

Antônio Henrique Silva Dantas
Paulo César da Rocha Poppe

ENSINO DE ASTRONOMIA NA ESCOLA:

CONHECENDO AS ESTRELAS

 **Atena**
Editora
Ano 2024

Antônio Henrique Silva Dantas
Paulo César da Rocha Poppe

ENSINO DE ASTRONOMIA NA ESCOLA:

CONHECENDO AS ESTRELAS

 **Atena**
Editora
Ano 2024

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

Thamires Camili Gayde

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2024 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2024 Os autores

Copyright da edição © 2024 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo do texto e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará

Prof. Dr. Fabrício Moraes de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Profª Drª Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense

Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora

Profª Drª Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas

Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense

Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas

Profª Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Regina Célia da Silva Barros Allil – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Ensino de astronomia na escola: conhecendo as estrelas

Diagramação: Ellen Andressa Kubisty
Correção: Flávia Roberta Barão
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Autores: Antônio Henrique Silva Dantas
Paulo César da Rocha Poppe

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
D192	Dantas, Antônio Henrique Silva Ensino de astronomia na escola: conhecendo as estrelas / Antônio Henrique Silva Dantas, Paulo César da Rocha Poppe. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2024. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-2235-8 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.358240802 1. Astronomia - Estudo e ensino. 2. Estrelas. I. Dantas, Antônio Henrique Silva. II. Poppe, Paulo César da Rocha. IV. Título. CDD 520.7
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao conteúdo publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que o texto publicado está completamente isento de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

PRODUTO EDUCACIONAL 1	1
SEQUÊNCIA DIDÁTICA "CONHECENDO AS ESTRELAS"	2
1. INTRODUÇÃO	2
1.1 O que é uma Sequência Didática?	2
PRODUTO EDUCACIONAL 2	8
GUIA PARA A CONFEÇÃO E MONTAGEM DOS MODELOS DE ESTRE- LAS.....	9
1. INTRODUÇÃO	9
1.1 MODELOS: UM BREVE HISTÓRICO	10
2. CONSTRUINDO ESCALAS	13
3. PRODUTO EDUCACIONAL	14
3.1 Material Necessário	14
3.2 Modelos de Papel	16
3.3 Modelos de EPS: O Sol.....	17
3.4 Modelos de EPS: Estrelas Gigantes e Supergigantes	25
4. CONCLUSÃO	29
PRODUTO EDUCACIONAL 3	30
MODELO ESPACIAL DAS ESTRELAS MAIS PRÓXIMAS DO SOL.....	31
1. INTRODUÇÃO	31
1. Material Necessário	31
2. Procedimento	31
3. Objetivo	32
REFERÊNCIAS.....	34
TERMO DE VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	35

PRODUTO EDUCACIONAL 1

SEQUÊNCIA DIDÁTICA "CONHECENDO AS ESTRELAS"

1 INTRODUÇÃO

Sequência didática (SD) representa um termo empregado na Educação para definir um procedimento sequenciado de etapas, devidamente articuladas entre si para tornar o processo de ensino aprendizagem mais eficiente.

O objetivo desta SD é de integrar as atividades previamente propostas, modelo de estrelas em EPS e a distribuição espacial das estrelas mais próximas do Sol, em aulas planejadas para auxiliar o(a) professor(a) na disciplina e Iniciação Científica.

1.1 O que é uma Sequência Didática?

A sequência didática nada mais é que um conjunto de atividades conectados ao conteúdo que o professor vai trabalhar e que é voltada a favorecer a aprendizagem dos alunos, sempre focando os objetivos já estipulados em seu planejamento. Isso visa a importância do planejar para que o professor consiga organizar-se e orientar-se em relação aos discentes. (ZABALA, Antoni. 1998).

De acordo com o portal e-docente¹, a sequência didática é uma estratégia educacional que busca ajudar os estudantes a resolverem uma ou mais dificuldades reais sobre um tema específico. Seu resultado vem a partir da construção e acumulação de conhecimento sobre o assunto em questão, obtido por meio do planejamento e execução, ao longo de um período de tempo, de várias atividades que dialogam entre si.

O diferencial da sequência didática enquanto estratégia de melhoria do aprendizado dos estudantes é que as atividades são elaboradas e desenvolvidas seguindo uma sequência lógica de compartilhamento e evolução do conhecimento. Assim o que esperamos dessa estratégia é que os professores possam dar mais sentido ao seu processo de ensino e, ao mesmo tempo, aumentar a participação dos estudantes nas atividades pedagógicas, e dessa forma contribuir para o seu aprendizado.

DISCIPLINA: Iniciação Científica: Astronomia

PROFESSOR: Antonio Henrique Dantas Silva

SÉRIE: Destinada a todos os alunos do 1º ano Integral

TEMA: Conhecendo as Estrelas

CONTEÚDOS CONCEITUAIS

- A Astronomia na Antiguidade
- O Sol: Nossa estrela mais próxima

¹ O e-docente é um portal de conteúdos sobre educação pensado para o professor, mantido pelas editoras Ática, Scipione, Saraiva e Atual.

- Formação de uma estrela
- Sequência Principal
- Morte de uma estrela
- As outras estrelas
- Supernovas
- Estrelas de Nêutrons

PROCEDIMENTAIS: Utilizar novas mídias tecnológicas como fonte de conhecimento. Conseguir compreender e delimitar os conceitos trabalhados. Saber executar um roteiro experimental.

ATITUDINAIS: Valorizar as tecnologias como recursos didáticos. Desenvolver a capacidade de trabalhar em equipe. Aplicar os conhecimentos em atividades cotidianas. Reconhecer a importância e a abrangência do Ensino de Astronomia. Interessar-se pelo estudo da Física no campo astronômico.

HABILIDADE (BNCC): EF03CI08: Observar, identificar e registrar os períodos diários (dia e/ou noite) em que o Sol, demais estrelas, Lua e planetas estão visíveis no céu.

SOBRE ESTA AULA:

Nesta aula, serão abordados aspectos que fazem parte do trabalho com uma das habilidades de Geografia. Essa é apenas uma introdução a um assunto instigante, que tem objetivo de levar os estudantes a se interessarem pela Astronomia. Existe a intenção de continuidade em aulas subsequentes sobre o assunto, onde os mesmos possam realizar as observações fora da escola. Esta temática deve ser utilizada preferencialmente na sequência das aulas da unidade para que os estudantes tenham interesse em participar das oficinas sobre Astronomia que serão oferecidas nas aulas de Iniciação Científica.

TEMPO PREVISTO: Serão seis aulas, utilizando os dois últimos horários depois do intervalo nas sextas feiras, ou seja, serão aulas semanais.

MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA A SEQUENCIA DIDÁTICA

- Datashow;
- Caixa amplificadora de som;
- Vídeo sobre o Sol;
- Quadro branco;
- Texto informativo sobre o Sol;

AULA 1- As Civilizações Antigas e a Relação com o Universo.

ORGANIZAÇÃO DA TURMA: Disposição normal de acordo com os assentos disponíveis na sala de aula.

INTRODUÇÃO: No início, será feita uma explanação sobre o interesse das pessoas pelos mistérios do Universo. Como eram interpretados os fenômenos astronômicos pelos egípcios, gregos e caldeus? Será exibido um vídeo da série Cosmos. Ao final teremos um tempo para esclarecer as dúvidas existentes.

DESENVOLVIMENTO: As aulas serão usadas para fundamentar a oficina para a construção de modelos de estrelas usando esferas de EPS (isopor), além da distribuição espacial das estrelas mais próximas do Sol. Durante cada aula, os estudantes terão uma breve explicação sobre o vídeo que será exibido.

Video sobre Astronomia: “Aula 02 para a OBA - Astronomia Antiga” disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=vo2hfl4W_Js

CONCLUSÃO: Ao final de cada aula, os estudantes serão divididos em grupos de quatro ou cinco pessoas, onde deverão responder um questionário sobre o vídeo exibido:

AValiação: A avaliação será feita com os grupos formados baseado no vídeo apresentado.

AULA 2- O Sol: Gênese, Estrutura e Funcionamento (parte 1)

ORGANIZAÇÃO DA TURMA: Disposição normal de acordo com os assentos disponíveis na sala de aula.

INTRODUÇÃO: Será feita, após a exibição do vídeo sobre o Sol, uma breve apresentação da importância do Sol para nosso planeta e a vida existente. Exibição de um vídeo do “*National Geographic*” sobre o Sol. Ao final teremos um tempo para esclarecer as dúvidas que por ventura surjam entre os estudantes.

DESENVOLVIMENTO: Essa aula será usada para fundamentar e corrigir os erros conceituais sobre a nossa estrela (Sol) e dar fundamentação teórica para oficina de modelos de estrelas e espacial. Durante cada aula, os estudantes terão uma breve explicação sobre o vídeo que será exibido.

CONCLUSÃO: Ao final de cada aula, os estudantes serão divididos em grupos de quatro ou cinco pessoas, onde deverão responder um questionário sobre o vídeo exibido.

AValiação: Haverá sempre um espaço para as possíveis dúvidas e discussões. A avaliação será feita com os grupos produzindo um resumo do vídeo que foi visto por eles.

AULA 3- A Morte do Sol (parte 2)

ORGANIZAÇÃO DA TURMA: Disposição normal de acordo com os assentos disponíveis na sala de aula.

INTRODUÇÃO: Daremos continuidade à exibição do vídeo do “*Discovery Cience*” sobre o Sol, agora mostrando o que acontecerá com o astro rei ao final de sua jornada evolutiva no universo. Será usado um vídeo curto onde há uma simulação do Sol saindo da Sequência Principal: “Sol transformando em gigante vermelha! *Universe sandbox 2*” para a região das gigantes vermelhas. Ao final teremos um tempo para esclarecer as dúvidas surgidas entre os estudantes.

DESENVOLVIMENTO: Essa aula será usada para fundamentar e corrigir os erros conceituais sobre a nossa estrela (Sol) e dar fundamentação teórica para oficina de modelos de estrelas e espacial. Durante cada aula, os estudantes terão um breve explicação sobre o vídeo que será exibido.

Link para o documentário: <https://www.youtube.com/watch?v=tar01kUQmP8>

CONCLUSÃO: Ao final de cada aula, os estudantes serão divididos em grupos de quatro ou cinco pessoas, onde deverão responder um questionário sobre o vídeo exibido.

AValiação: Haverá sempre um espaço para as possíveis dúvidas e discussões. A avaliação será feita com os grupos produzindo um resumo do vídeo que foi visto por eles.

AULA 4- As Outras Estrelas

ORGANIZAÇÃO DA TURMA: Disposição normal de acordo com os assentos disponíveis na sala de aula.

INTRODUÇÃO: Iremos exibir o vídeo do “National Geographic”, Como funciona o Universo, agora mostrando as outras estrelas. Nessa aula, serão mostradas as estrelas com suas particularidades, como massas, diferentes volumes, cores e temperaturas, além de mostrar as regiões do espaço onde existem nuvens de hidrogênio molecular e a formação de novas estrelas. Ao final, teremos um tempo para tirar as dúvidas dos estudantes.

DESENVOLVIMENTO: Essa aula será usada para fundamentar e corrigir os erros conceituais sobre a nossa estrela (Sol) e dar fundamentação teórica para oficina de modelos de estrelas e espacial. Durante cada aula, os estudantes terão uma breve explicação sobre o vídeo que será exibido. “Explore O Sistema Solar - Viagem ao Sol”, link para o vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=HJVFMUEUAgY4>

CONCLUSÃO: Ao final de cada aula, os estudantes serão divididos em grupos de quatro ou cinco pessoas, onde deverão responder um questionário sobre o vídeo exibido.

AValiação: Haverá sempre um espaço para as possíveis dúvidas e discussões. A avaliação será feita com os grupos produzindo um resumo do vídeo que foi visto por eles.

AULA 5- As Estrelas Gigantes e Supergigantes

ORGANIZAÇÃO DA TURMA: Disposição normal de acordo com os assentos disponíveis na sala de aula.

INTRODUÇÃO: Nessa aula, será mostrado as estrelas maiores que o Sol, as gigantes vermelhas e as supergigantes azuis. Serão vídeos curtos de no máximo 20 minutos. Ao final teremos um tempo para um pequeno debate.

DESENVOLVIMENTO: Essa aula será usada para fundamentar e corrigir os erros conceituais sobre a nossa estrela (Sol) e dar fundamentação teórica para oficina de modelos de estrelas e espacial. Durante cada aula, os estudantes os alunos faram uma pesquisa sobre cada tópico, que será usada como avaliação sobre o andamento das aulas.

CONCLUSÃO: Ao final de cada aula, os estudantes serão divididos em grupos de quatro ou cinco pessoas, onde deverão responder um questionário sobre o vídeo exibido.

AValiação: Haverá sempre um espaço para as possíveis dúvidas e discussões. A avaliação será feita com os grupos produzindo um resumo do vídeo que foi visto por eles.

AULA 6- As Estrelas Supernovas, Estrelas de Nêutrons

ORGANIZAÇÃO DA TURMA: Disposição normal de acordo com os assentos disponíveis na sala de aula.

INTRODUÇÃO: Iremos exibir o vídeo “Estrelas Impossíveis”, agora mostrando a sequência final da existência de uma estrela ao se transformar em supernovas, estrelas de nêutrons e outros tipos conhecidos. Ao final teremos um tempo debate entre os estudantes.

DESENVOLVIMENTO: Essa aula será usada para fundamentar e corrigir os erros conceituais sobre a nossa estrela (Sol) e dar fundamentação teórica para oficina de modelos de estrelas e espacial. Durante cada aula, os estudantes terão uma breve explicação sobre o vídeo que será exibido.

Link para o vídeo: https://www.youtube.com/watch?v=_vzEKXOI3BY

FECHAMENTO: Essa sexta aula será a última, onde as dúvidas dos estudantes já devem ter sido explicadas. De posse dos conhecimentos, os estudantes serão divididos em grupos de 4 ou 5 para elaborarem um resumo de todas aulas que deverão serem entregues na semana seguinte. Cada grupo deverá construir um modelo de estrela (livre escolha) e reproduzir a distribuição espacial das estrelas mais próximas do Sol.

PRODUTO EDUCACIONAL 2

GUIA PARA A CONFECÇÃO E MONTAGEM DOS MODELOS DE ESTRELAS

1. INTRODUÇÃO

O maior desafio em desenvolver esses modelos não foi a complexidade, muito menos o tempo, mas os problemas criados pela pandemia em curso. Antes dessa doença se espalhar, a aquisição dos materiais para a confecção dos modelos de estrelas era relativamente fácil. Encontrar esferas de EPS, “*Expanded Polistyrene*”, ou Poliestireno Expandido, mais conhecido como isopor, que são fabricadas em diversos tamanhos, desde 1 centímetro até 50 centímetros de diâmetro, era factível na grande maioria das lojas comerciais. No momento em que eu havia começado a desenvolver a Dissertação e o Produto Educacional associado, construção dos modelos de estrelas, a ideia primária era o desenvolvimento com os estudantes do 1º ano Integral, onde ministro aulas de Geografia e de Iniciação Científica. Tratam-se de disciplinas que abordam conteúdos de Astronomia e, justamente nas aulas de Iniciação Científica, haveria a possibilidade de melhor explorar esta ciência, o que seria propício para a execução do projeto.

Do exposto acima, teríamos tempo suficiente para iniciar o projeto com os estudantes e estes responderiam a um questionário sobre noções básicas de Astronomia, na forma de um pré-teste. Entretanto, surgiu o coronavírus e com o número cada vez maior de pessoas se contaminado, o comércio foi forçado a fechar. Praticamente, toda cidade entrou em quarentena. Meses depois, houve uma reabertura gradativa das lojas, momento em que houve certa disponibilidade de mercadorias. Mas, as esferas de EPS haviam desaparecido. Semanas mais tarde, alguns dos produtos que seriam usados na fabricação dos modelos voltaram às prateleiras, agora com um valor muito mais alto. As esferas de EPS, por exemplo, chegaram a passar dos sessenta Reais; antes, a maior não chegava a trinta Reais. O mesmo aconteceu com as tintas acrílicas e guache. No entanto, a medida que o tempo passava, os valores desses itens começaram a cair, o que possibilitou a confecção dos modelos para o projeto.

Outra dificuldade foi a quarentena das Escolas, impossibilitando a aplicação dos questionários previstos com estudantes. O principal objetivo era verificar o nível de conhecimento dos mesmos com relação à Astronomia, bem como confeccionar de forma participativa os modelos de estrelas em EPS.

Mas, nem tudo foi perdido! A construção dos modelos seguiu adiante, chegando, portanto, a conclusão de todos aqueles planejados. Boa parte dos modelos foram mostrados para os estudantes durante as aulas remotas, uma vez que nosso trabalho migrou da sala de aula para o ambiente virtual. Dessa maneira, foi possível, parcialmente, desenvolver o trabalho proposto. Contudo, não seria possível avançar mais devido às condições econômica dos estudantes e, com a pandemia, muitos deles se tornaram a única fonte de sustento para as famílias, com muitos trabalhando na forma de menor aprendiz. Por esse motivo, não foi possível a execução completa dos modelos no modo remoto.

1.1 MODELOS: UM BREVE HISTÓRICO

Por que usar o termo “modelo” para o produto educacional? Em Física, esse termo é comumente utilizado para designar modelos matemáticos de um dado fenômeno. O termo “maquete”, por outro lado, seria o mais correto para esse tipo de simulação tridimensional de objetos de proporções gigantescas, como as estrelas. Estaria muito bem adequado. No entanto, maquete, é uma representação em escala reduzida de um objeto, sistema ou estrutura de engenharia ou arquitetura ou de uma ideia, um esboço do que se pretende construir. Uma maquete, pode ser estática, se visa analisar o aspecto físico do que está sendo modelado, ou dinâmica, quando pretendemos analisar o comportamento funcional do que está sendo construído. O termo maquete ou “maqueta” se originaram do termo francês “*maquette*”. A Figura 1 ilustra a imagem de uma maquete.

Como esse assunto faz parte de uma categoria que se enquadra nos hobbies, não há trabalhos científicos voltado à ele. Portanto, não há como referenciar de forma adequada o modelismo.

Figura 1- Maquete residencial (arquitetura).



Fonte: <https://www.buildin.com.br/maquete/> 2019

O modelo (do latim, “*modulus*”, diminutivo de *modus*, modo), é a reprodução em escala de um objeto ou pessoa (aviões, embarcações, veículo, personalidades históricas, etc.). Portanto, mais adequado ao Produto Educacional, pois está fora do que seria considerado uma reprodução em escala reduzida de algo construído ou a ser construído. Um modelo é a reprodução de um objeto do nosso mundo em escala reduzida, a exemplo de automóveis, aviões, navios, trens e figuras, com o objetivo de colecionismo, uso recreativo e educacional. Logo, a adequação desse termo para a construção dos modelos de estrelas em uma escala proporcional. A Figura 2 ilustra o modelo de um avião na escala de 1/48.

Figura 2. Modelo do AT-6/SNJ Texan, Monogram escala 1/48



Fonte: Autor. (2014).

A construção de modelos de objetos em escala reduzida foi muito usado desde o Egito antigo até as culturas mezoamericanas Maias e Astecas. O modelo de um barco em escala é um dos mais antigos, e foi encontrado na tumba do Faraó Tutancâmon, que reinou o Egito (governou de c. 1332–1323 a.C. na cronologia egípcia), esses modelos foram construídos para que o Faraó tivesse um barco, no pós morte para pescar, essa era a crença dos egípcios no antigo Egito. Esse barco e outros tesouros foram encontrados pelo arqueólogo Howard Carter, em 1923.

Figura 3- Barco de madeira em miniatura era para ajudar na pescaria de Tutancâmon após a morte.



Fonte: Revista Galileu

Depois, na Idade Média, já era comum a produção de modelos em escalas que ajudavam os “arquitetos” e pedreiros a erguer a construção. Era mais fácil visualizar o que seria construído. No século XV, com o advento das navegações, a construção de modelos de navios foi impulsionada, usados nos estaleiros para servirem de propaganda e também para demonstrações aos interessados. Havia quem os construíssem para serem ofertados a um santo da devoção do navegante, com o intuito de garantir o retorno seguro do navio e da tripulação. Mais tarde, no século XX, durante a II Guerra mundial, tanto nos Estados Unidos quanto na Inglaterra, foram construídos modelos de aviões e navios pertencentes aos países do eixo (Alemanha, Itália e Japão) para serem usados no treinamento das tripulações. Com o fim da guerra, esses modelos caíram no gosto popular, principalmente de adultos visando colecioná-los. Então, nos Estados Unidos, algumas empresas começaram a produzir tais modelos sem uma escala padrão. Na década de 1950, a produção desses modelos ganhou força, com várias empresas mundo afora lançando kits, pois eles vinham desmontados, com uma boa quantidade de peças, e por vezes acompanhados de cola e tintas. Atualmente, o Plastimodelismo é um hobby sério, tendo a IPMS (*International Plastic Modeler Society*) com sede em Londres como seu principal representante.

2. CONSTRUINDO ESCALAS

A escala representa uma relação matemática entre as dimensões do objeto real (ou natural) e aquela a qual se quer caracterizar, reduzida ou ampliada. Por exemplo, a escala natural é representada numericamente por $E = 1:1$ ou $E = 1/1$. Nos casos particulares, nas escalas reduzidas, temos: $E = 1:20.000$ ou $E = 1:100.000$. Para as ampliadas, $E = 2:1$ ou $E = 10:1$. Em cada caso, o denominador ou o numerador será considerado na análise.

Há, na verdade, 3 tipos de representatividade de escalas:

- Escala de redução: Por exemplo, $1/5$ (um por cinco)
- Escala real: $1/1$ ou $1:1$ (um por um)
- Escala de ampliação: $5/1$ ou $5:1$ (cinco por um)

A escala que vamos usar é sempre a de redução, na verdade não seria bem uma redução com uma do tipo $1/1000.000$ ou similar, mas uma redução proporcional, dado o “tamanho” de uma estrela.

Partindo dessa simples abordagem, vamos analisar o sistema Terra-Lua. As dimensões e distâncias usadas em Astronomia são enormes. As medidas apresentadas para a Terra e a Lua (milhares de quilômetros), podem causar confusão para a maioria dos estudantes. Porém, podemos adotar uma unidade comparativa e usar nos modelos em escala que iremos materializar. Para tal, precisamos escolher, comparar e usar uma unidade como referência visual e métrica nos modelos. É necessário, escolher uma das medidas como referência, ou seja, aquela com que iremos comparar todas as demais. Vamos usar o diâmetro do planeta Terra.

A Tabela 1 fornece os diâmetros equatoriais para a Terra e a Lua, além dos parâmetros de escala necessários para o nosso estudo. A partir deste exemplo, o(a) professor(a) pode planejar outras atividades envolvendo outros planetas e os respectivos satélites naturais, além de comparar os tamanhos relativos das estrelas.

Tabela 1- Diâmetros equatoriais comparativos da Terra e da Lua.

Astro	Diâmetro (km)	Referência (Terra)	Fator de Escala Proporção (decimal)	Fator de Escala Proporção (fracional)	Fator de Escala Proporção (aproximado)
Terra	12.756,2	12.756,2/12.756,2	1	1/1	1
Lua	3.474,8	3.474,8/12.756,2	0,27	27/100	1/4

Fonte: adaptado pelo autor, 2021.

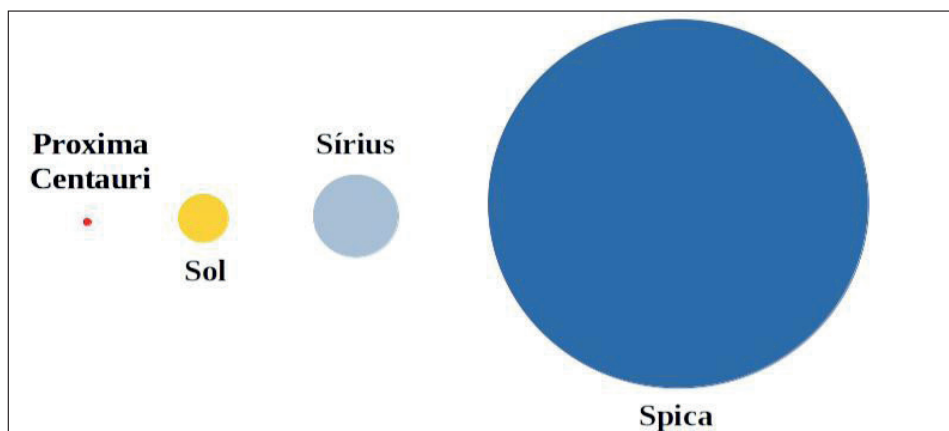
3. PRODUTO EDUCACIONAL

3.1 Material Necessário

A proposta do Produto Educacional é a confecção e a montagem de estrelas por meio de objeto de baixo custo, basicamente, bolas de EPS, “*Expanded Polistyrene*” (Poliestireno Expandido), mais conhecido pelo nome comercial de isopor, disponíveis em vários tamanhos e adequados para o modelo de estrela a ser construída na escala adotada.

As bolas de isopor podem ser usadas, na escala adotada, assumindo o raio do Sol como referência, para representar os tamanhos relativos das estrelas. Por exemplo, as pequenas (diâmetros entre 10 e 90 mm), podem ser usadas para representar as estrelas do tipo Próxima Centauri (0,15 RSol) ou menores do que o Sol (1,0 RSol). As bolas de isopor médias (diâmetros entre 100 e 250 mm), podem ser usadas para as estrelas maiores do que o Sol até Sirius (1,7144±0,0090 RSol, Bond et al. 2017). Por último, as bolas de isopor gigantes, com diâmetros entre 30 e 100 cm, são bem mais difíceis de achar e também mais caras. Podem ser empregadas para representar estrelas maiores do que Sirius, como a Spica (7,40±0,57 RSol), uma estrela binária e a mais brilhante da constelação de Virgem. Estrelas supergigantes, como Rigel na constelação de Órion, já apresentam ordens de grandeza maiores, 78,9±7,4 RSol (Moravveji et al. 2012) e não seria possível a ilustração nesta folha. A gigante Betelgeuse, também em Órion, apresenta 887±203 RSol (Dolan et al. 2016). A Figura 4 ilustra estas estrelas localizadas na Sequência Principal, mostrando o seus tamanhos em relação ao Sol, enquanto a Tabela 2 fornece algumas informações básicas.

Figura 4- Estrelas da Sequência Principal. Tamanhos relativos em relação ao Sol (Tabela 3).



Fonte: adaptado pelo autor, 2021.

A Figura 5 ilustra as esferas de EPS de diversos tamanhos que podem ser empregadas para modelar as estrelas abordadas acima, ou outras que estejam fora da Sequência Principal, como as anãs brancas e gigantes vermelhas, mostra também uma pistola de cola quente e as tintas guache ou acrílicas para o acabamento dos nossos modelos.

Tabela 2. Estrelas da Sequência Principal com algumas informações básicas.

Estrela	Próxima Centauri	Sol	Sirius	Spica
Massa	0,12 M _{Sol}	1,0 M _{Sol}	2,063 ± 0,023 M _{Sol}	10,25± 0,68 M _{Sol}
Raio	0,15 R _{Sol}	1,0 R _{Sol}	1,7144 ± 0,0090 R _{Sol}	7,40 ±0,57 R _{Sol}
Magnitude aparente	+11,05 mag (V)	−26,74 mag (V)	−1,46 mag (V)	+1,04 mag (V)
Constelação	Centauro		Cão Menor	Virgem
Distância	4,22 anos-luz		8,6 ± 0,04 anos-luz	260 ± 20 anos-luz

Fonte: adaptado pelo autor, 2021.

Além das bolas de isopor, também serão necessários os seguintes itens (ajudam no processo de confecção): tinta para isopor (EPS), tinta guache, tinta acrílica, copo, água, esponja de lavar louça, gesso, algodão usado para polir automóveis, pincéis variados, cola para isopor (EPS), tesouras, estilete, régua de 30 cm e 50 cm , canetas e lápis variados, uma lâmpada para um efeito visual, fio elétrico (15 metros), bocal para lâmpada e plugs, bases de metal para apoiar os modelos e tubos de plástico (canetas do tipo Bic). Figuras 6 e 7. Esses são as ferramentas e materiais que usaremos para confeccionar os modelos de estrelas

Figura 5- Esferas de isopor, pistola de cola quente, tinta guache.



Fonte: Autor, 2020.

Esses matérias são fáceis de encontra bem como possuem preços acessíveis, não sendo, portanto, um obstáculo à execução do projeto. Quanto aos objetos de corte, estiletes e tesouras devem ser manuseados sob a orientação do professor, ou de um monitor.

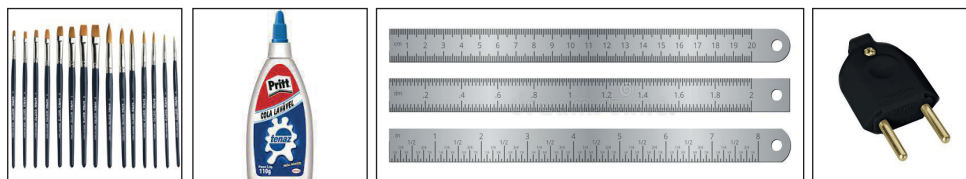
Figura 6- Hidrocor, esponja de limpeza, algodão, tesouras e estiletes



Fonte: Autor, 2020.

Os pinceis devem ser de variados números e formatos, pois serão usados em todas as etapas da confecção desses modelos. O plug elétrico e o fio serão usados para iluminar a esfera de isopor com uma lâmpada no seu interior a fim de simular de forma mais realista as esferas de isopor dando-lhes a aparência de uma estrela real.

Figura 7- Pinceis, cola branca, réguas e plug elétrico.



Fonte: Autor, 2020.

3.2 Modelos de Papel

Modelos alternativos ao EPS podem também ser elaborados com papel. Na Figura 8, um exemplo elaborado para a estrutura do Sol, que pode ser recortado e montado. Vários sites fornecem modelos para download. Por exemplo, um passo a passo para este exemplo pode ser encontrado em: <https://creativepark.canon/en/contents/CNT-0011725/index.html>. Uma vantagem está na formatação pronta e na sequência previamente definida para o recorte e a montagem. Isso pode ajudar o professor para materializar o conteúdo que será trabalhado e motivar os estudantes. No entanto, não permite que tamanhos maiores possam ser impressos, além de ser um impedimento para que os alunos possam construí-lo em suas casas. Neste caso, o exemplo apresentado na Tabela 1 pode ser útil para esse processo. Neste Produto Educacional, daremos ênfase aos modelos de estrela com as bolas de EPS. A turma proposta foi o 1º ano Integral, embora o mesmo possa ser planejado para outras turmas.

Figura 8- Ilustração do modelo relativo à estrutura do Sol em papel construído pelo autor.



Fonte : <https://creativepark.canon/en/contents/CNT-0011725/index.html>.

3.3 Modelos de EPS: O Sol

De posse dos materiais acima citados, partiremos para a confecção dos modelos de estrelas. Para construir a esfera que será caracterizada como uma estrela, precisamos de uma base para moldar essa esfera. Caso não tenha o tamanho da esfera de EPS correspondente para a estrela, podemos usar balões de borracha, para construir esferas maiores que 500mm, pois não existem esferas de isopor com diâmetros maiores que 500mm.

Para a confecção de uma estrela do tipo do Sol, usaremos uma esfera de 200mm este processo se aplica bem para as bolas grandes, que são compostas de duas partes com pouca espessura, tornando-as, assim ideais para representar uma estrela como o Sol, uma vez que sua textura superficial é semelhante à superfície solar como visto nas fotos de satélite. Essas rugosidades são interessantes, pois permitem caracterizar aspectos da camada mais externa da estrela (fotosfera). A Figura 9 ilustra os materiais necessários para o processo para uma esfera de 200mm. O processo é bastante simples e necessita de um espaço adequado para o processo. Na Escola, uma mesa simples é suficiente para acomodar os materiais e iniciar o processo.

Figura 9- Materiais necessários para construir nossa estrela



Fonte: Autor, 2020.

Alguns dos materiais usados para o processo. Esta é uma atividade que pode ser realizada com a disciplina de Artes, uma integração desejável e necessária. Na BNCC (Base Nacional Comum Curricular), a arte está centrada nas seguintes Linguagens: Artes Visuais, Dança, Música e Teatro.

Iniciaremos com uma bola de isopor de 200mm (20cm), ela será preparada com a execução das manchas solares, Figura 10, que serão feitas com a ponta aquecida de um pedaço de arame, ou no nosso caso, usando a ponta de um pirógrafo, que é um aparelho que trabalha com uma resistência onde aquece uma ponta que serve para gravar a quente, madeira e couro. Depois de feito os orifícios, rasos, eles deverão ser preenchidos com gesso misturado com cola de PVC, assim dessa forma criar a opacidade para simular as manchas solares, que posteriormente serão pintadas com tinta guache ou acrílica.

Figura 10- Preparando a bola de isopor criando as manchas solares



Fonte: Autor, 2020.

Uma vez que a superfície de esfera esta pronta iniciaremos a pintura, no caso tinta guache, que é à base d'água, Figura 11, nos mostra que devemos aplicar a tinta com consistência um pouco pastosa para dar uma cobertura por igual sem falhas, basta ver a sequência de figuras, também vemos a instalação de uma lâmpada de led, que servirá para iluminar a nossa estrela.

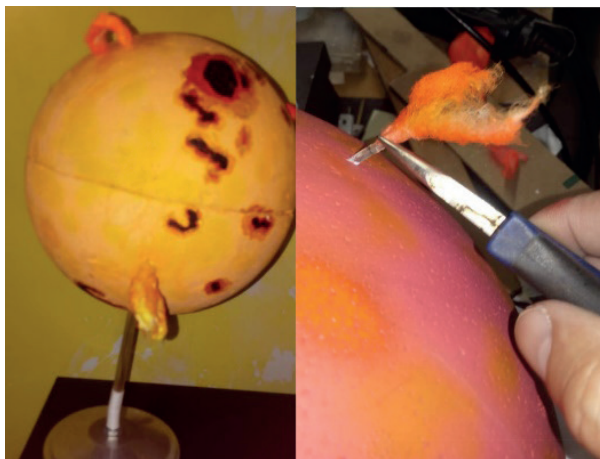
Figura 11- Construindo o modelo de uma estrela, pintura com guache e instalação de lâmpada.



Fonte: Autor, 2020.

Na figura 12, vemos uma estrela concluída, as manchas estão exacerbadas, estrela como o Sol. Ainda mostra a aplicação de uma proeminência confeccionada de algodão tingido com tinta látex.

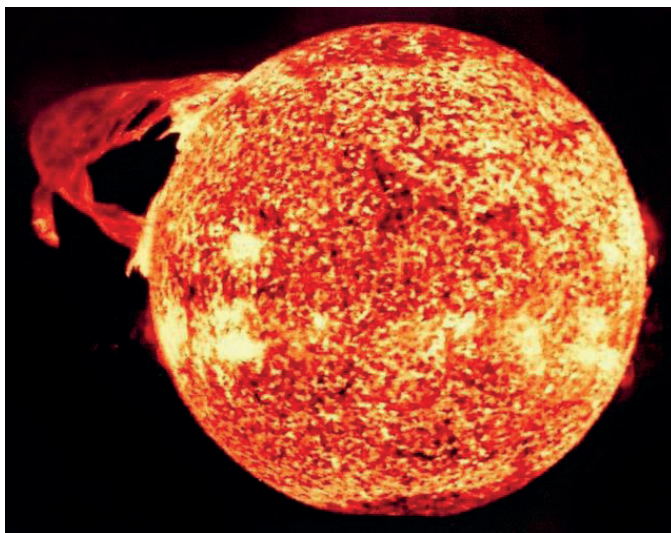
Figura 12- A estrela já finalizada, inserção de uma proeminência feita de algodão



Fonte: Autor, 2020.

A Figura 12, mostra também, o resultado final para o Sol, ilustrando a camada mais externa, visível do Sol, a Fotosfera. Nesta camada, o fenômeno mais notável é o da mancha solar, caracterizada por regiões irregulares que aparecem mais escuras do que o entorno. Em algumas circunstâncias, as manchas maiores, com o devido uso de filtros especiais que deixam passar uma quantidade mínima de luz, fabricados pela *Baader Planetarium (AstroSolar Safety Film)* ou *Thousand Oaks Optical*, por exemplo, podem ser vistas a olho nu. Como registro histórico, as manchas foram observadas na China no ano 28 a.C. No entanto, o estudo científico começou com o uso da luneta em 1610 por Galileo di Vincenzo Bonauti de Galilei, mais conhecido como Galileu Galilei (1564-1642) e, posteriormente, com telescópios e detectores sensíveis a luz. Atualmente, há um crescente interesse pelos fenômenos celestes, em especial os que envolvem o Sol, mas cabe aqui um adendo, nunca devemos olhar para o Sol com os olhos desprotegidos, podemos fazer usando para tal, lentes de soldador nº 14, que são vendidas separadas, esse material pode ser adquirido em casas de ferragens, são de baixo custo, essas são adequadas para a observação direta da nossa estrela sem danificar a retina.

Figura 13- Imagem do Sol com uma gigantesca proeminência solar eruptiva. Fáculas, grânulos e manchas são também observados nesta imagem.



Fonte: Skylab NASA, 1973

Figura 13 é uma foto do Sol onde nos mostra algumas das atividades que se manifestam na Fotosfera: mancha solar e protuberâncias. Algumas manchas podem ser maiores que o planeta Terra. No caso das proeminências, podem se estender por muitos milhares de quilômetros. Em 1977, a sonda não tripulada SOHO (Solar and Heliospheric Observatory), da Agencia Espacial Europeia (ESA) e da NASA, observou uma com extensão aproximada de 350 mil km, o que equivale a cerca de 28 vezes o diâmetro da Terra. Detalhes em <https://sohowww.nascom.nasa.gov/>. As proeminências, para o modelo de estrelas foram confeccionadas com algodão usado para polir automóvel, bem mais barato do que o algodão estéril.

A estrutura de uma mancha solar é bastante complexa. Todas apresentam uma região central chamada de umbra, parte central mais escura, com temperaturas em torno de 3800 K. A penumbra, em contraste, é a região mais clara e com estrutura radial em torno da umbra. As manchas, associadas a intensos campos magnéticos, tendem a se formar em grupos, e seguem um ciclo de 11 anos (undecenal), onde as contagens de manchas variam entre máximos e mínimos. Este aspecto foi descoberto em 1843 pelo astrônomo amador alemão Samuel Heinrich Schwabe (1789-1875).

Muitas vezes, junto com as manchas, há a presença de faixas brilhantes, as fáculas, que parecem estar em uma altitude maior que as manchas, quando devidamente observadas com instrumentos apropriados. Em geral, as fáculas são visíveis pouco antes do aparecimento de uma mancha e podem continuar durante um certo tempo, mesmo após o desaparecimento das manchas.

Também representamos as proeminências, protuberâncias solares, representadas por estruturas enormes e brilhantes que se destacam da Fotosfera, geralmente em forma de laços que se estendem além da Coroa, a camada mais externa e mais rarefeita. São causadas por condensações de gases na Coroa e chegam a atingir comprimentos de centenas de milhares de quilômetros. Algumas proeminências se rompem e dão origem a ejeções de massa coronal, que varrem o Sistema Solar. Alguns dos itens usados são mostrados na Figura 9.

O modelo assim construído foi posicionado em uma base para melhor manejo e exposição na Escola. No caso presente, foi posta numa base de alumínio dessas usadas para prender luminárias no teto, Figura 14. São baratas e fáceis de achar. Para fixar o modelo, utilizamos o tubo de uma caneta esferográfica. Isso permite passar um fio do tipo “cabinho duplo” no interior e usar uma lâmpada de LED interna para iluminar o modelo e criar efeitos visuais. Como as bolas maiores são divididas em duas metades ocas, a instalação elétrica para a iluminação é bastante simples.

A Figura 14- Metade oca da bola usada no processo.



Fonte: Autor, 2020.

Na Figura 15 vemos o efeito da iluminação usado para simular uma estrela (torná-la um pouco mais realista). Esse processo enfatiza as manchas escuras. Para realçar esse efeito, são feitas “escavações” rasas na superfície da bola de isopor que podem ser realizadas com um pirogravo, ponta de um ferro de solda aquecido ou simplesmente um arame aquecido sob a chama de uma vela. Em seguida, preenchemos com uma pasta feita de gesso, cola de PVA e água. O objetivo é dificultar a passagem da luz e simular as manchas mais escuras na Fotosfera solar. Pode-se usar também uma porção de massa rápida, que fará o mesmo efeito.

Figura 15- Efeito visual final obtido com a instalação interna de lâmpada de LED.



Fonte: Autor, 2020.

Note o realce para as umbras nas manchas. As fáculas e os grânulos, embora não bem caracterizados nas imagens, também estão presentes. As fáculas podem ser caracterizadas como as manchas brilhantes da Fotosfera. Já os grânulos são criados por células convectivas do plasma da zona de convecção do Sol. Podem chegar a cerca de 1000 km de diâmetro, cobrindo toda a fotosfera solar, exceto as manchas.

A fotosfera da estrela, no caso do Sol, foi pintada com cores amarela e laranja. O Sol é uma estrela amarela do tipo espectral G com temperatura efetiva da ordem de 5500K. A estrela Capela também ser representada por estas características. As estrelas alaranjadas como Aldebarã e Arcturus são do tipo K, um pouco mais frias, com temperaturas da ordem de 4000K. Estes, dentre outros aspectos, podem ser explorados na sala de aula. Como ilustração, a Figura 13 mostra uma imagem do Sol em plena atividade, obtida pelos astronautas da estação espacial Skylab em 1973

Na sequência, uma série de imagens (Figuras 16 a 17) ampliadas do nosso modelo para melhor explorar os aspectos tratados acima. É importante a dedicação de tempo para a confecção dos modelos. O professor (ou a professora) deve organizar as aulas para atingir tal objetivo. Grupos podem ser organizados para construir diferentes estrelas, visando uma exposição na Escola ou em outro espaço. Feiras de Ciências representam excelentes momentos para explorar estes tipos de resultados. Uma Sequência Didática, como sugestão, também será apresentada e que pode ser usada para uma atividade escolar dessa natureza.

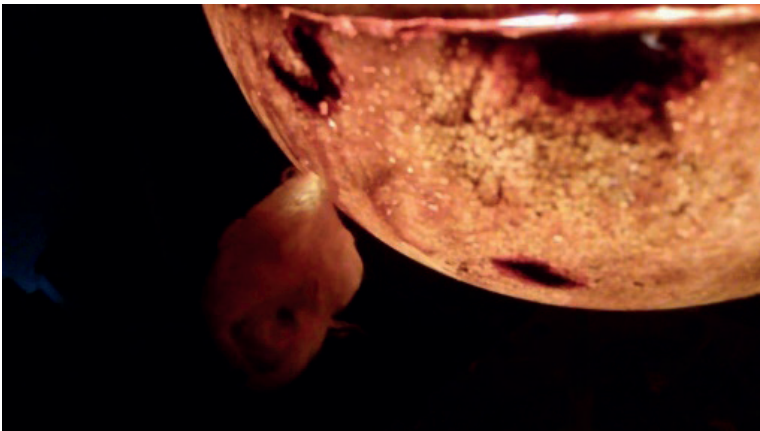
Figura 16- No detalhe, podemos notar um loop solar.



Fonte: Autor, 2020.

Essas protuberâncias foram confeccionadas com um chumaço de algodão usado para polir carros, pintado (tingido) com tinta acrílica diluída em produto para limpar vidros (Vidrex). Esta técnica possui a vantagem de uma rápida secagem, devido à dificuldade de pintar esses elementos com um pincel, por isso diluímos a tinta acrílica e a deixamos na consistência bem rala e mergulhamos os pedaços de algodão, em seguida retiramos e pomos para secar. A lâmpada de LED ajuda o realce.

Figura 17- Esta imagem procura ilustrar uma ejeção de massa coronal,



Fonte: Autor, 2020.

Figura 18- Em 31 de agosto de 2012 material que estava pairando a coroa solar entra em erupção em direção ao espaço e forma uma longa proeminência solar.

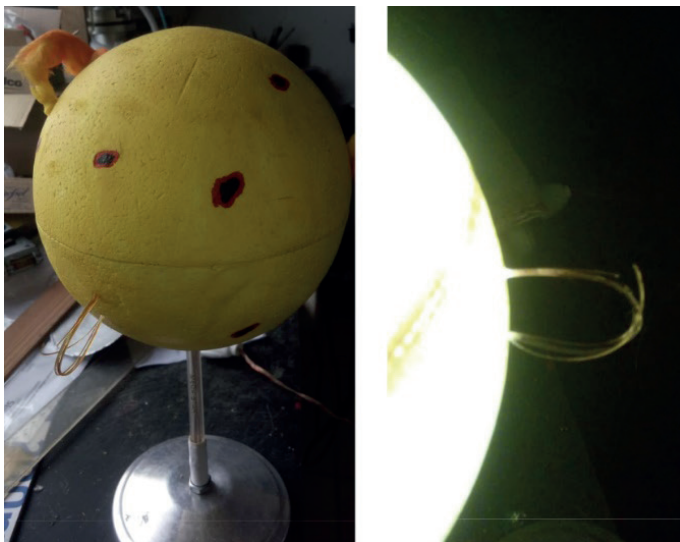


Fonte: NASA Goddard Space Flight Center - Flickr: Magnificent CME Erupts on the Sun - August 31

Essas explosões liberam altos níveis de radiação e partículas a altas velocidades que estavam armazenados nas linhas de campo magnético. As linhas de campo magnético formam uma «sombra» na fotosfera do Sol, que são as manchas solares. A radiação liberada pelas erupções solares abrange um amplo intervalo do espectro eletromagnético, podendo ser observado desde as ondas de rádio até os raios X e raios gama, que ao chegarem na órbita da Terra são barrados pelo geomagnetismo terrestre. Figura 18.

Um loop, é, uma imensa erupção de gás ionizado a elevadas temperaturas, provenientes da Coroa solar. Para representar esse fenômeno foi usado um aerógrafo de ação simples (mini compressor) que foi borrifado com uma mistura de tinta acrílica de artesanato para simular a ejeção de plasma resultante das correntes magnéticas. O gás que é expulso, forma parte do vento solar e quando atinge o campo magnético da Terra, pode causar sérias tempestades geomagnéticas, prejudicando os meios de comunicações e estações elétricas. Um exemplo desse efeito ocorreu em 1989 na cidade de Quebec, Canadá. As partículas energéticas também provocam um extraordinário fenômeno natural: as auroras boreais (Hemisfério Norte) e austrais (Hemisfério Sul) nas regiões próximas aos polos magnéticos da Terra, a Figura 19 no modelo mostra uma simulação desse fenômeno feito com pedaços de fio de pesca (nylon).

Figura 19- Os filamentos usados para melhor caracterizar as protuberâncias, podem ser feitos também com pequenos tubinhos plásticos flexíveis, que podem ser preenchidos com um líquido para realçar o efeito. A presença do LED pode valorizar ainda mais o efeito.



Fonte: Autor, 2021.

Esses fios de nylon foram pintados com tinta verniz vitral, também um material de fácil aquisição e bem barato, podemos distribuir muitos deles pela superfície do modelo para dar um efeito mais real.

3.4 Modelos de EPS: Estrelas Gigantes e Supergigantes

Outras estrelas, dentro do processo de evolução estelar, podem ser elaboradas na sala de aula. Contudo, é importante um levantamento sobre as principais características astrofísicas desses objetos. Na Figura 20, antes e depois, temos uma gigante vermelha, também confeccionada com uma esfera de EPS de 30 cm. Na Figura 21, uma gigante azul.

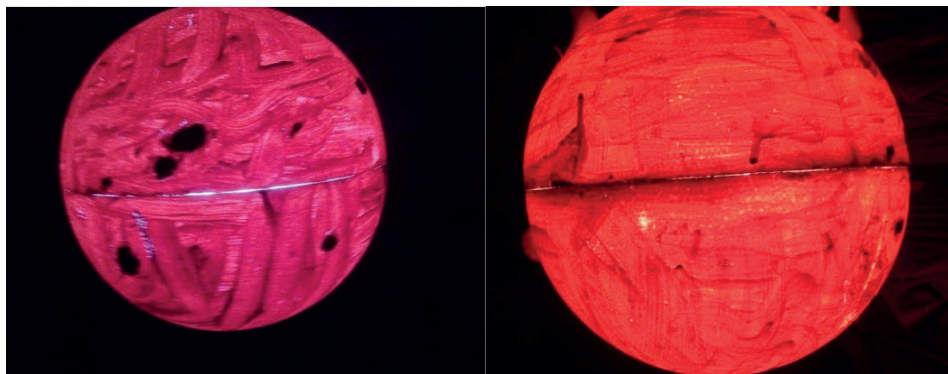
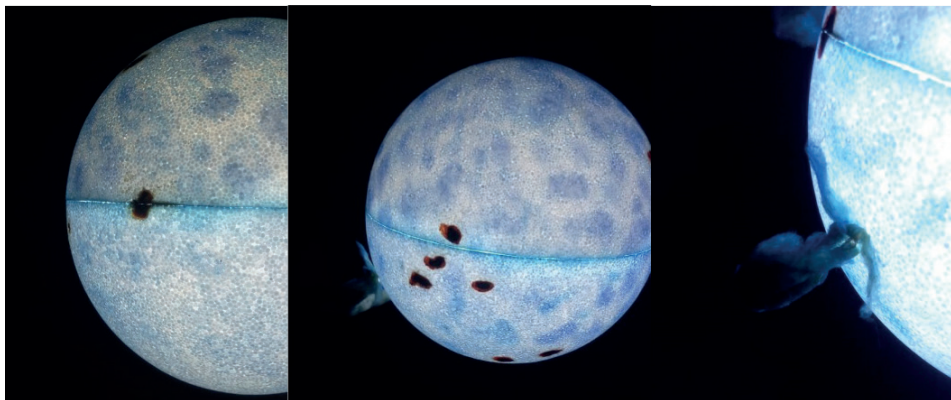


Figura 20- Exemplo de uma estrela gigante vermelha, também iluminada no interior com LED.

Fonte: Autor, 2021.

Tanto para fazer as estrelas mais massivas, quanto a gigante vermelha, essa é na verdade o estágio imediato após a estrela ter deixado a sequência principal, usaremos as esferas de isopor de diâmetro acima de 20 cm. Então podemos usar esferas nos diâmetros entre 25 cm até 50 cm, que é o maior diâmetro produzido comercialmente, entretanto esse último tamanho de esfera não é encontrado facilmente, Por isso ficamos com a maior esfera disponível no comércio a de 30 cm. A Figura 21 é o exemplo desse modelo, nesse caso foi usado uma esfera de 25 cm para simular uma gigante azul.

Figura 21- Exemplo de uma estrela gigante azul.



Fonte: Autor, 2021.

As áreas em azul escuro, são feitas usando um pedaço de esponja de lavar louça, molhada na tinta e depois batida levemente na superfície da esfera.

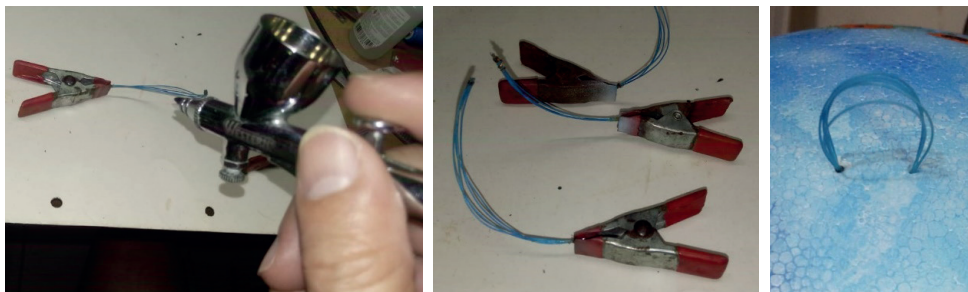
Figura 22- Confeção dos loops e proeminências de uma gigante azul



Fonte: Autor, 2021.

A confecção das proeminências e loops são mostradas na Figura 22, as proeminências são feitas de algodão tingido de azul, uma vez que as temperaturas numa gigante azul são muito altas, cerca de 10.000 K (Kelvin). Na Figura 23 o processo de pintura e inserção de um loop no modelo de uma gigante azul, a tinta usada é o verniz vitral azul que foi diluído em solvente.

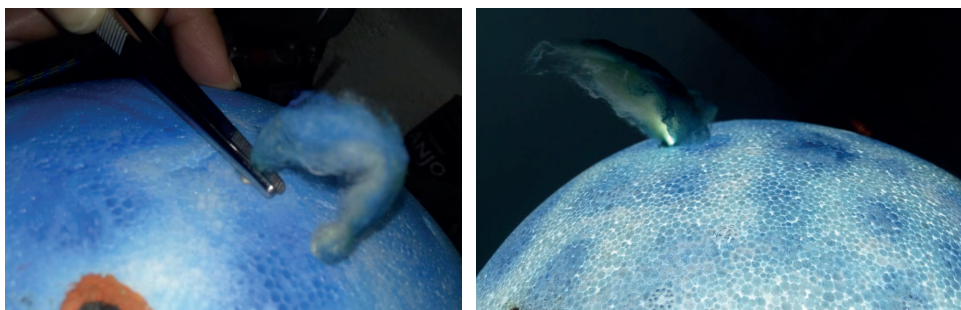
Figura 23- Pintura dos fios de nylon com aerógrafo, um loop já no modelo



Fonte: Autor, 2021.

A utilização de um aerógrafo, Figura 23, serviu para dar homogeneidade na pintura dos pedaços de fios de nylon, e como era aplicado uma fina camada reduziu-se o tempo de secagem da tinta, na sequência de figuras vemos alguns fios de nylon colados e pintados, prontos para serem inseridos no modelo de estrela, nesse caso uma gigante azul. Na Figura 24 mostra como se insere uma proeminência no modelo.

Figura 24- Inserindo as proeminências.



Fonte: Autor, 2021.

Figura 25 mostra como ficam as proeminências dessa estrela, nessa foto aparece um estrela gigante azul comparada com o Sol, nessa foto a gigante azul foi feita com uma esfera de 30 cm de diâmetro e o Sol foi construído com uma esfera de 3 cm, fica demonstrado a enorme diferença entre as duas estrelas, inclusive, nas estrelas reais, a diferença de massa são enormes

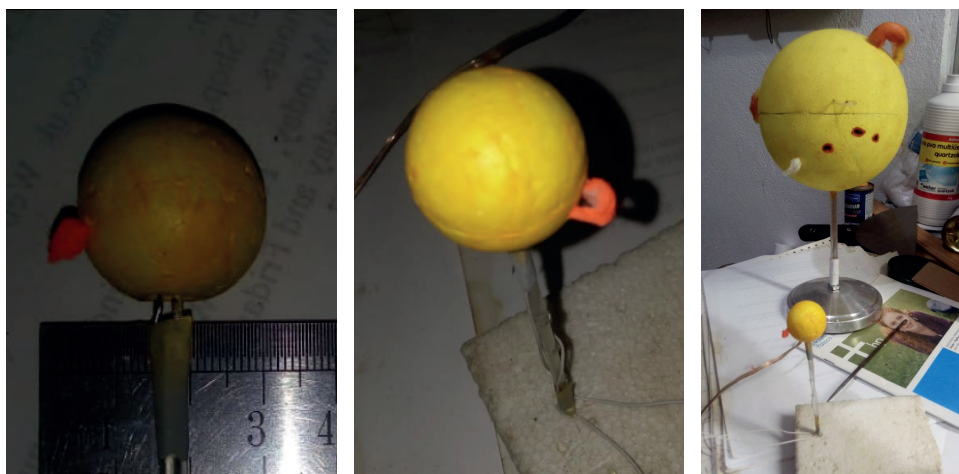
Figura 25- O modelo de uma gigante azul comparada com o Sol



Fonte: Autor, 2021.

Esse “pequeno” Sol foi feito com uma esfera de 3 cm, como é pequena não é possível um melhor detalhamento, mas ainda assim podemos iluminar com um LED, um pequeno Diodo Emissor de Luz (*Light Emitting Diode*), e assim dar uma aparência mais realística. Figura 26 nos mostra esse modelo menor do Sol que pode ser usado para efeito de comparação com outros modelos de estrelas, vemos ainda na sequência de fotos esse Sol sendo comparado com uma gigante amarela.

Figura 26- O Sol construído com uma esfera pequena para servir de comparação



Fonte: Autor, 2021.

Figura 27 vemos o efeito da iluminação nas duas estrelas, a menor e mais pálida seria o sol sendo mostrado próximo de uma gigante amarela, como efeito didático é muito bom, pois, dessa forma os alunos podem perceber as diferenças de volume, (tamanho), e assim, aprenderem que no cosmo, existem variados tamanhos de estrelas.

Figura 27- Uma comparação de tamanhos, o Sol a menor e uma gigante amarela



Fonte: Autor, 2021.

4. CONCLUSÃO

Esta atividade permite, de forma simples, motivar os estudantes para o estudo da Astronomia. A BNCC provoca esse tipo de ação na Escola e este material pode contribuir para que os professores possam incrementar a sala de aula, tornando-os protagonistas do processo. É possível envolver professores de outras áreas do conhecimento, como Física, Matemática e Artes. Nas Escolas, há uma sobra muito grande de papel. Depois do respectivo uso, os restos podem ser usados nesta atividade prática, estimulando a regra dos 3R (Reduzir, Reutilizar e Reciclar).

Uma exposição científica representa um outro aspecto interessante que pode ser feito na Escola a partir desta atividade. Isso motiva, por um lado, outros estudantes para o processo e, por outro, provoca e estimula os demais professores a pensarem em atividades semelhantes. Feiras de Ciências podem ser propostas, reunindo todas as criações realizadas pelos estudantes. Mecanismos existem, embora as dificuldades também. Mas, acreditamos que somos capazes de contribuir para formação dos nossos alunos, como sempre foi colocado no Mestrado Profissional em Astronomia da UEFS.

PRODUTO EDUCACIONAL 3

MODELO ESPACIAL DAS ESTRELAS MAIS PRÓXIMAS DO SOL

1. INTRODUÇÃO

O Sol é a estrela do Sistema Solar, um sistema heliocêntrico no qual a Terra, os demais planetas e seus satélites naturais, além de outros corpos menores, revolucionam em órbitas elípticas. No Sistema Solar, a unidade de distância usada é a Unidade Astronômica, definida como a distância média da Terra ao Sol. Mas, no caso das estrelas, empregamos, por exemplo, o ano-luz, uma unidade que corresponde à distância percorrida pela luz no vácuo, durante um ano, viajando à velocidade aproximada de 300 mil km/s. Embora a velocidade de propagação da luz seja muito alta, ela é finita, o que faz que ela leve um tempo, cerca de 8 minutos, para chegar a Terra.

A estrela mais próxima do Sol é a Próxima Centauro, que está a cerca de 4,2 anos-luz de distância. Neste caso, se um raio de luz fosse enviado nesse exato momento em direção à essa estrela, viajando na velocidade de 300 mil km/s, ele levaria 4 anos e 2 meses para chegar lá. Para entender melhor como as estrelas mais próximas do Sol estão distribuídas, os estudantes podem construir um modelo espacial muito simples na Escola.

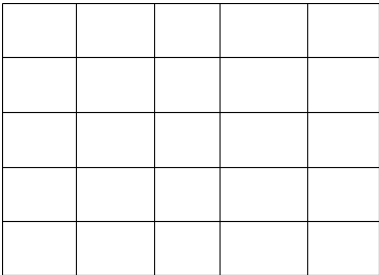
1. Material Necessário

Um pedaço de isopor de 30x30cm, com espessura mínima de 1cm, uma folha de papel de igual tamanho, 30x30cm, 20 bolinhas pequenas de isopor, palitos de churrasco, régua grande (maior que 30cm), tesoura, caneta coloridas (tipo Hidrocor), canudos de refrigerante e cola de PVA (cola branca).

2. Procedimento

- Preencha a folha de papel com 25 quadriculados, quadrados de 6 cm de lado, conforme a Figura 1. Prenda-o na folha de isopor com a cola. Use a Tabela 1 para marcar as posições aproximadas das estrelas (x,y) no papel. O Sol, nesta representação, corresponde a letra Q.

Figura 1. Representação quadriculada na folha de papel.



Fonte: Autor, 2020.

- Os palitos de churrasco devem corresponder as medidas da coluna z. Use os canudos para ajudar a fixar as emendas dos palitos de churrasco, pois será necessário fazer as emendas para atingir as alturas solicitadas na Tabela 1. Uma vez concluído, ajuste uma bolinha de isopor na ponta de cada palito e fixe-o no isopor, obedecendo as posições x,y.
- Neste modelo espacial aproximado, 1 ano-luz corresponde a 20mm da escala. Essa disposição fornece uma visão das estrelas mais próximas do Sol, quando observadas a partir de uma posição externa e distante.
- Não foi apresentado aqui, mas o estudante pode procurar as respectivas cores das estrelas e pintar as bolinhas de isopor para melhor caracterizar. Neste caso, o Sol deve ser pintado de amarelo. Esta atividade pode ser combinada como aquela do modelo das estrelas.

3. Objetivo

A proposta é demonstrar para os estudantes do Fundamental I e II uma disposição espacial aproximada das estrelas mais próximas do Sol, vistas do nosso ponto de vista da Terra. Representa uma atividade simples que pode instigar os estudantes a representarem outras formações estelares, a exemplo das constelações. A Figura 1 ilustra o resultado.

Essa atividade foi pensada para levar o aluno a compreender, que as estrelas que vemos no céu noturnos estão à distâncias variadas, mesmo nos dando a impressão de estarem todas no mesmo plano. Portanto com essa atividade, unido a parte prática, onde os alunos irão construir esse modelo, que mostra as estrelas mais próximas do sistema solar, vai permitir ao estudante que ele se aprofunde mais sobre as características de cada uma dessas estrelas, a ele será pedido que construa uma tabela onde irá pesquisar as características de cada uma dessas estrelas, a Tabela 1 mostra as estrelas com suas respectivas alturas, para que os alunos possam simular suas distâncias em relação ao Sol.

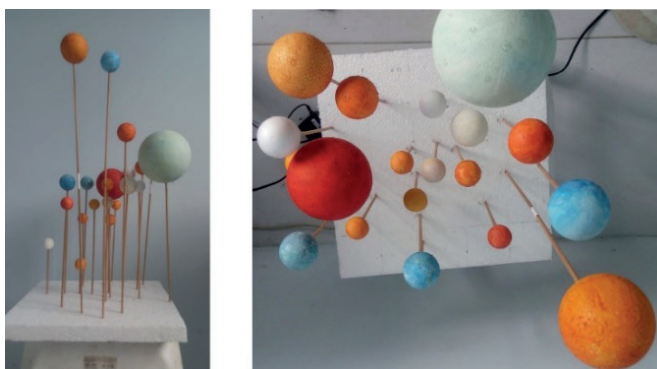
Tabela 1-Posições x,y e as respectivas alturas das estrelas mais próximas do Sol.

Identificador	Estrela	x (cm)	y (cm)	z (cm)
A	Alfa Centauri	11,1	13,0	16,0
B	Altair	18,5	6,2	16,0
C	Arcturus	4,5	4,8	27,0
D	Beta Hydri	12,0	19,0	5,0
E	Capela	24,2	17,0	46,0
F	Castor	16,0	6,3	43,0
G	Épsilon Eridani	17,1	13,0	22,0
H	Eta Cassiopeiae	11,7	22,0	23,0
I	Fomalhaut	12,0	25,6	10,0
J	Mu Herculis	3,5	13,5	21,0
K	Muphrid	8,5	8,0	26,0
L	Pi-3 Orionis	21,0	21,0	18,0
M	Porrina	17,5	1,0	25,0
N	Pollux	24	9,5	31,0
O	Procyon	18	9,5	21,0
P	Sírius	15,5	6,5	22,0
Q	Sol	12	16	18,0
R	Tau Ceti	15	12	18,0
S	Vega	1,5	19	23,0
T	Zeta Herculis	6,6	12	23,0

Fonte: Autor: adaptado do Wikipedia.

A figura 2 nos mostra a montagem dessa atividade, caso haja interesse e material, os alunos poderão iluminar essas estrelas com LEDs para que possam ser apreciados em uma sala com luz previamente apagada, no caso de uma feira de ciências, essa questão fica a critério do professor que organizar essa atividade com seus alunos.

Figura 2- Distribuição espacial das estrelas mais próximas do Sol.



Fonte: Autor, 2021.

REFERÊNCIAS

BOND, Howard E., et al.: **The Sirius System and Its Astrophysical Puzzles: Hubble Space Telescope and Ground-based Astrometry**. The Astrophysical Journal. **840** (2), 2017.

DOLAN, Michelle M., et al.: **Evolutionary Tracks for Betelgeuse**. The Astrophysical Journal. **819**, 2016.

MORAVVEJ, Ehsan; Guinan, Edward F.; Shultz, Matt; Williamson, Michael H.; Moya, Andres **Asteroseismology of the nearby SN-II Progenitor: Rigel. Part I. The MOST High-precision Photometry and Radial Velocity Monitoring**, Astrophysical Journal, **747** (108), 2012.

LOPES (20 de abril de 2011). **Dicionário da antiguidade africana**.: Civilização Brasileira. p. 31.

Revista Galileu <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Arqueologia/noticia/2019/03/barcos-miniaturas-de-madeira-da-tumba-de-tutancamon-sao-encontrados.html>

ZABALA, Antoni, **A Prática Educativa**. 1998, Disponível em: < <https://www.ifmg.edu.br/ribeiraodasneves/noticias/vem-ai-o-iii-ifmg-debate/zabala-a-pratica-educativa.pdf> >. Acesso em: Junho de 2021.



TERMO DE VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Atestamos para os devidos fins que os produtos educacionais intitulados **GUIA PARA A CONFEÇÃO E MONTAGEM DOS MODELOS DE ESTRELAS, MODELO ESPACIAL DAS ESTRELAS MAIS PRÓXIMAS DO SOL, e SEQUÊNCIA DIDÁTICA: CONHECENDO AS ESTRELAS** são aplicáveis para os professores e estudantes da Educação Básica.

Feira de Santana, 31 de agosto de 2021

Presidente da Banca de Avaliação:
Prof. Dr. Paulo César da Rocha Poppe (DFIS-UEFS)

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

Membro Externo – Convidado:
Profa. Dra. Mariângela de Oliveira Abans (LNA-MCTI)



A Nebulosa Trífida,
localizada na constelação de
Sagitário, é uma região composta de
gás e poeira com formação estelar recente.

Fonte: Telescópio CDK20 do Observatório Astronômico Antares/
Universidade Estadual de Feira de Santana.

A Nebulosa Trífida,
localizada na constelação de
Sagitário, é uma região composta de
gás e poeira com formação estelar recente.

Fonte: Telescópio CDK20 do Observatório Astronômico Antares/
Universidade Estadual de Feira de Santana.