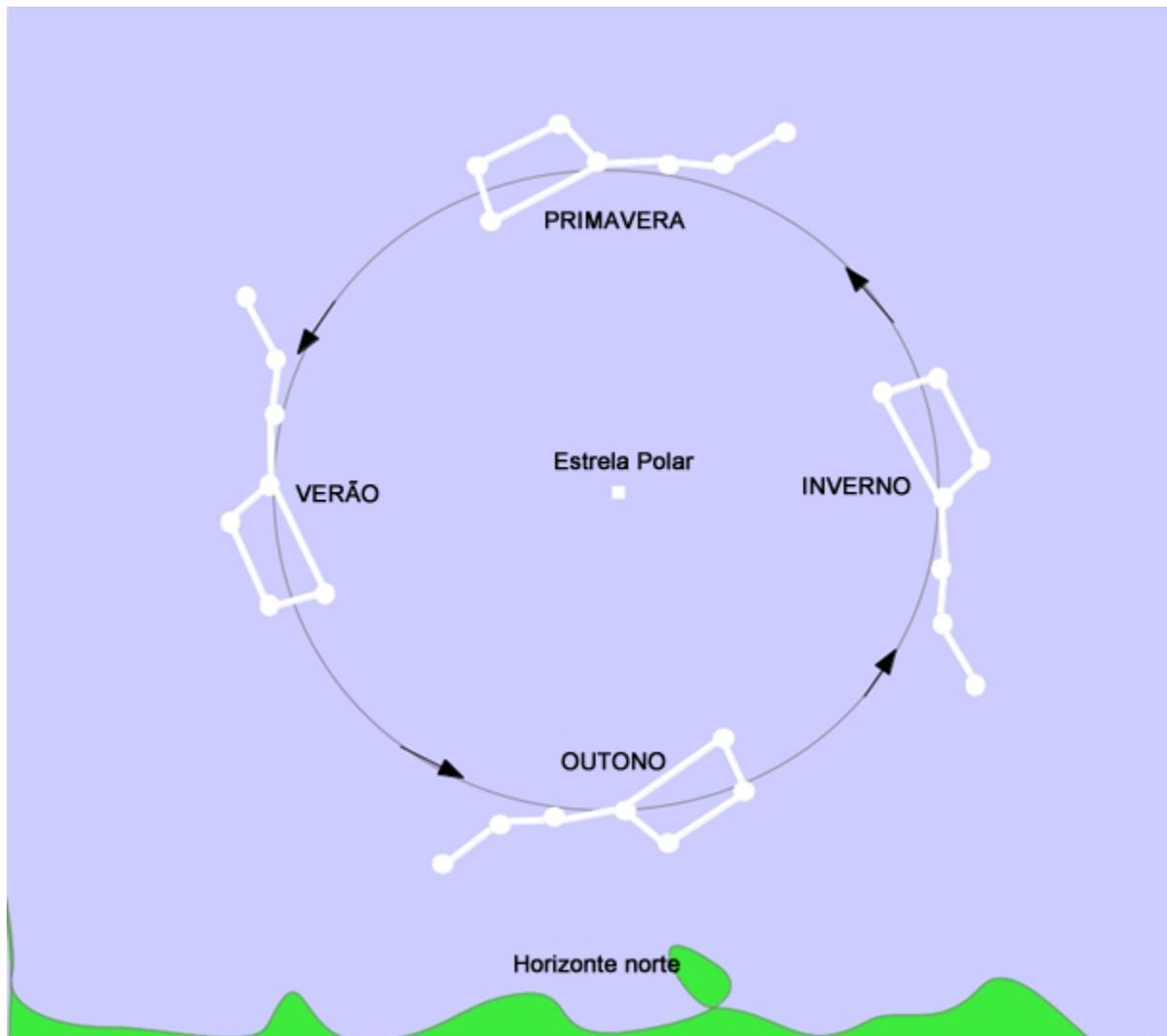


Fig. 10: Posições relativas da Ursa Maior em torno do polo norte, ao longo do ano (à mesma hora).

Começamos por colocar a Ursa Maior no topo e a Cassiopeia em baixo (o que acontece na primavera) e rodamos a pega do guarda-chuva para que a Ursa Maior fique à esquerda e a Cassiopeia à direita (teremos a situação de verão). De novo rodamos 90° na mesma direção, então a Ursa Maior fica em baixo e a Cassiopeia em cima (esta é a posição correspondente ao outono) e finalmente rodamos 90° levando a Ursa Maior para a direita e a Cassiopeia para a esquerda (é o inverno). Se rodarmos de novo 90° reproduziremos a situação inicial e o início das quatro estações de um novo ano (figura 10).

Tal como descrito no processo, esta área do céu, chamada horizonte norte, é a área do horizonte correspondente ao norte em que as constelações que observamos ao longo do ano são sempre as mesmas.

Horizonte Sul

Consideremos agora a área equatorial, a área mais perto da margem do guarda-chuva. As constelações nesta área do horizonte sul variam de acordo com as estações do ano.

A constelação central da primavera é Leão, então colocamos o guarda-chuva com Leão na parte mais alta do horizonte. Depois rodamos o guarda-chuva $\frac{1}{4}$ de volta, ou 90° , e teremos sobre o horizonte sul a constelação central de verão: o Cisne com Lira e Águia, o triângulo de verão. Com mais $\frac{1}{4}$ de volta estamos no outono e a constelação central será o grande quadrilátero de Pégaso. Rodamos mais 90° e estaremos no inverno, e a constelação de Oriente, com os seus cães, domina o céu do horizonte.

Hemisfério Sul

Considere, por exemplo, latitude de 40° sul. Colocamos o guarda-chuva do hemisfério sul com a haste em direção ao polo sul (inclinado a cerca de 40° do chão) acima das nossas cabeças.

No hemisfério sul não há uma estrela que permita visualizar a posição do polo sul. A constelação Cruzeiro do Sul é usada para marcar a posição do polo sul celeste; isso deve ser feito estendendo 4,5 vezes o eixo principal da cruz em direção ao pé da cruz. Esta constelação faz uma revolução em torno do polo em 24 horas. A posição muda ao longo do ano, para a mesma hora, como mostra a figura 10. Assumimos que é à mesma hora para retirar o efeito da rotação da Terra e observar apenas a rotação do céu devida à translação.

Horizonte Sul

Olhe para a área de intersecção entre a haste do guarda-chuva e o tecido, que é onde fica o polo sul. Rodamos lentamente o cabo e notamos que a constelação do Cruzeiro do Sul gira em torno do polo sul ao longo do ano. Começamos por colocar o Cruzeiro do Sul em cima (o que acontece no inverno), giramos o cabo do guarda-chuva 90° até ter o Cruzeiro do Sul à direita (posição na primavera). Giramos novamente 90° , na mesma direção, e o Cruzeiro do Sul está em baixo (que é a posição correspondente ao verão) e, finalmente, rodamos 90° deixando o Cruzeiro do Sul à esquerda do polo Sul (como no outono). Se girarmos novamente 90° , reproduzimos a situação inicial e começamos as quatro estações do ano (figura 11).

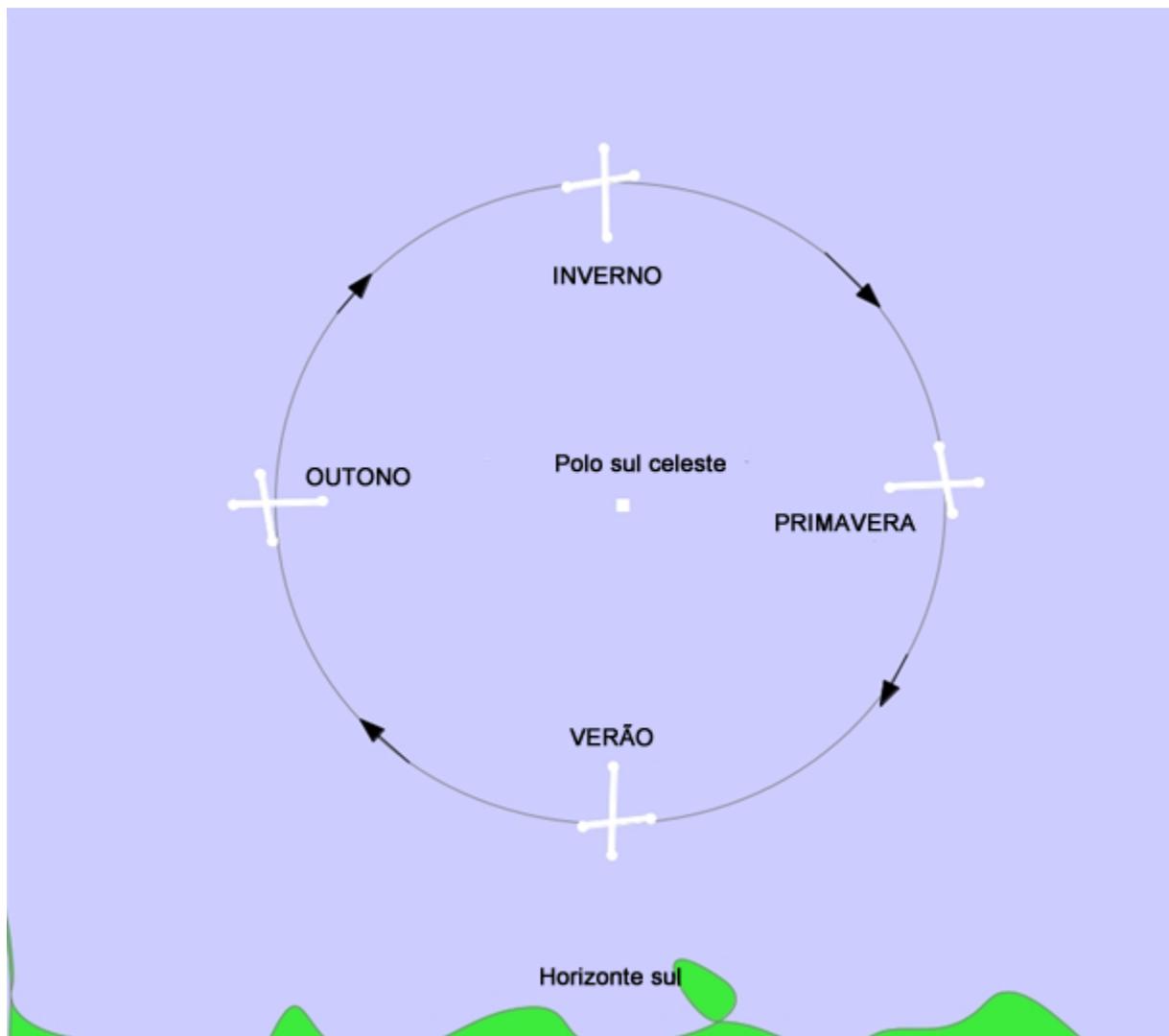


Fig. 11: Posições relativas do Cruzeiro do Sul em torno do polo sul, durante o ano (à mesma hora).

Após o processo descrito, percebe-se que nesta área do céu, chamada de horizonte norte (a área do horizonte correspondente ao ponto cardinal norte), as constelações que vemos ao longo do ano são sempre as mesmas.

Horizonte Norte

Olhamos agora para o tecido do guarda-chuva na zona equatorial, isto é, o horizonte norte. Esta área é onde as constelações variam mais. As que são visíveis no verão não o são no inverno. Zeus, o rei dos deuses da mitologia grega, colocou o gigante Oriote no céu após a sua morte causada pela picada de um escorpião. E também, Zeus colocou esta constelação no céu, mas diametralmente oposta, para que ele não pudesse atacar Oriote de novo.

A constelação central durante a primavera é Aquário. Giramos o guarda-chuva 90°, ou seja, depois de três meses e teremos Oriote, com os seus cães, no horizonte norte, que é a constelação central do verão. Com mais $\frac{1}{4}$ de volta estaremos no outono e a constelação central

é Leão. Se girarmos o guarda-chuva 90° é inverno, e temos a bela constelação de Escorpião no horizonte.

Conclusões para ambos os hemisférios

Seguindo o esquema anteriormente apresentado em ambos os hemisférios, para dois horizontes, podemos entender o céu noturno devido ao movimento translacional.

Se quisermos incluir o movimento de rotação na atividade, teremos que considerar que, além do movimento anual, é realizado um movimento diário devido à rotação da Terra. Num dia, tanto a Ursa Maior como o Cruzeiro do Sul dão uma volta completa aos respectivos polos. Para deixar de lado o efeito da rotação no movimento de translação, simplificámos a atividade imaginando que a observação é sempre realizada à mesma hora.

Céus escuros e contaminação luminosa

Para poder observar as estrelas devemos ter um céu escuro. No entanto, isto só é possível se nos afastarmos das cidades. Os seres humanos esquecem-se como o céu é estrelado porque não podem vê-lo. Este problema ocorre porque a maior parte da iluminação pública desperdiça enormes quantidades de energia iluminando para cima, onde é desnecessária. A poluição luminosa é uma das formas de contaminação ambiental menos conhecidas. Afeta a visibilidade do céu noturno, impedindo de ver as estrelas, para além de alterar o equilíbrio do ecossistema e afetar a saúde humana, pois atenta contra os relógios biológicos que estão coordenados com os períodos de luz e de escuridão. Ter consciência deste tema permite reconhecer o problema, alertar sobre as consequências e procurar soluções.

Existem três tipos de contaminação luminosa:

- a) O resplendor é um fenómeno produzido, geralmente, pela iluminação pública exterior. Evidencia-se quando temos a oportunidade de viajar à noite e de nos aproximar-nos de uma cidade. Vemos uma envolvência de luz a rodeá-la. A luz que produz o resplendor é luz desaproveitada, pois é gasta para iluminar para cima, onde não é necessária, e, portanto, não só nos impede de ver as estrelas mas também um gasto de energia desnecessário. Este tipo de contaminação é reduzida escolhendo bem as lâmpadas.
- b) A intrusão: a luz exterior projeta-se em todas as direções e em algumas delas entra, sem querer, nas nossas moradias. Se a luz é projetada nos quartos, vemo-nos obrigados a bloquear as janelas com cortinas durante a noite.
- c) O ofuscamento: este tipo de poluição é projetada pelas luzes dos automóveis e iluminação exterior nas cidades e moradias. Torna-se evidente em lugares com desnivelamento, pois o ofuscamento é produzido quando nos encontramos de maneira inesperada com um foco ou refletor.

Embora seja possível, a partir de diversos programas na Internet, reunir uma série de atividades práticas que permitam trabalhar este tema, proporemos somente uma que seja interativa e fácil de realizar em qualquer situação.

Atividade 2: Contaminação luminosa

Os objetivos desta oficina consistem em mostrar o efeito contaminante da iluminação sem proteção, reconhecer o efeito benéfico, do ponto de vista astronômico, da escolha de um candeeiro desenhado para o controle da contaminação luminosa e realçar a possibilidade de melhorar a visão das estrelas, sem deixar de iluminar aqueles lugares onde não podemos ter escuridão total.

Para realizar esta experiência é necessário obter uma caixa de cartão de certa dimensão, que permita que o aluno olhe o seu interior. Será desenhada uma constelação escolhida (neste exemplo, a de Oriente) onde serão marcadas as estrelas como pontos. Depois serão feitos buracos, tendo em conta que o diâmetro de cada um deve estar de acordo com a magnitude estelar (figura 12a e 12b). A constelação desenhada na parte exterior da caixa deve ser a imagem especular da mesma, pois esta deve ser tal como aparece no céu quando é vista no interior da caixa.



Fig. 12a e 12b: Caixa de cartão com o desenho da constelação de Oriente numa das faces.

A caixa deve ter o interior pintado de preto, de maneira a que quando observado o seu interior se veja a constelação com a aparência da figura 13. As “estrelas”, ou pontos que as representam, serão iluminadas pela entrada da luz exterior dentro da caixa.



Fig. 13: Visão de Oriente de dentro da caixa. Cada buraco representa uma estrela.

Preparam-se duas bolas de *ping-pong*, fazendo um buraco que permita introduzir uma lanterna no seu interior, de diâmetro exato para que possam ser fixadas à lanterna. Uma das bolas permanece intacta e a outra é pintada com esmalte sintético, de qualquer cor, no hemisfério superior, representando desta maneira o que se denomina “proteção”, que impede que a luz seja projetada para cima (figuras 14a e 14b).



Fig. 14a: Bola de ping-pong sem proteção.



Fig. 14b: Bola de ping-pong com hemisfério pintado.

Para realizar a experiência, é necessário selecionar lanternas nas quais seja possível remover a parte superior protetora e deixar a lâmpada à vista (figuras 15a e 15b). A bola de *ping-pong* insere-se na lanterna e simula um candeeiro tipo balão.



Fig. 15a: Tiramos o protetor da lanterna.



Fig. 15b: Lanterna com a bola de ping-pong simulando o candeeiro.

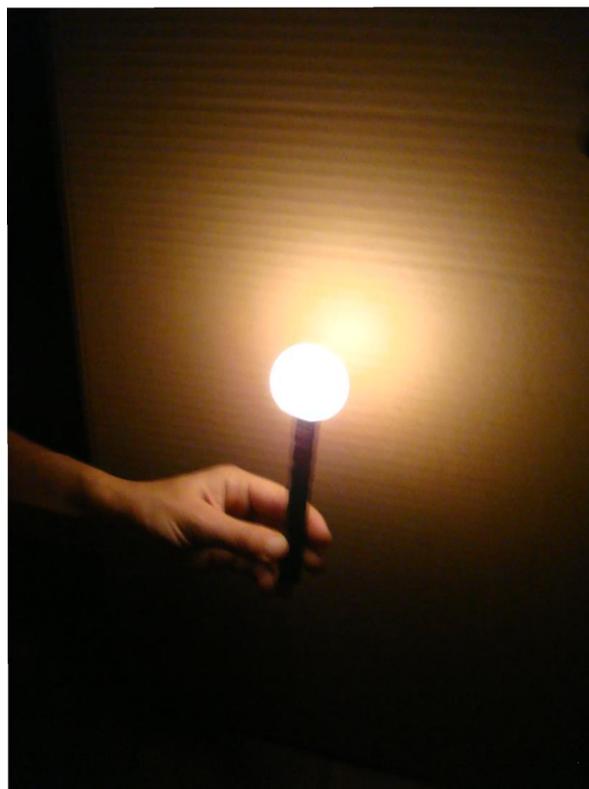


Fig. 16a: Lanterna sem proteção.



Fig. 16b: Lanterna com proteção.

A experiência realiza-se em duas etapas: Primeiro, fora da caixa. Nesta ocasião, devem apagar-se as luzes do lugar onde é realizada a experiência. Experimentam-se ambos os modelos, com a mesma lanterna para evitar variações no fluxo. Sem proteção (figura 16a) e com proteção (figura 16b), projetando a luz que produzem sobre uma superfície lisa e próxima, por exemplo, a parede ou um cartão.

Em segundo lugar, vejamos o que acontece dentro da caixa. A situação pode ser observada nas figuras 17a e 17b, para os casos da lanterna sem e com proteção, respetivamente. É possível

utilizar uma câmara digital para fotografar o que acontece dentro da caixa, caso contrário os participantes olham para o interior. As luzes externas, na habitação onde é realizada a experiência, devem estar acesas.

É possível indicar o que ocorre de maneira muito clara. Na primeira situação, no caso da iluminação exterior, o corte que produz um candeeiro com desenho para o controle da poluição luminosa: a emissão para o céu é observada notavelmente reduzida.

Na segunda situação, ao utilizar os dois tipos de lanterna no interior da caixa, estamos a simular a situação de um ambiente noturno. A luz sem proteção produz uma iluminação extra sobre o céu, o denominado resplendor, que dificulta a visão das estrelas. No caso da câmara digital, ao usar exposição automática, não é possível nem sequer focar de maneira adequada as estrelas. Pelo contrário, com a lanterna adaptada para controle de contaminação luminosa, é evidente que para baixo este artefacto não deixa de ter efeito, enquanto o céu se vê bem mais escuro, e a câmara consegue registar de maneira clara a constelação de Oriente.



Fig. 17a: Aspeto do céu com candeeiros sem proteção. Fig. 17b: Aspeto do céu com candeeiros com proteção.

Bibliografia

- Berthier, D., *Descubrir el cielo*, Ed. Larousse, Barcelona, 2007.
- Bourte, P. y Lacroux, J., *Observar el cielo a simple vista o con prismáticos*, Larousse, Barcelona, 2010.
- García, B., *Ladrones de Estrellas*, Ed. Kaicron, Colección Astronomía, BsAs, 2010.
- Reynolds, M., *Observación astronómica con prismáticos*, Ed. Tutor, Madrid 2006.
- Roth, G.D. *Guía de las estrellas y de los Planetas*, Omega. Barcelona 1989.

ANEXO: Instruções o para *Stellarium* 0.16.0

Para visualizar ou não as barras de ferramentas (traga o cursor para o canto inferior esquerdo).	
Localização. É possível introduzir por cidades, por coordenadas ou clicando num mapa.	
Data e hora em que é mostrado o céu.	
Configuração da visão do céu. Por sua vez, possui quatro menus, que são explicados a seguir.	
Nº de estrelas, planetas... para exibir ou não a atmosfera.	
Mostrar as linhas de coordenadas no céu, das constelações... Tipo de projeção do céu. É recomendado a Estereográfica ou Ortográfica.	
Mostrar a paisagem, o solo, o nevoeiro.	
Nomes e figuras das constelações e de estrelas em diferentes culturas. Os mais conhecidos são os ocidentais.	
Pesquisar um objeto.(por exemplo, Saturno, M13, NGC 4123, Altair).	
Definir o idioma e as informações exibidas dos objetos no ecrã.	
Ajuda (teclas de atalho, etc.).	
Ritmo normal do tempo.	
Aumentar velocidade do tempo. É possível alterar várias vezes.	
Diminuir velocidade do tempo.	
Voltar para a hora atual.	
Linhas das constelações.	
Nomes das constelações.	

Figuras das constelações.	
Quadrícula equatorial.	
Quadrícula azimutal + horizonte.	
Solo / Horizonte.	
Mostrar pontos cardeais.	
Atmosfera.	
Nebulosas e nomes.	
Nomes dos planetas.	
Montagem equatorial / azimutal.	
Centrar no objeto selecionado.	
Modo noturno.	
Ecrã completo / janela.	
Ocular (como olhar para o objeto selecionado através de um telescópio).	
Satélites artificiais em órbita.	
Movimentar-se através da visualização.	←, →, ↑, ↓
Aumentar a ampliação.	Page Up
Diminuir a ampliação.	Page Down
Definir o planeta selecionado a partir do próprio planeta. Para voltar à Terra, pesquisar "Terra" e depois CTRL+G para selecionar a Terra como ponto de referência.	Ctrl+G
Identificação dos planetas.	Alt+T
Capturar ecrã.	Ctrl+S ou Prt Scr
Sair (encerrar o <i>Stellarium</i>)	ou Ctrl+Q