

CONSTRUÇÃO DE MAQUETE FOSFORESCENTE DA CONSTELAÇÃO DE ÓRION A PARTIR DO STELLARIUM.

.....

Giselen Lefer Padilha Renner

Licenciatura em Ciências da Natureza
com Habilitação em Física
Instituto Federal de Santa Catarina,
Jaraguá do Sul, SC, Brasil
E-mail: glefer.p@gmail.com

.....

As constelações

As constelações foram definidas como agrupamentos arbitrários de estrelas que ocupam certa região no céu ao longo da história da Astronomia. Esse conceito foi construído no imaginário dos povos antigos, representando no céu noturno deuses, mitos, animais e até objetos que eram usados no cotidiano [1]. As constelações surgiram na antiguidade para auxiliar os povos a identificar os períodos das estações do ano, uma vez que era necessário saber as épocas propícias ao plantio. Do ponto de vista moderno, as constelações não mais são classificadas como um simples agrupamento de estrelas, mas sim como áreas específicas que foram determinadas a partir das figuras mitológicas. Em 1922, a União Astronômica Internacional (IAU) dividiu a esfera celeste em 88 partes, e desde então qualquer estrela que esteja dentro dos limites dessas partes pertence àquela constelação [1, 2].

As estrelas são nomeadas de acordo com a ordem de seu brilho no céu, sendo a mais brilhante denominada alfa, a segunda beta e assim por diante. A estrela alfa da constelação de Órion é a Betelgeuse.

Algumas constelações encontram-se em uma faixa limitada por dois paralelos de latitude celeste, mais precisamente a 8 graus ao norte e 8 graus ao sul da eclíptica; nessa faixa sempre se pode observar o sol, a lua e os planetas. A eclíptica é o círculo máximo da esfera celeste; ela representa a trajetória anual do Sol em seu movimento aparente em torno da Terra. As 13 constelações zodiacais que são atravessadas pela eclíptica são: Peixes, Áries, Touro, Gêmeos, Câncer, Leão, Virgem, Libra, Escorpião, Ofiúco, Sagitário, Capri-

córnio e Aquário [3].

O *Stellarium* é uma carta do céu ou um planetário de código aberto para o computador. Ele mostra um céu realista em três dimensões igual ao que se vê a olho nu, com binóculos ou telescópio, tendo ampla relevância no ensino de astronomia atualmente.

O gigante caçador

Algumas constelações são facilmente observadas no céu noturno devido ao fato de possuírem estrelas de maior brilho aparente, como por exemplo a constelação de Órion, cuja sigla é "Ori". Ela representa

a figura mitológica de um caçador na presença de seus dois cães de caça (representados pelas constelações Cão Maior e Cão Menor).

Na mitologia grega, em uma das várias

versões, Órion foi um herói, grande caçador e amado por Ártemis, (deusa da caça) até que Apolo, irmão de Ártemis, não aprovando o romance entre os dois, enviou um escorpião para matá-lo, porém este acabou picando seu calcanhar. Os deuses resolveram colocá-los no céu de forma que não pudessem se confrontar, em lados opostos. Enquanto Órion se põe no Oeste, Escorpião está nascendo no Leste. Em outra versão, Órion estaria fugindo do Escorpião e Apolo desafia a pontaria de Ártemis, que acaba por acertar por engano Órion e matá-lo. Ela pede então para que Zeus os coloque entre as estrelas, na configuração representada na Fig. 1 [4].

Para encontrar a constelação de Órion, o observador deve localizar três estrelas próximas, de brilho parecido e enfileiradas, conhecidas como "Três Marias" (Alnilan, Alnitak e Mintaka), que compõem o cinturão de Órion. A constelação tem o formato de um quadrilátero, no qual o vértice nordeste é formado pela es-

As estrelas são nomeadas de acordo com a ordem de seu brilho no céu, sendo a mais brilhante denominada alfa, a segunda beta e assim por diante

Atualmente, percebe-se que o ensino de Astronomia necessita de estratégias didáticas diferenciadas, que tenham o potencial de desenvolver e tornar efetivo o processo de ensino/aprendizagem. Este artigo tem o propósito de propor a elaboração de uma maquete tridimensional fosforescente da constelação de Órion, com a possibilidade de que o aluno, ao mesmo tempo em que constrói o modelo representacional, incorpore ou reelabore suas concepções sobre o universo, com a abordagem de diversos temas ao longo de todo o processo.



Figura 1: Figura mitológica da constelação de Órion, o Caçador, vista do hemisfério sul. Fonte: *Stellarium*.

trela avermelhada Betelgeuse, a qual marca o ombro direito do caçador. O vértice sudoeste do quadrilátero é formado pela estrela azulada Rigel, que representa o pé esquerdo de Órion. Vale lembrar que no hemisfério sul, Órion aparece de cabeça para baixo [3].

Magnitude aparente e absoluta

Um observador na superfície da Terra pode, sem instrumentos ópticos, diferenciar o brilho e a cor dominante das estrelas. Essas observações estão associadas às propriedades físicas das estrelas, ou seja, observando o fluxo da radiação em diversos comprimentos de onda, pode-se comparar a estrela com um corpo negro.

Dessa forma, obtendo dados acerca de propriedades como temperatura e cor, considerando a atividade energética do núcleo e a composição química da atmosfera de uma estrela, obtém-se um espectro característico. O brilho aparente de uma estrela, quando observada da Terra, depende da potência da radiação emitida e da distância da estrela até a Terra. Dessa forma são estabelecidos os conceitos de magnitude absoluta e aparente [5].

A magnitude aparente de determinada estrela é uma medida do seu brilho aparente [6]. A primeira escala para essa medição foi realizada por Hiparco no século II a. C. Em sua escala, Hiparco definiu que as estrelas mais brilhantes tinham magnitude $m = 1$ e as menos brilhantes caracterizavam-se por $m = 6$. Dessa relação resulta que uma estrela de magnitude 1 é cerca de 100 vezes mais brilhante que uma estrela de magnitude igual a 6 [6].

A medida de magnitude aparente de uma estrela está relacionada com a medida do fluxo recebido para um dado comprimento de onda do espectro, podendo ser realizada com um telescópio e um detec-

tor apropriado [5].

Introduzimos o conceito de magnitude absoluta para compararmos as estrelas quanto à luminosidade [11]. A magnitude absoluta de uma estrela é definida como sendo a magnitude aparente que teria essa estrela a uma distância de 10 pc (parsecs) [5, 11].

Cor e temperatura das estrelas

A cor de uma estrela está associada às suas características físicas, ou mais especificamente a sua temperatura superficial, na fotosfera. Essa cor podemos diferenciar a olho nu ou com o auxílio de telescópios ou outros instrumentos ópticos [6,7].

Uma estrela com menor temperatura tem seu pico de emissão próximo do vermelho e uma estrela com temperaturas mais altas possui pico de emissão mais próximo do azul. O Sol é considerado uma estrela de temperatura intermediária, seu pico de emissão está na faixa do amarelo [6].

Em se tratando da temperatura, considera-se um baixo valor em valores aproxima-

dos de 2.000 K a 3.000 K, considerando as camadas mais externas, responsáveis pela emissão das cores que chegam à Terra. Valores considerados altos para o padrão de temperatura são aqueles próximos de 40.000 K.

Os astrônomos estudam a luz que chega até a Terra, oriunda das estrelas, para compreender sua formação e evolução, além das estruturas em que elas se encontram, como os aglomerados e as galáxias.

A magnitude aparente de determinada estrela é uma medida do seu brilho aparente. A primeira escala para essa medição foi realizada por Hiparco no século II a. C.

Coordenadas celestes

Um sistema de coordenadas celestes é responsável por definir a posição de um astro na esfera celeste, utilizando para isso dois valores angulares.

Dos sistemas mais utilizados em astronomia de posição vale mencionar o Sistema Horizontal Local de Coordenadas e o Sistema Equatorial de Coordenadas [7].

O Sistema Horizontal tem como plano fundamental o plano em que está contido o horizonte do observador e duas coordenadas: o azimute e a altura. O primeiro é o ângulo medido sobre o horizonte com origem no norte e que cresce na direção leste, com sua extremidade no astro. Tem variação de 0 graus a 90 graus para os astros que se localizam acima do horizonte. Nesse sistema, o azimute e a altura dependem da localização do observador e variam a todo instante devido à rotação da Terra [8].

A Fig. 2 representa o sistema de coordenadas horizontais, ilustrando a metade da esfera celeste visível ao observador.

A posição do observador é represen-

tada pelo ponto O e a posição do astro na esfera celeste é compreendida pelo ponto E.

No Sistema Equatorial, a posição do observador não altera as coordenadas do astro. O plano fundamental nesse sistema é o plano do equador celeste, e o ponto de referência é a posição do Sol. No momento em que o Sol cruza o equador celeste vindo do hemisfério sul, obtêm-se as duas coordenadas: a ascensão reta (α) e a declinação (δ).

A ascensão reta é um ângulo medido sobre o equador celeste e tem origem no

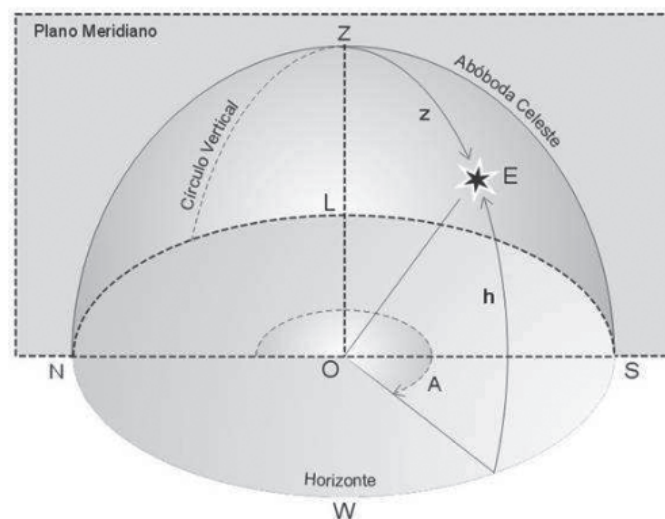


Figura 2: Ilustração do Sistema Horizontal Local de coordenadas [7].

ponto Vernal, e a declinação é o ângulo medido sobre o meridiano do astro. Geralmente a ascensão reta é medida em horas (0 h a 24 h) e a declinação, em graus (0 graus a ± 90 graus) do equador para o polo celeste norte (positivo) ou sul (negativo) [7, 8].

A Fig. 3 ilustra o sistema de coordenadas equatoriais. O ponto T representa o observador e o ponto E a posição de uma estrela na esfera celeste.

Determinação de distâncias

Dentre as medidas astronômicas, a mais simples é a triangulação, que consiste em um método para cálculo de distância dos astros mais próximos da Terra. Esse método consiste em calcular a distância por meio da semelhança de triângulos, ao aplicar o teorema de Tales.

Porém, é necessário que exista um objeto distante que sirva como referência, para medir a variação da direção do objeto mais próximo quando o observador muda de posição [10].

Essa mudança na direção do objeto devido à mudança de posição do observador é chamada de *paralaxe*. A paralaxe pode ser geocêntrica e heliocêntrica. A primeira, também conhecida como paralaxe diurna, é um método que pode ser utilizado para medir a distância até os planetas mais próximos, sendo definida como o deslocamento aparente sofrido pelo objeto quando observado de dois pontos por uma distância igual ao raio da Terra [9].

A paralaxe heliocêntrica, também conhecida como paralaxe anual, é o único método direto que pode ser utilizado para medir distâncias estelares (no alcance de estrelas da vizinhança solar). Esse método é definido como o deslocamento aparente sofrido pelo objeto quando observado de dois pontos separados por uma distância igual ao raio da Terra, em um período de

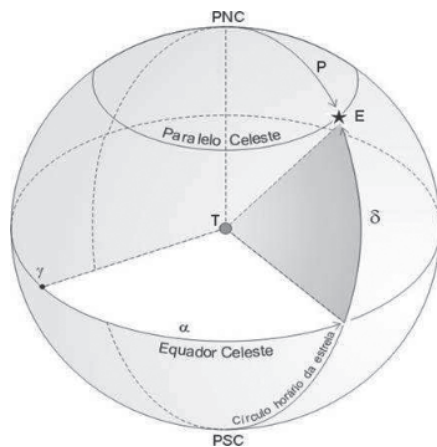


Figura 3: Ilustração do Sistema Equatorial de coordenadas [7].

seis meses de observação. (1 UA) [11]. Para se utilizar dessa medida, é necessário medir a direção de uma estrela em relação às estrelas de fundo quando a Terra está em um lado em relação ao Sol, e seis meses depois, quando está no lado oposto; a partir desses dados, é possível calcular a distância.

Pode-se citar duas medidas de distâncias comumente utilizadas na astronomia: o ano-luz e o parsec. Um ano-luz (al) é a distância que a luz percorre em um ano, propagando-se pelo vácuo.

O parsec (pc) é definido como a distância de um objeto que apresenta uma paralaxe heliocêntrica de 1". A distância medida em parsecs é igual ao inverso de sua paralaxe heliocêntrica medida em segundos de arco [9].

Construção da maquete

Para a construção da maquete da constelação de Órion foram utilizados os seguintes materiais:

- Folha de isopor;
- 3 esferas de plástico (ou isopor) de aproximadamente 1,3 cm de diâmetro (as esferas representarão as estrelas);
- 4 esferas de plástico (ou isopor) de aproximadamente 1 cm de diâmetro;
- 12 esferas de plástico (ou isopor) de aproximadamente 0,5 cm de diâmetro;
- 2 m de arame de 2 mm de diâmetro;
- Cola instantânea;
- Tinta fosforescente verde (ou azul);
- Alicates de artesanato;
- Régua ou fita métrica;
- Imagem impressa da constelação de Órion do software Stellarium.

Coleta de dados

Para iniciar o procedimento de montagem da maquete é necessário que se estabeleçam as dimensões nas quais se pretende confeccioná-la, podendo-se projetá-la em um gráfico em três dimensões, conforme a Fig. 4. Aqui:

- O eixo x corresponde à distância a que as estrelas se encontram da Terra (valores serão obtidos no Stellarium) em escala reduzida; o eixo y corresponde à distância entre as estrelas quando observadas no plano frontal;
- O eixo z corresponde à altura e os valores das coordenadas foram obtidos pela ampliação da imagem do Stellarium.
- O ponto P corresponde a uma estrela que terá posição definida por meio desses valores.

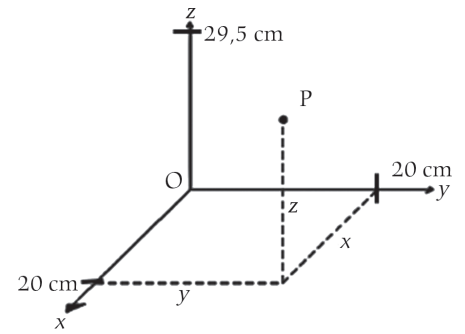


Figura 4: Projeção da maquete em gráfico de três dimensões.

Nesse caso, a maquete terá uma profundidade de 20 cm, uma distância no plano frontal de 20 cm e uma altura máxima de 29,5 cm.

Para os dados correspondentes ao eixo x, basta buscar as medidas de distâncias no aplicativo Stellarium e reduzi-las em escala menor, considerando a distância máxima pretendida. Para isso pode-se usar regra de três simples, relacionando a distância da estrela mais afastada com a distância estipulada no início para a profundidade pretendida, resultando na equação

$$d_{final} = \frac{d_{real}(\text{anos luz}) \times d_{max}(\text{cm})}{2000(\text{anos luz})}$$

em que d_{final} = distância final convertida em centímetros (componente do eixo x); d_{real} = distância da estrela a partir da Terra (por meio do Stellarium); d_{max} = distância máxima pretendida para a maquete.

A estrela mais afastada é Alnilan, a 1976,71 anos-luz, ou, por arredondamento, a 2.000 anos-luz. Esse valor aproximado é válido para estipularmos as dimensões da base. A estrela Alnilan ficará em uma posição anterior ao limite da base. O cálculo fica, por exemplo, para o caso de Rigel, distante 862,85 anos-luz

$$d_{final} = \frac{862,85 \times 20}{2000} = 8,6 \text{ cm}$$

Logo após executar o cálculo para todas as estrelas, será necessário definir a altura na qual cada estrela vai se posicionar.

Para isso, será utilizada uma ampliação de imagem da constelação no Stellarium. Nesse caso, como foi definida uma altura máxima para a maquete de 29,5 cm, foi necessária uma ampliação de 5,6 vezes da imagem original do aplicativo.

Para determinar a altura (eixo z), foi utilizada uma régua na lateral da imagem ampliada (Fig. 5).

Por exemplo, Rigel e Saiph encontram-se na base, logo pode-se considerar



Figura 5: Imagem da constelação de Órion com régua para determinação das posições em relação ao plano frontal. Fonte: *Stellarium*.

que ambas se encontram na altura zero, e Betelgeuse estaria a 18 cm da base; basta repetir esse procedimento para as estrelas restantes e anotar.

Ainda falta um dado a ser obtido, relacionado às posições das estrelas em relação umas às outras. Para isso, pode ser determinada como referencial a base da imagem, inserindo uma nova régua na parte inferior da imagem (Fig. 5); esse dado vai compor as coordenadas do eixo y .

Saiph, por exemplo, estará posicionada em 2 cm, Betelgeuse em 3 cm e assim por diante.

Os dados obtidos podem ser organizados em uma tabela, conforme representado na Tabela 1.

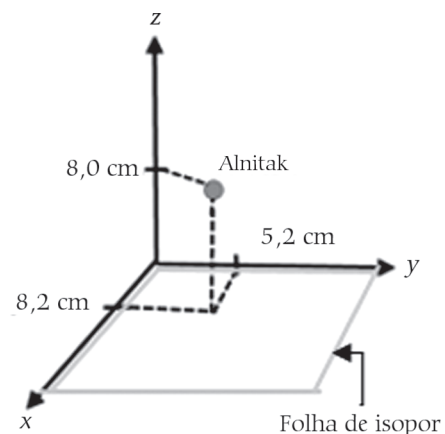


Figura 6: Procedimento para iniciar a montagem da constelação, com o posicionamento da estrela Alnitak.

Tabela 1. Dados de magnitude aparente e conversão das distâncias a partir dos dados do *Stellarium* de acordo com as medidas propostas inicialmente.

Estrelas	Magnitude aparente	Distância média da Terra (Anos-luz)	Eixo x (cm)	Altura (eixo z) (cm)	Eixo y (cm)
Rigel	0,15	862,8	8,6	0,0	11,4
Saiph	2,05	647,1	6,5	0,0	2,0
Alnitak	1,85	817,4	8,2	8,0	5,2
Alnilan	1,65	1976,7	19,8	8,6	6,5
Mintaka	2,40	916,2	9,2	9,5	7,7
Betelgeuse	0,45	497,9	5,0	17,9	3,0
Meissa	3,50	1055,5	10,5	19,9	8,3
Bellatrix	1,60	252,4	2,5	16,2	10,4
Tabit	3,15	26,3	0,25	16,1	19,8
N4 ori	3,65	1052,1	10,5	14,7	19,3
5 ori	5,30	590,9	5,9	11,4	18,3
N6 ori	4,45	945,4	9,4	10,6	17,0
N2 ori	4,35	224,5	2,2	18,1	19,7
N1 ori	4,60	116,3	1,2	19,5	18,5
μ ori	4,30	151,8	1,5	20,1	1,7
ϵ ori	4,45	607,4	6,0	24,5	0,4
V ori	4,40	516,1	5,1	24,9	1,5
X1 ori	4,35	28,3	0,3	29,5	5,3
64 ori	5,10	718,4	7,2	29,1	3,4

A partir dos dados da tabela, a montagem da maquete pode ser iniciada. Definem-se os eixos na folha de isopor, graduando-os em seguida em centímetros. Com o dado de cada estrela, basta posicionar as bolinhas conforme ilustra a Fig. 6, um sistema cartesiano no qual estão representados os dados e a posição final para a estrela Alnitak.

É possível notar que quanto maior a magnitude, menos brilhante é a estrela.

Para fixar a estrela na altura correspondente, pode-se utilizar de palitos de churrasco ou qualquer outro material similar, lembrando que as estrelas estarão

somente encaixadas no palito, não serão coladas nele.

Logo após, faz-se o mesmo procedimento para estrelas próximas, sendo interessante que as estrelas que serão conectadas (as que formam o desenho da constelação), sejam ligadas simultaneamente a esse processo. Para isso, deve-se inserir cola instantânea nas extremidades do arame e nas estrelas correspondentes, respeitando o traçado do desenho da constelação e as dimensões calculadas inicialmente.

Além disso, é relevante considerar a magnitude aparente das estrelas, observadas na imagem e nos dados do *Stella-*

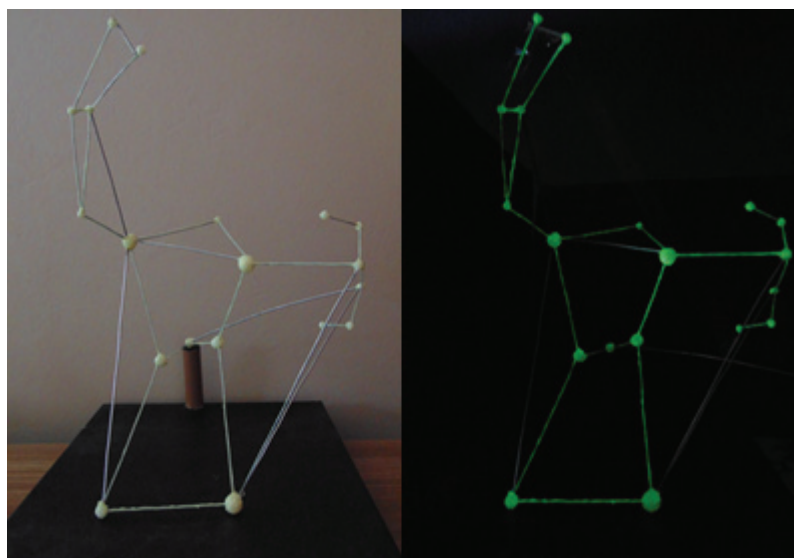


Figura 7: Fotos da maquete finalizada.

rium. Por exemplo, Rigel e Betelgeuse parecem maiores, seguidas de Bellatrix, Alnilan e Alnitak, e assim por diante. Isso se deve ao fato de considerarmos que estão em um mesmo plano aparente.

Além desses conectores, será necessário inserir mais alguns para dar sustentação à maquete, e estes ficam a critério do professor e dos alunos no momento da montagem, bem como a observação de onde serão necessários.

Quando todas as ligações estiverem prontas, a maquete pode ser retirada da base e, logo após, basta que seja aplicada a tinta fosforescente nas estrelas e nas linhas que formam a constelação. A Fig. 7 mostra como fica a maquete depois da aplicação da tinta. É possível observar à direita a maquete no escuro, as estrelas e as linhas que formam a constelação de Órion.

Pode-se optar por fazer uma base, de modo que a bolinha que representa a estrela Alnilan fique na altura correspondente ao eixo z do plano cartesiano.



Figura 8: Imagem do gif. Acesso ao gif em <https://goo.gl/1gPwqd>.

Considerações finais

A construção dessa maquete diferencia-se das demais na literatura por ser independente de uma base, pois no final ela pode ser retirada, permitindo a visualização em diferentes ângulos e a analogia à visão que se teria fora da Terra. A sua

elaboração, desde a fase inicial até a final, requer habilidades variadas, desde a utilização de cálculos relacionados à matemática básica até as habilidades manuais. Tem um grande potencial para desenvolver os conteúdos de Astronomia desde as questões mais teóricas, como a abordagem com cálculos, até os conhecimentos mais abstratos, desenvolvendo no aluno a noção de espaço-tempo e geometria espacial.

Esse projeto foi executado com materiais de baixo custo, compreendendo o valor total necessário para sua confecção aproximadamente R\$ 25,00.

Além de ser uma proposta viável, a confecção de uma maquete que brilha no escuro pode se tornar uma ferramenta potencialmente significativa na aprendizagem de conceitos no âmbito da astronomia e da astrofísica. Está disponível no final do texto um link para acesso a um gif, no qual é possível visualizar a constelação em diferentes ângulos (Fig. 8).

Referências

- [1] A.F. Clávia, *Conhecendo as Constelações* (Observatório Astronômico Frei Rosário, UFMG, 2010).
- [2] Observatório Astronômico de Lisboa, *O Nome das Constelações* (Tapada da Ajuda, Lisboa, 2013).
- [3] K.S. Oliveira e M.F. O. Saraiva. *Astronomia e Astrofísica* (Livraria da Física, São Paulo, 2004), 2nd ed.
- [4] J.R. Costa, *Astronomia e Astrologia* (UFABC, São Paulo, 2013), aula 7, disponível em <https://astronomiaufabc.files.wordpress.com/2013/06/aula07-astrologiamitologia1.pdf>, acesso em 13/02/2017.
- [5] G.M.S. Silva, F.B. Ribas e M.S.T. Freitas, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **30**, 1306 (2008).
- [6] J.L.G. Sobrinho, *Estrelas: Espectros, Luminosidades e Massas* (Universidade da Madeira, Funchal, 2013), disponível em <http://www3.uma.pt/Investigacao/Astro/Grupo/Publicacoes/Pub/Modulos/estrelas1.pdf>, acesso em 15/19/2017.
- [7] G.F. Marranghello e D.B. Pavani, *Física na Escola* **12**(1), 20 (2011).
- [8] F.I.R. Gonçalves, L.M.A. Magalhães e S.C.R. Pereira, *Matemática na Astronomia* (Universidade do Minho, Braga, 2007).
- [9] A. Justiniano, P.A. Bressan, E.M. Silva, L.D. Moraes e R. Botelho, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **39**, e4505 (2017).
- [10] A.M. Muller, M.F. Saraiva e K.S.Oliveira. *Distâncias Astronômicas*, disponível em https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n29_Muller/aula2/aula2a.pdf, acesso em 15/09/2017.
- [11] M. Zeilik and E.V.P. Smith, *Introductory Astronomy and Astrophysics* (Saunders College Publishing, Philadelphia, 1973), 2nd ed.