



Pós-Graduação em **Astronomia**
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS



Isabela Marcelina de Oliveira Santos

**Roteiros de apresentação para Planetários focando o Ensino de
Astronomia**

Produto Educacional

Orientadora: Profa. Vera Aparecida Fernandes Martin

Coorientador: Prof. Iranderly Fernandes de Fernandes

Feira de Santana

2019

Ficha Catalográfica – Biblioteca Central Julieta Carteado

S235r Santos, Isabela Marcelina de Oliveira
Roteiros de apresentação para planetários focando o ensino de astronomia. / Isabela Marcelina de Oliveira Santos. – Feira de Santana: UEFS, 2019.
43p.: il.

Produto educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional do Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, 2019.

1. Astronomia – Estudo e ensino. 2. Planetários. I. Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Astronomia. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. III. Título.

CDU : 52(07)

Maria de Fátima de Jesus Moreira – Bibliotecária – CRB5/1120

SUMÁRIO

Apresentação	4
Roteiro 1: O céu de Jacobina (O céu dos Payayás)	6
Orientação sobre o <i>Stellarium</i> para o Roteiro1	16
Roteiro 2: As constelações	18
Orientação sobre o <i>Stellarium</i> para o Roteiro 2	26
Roteiro 3: As estrelas	28
Roteiro 4: Vida fora da Terra	34
Referências	38
Glossário	40
Apêndice 1	41
Termo de Validação do Produto Educacional	44

Apresentação

Caros professores,

Sou professora de Física e Matemática atuando no Ensino Médio da rede estadual da Bahia, formada em Licenciatura em Física e Mestre em Ensino de Astronomia pela Universidade Estadual de Feira de Santana. Apresento para vocês quatro roteiros elaborados para apresentações em planetários sobre constelações, estrelas, Astrobiologia, Geografia e História.

Este livro é o produto educacional derivado da pesquisa para a dissertação de mestrado realizada de 2017 até 2019, estudando os Planetários brasileiros e suas sessões de cúpula, catalogando os temas mais abordados e suas metodologias. A dissertação intitulada PLANETÁRIO: ESPAÇO NÃO FORMAL PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS, defendida em dezembro de 2019, no Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia contém o material estudado, suas análises, discussões e resultados.

Com a colaboração de Fabiana Gomes, Danilo e Thiago Marcel, colegas do curso de mestrado, fotografias de Eugênio Júnior, ilustrações e vídeo de Joedi Makson Costa Moreira (MOREIRA, Joedi), os roteiros foram confeccionados e apresentados para as turmas do Ensino Médio do Colégio Estadual de Junco (CEJ), distrito do município de Jacobina, Bahia, em 2019. Com o objetivo de tirar dúvidas sobre estrelas, constelações e curiosidades sobre o céu noturno, este livro é voltado para o Ensino Médio e pode ser ajustado para qualquer cidade brasileira.

Espero que vocês e seus alunos possam aprender e se encantar ainda mais pelos mistérios do Universo.

Vida longa e próspera!

Isabela Marcelina

Agradeço ao apoio financeiro da Fapesb – Fundação de Amparo à Pesquisa do
Estado da Bahia



Roteiro 1 – O céu de Jacobina (O céu dos Payayás¹)

Problematização: Como identificar as constelações no céu jacobinense? O céu ainda pode ser utilizado para identificar as estações do ano? E a localização geográfica?

Áreas do conhecimento: Astronomia, Geografia e História.

Material Utilizado: Fotografias de Jacobina e o aplicativo *Stellarium*.

Narração:

Rodeada de serras majestosas, dos Payayás herdamos Jacobina. A mais linda das terras entre as formosas na encosta da Chapada Diamantina. Dentro do vale, somos privilegiados por belos espetáculos da natureza. O ‘nascer’ da Lua entre as serras, o lindo caminho de Santiago, o horizonte colorido pelas cores apaixonantes do pôr do Sol (Figura 1).

Figura 1 - Pôr do Sol em Jacobina - Bahia



Fotógrafo: Eugênio Júnior

¹ Payayás é o nome da tribo de índios que moravam na região antes da chegada dos bandeirantes para a extração do ouro na região.

À noite, as estrelas se misturam com as luzes da cidade ao longo das serras formando um “mar” de luzes, uma trilha iluminando um caminho em direção ao centro da cidade (Figuras 2, 3, 4 e 5).

Figura 2 - Anoitecer de Jacobina – Bahia, vista de uma das serras



Fotógrafo: Eugênio Júnior

Figura 3 - O nascer da Lua cheia



Fotógrafo: Eugênio Júnior

Figura 4 - Céu de Jacobina vista da serra do Cruzeiro. Destaque para a Via Láctea



Fotógrafo: Eugênio Júnior

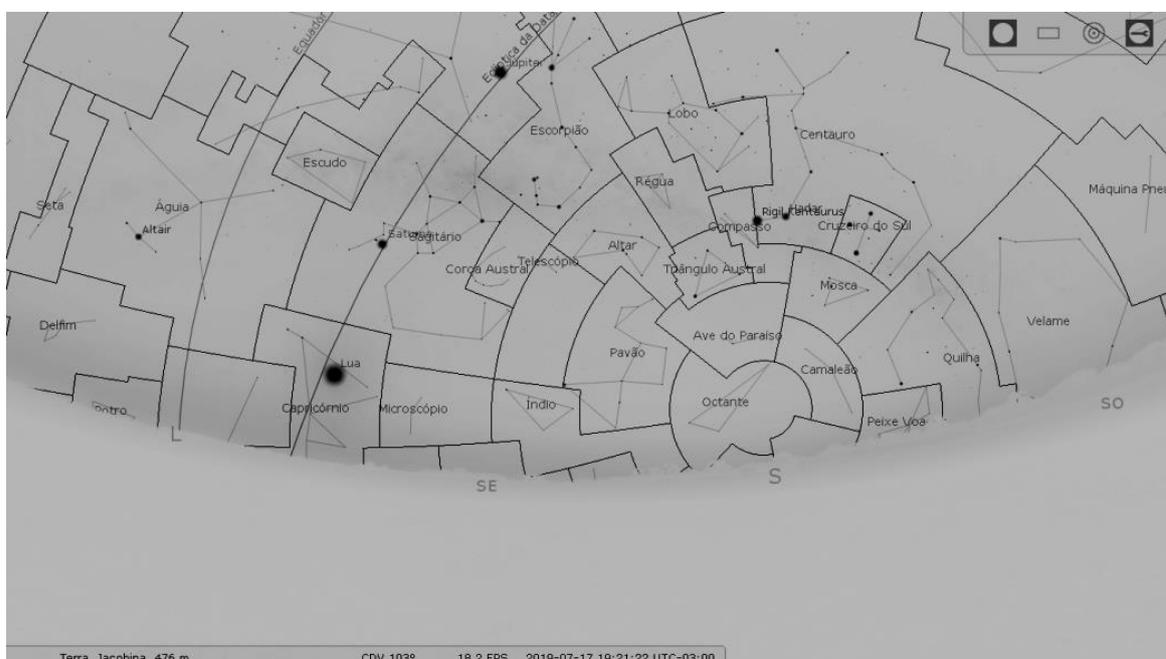
Figura 5 - Topo do Cruzeiro em Jacobina, a cruz e a Via Láctea



Fotógrafo: Eugênio Júnior

Com a latitude de 11°10' (11 graus e 10 minutos), é abençoada por sua localização tropical possibilitando a visualização de muitas constelações, embora as serras reduzam um pouco o “céu observável”. O *Stellarium* é um programa utilizado para projetar o céu noturno no Planetário e estudar um pouco as estrelas e as constelações. Oficialmente o céu é dividido em 88 constelações, que são agrupamentos aparentes de estrelas, e com certeza já ouviram falar de algumas delas. Na Figura 6 vemos os limites das constelações além da linha do Equador e da Eclíptica simulados no *Stellarium*.

Figura 6 - Limites das constelações, linha do Equador e linha da Eclíptica²



Fonte: *Stellarium*

A Terra é dividida pela linha imaginária do equador em dois hemisférios, Norte e Sul e nesses hemisférios tem o polo celeste e o polo terrestre. No céu utilizamos os polos celestes para auxiliar na localização geográfica. O hemisfério Norte possui uma estrela bem próxima ao Polo Celeste Norte chamada Estrela Polar, que é muito utilizada para encontrar a direção Norte e a partir dela os outros

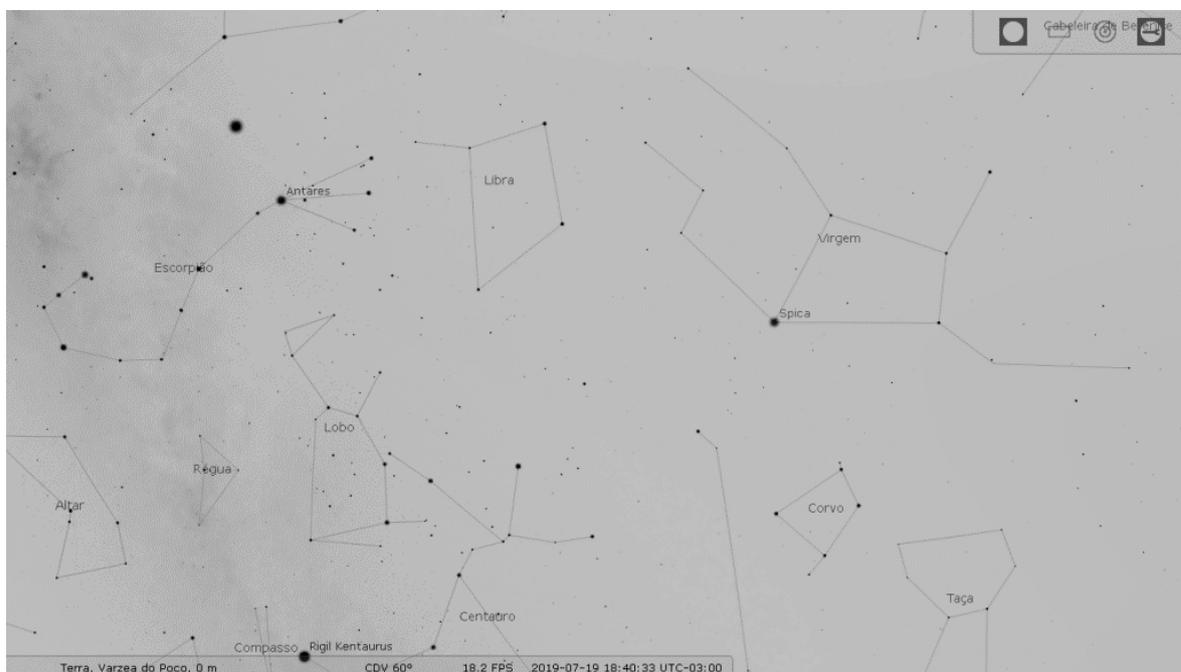
² Definição no Glossário

pontos cardeais. O hemisfério Sul não possui uma “estrela polar”, mas é possível usar como referência a constelação do Cruzeiro do Sul, estimando onde se encontra o Polo Sul Celeste.

Até hoje a Astronomia é confundida com Astrologia quando falamos sobre as constelações do Zodíaco. O que são as constelações do Zodíaco? Além da linha do Equador, temos a linha da Eclíptica, uma projeção da trajetória aparente do Sol ao redor da Terra. A Eclíptica “cruza” 13 constelações que são chamadas constelações do Zodíaco.

As constelações do Zodíaco são mais conhecidas por causa dos signos do horóscopo. Elas são: Capricórnio, Aquário, Peixes, Áries, Touro, Gêmeos, Câncer, Leão, Virgem, Libra, Escorpião, Ophiuchus (não considerada dentre os 12 signos) e Sagitário. As constelações de Escorpião, Virgem e Libra estão na Figura 7.

Figura 7 - Constelações do Zodíaco: Escorpião, Virgem e Libra



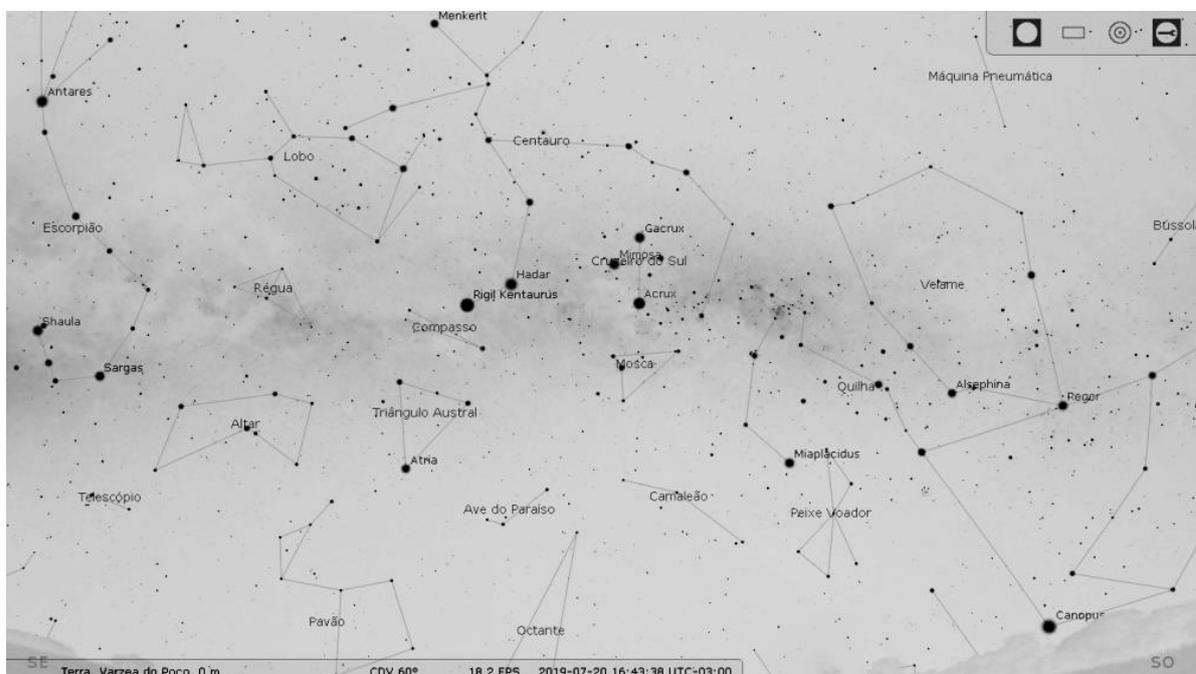
Fonte: *Stellarium*

Além destas constelações conhecemos as “Três Marias” que na verdade é uma parte da constelação de Órion; o Cruzeiro do Sul muito conhecida no Hemisfério Sul e utilizada no Ensino Fundamental para orientação geográfica.

Das 88 constelações “oficiais” consideradas pela IAU (União Astronômica Internacional), existem as constelações ligadas à mitologia greco-romana (Figura 9) e as constelações de objetos modernos (Figura 8). Durante o período das grandes navegações nos séculos XIV e XV foram descobertas e criadas estas ‘novas’ constelações: a bússola, o triângulo, o relógio, o microscópio, a régua, o telescópio, o compasso e o triângulo do sul são exemplos.

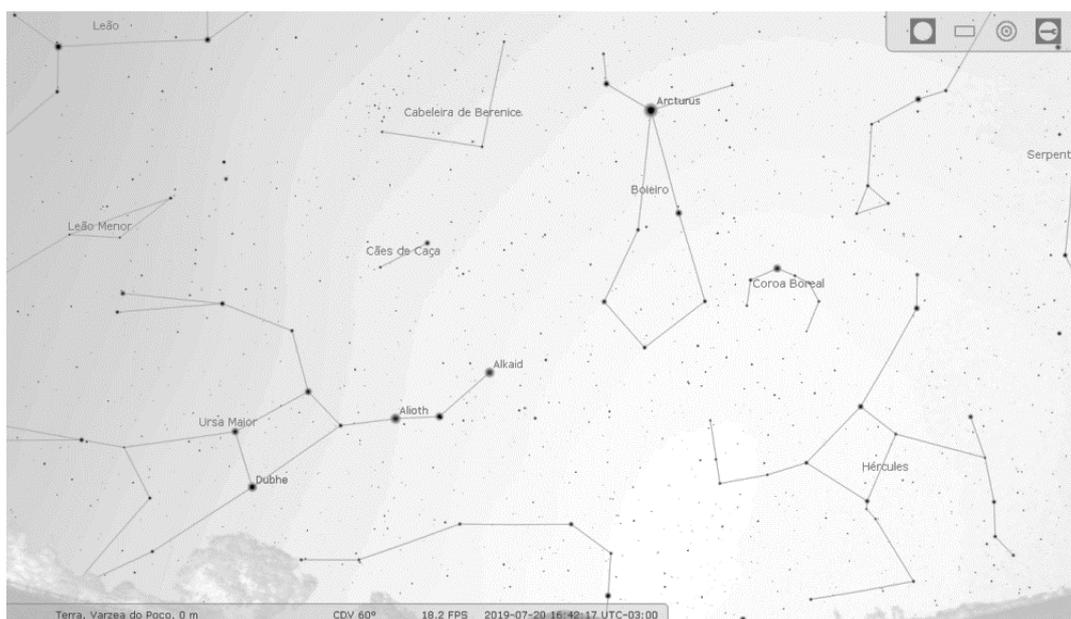
No tratado sobre Astronomia da Grécia Antiga foram catalogadas 48 constelações. Estas constelações mais antigas são mais famosas por conta da mitologia. A princesa acorrentada Andrômeda; sua mãe, a rainha Cassiopeia; os heróis semideuses Hércules e Perseu; os animais mitológicos: Centauro, Hydra, Pegasus e Dragão; o caçador mítico Órion, entre outras.

Figura 8- Constelações modernas



Fonte: *Stellarium*

Figura 9 - Constelações ligadas a mitologia grega-romana

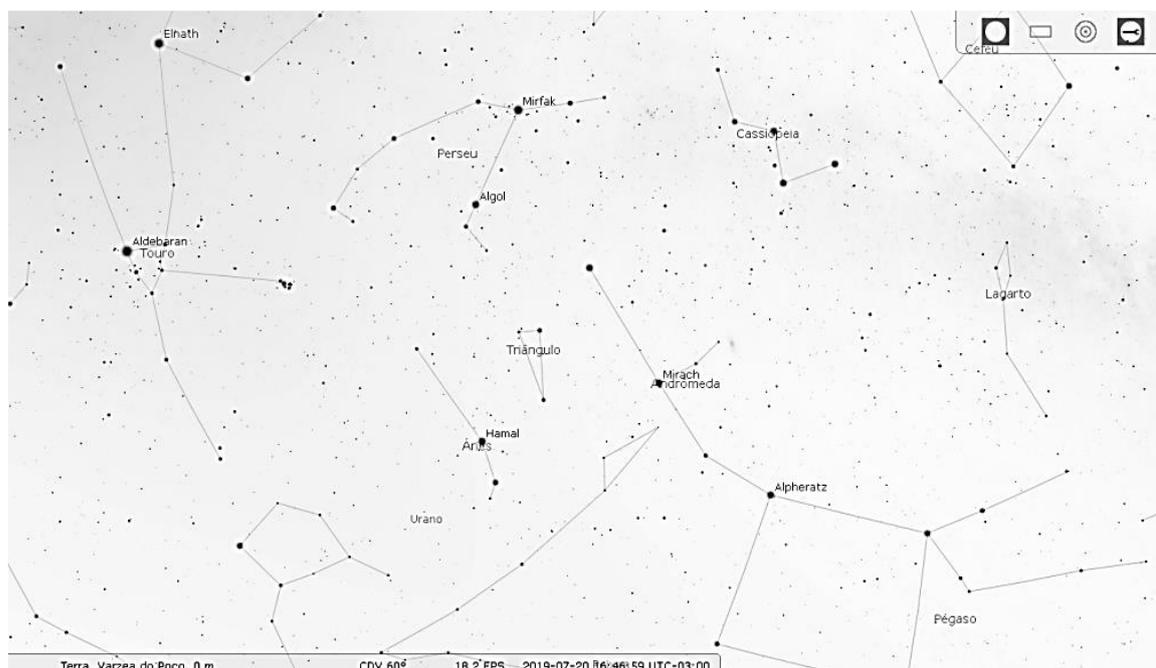


Fonte: *Stellarium*

As constelações de Andrômeda, Cassiopéia e Perseu (herói que derrotou a temida Medusa) estão próximas no céu e protagonizam um mito. Perseu, um semideus filho de Zeus, protagonizou diversas aventuras. É muito conhecido por matar a Medusa utilizando um escudo de ouro como um espelho para olhar para a Medusa sem ser petrificado, conseguindo assim cortar a cabeça dela.

A rainha Cassiopéia, conhecida por sua vaidade, se autoproclamou a mais linda das Nereidas e enfureceu o deus Poseidon. Como castigo o deus decidiu inundar o planeta e enviou o enorme monstro marinho, Cetus, para comer a humanidade. O rei orientado por um oráculo acorrentou a princesa Andrômeda em uma rocha como sacrifício para Cetus. Perseu voltando de uma aventura viu a princesa acorrentada e se apaixonou. Perseu derrotou Cetus, libertou a Andrômeda e casou com a princesa. A rainha Cassiopéia foi castigada pelos deuses a passar a eternidade no céu durante alguns meses de cabeça para baixo de um modo indigno para uma rainha (Figura 10).

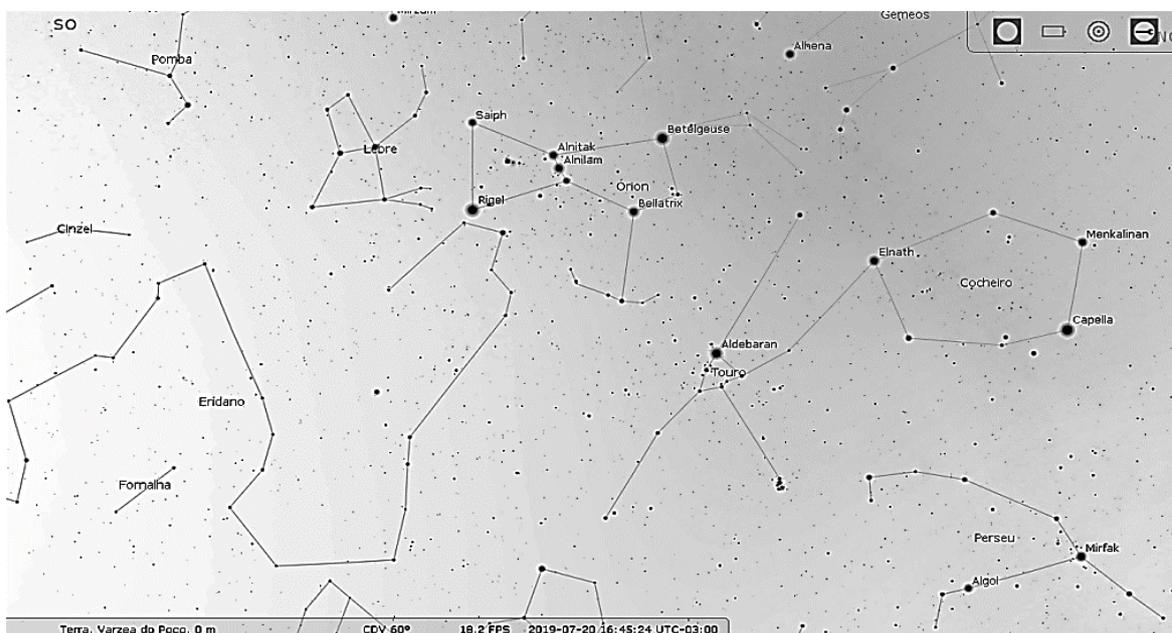
Figura 10 - Andrômeda, Cassiopéia e Perseu



Fonte: *Stellarium*

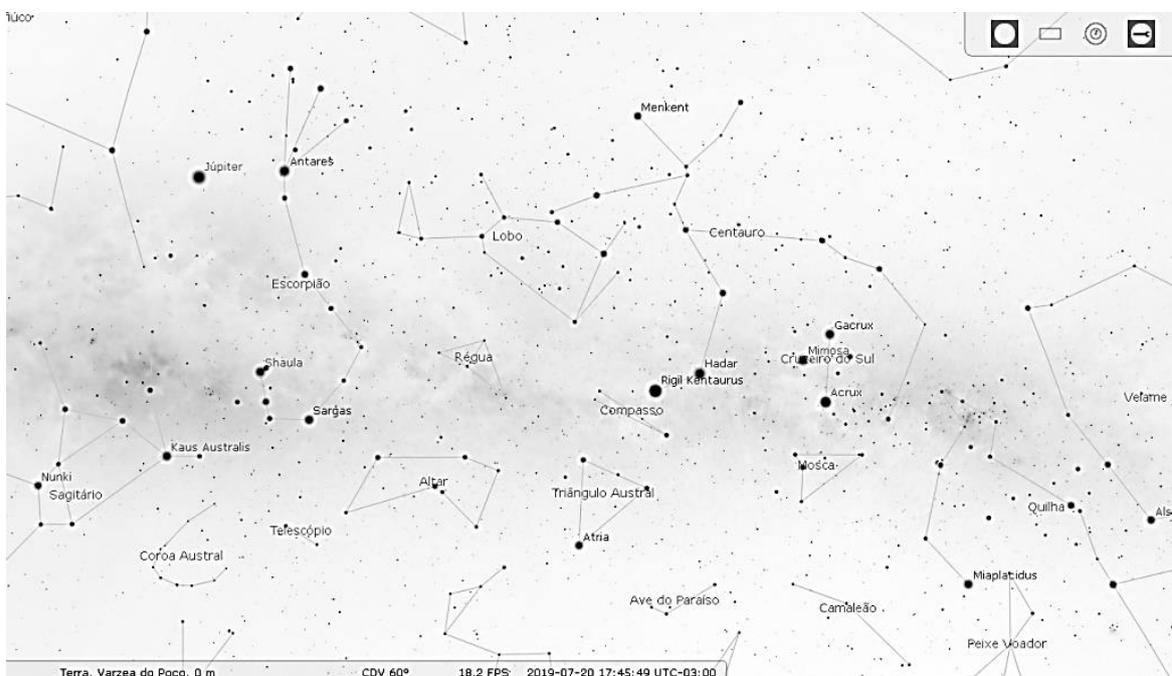
É possível associarmos as constelações com as estações do ano, utilizando Órion e Escorpião como referência (Figuras 11 e 12). Os gregos perceberam que quando Órion está no céu Escorpião não está, quando Escorpião aparece no céu Órion não aparece. Na mitologia grega Órion era um excelente caçador que se vangloriava de caçar qualquer animal. Em algumas versões Órion morreu por um escorpião gigante em consequência de suas fanfarrices. Em outras versões, ele enfureceu a deusa da caça Ártemis que enviou um escorpião gigante para caçar Órion. No céu vemos a eterna caçada entre Órion e Escorpião. Escorpião é uma constelação que nos encanta durante as noites de inverno (hemisfério Sul) e Órion é a constelação de verão (hemisfério Sul). Em julho de 2019, Antares, a estrela mais brilhante de escorpião, e Júpiter estavam próximas no céu, formando um belo espetáculo.

Figura 11 - Constelação de Órion



Fonte: *Stellarium*

Figura 12 - Escorpião



Fonte: *Stellarium*

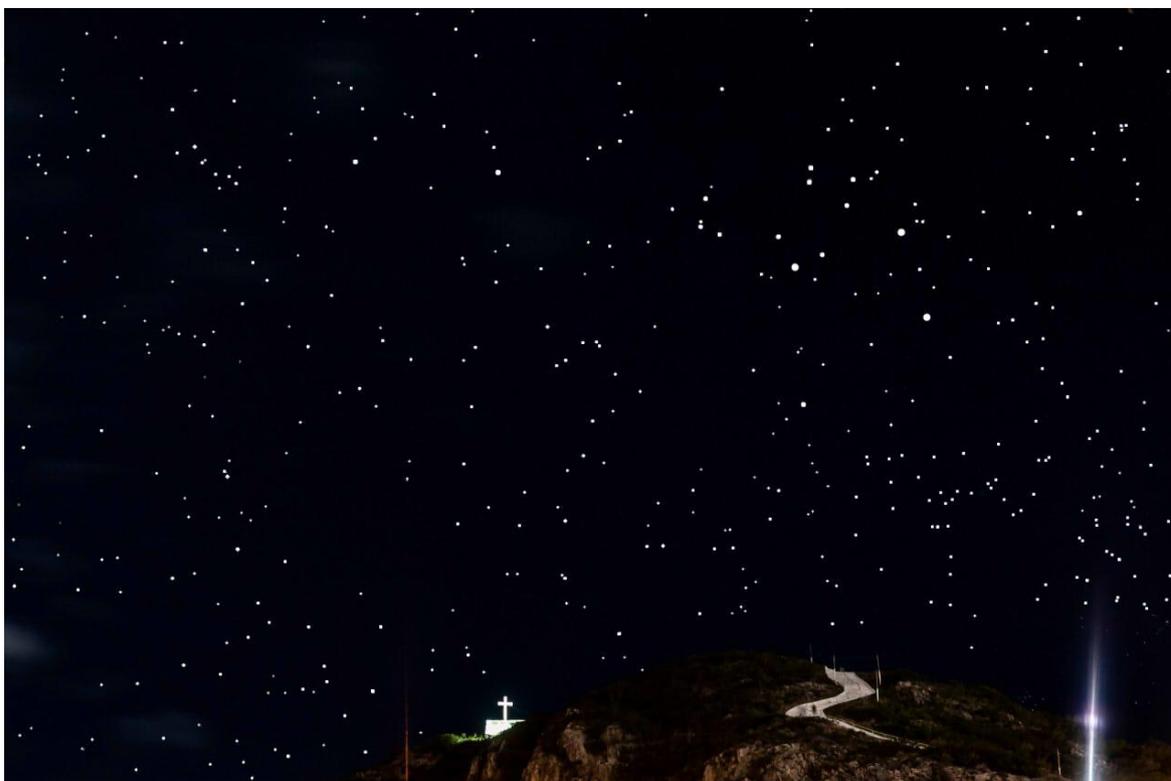
A bandeira de Jacobina, símbolo da cidade, é a imagem das serras ao redor da cidade, do Cruzeiro e no céu a constelação do Cruzeiro do Sul. Uma representação do céu de Jacobina durante boa parte do ano (Figuras 13 e 14).

Figura 13 - Bandeira de Jacobina



Fonte: Google Imagens

Figura 14 - O Cruzeiro de Jacobina com a constelação Cruzeiro do Sul



Fonte: Fotografia de Eugênio Júnior

Orientação sobre o *Stellarium* para Roteiro 1:

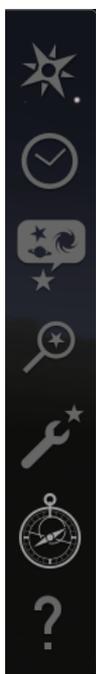
Ao abrir o *Stellarium* selecione as opções na parte inferior da tela:

- Linhas de constelações;
- Rótulos das constelações;
- Figuras das constelações; e
- Atmosfera.



As linhas e os rótulos para marcar e nomear as constelações e as figuras das constelações são opcionais porque o *Stellarium* não possui esta opção para todas as culturas do seu catálogo; e a atmosfera oculta o brilho do Sol e a influência da atmosfera na visualização das estrelas.

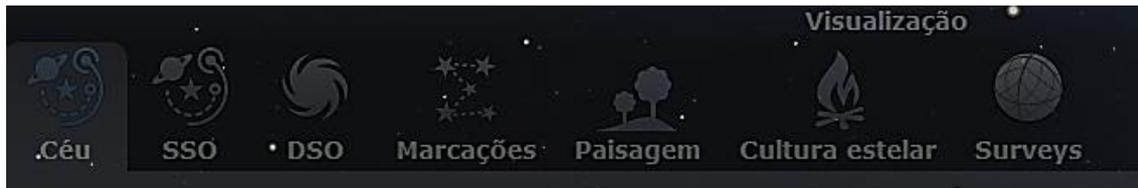
No lado esquerdo da tela tem outro menu para mudar a localização (atalho F6); janela mostrando data e horário (F5); e opções do céu (F4).



→ Na janela de localização seleciona-se a cidade desejada, neste caso Jacobina, Bahia, Brasil.

→ Em data e hora é utilizado para mudar-se a data. Nesta apresentação utiliza-se os meses do verão (dezembro, janeiro e fevereiro) e os meses do inverno (junho, julho e agosto).

→ Em opções do céu tem várias janelas com diferentes funcionalidades.



- Céu: Configurações sobre a visualização do céu, por exemplo, se quiser ver a Via Láctea, a luminosidade³, o limite de magnitude das estrelas ou as estrelas mais fracas;
- SSO: Configurações sobre os objetos do Sistema Solar;
- DSO: Catálogos de estrelas. Não é necessária alteração alguma;
- Marções: Configuração importante. Aqui se escolhe o que mostrar da esfera celeste. Equador da data, Eclíptica da data, pontos cardeais, polo celeste na data;
- Paisagem: Disponibiliza diversas paisagens na Terra e nos possibilita ver o céu da superfície de outros planetas, da Lua e do Sol. Se quiser inovar com os alunos pode mudar no final da apresentação;
- Cultura Estelar: O *Stellarium* contém um banco de dados com as constelações de diversas culturas e regiões. Já está configurado para as constelações ocidentais;
- Surveys: Opção do que deseja observar: o céu profundo com estrelas, planetas, aglomerados, galáxias ou os corpos do Sistema Solar.

³ Definição no Glossário.

Roteiro 2: As Constelações

Problematização: Questões feitas pelos alunos do Ensino Médio do Colégio Estadual do Junco (CEJ), distrito de Jacobina, Bahia, sobre as constelações.

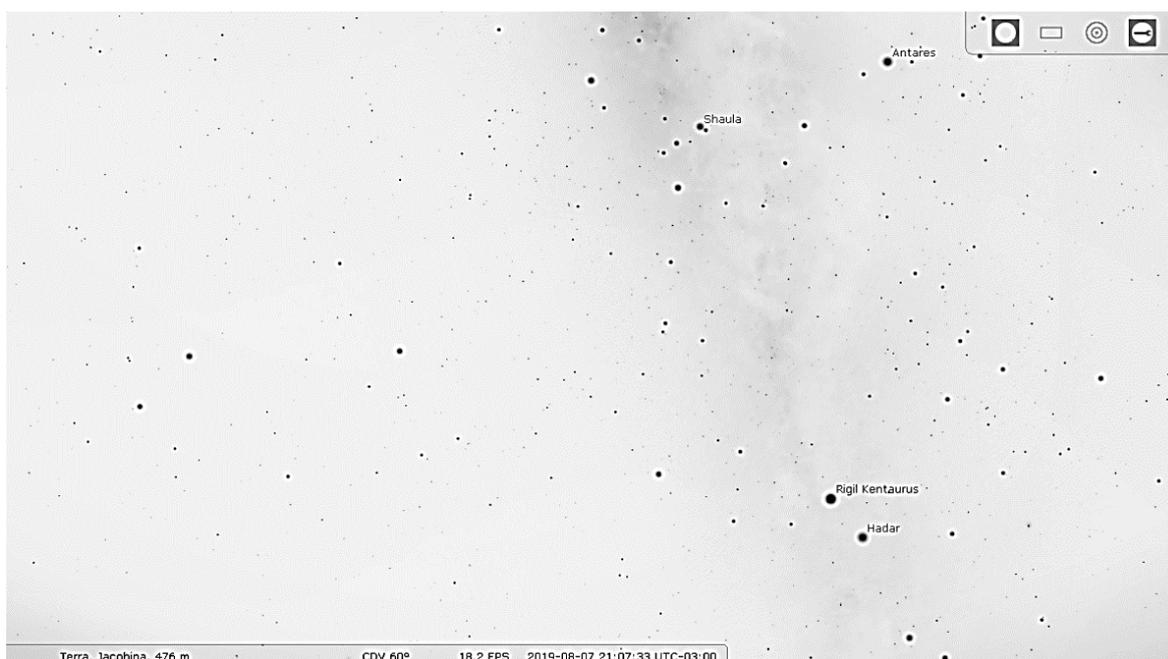
Área do conhecimento: Astronomia, Geografia, História, Arqueoastronomia e Etnoastronomia.

Material Utilizado: Aplicativo *Stellarium*

Narração:

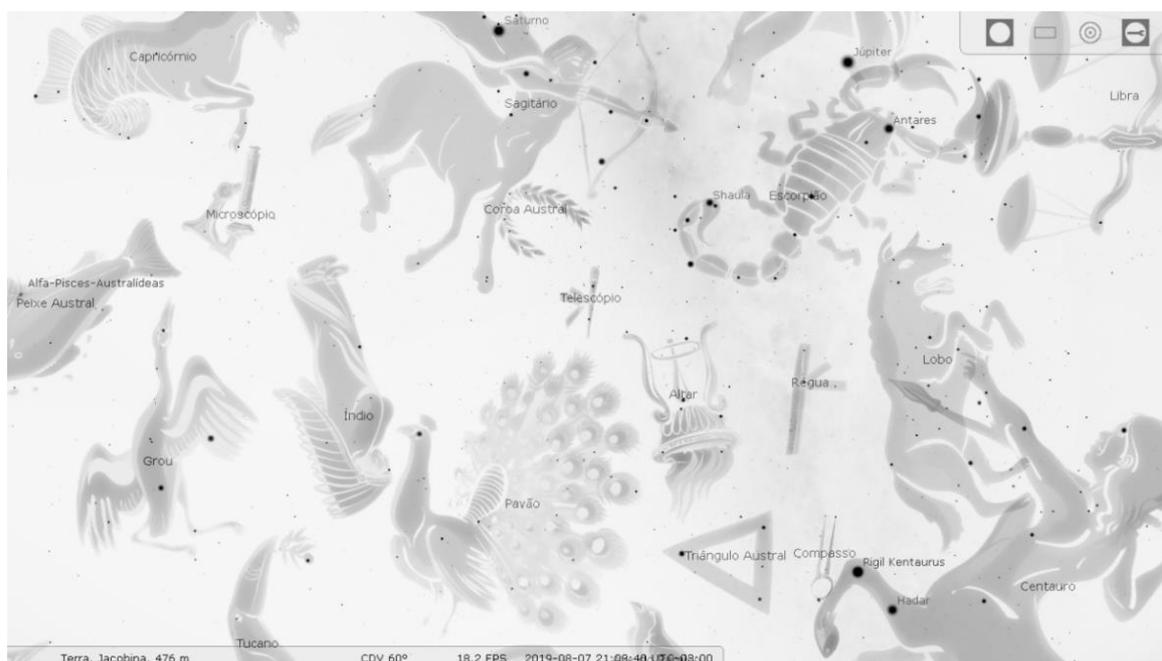
Quem não gosta de olhar para céu? Imaginar o formato das nuvens? Observar a Lua? Contar as estrelas? Ou formar figuras ligando as estrelas? O céu foi estudado, catalogado e utilizado na religião, para a marcação de tempo, para o desenvolvimento da agricultura e da sociedade. Para se estudar o céu, este foi dividido em regiões menores, as constelações. Constelação é um agrupamento aparente de estrelas que os astrônomos da antiguidade imaginaram formar figuras de pessoas, animais ou objetos da sua cultura. Na Figura 15 temos o céu noturno de Jacobina com o nome das principais estrelas no céu.

Figura 15 - Céu noturno, o nome das principais estrelas



Fonte: *Stellarium*

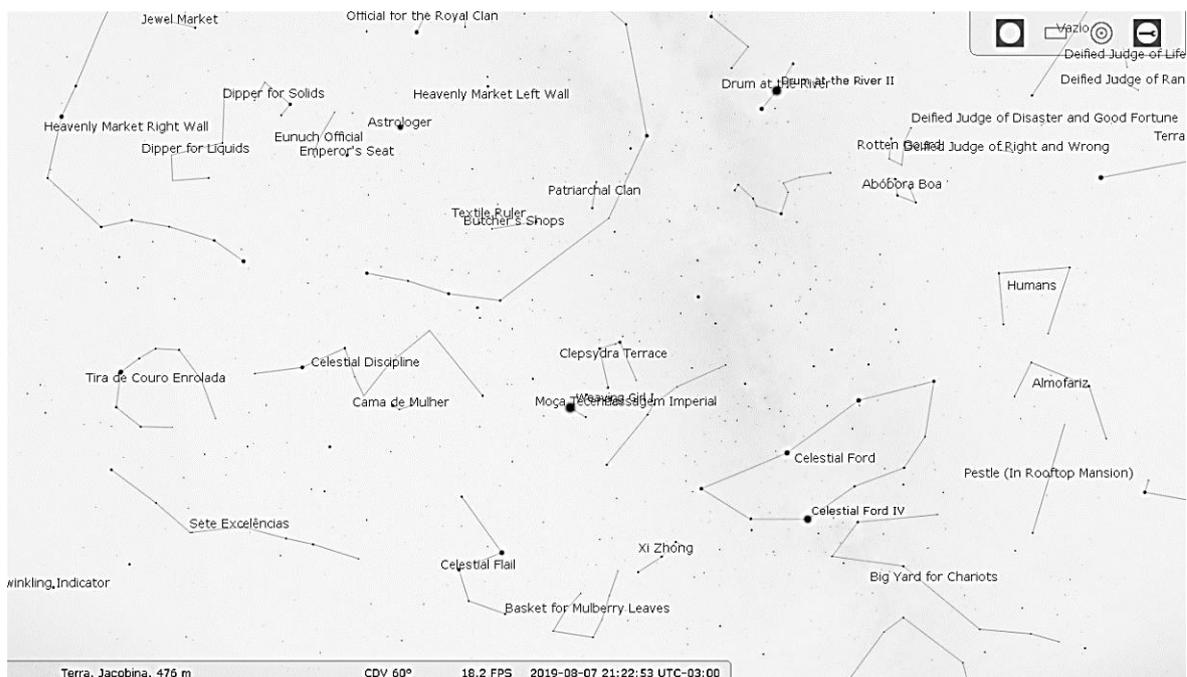
Figura 16 - As figuras das constelações



Fonte: *Stellarium*

Diversas culturas criaram suas constelações. As constelações da Grécia Antiga são as mais conhecidas e consideradas até hoje pela União Astronômica Internacional (IAU) (Figura 16). Ao todo são 88 constelações ditas oficiais pela IAU. A China possui um dos estudos mais detalhados sobre o céu, com constelações diferentes das oficiais. Suas constelações são divididas em 28 regiões: as 28 Mansões Celestiais. Sete mansões formam um grande símbolo; cada símbolo representa uma estação e um ponto cardeal. Os grandes símbolos são: Dragão Verde (ponto cardeal: leste; estação do ano: primavera; representa: progresso e fartura), Fênix (ponto cardeal: sul; estação do ano: verão; representa: esperança e sorte), Tigre Branco (ponto cardeal: oeste; estação do ano: outono; representa: proteção) e Tartaruga Negra (ponto cardeal: norte; estação do ano: inverno; representa: segurança). O *Stellarium* não possui todas as constelações chinesas. São marcados os xinguans, que são um padrão de estrelas diferentes das constelações que são as regiões oficiais do céu (Figura 17).

Figura 17 - Céu chinês



Fonte: *Stellarium*

Os índios do Norte do Brasil, Tupi-Guarani, utilizavam 4 constelações, cada uma representando uma estação do ano: Anta (Primavera); Homem Velho (Verão); Cervo (Outono) e Ema (Inverno). Cada estação do ano marca uma atividade para a aldeia: pesca, caça, plantio e colheita. A constelação do homem velho é formada pelas constelações de Órion e Touro (Figura 18). A da Anta é formada pelas constelações de Cisne e Cassiopéia (Figura 19). Já a Ema é formada pelas constelações de Cruzeiro do Sul e Vela (Figura 20). E a do cervo é formada pelas constelações de Escorpião e Cruzeiro do Sul (Figura 21).

Figura 18 - A constelação do Homem velho

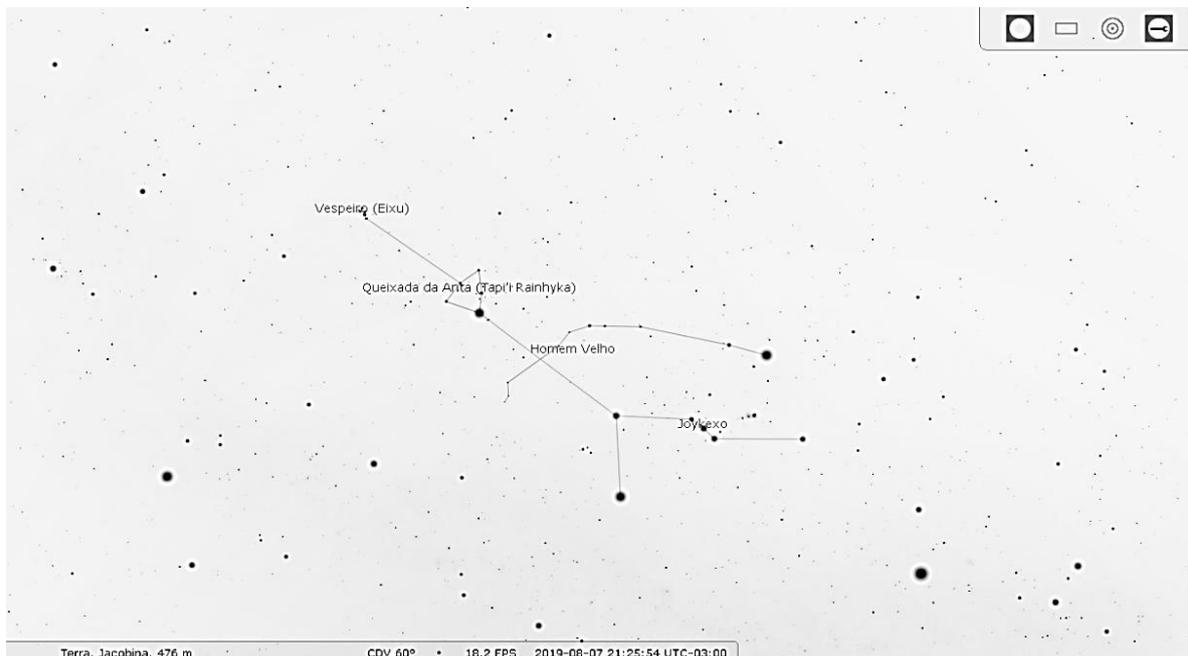
Fonte: *Stellarium*

Figura 19 - Constelação da Anta

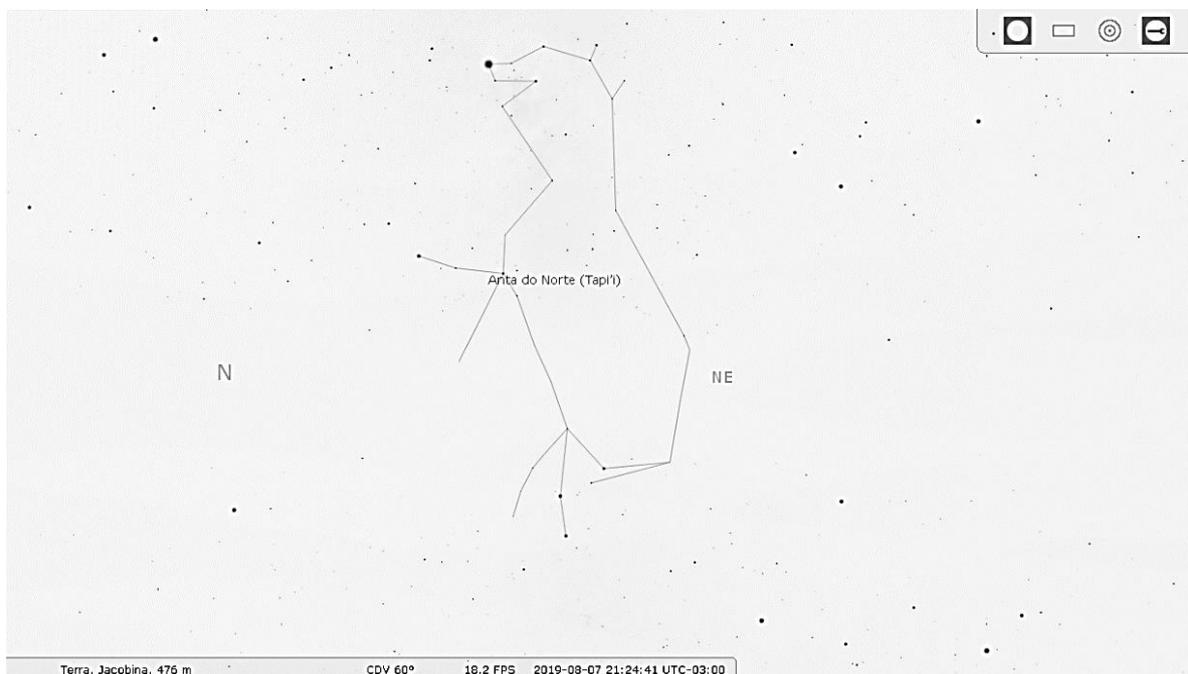
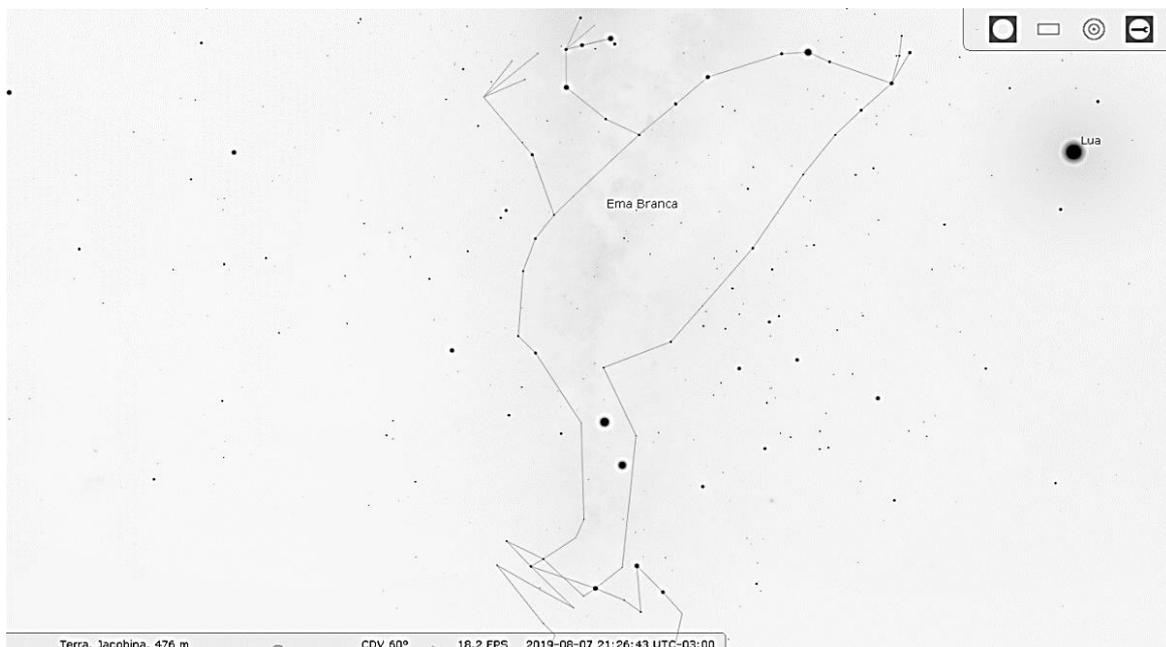
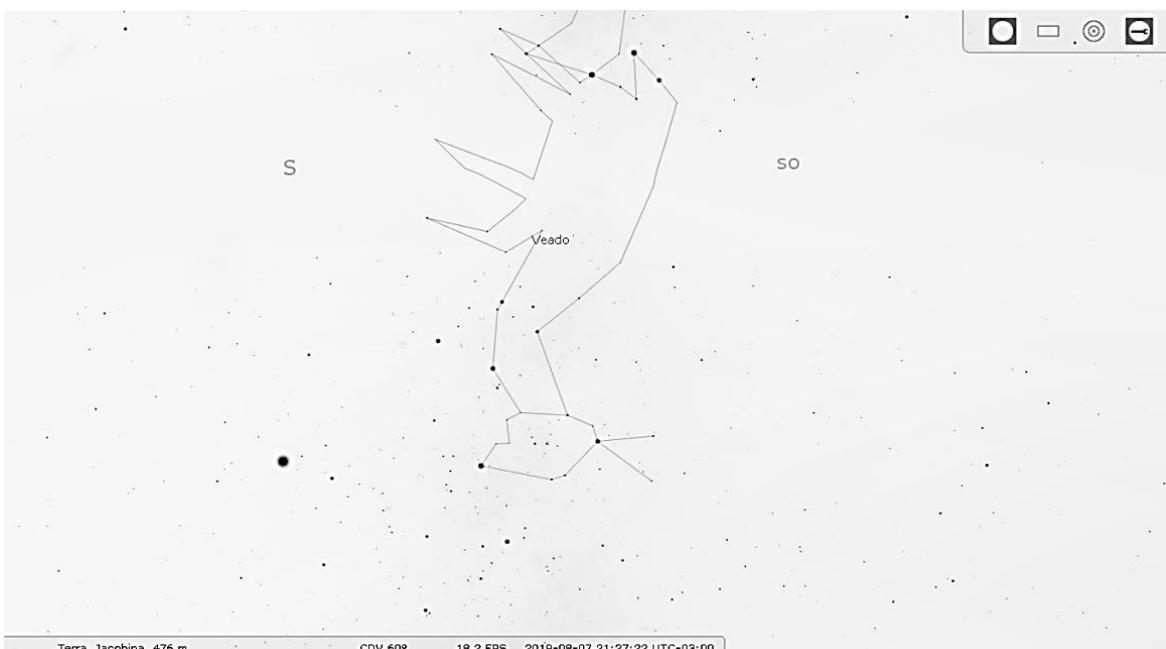
Fonte: *Stellarium*

Figura 20 - Constelação da Ema Branca



Fonte: *Stellarium*

Figura 21 - Constelação do Cervo



Fonte: *Stellarium*

Todas as civilizações antigas utilizavam o céu para marcações de tempo, construções de calendários e criaram seus próprios catálogos de constelações. As constelações Árabes são parecidas com as Gregas, com figuras similares e

nomes diferentes (Figura 22). As constelações Astecas, Maias e Egípcias estão relacionadas com a religião, seus deuses e locais sagrados (Figuras 23, 24, 25 e 26).

Figura 22 - Constelações Árabes



Fonte: *Stellarium*

Figura 23- Constelações Egípcias



Fonte: *Stellarium*

Figura 24 - Constelações Egípcias

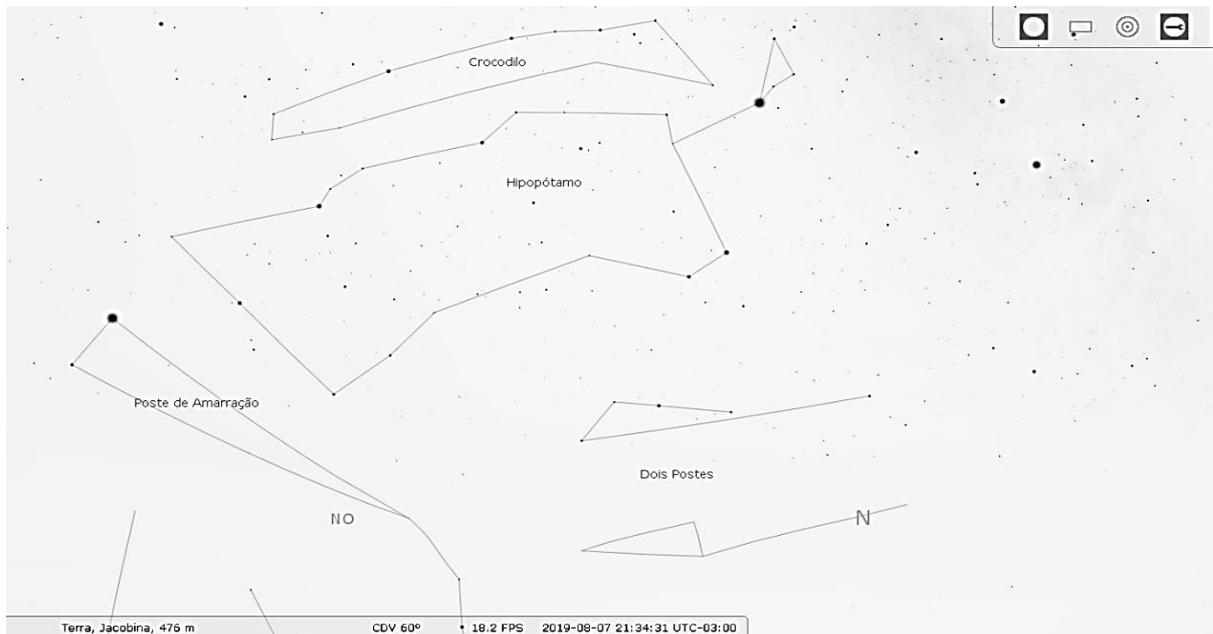
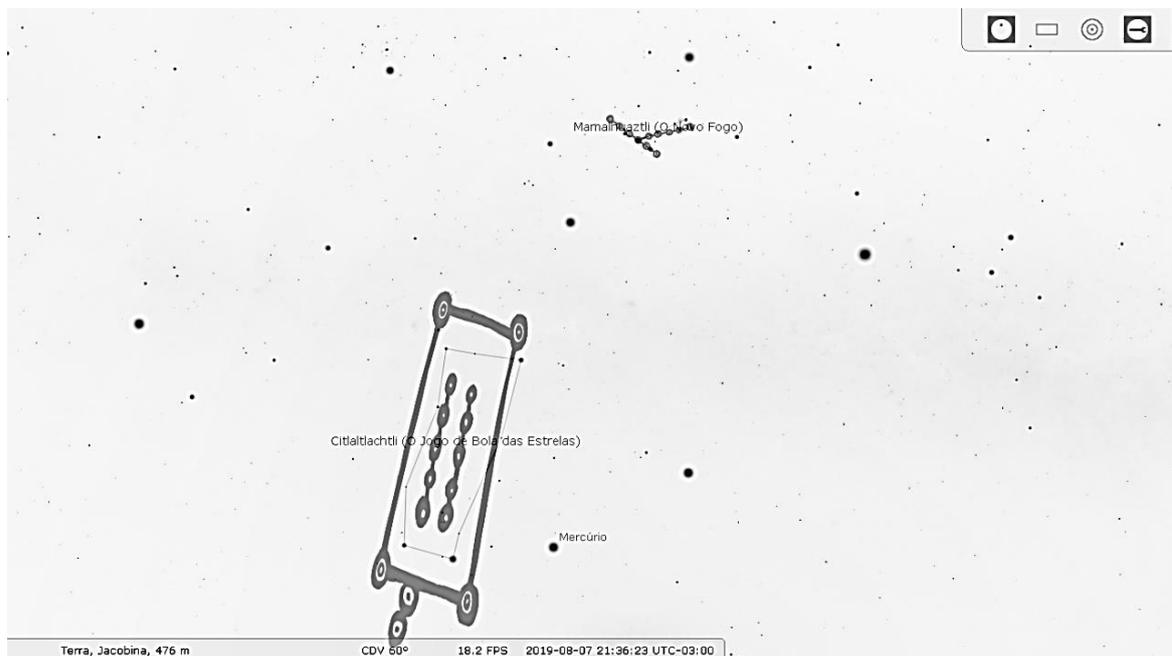
Fonte: *Stellarium*

Figura 25 - Constelações Astecas

Fonte: *Stellarium*

Figura 26 - Constelações Astecas



Fonte: *Stellarium*

As constelações já foram utilizadas para marcação do tempo, religião, agricultura, orientação geográfica e atualmente é mais utilizada como localização para o estudo científico dos corpos celestes da nossa Galáxia e outras galáxias.

Orientação sobre o *Stellarium* para Roteiro 2:

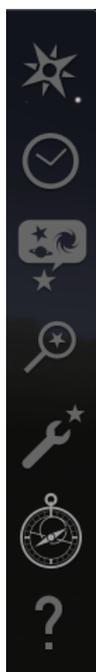
Ao abrir o *Stellarium* selecione as opções na parte inferior da tela:



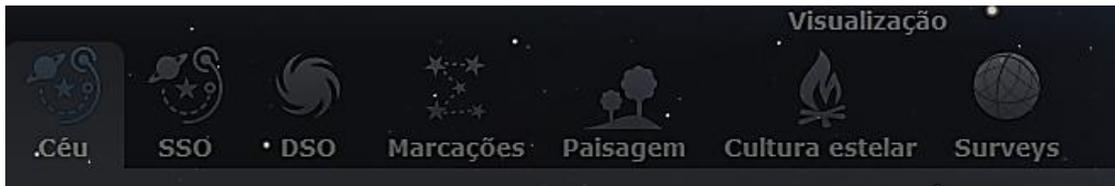
- ❖ Linhas de constelações;
- ❖ Rótulos das constelações;
- ❖ Figuras das constelações; e
- ❖ Atmosfera.

As linhas e os rótulos são para marcar e nomear as constelações. As figuras das constelações são opcionais porque o *Stellarium* não possui esta opção para todas as culturas do seu catálogo; e a atmosfera oculta o brilho do Sol e a influência da atmosfera na visualização das estrelas.

No lado esquerdo da tela tem outro menu para mudar a localização (atalho F6); janela mostrando data e horário (F5); e opções do céu (F4).



- ❖ Na janela de localização seleciona-se a cidade desejada (no caso Jacobina, Bahia, Brasil).
- ❖ Em data e hora utiliza-se para mudar a data. Nesta apresentação utiliza-se os meses do verão (dezembro, janeiro e fevereiro) e os meses do inverno (junho, julho e agosto).
- ❖ Em opções do céu tem várias janelas com diferentes funcionalidades.



1. Céu: são as configurações sobre a visualização do céu. Por exemplo: se quiser ver a Via Láctea, a luminosidade, o limite de magnitude das estrelas e ver as estrelas mais fracas. Para este roteiro não é necessário alteração alguma;
2. SSO: as configurações sobre os objetos do Sistema Solar;
3. DSO: são os catálogos de estrelas;
4. Marçações: Uma configuração importante. Aqui se escolhe o que mostrar da esfera celeste. Equador da data, Eclíptica da data, pontos cardeais, polo celeste na data;
5. Paisagem: Disponibiliza diversas paisagens na Terra e nos possibilita ver o céu da superfície de outros planetas, da Lua e do Sol. Se quiser inovar com os alunos pode mudar no final da apresentação;
6. Cultura Estelar: O *Stellarium* contém um banco de dados com as constelações de diversas culturas e regiões. Já está configurado para as constelações ocidentais, durante a apresentação é só mudar para a cultura desejada;
7. Surveys: Opção do que deseja observar, o céu profundo com estrelas, planetas, aglomerados, galáxias ou os corpos do Sistema Solar. Não precisa alteração alguma.

Roteiro 3: As estrelas

Problematização: Questões sobre estrelas elaboradas pelos alunos de Ensino Médio do Colégio Estadual de Junco (CEJ)⁴.

Área do conhecimento: Astronomia, Astrofísica e Astroquímica.

Material Utilizado: Vídeo produzido para este trabalho⁵.

Narração:

A beleza e os mistérios da natureza encantam a humanidade desde o início dos tempos. Durante o dia observamos o Sol, seu movimento aparente do Leste para o Oeste, dividindo o dia e a noite. Na noite, com o céu escuro, vemos muitos pontos brilhantes, na grande maioria estrelas, geralmente representadas por uma figura com cinco pontas. Mas o que são as estrelas? Do que são formadas? Como surgiram?

As estrelas (Figura 27) são enormes esferas de plasmas⁶, gás ionizado⁷, que se mantêm por causa da gravidade⁸ e da pressão interna dos gases. Elas emitem radiação, luz e calor, produto da fusão de átomos de hidrogênio (H) em hélio (He) e em átomos de número atômico maior. São as principais responsáveis pela produção dos elementos químicos naturais que conhecemos.

⁴ Apêndice 1.

⁵ Autores: Isabela Marcelina de Oliveira Santos e Joedi Makson Costa Moreira.

⁶ Definição no Glossário.

⁷ Definição no Glossário.

⁸ Definição no Glossário.

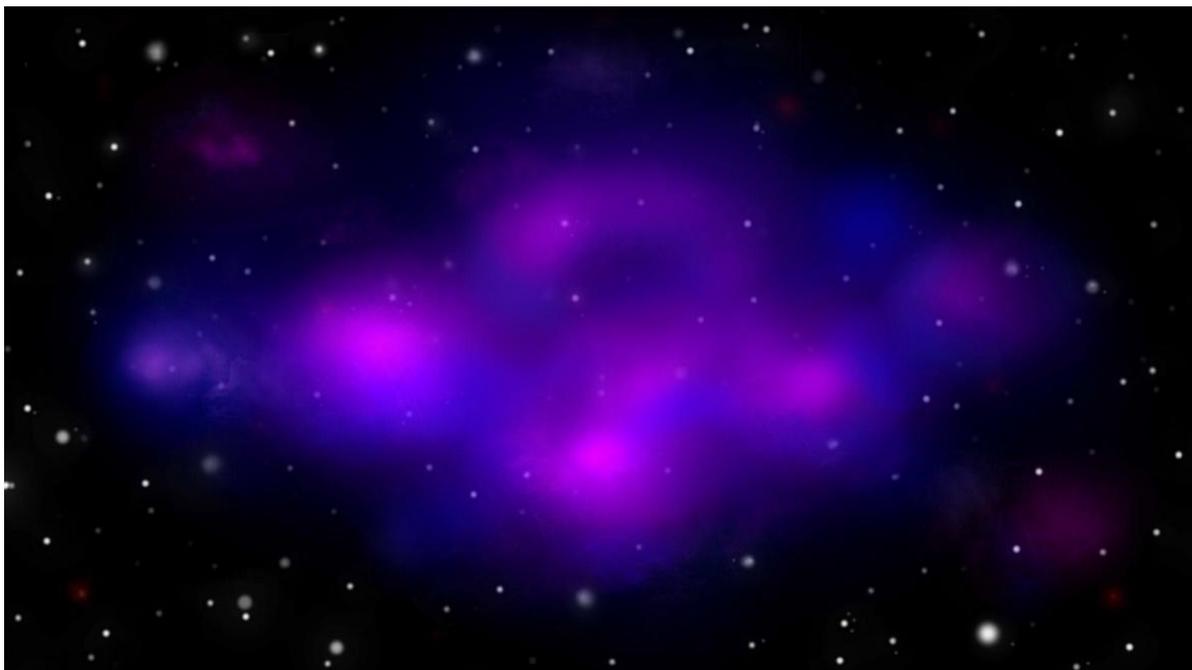
Figura 27 – Estrela



Fonte: Ilustração feita por MOREIRA, Joedi;e SANTOS, I. M. O.

As estrelas nascem das nebulosas (Figura 28), grandes nuvens de hidrogênio e poeira. Por diferentes motivos, vários pontos da nebulosa começam a se atrair resultado da força da gravidade. Esta força atrativa faz com que as partículas colidam aumentando a temperatura e produzindo uma pressão para fora (contrária à gravidade) evitando o colapso. O processo de atração para o centro e a pressão para fora é lento e dura milhões de anos até a nuvem aumentar sua temperatura e densidade, equilibrar a gravidade com a pressão se mantendo estável, esférica e fundindo os átomos emitindo a radiação (luz e calor) (NETO, 2006).

Figura 28– Nebulosa



Fonte: Ilustração feita por MOREIRA, Joedi; e SANTOS, I. M. O.

A massa da estrela é a característica mais importante: ela determina o tamanho, a luminosidade⁹, o tempo de vida e o seu destino. A massa de uma estrela é medida em massas solar (comparação com a massa do Sol que é de aproximadamente 2.000.000.000.000.000.000.000.000.000 kg = 2×10^{30} kg). O Sol comparado a outras estrelas é pequeno e leve. Por exemplo, Sírius é a estrela mais brilhante do céu noturno e sua massa é duas vezes maior que a massa do Sol. Em relação ao tamanho, a maior estrela conhecida do Universo é a VY Canis Majoris, também conhecida como VY Cma, que fica a 5 mil anos-luz¹⁰ da Terra e tem 2,9 bilhões de quilômetros de diâmetro. Se o Sol é pequeno em relação às outras estrelas, por que vemos as outras estrelas como pontos de luz? Por que umas estrelas brilham mais do que as outras? Ou é só impressão nossa? Como os astrônomos calculam a massa, o tamanho e a luminosidade das estrelas?

As estrelas estão distantes da Terra, a mais próxima é o Sol, nossa fonte de calor e luz essencial para a sobrevivência da vida no nosso planeta, e está há aproximadamente 150.000.000 km. A estrela mais próxima do Sol é a Próxima

⁹ Definição no Glossário.

¹⁰ Definição no Glossário.

Centauri (Alpha Centauri) que está a cerca de 4,22 anos-luz de distância (40.000.000.000.000 km). Sirius está há 8,6 anos-luz de distância. O brilho da estrela depende do seu tamanho e da distância até a Terra. Para estudar as estrelas os astrônomos analisam a única informação que recebe: a luz.

Olhando para o céu percebemos que algumas estrelas têm cores diferentes. As estrelas mais brilhantes de algumas constelações (Aldebaran de Touro, Antares de Escorpião, Betelgeuse de Órion) tem brilho avermelhado; Sirius, de Cão Maior (Canis Majoris), Regulus da constelação de Leão e as Plêiades, um aglomerado de estrelas, têm um brilho azulado; e o Sol é amarelo. As estrelas têm mesmo cores diferentes? Por que?

A temperatura da superfície determina a cor da estrela. As estrelas com temperaturas superficiais mais frias, por volta de 3000 K, produzem o brilho de cor avermelhada; as estrelas amareladas como o Sol tem temperatura em torno de 6000 K; e as estrelas azuladas e brancas são as mais quentes com temperatura acima de 10.000 K. Aldebaran, a estrela mais brilhante da constelação de Touro, tem a temperatura superficial de 4.000 K, Regulus, de Leão, tem aproximadamente a temperatura de 12.000 K.

A cor também é utilizada para estimar a idade de uma estrela: as azuis são as mais jovens, queimando ainda muito combustível, hidrogênio, e gerando muita energia. Já as estrelas vermelhas são mais velhas, podendo até estarem nos últimos estágios de sua vida. A estrela mais velha que conhecemos é 2MASSJ18082002-5104378 B, também chamada de Matusalém, tem 13,5 bilhões de anos e está localizada na Via Láctea.

Durante sua vida, a estrela realiza a fusão de átomos em átomos maiores. Todos os átomos da natureza que conhecemos foram criados pelas estrelas, elas são responsáveis pela riqueza de moléculas e substâncias encontradas no Universo.

As estrelas nascem, evoluem e morrem. Esse tempo de vida da estrela é inversamente proporcional à sua massa: quanto maior a massa mais rápida é a sua vida. Após milhões de anos a estrela entra em crise depois de consumir 10% de sua reserva de energia, colapsando o núcleo, aquecendo e expandindo as camadas externas, resultando em uma estrela com raio maior e temperatura

superficial menor. Dependendo de sua massa as estrelas podem se tornar gigantes vermelhas, com temperaturas entre 2000 e 4000 K e raios de 10 a 100 vezes o raio do Sol; supergigantes vermelhas com raios centenas de vezes maior que o raio solar; ou hipergigantes azuis, nos casos de estrelas com massas superiores a 50 vezes a massa solar.

A massa estelar também vai determinar sua morte. As estrelas menos massivas, com até 8 massas solares, podem viver um período maior contraindo e expandindo até o caroço diminuir seu tamanho e aumentar a densidade expelindo as camadas mais externas gerando uma estrela anã no centro, o que chamamos de nebulosa planetária.

As estrelas mais massivas vivem menos, consomem as reservas de energia mais rápido, se transformam em supergigantes vermelhas e podem morrer de duas formas: primeiro, gerando uma estrela de nêutrons e ejetando o envelope em uma explosão violenta com velocidade 70 milhões de km/h (70.000.000 km/h), e uma nebulosa rica em elementos químicos que se misturam no meio interestelar. A nebulosa produzida por este processo é chamada de supernova (Figura 29). Segundo, transformar-se em um buraco negro estelar, quando a massa da estrela é grande o suficiente, tornando o núcleo tão denso e compacto que a atração gravitacional é suficiente para impedir a luz de escapar, sendo possível ser detectada apenas pelos efeitos na região próxima a ele.

Figura 29 – Supernova



Fonte: Ilustração feita por MOREIRA, Joedi; e SANTOS, I. M. O.

As estrelas são belas e importantes para a vida no Universo. Olhando para o céu estuda-se o passado e seus mistérios buscando responder às questões fundamentais: De onde viemos? Para onde vamos? Como o universo se originou e qual o seu destino? Quão abundante é a vida no universo? A Via Láctea contém mais de 100 bilhões de estrelas. Quantas delas possuem exoplanetas à sua volta, como o Sol possui os planetas? Existem vários tipos de estrelas, sistemas estelares e até Agosto/2019 estavam catalogados 4109 exoplanetas em 3059 sistemas detectados com 667 sistemas tendo mais de um planeta.

Roteiro 4: Vida em outros planetas?

Problematização: Quão abundante é a vida no universo? A Via Láctea contém mais de 100 bilhões de estrelas. Quantas delas possuem planetas à sua volta, como o Sol?

Área do conhecimento: Astrobiologia

Narração:

Com a descoberta de planetas orbitando outras estrelas reacendeu a chama da curiosidade: existe vida fora da Terra. O número de exoplanetas conhecidos cresceu ao longo da última década e são analisadas características possíveis de abrigar vida utilizando-se as condições de vida na Terra como parâmetro, determinando assim a chamada Zona de Habitabilidade¹¹ de um sistema estelar.

O que é vida? O que procuramos? Seres vivos como nós? Bactérias? Ou seres mais evoluídos? A definição de vida gera muita discussão e a maioria dos biólogos identificam dois fatores chaves sobre o que significa vida: a capacidade de um organismo se reproduzir e a capacidade de evoluir de acordo com a teoria Darwiniana (Rothery et al, 2011). Os biólogos focaram seus estudos nos extremófilos, organismos que vivem em ambientes com condições extremas de temperatura, ph, radiação ou pressão, e a possibilidade de encontrar-se extremófilos em outros planetas ou satélites naturais do Sistema Solar ou outro sistema estelar.

Zona de habitabilidade é uma região que tem capacidade de sustentar vida. A principal característica analisada é se possui condições de ter água em forma líquida. Para isso são necessárias algumas condições específicas: a temperatura ser entre 0°C (273K) e 100°C (373K) e a pressão ser aproximadamente de 661 Pa, para que a água sublime (mude da fase sólida direto para a de vapor).

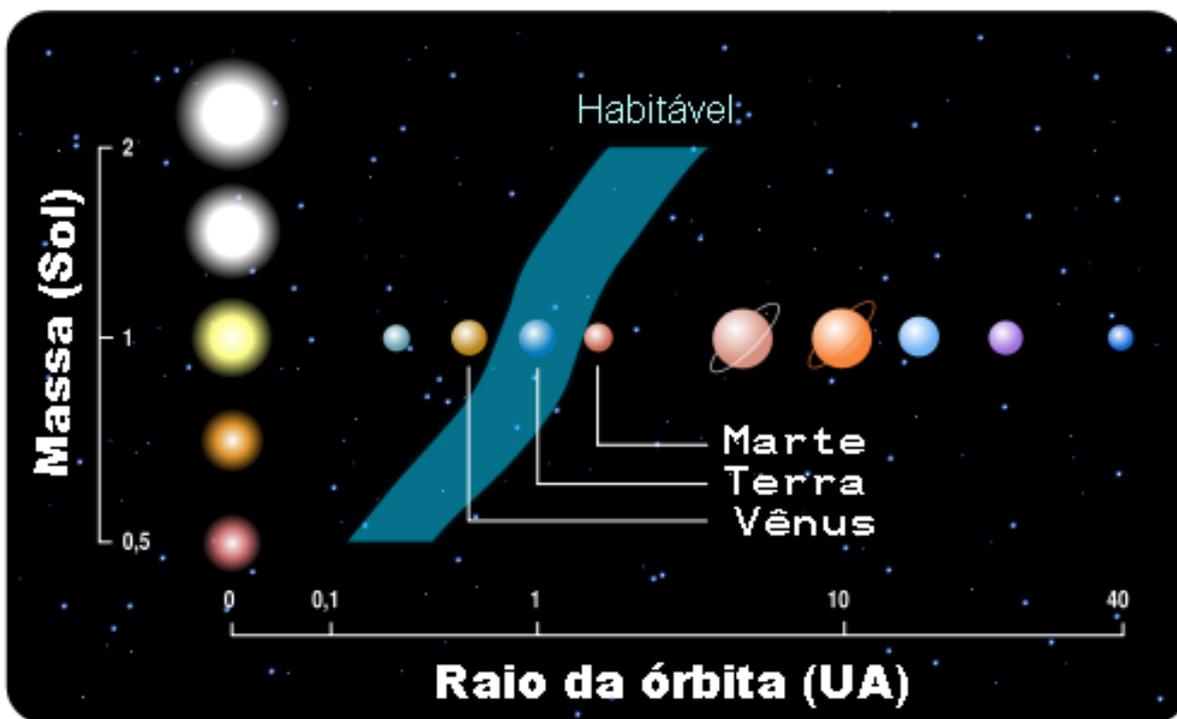
¹¹ Definição no Glossário.

Atualmente as zonas de habitabilidade são classificadas em ZHC - Zona de Habitabilidade Circunstellar, ZHP- Zona de Habitabilidade Planetária e ZHG - Zona de Habitabilidade Galáctica.

ZHC – Zona de Habitabilidade Circunstellar

A zona de habitabilidade circunstellar (ZHC) é definida como a área onde a distância até a estrela possibilita a existência de água em estado líquido na superfície do planeta. No Sistema Solar temos a Terra no centro da ZHC sendo que Vênus e Marte estão localizados bem próximos à zona (Figura 30).

Figura 30 - ZHC para estrelas de 0,5 a 2 massas solares



Fonte: http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/vida_ET/vet.htm

Vênus está mais próximo do Sol (no limite inferior da zona). Sua atmosfera é densa sendo a maior parte composta por CO₂. Como consequência existe um efeito estufa intenso, sendo o planeta que atinge a maior temperatura no nosso Sistema Solar.

Marte por outro lado está na outra borda da zona (externa). É mais frio que a Terra, com indícios de ter tido água líquida na superfície. Sua atmosfera é rarefeita

e pode ter perdido vapores de água. Marte possui água em estado sólido na superfície.

Em 1976, por meio de uma das sondas Viking, mostrou-se a ausência de sinais de organismos vivos, mas Indícios positivos de processos metabólicos dados por excesso de oxigênio em rochas.

Em 1996, cientistas da NASA anunciaram a presença de nanobactérias no meteorito marciano ALH84001 encontrado na Antártida, mas as evidências apresentadas por eles nunca foram consideradas conclusivas.

O primeiro planeta na ZHC fora do Sistema Solar foi encontrado em órbita da estrela Gliese 581 a 20,3 anos-luz da Terra. Este exoplaneta (Gliese 581c) - como os astrônomos chamam os planetas em torno de uma estrela que não seja o Sol - é o menor já encontrado até agora e completa uma órbita em 13 dias. Está 14 vezes mais perto de sua estrela do que a Terra está do Sol. No entanto, dado que sua estrela hospedeira, a anã vermelha Gliese 581, ser menor e mais fria que o Sol - e, portanto, menos luminosa - o planeta encontra-se na zona habitável. Estima-se que a temperatura média deste exoplaneta fique entre 0 e 40 graus Celsius, e assim a água seria líquida. Além disso, seu raio deve ser de apenas 1,5 vezes o raio da Terra, e modelos preveem que o planeta deve ser rochoso - como a nossa Terra - ou totalmente coberto por oceanos. Como já comentado anteriormente, até Agosto/2019 foram 4109 exoplanetas em 3059 sistemas detectados com 667 sistemas tendo mais de um planeta. Alguns destes estão dentro da ZHC.

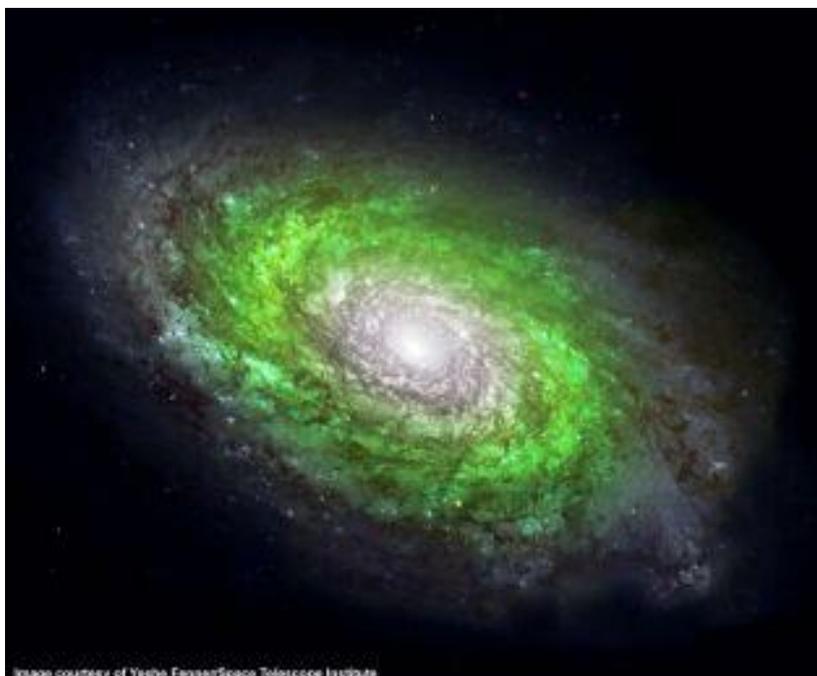
ZHP – Zona de Habitabilidade Planetária

Outra possibilidade para procurarmos vida é nos satélites naturais dos planetas gigantes gasosos dos sistemas estelares, mesmo esses planetas estando longe da ZHC. Na ZHC é necessária uma fonte de calor (estrela é a principal fonte de calor), mas no caso dos satélites naturais o planeta se torna uma segunda fonte de calor criando novas ZH em um mesmo sistema estelar. No nosso Sistema Solar além da ZHC em que a Terra se encontra 4 satélites estão em Zonas Habitáveis, Io e Europa do planeta Júpiter e Titã e Encelado do planeta Saturno.

ZHG – Zona de Habitabilidade Galáctica

A última zona habitável é ZHG - Zona de Habitabilidade Galáctica. Esta ZH tem dois critérios principais: o número de elementos suficientes nesta região para a formação de planetas telúricos como a Terra e ser uma região interestelar calma para o desenvolvimento de vida.

Figura 31 - Ilustração da região ZHG da Via Láctea



Fonte: <http://www.solstation.com/habitable.htm#sthash.dgunvYaZ.dpbs>

Na Via Láctea a ZHG (Figura 31) é uma região com a distância de 7 kparsec¹² a 9 kparsec do centro da Galáxia. Este cálculo foi feito considerando-se a região interna da Galáxia que tem atividade intensa e violenta e a região externa que tem baixa metalicidade¹³ para a formação de planetas rochosos. O Sol se encontra no centro dessa região, à 8 kparsec.

¹² Definição no Glossário.

¹³ Definição no Glossário.

Referências

BARBOSA, R. R. B.. Exoplanetologia-em busca de um planeta habitável. Dissertação do Mestrado em Desenvolvimento Curricular pela Astronomia. Departamento de Física e Astronomia, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2015. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/78508/2/34592.pdf>. Acesso: 02 de dezembro de 2018.

FRIAÇA, Amâncio C. S. et al (org.). Astronomia: Uma visão geral do Universo. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. 288 p. v. único. ISBN 85-314-0462-2

GRADY, M. Astrobiology / Monica Grady. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. - USA, 2001.

HAMILTON, C. J. Vistas do Sistema Solar. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/ast/solar/portug/homepage.htm>. Acesso em 02 de dezembro de 2018.

HIPOLITO, A. S.; MARTINS, D. F.; PIMENTEL, J. P.. Em busca de vida para além da Terra. Ciência Viva - Portugal, 2011.

HORNECK, G.; RETTBERG, P.. Complete Course in Astrobiology / Gerda Horneck (editor); Petra Rettberg (editor). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co KGaA, Weinheim - Alemanha, 2007.

<https://www.eso.org/public/news/eso0722/>. Acesso em 04 de dezembro de 2018.

KIPPENHAHN, R. 100 bilhões de sóis: Nascimento, vida e morte das estrelas. Editora Melhoramentos, 1981.

MACIEL, W. J.; Introdução à estrutura e evolução estelar / Walter J. Maciel - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.

RESS, Martin. As constelações / Martin Ress; Ulisses Capozzoli (editor); Amâncio Friaça (consultor); Mônica G. F. Friaça (tradução). São Paulo: Duetto Editorial, 2008.

RESS, Martin. O Sistema Solar / Martin Ress; Ulisses Capozzoli (editor); Amâncio Friaça (consultor); Mônica G. F. Friaça (tradução). São Paulo: Duetto Editorial, 2008.

ROTHERY, D. A.; GILMOUR, I; SEPHTON, M. A. An Introduction to Astrobiology / D. A. Rothery (editor); I. Gilmour (editor); M. A. Sephton (editor). Cambridge University Press, 2011.

SCHARF, C. A.. Extrasolar Planets and Astrobiology / Caleb A. Scharf. University Science Books, Sausalito, California - USA, 2009.

VERDET, Jean-Pierre; Uma história da Astronomia / Jean-Pierre Verdet: tradução, Fernando Py - Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1991.

URDY, S. et al. The HARPS search for southern extra-solar planets. *Astronomy and Astrophysics*. 2007. Disponível em: http://obswww.unige.ch/~udry/udry_preprint.pdf. <Acesso em 07 de dezembro de 2018>.

Glossário

Ano-luz: a distância percorrida pela luz no vácuo durante um ano.

1 ano-luz = 9.460.730.472.580,8 km.

Eclíptica: é a projeção na esfera celeste da trajetória aparente do Sol observada da Terra. É o plano da órbita da Terra.

Gravidade: força de atração entre os corpos proporcional a sua massa e inversamente proporcional ao quadrado da distância.

Habitabilidade: capacidade de ser habitável; condições de abrigar vida.

Ionizado: produto do processo no qual um átomo ou molécula ganha ou perde elétrons, íons.

Luminosidade: propriedade de emitir ou refletir a luz.

Metalicidade: proporção da matéria constituída de elementos químicos diferentes do hidrogênio e hélio (metais).

Parsec: unidade de distância utilizada na Astronomia para representar distâncias estelares. 1 parsec (pc) = 3,26156 anos-luz = $3,0857 \times 10^{16}$ m.

Plasma: é um estado da matéria no qual as partículas estão ionizadas.

**Apêndice 1 – Questões elaboradas pelos estudantes do Ensino Médio do
CEJ**

1. Quem deu o nome das três Marias?
2. Só existem estrelas vermelhas e azuis?
3. O que são as constelações?
4. Como se formaram as constelações?
5. O que são as constelações zodiacais?
6. Como acontece a constelação do signo de escorpião?
7. De que é feito as estrelas?
8. Qual é o nome da maior estrela?
9. Como saber os pontos certos das constelações das estrelas?
10. Qual é a estrela mais velha?
11. Que cor tem uma estrela de nêutrons?
12. Como acontece uma super nova?
13. Como é formado um buraco negro?
14. Por que existem as constelações? E porque elas existem?
15. Por que algumas estrelas viram buracos negros?
16. Pra que existem estrelas?
17. Para que elas servem?
18. Como elas brilham tanto?
19. Mesmo quando não estamos vendo estrelas elas estão lá?
20. As estrelas um dia podem deixar de existir?
21. Como uma estrela se desenvolve?
22. Como são formadas as constelações?
23. Qual a estrela mais brilhante?
24. Como nascem as estrelas?
25. Qual a distância das estrelas uma das outra?
26. Quanto tempo pode viver uma estrela?
27. Como surgiram as estrelas?
28. Porque existem muitas estrelas?
29. O que são as estrelas?
30. Do que é composto o Sol?
31. Como o Sol faz para brilhar?
32. Como é que as estrelas rendem tanto? *
33. Quantas estrelas existem no céu?
34. Por que no céu algumas estrelas costumam mudar de cor?
35. Por que a noite é escura se há tantas estrelas no céu?

36. Do que é composto o núcleo do Sol?
37. Quanto mede uma estrela?
38. Qual a importância das constelações?
39. Qual a estrela mais velha do espaço?
40. Quantos sistemas solar existem?
41. Por que as estrelas tem fogo?
42. É possível se fabricar uma estrela?
43. Uma estrela pode cair (?) da galáxia?
44. Se uma estrela explodir no espaço podemos ver daqui da Terra?
45. Por que as estrelas tem o nome de “três Marias”?
46. Qual foi a evolução das estrelas?
47. As estrelas morrem? Quanto tempo é a vida de uma estrela?
48. Existe alguma estrela que não faz parte de nenhuma constelação? Qual o nome dela?
49. Como descobriram a idade do Sol?
50. Podemos dar nome às estrelas? E quais são?
51. Por que umas estrelas brilham mais do que as outras ou é só impressão nossa?
52. Qual é o tamanho de uma estrela?
53. Gostaria de saber sobre as constelações
54. Por que as estrelas são divididas de grupos por constelação?
55. Quais os nomes dos principais constelações?
56. Por que as estrelas aparecem só a noite?
57. Quais são os movimentos das estrelas?
58. Por que as estrelas tem brilho próprio?
59. Como a gente consegue ver o signo pela estrela?
60. O que é que permite saber a temperatura do Sol?
61. Qual é a temperatura do Sol?
62. Quantas constelações existem?
63. Qual foi a primeira constelação a aparecer?
64. Por que o Sol é vermelho na Aurora e no poente?
65. As estrelas além de serem lindas, elas tem alguma importância para o mundo e para as nossas vidas?

66. Quais instrumentos são usados para estudar as estrelas?
67. Explique as características das principais estrelas e por que elas tem cores diferentes.
68. Por que e quando acontecem as constelações?
69. O que são as supernovas?
70. O que são as nebulosas?
71. É possível que tenha alguma estrela lá quando a gente não está vendo?
72. Como se deu o surgimento das estrelas?
73. Como diferenciar uma estrela de um planeta?
74. Quando a estrela perde seu envelope, é possível que caia no planeta Terra? E se chegar a cair o que aconteceria com os seres humanos?
75. Ao usar um telescópio é possível identificar todos os planetas, estrelas e fazer outras observações durante o dia ou apenas a noite?
76. O que acontece quando uma estrela explode?
77. Se o Sol explodisse e liberasse o seu envelope pelo espaço outra estrela o substituiria? Ou seria o fim da vida na Terra?
78. Uma estrela corre o risco de cair?
79. Qual importância? quais são as características das estrelas?
80. O que desenvolve os buracos negros?
81. O que é planetário?
82. Quantos anos o Sol tem? Qual a diferença entre as estrelas mais avermelhadas para as azul?
83. Por que a estrela perde as camadas ao longo do tempo?
84. Por que as constelações ficam de lado oposto uma da outra as “três Marias” e a de Escorpião?
85. O que são estrelas anãs?

Pós-Graduação em **Astronomia**
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS



TERMO DE VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Atestamos para os devidos fins que o produto educacional intitulado **ROTEIROS DE APRESENTAÇÃO PARA PLANETÁRIOS FOCANDO O ENSINO DE ASTRONOMIA** foi aplicado no **Colégio Estadual de Junco**, distrito de Junco – município de Jacobina - BA, no **1º, 2º e 3º Ano** do nível médio, com um público-alvo de aproximadamente **120** estudantes.

Feira de Santana, 19 de dezembro de 2019

Orientadora e Presidente da Banca de Avaliação:
Profa. Dra. Vera Aparecida Fernandes Martin (UEFS)

Membro Interno do Mestrado Profissional em Astronomia:
Prof. Dr. Marildo Geraldete Pereira (UEFS)

Membro Externo – Convidado:
Prof. Dr. Kilder Leite Ribeiro (UFRB)