

Hualan Patricio Pacheco
Laffert Gomes Ferreira da Silva
Marli Lucia Tonatto Zibetti

**RELATOS DE PESQUISA EM ENSINO
DE ASTRONOMIA NO INSTITUTO
FEDERAL DE RONDÔNIA:
DO ENSINO MÉDIO À FORMAÇÃO DE
PROFESSORES**

HUALAN PATRICIO PACHECO
LAFFERT GOMES FERREIRA DA SILVA
MARLI LUCIA TONATTO ZIBETTI

Relatos de pesquisa em ensino de astronomia no instituto federal de Rondônia: do ensino médio à
formação de professores

1ª ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

1ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

PACHECO, HUALAN PATRICIO

P114R Relatos de pesquisa em ensino de astronomia no instituto federal de Rondônia: do ensino médio à formação de professores

/ HUALAN PATRICIO PACHECO. LAFFERT GOMES FERREIRA DA SILVA. MARLI LUCIA TONATTO ZIBETTI. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2023

139 f.: il

DOI: 10.37423/2023.edcl804

ISBN: 978-65-5367-379-3

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. ensino-de-astronomia 2. constelações 3. planetas-e-configurações-planetárias 4. formação-de-professores 5. astronomia-no-ensino-médio I. PACHECO, HUALAN PATRICIO II. SILVA, LAFFERT GOMES FERREIRA DA III. ZIBETTI, MARLI LUCIA TONATTO IV. Título

CDU: 520

<https://doi.org/10.37423/2023.edcl804>

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORIA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

MSc Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Wesley Pacheco Calixto

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Frederico Celestino Barbosa

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc. Plínio Ferreira Pires

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

MSc Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Gabriela Cristina Borborema Bozzo

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli

MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior

Dra. Suely Lopes de Azevedo

MSc Francisco Odecio Sales

MSc Ezequiel Martins Ferreira

MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	5
LABORATÓRIO VIRTUAL DE ASTRONOMIA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA TERCEIRA LEI DE KEPLER	
Hualan Patrício Pacheco	
Laffert Gomes Ferreira da Silva	
DOI 10.37423/230908201	
CAPÍTULO 2	33
O ENSINO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS EM ASTRONOMIA: TRÂNSITO, OCULTAÇÃO, ECLIPSE	
Hualan Patrício Pacheco	
Laffert Gomes Ferreira da Silva	
DOI 10.37423/230908202	
CAPÍTULO 3	57
PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CONFIGURAÇÕES PLANETÁRIAS EM SALA DE AULA	
Hualan Patrício Pacheco	
Laffert Gomes Ferreira da Silva	
DOI 10.37423/230908203	
CAPÍTULO 4	75
O ENSINO DE ASTRONOMIA EM UM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES: O CASO DA SUPERFÍCIE MARCIANA	
Hualan Patrício Pacheco	
Laffert Gomes Ferreira da Silva	
DOI 10.37423/230908204	
CAPÍTULO 5	93
CONSTELAÇÕES EM SALA DE AULA: UMA PRÁTICA DOCENTE EM UM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES	
Hualan Patrício Pacheco	
Laffert Gomes Ferreira da Silva	
DOI 10.37423/230908205	
CAPÍTULO 6	113
ASTRONOMIA CULTURAL NO ENSINO MÉDIO: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A ABORDAGEM DAS CONSTELAÇÕES CELESTES INDÍGENAS	
Hualan Patrício Pacheco	
Laffert Gomes Ferreira da Silva	
DOI 10.37423/230908206	

Capítulo 1



10.37423/230908201

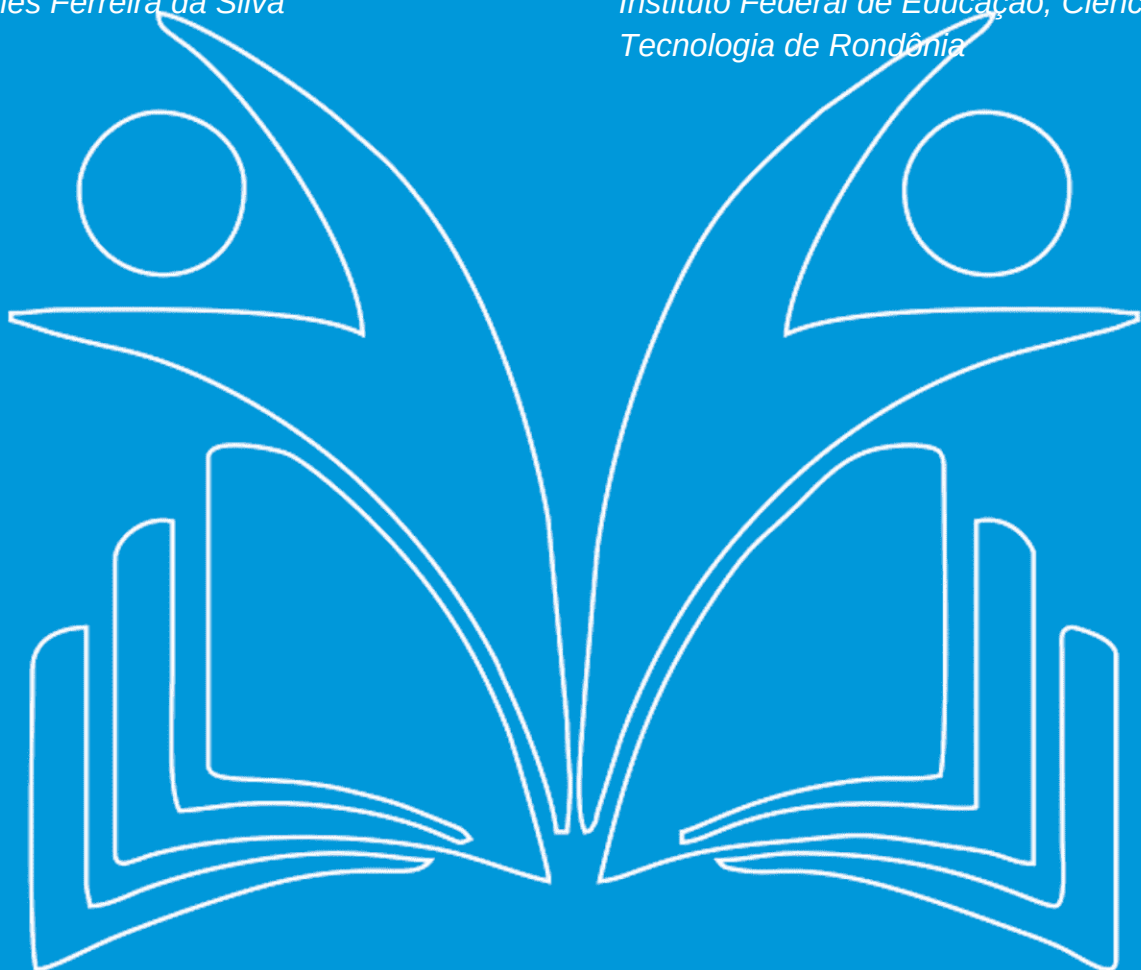
LABORATÓRIO VIRTUAL DE ASTRONOMIA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA TERCEIRA LEI DE KEPLER

Hualan Patrício Pacheco

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Laffert Gomes Ferreira da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia



INTRODUÇÃO

A educação é o conjunto de ações, processos, influências e investigações que interferem diretamente na relação do indivíduo com o meio natural e social, permitindo com que o ser se torne dotado de conhecimentos para embasar as suas relações cotidianas. A definição de educação pode ser apresentada em três grupos, a saber: educação formal, não-formal e informal.

A conceituação das três é bem solidificada através da bibliografia dedicada ao assunto, tais como em Libâneo (2010). Os pedagogos e outros cientistas da educação trazem enfoques semelhantes para a definição que estão diretamente relacionados com o grau de estruturação do conteúdo ou ainda à organização institucional. Com base nisso podemos defini-las de acordo com Gaspar (1992):

A **educação formal** refere-se a uma estrutura organizada, hierarquizada e administrada sob normas rígidas, ligadas a um sistema educacional estabelecido à escola. A **educação não-formal** refere-se a uma ampla variedade de atividades educacionais organizadas e desenvolvidas fora do sistema educacional formal destinadas, em geral, a atender a interesses específicos de determinados grupos. Ensino por correspondência, cursos livres, universidade aberta, etc., são exemplos de sistemas de educação não-formal. A **educação informal** distingue-se das demais por não se constituir num sistema organizado ou estruturado, sendo frequentemente acidental ou não intencional. Ocorre na experiência do dia-a-dia, através de jornais, revistas, programas de rádio e televisão, na visita a um museu, zoológico, centro de ciências, etc.

A Astronomia é democrática e não necessita de um investimento vultoso para a sua prática experimental quando relacionada ao ensino de seus aspectos mais básicos. Esta Ciência possibilita que os espaços informais e não-formais atraiam os discentes, que estabelecem facilmente relações com conceitos aprendidos no cotidiano, ou seja, nos ambientes informais e não-formais de ensino.

Autores de grande renome nacional têm trazido análises sobre estes dois grupos da educação e suas relações com o ensino desta Ciência no Brasil. Langhi e Nardi (2009) destacaram a proximidade da Astronomia com o público em geral, bem como o grau altamente motivador dessa Ciência com a comunidade. Este último aspecto citado pelos autores é relacionado ao fato dos laboratórios (céus noturnos e diurnos, estrelas, constelações planetas e etc.), para as práticas, estarem disponíveis a todos e permitirem com que observações sejam realizadas por todos que se interessem.

A utilização de laboratórios virtuais em Astronomia permite que seja otimizado o tempo de estudo de constelações, planetas e outros corpos do sistema solar, tendo em vista a possibilidade da execução de simulações, programas e aplicativos em qualquer momento. Esta virtude destes ambientes virtuais

permite a ampliação dos limites dos conteúdos e características que podem ser observadas em uma mesma aula.

O uso de laboratórios virtuais contribui com a educação em suas três definições (educação formal, informal e não-formal), auxiliando no ensino de Astronomia e permitindo a extensão das práticas realizadas no âmbito escolar para o cotidiano do discente. Assim, ao ser apresentado a um determinado aplicativo o discente tem a possibilidade de expandir as suas investigações para ambientes além do escolar, permitindo uma compreensão mais profunda do que é observado no cotidiano e ao desenvolvimento de maior senso crítico sobre nuances da natureza.

As práticas envolvendo laboratórios virtuais no contexto pedagógico são sempre bem indicadas em todas as revistas que tem como enfoque o tema de ensino de ciências. O ensino de Física Moderna sempre traz consigo estas propostas, tendo em vista a grande dificuldade em desenvolver materiais didáticos para o ensino de Mecânica Quântica e Relatividade. Dentre estes trabalhos é destacável o de Silva (2015), em que é abordada uma prática de laboratório virtual para um sistema de espectrometria gama. Nas palavras do autor:

“A simulação [...] tem sido utilizada, no nosso entendimento, com um elevado grau de aproveitamento por parte dos alunos de todas as edições da disciplina de Laboratório de Física Moderna do curso de Licenciatura em Física a distância da UFSC e eventualmente pelos alunos do curso presencial. No curso a distância, em que toda a disciplina é concentrada em dois fins de semana consecutivos, entendemos que o seu uso tem sido particularmente significativo. Antes da fase presencial, através de exercícios e atividades pré-definidas, é utilizada para sensibilizar e preparar os alunos; após a fase presencial, durante a elaboração dos relatórios, serve para ajudá-los a dirimir dúvidas e explorar um pouco mais os experimentos.” (SILVA, 2015)

Observa-se então que a característica não local de uma prática virtual pode ampliar os campos de exploração de conteúdos escolares, como exemplo, as comparações de imagens lunares instantâneas realizadas por Micha (2018) só se tornam possíveis após o uso de tecnologias que estão disponíveis em rede e com fácil acesso aos discentes. Neste caso o uso do *Stellarium* permitiu a integração de diversas partes do mundo para a construção de conceitos aos alunos de uma determinada localidade.

Podemos destacar uma vasta gama de trabalhos que utilizam de maneira direta o *Software Stellarium*, sendo de maneira corriqueira tratado como Objeto Virtual de Aprendizagem (OVA). Esta perspectiva é colocada nas palavras de Longhini e Menezes (2010) que trazem uma definição precisa deste *Software*:

“O *Stellarium* é um programa gratuito, de código-fonte aberto, que se constitui, segundo nossa interpretação, em um OVA com ampla capacidade para explorar aspectos relacionados à Astronomia. Ele permite mostrar o céu em condições muito próximas às reais, simulando o que podemos ver à vista

desarmada ou empregando instrumentos astronômicos.” (LONGHINI; MENEZES, 2010)

As aplicações de Softwares com mesmas características que a do Stellarium nos permitem a interação de todos os discentes e ainda o reforço à aprendizagem significativa (BERNARDES, 2010), bem como a consolidação destes como facilitadores da aprendizagem de maneira geral.

Uma das possibilidades de utilização do Software é na elucidação a respeito das órbitas planetárias. Canalle (2013), no artigo intitulado “O Problema do Ensino da Órbita da Terra”, aponta que os livros didáticos por vezes trazem uma representação que não condiz com a real, em algumas situações mostrando a órbita da Terra com uma excentricidade menor e em outras maior do que o real. Nesse sentido, a utilização do Software também poderia contribuir para entender como é a órbita real dos planetas.

A proposta que é colocada aqui tem como base outro OVA que tem sido pouco tratado em literaturas voltadas para o tema. O Star Walk 2 permite a mobilidade de ser acessado facilmente por qualquer Smartphone sem grandes problemas para a sua instalação, está disponível em versão gratuita e possui capacidade gráfica superior aos demais.

A prática descrita permite que a aprendizagem significativa seja alcançada, tendo em vista que podemos retirar do mundo virtual aspectos fotográficos através de capturas de imagens da tela de um celular e realizar medidas para obter os raios de órbitas dos satélites de Júpiter um panorama geral das Leis de Kepler por muitos séculos o principal problema da Astronomia foi a determinação com precisão da posição dos planetas, este trabalho de descrição perfeita da dança dos astros na abóboda celeste foi tentado por diversos modelos, alguns com grande precisão é claro, mas nem todos foram tão convincentes quanto os modelos de Cláudio Ptolomeu e Nicolau Copérnico. Mesmo assim o modelo de Ptolomeu e posteriormente o de Copérnico para o sistema solar não conseguiam descrever com a precisão necessária a posição de Marte, em que ocorriam desvios de aproximadamente 8 minutos de arco. (NUSSENZVEIG, 2002, p.193)

Embora os modelos de Copérnico e Ptolomeu tenham trazido grandes avanços para o entendimento do cosmos, tais como o cálculo de raios de órbitas (PIRES, 2010, p. 89), a medida da distância Terra-Sol (COPÉRNICO, 1990, p. 62) ou ainda a medida da distância Terra-Lua (MONTEIRO et al., 2018) era necessário abandonar os sistemas propostos e refinar as considerações realizadas, permitindo com que a exatidão fosse alcançada com novos modelos para o sistema solar.

Foi somente em 1608 que o matemático Johannes Kepler introduziu leis necessárias para acomodar os movimentos de todos os planetas e corrigir as discrepâncias entre o que era observado e o que era

previsto pelos modelos utilizados até então (SPARROW, 2018, p. 07). Kepler através de dados observacionais de seu mentor, Tycho Brahe, e após muitas considerações realizadas conseguiu descrever, ao final de vários anos, o sistema solar. Estas leis aparecem resumidamente no trabalho de Lamberti (1996):

“1° - Todos los planetas se mueven en órbitas elípticas con el Sol en uno de los puntos focales.

2° - El radio vector dibujado desde el Sol hasta cualquier planeta barre áreas iguales em intervalos de tiempos iguales.

3° - El cuadrado del periodo orbital de cualquier planeta es proporcional al cubo del semieje mayor de la órbita elíptica.” - (LAMBERTI, 1996)

A primeira Lei de Kepler foi primordial para ajustar a órbita do Planeta Marte aos dados experimentais, o que não foi possível mesmo com a utilização de Epíclis e outros artifícios que eram presentes nos modelos predecessores.

Existe a dificuldade em se detectar a excentricidade de uma órbita planetária a olho nu, como por exemplo, a órbita da Terra. Almeida (2013) trata sobre essa dificuldade numa perspectiva interessante, onde primeiramente encontra o valor da excentricidade da órbita do nosso planeta a partir de dados já existentes para o diâmetro aparente do Sol e depois inicia uma empreitada em busca da medida deste parâmetro através de métodos próprios para encontrar o diâmetro aparente do Sol.

Quanto a segunda Lei de Kepler observa-se a relação de aumento ou diminuição com relação a velocidade em órbita do planeta, sendo maior quando próxima ao periélio e menor próxima ao afélio. Na definição de Thornton e Marrion (2014) a velocidade vetorial areal (área varrida pelo raio vetor que une o planeta ao Sol) é constante ao longo da trajetória descrita pelo planeta, tendo em vista que a força gravitacional segue a lei do inverso do quadrado da distância entre as massas envolvidas. A força gravitacional não havia sido descrita na época do desenvolvimento da segunda Lei de Kepler sendo somente publicada no ano de 1687. (NEWTON, 1995)

A terceira Lei de Kepler, que será objetivo deste trabalho, também pode ser apresentada de acordo com a sua formulação matemática. Sendo T o período de revolução de um planeta cuja órbita tem raio R podemos escrever:

$$T^2 / R^3 = \text{constante} \quad (1)$$

De acordo com Nussenzveig (2002, p. 195) Kepler tentava relações entre as órbitas dos planetas do Sistema Solar desde a sua juventude, e embora esta relação só tenha sido publicada muito depois de

suas duas predecessoras foi exitosa tanto quanto, sendo aplicada aos planetas conhecidos até então, tal como mostramos na Tabela 1:

Tabela 1: Verificação da terceira Lei de Kepler (Adaptado de NUSSENZVEIG, 2002, p. 195)

Planetas	Valores de Copérnico			Valores Atuais		
	T (anos)	R (U.A.)	T^2/R^3	T (anos)	R (U.A.)	T^2/R^3
Mercúrio	0,241	0,38	1,06	0,241	0,387	1,00
Vênus	0,614	0,72	1,01	0,615	0,723	1,00
Marte	1,881	1,52	1,01	1,881	1,524	1,00
Júpiter	11,8	5,2	0,99	11,862	5,203	1,00
Saturno	29,5	9,2	1,12	29,457	9,539	1,00

Tendo em vista que as leis de Kepler são baseadas na lei do inverso do quadrado da distância entre as massas observa-se que os corpos que estejam sob a ação destas forças também seguirão as mesmas relações ou proposições apresentadas anteriormente. De acordo com Watari (2003, p. 53), a constante associada à órbita dos corpos ao redor de um objeto massivo, após o advento da teoria da gravitação, passou a ser identificada como:

$$T^2/R^3 = 4\pi^2/G.M \quad (2)$$

Na equação (2) G é a constante universal de gravitação e M a massa do corpo central, assim podemos calcular o valor da constante de Kepler para qualquer sistema, desde que conheçamos o valor da massa do objeto central.

Podemos utilizar a última equação mostrada para calcular o valor da constante de Kepler, ou, a partir de medidas experimentais, realizar previsões sobre o raio da trajetória de satélites naturais, o que em verdade foi realizado pelo idealizador da teoria, para Júpiter, tal como é mostrado em Oliveira Filho e Saraiva (2017):

“Galileo, que descobriu os satélites de Júpiter, comunicou seus dados a Kepler, que verificou que eles obedeciam às Três Leis de Kepler, porém com um valor da constante K diferente na 3ª lei” (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2017, p. 71)

Em análises realizadas por Iachet e Nardi (2010, p. 225) sobre publicações relacionadas à Astronomia em dois periódicos de grande circulação nacional (Caderno Brasileiro de Ensino de Física e Revista Brasileira de Ensino de Física) do período de 1990 até 2008, podemos ver que o tema órbitas de planetas/Lei de Kepler corresponde a apenas 8,6% do total dos artigos listados. Desses citados,

nenhum trás ênfase na Terceira Lei de Kepler e não é apresentado um ambiente de aplicação além do próprio sistema solar.

Ao realizarmos uma inspeção das aplicações da Terceira Lei de Kepler em alguns livros didáticos, (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013; TORRES e. al., 2013; DOCA; BISCUOLA; BÔAS, 2016), não constatamos aplicações do tópico ao maior dos planetas do sistema solar, que constitui por si só em um sistema em menor escala. Não foram verificadas menções, nem ao longo do texto e nem através de exercícios, ao fato histórico ou a possibilidade de construção do tema mostrando assim a carência de materiais sobre essa especificidade ao contexto do ensino de Astronomia/Astrofísica aos discentes de ensino médio.

A prática que foi planejada tem como objetivo a verificação da terceira Lei de Kepler ao Sistema Júpiter-satélites, permitindo com que sejam medidos através do Aplicativo *Star Walk 2* o valor do raio da trajetória e também do período da órbita das chamadas luas galileanas. Neste caso observa-se que os discentes realizarão os mesmos procedimentos executados por Galileu Galilei e Johannes Kepler durante as explorações visuais do início do século XVII, que marcaram a História da Ciência.

RAIOS DE ÓRBITA E PERÍODOS, UTILIZANDO CAPTURAS DE IMAGENS DO SMARTPHONE

Ao utilizarmos o aplicativo *Star Walk 2* podemos obter a visualização de uma vasta gama de características dos planetas do sistema solar, indo desde informações básicas até aquelas que podem ser obtidas através de verificações diretas, tais como as manchas planetárias e outros aspectos visuais. É possível encontrar uma estimativa do tempo de duração de uma rotação em torno do próprio eixo de um planeta através de modificações na escala de tempo do aplicativo, avançando-o ou retrocedendo-o e assim verificar o valor da grandeza desejada.

Pode-se também recorrer a ícones que permitem informações diretas, tais como o diâmetro e raios de planetas, valores de gravidade e horários para observações dos astros. A visualização do planeta em formato 3D permite com que tenhamos uma verificação de características importantes, tais como anéis, tempestades e manchas características, o que auxilia quem nunca observou os astros através de um telescópio a distingui-los uns dos outros.

O *Stellarium*, é um OVA que possui mais recursos, no entanto para esta proposta didática, em que necessitamos de características gráficas de maior qualidade, a opção pelo *Star Walk 2* se faz necessária. Outro aspecto positivo com relação ao *Star Walk 2* é a sua utilização intuitiva, permitindo com que o docente não despenda tempo ensinando ao aluno seu manuseio a otimização do tempo.

Para encontrar o Planeta Júpiter no aplicativo localize a linha eclíptica e mova a tela ao longo deste traçado buscando-o. Ao realizar a localização toque no Planeta de modo a selecioná-lo e deixá-lo fixo na tela do *smartphone*. Podemos ver após aproximarmos (zoom) a tela do aplicativo, os quatro satélites galileanos (Io, Europa, Calisto, Ganímedes), tal como observamos na Figura 1.

Ao selecionarmos qualquer dos satélites naturais disponíveis observaremos uma linha indicativa da trajetória, que permitirá saber qual destes é mais distante e qual é mais próximo Planeta. Selecione primeiramente o satélite Io e afaste o campo de visão até que o planeta e a trajetória do satélite caibam totalmente na tela do *smartphone*. Isto permite com que a tela fique fixa no objeto selecionado.

Toque no relógio que aparece no aplicativo no canto superior direito e observe que aparecerá uma linha de grade na lateral direita que pode ser movimentada, fazendo a data avançar ou retroceder. Avance (ou atrase) a data até que o Io esteja no ponto de retorno de sua órbita, ou seja, no ponto em que de acordo com o observador ele muda de sentido. Para aumentar a precisão com relação a hora e minutos dê novamente o zoom e observe se o satélite realmente está no ponto de retorno. Caso esteja aumente o campo de visão e novamente faça com que o planeta e o satélite ocupem os extremos da tela do *smartphone*, não permitindo com que ocorra cortes em qualquer parte de ambos.



Figura 1: Vista geral de Júpiter os satélites galileanos (Io, Europa, Calisto e Ganímedes)

Estes procedimentos foram repetidos para dois momentos diametralmente opostos da trajetória do satélite e aparecem na Figura 2:



Figura 2: Io em seus pontos de retorno na órbita, diametralmente opostos.

O intervalo de tempo entre esses dois momentos, consecutivos, corresponde à metade do período de revolução do satélite ao redor do planeta. Assim facilmente podemos obter o período apenas através de subtrações e conversões simples. Os mesmos procedimentos podem ser aplicados para os outros três satélites para que possamos realizar a medida do período ou ainda para calcularmos o valor aproximado do raio desta órbita, considerando a trajetória circular. Na Figura 3 podemos observar dois momentos de Europa, o segundo mais próximo de Júpiter daqueles que foram descobertos em 1610.

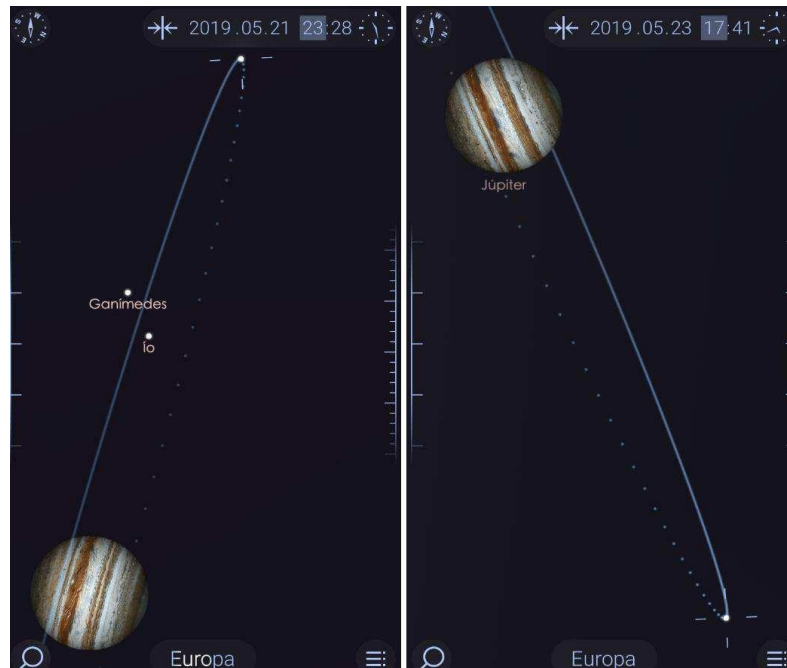


Figura 3: Europa em dois momentos distintos, e em posições diametralmente opostas.

Para Calisto, o mais distantes dos satélites galileanos, não fizemos capturas de tela com a inclusão de Júpiter (apenas os horários e datas em que o satélite ocupava os pontos máximos da órbita diametralmente opostos entre si), pois podemos encontrar o raio da órbita sabendo a constante de Kepler e tendo o período completo de revolução, tal como foi mostrado anteriormente, no entanto para Ganímedes a Figura 4 mostra o resultado, novamente para os mesmos dois pontos que são diametralmente opostos na órbita do planeta.



Figura 4: Ganímedes em dois momentos distintos, e em posições diametralmente opostas

Observamos que para encontrarmos o período de revolução o intervalo de tempo que será encontrado entre as duas Figuras de Io, Europa e Ganímedes deverá ser multiplicado por 2, já que o período é dado como o intervalo de tempo para uma oscilação completa e o que é mostrado nas Figuras é meia oscilação.

UM MATERIAL POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO: UMA TRANSPOSIÇÃO DO VIRTUAL PARA O REAL

Para que as implicações da proposta desenvolvida se tornem mais amplas ao contexto do ensino de Astronomia e que se estendam além do ambiente virtual se faz necessária a apresentação aos discentes de um material potencialmente significativo (uma imagem, um símbolo, uma proposição, uma ação e etc.), do contrário teríamos apenas o conjunto de imagens armazenado na memória do equipamento esperando a sua utilização. Devemos pensar em uma metodologia de medidas e materialização dos dados retirados por meio do aplicativo e assim aproximar o aluno de aspectos já conhecidos por ele.

O conceito de Material Potencialmente Significativo foi primeiramente apresentado pelo psicólogo David P. Ausubel (1968) que fundamentou a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), expondo as suas nuances e solidificando as suas bases. De acordo com este estudioso:

“A essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira substantiva (não-literal) e não arbitrária ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a um aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante para a aprendizagem dessas ideias” (AUSUBEL, 1978, p. 41)

Ao nos referirmos sobre um material potencialmente significativo estamos, de acordo com Moreira (2011, p. 26), trazendo um conteúdo a ser aprendido que tenha significado ao aluno. Desta forma Moreira traz sua assertiva com relação à aprendizagem mecânica ou automática como consequência do relacionamento arbitrário e literal entre a estrutura cognitiva e o material de aprendizagem:

“Quando o material de aprendizagem é relacionável à estrutura cognitiva somente de maneira arbitrária e literal que não resulta na aquisição de significados para o sujeito, a aprendizagem é dita mecânica ou automática. A diferença básica entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica está na relacionabilidade à estrutura cognitiva: não arbitrária e substantiva versus arbitrária e literal” (MOREIRA, 2011, p. 26)

Práticas exitosas utilizando os conceitos da TAS em ambientes virtuais tem se mostrado constantes nas bibliografias, tendo em vista o grande avanço tecnológico e a popularização destes meios na sociedade. Podemos citar como exemplo o trabalho desenvolvido por Silva e Furtado (2012), em que ocorrem verificações sobre a concepção dos modelos para o Sistema Solar de alunos de 9º ano. Embora a prática em ambientes computacionais fosse uma constante durante a investigação foi possível observar uma representação real (através de desenhos, esquemas e textos) dos modelos presentes na estrutura cognitiva do discente.

Esta metodologia pode ser buscada neste trabalho, tendo em vista que as imagens capturadas pelo *smartphone* referentes a tela do aplicativo são semelhantes a astrofotografias de objetos celestes, tais como o próprio Júpiter. Assim a verificação das razões e proporções existentes entre a imagem do aplicativo e Júpiter e seus satélites podem se dar de maneira mais próxima do discente, ou seja, de maneira real. Outro aspecto importante é a facilidade de realizar medições através da utilização de alfinetes, fazendo com que a medida seja mais precisa.

Para isto a impressão das imagens em tamanho A4 se fez necessária, foi realizada a fixação destas em uma placa de isopor de 15mm utilizando alfinetes com cabeça. Para as marcações dos pontos de medida dos astros das imagens foram utilizados alfinetes sem cabeça de nº 29, pois são finos tendo menos de 1mm de diâmetro. As Figura 5 e Figura 6 mostram a confecção do material.

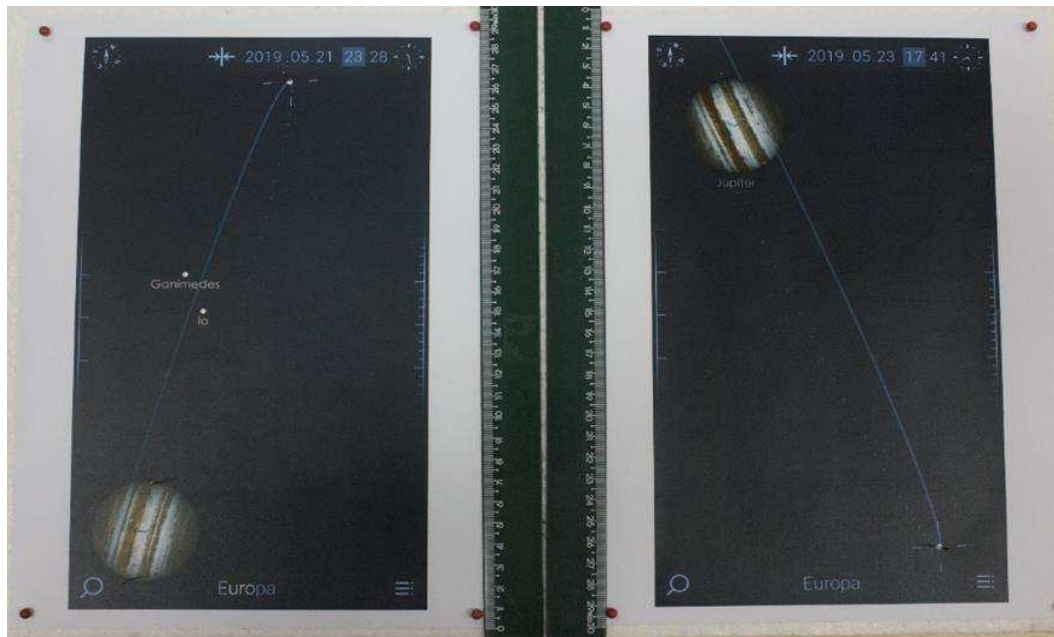


Figura 5: Material didático para a medida dos raios e distâncias.

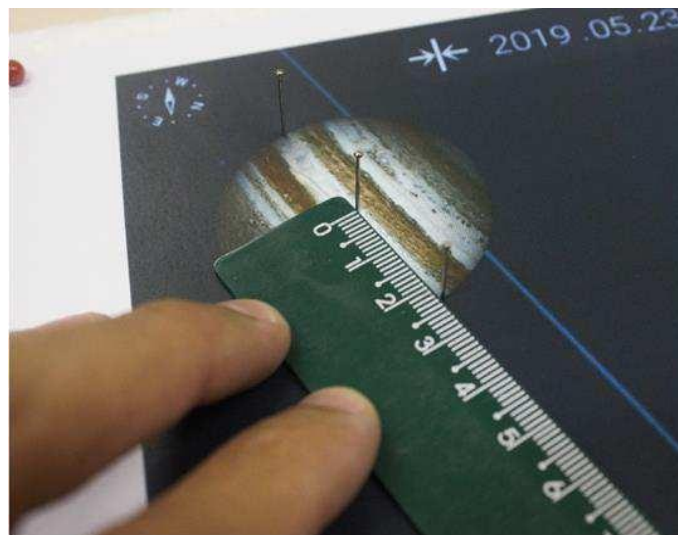


Figura 6: Realização da medida do raio do planeta da captura de tela.

Os materiais utilizados nesta prática são de fácil acesso e permitem com que docentes o realizem sem prejuízo da prática em virtude de custos excedentes, os resultados obtidos serão comentados na sessão seguinte, onde estarão divididos em quatro aspectos essenciais para o entendimento completo do trabalho.

RESULTADOS OBTIDOS, E FUNDAMENTAÇÃO MATEMÁTICA

O VALOR DO RAIOS DA ÓRBITA DOS SATÉLITES DE JÚPITER

Para cada satélite foram realizadas capturas de dois momentos, tais como já mencionamos, ou seja, teríamos imagens de dois pontos que são diametralmente opostos. Desta maneira teríamos dois momentos para fazermos medidas de distâncias e estas distâncias estavam completamente dentro dos limites de uma régua de 30cm.

Podemos utilizar o valor do raio equatorial do planeta que é informado pelo próprio aplicativo para podermos calcular uma relação que proporcionalidade. Tendo em vista que a semelhança de triângulos pode ser aplicada observa-se uma maneira de obter os valores dos raios das órbitas dos satélites. A Figura 7 auxilia na compreensão da proporção.

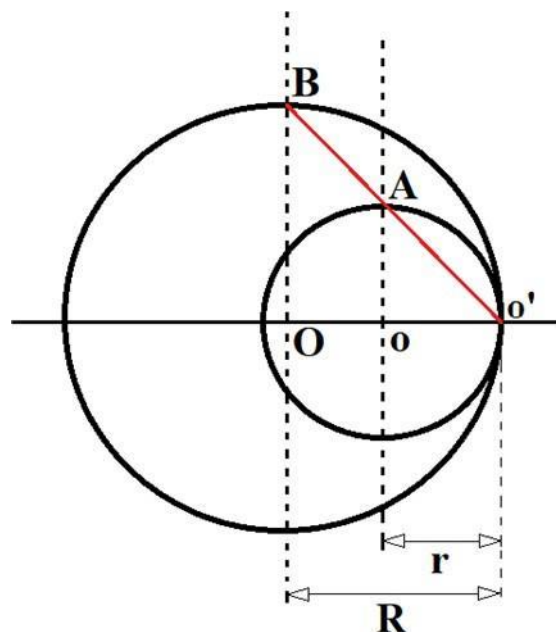


Figura 7: Esquema representativo da semelhança de triângulos obtida entre os raios do Planeta Júpiter e da figura.

Observamos na Figura 7 dois círculos, o de raio R e origem em O e o de raio r e origem em o , ambos dividem o eixo horizontal, que no caso planetário é o eixo equatorial, desta forma as figuras têm como ponto comum o o' . Os pontos A e B estão marcados no seguimento que une os raios do círculo o (sobre o eixo horizontal) e O (pertencente ao eixo vertical). Com base na figura e aplicando sucessivamente o teorema de Tales podemos dizer que todos os ângulos dos triângulos OBo' e oAo' são iguais entre si e assim podemos recorrer às semelhanças de triângulos para encontrar uma relação de proporção entre r e R .

Canalle (1994) utiliza o artifício de uma fita de tamanho mensurável para os alunos, utilizando uma relação de proporção para poder tornar possível a concepção das distâncias astronômicas no sistema solar, tornando significativo para o aluno as distâncias do planeta com relação ao Sol.

De acordo com Muniz Neto (2013, p. 158) dois triângulos são semelhantes se existir uma relação biunívoca entre os vértices de ambos, teremos então uma correspondência entre os lados equivalentes e através disso a razão R/r será a escala de transformação para qualquer medida realizada nas capturas de tela.

Na Tabela 2 podemos observar os valores dos raios das órbitas das três primeiras luas galileanas, onde utilizamos o valor de 71 492 km para o raio equatorial de Júpiter, tal como Oliveira Filho e Saraiva (2017, p. 101) nos informa.

Tabela 2: Medidas dos raios das órbitas das três primeiras luas Galileanas (Io, Europa e Ganímedes)

Satélite	Raio do planeta (cm)	Raio da órbita (cm)	Raio medido (km)
Io	1,85	11,15	430.884
	3,00	18,40	438.484
Europa	2,40	22,65	674.706
	2,35	22,30	678.413
Ganímedes	1,50	24,00	1.143.872
	1,50	23,50	1.120.041

Na próxima sessão os dados referentes ao período dos planetas serão apresentados, bem como as comparações com os valores mostrados em bibliografias, isto nos servirá para quantificar a qualidade da proposta e também para obter o valor da constante de Kepler para o Sistema Júpiter-Satélites.

O VALOR DO PERÍODO DE REVOLUÇÃO DOS SATÉLITES.

Para o período de revolução de cada satélite ao redor de Júpiter foi possível encontrar valores que se aproximavam muito dos existentes em bibliografias (IACHEL, 2009). Estes dados podem ser encontrados com o auxílio de conversões de minutos em horas e através de subtrações entre os dias. Utilizamos a equação (3) para obter o período dos quatro satélites analisados, sendo D2 e D1 as datas final e inicial e H2 e H1 as horas final e inicial respectivamente.

$$\text{Período} = \{(D2 - D1) + [(H2 - H1)/24]\} \times 24 \quad (3)$$

Na Tabela 3 os dados foram modificados para obtermos valores numéricos em dias para o período de rotação das luas galileanas ao redor de Júpiter, então a 01:30 foi colocado como 1,5.

Tabela 3: Medidas dos períodos de revolução das três primeiras luas Galileanas (Io, Europa e Ganímedes).

Satélite	Data	Hora (h)	Período (dias)
Io	23/05/2019	1,5	1,757
	23/05/2019	22,58	
Europa	21/05/2019	23,46	3,518
	23/05/2019	17,68	
Ganímedes	19/05/2019	18,95	7,165
	23/05/2019	8,93	
Calisto	21/05/2019	16,53	16,746
	30/05/2019	1,48	

Para Calisto foram utilizadas as imagens que aparecem na Figura 8, sendo necessários, para a nossa análise apenas os valores das horas e dias em que o satélite se encontra na posição de máximo da órbita de acordo com o observador externo.

Os dados das Tabela 2 e Tabela 3 podem ser comparados com aqueles obtidos através de Iachel (2009), que em seu artigo evidencia os aspectos que estamos investigando com relação a estas quatro luas galileanas. Através da comparação dos dados com relação a Tabela 4 observa-se a concordância das variáveis mencionadas, ou seja, raios e períodos.



Figura 8: Calisto em dois momentos distintos, e em posições diametralmente opostas

Tabela 4: Dados dos períodos de revolução e dos raios médios das três primeiras luas Galileanas (Io, Europa e Ganímedes) de acordo com Iachel (2009).

Satélite	Distância média a Júpiter (km)	Período Orbital (dias terrestres)
Io	421 769	1,769
Europa	671 079	3,551
Ganímedes	1 070 428	7,155
Calisto	1 882 759	16,689

Os erros experimentais devido as medidas para os valores dos raios das órbitas das luas galileanas (Juraitis e Domiciano, 2009) com relação aos valores que foram apresentados por Iachel estão entre 0,54% (medida de 674.706 km para o raio da órbita de Europa) e 6,86% (medida de 1.143.872 km para o raio da órbita de Ganímedes) permanecendo dentro do aceitável.

Para os períodos de revolução dos satélites a concordância com os dados do autor referência é ainda maior, sendo o maior percentual de erro de 0,92% (medida de 3,518 dias terrestres para o período de revolução calculado de Europa contra 3,551 dias terrestres presente na literatura consultada) e o menor de 0,13% (medida de 7,165 dias terrestres para o período de revolução calculado de Ganímedes contra 7,155 dias terrestres presente na literatura consultada).

Estes valores encontrados permitem que sejam calculados os dados referentes ao valor da constante de Kepler para o sistema Júpiter-satélites tal como foi realizado por volta de 1610 pelo próprio Kepler, devido à necessidade de provar a descoberta de Galileu Galilei (GALILEI, 2015, p. 105).

O VALOR DA CONSTANTE DE KEPLER PARA O SISTEMA JÚPITER-SATÉLITES

Com os dados da Bibliografia consultada (IACHEL, 2009) e apresentados na Tabela 4 o valor da Constante de Kepler pode ser calculado facilmente. Após a conversão dos valores apresentados para os períodos de revolução dos satélites para ano terrestre e os raios das órbitas, serem transferidos para U.A. (Unidade Astronômica), obtivemos como média dos valores calculados da constante para Io, Europa, Ganímedes e Calisto o valor de $1057 \text{ (ano)}^2/\text{(U.A.)}^3$.

Este valor é bem maior que o dos planetas do sistema solar durante a órbita ao redor do Sol $1 \text{ (ano)}^2/\text{(U.A.)}^3$. A razão para isto reside no fato de comparativamente os raios das luas galileanas serem bem menores que os raios das órbitas dos planetas ao redor da estrela e pela equação (1) a constante ser inversamente proporcional ao cubo do raio de revolução.

Com as três medidas experimentais dos satélites, apresentados nas Tabela 2 e Tabela 3, calculamos o valor da Constante de Kepler em que a média é igual a $954 \text{ (ano)}^2/\text{(U.A.)}^3$. Os valores individuais continham erros que variaram entre 3,4% (medida de $1021 \text{ (ano)}^2/\text{(U.A.)}^3$ para Europa comparado com o que é presente na literatura consultada) e 17,8% (medida de $869 \text{ (ano)}^2/\text{(U.A.)}^3$ para Ganímedes comparado com o que é presente na literatura consultada), enquanto que o valor do erro entre as médias se situou na casa dos 9,7%.

Observe que agora podemos completar a Tabela 2, com o raio da órbita de Calisto, através de outro método, ou seja, conhecidos o valor da constante de Kepler para o sistema e também o do período de revolução do satélite pode-se através da equação (1) obter facilmente o valor de R, que após as conversões de unidade de medida e outros aspectos simples nos dará 0,01302 U.A. ou 1.952.782 km. Os dados encontrados para o raio da órbita de Calisto possuem erro experimental de 3,7% com relação ao valor que se encontra na Tabela 4.

É fácil verificar a precisão da atividade que foi proposta, tendo em vista que o maior erro foi obtido para a constante de Kepler, no entanto mesmo neste caso outros valores se mostraram bem mais precisos e a diminuição dos erros nesse caso foi visível. A proposta que foi colocada é, além de uma prática em OVA, uma atividade de verificação da terceira Lei de Kepler, que na maioria dos casos é aplicada durante as aulas somente aos planetas do sistema solar, e exemplos como esses são

esquecidos, passando despercebidos que poderiam ser extremamente proveitosas e permitir a aprendizagem significativa.

UMA PRÁTICA DOCENTE, ASPECTOS GERAIS, DIFICULDADES E ÊXITOS

UMA VISÃO GERAL DA PRÁTICA: O AMBIENTE DE APRENDIZAGEM E PÚBLICO-ALVO

Atualmente, dentro do contexto educacional, existem diversos aspectos que impedem aos docentes a adoção de práticas diversificadas no ensino de ciências, em especial quando nos referimos a aplicações de Tecnologias de Informação e Comunicação – TIC, dentre estes podemos citar a falta de infraestrutura nas escolas, que é trazida por Branco *et al.* (2018), como principal consequência da falta de investimento de recursos financeiros pelo poder público. Mesmo com todas as dificuldades, não deixam de existir esforços no sentido de ampliar as possibilidades de aplicação das TIC no ensino, especialmente quando tratamos do ensino de ciências.

Os resultados da aplicação da proposta didática apresentada nas páginas anteriores e que foi fruto de práticas docentes diversificadas, nos permitem a visualização do alcance da metodologia no ensino do tópico de astronomia com a utilização das TIC e a consolidação de uma aprendizagem duradoura e significativa, tal como preconiza a TAS.

A prática docente que será apresentada foi conduzida por graduandos do curso de licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia, Campus Porto Velho – Calama, sob a supervisão de docentes de Física, como parte de atividades extracurriculares aos alunos de ensino médio da mesma instituição. A atividade foi realizada nos primeiros meses letivos do ano de 2020, aos discentes do primeiro ano do ensino médio técnico/integrado.

Para os propósitos da prática desenvolvida os alunos do ensino médio deveriam ter como conhecimentos básicos aqueles referentes a cinemática, e conhecimentos sobre o sistema solar e isto foi verificado através de um questionário de sondagem com perguntas simples sobre os temas que consideramos como os subsunçores da prática e que iriam ser revisitados no decorrer da aula expositiva.

Estes aspectos verificados no questionário de sondagem foram imprescindíveis para o conhecimento dos aspectos cognitivos da turma, fazendo com que tivéssemos um olhar diferenciados aos que tinham dificuldade em aprender o conteúdo de Física e os que tinham lacunas muito grandes no conhecimento solicitado para o bom aproveitamento no questionário.

CARACTERÍSTICAS DA TURMA E PROBLEMAS ENFRENTADOS

A turma era composta em sua maioria por alunos que cursavam pela primeira vez o primeiro ano do ensino médio, consistia no curso técnico integrado em química do período vespertino, sendo formada por discentes com idade que variava entre quatorze e dezesseis anos. Antes de realizarmos a introdução dos conceitos foi possível observar que todos os alunos possuíam *smartphones* com acesso à internet disponibilizado pela instituição através de rede wi-fi.

A turma em geral manteve um bom comportamento, sendo receptivos, participativos e colaborativos, tanto da pré-disposição em participar das aulas como em termos de empenho ao que lhes foi solicitado por parte dos docentes para que um possível êxito no desenvolvimento do projeto fosse alcançado. A instalação do aplicativo foi solicitada de maneira prévia pelo docente titular da disciplina, que realizou o acompanhamento com o intuito de permitir com maior fluidez da prática que se realizaria nas aulas seguintes.



Figura 9: Visão geral da turma durante a apresentação do aplicativo aos discentes.

As turmas da instituição, em geral, possuem um quantitativo de 35 alunos e este foi o número máximo de integrantes que participaram da prática docente, tal como pode ser visto na Figura 09. Um dos aspectos primordiais para a escolha do *Star Walk 2* foi a sua disponibilidade em todas as plataformas de *smartphones* utilizados pelos discentes, sendo totalmente gratuito em oposição a outros, tais como o *Stellarium*. Outro aspecto notável no aplicativo utilizado é o fato de ser desnecessária a utilização da conexão com internet para a execução e utilização. Isto permite uma diminuição de custos adicionais e a utilização do aplicativo independentemente do local onde se desenvolverá a prática.

DESENVOLVIMENTO DA AULA

A prática docente consistiu em uma sequência de etapas utilizando recursos didáticos como: slides, vídeos, tutoriais e os *smartphones* dos alunos. Foram despendidas seis aulas, ao longo de três semanas (sendo dois destes momentos por semana), para o esgotamento de todas as possibilidades da pesquisa. Ao início foi aplicado o questionário de sondagem e em seguida o pré- teste que consistia em 5 (cinco) questões que ao término da prática docente se repetiriam, consistindo assim no pós- teste. Adiante, ao fazermos as análises dos resultados obtidos, comentaremos algumas destas e faremos comparações que poderão nos dar uma visão geral do aprendizado dos alunos. As primeiras duas aulas foram utilizadas para este propósito, ou seja, a sondagem do conhecimento prévio e pré- teste que foi o tempo necessário para o desenvolvimento dos levantamentos de dados iniciais.

As duas aulas seguintes foram dedicadas ao desenvolvimento dos aspectos teóricos referentes às Leis de Kepler onde desenvolvemos uma aula expositiva com tempo total de 30 minutos. Todos os tópicos que constam na sessão 2 deste artigo foram abordados dentro de sala de aula transpondo para o nível dos alunos e visando o entendimento dos conceitos que seriam utilizados a posteriori. Nos 20 minutos restantes exercitamos os conceitos através de listas de exercícios que eram respondidas em conjunto. A ênfase deste material estava voltada para a terceira Lei de Kepler que era o objetivo final de toda a prática.

Na terceira aula comentamos alguns exercícios da lista e reforçamos conhecimentos que não haviam sido apreendidos de maneira completa. Observamos algumas dificuldades com relação às operações matemáticas e que foram sanadas durante a explicação e resolução no quadro. Tendo em vista a necessidade de compreensão dos tópicos teóricos para sustentar a prática que se daria nas duas aulas seguintes reforçamos a compreensão das Leis de Kepler e de outros tópicos relacionados.

Nas duas aulas seguinte (quinta e sexta) foram desenvolvidos todos os principais mecanismos da proposta didática que constitui o escopo deste trabalho, em especial a exploração das potencialidades que o Objeto Virtual de Aprendizagem poderia nos proporcionar, um destes, a visualização de características dos planetas, pode ser visto na Figura 10.

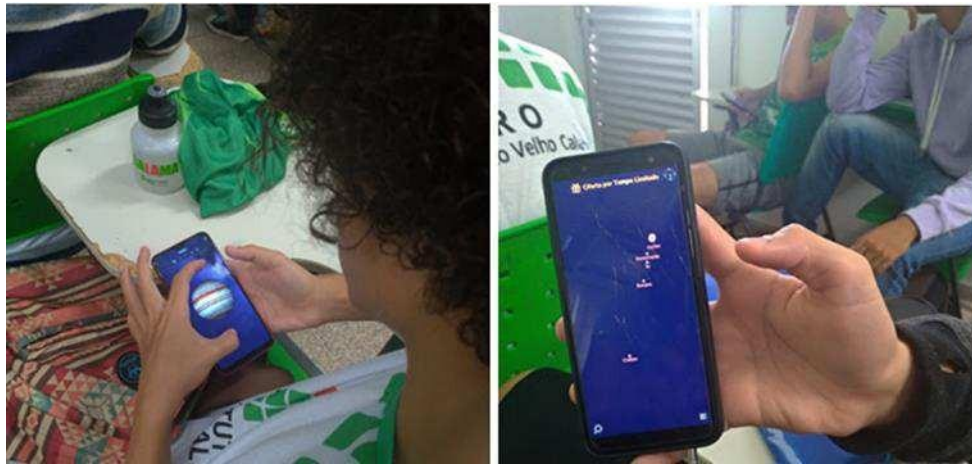


Figura 10: a) Visualização das características do planeta Júpiter pelos alunos através da utilização aplicativo; b) visualização do sistema Júpiter-satélites.

Como ponto de partida destas aulas foi destinado aos alunos um tempo para que explorassem o aplicativo e simultaneamente iam sendo tecidos comentários acerca de constelações e algumas curiosidades que o aplicativo poderia mostrar.

Em seguida foram destacados pontos importantes do planeta Júpiter que iam desde a origem do nome até a quantidade de satélites naturais e, em especial, aqueles que seriam tema da aula. Para isto se fez necessário a utilização de vídeos que foram, ao mesmo tempo, comentados pelo docente e, em alguns momentos, os alunos compartilhavam os conhecimentos sobre aquele planeta com todos os demais.

A AFERIÇÃO DO IMPACTO DA PROPOSTA: COMPARAÇÃO ENTRE PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

Ao término da última aula os discentes foram solicitados a responder o pós-teste, tendo em vista a necessidade de comparar os conhecimentos que foram obtidos ao final da prática. Os testes consistiam em perguntas que estavam relacionadas de maneira direta ou indireta as Leis de Kepler, e que haviam sido tratados ao longo de toda a prática docente. Selecionamos as três primeiras questões para a apresentação dos dados, tendo em vista que a relação com a Terceira Lei era direta, no entanto para as outras duas questões obtivemos os mesmos comportamentos, onde sempre o índice de acerto é maior que o de erros ao compararmos pré-teste e pós-teste.

Para a Questão 01: De acordo com os exercícios realizados em sala de aula, precisamos de dois dados para calcular a constante de Kepler para um determinado sistema. Quais são esses:

a) Massa do planeta e período de translação; b) Raio da Órbita e Período de translação; c) Raio do planeta e volume do planeta; d) Massa do planeta e raio da órbita;

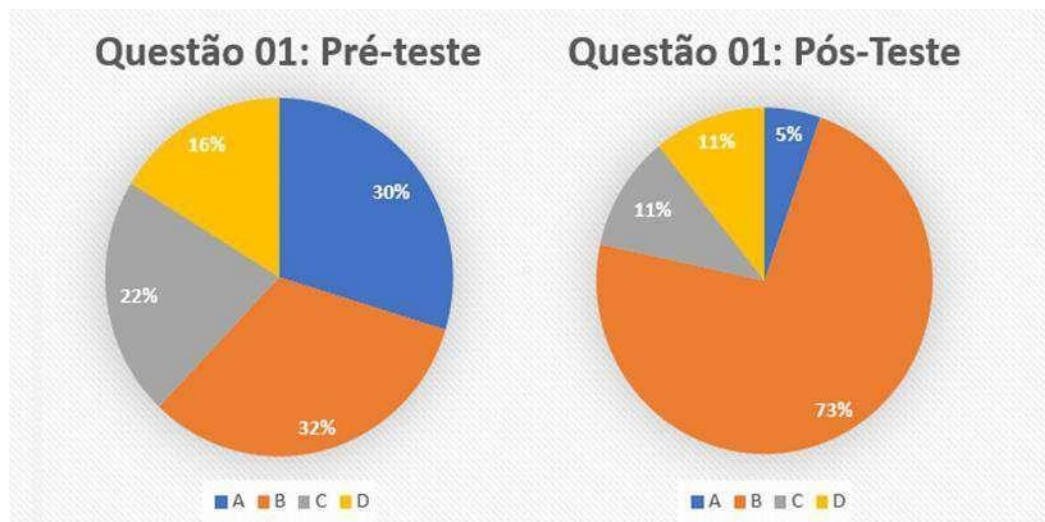


Figura 11: Comparação entre os resultados obtidos para a questão 01, em pré-teste e pós-teste, onde A, B, C e D são as alternativas apresentadas para este tópico do questionário.

Podemos observar que esta questão envolvia os conceitos que foram trabalhados dentro de sala de aula, tanto no que diz respeito às observações através do aplicativo quanto no que tange aos exercícios preparados e resolvidos por docente e alunos. A diferença entre os acertos no pré-teste (32%) e no pós-teste (73%) evidenciam que grande parte dos discentes conseguiram identificar os dados que devem ser utilizados para calcular o valor da constante de Kepler para o sistema Júpiter planetas.

Os que não lograram êxito no pós-teste (27%) foram geralmente os que tiveram menor participação nos grupos que foram se formando ao longo da aula. Evidenciando assim a necessidade de integrar todos os discentes as práticas de maneira ativa.

Para a Questão 02: "Os planetas descrevem órbitas elípticas ao redor do Sol, que está localizado num dos focos da elipse" esta afirmação pertence a qual lei de Kepler? a) 1º Lei de Kepler; b) 2º Lei de Kepler; c) 3º Lei de Kepler; d) Nenhuma das Leis de Kepler.

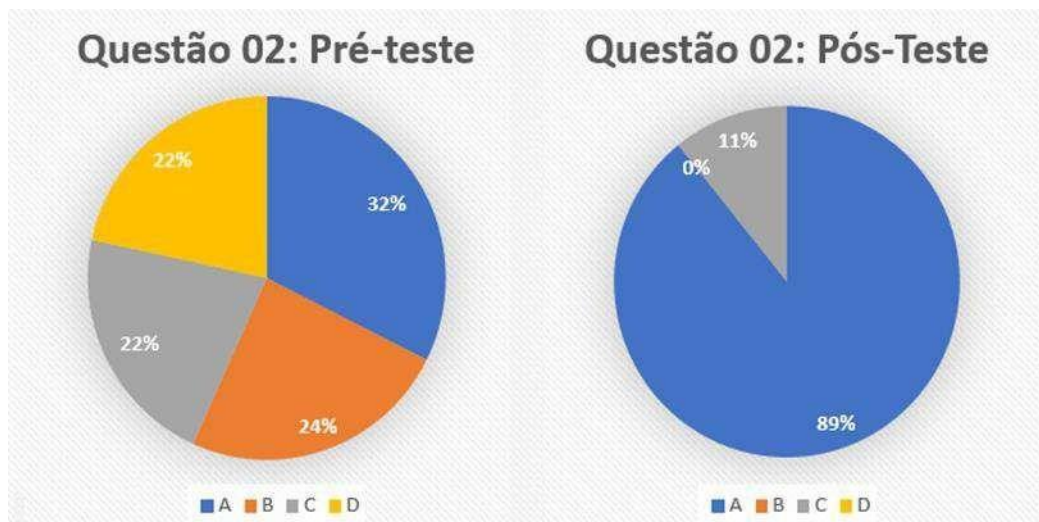


Figura 12: Comparação entre os resultados obtidos para a questão 01, em pré-teste e pós-teste, onde A, B, C e D são as alternativas apresentadas para este tópico do questionário.

Observa-se que durante o pré-teste a distribuição das respostas entre as alternativas era quase uniforme, com uma leve tendência para a alternativa correta, indicando que os discentes não tinham conhecimento sobre o tema de maneira coletiva. Em seguida, no pós-teste, os dados indicavam a tendência de diferenciação entre as Leis de Kepler e mesmo que a lei que tenha sido trabalhada de maneira mais intensa tenha sido a terceira os alunos não a associaram ao questionamento que havia sido colocado e foi obtido ao final 89% de acerto.

Para a questão 03: O maior planeta do Sistema Solar, Júpiter, tem vários satélites naturais, dentre os quais os mais importantes são: Io, Calisto, Europa e Ganimedes. Estes satélites obedecem às Leis de Kepler. Sobre estes satélites, podemos afirmar que: a) Todos ocupam a mesma órbita, sendo portanto, co-orbitais; b) Todos possuem a mesma constante de Kepler, mesmo que estejam a diferentes distância de Júpiter; c) Apenas a primeira e a segunda lei de Kepler são validas para todos os satélites. d) Apenas a segunda e a terceira lei de Kepler são validas para todos os satélites.

Nesta questão, com relação a comparação entre pré-teste e pós-teste observa-se que existe uma conclusão conjunta dos grupos, em virtude da prática que foi colocada. Os discentes deveriam associar e aprender que todos os sistemas possuem sua constante de Kepler e assim foi realizado. Ao optarem pela alternativa b no pós-teste (95%) fica evidente a constatação da aprendizagem significativa deste aspecto, que foi possível graças à metodologia desenvolvida e a prática via aplicação dos Objetos Virtuais de Aprendizagem.

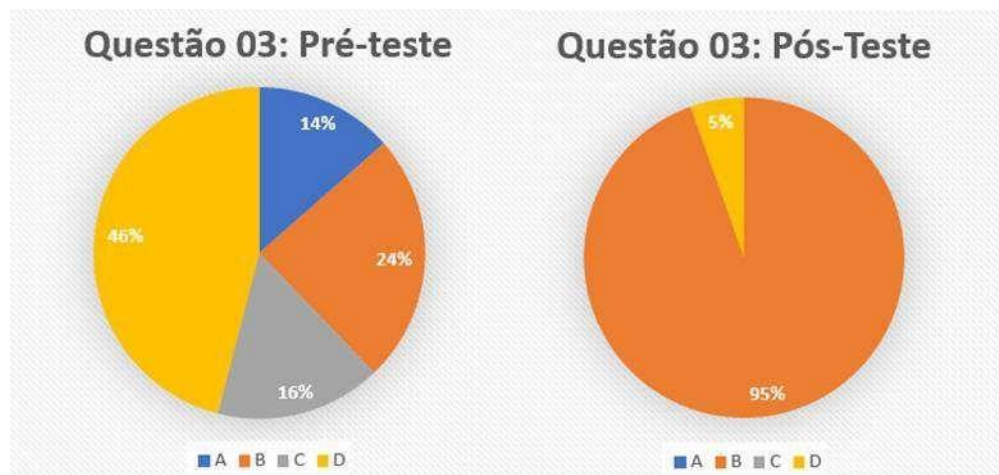


Figura 13: Comparação entre os resultados obtidos para a questão 01, em pré-teste e pós-teste, onde A, B, C e D são as alternativas apresentadas para este tópico do questionário.

Estes resultados e as comparações realizadas do panorama anterior à prática, bem como posterior, permitem constatar a eficácia da proposta didática no desenvolvimento e aprendizado dos conceitos relacionados a terceira Lei de Kepler, explorando outros cenários além daquele usual que é o próprio sistema solar e seus planetas.

CONCLUSÕES

Neste trabalho buscamos, através da atividade proposta, a verificação da terceira Lei de Kepler para o sistema Júpiter-Satélites. Observamos a concordância dos valores encontrados com os da bibliografia e obtivemos dados que estavam muito próximos dos reais. Foi possível também realizar a medida indireta do Raio orbital de Calisto, a lua galileana mais distante do maior de todos os planetas do sistema solar, todos estes aspectos só foram possíveis graças a aplicação de um Objeto Virtual de Aprendizagem.

A utilização do Aplicativo Star walk 2 foi primordial para o desenvolvimento do trabalho, tendo em vista que ele pode atuar como facilitador da aprendizagem, e permitir a criação de um material potencialmente significativo. O professor ao trabalhar com o aluno seguindo os passos que foram apresentados no decorrer deste trabalho tem, além de toda a precisão dos dados, uma sequência didática que pode ser utilizada para facilitar a aprendizagem significativa, tanto das leis de Kepler, quando com relação aos aspectos mais primordiais do planeta estudado.

A educação pode ser explorada de maneira informal e não-formal, tendo em vista que o discente que não conheça o aplicativo ou qualquer outro apresentado nos mesmos moldes, passa a ter em mãos uma ferramenta para explorar os dados do nosso Sistema Solar mesmo não estando no ambiente

escolar. Esta possibilidade de extração dos dados através de ferramentas matemáticas é de grande importância para a Astronomia e a aplicação desta metodologia pode até mesmo inserir o discente na carreira científica.

A constante de Kepler foi calculada com precisão de até 96,6% podendo causar no discente a certeza de que a Ciência pode realmente fornecer as respostas para as questões que se propõe. Esta sensação é de grande valor ao ensino, tendo em vista que pode atuar como motivadora de outras práticas que possuam o mesmo cunho com relação ao conhecimento.

Quanto aos raios das órbitas dos Satélites e ao período destes, observa-se que a concordância se mostrou melhor ainda. Assim somos categóricos em afirmar que a atividade não carece de modificações procedimentais podendo até mesmo serem aplicadas em ramos como a astrofotografia e outros. A atividade proposta desta maneira nos permite inserir o discente no ramo da astrofotografia, tendo em vista que o procedimento para a obtenção dos mesmos dados no mundo real é feito de maneira totalmente igual.

Outras propostas ou ainda a aplicação deste procedimento para outros planetas é algo inevitável e que provavelmente fará quem se aventure pelos caminhos' lograr os mesmos êxitos que foram mostrados neste trabalho. No entanto é observada a potencialidade deste em aplicações no âmbito escolar tendo em vista o tratamento que foi dado e mostrado no artigo com relação a concordância dos dados.

Dentro do contexto educacional a prática se deu de maneira completa, utilizando a mesma ordem de apresentação dos tópicos que foi colocada aqui, neste artigo, devendo ser necessária uma transposição para o nível escolar dos discentes de ensino médio. A atividade docente permitiu o alcance da aprendizagem, que é constatada pela comparação dos dados obtidos através de pré-teste e pós-teste. Observamos que os pontos chave desta prática foram apreendidos pelos alunos em especial quando observamos os índices de acerto crescentes entre os dois testes aplicados.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Guilherme de; Um método simples e intuitivo para determinar a excentricidade da órbita da Terra. Caderno Brasileira de Ensino de Física, v.30, n.1, p. 165-176, abr. 2013.
- AROCA, Silva Calbo; SILVA, Cibelle Celestino; Ensino de Astronomia em um espaço não formal: observação do Sol e de manchas solares; Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 1, 1402 (2011);
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H; Educational psychology: a cognitive view, 2° Edition, Nova York, Holt, Rinehart and Winston, 1978, p. 733
- BERNARDES, Adriana Oliveira; Observação do céu aliada à utilização do Software Stellarium no ensino de Astronomia em turmas de educação de jovens e adultos (EJA); Revista Latino- Americana de Educação em Astronomia – RELEA, n.10, p. 7-22, 2010.
- BRANCO, Emerson Pereira; BRANCO, Alessandra Batista de Godoi; ZANATA, Shalimar Calegari; NAGASHIMA, Lucila Akiko; A implantação da Base Nacional Comum Curricular no contexto das políticas neoliberais; 1° ed.; Curitiba; Appris, 2018;
- CANALLE, J. B. C; O Sistema Solar numa representação teatral. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.11, n.1, p. 27-32, abr. 1994.
- CANALLE, J. B. G. O Problema do Ensino da Órbita da Terra, Física na Escola, v. 4, n. 2, 2003
- COPERNICO, Nicolau; Commentariolus: Pequeno comentário de Nicolau Copérnico sobre as suas próprias hipóteses acerca dos movimentos celestes/Introdução, tradução e notas Roberto Andrade Martins – São Paulo: Nova Stella; Rio de Janeiro: Coppe: MAST, 1990
- DOCA, Ricardo Helou; BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas; Física – Volume 1: Mecânica, 3° edição, Editora Saraiva, São Paulo, 2016.
- GALILEI, Galileu; Sidereus Nuncius – O mensageiro das Estrelas; Tradução, estudo e notas Henrique Leitão, 4° Edição, Fundação Calouste Gulgenkian – Lisboa 2015, 286p.
- GUIMARÃES, Osvaldo; PIQUEIRA, José Roberto; CARRON, Wilson; Física – Volume 1, 1° Edição, Editora Ática, São Paulo, 2013.
- GASPAR, Alberto; O ensino informal de Ciências: de sua viabilidade e interação com o ensino formal à concepção de um centro de ciências; Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.9, n.2: p.157-163, ago.1992.
- IACHEL, Gustavo; Evidenciando as órbitas das luas galileanas através da astrofotografia;Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA, n.8, p. 37-49, 2009
- IACHEL, Gustavo; NARDI, Roberto; Algumas tendências de publicações relacionadas à Astronomia em periódicos brasileiros de ensino de física nas ultimas décadas, Revista Ensaio,v. 12, n. 02, p. 225 – 238, Belo Horizonte, 2010.
- JURAITIS, Klemensas Rimgaudas; DOMICIANO, João Baptista; Guia de Laboratório de Física Geral I, EDUEL – Editora da Universidade Estadual de Londrina – Paraná. 2009, 224p.

LAMBERTI, Pedro W.; Astronáutica kepleriana; Cad.Cat.Ens.Fis., v.13, n.2: p.154-164, ago.1996.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto; Ensino da Astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica; Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 4, 4402 (2009)

LIBÂNEO, José Carlos; Pedagogia e Pedagogos Para Quê?; 12. ed. São Paulo, Editora Cortez, 2010;

LONGHINI, Marcos Daniel; MENEZES, Leonardo Donizette de Deus; Objeto virtual de aprendizagem no ensino de Astronomia: algumas situações problema propostas a partir do Software Stellarium; Cad. Bras. Ens. Fis., v. 27, n. 3: p. 433-448, dez. 2010.

MICHA, Daniel Neves; Fotos da Lua pelo Mundo: um projeto observacional registrado em fotografia sobre como as fases da Lua se comparam quando observadas dos Hemisférios Norte e Sul; Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 40, nº 3, e3310 (2018).

MONTEIRO Mário Antonio Alves; FREIRE, Afonso Holanda de Freitas; SOUZA, Cícero Jailton de Moraes SOUZA, Giselly Alexandre; LEITE, Ibson José Maciel; Um novo olhar para o método de Ptolomeu de determinação da distância Terra-Lua; Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, n. 25, p. 25-37, 2018;

MOREIRA, M. A.; Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente, Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – v1(3), pp. 25-46, 2011.

MUNIZ NETO, Antônio Caminha; Tópicos de Matemática Elementar: Geometria Euclidiana Plana, Rio de Janeiro, 2ª edição: SBM, 2013. 464p.

NEWTON, Isaac; The Principia, Prometheus Book, New York, 1995;

OLIVEIRA FILHO, K. de S.; SARAIVA, M. de F. O., Astronomia e Astrofísica, 4ª Ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017. 614p.

PIRES, A. S. T. Evolução das Ideias da Física, São Paulo, 2ª edição: Editora Livraria da Física, 2011. 478p.

SILVA, Fernando Marcos; FURTADO, Wagner Wilson; Mediação computacional como fator de motivação e de aprendizagem significativa no ensino de ciências do 9º ano: tópicos de Astronomia; Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V2(1), pp. 1-20, 2012

SILVA, Nelson Canzian; Laboratório virtual de Física Moderna: sistema para espectrometria gama; Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 32, n. 2, 544 p. 542-562, ago. 2015.

SPARROW, G., 50 ideias de Astronomia que você precise conhecer, 1ª edição, São Paulo: Planeta, 2018. 215p.

TORRES, Carlos Magno A.; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo; PENTEADO, Paulo Cesar Martins; Física: Ciência e Tecnologia – 1: Mecânica, 3ª Edição, Editora Moderna, São Paulo, 2013.

WATARI, Kazunori, Mecânica Clássica, volume 2, Editora Livraria da Física, São Paulo, 2003.

Capítulo 2



10.37423/230908202

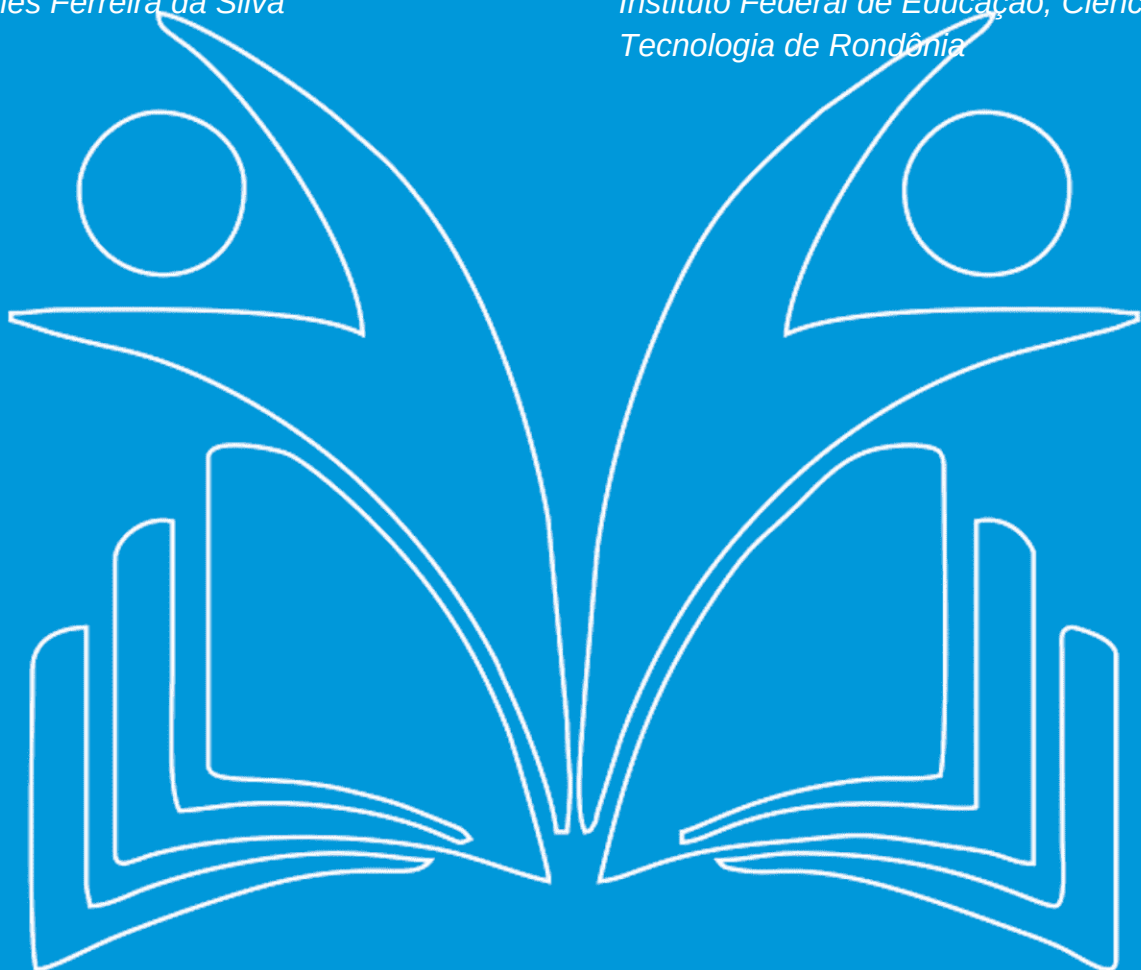
O ENSINO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS EM ASTRONOMIA: TRÂNSITO, OCULTAÇÃO, ECLIPSE

Hualan Patrício Pacheco

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Laffert Gomes Ferreira da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia



INTRODUÇÃO

No âmbito do ensino se faz necessário realizar transposições didáticas de certos conteúdos, ou encontrar metodologias de ensino que o tornem mais palatável aos estudantes de qualquer nível de educação, especialmente aqueles do ensino básico e médio. É comum observar nas escolas das mais diversas localidades que conceitos desacreditados na época de Galileu Galilei ainda perdurem, ou que sejam pouco esclarecidos entre o público em geral. Isto se deve ao fato de muitos cidadãos não possuírem acesso às informações básicas para o entendimento de fenômenos naturais que ocorrem nos céus, bem como a forte crença em mitos e lendas que fazem parte da cultura popular (ALMEIDA et al., 2016).

É possível observar a necessidade de abordagens relacionadas ao entendimento do cosmos por parte dos docentes com vistas a divulgar o conhecimento científico e suas descobertas. É importante verificar que os conteúdos de Astronomia podem ser facilitadores para o despertar do chamado senso científico, tão importante para a sociedade atual, tendo como grande contribuição o chamamento do aluno para o estudo de conceitos básicos que podem ser usados na compreensão desta ciência e no estudo dos astros (GAMA; HENRIQUE, 2010).

Ainda com relação a este aspecto motivacional, vale ressaltar que o ensino de Astronomia também gera grande expectativa nos alunos em todas as modalidades da educação. A produção e divulgação de materiais didáticos por meio de artigos e outros meios de comunicação têm permitido a observação celeste sem a necessidade de investimentos que extrapolam as capacidades financeiras dos alunos, escolas e professores. Um exemplo deste conhecimento produzido pode ser observado em Catelli et al. (2009) e Darroz et al. (2013) que têm tornado mais acessível o estudo do cosmos em nossas escolas, levando-a ao âmbito prático e servindo como facilitador da aprendizagem de Astronomia e outras ciências.

O ensino de Astronomia tem sido modificado em virtude do acesso e publicação de materiais para a visualização dos fenômenos astronômicos nas escolas públicas, no entanto, a pouca ênfase nesta Ciência para a formação docente tem dificultado o processo de difusão do conhecimento. Além desse contexto é possível destacar também o baixo tempo reservado aos docentes às atividades de planejamento, que fornecem o aporte para as práticas bem sucedidas em ensino de Astronomia. Com todos esses pontos e entraves sendo superados podemos esperar que a prática desta Ciência seja sempre buscada por docentes e bem apreciada pelo maior número de estudantes possíveis.

O fascínio despertado e os componentes curriculares que são transversais à Astronomia têm importância indiscutível, bastando que os conteúdos sejam escolhidos de maneira correta e estejam alinhados à didáticas específicas e que melhor aproveitem o objeto de aprendizagem do aluno. Essas ações possibilitarão aos discentes o desenvolvimento da capacidade de concatenar conteúdos além dos pertencentes ao ramo da Física, tal como é observado em diversas práticas docentes, bem sucedidas, em Astronomia (OLIVEIRA et al., 2020; LIMA, NARDI, 2020).

Historicamente, um dos pontos da Astronomia que contribuiu para o desenvolvimento e para o esclarecimento de uma das questões mais importantes da Física foi o experimento de Christensen Ole Roemer, que mediu a velocidade da luz por meio da constatação da existência de um atraso na observação de eclipses de Io, uma das quatro luas descobertas por Galileu Galilei.

Roemer verificou que os eclipses ficavam atrasados quando Júpiter estava mais distante da Terra e adiantados quando Júpiter estava mais próximo da Terra. O atraso total [...] era de 1000 segundos. Roemer atribuiu o efeito ao tempo que a luz levava para ir de um ponto da órbita da Terra a outro, isto é, do tempo que a luz levava para atravessar a diferença da distância entre o satélite e a Terra. (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2017, p. 147)

A importância da abordagem desse aspecto dentro do contexto educacional permite que os alunos visualizem a evolução do conhecimento e a contribuição de diversas áreas do conhecimento para a construção das teorias da Física e a estreita relação entre ela e a Astronomia, tal como podemos ver por meio desse experimento.

Este relato de experiência docente traz resultados da aplicação de um material didático para o ensino de Astronomia, utilizando a contextualização do experimento de Ole Roemer, para tratar dos conceitos científicos de ocultação, trânsito e eclipse com alunos de um curso de formação de professores.

A FINITUDE DA VELOCIDADE DA LUZ

A luz sempre foi um dos fenômenos mais intrigantes da natureza, somos questionadores do que ela é, sua velocidade, sua composição e etc. desde muito tempo antes de nossa era. Grandes revoluções científicas foram embasadas nos conceitos e estudos sobre a natureza da luz e físicos como Albert Einstein, Max Planck, Aristóteles, Christian Huygens, Isaac Newton se enveredaram na tentativa de buscar a teoria perfeita que descrevesse as propriedades deste ente da natureza e quase todos eles morreram sem ver a resposta final sobre os aspectos da velocidade da luz por exemplo, ou ainda a verificação das hipóteses referentes a natureza da luz (PIRES, 2011).

Não questionaremos aqui se a luz é onda ou partícula, mas sim se ela tem uma velocidade finita ou não. A resposta, tendo em vista a difusão de conhecimentos científicos que existe hoje em dia, parece óbvia, no entanto, em outros tempos a velocidade da luz era algo inimaginável ou ainda infinita. Estes debates tomaram corpo ainda na Grécia, e tanto a finitude de sua velocidade quanto o oposto tinham defensores ferrenhos. (RIVAL, 1997, p. 29)

Físicos como Johannes Kepler, René Descartes e outros tantos gênios de tempos diversos ainda contabilizavam a velocidade da luz como sendo de um valor infinito (RIVAL, 1997, p. 29). A velocidade de aproximadamente 300 000 km/s só foi calculada muito tempo depois e demonstrado experimentalmente igualmente tarde. Até os primórdios do renascimento era creditado o valor infinito para a velocidade da luz.

Sin embargo, científicos del siglo XI como el físico árabe Alhacén y el sábio persa Al-Biruni, baseándose em ciertos experimentos, aseguraron que la luz tenía una velocidad finita. El debate continuó hasta el siglo XVII, com personalidades como Kepler a favor de una velocidad infinita y otros como Galileo a favor de una velocidad finita. Hacía falta una medición definitiva. (BELL, 2013, p. 156)

Empédocles, pensador grego da época de Aristóteles era um dos que defendiam uma velocidade finita para a luz, mas seu pensamento foi ofuscado pelo de Aristóteles que acreditava no oposto, ou seja, a velocidade infinita da luz. Alguns fatos foram trazidos por Aristóteles para demonstrar a propriedade da velocidade desta manifestação eletromagnética (BASSALO, 1987).

Dizia Aristóteles que ao fecharmos os olhos em uma noite escura sob a luz das estrelas ou do luar não obteríamos luz alguma sendo detectada, no entanto ao abriremos os olhos os nossos sentidos perceberiam instantaneamente a luz desses corpos celestes provando assim que a sua velocidade era infinita. Quando o Sol se escondia atrás das nuvens observávamos automaticamente a queda na luminosidade, mesmo a nuvem estando muito acima de nossas cabeças, este era o efeito causado pela velocidade da luz, que era infinita.

A distância que pode ser percorrida pela luz em um segundo é de 7,5 vezes o valor da circunferência do equador terrestre, mesmo se tomarmos o limiar de percepção da visão do ser humano ainda assim teremos uma distância considerável. Para este limite de percepção da visão humana (1/24 s) é necessária uma distância de 12 500km, o que é quase o dobro da distância entre Alexandria e a antiga cidade de Siena, palco do experimento de Eratóstenes (SANTOS et al., 2012).

Na época de Empédocles e Aristóteles não era possível realizar um experimento que provasse uma teoria ou outra sobre a luz, tendo em vista que para a medida do tempo de locomoção de um feixe de

luz se faz necessária a utilização de relógios de precisão e os primeiros só viriam após Galileu Galilei, com o estudo dos pêndulos em 1583, e ainda não tinham precisão de segundos (STRATHERN, 1999).

Alguns pensadores gregos sabiam que os sentidos não eram confiáveis, no entanto, a visão de Aristóteles perdurou até depois da idade média, e foi fortemente questionada pelo gênio científico de Galileu (POLITO; SILVA FILHO, 2013). Embora o Físico e Matemático Italiano não tenha demonstrado em suas experimentações o valor finito da velocidade da luz era comum encontrar em seus escritos sobre o tema a questão da finitude dela (LAPORTE, 2017). Em 1632 em seu célebre livro *Diálogos sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano* eram apresentadas as bases do pensamento de Galileu sobre a velocidade da luz, e também outras propostas que iam ao encontro ao que Aristóteles havia falado tempos atrás (PIRES, 2011, p. 126).

Esta questão só ganhou vislumbre de sua solução após observações astronômicas divulgadas pelo astrônomo Giovanni Cassini, que constatou discrepâncias entre medidas observacionais de eclipses na primeira lua de Júpiter. Quando a Terra e o gigante gasoso estavam em oposição (Figura 1 – Terra 1) ocorriam adiantamentos na imersão e emersão dessa lua com relação ao cone de sombra que é formado por Júpiter (Ocultação), e o oposto quando ocorre a conjunção entre esses dois planetas (Figura 1 – Terra 2). Esta ideia foi abandonada por ele, pois o efeito só pode ser notado para a primeira lua, nada foi constatado para as demais, mas a possibilidade de estudos posteriores continuou pairando sobre as cabeças de vários astrônomos da época.

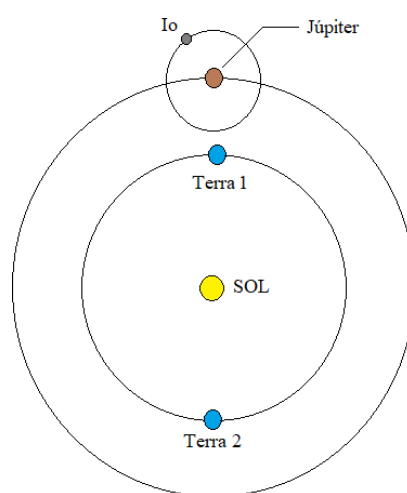


Figura 1 – desenho esquemático: Terra 1 - em configuração planetária de oposição com Júpiter, marcando o ponto de maior proximidade durante aquele ciclo; Terra 2 - em configuração planetária de conjunção com Júpiter, marcando o ponto de maior afastamento durante aquele ciclo (Baseado em LANGHI, 2016, p. 35).

As observações de Cassini dos atrasos dos eclipses da lua por Júpiter só poderiam ser explicadas devido a finitude da velocidade da luz. O astrônomo dinamarquês Ole Roemer utilizando observações semelhantes indicou que o Eclipse do primeiro satélite de Júpiter, previsto para o dia 09 de novembro ocorreria com aproximadamente 1000 segundos de atraso, tendo em vista a posição de conjunção entre os dois planetas e a diferença entre o caminho que haveria de ser percorrido pela luz, que nesse caso seria significativamente maior. O ano era 1676 e a previsão foi anunciada na Academia Real de Ciências e confirmada. (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2017)

A medida da velocidade da luz era impossibilitada para a época, devido a imprecisão da distância Terra-Sol, que ainda não havia sido realizada por meio das paralaxes no decorrer do ano devido a variação de posição do Sol no céu visto da Terra. As distâncias médias que eram tidas como mais confiáveis eram de 120 750 000 km que difere 19,30% do valor que é considerado hoje (149 600 000km). Com os dados da época teríamos uma velocidade de 241 500 km/s. No entanto Roemer não fez o cálculo dessa velocidade a priori, se contentando apenas em discutir a finitude da velocidade da luz em seu comunicado à comunidade científica da época.

Os dados referentes ao raio da órbita da Terra ao redor do Sol foram sendo refinados pelo próprio Giovanni Cassini, em colaboração com outros astrônomos e assim foi se tornando cada vez mais possível encontrar um valor aproximado para a velocidade da luz. O próprio Roemer chegou a um valor de 225 000km/s para a velocidade da luz, utilizando dados referentes ao valor do diâmetro da Terra e fazendo previsões mais precisas do atraso dos eclipses. (HAWKING; MLODINOW, 2005)

Com as medidas atuais da órbita do planeta Terra é possível refazer o experimento de Roemer e chegar aos valores conseguidos por ele nos dias atuais. No entanto, com a pouca disponibilidade de dados experimentais que existiam na época, em que a civilização acabava de emergir de um período de trevas científicas, e tendo poucos materiais de precisão é necessário mais do que ressaltar os números, é imprescindível evidenciar a genialidade dos métodos adotados, pois esses sim são de valor incomensurável.

O ENSINO DE CONCEITOS DE ACORDO COM A TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Uma das grandes contribuições de Vigotski, que foi utilizada como embasamento deste trabalho é o ensino de conceitos, que se apoia em teorias e estudos anteriores de outros autores para realizar discussões profundas que vão desde os métodos de investigação da construção dos conceitos em todas as faixas de desenvolvimento do ser humano, até sobre como estes aspectos são desenvolvidos.

Um dos autores que havia sido bastante contestado por Vigotski era o biólogo suíço Jean Piaget, que também traz questionamentos e posicionamentos sobre os conceitos espontâneos e os conceitos científicos na aprendizagem humana. No entanto parte das teorias de Piaget são contrapostas pelo autor russo, utilizando resultados de pesquisas e questionamentos sobre o desenvolvimento e maturação humanas. (VIGOTSKI, 2009)

É encontrado em Vigotski que os processos que levam à formação dos conceitos só começam a se desenvolverem a partir dos doze anos, sendo assim, os processos de abstração ampliam-se após este momento de início da puberdade.

Achamos suficiente ressaltar o seguinte resultado básico: estudos especiais mostram que só depois dos doze anos, ou seja, com o início da puberdade e ao término da primeira idade escolar, começam a desenvolver-se na criança os processos que levam a formação dos conceitos e ao pensamento abstrato. (VIGOTSKY, 2009, p. 155)

De forma mais incisiva é destacado por Vigotski o desenvolvimento dos conceitos científicos na idade escolar como ponto de superação dos conceitos espontâneos e parte do desenvolvimento e maturação do aluno. Experiências realizadas com alunos do ensino fundamental mostraram que no campo dos conceitos científicos ocorrem níveis mais elevados de tomada de consciência do que nos conceitos espontâneos, o que pede que a escola leve em consideração estes aspectos no desenvolvimento de suas metodologias de ensino, e na construção do currículo.

Davidov (1987, p. 157) também destaca a necessidade de conteúdos escolares superarem os empíricos que são apropriados no cotidiano do discente, tendo assim maior importância à abordagem destes por meio do ensino de conceitos. Ainda sobre esse aspecto do desenvolvimento podemos destacar a afirmação de Sforzi, Serconek e Belieri (2019, p. 11), “[...] a apropriação de conceitos contribui para o desenvolvimento psíquico”.

Especialmente sobre os conceitos científicos, Vigotski estabelece que esses evoluem de maneira igual aos significados das palavras. Esse processo de evolução dos conceitos é resultado de uma série de outras interferências diretas das funções psicológicas, indo desde a atenção arbitrária até a memória lógica. Desta maneira estes processos de construção dos conceitos científicos não podem ser memorizações, ou assimilações, tais como era destacado por algumas teorias dos tempos de Vigotski.

Esse aspecto da evolução dos conceitos científicos ao longo do desenvolvimento das funções psicológicas superiores é parte integrante dos questionamentos pedagógicos de Vigotski, tal como pode ser observado no fragmento a seguir.

Não menos que a investigação teórica, a experiência pedagógica nos ensina que o **ensino direto de conceitos** sempre se mostra impossível e pedagogicamente estéril. O professor que se envereda por esse caminho costuma não conseguir senão uma assimilação vazia de palavras, um verbalismo puro e simples que estimula e imita a existência dos respectivos conceitos na criança, mas, na prática, esconde o vazio. Em tais casos, a criança não assimila o conceito, mas a palavra, capta mais de memória que de pensamento e sente-se impotente diante de qualquer tentativa de emprego consciente do conhecimento assimilado. (VIGOTSKI, 2009, p. 247, grifo nosso)

O ensino de conceitos científicos novos ao estudante, bem como de palavras, não só é possível como pode ser fonte de grande potencial para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores e permitir que os discentes desenvolvam grandes possibilidades quanto à revisão dos conceitos que estão previamente aprendidos, tendo em vista que como o próprio Vigotski nos assevera, os conceitos não são estáticos e evoluem, tal como a amplitude do significado das palavras. (VIGOTSKI, 2009, p. 250).

Assim, partindo do pressuposto de que o ensino e apropriação de conceitos pelos discentes é o principal ponto de fundamentação teórica desse trabalho e que essa metodologia de organização dos conteúdos implica em diversos fatores que vão desde a construção de um currículo que esteja apoiado na teoria histórico-cultural e que permitam a sua utilização até o impacto no desenvolvimento e maturação do estudante, traremos no próximo tópico o método de desenvolvimento do projeto e as implicações deste para a análise dos dados produzidos durante a pesquisa.

Sobre o ensino de conceitos científicos e com o intuito de norteá-lo, Sforini (2015) traz uma série de cinco de ações necessárias às práticas docentes. Dentre estes cinco princípios destaca-se aquele relacionado à *ação mediada pelo conceito*. Nesse ponto são colocadas pela autora três ações docentes, sendo a *análise da gênese do conceito no seu aspecto lógico-histórico para buscar o que é nuclear no conceito* a primeira dessas. Essa ação docente está diretamente relacionada a busca por aquilo que é direcionador do entendimento do conceito, ou seja, nuclear.

Nesse esteio temos também a *elaboração de problemas desencadeadores com a finalidade de levar os alunos a resolvê-los por meio da mediação do conceito*, ou seja, para o aprendizado do conceito o aluno deve aplicá-lo à problemáticas diversas e, por meio da mediação do conceito, resolvê-las.

Por fim, na *inclusão de novos problemas de aprendizagem ao final do processo de estudo para analisar se os alunos operam mentalmente com o conceito* observamos a inserção de novos problemas para a resolução do discente com a aplicação do conceito aprendido e a concretização do aprendizado.

Essas três ações docentes estão presentes na prática descrita adiante, tendo em vista que os estudantes trabalharão com conceitos científicos e estruturarão a sua concepção e sua inclusão dentro do rol de conhecimentos que já dispõem.

OS CONCEITOS DE TRÂNSITO, ECLIPSE E OCULTAÇÃO NO EXPERIMENTO DE OLE ROEMER

Dentro do contexto do experimento de Ole Roemer foram escolhidos alguns aspectos conceituais que estão diretamente ligados à prática histórica que foi realizada, são eles: o trânsito planetário, o eclipse e a ocultação. O trânsito é, em muitos casos, aplicado à situação de um planeta que orbita sua estrela hospedeira, e neste sentido, de acordo com Silva et al. (2020) podemos defini-lo como sendo:

[...] um fenômeno similar ao eclipse solar. Quando o planeta se desloca na frente do disco estelar ele bloqueia parte da radiação emitida pela estrela e o seu brilho é atenuado. Esse deslocamento é denominado trânsito. Através do monitoramento do brilho da estrela ao longo do tempo é possível observar esse pequeno decréscimo. Chamamos de curva de luz o gráfico desse brilho aparente da estrela (fluxo) em função do tempo. A Técnica do Trânsito Planetário (TTP) consiste em observar esse trânsito, o que só é possível se houver um alinhamento da órbita do planeta com a nossa linha de visada. (SILVA, 2020, p. 10)

O caso analisado acima por Silva (2020) é contextualizado para os casos de detecção de exoplanetas, no entanto para um satélite que orbita em torno de um planeta, tal como Io, Titã, Lua e outros a situação se mantém igual, tanto em termos físicos (diminuição do brilho se visto por um observador externo), quanto em termos de configurações de posição do planeta e seus satélites.

Como é possível observar eclipses e trânsitos são semelhantes, ou seja, possuem conceitos que conduzem a mesma interpretação, no entanto geram aplicações diferentes. Podemos também conceituar eclipses, de acordo com Oliveira Filho e Saraiva (2017, p. 25) temos o seguinte conceito: “Um eclipse ocorre sempre que um corpo entra na sombra do outro. Assim quando a Lua entra na sombra da Terra, acontece um **eclipse lunar** quando a terra entra na sombra da lua acontece o **eclipse solar**.” (destaques do autor).

Podemos também conceituar a ocultação, que é quando um corpo celeste atravessa a linha de visada de outro, a partir da Terra, fazendo com que deixemos de observá-lo por alguns instantes ou até mesmo horas. No caso de Io e Júpiter o satélite imerge na sombra de seu planeta hospedeiro, sendo ocultado de nossa visão. Nosso objetivo é tratar desses três conceitos a partir do experimento de Ole Roemer, tendo em vista o ambiente fecundo proporcionado por esse evento celeste analisado pelos

astrônomos. Para tanto foi desenvolvido um material didático que tem como objetivo a demonstração desses fenômenos e permitirá aos discentes a formulação e diferenciação desses conceitos.

A CONSTRUÇÃO DO UM MATERIAL DIDÁTICO PARA A EXPLICAÇÃO DOS CONCEITOS PRESENTES NO EXPERIMENTO DE OLE ROEMER

O estudo do experimento de Ole Roemer foi determinante para a construção de um equipamento com materiais de fácil acesso que possibilitasse o ensino dos conceitos científicos envolvidos nesse ponto da história da Astronomia. Esse material foi imprescindível para a desmistificação dos conceitos de trânsito, ocultação e eclipse presentes no experimento astronômico realizado por esse estudioso. Por meio da utilização de uma impressora 3D, bem como de softwares de modelagem, foi possível a elaboração de um material mais sofisticado, que apresentasse maior precisão e facilidade na construção de tal equipamento pelo professor, diminuindo os passos para a construção e otimizasse o tempo do docente. Esses equipamentos servem como alternativa àqueles construídos materiais de fácil acesso e podem ser reproduzidos sem grandes dificuldades.

O equipamento em sua versão construída com materiais de fácil acesso conta com um anteparo circular de 20cm de diâmetro (podendo ser pintado para representar as características de algum planeta conhecido), dois anteparos pequenos de 2cm e 3cm de diâmetro, um mecanismo de visada, e duas fontes luminosas de dimensões diferentes, em que a primeira pode ser a lanterna de um celular (fonte pontual para os experimentos de ocultação e trânsito) ou um *Light-Emitting Diode* – LED, e a segunda uma lâmpada de LED (fonte extensa para o experimento de eclipse). Os materiais estão ilustrados na Figura 2.



Figura 2 – Fotografia do conjunto construído com materiais de fácil acesso, em que se observa um anteparo de 20cm de diâmetro (alaranjado e amarelo), mecanismo de visada (branco) e dois anteparos de 2cm (Azul) e 3cm de diâmetro (alaranjado);

No ponto onde é colocado um observador foi associado o mecanismo de visada, que possibilita a simulação da visualização dos modelos dos astros e das simulações dos fenômenos que queremos tratar. O mecanismo de visada permite que tenhamos uma diminuição do campo de visão dos objetos, o que se assemelha aos processos de visualização dos telescópios, tanto os usados na época de Roemer quanto em alguns de pequena abertura que temos nos dias atuais.

Estes mecanismos foram construídos em impressoras 3D como forma de facilitar a sua confecção para aqueles que têm acesso a esses equipamentos, permitindo maiores possibilidades em termos de tamanho dos objetos a serem impressos. Todos os pontos do experimento foram reproduzidos nessas impressoras e foi possível reproduzir as proporções reais de planetas e suas luas sem maiores problemas, apenas modificando os dados de diâmetro dos materiais que deveriam ser impressos. Os componentes em ácido polilático (PLA) aparecem na Figura 3.



Figura 3 – Imagem fotográfica do resultado da impressão e verificação das dimensões dos objetos celestes impressos em impressora 3D (material PLA). Sendo: (1), (2) e (3) anteparos de diâmetros diferentes; (4) mecanismo de visada, e (5) as bases.

Os materiais devem ser dispostos em um local escuro, para potencializar os efeitos e simular a luminosidade que é colocada pela fonte de luz e permitir que as devidas sombras sejam realizadas de maneira satisfatória. Para o desenvolvimento do experimento é necessária uma bancada de aproximadamente 2m de comprimento, permitindo o maior conforto dos alunos e professores que utilizarão o material didático. Tendo em vista as condições adotadas podemos observar para a configuração de trânsito após a construção de sombras, conforme ilustrado na Figura 4.

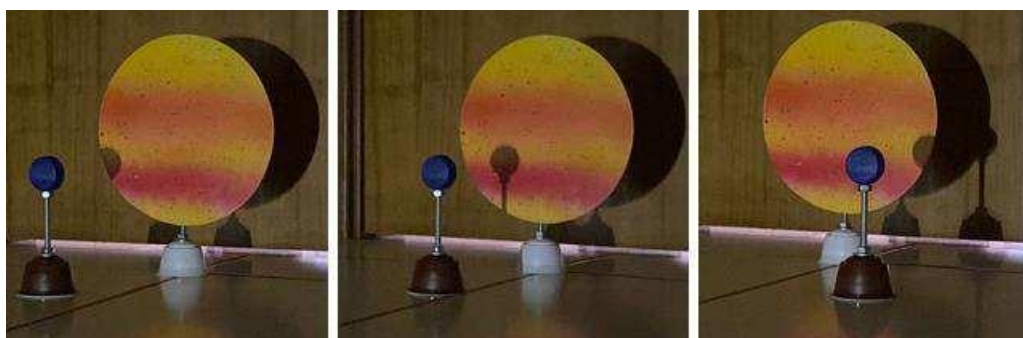


Figura 4 – Imagem fotográfica da configuração progressiva de trânsito assemelhando-se a projeção que é observada a partir da Terra das luas de Júpiter sobre o próprio planeta.

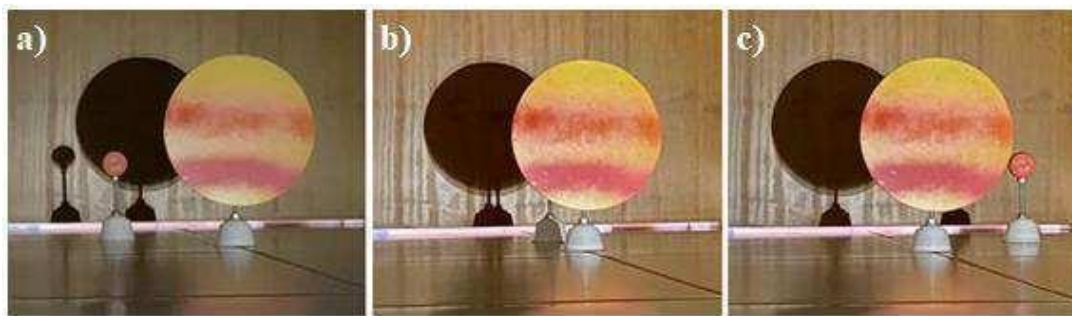


Figura 5 – Imagem fotográfica da composição progressiva da Ocultação assemelhando-se a projeção que é observada a partir da Terra das luas de Júpiter sobre o próprio planeta. a) início do processo de ocultação; b) situação intermediária da configuração em que o satélite não é mais visto; e c) situação final com emersão do satélite da sombra do planeta.

Realizando o mesmo procedimento podemos conceituar outras configurações, tais como o eclipse e a ocultação. Para a ocultação é possível a construção progressiva, tal como mostra a Figura 5.

Como observamos anteriormente tanto o trânsito quanto o eclipse podem ser considerados equivalentes bastando que seja modificado o referencial da visualização do fenômeno. Esta característica deve ser constatada pelos discentes ao final da prática experimental, o que pode ser obtido por meio de diagramas e também por meio da utilização do material didático apresentado.

Além das duas configurações mencionadas podemos criar possibilidades para que o estudante, por meio da utilização deste material didático, verifique as condições para um eclipse, assim, a composição que mostramos na Figura 5, representa um eclipse anular (ou anelar, que é quando a Lua passa entre a Terra e o Sol, e está mais distante da Terra momento em que seu tamanho aparente não cobre todo o disco solar). Na situação foi utilizada como fonte de luz a lâmpada de LED acoplada à luminária.



Figura 6 – Imagem fotográfica da configuração de eclipse Anular obtida através da utilização do material didático.

Tendo sido elucidados todas as nuances do material didático, pois todas as configurações didáticas já foram apresentadas, buscaremos na próxima sessão a apresentação do local da pesquisa e a descrição da prática docente e da metodologia de ensino.

LOCAL DE REALIZAÇÃO DA PRÁTICA DOCENTE

O campo de pesquisa no qual desenvolvemos as investigações acerca do ensino destes tópicos da Astronomia e Física foi o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), campus Porto Velho – Calama. Os IF's foram criados por meio da Lei nº 11.892 de 29 de dezembro de 2008, e foi possível a reorganização dos CEFET's e Escolas Técnicas e Agrotécnicas transformando-as em Autarquias e dando início à abertura de novos polos em diversas localidades.

O campus Porto Velho - Calama, que teve seus trabalhos iniciados em 2010, passou por mudanças e expansões, indo desde a criação de novos cursos até a mudança de sede, estando atualmente localizado na Avenida Calama nº 4985, no Bairro Flodoaldo Pontes Pinto.

O campus conta com cursos em diversas modalidades, indo desde os cursos de formação em nível médio (Técnicos integrados e subsequentes) até os cursos de pós graduação Lato Sensu (Gestão Ambiental e Metodologia da Educação Profissional, Científica e Tecnológica). No Quadro 1 podemos observar uma descrição dos cursos que estão disponíveis à comunidade no campus Porto Velho – Calama.

Quadro 1 - Informações sobre os cursos ofertados pelo IFRO – Campus Porto Velho – Calama (Fonte: Portal.ifro.edu.br/calama/o-campus)

TIPO	NOME
Técnico Integrado	Edificações
	Eletrotécnica
	Informática
	Química
Técnico Subsequente ao Ensino Médio	Manutenção e Suporte de Informática
Superior Tecnólogo	Análise e Desenvolvimento de Sistemas
Superior Licenciatura	Física
Superior Bacharel	Engenharia de Controle e Automação
	Engenharia Civil
Pós-Graduação Lato Sensu	Gestão Ambiental e Metodologia da Educação Profissional, Científica e Tecnológica.

A prática docente foi desenvolvida no Curso de Licenciatura em Física na disciplina de Física IV e na ocasião 10 estudantes participaram das atividades, todos maiores de idade. As atividades referentes ao ensino dos conceitos de eclipse, trânsito e ocultação foram aplicadas a esse público, ao longo de cinco encontros com os discentes.

METODOLOGIA DA PRÁTICA DOCENTE (CONCEITO DE ECLIPSE, TRÂNSITO E OCULTAÇÃO)

A metodologia (que engloba métodos, concepções pedagógicas e filosóficas dentre outros) utilizada permitiu que ao final de 05 encontros (sendo dois semanais nos dias de segunda-feira e sexta-feira) pudéssemos obter dados referentes à verificação da aprendizagem, a aceitação do material didático desenvolvido por parte dos discentes e professor, e outros pontos de relevância da prática docente.

Os estudantes tinham idade variada, no entanto todos possuíam acima de 18 anos, tendo permitido que os dados da pesquisa fossem divulgados. A pesquisa foi desenvolvida de maneira remota, tendo em vista a situação que era vivenciada em virtude da COVID-19, por esta razão os *kits* experimentais foram confeccionados em materiais de fácil acesso, permitindo com que os discentes realizassem suas atividades de maneira completa sem se fazerem presentes no IFRO. Segue a descrição de cada encontro.

Encontro 01: neste momento foram colocados aos estudantes todos os pontos necessários para o entendimento da prática que viria a ser desenvolvida. A seguir, foi exposto pelo docente/pesquisador

a necessidade do desenvolvimento daquele conteúdo e também a aplicação deste no contexto da formação dos professores. Foi solicitada a manifestação daqueles que queriam fazer parte da pesquisa na figura de participantes da pesquisa e todos os 10 alunos demonstraram interesse em fazer parte das investigações e sobre o conteúdo a ser desenvolvido.

Neste encontro os discentes foram solicitados a responderem um questionário que continham 05 perguntas dissertativas, que tratavam da medida da velocidade da luz por meio do experimento de Ole Roemer, bem como dos conceitos de ocultação, eclipse e trânsito. A intenção desse questionário era a de permitir uma sondagem sobre os conhecimentos prévios dos discentes. Devido a situação da pandemia o questionário foi disponibilizado de maneira online, por meio de *Google Forms*. Como o conteúdo não havia sido trabalhado dentro de sala de aula ficou claro aos discentes que as respostas deveriam ser dadas com base no conhecimento que eles dispunham até o momento.

Encontro 02: neste momento o docente/pesquisador foi o responsável pela condução da prática. A aula expositiva durou aproximadamente uma hora e meia e permitiu com que todos os aspectos do Experimento de Ole Roemer fossem tratados, a seguir foi apresentado um roteiro que vai desde a introdução do conteúdo até a conceituação de ocultação, trânsito planetário e eclipse. Conforme segue:

- *Introdução:* foi apresentada uma listagem dos conteúdos que seriam colocados durante a aula, o caminho que seria percorrido e as práticas docentes que seriam desenvolvidas;
- *Problematização:* Foi colocada a problematização da finitude da velocidade da luz em um contexto histórico, essa problemática é de grande valor aos discentes que se surpreenderam com as discussões feitas por grandes figuras da Ciência, assim, foi solicitado aos estudantes que colocassem um método alternativo para medir a velocidade da luz, e o explicassem para a turma. Esse método deveria ser original, colocando os discentes em situação semelhante àquela que foi colocado pelo professor na revisão histórica inicial;
- *Experimento de Ole Roemer:* o experimento foi colocado e explicado aos estudantes, com base nisso os alunos tiveram uma elucidação sobre como foi realizada a construção do conhecimento sobre a finitude da velocidade da luz;
- *Conceitos de Ocultação, Trânsito Planetário e Eclipse:* os conceitos foram colocados de maneira formal, tal como enunciamos na seção 4. Comentou-se as diferenças e igualdades/equivalências, na tentativa de permitir o maior esclarecimento possível, para em

seguida, por meio do material didático realizar as complementações e preencher as lacunas que persistiram.

Encontro 03: o material didático foi colocado com o intuito de possibilitar que os discentes desenvolvessem as considerações sobre os conceitos de Ocultação, Trânsito Planetário e Eclipse. Após a explicação de funcionamento do equipamento, conforme citado na seção 5, o professor pediu para que cada um posicionasse o material didático em configuração de ocultação, a partir da linha de visada da Terra, em seguida de trânsito, tendo novamente nosso planeta como referência e também de eclipse, o que permitiria com que os discentes verificassem a igualdade de ambos não somente em termos de conceitos, mas também em termos de configuração.

Ao final de cada etapa os discentes eram convidados a mostrarem o resultado do arranjo e da posição das peças do material didático, isto foi feito por meio do compartilhamento de fotos durante a aula. Os alunos foram convidados a anotarem características da posição dos objetos envolvidos, ou seja, a fonte de luz, o Planeta, o satélite e o observador. Ao final da prática todos deveriam conceituar essas três configurações astronômicas utilizando frases simples que refletissem a sua própria linguagem, as anotações foram compartilhadas com os outros discentes e professor permitindo a construção conjunta e a troca de informações.

Encontro 04: após a finalização da prática docente e da utilização do material didático utilizou-se um questionário semelhante àquele aplicado no encontro 01, constituindo-se no pós-teste, permitindo a mensuração das questões que haviam sido colocadas pelo docente e também os conceitos trabalhados com base na teoria histórico-cultural (seção 3). Foram inseridos questionamentos adicionais sobre a característica do material didático e sobre a percepção dos alunos com relação ao impacto deste no entendimento dos conceitos científicos tratados.

Encontro 05: os resultados da pesquisa foram colocados aos participantes, foram apresentados os métodos de análise dos dados, bem como os pontos que permitiram o engrandecimento do conhecimento dos discentes ao longo da prática. Alguns aspectos errôneos ou incompletos foram corrigidos e permitiram a conclusão com êxito da proposta. Este ponto de retorno dos resultados da pesquisa são diretamente apoiados nos dizeres de Luna (2011, p. 34), onde é destacada a necessidade de publicidade da pesquisa como elemento essencial para o processo de produção do conhecimento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES ACERCA DO ENSINO DE CONCEITOS DE TRÂNSITO, OCULTAÇÃO E ECLIPSE

O conceito de trânsito e ocultação, trabalhados no encontro 03, constituíram o ponto de maior necessidade de discussão, tendo em vista que constituem o cerne da prática desenvolvida.

O conteúdo da ocultação foi trabalhado de acordo com a perspectiva observada por Ole Roemer, ou seja, tal como mencionamos na seção 2. Foi reproduzido, juntamente com os estudantes e, por meio do material didático, este fenômeno e mencionamos aos alunos todos os aspectos necessários para o entendimento do conceito de ocultação. Em termos de diagramas escolhemos por representar todas estas configurações posicionando pontos sobre uma linha reta e indicando-as como observador, satélite, planeta e fonte de luz, tal como apresenta-se na Figura 6.

Neste caso foi solicitado ao aluno que colocasse o observador e os outros três objetos que participavam da configuração de ocultação sobre uma reta, em que **O** seria o observador, **P** o planeta, **F** a fonte de luz e **S** o satélite que sofreria a ocultação.

O conceito de trânsito também foi trabalhado com base em Silva et al. (2020). Observou-se assim que o trânsito foi sendo realizado de acordo com observação progressiva de diversas posições do satélite que passava pelo disco visual do planeta. Da mesma maneira os discentes foram solicitados a colocarem sobre uma reta os pontos que significavam o observador, o planeta e o satélite, utilizando as mesmas letras.

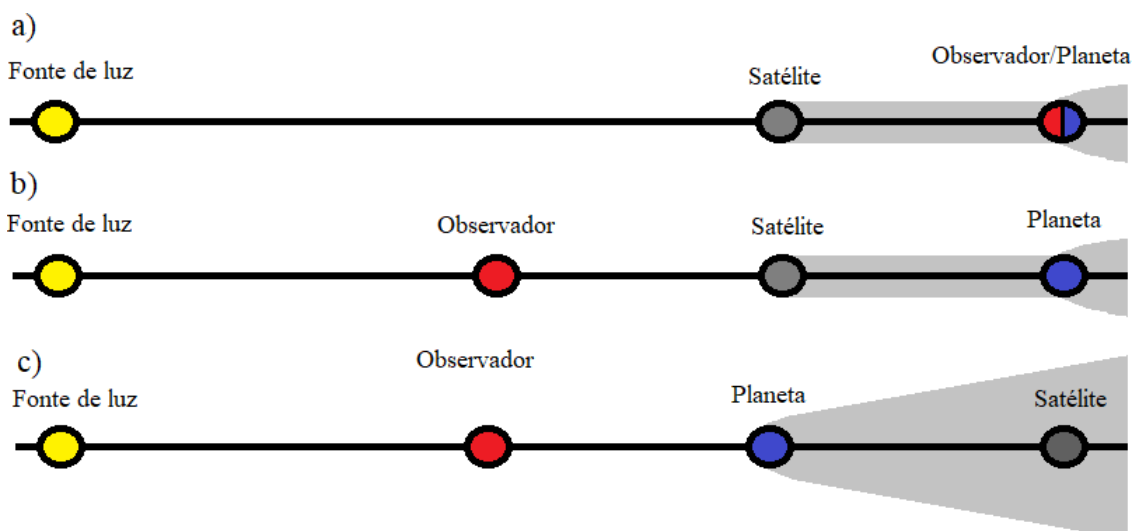


Figura 7 – representação das três configurações sendo esquematizadas em linha reta. Em a) observa-se a configuração de eclipse, onde o satélite projeta a sua sombra sobre parte da área da superfície do planeta, onde também deverá ser colocado o observador para a visualização do fenômeno. Em b) observa-se a configuração de trânsito que ocorre quando um satélite projeta sua sombra sobre a superfície de um planeta externo ao nosso. Em c) observa-se a configuração de ocultação, que é quando o satélite natural do planeta se posiciona atrás deste, ou seja, na região sombreada.

Com o auxílio do material didático, mas com uma nova configuração conseguimos realizar uma simulação dos dois tipos de eclipse (Anular e total), pois bastou que fossem modificados poucos aspectos da montagem para obter a mesma caracterização de um eclipse, pelo menos no que tange aos aspectos geométricos. A Figura 8 mostra a configuração que foi utilizada para este caso, aqui também fizemos uma solicitação para que desenhassem os objetos envolvidos, nesse caso, o observador **O**, o planeta **P**, o satélite natural **S**, e a fonte de luz **F**.

Foram utilizadas as figuras geradas pelos discentes para que eles pudessem diferenciar as três configurações apresentadas na Figura 7. Isso permitiu que o aluno pudesse observar que as configurações são diferenciadas por questões associados aos referenciais adotados para o observador, tal como veremos na seção 9.

Essa constatação, referente à figura gerada, é relevante, tendo em vista o processo de generalização que ocorreu ao final da atividade, e como afirma Sforni,

Mais do que verificar se a resposta do aluno está certa ou errada, é preciso observar se, em sua explicitação verbal durante a realização das atividades, ele está caminhando em direção à abstração e à generalização do conteúdo ou se está preso à situação particular da atividade realizada. Nesse sentido, tal explicitação verbal pode se apresentar como um diagnóstico da eficácia do ensino sobre a Zona de Desenvolvimento Próximo. (SFORNI, 2015, p. 386)

A aula foi finalizada com uma revisitação rápida do material e das configurações que foram colocadas e também com a verificação do que havia sido estudado. As definições foram avaliadas a partir de relatórios escritos pelos próprios discentes e também por meio do envio das figuras que foram construídas por eles durante a prática.

O aluno deveria, com base no material produzido definir o que eram as três configurações, seja por meio de esquemas, seja por meio de linguagem verbal e em seguida desenvolver a aplicação a outros fenômenos, tais como a detecção de um exoplaneta pelo método de trânsito, fazendo uma comparação com os esquemas que foram construídos ao longo da aula.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto à representação gráfica das configurações que trabalhamos em aula, obtivemos êxito completo por parte dos alunos, todos conseguiram descrever de maneira gráfica as três que foram ensinadas e simuladas por eles. Foi possível também observar que os estudantes entenderam o papel do observador na proposta colocada. Isto ficou claro nos relatórios que foram enviados pelos discentes e considerados para a avaliação da aprendizagem.

A Figura 8 mostra-nos o formato final de uma das figuras que foram construídas pelos alunos, na qual foi adotado a nossa denominação para a fonte de luz, observador, planeta e satélite, como sendo F, O, P e S, respectivamente.

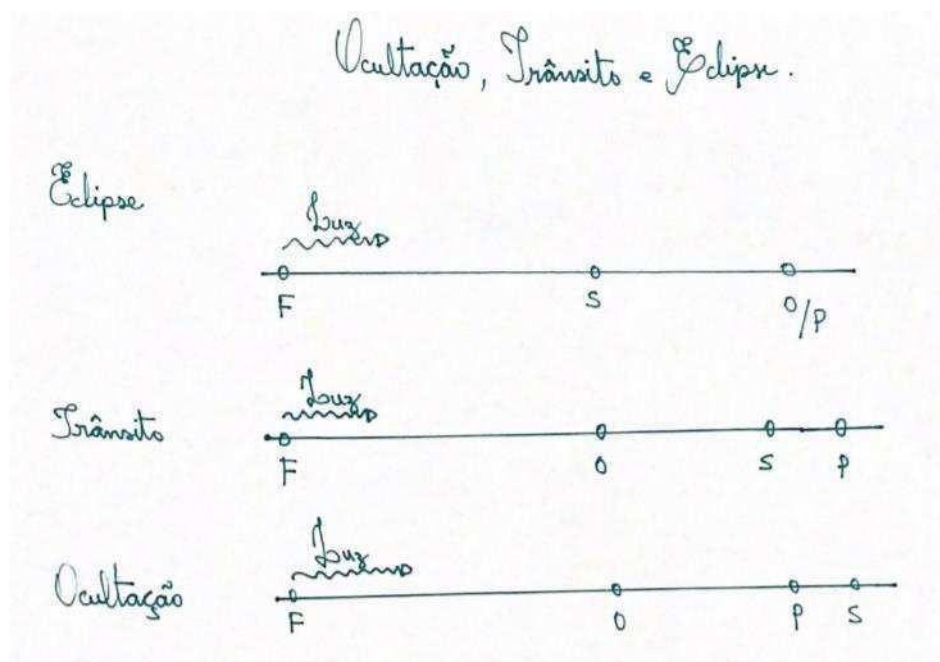


Figura 8: Desenho das três configurações que foram mostradas através da utilização do material didático, sendo adotado a denominação de F para a fonte de luz, O para o observador, P para o planeta e S para o satélite, como sendo F, O, P e S, respectivamente.

Foi possível observar que os alunos constatarem três aspectos de grande importância para os conceitos, estando estas relacionadas com os aspectos do posicionamento do observador. Assim, *no trânsito, se o observador ocupar o lugar do planeta teremos a mesma configuração que o eclipse; na ocultação, se tivermos o observador ocupando o lugar do satélite teremos a mesma configuração que o eclipse; se no eclipse tivermos o observador posicionado entre o foco e o satélite teremos a configuração do trânsito.*

As configurações ensinadas aos estudantes permitem que eles entendam as leituras científicas, comparando-as com situações já conhecidas, assim ao lerem um periódico que trata da detecção de exoplanetas pelo método de trânsito estes terão o entendimento de que o esquema será o mesmo que o de um eclipse, tal como podemos encontrar em Silva et al. (2020) que traz a definição de trânsito comparando-a com um eclipse.

Desta forma podemos concluir que a utilização de materiais didáticos para o ensino de Astronomia permite que seja possível a facilitação na visualização de fenômenos que estão muito distantes de serem observados de maneira direta em escolas, pois é impossível a utilização de um telescópio de grandes proporções ou ainda a existência de fenômenos tratados neste trabalho no momento da prática docente, ou seja, em qualquer hora ou estação do ano.

O experimento didático conduzido, mesmo no contexto de uma pandemia, possibilitou que fossem ensinados de maneira satisfatória os conceitos científicos de eclipse, trânsito e ocultação. A utilização do método da teoria histórico-cultural foi necessária para o desenvolvimento da prática, pois nela que pautamos as ações docentes e aplicamos o ensino de conceitos científicos necessária para o bom andamento da prática docente. O ensino de conceitos científicos, que foi abordado por Vigotski, formou a base dessa prática e tornou o resultado alcançado possível.

Sobre os conceitos referentes a trânsito, ocultação e eclipse a prática ocorreu de maneira satisfatória, permitindo a visualização e manuseio do material didático por parte dos alunos mesmo no contexto de pandemia, em que o distanciamento social impediu que práticas de laboratório ocorressem da forma como estávamos acostumados. A concretização dos procedimentos colocados pelo docente por meio de orientações remotas permitiu aos alunos a conclusão dos estudos referentes a esses três fenômenos que são conceituados de maneira diferentes, mas que em alguns casos possuem configurações semelhantes.

O Desenvolvimento de esquemas para o entendimento das três configurações analisadas foi o fator preponderante para compreensão e diferenciação dos conceitos ensinados pelo docente, servindo também de base para análise do que era proposto como fonte de dados para a elaboração de conclusões sobre o desenvolvimento da prática.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Robenil dos Santos; CERQUEIRA JÚNIOR, Welington; SILVA, Eider de Souza; Concepções de alunos da EJA sobre raios e fenômenos relacionados; Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 33, n. 2, p. 507- 526, ago. 2016.
- BASSALO, José Maria Filardo; A crônica da ótica clássica; Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 3, n. 3, p. 138-159, dez. 1987.
- BELL, Jim; El libro de la Astronomía: desde el inicio hasta el final del tiempo. 250 hitos en la historia del espacio y la astronomía; Librero b. v., Madrid, 2014, 527p.
- CATELLI, Francisco; GIOVANNINI, Odilon; Da SILVA, Fernando Siqueira; Um objeto-modelo didático do movimento aparente do sol em relação ao fundo das estrelas; Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 30, n. 1: p. 131-155, abr. 2013.
- DARROZ, Luiz Marcelo; Da ROSA, Cleci Teresinha Werner; Da ROSA, Álvaro Becker; As fases da Lua e os acontecimentos terrestres: a crença de diferentes níveis de instrução. Revista Latino- Americana de Educação em Astronomia. v. 16, p. 73, 2013.
- PÉREZ, Carlos Ariel Samúdio; Mapas conceituais como recurso didático na formação continuada de professores dos primeiros anos do ensino fundamental: um estudo sobre conceitos básicos de astronomia; Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, V. 6, n. 3, 2013.
- DAVIDOV, Vasili. Análisis de los principios didácticos de la escuela tradicional e posibles principios de enseñanza en el futuro próximo; In: DAVIDOV, Vasili.; SHUARE, Marta. (Org.) La psicología evolutiva y pedagógica em la URSS (Antología). Moscou: Progreso, 1987, p. 143 – 154.
- GAMA, Leandro Daros; HENRIQUE, Alexandre Bagdonas; Astronomia na sala de Aula: Por quê? Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia –RELEA, n.9, p. 7-15, 2010.
- HAWKING, Stephen; MLODINOW, Leonard; Uma nova história do tempo, Ediouro Publicações, 2005, 200p.
- LANGHI, Rodolfo. Aprendendo a ler o céu: pequeno guia prático para a astronomia observacional. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2016.
- LAPORTE, Rafael Sobrinho, Ole Roemer e a velocidade da luz: Explorando aspectos da natureza da ciência em uma proposta de ensino. 2017, 115 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.
- LIMA, Sorandra Corrêa de; NARDI, Roberto; Discursos de docentes dos anos iniciais do ensino fundamental sobre o tema de “estações do ano”, Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia -RELEA, n. 29, p. 51-72, 2020.
- LUNA, Sérgio Vasconcelos de; Planejamento de pesquisa: uma introdução, Editora EDUC 2º edição reimpressa, São Paulo – SP, 2011, 116p.
- OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira, Astronomia e Astrofísica, 4º Ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017. 614p.

OLIVEIRA, Nadine de; TENÓRIO, Alexandro Cardoso; MIRANDA, Antônio Carlos da Silva; Episódio da queda do meteorito serra de Magé numa abordagem do ensino de astronomia, Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia -RELEA, n. 30, p. 21-33, 2020.

PIRES, Antônio Sérgio Teixeira, Evolução das Ideias da Física, São Paulo, 2 ed: Editora Livraria da Física, 2011. 478p.

POLITO, Antony Marco Mota; SILVA FILHO, Olavo Leopoldino da; A filosofia da natureza dos pré-socráticos; Caderno Brasileiro de Ensino Física, v. 30, n. 2: p. 323-361, ago. 2013.

RIVAL, Michael; Os grandes experimentos científicos; Jorge Zahar Editora, 1997, 168p.

SANTOS, Antônio José de Jesus; VOELZKE, Marcos Rincon; ARAÚJO, Mauro Sergio Teixeira de; O projeto Eratóstenes: a reprodução de um experimento histórico como recurso para a inserção de conceitos da astronomia no ensino médio; Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 29, n. 3: p. 1137-1174, dez. 2012.

SFORNI, Marta Sueli de Faria; Interação entre didática e teoria histórico-cultural; Educação & Realidade, Porto Alegre, v. 40, n. 2, p. 375-397, abr./jun. 2015.

SFORNI, Marta Sueli de Faria; SERCONEK, Giselda Cecília; BELIERE, Cleder Mariano; Aprendizagem conceitual e organização do ensino: experimentos didáticos na educação básica, Curitiba, CRV, 2019

SILVA, José Carlos; ROBERTO JÚNIOR; Artur Justiniano; ALVES, João Carlos Pereira; Detecção do trânsito planetário de um exoplaneta com um telescópio de pequena abertura, Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 42, p. 1-7, 2020.

STRATHERN, Paul; Galileu Galilei e o Sistema Solar em 90 minutos; Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1999.

VIGOTSKY, Lev Semenovitch; A construção do pensamento e da linguagem; Tradução: Paulo Bezerra – 2 ed. São Paulo – SP, Editora WMF Martins Fontes, 2009.

Capítulo 3



10.37423/230908203

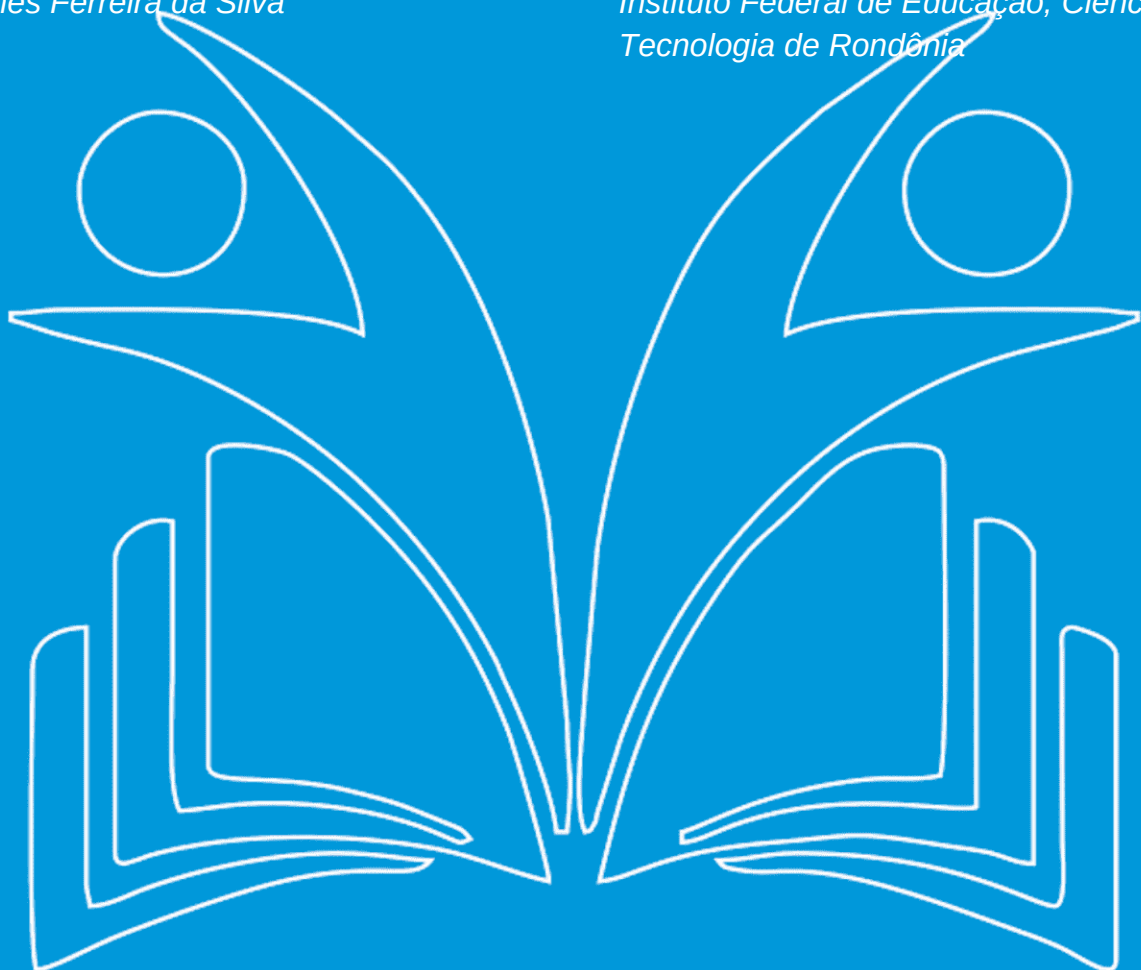
PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE CONFIGURAÇÕES PLANETÁRIAS EM SALA DE AULA

Hualan Patrício Pacheco

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Laffert Gomes Ferreira da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia



INTRODUÇÃO

A prática da Astronomia tem papel importante na formação humana desde os primórdios das civilizações e dos indivíduos, podemos encontrar em diversas bibliografias que a motivação desta Ciência pousava na determinação das estações do ano e no período para o plantio e colheita, na medida da duração de ciclos lunares e solares e outros aspectos de igual importância sociocultural (RENNER, 2018).

Para Fares et al. (2004) a concepção das constelações é diretamente influenciada pela vivência cultural de cada região, sendo subjetiva e reveladora do conjunto de valores e crenças de uma sociedade.

As constelações, por exemplo, demonstram o quanto a subjetividade do olhar influenciado pelo contexto cultural é preponderante para a formação das estruturas sociais responsáveis pela elaboração e sistematização das diversas formas de conhecimentos que irão nortear a vida dos sujeitos sociais de uma dada sociedade. Quando as pessoas olham para o céu e criam símbolos para resolver seus problemas cotidianos, ocorre aí a exteriorização de todo um universo cultural e imaginário. Portanto, as constelações, para quem as criou e para os povos que delas faziam uso, podem ser entendidas não só como um agrupamento de estrelas, mas como a representação simbólica de um conjunto de valores, crenças e costumes próprios de cada sociedade (FARES et al., 2004, p. 78).

Ainda no embate de questões socioculturais ligadas as concepções iniciais da Astronomia somos remetidos ao guia escrito por Langhi (2016, p. 21) que traz constelações que foram nomeadas pelos indígenas brasileiros e que serviam para perpetuação da cultura e definição de estações anuais, dentre as quais podemos destacar a do Cervo (outono), da Ema (inverno), da Anta (primavera) e a do Homem Velho (verão), sendo esta última composta por partes das constelações de Touro e Órion que foram nomeadas com base em lendas de civilizações e culturas antigas.

Nos dias atuais a delimitação das estações através da visualização das constelações no céu torna-se trabalho puramente desnecessário do ponto de vista social e tecnológico, já que é grande o número de dispositivos que permitem o acesso a estas informações. No entanto é visto que a motivação/aplicação da Astronomia na sociedade atual vai além das definições cíclicas, climáticas e temporais. Servindo-se do conhecimento produzido por diversas Ciências podemos observar nesta a possibilidade de verificação da aplicação de Leis Matemáticas, Físicas e Químicas, bem como da aplicação de convenções geográficas e conhecimentos sócio-históricos.

De acordo com os parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+) os conceitos relacionados à Astronomia estão aglutinados naqueles definidos como *Ciências da Natureza*,

Matemática e Suas Tecnologias, sendo, portanto pulverizados em várias disciplinas com o intuito de mostrar a vasta gama de transversalidade desta disciplina.

No âmbito da Física os PCN+ trazem a Astronomia referindo-a na unidade temática “Universo, Terra e vida”, sendo ressaltada a necessidade de compreensão das “[...] interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, **para explicar aspectos do movimento do sistema planetário**, cometas, naves e satélites. (BRASIL, 2012, p. 80, grifo nosso). Somos então remetidos aos tópicos mais comuns de Leis de Gravitação Universal e de Kepler que classicamente já pertenciam aos tópicos desta disciplina curricular praticados em sala de aula.

Propostas didáticas para a abordagem das Leis de Kepler em sala de aula ressaltam a formação de um pensamento científico e crítico, bem como o conhecimento da aplicação de certos princípios da Física e de outras disciplinas. A análise de dados astronômicos obtidos de maneira experimental, bem como a aplicação de conceitos abordados em geometria podem permitir com que seja reforçada a formação de futuros cientistas, bem como o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa (GARMS; CALDAS, 2018).

As propostas didáticas para a abordagem das órbitas de planetas dadas pelas Leis de Kepler são inúmeras e de grande valor didático, tais como em (DUTRA; GOULART, 2014; MORGADO; SOARES, 2015), no entanto em termos literários pouco tem sido trazido sobre propostas educacionais para o ensino das configurações planetárias. Alguns compêndios são de grande ajuda na verificação e estudo destas posições relativas entre Sol, Terra e outros planetas, mas sempre trazem resumos limitados destas configurações e, em muitos casos, nenhuma prática didática no sentido esclarecedor do tema.

Em pesquisas sobre o tema somos levados ao trabalho recente de Lima Filho *et al.* (2016) que trata especificamente do movimento retrógrado de planetas e que é inspirador no sentido de permitir com que novas propostas sejam adequadas ao modelo sugerido. A utilização de modelos representacionais (no sentido abstrato da palavra) é comum na ciência e podem constituir uma *prototeoria* que permite com que sejam explicados certos fenômenos e também com que previsões futuras sejam verificadas.

Temos ainda os modelos representacionais concretos ou físicos e que são definidas de forma direta. Neste aspecto podemos ressaltar Bezerra (2011), que traz uma definição simples destes termos.

Os modelos concretos ou físicos, que procuram reproduzir em um suporte material algo da configuração geométrica e das proporções do objeto original (por exemplo, uma esfera armilar, um planetário, um protótipo em escala para ensaios em túnel de vento, uma maquete arquitetônica) (BEZERRA, 2011, p. 587).

A proposta abordada neste trabalho é baseada na definição de modelos representacionais concretos, no entanto temos aqueles que são ditos simbólicos, definidos através de figuras como a que é mostrada em Dutra e Goulart (2014), onde é dada uma representação gráfica destas configurações planetárias. A necessidade de tornar significativa a experiência do estudo deste tema através de um material potencialmente significativo é evidente e necessária e neste sentido observamos a potencialidade de um material que seja potencialmente significativo, tal como assevera Moreira (2011).

É no curso da aprendizagem significativa que o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o sujeito. [...] a aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento (MOREIRA, 2011, p. 26).

Com base nestes argumentos é que fomos levados ao desenvolvimento de um modelo representacional concreto, uma atividade lúdica, que tem como objetivo a abordagem das configurações planetárias superiores e inferiores, com vista no desenvolvimento das ideias de Quadraturas Ocidental e Oriental, Conjunção, Oposição e Máxima Aproximação, bem como a verificação das diferenças entre as duas últimas na adoção de uma órbita circular ou elíptica proposta por Kepler.

AS CONFIGURAÇÕES PLANETÁRIAS: UMA ABORDAGEM PRELIMINAR.

Podem se classificar os planetas conforme a abordagem que esteja sendo dada ao entendimento do Sistema Solar. Do ponto de vista da composição química podemos colocar em cena duas classificações possíveis: Rochosos (Telúricos) ou Gasosos (Jovianos).

Os quatro primeiros planetas em ordem de distância a partir do Sol são tidos como Rochosos, desta maneira Mercúrio, Vênus, Terra e Marte, tem em sua composição materiais quimicamente mais pesados, ao passo que os planetas a partir da órbita de Marte têm sua característica predominantemente gasosa, sendo assim Júpiter, Saturno, Urano e Netuno são planetas que estão na classe dos Gasosos.

Estas características as vezes permitem denominações tais como, Planetas Gigantes Gasosos ou Planetas Rochosos e neste aspecto convém ressaltar que aspectos referentes à composição dos planetas são importantes para o estudo das suas formações e do Sistema Solar de maneira geral, tal como ressalta Sparrow (2018, p. 21).

Para os propósitos geométricos, tais como o movimento retrógrado dos planetas ou a máxima elongação cabe distingui-los com relação ao raio da órbita ou sua posição no Sistema Solar a partir do Planeta Terra e do Sol. A esta característica ressaltam-se duas classificações: os Planetas Superiores e Inferiores.

Nas palavras de Oliveira Filho e Saraiva (2017) os planetas inferiores podem ser definidos como:

Planetas Inferiores: Mercúrio e Vênus. Têm órbitas menores do que a órbita da Terra. Os dois planetas estão sempre próximos do Sol. [...] Por essa razão, eles só são visíveis ao anoitecer, logo após o pôr-do-sol (astro vespertino), ou ao amanhecer, logo antes do nascer do Sol (astro matutino) (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2017, p. 56).

Para Mercúrio e Vênus é observada a possibilidade de trânsito destes planetas pela linha de visada do Sol para um observador na Terra. Para Vênus observamos, de acordo com Santos e Amorim (2017), que o trânsito planetário ocorre apenas quatro vezes em 243 anos, tendo em vista a diferença de $3,4^\circ$ com relação aos planos das órbitas da Terra e deste ao redor do Sol. O trânsito, eclipse ou ocultação são essencialmente o mesmo fenômeno astronômico (interposição de um astro sobre outro para um dado observador) e permitem com que dados importantes sejam extraídos, tendo sido utilizado largamente na detecção de exoplanetas nos últimos anos.

Sobre as configurações planetárias podemos distinguir três possíveis pontos de relevância para os planetas inferiores com relação a um observador na Terra.

Máxima Elongação: É a maior distância angular entre o planeta inferior e o Sol. Esta configuração pode ainda ser classificada em Máxima Elongação Ocidental e Oriental, na primeira o planeta é visto ao amanhecer, portanto está a oeste do Sol, enquanto que na segunda é visto ao anoitecer estando à leste do Sol.

Conjunção Inferior: O planeta inferior está na mesma linha de visada do Sol, não necessariamente ocorrendo o trânsito planetário. Neste momento o corpo celeste está mais próximo da Terra do que da nossa estrela, mas a sua visualização é dificultada.

Conjunção Superior: Novamente o planeta inferior está na mesma direção do Sol, porém agora mais distante da Terra do que o Sol, a ocultação do planeta pelo Sol pode ocorrer nestes momentos, mas a visualização deste fenômeno é impossibilitada.

A configuração restante trata dos planetas superiores, e neste aspecto a definição de Oliveira Filho e Saraiva (2017), nos informa:

Planetas Superiores: Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e Plutão. Tem órbitas maiores do que a da Terra. Podem estar a qualquer distância angular do Sol, podendo ser observados no meio da noite (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2017, p. 57).

Também é possível distinguir três configurações planetárias possíveis, sendo algumas delas distintas às que foram apresentadas para os Planetas Inferiores, são elas:

Conjunção: O planeta superior está na mesma direção do Sol e mais próximo dele do que da Terra, portanto ocupa o céu somente no período diurno, neste momento o astro nasce e tem ocaço aproximadamente no mesmo instante em que a nossa estrela.

Oposição: O planeta superior está na direção contrária ao Sol e está mais próximo do Planeta Terra. Aparece durante todo o período noturno, ou seja, o corpo celeste habita o céu visível somente no período noturno.

Quadratura: O planeta superior está a leste (oriente) ou oeste (ocidente) do Sol, sendo no primeiro caso a chamada Quadratura Oriental enquanto no segundo temos a Quadratura Ocidental. Observa-se que na Quadratura Oriental o planeta estará próximo ao Zênite quando o Sol estiver se pondo e inversamente (próximo ao zênite quando o Sol estiver nascendo) no momento da quadratura ocidental.

Vemos que a posição ocupada pelos planetas no firmamento é o aspecto que permite com que as configurações planetárias sejam nomeadas e distinguidas. Esta diferenciação é particularmente importante no trato das quadraturas, tal como foi mencionado na definição do parágrafo anterior em que distinguimos quadratura oriental de quadratura ocidental.

Observa-se que a Conjunção e a Conjunção Superior são configurações análogas, tendo em vista que próximo deste ponto o planeta superior/inferior está mais distante da Terra do que do Sol e sua visualização no céu é dificultada. Próximo da oposição temos os pontos de melhor observação planetária o que muitas vezes é confundido com a máxima aproximação do planeta com relação à Terra. Algumas destas configurações planetárias serão exploradas na proposta didática desenvolvida, é através do estudo destas práticas que podemos despertar o espírito crítico e científico no âmbito da Astronomia e outras ciências de igual valor.

A PROPOSTA DIDÁTICA

MATERIAIS UTILIZADOS

No decorrer da prática didática que sugerimos a presença de alguns materiais que são utilizados com bastante frequência, todos sendo de fácil acesso e baixo custo aos docentes que se proporem à reprodução da proposta para o ensino dos conceitos de configurações planetárias. Uma listagem geral será apresentada a seguir, no entanto para cada configuração alguns dos materiais não serão utilizados.

1. Isopor (15mm);
2. Alfinetes com cabeça;
3. Alfinetes sem cabeça (n° 29);
4. Sulfite/Papel Milimetrado;
5. Régua;
6. Linha;
7. Lápis;
8. Estilete;
9. Bolinhas de isopor (25mm);
10. Transferidor;
11. Compasso (opcional).

Separamos a apresentação das práticas indo desde as configurações dos planetas inferiores aos planetas superiores, desta maneira percorreremos um caminho de entendimento que vai desde a elongação máxima até aos aspectos relacionados à oposição e máxima aproximação.

DESENHANDO CÍRCULOS E ELIPSES: O MÉTODO DO JARDINEIRO.

As órbitas reais de planetas do nosso Sistema Solar são elipses com baixa excentricidade, ou seja, pouco achatamento. Caso este parâmetro para a órbita terrestre fosse muito maior do que é veríamos facilmente o Sol com progressiva(o) diminuição (aumento) do tamanho *do disco solar* aparente ao nos afastarmos do periélio e nos aproximarmos do afélio (ao nos afastarmos do afélio e nos aproximarmos

do periélio), no entanto esta característica passa despercebida pelos olhos humanos desarmados de instrumentos de medida.

Formas de medir a excentricidade da órbita terrestre são apresentadas por Almeida (2013), que obteve o resultado de 0,0179, próximo do valor atualmente determinado, de 0,0167. É comum utilizarmos valores muito grandes de excentricidade para representar esquematicamente órbitas planetárias, no entanto dentre todos os planetas aquele que apresenta maior excentricidade é Mercúrio com 0,2 de excentricidade.

Para desenhar as órbitas somos levados ao *método do jardineiro* descrito em Canalle (1994) e Canalle (2003) que ressalta as diferenças entre órbitas reais e representativas dos planetas do Sistema Solar. Este método faz o uso de dois pontos fixos (estacas, alfinetes ou outros), que são geometricamente os focos da elipse, ali são amarrados fios que indicarão a distância do objeto marcante da trajetória (hastes, canetas e outros).

Podemos proceder o desenho das figuras geométricas que comporão as representações de órbitas dos planetas com a fixação do papel sulfite ao isopor através dos alfinetes com cabeça. Separe dois pontos equidistantes do centro da folha, que deve ser marcado previamente através de dobraduras. Estes dois pontos, que se situam sobre o eixo maior da folha, serão os focos da elipse. Após isso a construção de uma elipse deve ser feita mantendo o lápis sempre no mesmo ângulo com relação ao plano do papel e mantendo o fio, que fora fixado aos alfinetes, esticado. O Estilete (Item 8) pode ser usado para criar uma cavidade no lápis próximo de sua ponta permitindo com que a linha utilizada se mantivesse firme próxima à ponta.

Utilizamos o método também para a construção de círculos, o que pode permitir a substituição do compasso e baratear ainda mais a proposta didática. Na Figura 1 mostramos o que foi descrito acima, bem como uma destas figuras geométricas concluídas.

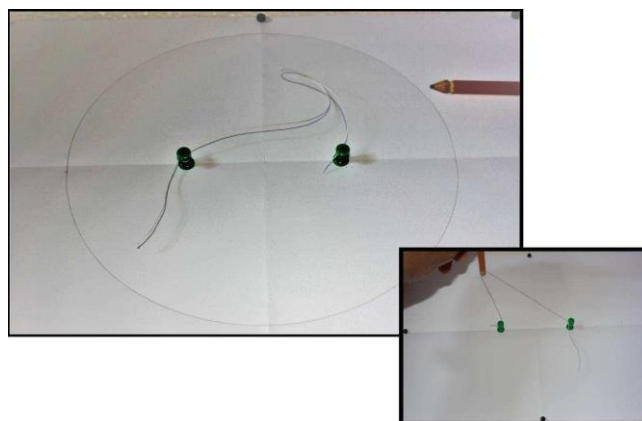


Figura 1 - Método de construção de elipses através do método do jardineiro, os focos são alfinetes com cabeça, que permitem com que a linha seja amarrada e posicionada na cavidade do lápis. Após isto a inscrição da elipse deve ser realizada com o lápis sempre no mesmo ângulo com relação ao plano do papel.

MEDIDA DO ÂNGULO DE MÁXIMA ELONGAÇÃO DE ACORDO COM UMA APROXIMAÇÃO CIRCULAR

A máxima elongação é uma definição que é aplicável aos planetas inferiores, sendo dada como a separação angular máxima do planeta com relação ao Sol visto a partir da Terra, tal como verificamos anteriormente. Para a realização desta atividade serão necessários os itens que aparecem na Figura 2.

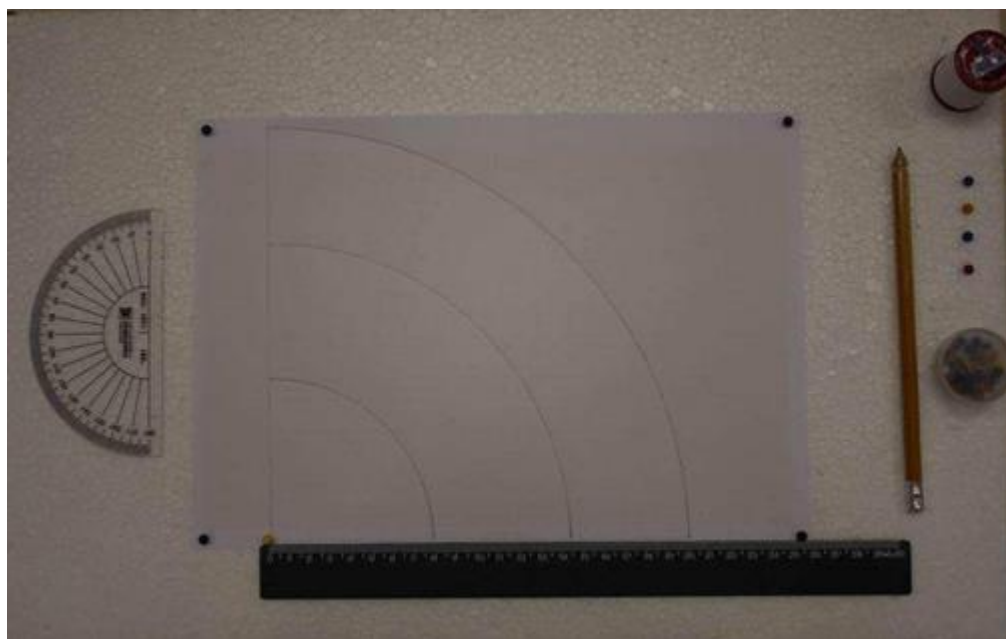


Figura 2 - Materiais utilizados na proposta didática: Isopor (item 1), Alfinetes com cabeça (item 2), Papel Milimetrado (item 4) Régua (item 5), Linha (item 6), Lápis (item 7), Transferidor (item 10).

Na Figura 2 foram desenhadas três das órbitas circulares que permitem com que possamos representar, de maneira aproximada, as órbitas reais dos planetas. Estas podem ser construídas utilizando o método do jardineiro ou um compasso simples, sendo duas dos planetas inferiores e uma referente a Terra que tem proporção de 1UA (Unidade Astronômica) para 20cm, desta maneira, de acordo com Oliveira Filho e Saraiva (2017, p. 57) as órbitas de Mercúrio, Vênus e Terra terão respectivamente 7,8cm, 14,4cm e 20,0cm aproximadamente e estes valores são tomados de acordo com a distância média do planeta ao redor do Sol.

Inicialmente a órbita de Vênus será marcada entre os ângulos de 0° até 90° sempre com intervalos de 10° , o Planeta Terra será fixado na linha de 0° (ou 90°) de onde partirão linhas até as marcações feitas sobre a órbita venusiana. Ao fazermos isso observaremos que todas as retas tocarão em dois pontos da órbita (aquelas referentes as marcações menores que 45° , caso sejam prolongadas, também tocarão em dois pontos da órbita de Vênus) não sendo portanto tangentes a trajetória circular descrita.

A partir disto observaremos que a linha que maximiza a elongação, é aquela que é tangente a órbita do planeta em questão. A Figura 3 ilustra o que foi colocado até então (Vênus é denotado pelo alfinete vermelho), onde, para melhor visualizarmos os argumentos descritos acima, não apresentamos a órbita de Mercúrio que seria mais interna.

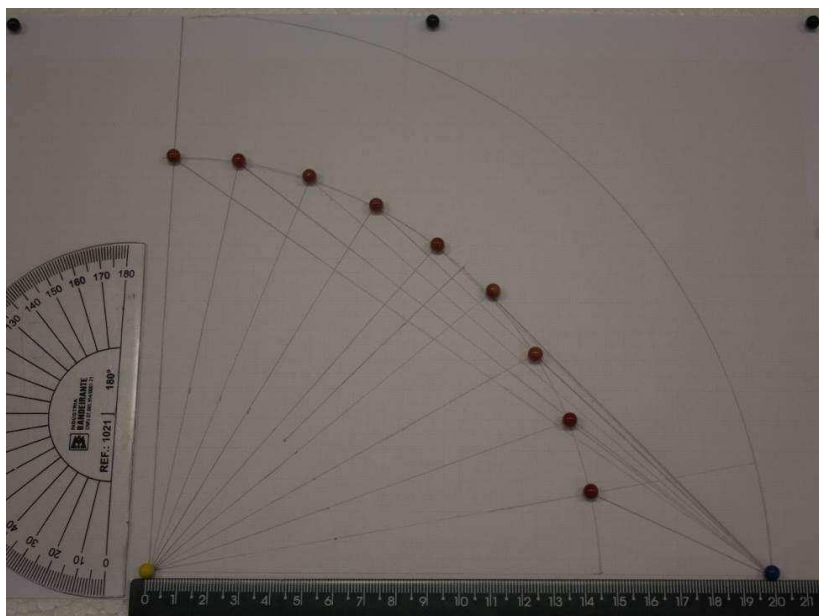


Figura 3 - Marcação de ângulos referentes a órbita de Vênus e retas partindo da órbita terrestre, totalizando nove retas, permitindo perceber que a reta tangente a órbita é aquela que maximiza o ângulo de elongação do planeta a partir da órbita terrestre.

Com base nos argumentos de Muniz Neto (2013, p. 105) e através de uma transposição para o problema aqui abordado, o raio da órbita do planeta inferior é perpendicular à reta tangente que passa pela circunferência descrita por ele ao redor do Sol, tal como podemos ver na linguagem do autor:

Dizemos que um círculo **A** e uma reta **r** são tangentes ou, ainda, que a reta **r** é tangente ao círculo **A**, se **r** e **A** tiverem exatamente um mesmo ponto **P** em comum. Nesse caso, **P** é denominado o **ponto de tangência**. [...] Proposição: Sejam **A** um círculo de centro **O** e **P** um ponto de **A**. Se **t** é a reta que passa por **P** e é perpendicular a **OP**, então **t** é tangente a **A** (MUNIZ NETO, 2013, p. 105).

Assim observamos a formação de um triângulo retângulo durante a máxima elongação, em que a distância do planeta inferior ao Sol é o cateto oposto e a distância do Planeta Terra ao Sol é a hipotenusa. Calcular ângulos nesses triângulos é assunto simples e fácil, sendo encontrados os valores através de uma calculadora que esteja habilitada para o tratamento destas grandezas.

Para a aproximação com órbitas circulares, tendo em vista que utilizamos os valores do semieixo médio para as órbitas dos três planetas envolvidos, obtivemos resultados que se aproximaram da média das máximas e mínimas elongações. Estes valores podem ser calculados de acordo com os dados que são mostrados na Tabela 1 para as distâncias dos respectivos planetas com relação ao Sol. No entanto, para casos reais em que os planetas descrevem órbitas elípticas ao redor do sol, teríamos valores que flutuariam em torno da média. No limite, a Terra se encontraria no periélio enquanto o planeta inferior estaria no afélio, dando assim um ângulo máximo da máxima elongação (para o caso oposto teríamos um ângulo mínimo para a máxima elongação).

Tabela 1 - Distâncias Máximas, médias e Mínimas dos planetas com relação ao Sol.

Planeta	Distância Mínima (UA)	Distância Máxima (UA)	Distância Média (UA)
Mercúrio	0,3075	0,4667	0,3871
Vênus	0,7184	0,7282	0,7233
Terra	0,9833	1,0176	1,0000

Com os dados da Tabela 1 podemos obter os intervalos referentes às máximas elongações de Mercúrio, sendo $17,6^\circ$ (arco seno da razão entre a distância mínima de Mercúrio e a distância máxima da Terra ao Sol) e $28,3^\circ$ (arco seno da razão entre a distância máxima de Mercúrio e a distância mínima da Terra ao Sol) e também para Vênus, nos dando $44,9^\circ$ (arco seno da razão entre a distância mínima de Vênus e a distância máxima da Terra ao Sol) e $47,8^\circ$ (arco seno da razão entre a distância máxima de Vênus e a distância mínima da Terra ao Sol).

Com a utilização desta atividade e da concordância dos dados obtidos através dela com as elongações reais apresentadas nas bibliografias consultadas, observa-se que o docente pode extrapolar a ideia e verificar a possibilidade de calcular a máxima elongação da Terra para um suposto morador do Planeta Marte, já que de acordo com a perspectiva marciana o Planeta Terra é um planeta inferior. A atividade pode ainda explorar as definições de Máxima Elongação Oriental e Ocidental, introduzindo os mesmos artifícios que serão colocados adiante quando tratarmos de Quadratura Oriental e Ocidental.

Na Figura 4 observa-se a inclusão do Planeta Mercúrio (alfinete alaranjado) que não foi incluído na Figura 3, bem como as medidas realizadas através do transferidor, bem como o Planeta Vênus e todas as retas traçadas.

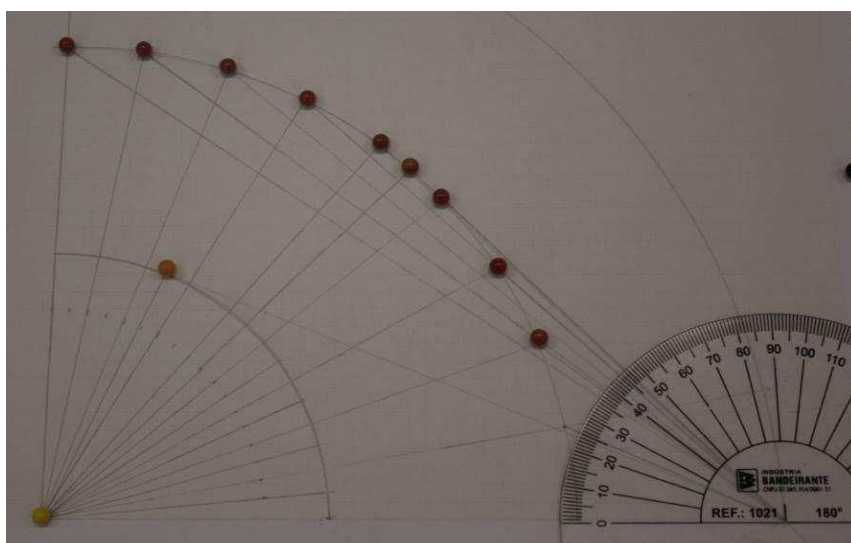


Figura 4 - Sol (bolinha amarela), Mercúrio (bolinha laranja) e Vênus (bolinha vermelha) – A primeira medida resultando em 23,5° de Máxima Elongação (para Mercúrio) e a segunda medida através do mesmo transferidor resultando em 46° aproximadamente (para Vênus).

Este resultado já era conhecido na época de Nicolau Copérnico (1473 - 1543), e servia para descrever a órbita dos planetas internos através de proporções com relação a órbita da Terra. Podemos encontrar argumentações precisas sobre o tema em Pires (2011, p. 88) e Nussenzveig (2002, p.191).

Os planetas internos nunca serão observados muito afastados do Sol, permanecendo sempre dentro de um ângulo máximo θ da linha que vai da Terra ao Sol, onde θ é da ordem de 22,5° para Mercúrio e de 46° para Vênus (NUSSENZVEIG, 2002, p.191).

Novamente observamos a concordância dos dados obtidos na proposta didática com os valores reais que foram calculados historicamente. Permitindo com que o discente estabeleça as bases para a inclusão do espírito científico da época dos primeiros astrofísicos e astrônomos modernos.

CONJUNÇÃO, OPOSIÇÃO E QUADRATURA: O POSICIONAMENTO NO MODELO BIDIMENSIONAL

A apresentação das configurações, de Conjunção, Oposição e Quadratura, pode ser feita em uma única atividade com o intuito de realizar a diferenciação entre as quatro formas de posicionamento do planeta em relação ao Sol no céu. Aqui incluímos a diferenciação entre Quadratura Oriental e Ocidental que devem ser trazidas ao discente de maneira detalhada.

A Conjunção é tida como o ponto em que o planeta fica mais próximo do Sol do que da Terra, sendo esta a principal característica que deve ser ressaltada no decorrer da proposta que apresentamos, quando aplicada em sala de aula. O discente pode realizar a medida comparativa desta configuração planetária com aquela referente a oposição em que as aproximações se invertem. A Figura 5 mostra o resultado do modelo representativo e algumas nuances que foram comentadas anteriormente.

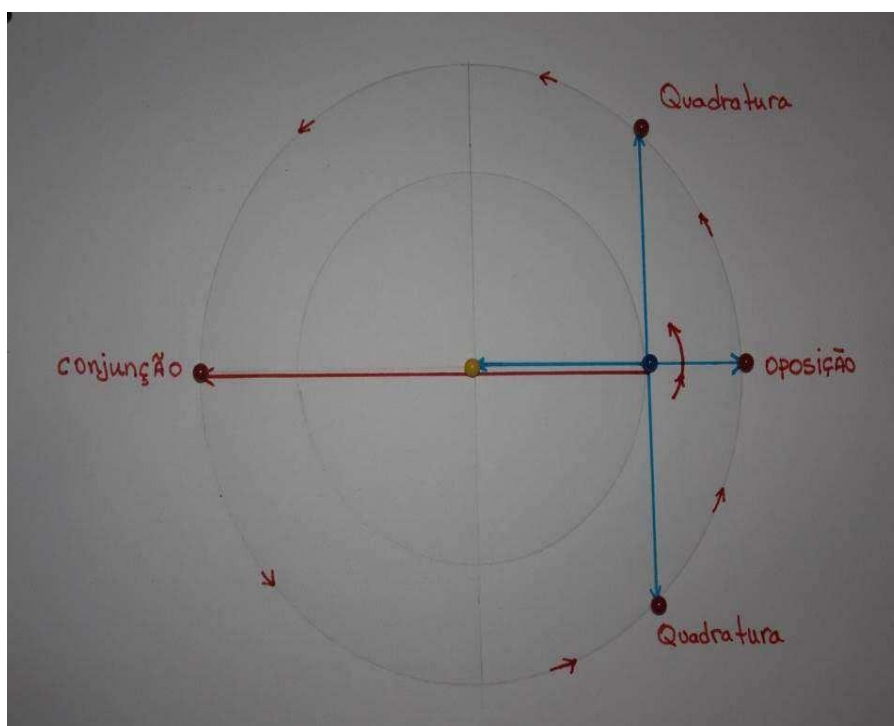


Figura 5 - Configurações planetárias de Conjunção, Oposição e Quadratura Ocidental e Oriental para órbitas circulares.

O modelo que foi mostrado destaca o fato de terem sido inscritas órbitas circulares que são meras aproximações das elípticas. Estas definições das trajetórias planetárias ao redor do Sol em formato de Elipse podem ser exploradas de forma a tornar o aluno familiarizado com os conceitos de configurações planetárias, em especial ao confronto da Oposição com a máxima aproximação.

Em alguns momentos podemos observar uma certa confusão por parte dos discentes no entendimento e diferenciação do conceito de máxima aproximação e oposição, é possível verificar

alunos que no decorrer das atividades de construção das configurações planetárias observe que o ponto em que o planeta se aproxime mais da Terra é exatamente no momento da Oposição.

Para órbitas desenhadas em formato circular, caso assim o fossem, o dia da oposição seria exatamente o dia da máxima aproximação entre os dois planetas que estejam nesta configuração. No entanto, como já vimos, as órbitas são elípticas e mais complexas do que são mostradas nos livros de ensino médio de nossas escolas, não estando no mesmo plano e defasadas (afélio e periélio não estão no mesmo eixo).

No ano de 2018 a oposição entre Marte e Terra ocorreu no dia 26 de julho (LANGHI, 2016, p. 50) enquanto a máxima aproximação ocorreu no dia 31 do mesmo mês (NASA, 2018). Os 56,7 milhões de quilômetros que separavam os dois planetas nesta ocasião não ocorreram no mesmo dia.

Isto deve ser ressaltado pelo docente no ato da realização da atividade para que seja desmistificada/desvinculada as ideias de Oposição e Máxima Aproximação.

A Figura 6 mostra o resultado que foi obtido ao realizarmos a inscrição das elipses com excentricidades exageradas, tendo em vista que a colocada aqui é muito maior que as que se apresentam na realidade do nosso sistema planetário.

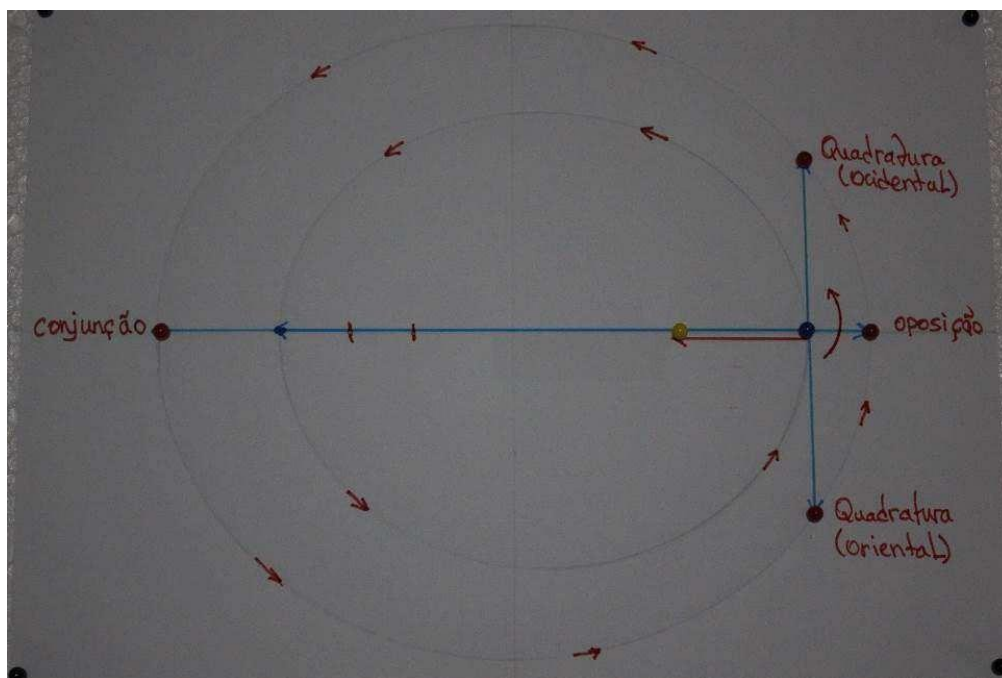


Figura 6 - Visualização das configurações planetárias através de órbitas elípticas exageradas, sendo conjunção, Oposição e Quadratura Ocidental e Oriental.

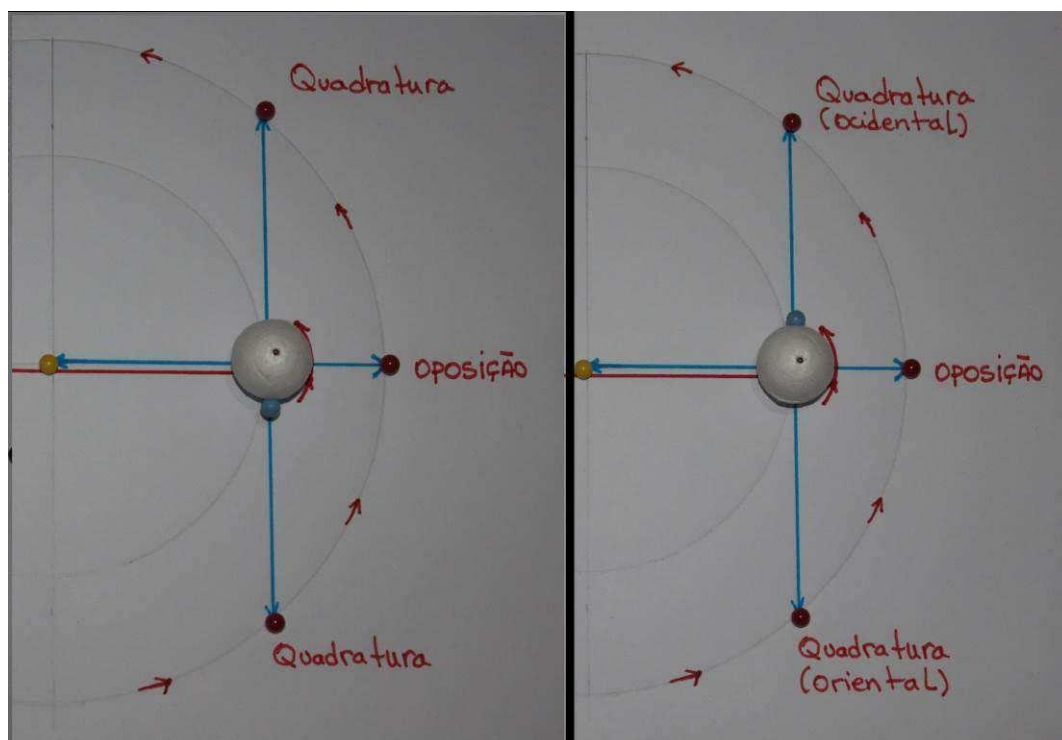


Figura 7 - Representação do observador e do sentido de rotação e translação do planeta Terra, com o intuito de definir e diferenciar as duas Quadraturas possíveis.

Observamos a medida das distâncias (através do comprimento da seta) entre o alfinete que representa o planeta em conjunção/oposição (alfinete vermelho) e o alfinete que representa o Sol, bem como a medida do elemento representativo com relação ao da Terra no ponto de oposição. Neste sentido é possível ao aluno verificar a afirmação de definição das distâncias tratadas nos livros didáticos, o que pode tornar a atividade mais significativa para o aprendizado.

Ao incrementarmos em qualquer um dos sistemas que foram mostrados nas Figura 5 e Figura 6 o sentido de translação e rotação da Terra podemos simular e aplicar o conceito para definir qual das duas quadraturas são representativas da ocidental ou oriental que foram definidas anteriormente. Para isto é necessária uma pequena bolinha de isopor que deverá ser espetada com Alfinete sem cabeça (item 03) e, perpendicularmente, por um alfinete com cabeça, com o intuito de marcar o ponto que representa o observador do ocaso ou nascer do Sol e o ponto que deverá ser o zênite na bolinha de isopor. A Figura 7 nos mostra o resultado obtido para o que foi descrito.

Ao fixarmos a bolinha no ponto do alfinete que representava o planeta Terra e fazermos a rotação no mesmo sentido desta poderemos observar em qual das posições o planeta está na mesma linha do alfinete com cabeça que foi fincado na bolinha enquanto o Sol nasce definindo assim a quadratura oriental. Em seguida a definição da quadratura Ocidental é automática devendo o discente apenas

continuar a rotação da bolinha de isopor e a verificação do nascer do Sol enquanto o planeta está na região próxima ao zênite.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por força de legislação observamos que os conteúdos de Astronomia têm sido pulverizados em todas as linhas de conhecimento escolar, indo desde a Física e Matemática até aos aspectos humanísticos de formação da sociedade e da humanidade de maneira geral. O que parecia ser uma grande perda tem se tornado a fortaleza desta disciplina, já que, tendo uma abrangência tão grande é de se esperar que os mais variados gostos se atraiam para o seu estudo. Desta forma as atividades como a proposta aqui tem o intuito de fazer com que o discente de ensino básico, ou de cursos de formação de professores, visualizem mais facilmente os conteúdos tratados pela ciência dos astros.

O facilitador deve ser potencialmente significativo, no sentido de permitir a construção, no aspecto cognitivo, bem como a consolidação do conhecimento de acordo com o subsunçor existente no educando. Quanto a configuração de máxima elongação é de salutar a sua precisão com relação à média desta grandeza quando tomamos proporções dos raios das órbitas. A concordância numérica na atividade proposta pode ser explorada através de resoluções computacionais, que embora não tenham sido foco central do trabalho, ficam previamente determinadas pela conclusão obtida através da maximização do ângulo de máxima elongação através da reta tangente.

A colocação de todas as configurações planetárias na mesma maquete permitiu com que pudéssemos comparar as configurações de planetas no sistema solar e a obtenção de aspectos qualitativos que são tão marcantes nesse estudo, tais como a angulação entre o vetor que parte da terra em direção ao Sol e ao planeta em análise.

Por fim a verificação das definições de máxima aproximação e oposição podem permitir ao discente a verificação de aspectos importantes destas configurações, o confronto através de notícias e de medidas nas órbitas circulares e elípticas mostram, que, ambos, não são conceitos necessariamente iguais, cabendo assim uma diferenciação entre estes dois tópicos.

Aspectos didáticos não foram explorados, no entanto a utilização de todos os modelos apresentados como experimento de cátedra, divergente ou tradicional pode ser bem recebida desde que sejam preparados modelos em grande escala ou roteiros para as práticas dos discentes.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. Um método simples e intuitivo para determinar a excentricidade da órbita da Terra, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 30, n. 1, p. 165-176, 2013.
- BEZERRA, V. A. Estruturas conceituais e estratégias de investigação: modelos representacionais e instanciais, analogias e correspondência. Scientiae Studia, n. 3, v. 9, 2011.
- BRASIL. Ministério da Educação. Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2012.
- CANALLE, J. B. G. O Problema do Ensino da Órbita da Terra, Física na Escola, v. 4, n. 2, 2003.
- CANALLE, J. B. G. O Sistema Solar numa representação teatral. Caderno Catarinense de ensino de Física, v. 11, n. 1, p. 27-32, 1994.
- DUTRA, C. M.; GOULART, A. R. Determinando a forma da órbita de Marte no ensino médio, Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, n. 18, p. 11-25, 2014.
- FARES, E. A.; MARTINS, K. P.; ARAÚJO, L. M.; SAUMA FILHO, M. O Universos das sociedades numa perspectiva relativa: Exercícios de Etnoastronomia, Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, n. 1, p. 77-85, 2004.
- GARMS, M. A.; CALDAS, I. L. Síntese das Leis de Kepler. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 40, n. 2, 2018.
- LANGHI, R. Aprendendo a ler o céu: pequeno guia prático para a astronomia observacional. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2016.
- LIMA FILHO, J. B.; et al. Construção de uma maquete de sistema planetário como atividade auxiliar ao ensino de astronomia nos cursos de física. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 39, n. 3, 2017.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente. Aprendizagem Significativa em Revista, v. 1, n. 3, p. 25-46, 2011.
- MORGADO, B. E.; SOARES, V. Construção geométrica da órbita de Marte pelo método de Kepler. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 37, n. 1, 2015.
- MUNIZ NETO, A. C. Tópicos de Matemática Elementar: Geometria Euclidiana Plana. 2. ed. Rio de Janeiro: SBM, 2013.
- NASA - National Aeronautics and Space Administration (NASA). Mars close approach to Earth: July 31, 2018.
- NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica. 4. ed. São Paulo : Edgard Blücher, 2002. v. 1.
- OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. Astronomia e Astrofísica. 4. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

PIRES, A. S. T. *Evolução das Ideias da Física*. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

RENNER, G. L. P. Construção de uma maquete tridimensional fosforescente da constelação de Órion: uma proposta didática para o ensino de Astronomia. *Revista Latino-americana de Educação em Astronomia*, n. 25, p. 39-49, 2018.

SANTOS, W. C.; AMORIM, R. G. G. Descobertas de exoplanetas pelo método do trânsito. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 39, n. 2, 2017.

SPARROW, G. *50 ideias de Astronomia que você precisa conhecer*. São Paulo: Planeta, 2018.

Capítulo 4



10.37423/230908204

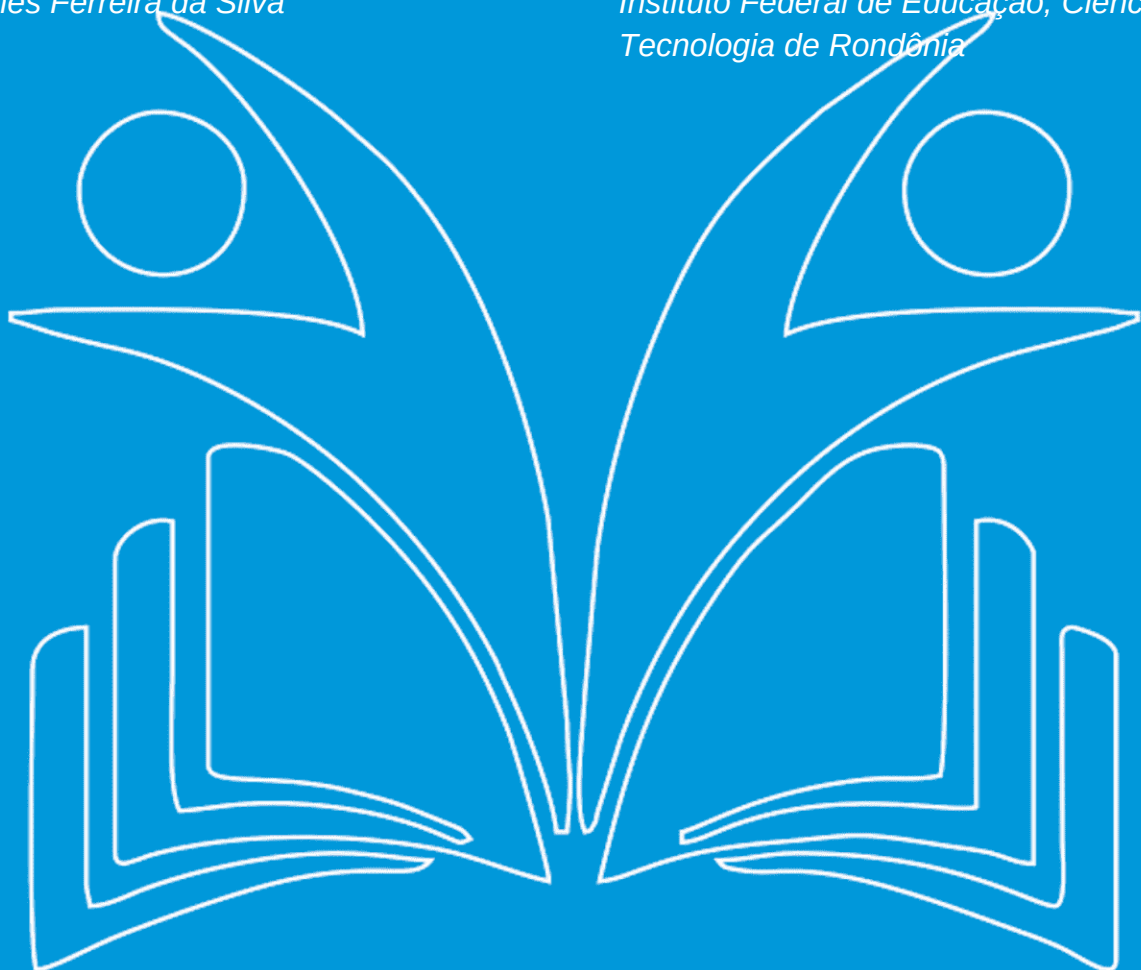
O ENSINO DE ASTRONOMIA EM UM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES: O CASO DA SUPERFÍCIE MARCIANA

Hualan Patrício Pacheco

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Laffert Gomes Ferreira da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia



INTRODUÇÃO

Dentro do cenário educacional a formação docente é um dos pilares para a melhoria do ensino e da educação nacional, sendo foco de diversas discussões e ponto de questionamento intenso pelos pesquisadores da área. No contexto histórico, podemos separar três modelos distintos para a formação docente: o modelo conteudista, que é pautado na organização do conteúdo a partir do esquema 3+1 (três anos de conteúdos e conhecimentos específicos mais um ano de conhecimentos pedagógicos e didáticos); o modelo de transição, baseado na aprovação da primeira Resolução do CNE/CP nº 1/02, que cria as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores/as para a Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena; e o modelo de resistência, que surge a partir da aprovação da Resolução do CNE/CP nº 2/15 sobre a formação de professores/as e a Resolução CNE/CP nº 2/19 que modifica as diretrizes de formação de professores (Coimbra, 2020).

Embora os diversos modelos possuam suas contribuições para a sociedade e sobre a forma como o ser humano tem atuado no ambiente é impossível desvincular em cada um destes o papel do professor como aquele indivíduo que forma os diversos profissionais para a atuação no mercado de trabalho e nas tomadas de decisões dos novos rumos da humanidade. A escola e a educação são o ponto central para a humanização, sendo parte integrante da evolução do homem e da busca pela cidadania, esta é uma das argumentações de Gatti (2017).

A educação escolar é vital para a garantia da cidadania sendo ponto importante para o processo de humanização do indivíduo. Neste sentido a escola é central e se torna campo de interesse público, pois reflete a organização da sociedade vigente. A educação escolar deve ser fomentada em qualquer nível, desde a educação básica até a educação superior e no contexto geral destaca-se o trabalho e a figura dos professores como parte da força motriz das mudanças escolares.

A educação é um processo complexo que se realiza com seres humanos, não sendo, portanto, um processo que ocorre facilmente através da aplicação de técnicas acumuladas ao longo dos anos de formação. Assim a formação docente está associada ao incentivo a uma prática reflexiva na qual os formadores devem valorizar os diferentes aspectos da história individual e profissional do docente e reconhecer que a formação de professores se dá em um *continuum* (Gatti et al., 2019).

Assentados nesses princípios e na formação de docentes observamos que práticas em Astronomia têm contribuído para a reflexividade e criticidade, tal como podemos ver em Costa et al. (2016). Essas práticas permitiram a mudança de concepção dos alunos e a perspectiva de que a ciência se constrói

de maneira histórica, superando o senso comum. Neste sentido as práticas em ensino de Astronomia permitem que os alunos, em qualquer nível de escolaridade, busquem outras maneiras de se informar por meio de espaços não formais de ensino.

A necessidade de utilização de metodologias ativas para o ensino de Astronomia em escolas do ensino básico reside nas próprias diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio, tal como pode ser visto em Mota et al. (2009), além disso é imprescindível que o ensino desses temas seja realizado, tendo em vista os avanços tecnológicos e as novas descobertas que são realizadas a cada dia.

A partir desta justificativa a prática aqui relatada foi desenvolvida com base na perspectiva da formação pedagógica que incentive a pesquisa e a reflexividade. O ensino de Astronomia é ponto importante para a alfabetização científica e tem sido utilizado como fator motivador para o estudo de ciências, conforme evidenciado por Rodrigues e Briccia (2019):

[...] o ensino de Astronomia pode despertar o interesse dos alunos pelas Ciências Naturais e as demais áreas subjacentes a ela, desde que não seja apresentada de forma superficial e permita que os alunos percebam a profundidade a ser explorada por temas implícitos em face de outras Ciências.

Assim o ensino de Astronomia é um campo fértil para a motivação de alunos de diversos níveis de escolaridade. Quando tratado nos cursos de formação de professores pode atuar no sentido de permitir que o futuro docente amplie a sua visão da transversalidade das ciências e as suas relações com outros ramos que aparentemente estão totalmente desconexos.

Esta prática com base na aplicação de escalas cartográficas, na exploração e reconhecimento da superfície marciana com a identificação de crateras mostrando a interdisciplinaridade do conhecimento escolar é aplicável em outras propostas, dentre estas podemos destacar aquela descrita por Dutra e Goulart (2014), que traz uma atividade de ensino sobre a órbita de Marte aplicável ao ensino médio, com um alto poder de conectar conteúdos de Física, Astronomia e Matemática.

Desta maneira espera-se o impacto na formação dos estudantes que participaram desta prática educacional e, por fim, a modificação de sua futura atividade pedagógica com a aplicação dos conhecimentos que foram colocados ao longo das aulas.

O ENSINO DO RELEVO MARCIANO POR MEIO DA ASTRONOMIA: TRANSVERSALIDADES NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

A Geologia é a ciência que estuda a Terra, sua formação, sua composição, sua estrutura, seus tipos de relevo e suas origens, por meio de evidências concretas, retiradas da observação das formações geológicas, colhidas em análises minuciosas de fósseis e camadas de sedimentos.

Especificamente os conhecimentos da Geofísica, que estuda a estrutura, a composição e a dinâmica da Terra por métodos físicos (magnetometria, gravimetria e sismologia), têm grande importância quando aplicados ao contexto da Astronomia, por permitir o entendimento de aspectos de planetas do nosso Sistema Solar que inferem diretamente sobre a formação, origem e evolução do planeta ao longo dos bilhões de anos que se sucederam à sua formação (Silva & Crispim, 2019).

Os quatro primeiros planetas do Sistema Solar, Mercúrio, Vênus, Terra e Marte, são rochosos ou telúricos e possuem uma estrutura de camadas que conta com uma crosta rochosa. Observamos que os estudos desses astros são parcialmente fundamentados nas pesquisas realizadas na crosta terrestre onde comparações de aspectos da nossa superfície se estendem para Marte, Vênus e Mercúrio (Oliveira Filho & Saraiva, 2016).

O Vulcanismo e a Vulcanologia são ramos da Geologia que se preocupam com a formação de vulcões e com a ejeção de material magmático para a crosta terrestre e estes estudos tem implicações importantes nos planetas e até mesmo nas luas do Sistema Solar. Um exemplo da importância desse estudo é a existência de um platô vulcânico em Marte, a região de Tharsis, conhecida por abrigar o maior vulcão do Sistema Solar, Monte Olimpo, que comentaremos adiante.

Ao entendermos os diversos ramos da Geologia, principalmente aqueles que se preocupam com as formações rochosas e que tem implicações para a Astronomia elevamos o nosso conhecimento sobre o universo e sobre a formação do Sistema Solar. Observamos que, com a interdisciplinaridade entre as ciências, o estudo de determinadas características do Sistema Solar não pode ser realizado por ciências isoladas, mas sim pela integração entre estas disciplinas e por meio do entendimento da transversalidade da Astronomia.

No contexto de um curso de formação de professores foi possível estabelecer uma prática pedagógica que tivesse como finalidade o ensino de Astronomia, especificamente a morfologia do planeta Marte, utilizando-se de modelos em impressoras 3D que permitissem aos alunos observarem as diversas

formações areológicas (areologia é o estudo da superfície marciana) e crateras de impacto deste planeta.

Os 10 estudantes que participaram do estudo tinham faixa etária que variava entre 22 e 45 anos, sete do sexo masculino e três do sexo feminino, cursando o sétimo período do Curso de Licenciatura em Física (noturno) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – IFRO, campus Porto Velho – Calama. Os alunos cursavam a disciplina optativa de Introdução à Astronomia e Astronáutica, que já havia sido ofertada anteriormente em outras turmas, no entanto, a utilização desta metodologia não havia sido feita, mesmo que os temas escolhidos fossem os mesmos de momentos anteriores.

AS REGIÕES E CRATERAS DA SUPERFÍCIE MARCIANA

O material didático que propomos, para o ensino de Astronomia não se limita somente ao ensino desta ciência, mas também pode ser aplicado ao ensino de diversos conceitos de geografia indo desde a formação de cânions e depressões, até a planícies e outras formas de relevo.

O material de baixo custo que pode ser utilizado para o ensino dos aspectos de Marte e outros corpos celestes é tido como um material de fácil acesso, já que pode ser encontrado nos sites de grandes instituições de pesquisa espacial, tais como a NASA (Administração Nacional do Espaço e Aeronáutica) através do site “sa3d.arc.nasa.gov”. Neste endereço eletrônico podemos encontrar arquivos para impressão 3D em diversos formatos e também sobre diversos corpos celestes, tais como a nossa Lua, Marte, Vênus e asteroides em geral.

Foram escolhidas 6 regiões marcianas que são importantes para os estudos realizados por sondas e *rovers*, tais como o Curiosity, Opportunity e Perseverance. As regiões que foram estudadas são: Cratera Victória, Cratera Gusev, Região de Tharsis, Cratera Gale, Cratera Jezero e a Valle Marineris.

A Cratera Victória (Figura 1) é localizada em Marte e consiste em uma cratera de impacto que possui características suaves, ou seja, tem grande diâmetro se comparado com sua profundidade ou seus depósitos de materiais. Ela possui aproximadamente 730 m de largura por 70 m de profundidade, sendo continuamente afetada pela erosão e foi visitada em 2006 pela nave Opportunity, após esse veículo viajar por 21 meses até Marte (NASA, 2006a).

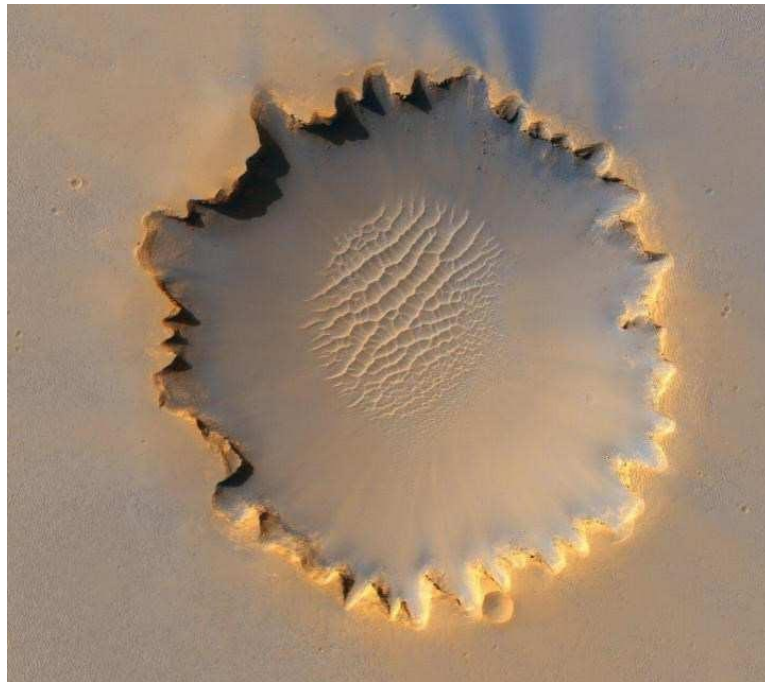


Figura 1 - Cratera Victória.

Fonte: NASA (2006b).

A Cratera Gale (Figura 2) é de impacto e possui 150 km de diâmetro e um montículo em seu centro (conhecido como Monte Sharp) que tem entre 4,5 km e 5 km acima das bordas da cratera. Muitas crateras de impacto na Lua têm configurações semelhantes e por essa razão se faz necessário, em Astronomia, estudar esse ponto específico de Marte (NASA, 2011).



Figura 2 - Cratera Gale, visitada por sonda da NASA.

Fonte: NASA (2011).

A Região de Tharsis (Figura 3) é um platô vulcânico localizada no equador de Marte onde é possível encontrar diversos montes que antes eram vulcões ativos, incluindo um dos maiores do nosso Sistema Solar, denominado Monte Olimpo, que possui aproximadamente 27 km de altura e mais de 600 km de diâmetro, sendo cercado por uma escarpa de até 6 km de altura. O Platô foi formado a aproximadamente 3,7 bilhões de anos e formou diversos outros relevos da superfície de Marte, incluindo o Cânion de Valles Marineris (NASA, 1998a).



Figura 3 - Região de Tharsis.

Fonte: NASA (1998a).

O Cânion de Valle Marineris (Figura 4) tem aproximadamente 3.000 km de extensão e 600 km de largura, por comparação a extensão desse cânion é maior que a distância que separa o leste e o oeste dos Estados Unidos. O Valle Marineris é situado no equador do planeta e outra teoria de formação para essa região é que existia uma grande quantidade de água fluindo até formar o cânion que conhecemos hoje, que possui, em alguns pontos, 8 km de profundidade (NASA, 1998b).

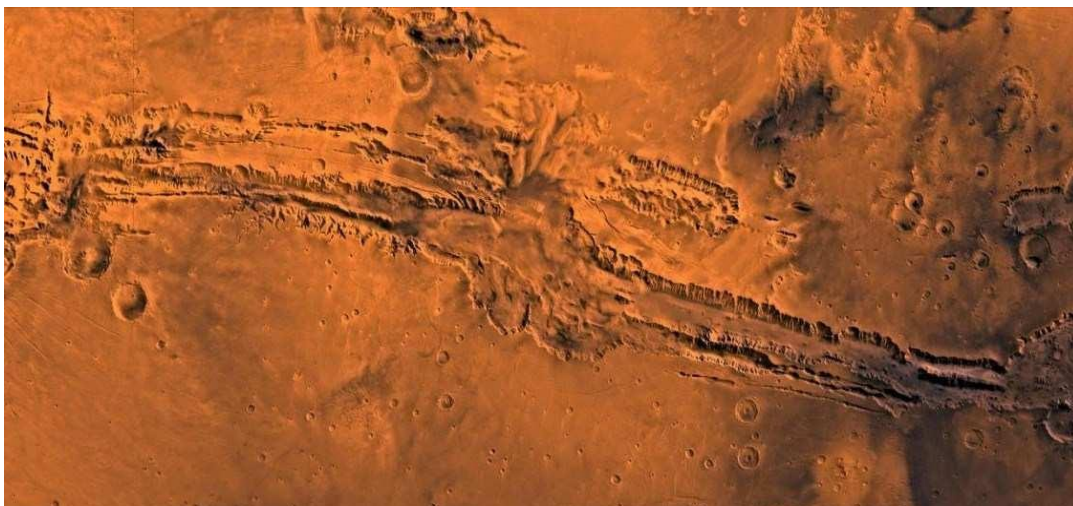


Figura 4 - Cânion Valle Marineris.

Fonte: NASA (1998c).

A Cratera Gusev (Figura 5) é de impacto, com diâmetro de aproximadamente 180 km, e se acredita que tenha sido formada há alguns bilhões de anos (entre 3 e 4 bilhões de anos). Este relevo é de grande importância, pois foi visitado pela espaçonave Spirit em 3 janeiro de 2004. Essa cratera fica em um local que supostamente foi, em um passado longínquo, um leito de rio, por essa razão esperava-se que existisse indícios de água que poderiam ser captados pelo veículo de exploração (NASA, 2016).



Figura 5 - Cratera Gusev, nome dado ao astrônomo russo Matvei Gusev.

Fonte: NASA (2003).



Figura 6 - Cratera Jezero, evidenciando local de pouso do Rover Perseverance no ano de 2020.

Fonte: NASA (2020b).

A Cratera Jezero (Figura 6) fica na região da Planície (Bacia) Isidis e provavelmente foi, em algum momento da história de Marte, inundada por água e possivelmente abrigou vida. A cratera possui 45 km de diâmetro e possui 750 metros de profundidade, tendo nomenclatura inspirada em algumas línguas eslavas que dão significado de “lago” a palavra que denomina a cratera. A cratera foi visitada pelo rover Perseverance e a região tem interesse de pesquisa devido às evidências de fluxo de rio antigo formando um delta que há muito tempo está seco (NASA, 2020a).

A CONSTRUÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO

O material didático da Cratera Jezero (O’Kane, 2019), que aparece na Figura 7 a), levava em consideração a região de pouso da sonda Perseverance, que tem aproximadamente 7,7 km de comprimento por 6,8 km de largura, o que é uma região pequena se comparada com o tamanho da cratera como um todo. O modelo impresso tem 18 cm por 15 cm e permite que o estudante observe com precisão os detalhes que estão sendo colocados, como o cânion e o delta que são característicos dessa região.

Na Figura 7 b), podemos observar a Cratera Gusev (NASA, 2015b) que tem ao redor diversas outras crateras pequenas de impacto, essas formações são datadas de bilhões de anos atrás e o ponto principal que deve ser ressaltado na prática de ensino é a presença de um leito de rio, detectado por

meio da depressão que liga a planície à cratera de impacto. Ao redor da cratera maior é possível observar outros pontos que devem ser ressaltados na inspeção por meio do tato, fazendo o estudante observar os impactos ao redor que foram causados pelo fato de haver muitos registros de colisões de meteoros no planeta Marte devido à sua baixa densidade atmosférica.

A representação do Valles Marineris (NASA, 2014) foi dividida em três impressões e podemos detectar detalhadamente as informações sobre essa região do corpo celeste que são evidenciadas pela impressão em 3D. o conjunto todo tem aproximadamente 45 cm e é através desse material que podemos detectar os cânions que estão presentes ao longo da superfície de Marte. Na Figura 7 c) observamos o comprimento total da impressão, se comparada com uma régua de 30 cm de extensão.

A região de Tharsis (NASA, 2015c) que pode ser observada na Figura 7 d) possui aproximadamente 20 cm de comprimento por 15 cm de largura e permite que sejam detectadas as disposições dos 4 principais vulcões existentes na região.

Na Figura 7 e) visualizamos a cratera Victória (NASA, 2015d) que foi descrita anteriormente, observa-se também a construção de acordo com o formato original, com detalhes que são imprescindíveis para o entendimento da morfologia da cratera, permitindo que os estudantes possam formar imagens mentais sobre aquela região do espaço.

A cratera Gale (NASA, 2015a) é de grande importância devido ao seu depósito de minério no centro da formação, ou seja, esse ponto deve ser colocado com precisão para que seja possível a formação de imagens mentais por parte dos estudantes e isso é observado na Figura 7 f) em que vemos o relevo acidentado ao redor e a diferença entre as texturas do relevo que é colocada por meio de detalhes na modelagem antes da impressão acontecer.

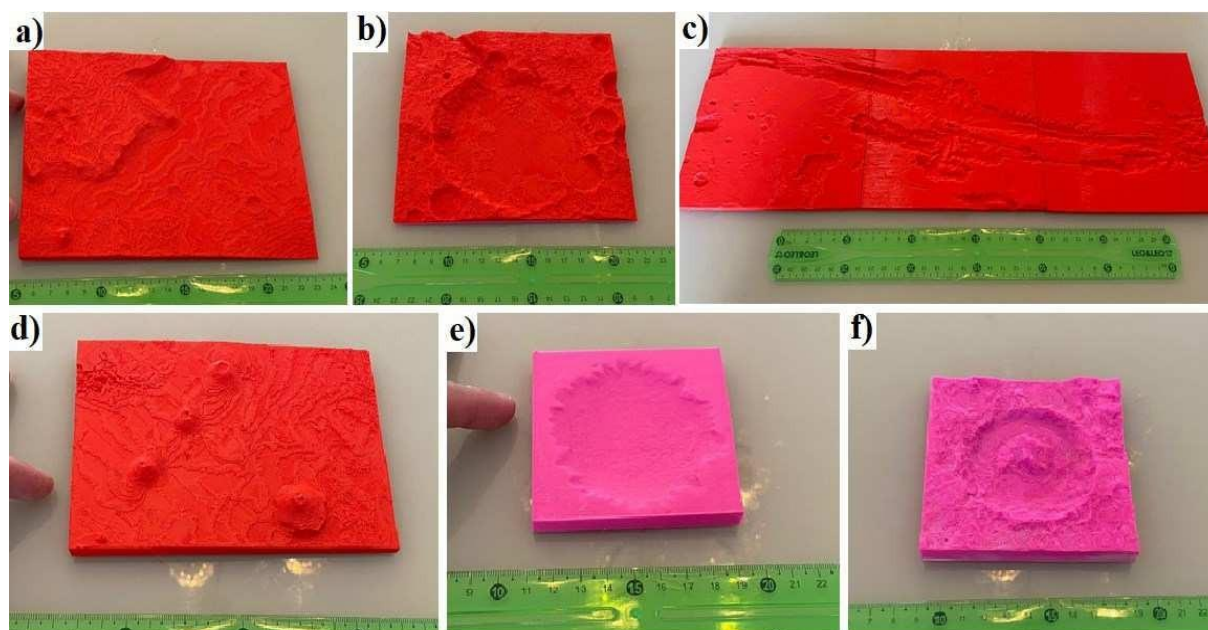


Figura 7 - a) Região de pouso da sonda Perseverance na Cratera Jezero, com aproximadamente 18 cm de comprimento e 15 cm de largura; b) Representação da Cratera Gusev, visitada por missões de exploração de Marte e que foram enviadas pela NASA; c) Valles Marineris, localizado na região do equador de Marte e com aproximadamente 3000 km de extensão; d) Placa referente a região de Tharsis, com aproximadamente 10 cm de largura e 15 de comprimento. podemos observar os 4 maiores vulcões da região com destaque, bem como o relevo acidentado; e) Cratera Victória impressa em impressora 3D; f) Cratera Gale com relevo e formações areológicas próximas.

Fonte: os autores.

DESCREVENDO A PRÁTICA DIDÁTICA DESENVOLVIDA

A prática foi desenvolvida em dois momentos, com duração de quatro aulas cada, totalizando 200 minutos por encontro, o que era equivalente a uma noite letiva, esses momentos eram semanais.

Os conteúdos trabalhados neste primeiro momento foram as formações geológicas dos planetas rochosos, assim ensinamos, através de aula expositiva, sobre as características principais dos planetas um a um, perpassando suas características físicas e químicas como densidade, massa, composição, distância ao Sol, indo desde a discussão sobre a existência de atmosfera dos planetas, até as crateras mais importantes.

A aula foi desenvolvida por meio de slides e vídeos, contendo informações básicas, fotografias e animações de sondas. As naves e missões de exploração foram destacadas, dando ênfase para as descobertas de cada uma das mais importantes missões a cada planeta. Até este ponto tínhamos dois objetivos, o primeiro deles era despertar a curiosidade e a necessidade de aprofundamento do

conteúdo pelos estudantes, bem como garantir que todos acessassem conhecimentos básicos sobre o assunto e permitir, a partir dali o avanço nos estudos sobre as características planetárias.

Foi dado ênfase ao planeta Marte, pois este seria o ponto chave para o segundo momento que iria ocorrer na semana seguinte. Ao término da aula foi recomendado que os estudantes pesquisassem, para a semana seguinte, pelo menos uma região da superfície marciana que lhes interessasse e trouxessem informações sobre este item para compartilharem com os colegas.

O segundo momento da prática teve o mesmo tempo de desenvolvimento (200 minutos). Iniciamos a aula fazendo uma socialização daquilo que havia sido buscado pelos alunos e pedimos que apresentassem um de seus itens pesquisados. Uma informação recorrente das pesquisas dos estudantes foram os polos de Marte, que possuem gelo de diversos compostos e o Platô vulcânico conhecido como Tharsis. Esse último apareceu na pesquisa de 8 estudantes que se interessaram particularmente pelos quatro maiores Vulcões que são denominados de Montes Olimpo, Pavonis, Asraeus e Arsia.

Terminado esse momento os estudantes foram convidados a se organizarem em grupos de até quatro pessoas (nesse momento formaram-se dois grupos com três pessoas e um grupo com quatro pessoas), para que socializassem as informações que seriam buscadas durante a prática de ensino. Os materiais didáticos foram distribuídos de maneira igual em número, para cada um dos grupos (Figura 8), assim, cada grupo ficou com dois componentes didáticos.



Figura 8 - Alunos reunidos em grupos para realização da atividade de medição e de pesquisa.

Fonte: os autores.

Aos alunos foi dado o nome das crateras principais ou formações areológicas, e foi pedido que fizessem as seguintes ações:

- Pesquisassem na internet sobre os principais pontos de interesse de cada uma das regiões que estavam ali em suas mãos e anotassem;
- Fizessem a medida da escala de impressão dos arquivos em 3D;
- Medissem a distância entre dois pontos de referência que estivessem nos materiais didáticos impressos e comparassem com a realidade;
- Trocassem com os companheiros os materiais didáticos e repetissem as ações;
- Apresentassem oralmente ao professor as anotações e conclusões sobre as medidas realizadas.

A ação de pesquisa é um ponto de grande necessidade para os professores e aprender esta atividade e pô-la em prática é necessário. Os estudantes desenvolveram esse papel sem nenhuma dificuldade (Figura 9), visto que já haviam praticado esse aspecto em suas casas e isso é parte integrante da vida profissional.

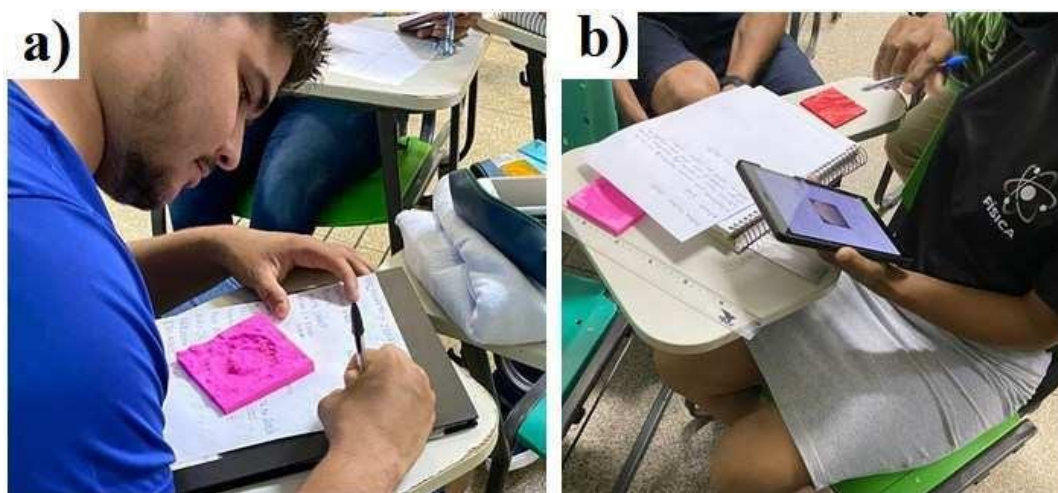


Figura 9 - a) Estudante participando das atividades de reconhecimento e realizando anotações sobre a Cratera Gale; b) Aluna estudando a formação geológica e cratera de impacto, especificamente a cratera Victória e o Valle Marineres.

Fonte: os autores.



Figura 10 - a) Estudantes realizando a medida do diâmetro da Cratera Gusev para estabelecer a escala de impressão; b) estudantes realizando a escolha do ponto de referência na região de Tharsis.

Fonte: os autores.

Para fazer a medida das escalas os estudantes fizeram o uso de uma régua simples, pois os materiais didáticos, como apresentado na seção anterior, não eram de grandes proporções. Essas medidas eram realizadas utilizando pontos de referência que os alunos já haviam, durante suas pesquisas, determinado suas dimensões, em km, para aí então, no material didático, realizar a comparação com o tamanho real da região no planeta. Como exemplo o Monte Olimpo, que tem mais de 600 km de extensão tinha apenas 3 cm no material didático e assim o aluno pode fazer a escala de que cada centímetro equivale a 100 km, aproximadamente.

As escalas obtidas variavam de acordo com a região que cada aluno trabalhava, ou seja, tínhamos disponíveis seis regiões, portanto os alunos teriam seis escalas diferentes ao longo desta atividade, estes pontos podem ser vistos na Figura 10 a) e b).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A prática docente foi recebida pelos alunos como uma oportunidade de aprofundar os conhecimentos referentes a pesquisa que foi solicitada pelo professor ao longo da semana que antecedeu a atividade, este aprofundamento agiu como fator de motivação para a prática didática. O efeito referente à novidade de uma atividade de ensino que aproximasse o conteúdo de algo real e não apenas de imagens mentais ou dados captados por sondas e satélites permitiu à amplificação do engajamento dos alunos, evidenciando assim a motivação dos discentes ao longo de todos os momentos.

A atividade de ensino foi facilitada pela relação entre as imagens resultantes da pesquisa dos alunos e o objeto didático que representava as crateras, cânions e outras formações areológicas, fazendo com

que o professor e os estudantes tivessem uma fluidez maior em tratar o objeto de estudo. Durante todos os momentos foi possível observar uma concatenação de uma relação das imagens pesquisadas com os modelos que foram trazidos pelo professor agregando profundidade ao tema e aos estudos.

A partir das medidas e das escalas que foram estabelecidas algumas informações adicionais foram exploradas pelos alunos, especificamente quando tratávamos de distâncias entre dois objetos no mesmo modelo em 3D. Durante a realização das medições em uma placa um dos alunos se interessou por uma cratera vizinha e realizou a medida de diâmetro dessa região mostrando que o diâmetro daquela cratera real de seu interesse era semelhante ao que havia obtido na sua atividade, evidenciando o êxito da prática e do método que foi utilizado pelos alunos para a obtenção de informações por métodos indiretos.

Algumas crateras utilizadas já haviam sido exploradas por sondas, como a Opportunity e Spirit e etc. e isso foi motivo de abertura para mais pontos de pesquisa pelos alunos que buscavam informações sobre essas regiões e sobre esses objetos. Observa-se assim a extrapolação do objetivo inicial, a conexão com a astronáutica, que, embora seja o foco da disciplina em que foi dada a prática docente, não era o foco da atividade em si.

Outro ponto de interesse por parte dos estudantes foram os nomes dados às crateras, induzindo à pesquisa sobre essas características, ou seja, ao conhecimento de astrônomos e personalidades da Astronomia. Outro ponto que aguçou a curiosidade dos estudantes foram as grandezas dos dados observados e um exemplo disso foi a cratera Victória que, de acordo com as pesquisas dos alunos, tem 730 m de diâmetro e até 70 metros de profundidade, o que equivalia a quase 10% do diâmetro, sendo considerada rasa pelos alunos que constataram essa característica. Em outro extremo observa-se a cratera Gale que possui em seu centro o chamado Monte Sharp com até 5,5 km de altura. Constatou-se que os estudantes buscavam informações adicionais sobre as regiões de interesse e identificavam cada um dos elementos que mais se destacavam no modelo impresso.

Ao tratar da região de Tharsis os estudantes identificaram todos os vulcões principais e as regiões que eram destaque na sua pesquisa, assim como ao falarem sobre a cratera Jezero, que foi impressa de maneira parcial (toda a região circulada na Figura 6), os alunos buscaram as evidências da existência de um lago, bem como o escoamento da água há bilhões de anos atrás por essa região.

Ao apresentarem ao professor as conclusões que foram obtidas, os estudantes demonstraram domínio de informações e puderam ter ciência daquilo que era importante para o entendimento das regiões que estavam sendo colocadas pelo material didático apresentado. A visualização, através das

impressões em 3D, das características básicas das regiões foi essencial para impulsionar os alunos a buscarem conhecimento de outras crateras ou formações areológicas presentes nos arredores das superfícies mencionadas.

CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS

Com base no que foi mostrado é possível observar que o material didático proposto permite a sua utilização para o ensino de diversos conceitos que foram colocados no âmbito da Física, da Astronomia e da Geologia, pontos essenciais para a educação escolar e que estão presentes no currículo dos estudantes dos cursos de ensino médio e também de diversas graduações do nosso país.

A utilização da metodologia aqui apresentada pode ser aplicada a outros corpos do Sistema Solar, como a Lua e os outros planetas rochosos, mais ainda, podemos explorar outras regiões além das seis apresentadas aqui, tendo em vista a grande quantidade de materiais didáticos nesse formato.

A formação docente, especialmente aqueles da área científica, pode ser complementada com a utilização de metodologias de ensino que levem em consideração a aplicação dos princípios, leis e conteúdos da Astronomia ao contexto da educação básica, já que a transversalidade dessa ciência é quase imediata com aquelas pertencentes às Ciências Exatas e da Terra.

Ao término da atividade os estudantes demonstraram grande interesse sobre a prática que foi desenvolvida, bem como o aprofundamento no tema e nas relações entre as diversas atividades que foram propostas. Estes estudantes puderam extrair informações adicionais com base na exploração completa do material didático apresentado.

A formação de professores, que tem como base o continuum formativo, foi impulsionada por meio desta prática, mostrando que as atividades em Astronomia podem ser utilizadas como fator motivador para os estudos no campo das ciências e para a alfabetização científica.

REFERÊNCIAS

- Coimbra, C. L. (2020) Os modelos de formação de professores da educação Básica: Quem formamos?. *Educação & Realidade*, 45(1), 1-22.
- Costa, S., Euzébio, G. J. & Damásio, F. (2016). A Astronomia na formação inicial de professores de ciências. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, (22). 59-80.
- Dutra, C. M. & Goulart, A. R. (2014). Determinando a forma da órbita de Marte no ensino médio. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, 18, 11-25.
- Gatti, B. A. (2017). Formação de professores, complexidade e trabalho docente. *Revista Diálogo Educacional*, (17)53, 721-737.
- Gatti, B. A., Barreto, E. S. S., André, M. E. D. A. & Almeida, P. C. A. (2019). Professores do Brasil: novos cenários de formação. Brasília: UNESCO.
- Mota, A. T., Bonomini, I. A. M. & Rosado, R. M. M. (2009). Inclusão de temas astronômicos numa abordagem inovadora do ensino informal de Física para estudantes do ensino médio; *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA*, 8, 7-17.
- NASA. (1998a). Tharsis. Recuperado em 17 abr. 2022
- NASA. (1998b). Valles Marineris and Chryse outflow channels.
- NASA. (1998c). Valles Marineris.
- NASA. (2003). Gusev Crater.
- NASA. (2006a). Animated Elevation Model of 'Victoria Crater'.
- NASA. (2006b). 'Victoria Crater' at Meridiani Planum.
- NASA. (2011). Astronomy Picture of the Day: Gale Crater.
- NASA. (2014). Valles Marineris.
- NASA. (2015a). Curiosity Landing Site (QR).
- NASA. (2015b). Spirit Landing Site.
- NASA. (2015c). Tharsis. Recuperado em 17 abr. 2022, de <https://nasa3d.arc.nasa.gov/detail/tharsis>
- NASA. (2015d). Victoria Crater.
- NASA. (2016). Gusev Crater.
- NASA. (2020a). Jez like Mars.
- NASA. (2020b). Perseverance Rover's Landing Site: Jezero Crater.

O'Kane, C. (2019). Jezero Crater, Mars. Recuperado em 17 abr. 2022, de www.thingiverse.com/thing:3839531

Oliveira Filho, K. S. & Saraiva, M. F. O. (2017). *Astronomia e Astrofísica*. (4a ed.) São Paulo: Livraria da Física.

Rodrigues, F. M. & Briccia, V. (2019). O ensino de Astronomia e as possíveis relações com o processo de alfabetização científica; *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, (28), 95-111.

Silva, M. V. C. & Crispim, A. B. (2015). *Geologia Geral*. Fortaleza: EdUECE.

Capítulo 5



10.37423/230908205

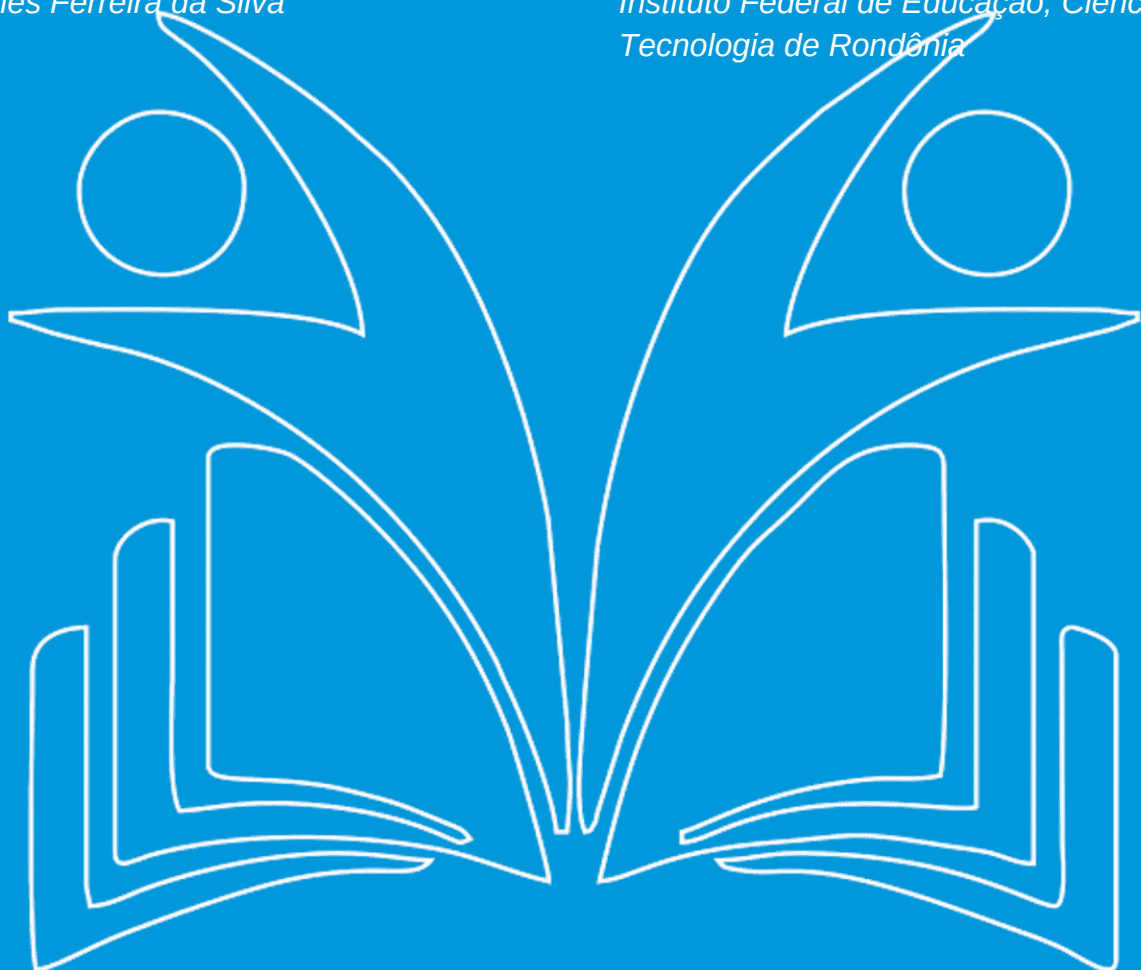
CONSTELAÇÕES EM SALA DE AULA: UMA PRÁTICA DOCENTE EM UM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Hualan Patrício Pacheco

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

Laffert Gomes Ferreira da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia



INTRODUÇÃO

A utilização de atividades práticas que mobilizem o aluno na busca pelo conhecimento sempre tende a ser sinônimo de sucesso pedagógico e isso é evidenciado em diversas ações e relatos de experiência em Astronomia, dentre os quais podemos destacar os estudos de Ourique, Giovanni e Catelli (2010) que utilizaram as imagens produzidas por uma câmera fotográfica para as representações e reconhecimento das constelações que se fazem presentes no céu.

A atividade de astrofotografia (conjunto de técnicas de fotografia aplicadas a captura de imagens dos astros, corpos celestes em geral e objetos do céu profundo), tem vasta gama de aplicações e diversos públicos que podem ser atendidos pela metodologia, evidenciando a universalidade da astronomia e suas derivações. Outro ponto importante, advindo de atividades que explorem esse sentido prático, é a perspectiva de aprofundamento dos estudos sobre o tema que foi ensinado em sala de aula, tal como a astrofotografia amadora. (OURIQUE; GIOVANNI; CATELLI; 2010)

A Astronomia e o seu ensino favorecem a cultura científica, pois seu laboratório é natural e gratuito, estando à disposição de todos e em todos os lugares tal como nos informa Langhi (2016), que ressalta também a possibilidade de desenvolvimento de atividades a céu aberto sem a necessidade de materiais custosos. Esta ciência está presente no campo, na cidade e até mesmo nas grades metrópoles que possuem alto nível de poluição luminosa conforme nos ensina Nunes e Dourado (2017), servindo como ponto de integração entre alunos ou cidadãos com necessidades especiais, tais como a baixa visão ou cegueira.

O trabalho de Dominique et al. (2008) traz a construção de materiais didáticos para pessoas com deficiência visual de diversos graus e apresenta as características principais do céu noturno aos estudantes com necessidades especiais da visão, tendo em vista que:

[...] sem instrumentos especiais a única informação astronômica acessível a todos, exceto para os portadores de deficiência visual, é o céu estrelado e as suas variações. No entanto, sabemos que uma grande variedade de informações físicas, [...] históricas e culturais[...] podem ser extraídas da observação do céu noturno. (DOMINICI, et al., 2008, p. 4501)

Assim, como explorar o ensino de astronomia, especificamente o conteúdo de constelações, de maneira a evidenciar esse processo social que as constelações possuem em sua gênese? A abordagem do processo histórico da construção das constelações é parte primordial para que o aluno entenda as nuances dessas formações geométricas celestes. Foi a partir do momento em que o homem deixou

de ser nômade e passou a cultivar e desenvolver a agricultura que as mudanças sazonais passaram a ser objeto de curiosidade. (HORVATH, 2008; SCHAPPO, 2022, p. 13)

A utilização das constelações do céu para marcar períodos de tempo ao longo do ano, ciclos e até mesmo estações, é de conhecimento geral e pode até mesmo ser utilizada nos dias de hoje, no entanto a importância de ler o céu e seus sinais era algo imprescindível para a sobrevivência.

Diferentes culturas associaram ao céu observável a olho nu sentidos e figuras diferentes. Em comum estão o fato de as variações do céu ao longo do tempo serem usadas como base para os calendários e medidas de tempo em geral, para a localização geográfica e planejamento do plantio e colheita de alimentos. Os indígenas brasileiros tinham o seu próprio sistema de constelações, obviamente com peculiaridades entre as distintas tribos e regiões do país. Estas informações foram recuperadas através do trabalho pioneiro do astrônomo Germano Afonso (DOMINICI et al., 2008, p. 4501).

Em virtude da necessidade de entender o funcionamento celeste, das constelações e sua função histórica, cultural e científica, e ter mediadores para essa atividade, observamos a aplicação de diversos materiais didáticos, tais como aqueles evidenciados em Renner (2018), Dominici et al. (2008) e Leão (2013). No entanto a aplicação de um material didático por si não é garantia de sucesso no ensino e aprendizado.

Nas palavras de Leão podemos observar que: “[...] o mini planetário por si só não é capaz de provocar a melhoria conceitual dos estudantes em Astronomia. Seu potencial é aproveitado, em maior ou menor grau, dependendo da forma como ele é empregado em sala de aula ou fora dela” (LEÃO, 2013, p. 59). Assim, a possibilidade de sucesso de um material didático em Astronomia depende também da metodologia de utilização para o fim que o concebeu.

Embora as constelações tenham tido origem cultural e histórica a utilidade destas para a ciência atual é grande, é por meio delas que mapeamos o céu e delimitamos regiões de pesquisa ou demonstramos conhecimento sobre a grande parte das coisas do céu. As 88 constelações celestes, e as 89 regiões do céu, foram firmadas e oficializadas em 1930 pela União Astronômica Internacional (IAU – International Astronomical Union), que foi fundada em 1922 com o intuito de, dentre outras coisas, organizar o conhecimento acerca da Astronomia e a promoção de reuniões e conferências sobre esta ciência (LANGHI, 2016).

A prática que é comentada ao longo das páginas seguintes tem como objetivo nos mostrar como organizar o ensino desse conteúdo dentro de sala de aula, tendo como base quatro atividades: aula

expositiva; mapeamento do céu através do planisfério; identificação de constelações e; maquete da constelação de Cruzeiro do Sul. A prática docente, que constitui esse relato de experiência, foi desenvolvida em um curso de formação de professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO).

A concepção de constelações no senso comum ainda insiste em buscar elementos no contexto do horóscopo, que são crenças populares que não tem relações diretas com o contexto científico. Sendo assim, o ensino desse conteúdo em um curso de formação de professores vem para dar ferramentas científicas para os debates sobre a origem e importância das constelações no contexto atual, indo contra a narrativa de descrédito da ciência que domina diversas áreas do conhecimento.

Outro ponto que ressalta a importância da discussão do tema de constelações é o papel da escola como espaço de difusão do conteúdo científico historicamente e sistematicamente organizado, nos possibilitando a desmistificação de propriedades importantes dessas formações celestes, como posição e formato visto de outras perspectivas.

A busca pela organização do ensino deste tema é ponto necessário, tendo em vista a sua presença dentro do contexto do ensino médio e da própria legislação educacional por meio da Base Nacional Comum Curricular que está vigente nas escolas de ensino médio e também na organização do conhecimento por meio de resoluções de formação de professores, tal como a resolução nº 02 de 2019 que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação).

Os oito alunos da licenciatura em física cursaram a disciplina de Introdução à Astronomia e Astronáutica ao longo do primeiro semestre de 2022 e um dos temas tratados foi as constelações, suas origens e a necessidade destas para o mundo antigo e ainda para o contemporâneo. Ao final os alunos responderam um questionário dando sugestões de temas para serem abordados em atividades posteriores na disciplina e também mostraram a percepção destes com relação a prática desenvolvida.

AS CONSTELAÇÕES, SEUS SIGNIFICADOS E AS IMPLICAÇÕES CIENTÍFICAS E SOCIAIS

De acordo com Oliveira Filho e Saraiva (2017) podemos dar a seguinte definição para constelações:

Constelações são agrupamentos aparentes de estrelas, os quais os astrônomos da antiguidade imaginaram formar figuras de pessoas, animais ou objetos que estivessem relacionados com sua cultura. Numa noite escura, pode-se ver entre 1000 e 1500 estrelas, sendo que cada uma delas

pertence a alguma constelação. As constelações nos ajudam a separar o céu em porções menores, mas identificá-las é uma tarefa em geral bastante difícil. (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA; 2017, p. 4)

As constelações representam, do ponto de vista sócio-histórico, lendas de personagens de civilizações antigas, animais de locais distantes de nossa realidade, ou ainda deuses e personagens do zodíaco que ainda hoje persistem na cultura popular. A predominância dessas formações geométricas advindas de traços entre estrelas brilhantes no céu nos permitiu utilizá-las cientificamente para delimitar no céu 88 constelações que estão costuradas no céu como uma colcha de retalhos.

A IAU foi a responsável por fazer essas divisões do céu e foram através de reuniões e debates que em 1930 as constelações do céu tomaram a forma que se tem hoje, sendo compostas por 89 lotes, pois a constelação da serpente possui duas regiões (cabeça e cauda). Dentre estas constelações existem as mais diversas representações, desde objetos, como a constelação da bússola e a constelação da taça, até os semideuses que estão presentes na mitologia greco-romana como Hércules.

A constelação não pode, pois, ser encarada como simplesmente um conjunto de estrelas que se enxerga no céu e que forma a figura de algum ser mitológico, como Órion ou Escorpião, por exemplo. A constelação envolve uma área do céu onde tudo o que estiver contido naquele determinado setor celeste deve ser considerado como parte daquela constelação, incluindo o personagem imaginário ou mitológico. (LANGHI, 2016, p. 17)

As constelações, como já dissemos, são produto de civilizações por essa razão diferentes povos faziam, para estrelas iguais, constelações diferentes, pois as figuras que são formadas pelas pessoas dependem das questões culturais associadas. A princípio qualquer pessoa pode criar suas constelações e isso foi feito ao longo da história humana. As constelações do homem velho, da Ema, do cervo e da Anta são exemplos de criações para culturas diferentes, englobando partes de diversas constelações fundamentadas por outros povos. Sobre isso Langhi (2016) nos informa que:

Os índios brasileiros, por exemplo, criaram quatro constelações principais sazonais, dentre outras, que lhes serviam para localização temporal e espacial: A constelação da Anta (primavera), do Homem Velho (verão), do Cervo (outono) e da Ema (Inverno). A constelação do Homem Velho, por exemplo, engloba partes das constelações que nós conhecemos como Órion e Touro. A constelação da Ema envolve partes do Cruzeiro do sul, Centauro e Escorpião. Para os índios, o conhecimento sobre as constelações era imprescindível para a sua sobrevivência e perpetuação da sua cultura. (LANGHI, 2016, p.21)

Outro grupo comum de formações estelares são os asterismos, que são figuras localizadas dentro de uma constelação maior, constituindo-se em pequenos grupos de estrelas, tal como as Três Marias ou ainda a Grande Caçarola, identificados dentro da constelação de Órion e de Ursa Maior, respectivamente (SCHAPPO, 2022, p. 28). Essa mesma região da constelação de Ursa Maior recebe outros nomes, tais como O Arado (Inglaterra), O Burocrata Celestial (China) ou ainda A Carruagem (Europa Medieval), sendo elementos do cotidiano de cada povo (SAGAN, 1982, p. 46). Outro asterismo comum é o das Sete Cabrinhas, que se constitui no berçário de estrelas das Plêiades (Messier 45) e que podem ser encontrados na constelação de Touro. Esses asterismos são pontos principais para a identificação de constelações, pois a partir deles podem ser traçadas linhas que ligam as outras estrelas da constelação ou ainda a localização de outras constelações.

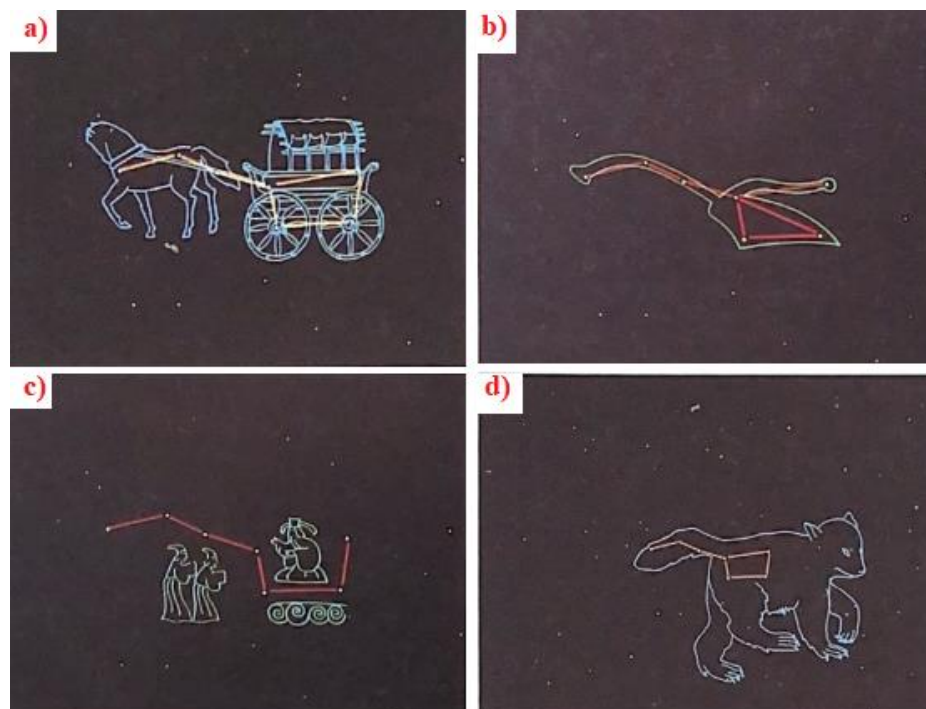


Figura 1 – a) A Carruagem; b) O Arado; c) O Democrata Celestial; d) Ursa Maior [Adaptado de Sagan (1982)]

Fonte: Adaptado de Sagan (1982)

O MÉTODO DE ENSINO DE CONSTELAÇÕES: MAPEANDO OS “CÉUS DE RONDÔNIA”¹

O LOCAL DA PRÁTICA DOCENTE, O PÚBLICO E O PAPEL DO PROFESSOR

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) é uma instituição de ensino médio e superior, com cursos técnicos integrado e subsequente, bem como os cursos licenciatura e

bacharel que compõem o rol daqueles ofertados à comunidade local. Dentre os diversos campi que compõem a instituição está o Campus Porto Velho – Calama, local onde ocorreu a prática de ensino descrita aqui neste trabalho.

O Campus Calama se encontra em uma das regiões com maior densidade populacional da capital, tendo por consequência uma grande poluição luminosa no entorno e dificultando a observação celeste a olho nu de diversas constelações existentes. No entanto, a instituição está em um terreno amplo que possui pontos de pouca ou nenhuma luminosidade e esta região foi utilizada para as práticas de astronomia ao longo do semestre em que ocorreu a disciplina de Introdução à Astronomia e Astronáutica.

A disciplina de Introdução à Astronomia e Astronáutica é ministrada de forma optativa para o sétimo período do curso de Licenciatura em Física do IFRO, por esta razão a quantidade de alunos é limitada, sendo composta por oito alunos que tem idades diversas, indo desde os 22 anos até aos 45 anos, sendo em igual número o de homens e mulheres. A experiência do docente com o tema de Astronomia e Astronáutica já vem desde o ano de 2017, onde cursos e atividades sobre os temas de Astronomia e Astronáutica têm sido ministrados com o intuito de preparar os alunos do ensino médio para as Olimpíadas Brasileiras de Astronomia e Astronáutica (OBA) e Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG).

Por ser uma disciplina voltada para a graduação e por explorar não somente os conteúdos, mas metodologias de ensino de Astronomia e Astronáutica, algumas atividades tinham cunho didático e pedagógico, outras cunho lúdico e, por fim, informativo, no entanto todas contavam com a relação entre teoria e prática. A atividade de ensino de constelações ocorreu na segunda quinzena do mês de junho de 2022 e, em virtude do chamado inverno amazônico não foi interrompida por chuvas ou formação de mal tempo, permitindo observações celestes excelentes a pesar da localização urbana do campus.

A AULA EXPOSITIVA

A aula expositiva foi ministrada uma semana antes das atividades práticas, tendo sido marcada pela interação com a turma que tirava as dúvidas ao longo da exposição do conteúdo. Esta parte da atividade docente teve tempo total de aproximadamente duas horas.

O conteúdo ministrado tratava de aspectos referentes ao tamanho do universo observável e nossa posição nele, à morfologia de galáxias; ao grupo local; à Via Láctea e a posição do sistema solar dentro

da galáxia; conhecendo as constelações (Órion, Cruzeiro do Sul, Cão Maior; Carina e; Touro). Em seguida o material utilizado na aula foi disponibilizado para os alunos, que podiam revisita-lo durante as aulas seguintes.

Ao término da atividade docente foi aberta uma seção de perguntas e respostas, onde eram questionadas as nomenclaturas de estrelas e diversos outros temas abordados ou não na aula expositiva. Nesse momento foi feita uma conexão da Astronomia com a cultura árabe e a mitologia grega e por fim foi dada uma introdução à observação celeste de constelações, onde as mais importantes foram localizadas e, utilizando um laser verde foi possível a observação das figuras formadas e que constituem as constelações. Nesse momento foi introduzida a nomenclatura de estrelas dentro de uma constelação, tal como mencionamos na seção anterior. Como atividade para casa, os alunos deveriam confeccionar um planisfério celeste, que foi disponibilizado para eles pelo professor.

A CONSTRUÇÃO E O FUNCIONAMENTO DO PLANISFÉRIO CELESTE

O planisfério celeste, ou simplesmente planisfério, é um mecanismo que permite ao seu usuário que encontre as constelações que estão no céu no momento em que desejar, ou seja, com precisão máxima de minutos. O planisfério tem aplicação mais profunda do que somente encontrar as constelações do céu num dado dia, mês e hora, com ele podemos encontrar a posição do polo celeste, que é marcado na Figura 2 – a) (polo sul celeste) e Figura 2 – b) (polo norte celeste, onde se encontra a estrela polar pertencente a constelação de Ursa Menor) pela numeração 5.

De igual maneira podemos localizar o equador (linha contínua vermelha na Figura 2) da esfera celeste e a trajetória do sol ao longo dos meses, ou seja, a eclíptica (linha tracejada vermelha na Figura 2).

O solstício, que é diferenciado entre o de inverno e o de verão, é o período em que a diferença entre o dia e a noite são os maiores possíveis, ou seja, quando o solstício é de verão o período diurno é o mais longo possível, enquanto no solstício de inverno o dia é o mais curto possível. Na Figura 2 – a) os pontos 2 e 4 marcam respectivamente os solstícios de verão e inverno respectivamente. No hemisfério norte esses solstícios são inversos, ou seja, ocorrerão, de acordo com a figura 2 – b), nos dias 20 ou 21 de junho enquanto o solstício de inverno ocorrerá nos dias 20 ou 21 de dezembro.

Já o equinócio é o ponto em que os dias e as noites tem a mesma duração, sendo, portanto, iguais a 12 horas cada. Novamente temos dois pontos que possuem essa mesma característica, no entanto um deles é identificado como equinócio de Primavera e o outro como equinócio de Outono. No hemisfério

sul o equinócio de Primavera e o equinócio de Outono são marcados nos pontos de encontro da eclíptica e da linha do equador celeste, na Figura 2 – a) esses pontos são respectivamente 3 [Primavera no polo hemisfério sul e Outono no hemisfério norte, de acordo com a Figura 2 – b)] e 1 [Outono no polo hemisfério sul e Primavera no hemisfério norte, de acordo com a figura 2 – b)].

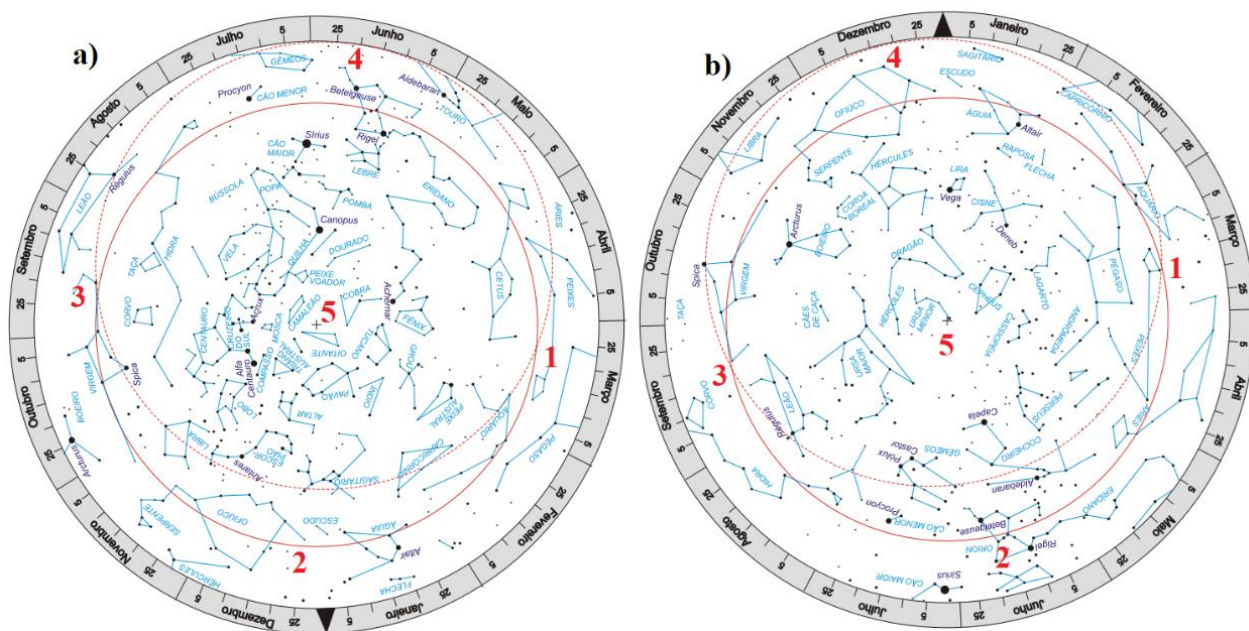


Figura 2 – a) Carta celeste sul mostrando em evidência os pontos de interesse através das numerações de 1 a 5, sendo o equinócio de outono (1) e equinócio de primavera (3), bem como o solstício de verão (2) e o solstício de inverno (4) e também o polo sul celeste, identificado pela numeração (5); b) Carta celeste norte sul mostrando, novamente em evidência os pontos de interesse através das numerações de 1 a 5, sendo o equinócio de primavera (1) e equinócio de outono (3), bem como o solstício de inverno (2) e o solstício de verão (4) e também o polo sul celeste, identificado pela numeração (5) e muito próxima da estrela polar da constelação de Ursa Menor.

Fonte: O Autor

O planisfério celeste foi construído através de materiais de fácil acesso, mas que permitem a durabilidade deste e a utilização posterior pelos alunos para a obtenção de dados sobre a esfera celeste e as estações do ano. O planisfério que foi construído pelos alunos contava com uma máscara adesiva, impressa em gráfica e colada sobre superfície plástica transparente e fixada sobre a carta celeste sul (impressa colorida em papel vergê) com um alfinete com cabeça, tal como mostrado na Figura 3:

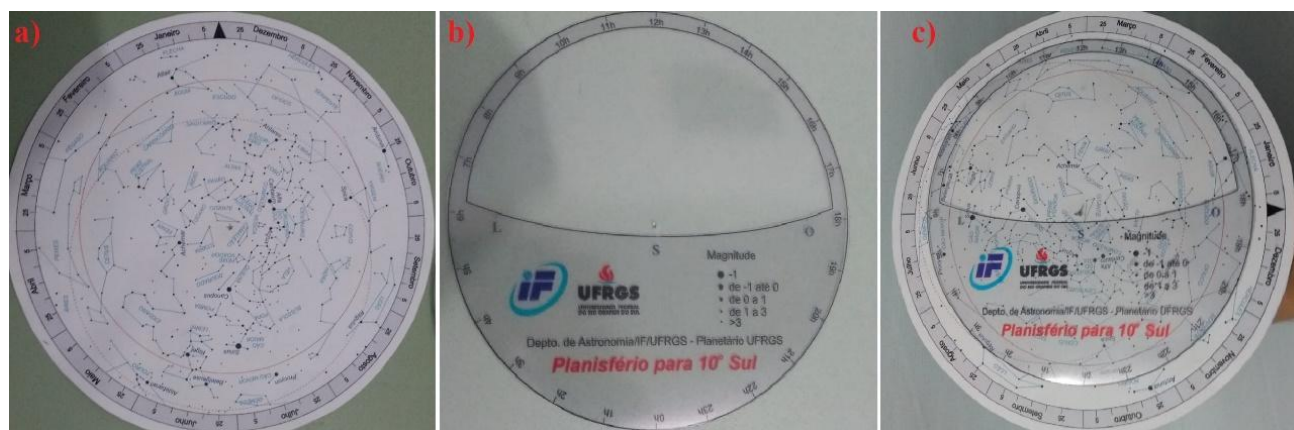


Figura 3 – a) Carta celeste sul impressa colorida em papel vergê; b) Máscara sul 10° impressa em material rígido, porém transparente; c) Conjunto montado, com o auxílio de um alfinete. disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~fatima/planisferio/planisferio-celeste.pdf>

Fonte: O Autor

Com o material em mãos os alunos puderam sair da sala de aula para localizar as constelações, munidos de lanternas, e procurando os lugares com baixa luminosidade do campus os discentes conseguiram localizar com facilidade as constelações de Cruzeiro do Sul, Centauro, Libra, Escorpião, Ofiúco, Corvo, Taça, Lobo, Sagitário. Algumas constelações que possuíam estrelas mais fracas devido a poluição luminosa eram salientadas pelo professor da disciplina, que já havia feito o mapeamento prévio de constelações em dias anteriores e em horários próximos daquele em que ocorreria a prática.

A atividade de identificação das constelações pelos alunos ocorreu as entre as 19:30 e 20:50 do dia 24 de junho de 2022, e em diversos momentos os alunos perguntavam sobre a origem e nomenclatura de algumas constelações existentes. Outro ponto recorrente nas perguntas foram as posições das constelações do zodíaco, que são sempre ponto de interesse do grande público.

Ao final da prática algumas constelações, que foram impressas em impressora 3D (Figura 4), foram utilizadas em uma atividade de identificação de constelações pelos alunos. Os modelos em 3D podem ser encontrados no site <http://www.rovingbits.com/StarCoins/> em que consta um número de 34 constelações que podem ser escolhidas pelo docente.

Estes modelos eram dispostos sobre uma mesa e os alunos separavam as que eles tinham certeza sobre a nomenclatura e sobre a forma. Uma destas foi de grande destaque por se assemelhar muito com um cachorro, ou seja, foi possível ao estudante identificar automaticamente a constelação de Cão Maior, somente pela observação do modelo impresso em 3D.



Figura 4 – Placas impressas em impressora 3D com figuras das constelações dos hemisférios sul e norte

Fonte: O Autor

Assim, aprofundamos o conteúdo, fazendo o aluno materializar as figuras que estavam dispostas na carta celeste. Vale ressaltar que essa parte da atividade foi realizada sem o auxílio do mapa celeste, para que os alunos associassem automaticamente algumas das imagens às constelações respectivas.

A CONSTELAÇÃO EM UMA PERSPECTIVA ESPACIAL

A construção de uma maquete de uma constelação em uma perspectiva espacial pode auxiliar aos alunos no entendimento de que a figura desenhada por uma constelação não pertence ao ramo do absoluto, mas sim à perspectiva de visão a partir do Planeta Terra. Assim esse modelo teria uma série de características que auxiliariam no entendimento dessa parte do conceito de constelação que não havia sido explorada por nenhuma outra atividade prática realizada até então.

De acordo com Batista, Salvi e Lucas (2011) este modelo é mecanicista ou pictórico, pois “diz respeito aos modelos construídos por analogia cuja função consiste em fazer raciocinar a respeito do objeto/entidade que se quer conhecer, mediante aquilo que já se conhece (relação analógica).” (BATISTA; SALVI; LUCAS, 2011, p. 07), desta forma, já conhecemos o espaço tridimensional ao nosso

redor, mas não conhecemos os anos-luz que separam as estrelas de uma mesma constelação e por essa razão o modelo nos permitirá ter essa sensação de perspectiva.

Para obter as distâncias das estrelas principais da constelação escolhida pelos alunos recorreremos ao aplicativo Stellarium, que é um software de aquisição livre e contém uma boa quantidade de informações sobre as estrelas de qualquer constelação definida pela IAU. As distâncias das estrelas da constelação de Cruzeiro do Sul com relação ao plano do nosso sistema solar são dadas no Quadro 1:

Quadro 1 - Distância das estrelas com relação ao plano de cada uma das estrelas da constelação de Cruzeiro do Sul.

Fonte: O autor.

Estrela	Distância(Ano-luz)	Posição(Eixo x)	Posição(Eixo y)	Posição(Eixo z)
α	320,00	23,20 cm	8,5 cm	3,2 cm
β	278,00	19,00 cm	3,2 cm	14 cm
γ	88,00	0 cm	9,7 cm	20,8 cm
δ	345,00	25,70 cm	14,6 cm	15,1 cm
ϵ	230,00	14,20 cm	11,5 cm	10,8 cm

A primeira estrela de referência era a γ (de acordo com o Quadro 1 é a mais próxima do nosso sistema solar, das cinco mais brilhantes desta constelação) e a partir dela os outros pontos eram tomados. Os alunos fizeram a escala e anotavam os valores no quadro para que todos pudessem compartilhar as observações, de tal modo que a cada 10 anos-luz eram equivalentes a 1cm. A construção do equipamento alcançou o resultado que é mostrado na figura

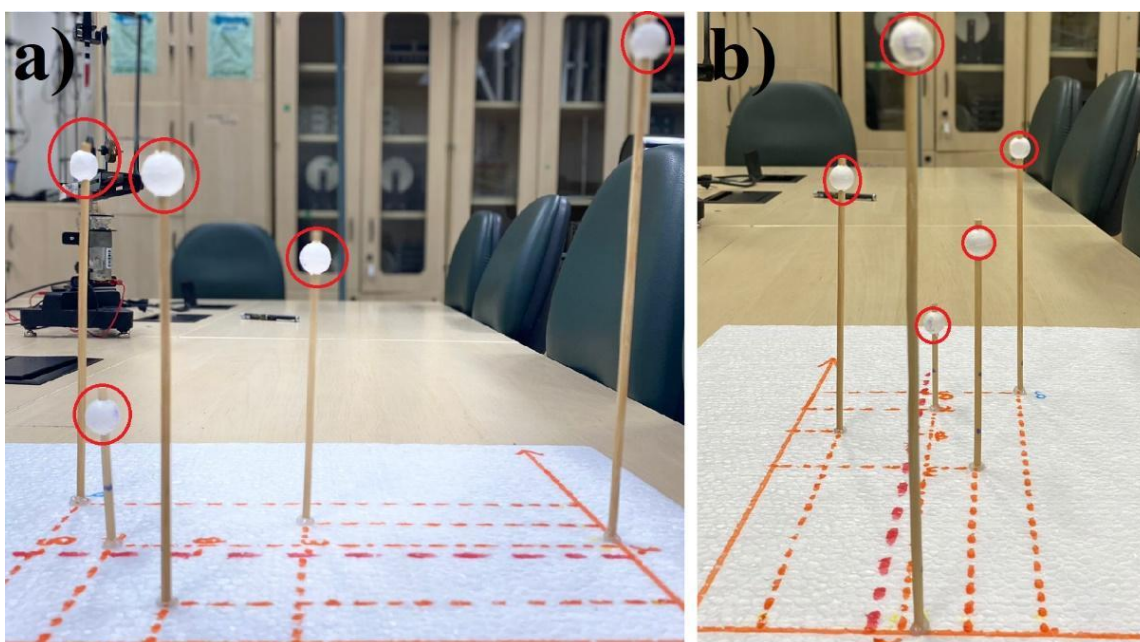


Figura 5 – Figura formada pelas estrelas principais da constelação de Cruzeiro do Sul visto a partir de duas perspectivas: a) perspectiva de uma posição a 90° daquela que o sistema solar ocupa; b) perspectiva a partir do nosso sistema solar.

Fonte: O autor.

De acordo com Renner (2018) para construir uma representação espacial das constelações os alunos deverão utilizarem-se de três eixos de coordenadas, tal como é elucidado abaixo:

O eixo x corresponde à distância em que as estrelas se encontram da Terra (valores obtidos no Stellarium) em escala reduzida; o eixo y corresponde à distância entre as estrelas quando observadas no plano frontal; o eixo z corresponde à altura. Os valores de y e z são obtidos através da ampliação da imagem do aplicativo Stellarium. O ponto P corresponde uma estrela que terá posição definida através desses valores. (RENNER, 2018, p. 45)

No modelo desenvolvido pelos alunos essas distâncias medidas foram colocadas tal como apresentada no Quadro 1, e são tomados com base na Figura 6, em que foi utilizado o método descrito por Renner (2018) com a imagem diretamente da tela do computador. A escala máxima de distâncias horizontal e vertical deve levar em consideração o tamanho do espeto de churrasco utilizado, tendo em vista que essa distância será a máxima que poderá ser alcançada pelas bolinhas de isopor que representarão as estrelas.

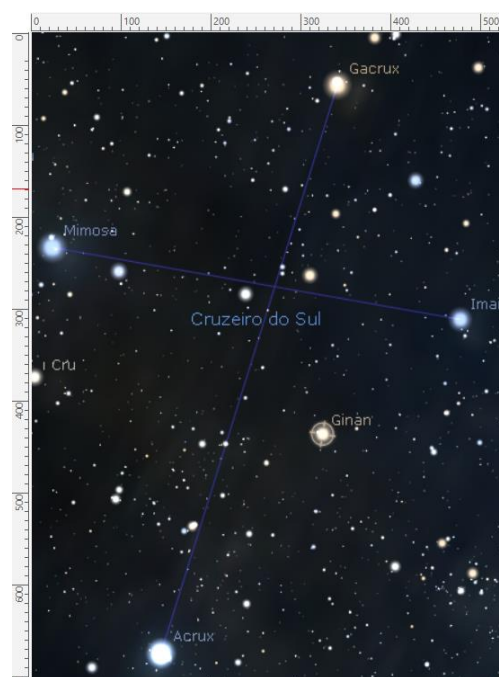


Figura 6 – Imagem para a construção das escalas referentes às coordenadas y e z do modelo a ser construído pelos alunos (obtida a partir da Software Stellarium).

Fonte: Adaptado de Stellarium

Os materiais utilizados para a confecção da representação espacial da constelação aparecem no quadro abaixo (Quadro 2), sendo todos de fácil aquisição e de pouco valor para investimento.

Quadro 2 - Lista de materiais para a construção do modelo da Constelação de Cruzeiro do Sul;

Fonte: O Autor

Material	Quantidade	Especificações
Placa de isopor	1	Acima de 15mm
Palito de churrasco	5	30cm ou maior
Barbante	1 rolo pequeno	
Bolinhas de isopor	5 bolinhas	15mm de diâmetro
Cola-quente	1	
Régua	1	30cm ou maior
Estilete	1	

Alguns aspectos, sobre os planos de coordenadas espaciais, devem ser ressaltados para que possamos compreender como funciona a construção do modelo; a maquete tem planos geométricos que são mais importantes para a formação da figura que outros, assim o posicionamento no plano yz é o que permitirá, ao final a visualização da imagem da constelação; o plano xy é inacessível neste modelo, pois constitui-se na base da constelação; o plano xz é perpendicular ao plano yz, por tanto mostrará

uma figura que será, em geral, diferente da figura formada por aquela ao observar a constelação do plano yz .

Durante a prática docente é necessário que os alunos observem a figura formada de diferentes posições, para evidenciar que a mesma combinação de estrelas pode ser vista de maneiras diferentes e formando combinações que não são iguais. Em alguns casos de planos de observação a imagem formada é espelhada com relação àquela vista a partir de nossa perspectiva, invertendo a constelação, tal como uma rotação com relação a um dos eixos de coordenadas. A confecção do modelo é mostrada abaixo, na Figura 7:



Figura 7 – a) Alunos fazendo a conexão das bolinhas com um barbante afim de facilitar a construção da imagem formada e a comparação entre as mais diversas perspectivas; b) alunos marcando no isopor as linhas de coordenadas do plano xy e a posição onde iriam colocar cada estrela; c) imagem final obtida a partir da visualização através do plano zy .

Fonte: O Autor

Ao final do segundo dia de atividades (dia 1: aula expositiva e observação prévia; dia 2: utilização do planisfério celeste e construção do modelo da constelação de Cruzeiro do Sul), os alunos foram convidados a responder um questionário que continha perguntas acerca da disciplina como um todo, bem como das atividades desenvolvidas ao longo da disciplina de maneira geral. Os resultados da análise desse questionário serão apresentados na próxima seção.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No atual contexto, em que as informações circulam de forma mais rápida e eficaz, é cada vez mais importante, senão fundamental, buscar metodologias de ensino capazes de prender a atenção dos alunos. Os conteúdos de Astronomia e Astronáutica, por vezes, são tratados de forma teórica em sala de aula (por meio de fotos e vídeos), apesar de representar um laboratório ao ar livre. Daí a necessidade de buscar metodologias mais atraentes para os alunos.

A metodologia empregada se mostrou satisfatória e uma alternativa para trabalhar Astronomia. Após o contato com os conteúdos em sala de aula, os alunos também os vivenciaram na prática, de modo que possam coadunar essas duas experiências e construir seus conhecimentos de forma ativa e, portanto, com mais robustez.

Ao término da disciplina, após as avaliações e fechamento dos diários escolares, os alunos foram convidados a responderem um questionário em que a disciplina era avaliada, e o ensino de constelações foi tema central dos questionamentos. Doze questões foram inseridas no Google forms e foi solicitado aos alunos que o respondessem no prazo máximo de três dias após o encerramento da disciplina, para que não ocorressem perda de percepção por parte dos alunos. Tendo em vista que muitas questões são de interesse exclusivo do docente e com cunho específico da disciplina como um todo trataremos apenas aqueles aspectos que estão relacionados com a prática descrita até aqui.

O Primeiro questionamento que aparecia aos alunos sobre a prática docente desenvolvida sobre o ensino de constelações fazia menção a percepção da atividade, tendo sido de múltipla escolha e trazia o texto: *“Sobre a atividade ‘Constelações e mapeamento do céu’ que engloba o planisfério, identificação de constelações, construção de constelações em 3D, qual a sua percepção sobre a atividade?”* As alternativas estavam nesse caso eram *“péssima”, “ruim”, “regular”, “boa” e “ótima”*. Como resposta obtivemos que cinco alunos escolheram a alternativa *“ótima”* e três disseram que a atividade proposta havia sido *“boa”*. As respostas que foram obtidas e o aproveitamento que foi alcançado por parte da atividade de ensino revelam a aceitação por parte dos participantes da prática, podendo refletir diretamente no processo de motivação dos estudantes.

A questão seguinte remetia ao aspecto da prática que mais havia chamado a atenção dos alunos, e que ajudou na construção da perspectiva cultural da constelação: *“Qual ponto da atividade ‘Constelações e mapeamento do céu’ que mais ajudou a construção da perspectiva de que constelações são figuras que estão ligadas à cultura de um povo, seus costumes e sociedade?”*

Como mencionamos anteriormente a prática de ensino era composta por outras atividades que tinham motivações diferentes no contexto do ensino de constelações. As respostas obtidas foram: seis estudantes escolheram a atividade de *“identificação prática das constelações”*, um informou que a *“construção da constelação em 3D (Cruzeiro do sul)”* permitiu essa construção da perspectiva cultural das constelações, enquanto que o aluno restante indicou a *“construção do planisfério”* como principal formadora dessa concepção para o aluno.

A identificação prática das constelações foi o ápice da atividade, pois os alunos passaram a visualizar as formações geométricas de estrelas de maneira completa e de forma real, comparando os dados com o material que tinham em mãos, ou seja, com o planisfério. No desenvolvimento da atividade o docente acompanhava os alunos os auxiliando sempre que necessário ou quando solicitado na resolução de dúvidas que apareciam ao longo da prática. As constelações que eram encontradas tinham suas características ou estrelas mais brilhantes nomeadas e em alguns casos as lendas ou origens da nomenclatura eram explicadas pelo professor que conduzia a disciplina. Essa característica histórica da identificação das constelações e das origens dos nomes associados levou os estudantes a conectarem civilizações antigas à concepção das constelações, associando-as à figuras locais de cada cultura.

Os alunos foram questionados durante a aula sobre o significado das constelações, tanto do ponto de vista das culturas antigas quanto da contemporânea e sobre esse último aspecto, um dos estudantes relatou que: *“Constelação é um conjunto de estrelas visíveis que estão numa mesma região. Hoje, as constelações são utilizadas como identificadoras de direção e para o reconhecimento do céu em análises espaciais.”* Observa-se que o aluno remete ao fato de as constelações serem um conjunto de estrelas visíveis, que foi a forma antiga de definir as constelações, e remeter ao fato de estas formações delimitarem regiões do céu, tal como comentamos na sala de aula, quando tratávamos da fotografia do primeiro buraco negro que está localizado na região compreendida pela constelação de Centauro.

Sobre a justificativa para a nomenclatura e identificação das constelações por parte dos alunos, podemos destacar a ideia apresentada por um destes, em que é ressaltada a característica divina para as constelações: *“Antigamente os astrônomos acreditavam que todos os fenômenos que ocorriam na terra ou no céu estavam relacionados aos deuses, então era fácil entender que a maioria das imagens observadas no céu mencionavam deuses de diferentes povos e culturas.”* A menção aos aspectos históricos é outra evidência da ligação entre os contos que foram falados aos estudantes

durante a parte da prática docente em que os alunos foram convidados a mapear as constelações e como ela foi de grande auxílio na ligação entre a Astronomia e sociedade.

Tomando os alunos como de professores em formação, a apresentação dessa metodologia e do conteúdo amplia o repertório de práticas a serem desenvolvidas no Ensino Básico, evidenciando sua importância para a formação dos professores que atuarão na educação básica. Conforme pontua um dos alunos, quando questionamos *“Como as aulas irão favorecer sua compreensão do mundo?”* temos como resposta que o conteúdo é um importante aliado nos níveis anteriores de educação e assim, o primeiro aluno responde que *“[...] A apresentação do nosso céu para os alunos da educação básica”* é um dos aspectos que podem ser aproveitados futuramente, enquanto que outro nos diz, a partir de suas experiências em estágio supervisionado que *“Os alunos do ensino médio fazem muitas perguntas sobre o conteúdo”*, evidenciando assim os possíveis impactos para a prática no contexto da atuação profissional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto e dos resultados que foram obtidos podemos concluir que a organização do ensino de constelações mostrou bons resultados, impactando na concepção espontânea (errônea) do estudante de que as constelações que estão presentes no céu têm origem recente e que estão ligadas somente aos aspectos científicos. Os alunos puderam observar ao longo das três atividades propostas que essas formações não são nem mesmo absolutas, tendo características específicas a partir do ângulo de visão do indivíduo.

A prática foi bem avaliada pelos alunos e nos permitiu realizar as inspeções sobre o aprendizado desses conceitos. A atividade de mapeamento das constelações no céu foi o ponto alto da atividade de acordo com a visão dos estudantes, tendo em vista o caráter prático da astronomia e sua conexão com a natureza e a realidade. A construção da constelação em 3D foi imprescindível para a visualização do mesmo conjunto de estrelas a partir de diversas perspectivas de visão, sendo de fácil construção e podendo ser aplicado ao âmbito do ensino médio.

Os estudantes revelaram durante as aulas e após a análise dos dados do formulário o entendimento sobre o conceito de constelação e a importância da construção histórica da constelação para a visão atual desse mecanismo de delimitação do céu. Investigações futuras sobre a prática aplicada ao ensino médio é algo imediato, bem como a utilização dessa metodologia de ensino aos alunos do ensino médio pelos professores que foram formados inicialmente.

REFERÊNCIAS

- Batista, I. L., & Salvi, R. F., & Lucas, L. B. Modelos científicos e suas relações com a epistemologia da ciência e a educação científica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., Rio de Janeiro, 2011. Anais... Rio de Janeiro, 2011.
- Dominici, T. P. & Oliveira, E. S. V., & Del Guerra, F., Atividades de observação e identificação do céu adaptadas às pessoas com deficiência visual, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 4, 2008.
- Horvath, J. E., O ABC da Astronomia e Astrofísica, São Paulo – SP, Editora Livraria da Física, 2008, 232 p.
- Langhi, R., Aprendendo a ler o céu: pequeno guia prático para a astronomia observacional; 2º edição, São Paulo – SP, Editora Livraria da Física, 2016, 143 p. Disponível em: Acesso em: 26 de abril de 2023.
- Leão, D. S., A Astronomia no ensino médio: Compreendendo detalhes do movimento aparente das estrelas com um miniplanetário, Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, n. 15, 2013.
- Nunes, I., & Dourado, L., Poluição luminosa e educação ambiental: um estudo de caso em Camarate, Lisboa; Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, n. 24, 2017.
- Oliveira Filho, K. S., & Saraiva, M. F. O., Astronomia e Astrofísica, 4º Edição, São Paulo – SP, Editora Livraria da Física, 2017, 613 p.
- Ourique, P. A., & Giovanni, O., & Catelli, F., Fotografando estrelas com uma câmera digital, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 32, n. 1, 2010.
- Renner, G., & Lefer, P.; Construção de uma maquete tridimensional fosforescente da constelação de Órion: uma proposta didática para o ensino de astronomia, Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, n. 25, 2018.
- Sagan, C. Cosmos, 3º Edição, Rio de Janeiro – RJ, Livraria Francisco Alves Editora S.A., 1982, 364 p.
- Schappo, M. G.; Astronomia: os astros, a ciência, a vida cotidiana, São Paulo – SP, Editora Contexto, 2022, 128 p.

NOTAS

¹O hino do estado de Rondônia, que teve letra composta por Joaquim Araújo Lima, é batizado como “Céus de Rondônia”. Nele é colocado em evidência a beleza do céu e sua cristalinidade quando nos remetemos às possibilidades de observação das estrelas no céu noturno: “Azul, nosso céu é sempre azul. Que Deus o mantenha sem rival. Cristalino muito puro. E o conserve sempre assim”

Capítulo 6



10.37423/230908206

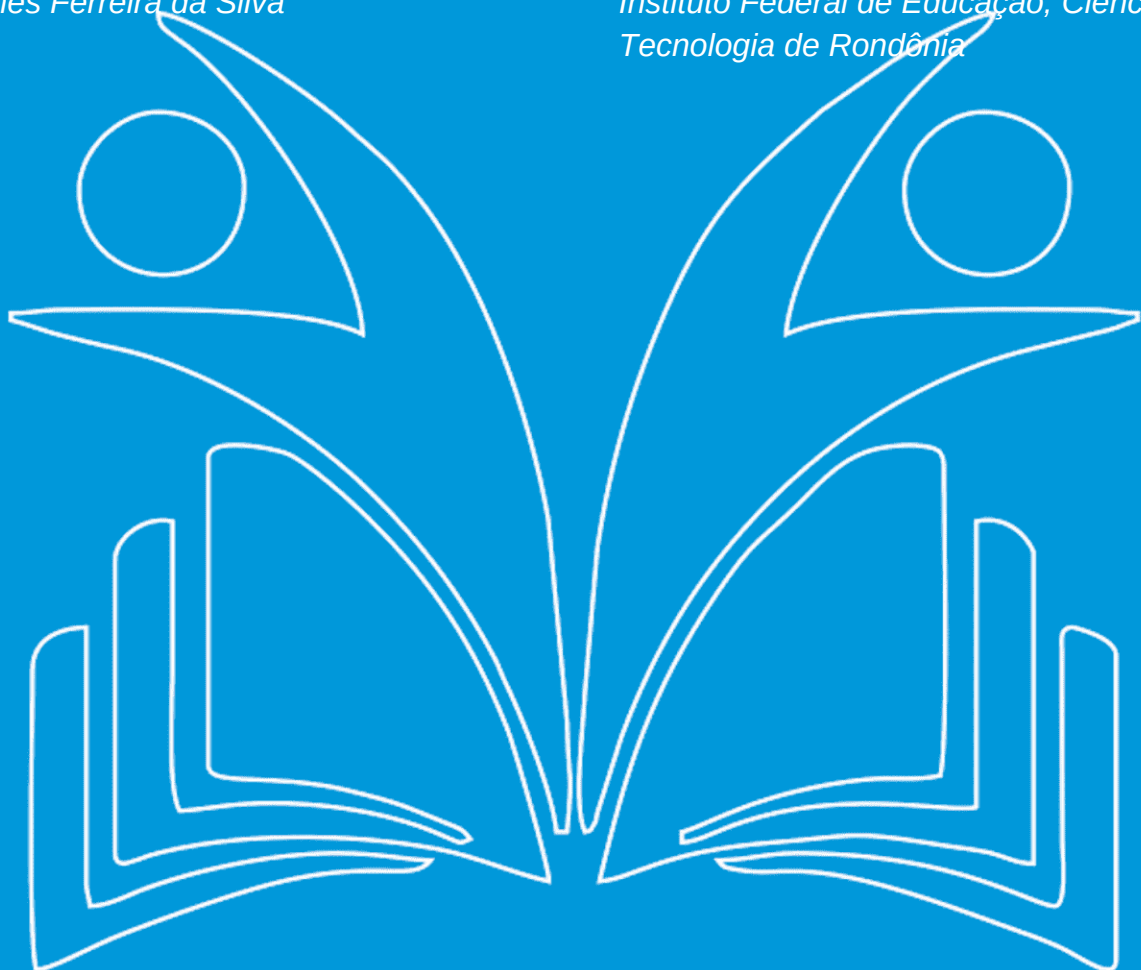
ASTRONOMIA CULTURAL NO ENSINO MÉDIO: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A ABORDAGEM DAS CONSTELAÇÕES CELESTES INDÍGENAS

Hualan Patrício Pacheco

*Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Rondônia*

Laffert Gomes Ferreira da Silva

*Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Rondônia*



INTRODUÇÃO

Em toda a sua história, o ser humano tem se empenhado em compreender os fenômenos e questões elementares que o cercam, bem como de sua própria existência, sendo essa uma característica inerente de sua natureza (BORGES & RODRIGUES, 2022). A Astronomia tem como objeto de estudo os astros e o universo, antes da invenção dos telescópios, a astronomia era realizada por meio da observação do céu a olho nu (SANTOS et al., 2020).

A observação celeste esteve na base do conhecimento de todas as sociedades antigas (AFONSO, 2005). Acredita-se que o homem tenha investigado os céus antes mesmo de procurar um maior conhecimento sobre os rios, os mares e a terra. (BORGES & RODRIGUES, 2022). Não diferentemente de outros povos, os indígenas brasileiros também praticavam e ainda praticam essa ciência.

A visão indígena do Universo deve ser considerada no contexto dos seus valores culturais e conhecimentos ambientais, que se referem às práticas e representações mantidas e desenvolvidas por povos com longo tempo de interação com o ambiente em que vivem. O conjunto de entendimentos, interpretações e significados faz parte de uma complexidade cultural que envolve linguagem, sistemas de nomes e classificação, maneiras de usar recursos naturais, rituais, espiritualidade e interpretações do mundo. O conhecimento indígena não-formal, em contraste com o conhecimento formal, é transmitido oralmente de geração a geração, através de mitos, músicas e rezas, sendo raramente documentado (AFONSO, 2006, p.9).

Observando o céu, os nativos determinavam o tempo das chuvas, do plantio e da colheita, a duração do dia, mês, ano e das marés. Associam as fases da Lua com a agricultura local, para o controle natural das pragas. Desenhavam no céu suas constelações. De acordo com os pajés, a terra nada mais é do que um reflexo do céu. Assim, a noção do céu auxilia na sobrevivência em sociedade e está intrinsecamente ligado à cultura indígena, tais como, em seus mitos, rituais, músicas, danças e artes. (AFONSO, 2014).

Os tupi-guarani¹ são profundos conhecedores de seu ambiente, plantas e animais, nomeando as várias espécies. Eles associam as estações do ano e as fases da Lua ao clima, à fauna e à flora da região em que vivem. Eles também sabiam que a Lua tem maior influência sobre as marés e mapearam o céu e criaram suas constelações como Anta, Veado, Ema e Homem Velho, todas relacionadas a mitos e tradições locais (AFONSO, 2006; AFONSO 2012).

No ensino de astronomia nas escolas, a abordagem da astronomia cultural tem se mostrado cada vez mais relevante em partes pela Lei nº 11.645/2008, que tornou obrigatório o ensino da história e cultura indígena nas escolas de ensino fundamental e médio. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do

ensino fundamental também incentiva o estudo da Astronomia fazendo relação com as “distintas culturas ao longo da história da humanidade”.

A motivação para os estudos sobre a astronomia indígena começou quando os autores participaram da 18ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), no período de 26 a 28 de abril de 2022. Estudantes e professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Porto Velho Calama, realizaram diversas atividades na comunidade ribeirinha de Nazaré, no Baixo Madeira que fazem parte do projeto “A transversalidade da ciência e da tecnologia para a efetivação dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável” (IFRO, 2022).

O contato com a cultura indígena dos Muras² (moradores dos arredores do distrito de Nazaré) possibilitou a percepção da importância do céu para eles. Foram contadas histórias sobre a lua e como os antigos usavam as estrelas para se guiar na floresta. Ao retornar, foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre astronomia indígena local e verificou-se a escassez de materiais sobre esse tema. A pouca divulgação sobre o assunto, tal como é evidenciado por Bueno et al. (2019), é um indicativo de que se faz necessário o desenvolvimento de uma proposta para o ensino das constelações e da astronomia cultural no contexto da educação básica, sendo este um dos aspectos apresentados neste trabalho.

Neste trabalho apresenta-se uma sequência didática que pode ser adaptada e aplicada em diferentes contextos e níveis educacionais, visando a abordagem introdutória da cultura indígena sobre a Astronomia. A proposta permite que os alunos conheçam e compreendam os sistemas de observação e interpretação do céu de diferentes povos indígenas do Brasil, especialmente das constelações celestes Tupi-Guarani. A partir dessa, os estudantes que participaram da atividade ampliaram seu repertório cultural e tiveram uma visão mais ampla do conhecimento astronômico.

A sequência didática pode incentivar o respeito à diversidade, promovendo uma educação mais inclusiva e plural. A proposta também se justifica em querer valorizar a cultura e produção de conhecimento dos povos indígenas de nosso país, além de colocar em prática o que está retratado na BNCC do ensino fundamental e que vem sendo buscado desde a implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (1997 e 1998).

AS CONSTELAÇÕES INDÍGENAS BRASILEIRAS: CONSTELAÇÃO DA ANTA, VEADO, EMA E HOMEM VELHO

A palavra constelação tem origem no latim *constellatio*, cujo significado é agrupamento de estrelas. As constelações são conjuntos aparentes de estrelas que, quando observadas da Terra, formam figuras

imaginárias (heróis mitológicos, animais e objetos). Esses padrões foram reconhecidos e nomeados por diferentes culturas ao longo da história e servem como uma forma de orientação, referência para navegação, agricultura, religião e mitologia (AFONSO, 2006 al. LANGHI, 2016).

Havendo inúmeras constelações, decorrentes da cultura de cada lugar do planeta, houve a necessidade de oficializá-las, a fim de se convencionar o mesmo “céu” para todos (LANGHI 2016). As principais constelações ocidentais registradas pelos povos antigos são aquelas que interceptam o caminho fictício que chamamos de eclíptica, por onde aparentemente se move o Sol devido ao movimento de rotação do nosso planeta, essas constelações são chamadas zodiacais. (AFONSO, 2006).

Ainda de acordo com Afonso (2006):

A União Astronômica Internacional (UAI) utiliza um total de 88 constelações, distribuídas nos dois hemisférios terrestres, enquanto certos grupos indígenas já nos mostraram mais de cem constelações, vistas de sua região de observação. Quando indagados sobre quantas constelações existem, os pajés³ dizem que tudo que existe no céu existe também na Terra, que nada mais seria do que uma cópia imperfeita do céu. Assim, cada animal terrestre tem seu correspondente celeste, em forma de constelação (AFONSO, 2006, p,8).

Os desenhos das constelações ocidentais (chamadas de "ocidentais" por serem visíveis predominantemente no hemisfério norte) são feitos pela união de estrelas, através de segmentos de retas imaginárias em um campo de visão do céu aparentemente próximo. Para os Tupi-Guarani, as constelações são constituídas pela união de estrelas e, também, pelas manchas claras e escuras da Via Láctea (AFONSO, 2006). Eles enxergam padrões e formas em toda a extensão da faixa esbranquiçada da Via Láctea, o que enriquece sua percepção do céu noturno. Essa visão diferenciada das constelações é uma parte importante da cultura e do folclore das comunidades indígenas do Brasil.

TAPI'I RAPÉ (CAMINHO DA ANTA) – VIA LÁCTEA

O braço de nossa galáxia elíptica, que constitui a região esbranquiçada do céu e que muitas vezes é identificada como a Via Láctea, é chamada de Caminho da Anta (Tapi'i rapé⁴, em guarani) pela maior parte das etnias dos índios brasileiros (AFONSO, 2005). A narrativa, ao qual está envolta esta formação celeste, mostra a origem das constelações e da Via Láctea. Em determinados períodos do ano, dentro da cultura ocidental, é o nome que damos à galáxia onde se situa o sistema solar (NEVES, 2017).

Neves (2007), faz uma breve análise do mito dos índios Suruí⁵ sobre o caminho da anta:

Os animais estavam cuidando de suas vidas na floresta, como sempre faziam. De repente, ouviram um canto muito bonito vindo do céu. Mas, como a maioria não voava, pensaram logo em construir uma escada. Alguns

animais, dentre eles a anta, lançaram suas flechas em direção ao céu, mas não conseguiam acertar uma atrás da outra para montar a escada. Então, lembraram-se do tatu, ele era considerado o melhor atirador, um craque. O tatuzinho veio e com suas flechas conseguiu fazer o caminho para o céu e todos os animais foram ver de perto o pássaro cantar. Na hora de voltar, todos procuraram o caminho, mas agonizados, entraram ao mesmo tempo. Quando a anta foi entrando, pelo peso da bicha as flechas se partiram. Alguns animais caíram na floresta e viraram caça para a gente comer. Outros ficaram no céu, presos no caminho da anta. (NEVES, 2007, p.2).

TAPI'I (GUARANI) - CONSTELAÇÃO DA ANTA (ANTA DO NORTE).

A espécie *Tapirus terrestris*, conhecida como anta brasileira, é considerada a maior dos mamíferos brasileiros. (BORGES; PEREIRA; FERREIRA; SANTOS, 2021). Na cultura tradicional Tupi-Guarani, a Constelação da Anta é uma das mais importantes. De acordo com Afonso (2005):

A constelação da Anta do Norte é conhecida principalmente pelas etnias de índios brasileiros que habitam na região norte do Brasil, tendo em vista que para as etnias da região sul ela fica muito próxima da linha do horizonte. Ela fica totalmente na Via Láctea, que participa muito nas definições de seu contorno, fornecendo uma imagem impressionante dessa constelação. Existem outras constelações representando uma Anta (Tapi'i, em guarani) na Via Láctea, por isso chamamos essa constelação de Anta do Norte. (AFONSO, 2005, p.8).

Segundo a Astronomia Cultural Tupi-Guarani, na segunda quinzena de setembro, a Anta Tapi'i surge completamente acima do horizonte ao anoitecer, próxima ao ponto cardeal Norte, indicando a abertura da Primavera Austral (FIOCRUZ, 2021). A constelação da Anta Tapi'i é mostrada na Figura 1:



Figura 1: Constelação da Anta Tapi'i em que a observamos de cabeça para baixo.

(Fonte: Stellarium aplicativo mobile).

Existem diversas maneiras de classificar as estrelas dentro de uma constelação, usa-se em alguns casos nomes que já estão fundamentados na história da Astronomia (Sirius, Intrometida, Aldebaran, Rigel e etc.), mas nem todos os astros celestes estelares são batizados, haja vista a imensidão desse número. Outra forma de classificação é aquela que leva em conta o brilho ou magnitude destas, deste modo, a estrela mais brilhante de uma constelação leva a primeira letra do alfabeto grego, α (alfa); a segunda estrela mais brilhante é a β (beta); e assim por diante, até a estrela de menor brilho visível (LANGHI, 2016).

A estrela Alpha (α) Cygni representa o focinho da anta, as estrelas 55 Cygni, 59 Cygni e 62 Cygni formam a boca. Tau Cygni e 72-Cygni são as orelhas, enquanto as estrelas 74 Cygni, Sigma Cygni, Nu Cygni, 56 Cygni, 63 Cygni e Pi2 Cygni constitui a cabeça e o pescoço. (AFONSO, 2005 al. FIOCRUZ, 2021).

A parte de baixo do corpo é formada pelas estrelas Zeta Cephei, Beta Cassiopeiae (Caph) e Alfa Cassiopeiae (Schedar), terminando em Zeta Cassiopeiae. As pernas da frente começam em Zeta Cephei e terminam em Alfa Cephei (Alderamin) e Iota Cephei, enquanto as pernas de trás começam em Beta Cassiopeiae (Caph) e terminam em Kappa Cassiopeiae e Delta Cassiopeiae (Ruchbah). (AFONSO, 2005 al. FIOCRUZ, 2021).

A cauda é representada pelas estrelas Zeta Cassiopeiae e Mu Cassiopeiae. A parte de cima do corpo é formada pelas estrelas Zeta Cassiopeiae, Psi Andromedae e Lambda Andromedae. (AFONSO, 2005 al. FIOCRUZ, 2021).

V. GUAXU (GUARANI) - CONSTELAÇÃO DO VEADO

A constelação do Veado é mais conhecida pelas etnias indígenas do sul do Brasil, pois na região norte ela fica próxima da linha do horizonte. Além disso, é destacado que o surgimento do Veado na segunda quinzena de março, no lado leste, indica uma transição entre o calor e o frio para os índios do Sul e a chuva e a seca para os indígenas do Norte. (AFONSO, 2005).

Como relata Moreira e Moreira (2015):

Nhanderu Tupã⁶ criou o veado para que viva aqui na terra, o seu poder está em seu chifre. Ele vive no campo e é um animal sagrado, por isso que ele existe em diversas partes do mundo. Nas histórias antigas é ele que carregava Nhanderu com os seus chifres. Ele tem tanto amor e humildade que o Nhanderu resolveu que ele ficasse na Terra e no Céu, como estrelas. Esta constelação fica na região do céu conhecida também na constelação ocidental por Falsa Cruz e pelo Cruzeiro do Sul, que representam sua cabeça e sua parte traseira, respectivamente. (MOREIRA e MOREIRA, 2015, p. 23):

Percebe-se, como a relação do Tupi-Guarani com os animais se constrói a partir da sua conexão com o plano divino. Os seres, enquanto auxiliares do processo de criação do mundo, estão presentes simbolicamente e materialmente no plano da cultura e astronomia. (MENDES 2017).

A constelação do Veado foi destaque no Museu de Astronomia e Ciências Afins - MAST, publicado em 19 de abril de 2021, com o título: "Diversidade Entre os Povos Indígenas, a visão desses povos sobre Cosmologia e Astronomia".

Não é incomum, no dia 19 de abril⁷, depararmos-nos com crianças nas ruas das cidades com o rosto pintado, roupas de franjas e levando a palma da mão à boca para arrancar o famoso som "indígena" ôaôaôaa em evidente alusão a etnias norte-americanas. Clara demonstração de desconhecimento sobre os povos indígenas que habitam o nosso território. As informações que chegam à sociedade sobre esses povos, provenientes da mídia, desenhos, filmes e livros escolares, não raro, são displicentes e carregadas de significados errôneos e preconceituosos (Martins, 2021).

Podemos observar a constelação na Figura 2. A constelação do Veado é formada por estrelas de várias outras constelações, incluindo Carina, Centaurus, Crux e Vela. A estrela γ Velorum representa o focinho do veado, enquanto SAO220138, SAO220803, λ Velorum, SAO220371 e SAO220204 formam a cabeça. (AFONSO, 2005).

Os chifres são formados por λ Velorum, ψ Velorum e SAO200163. As duas pernas da frente começam em SAO250683 e θ Carinae, uma terminando em β Carinae e a outra em ω Carinae. As duas pernas de trás começam em η Crucis e ζ Crucis, uma terminando em γ Muscae e a outra em δ Muscae. (AFONSO,2005).



Figura 2: Constelação do Veado Guaxu, deer significa veado traduzido para o português

(Fonte: Stellarium aplicativo mobile).

A cauda é formada pelas estrelas δ Crucis, β Crucis e γ Crucis, e a parte traseira é composta por todas as estrelas da constelação Crux. A parte de cima do corpo começa em γ Crucis, passa por π Centauri e ϕ Velorum e termina em κ Velorum, onde começa o pescoço. (AFONSO,2005).

WIRANU (TENEHARA) - CONSTELAÇÃO DA EMA

Na segunda quinzena de junho, quando a constelação da Ema surge no lado leste, temos o início do inverno para os indígenas do sul do Brasil e o início da estação seca para os indígenas ao norte do país (AFONSO,2005). A maior de todas as aves brasileiras, é considerada um mestre para as outras aves e muito importante para os Tupi-Guarani (MOREIRA, G.; MOREIRA, W., 2015).

Conta o mito Guarani que a constelação do Cruzeiro do Sul segura a cabeça da Ema, caso ela se solte, morreremos de seca e sede. As estrelas Alfa Centauro e Beta Centauro estão dentro do pescoço da Ema. Elas representam dois ovos grandes que a Ema acabou de engolir. (AFONSO, 2006).

A constelação da Ema é uma constelação do hemisfério sul do céu, localizada entre as constelações de Crux e Scorpius. É composta por estrelas de várias outras constelações, como Musca, Centaurus, Triangulum Australe, Ara, Telescopium, Lupus e Circinus. (AFONSO,2005)

Podemos observar a constelação na Figura 3.

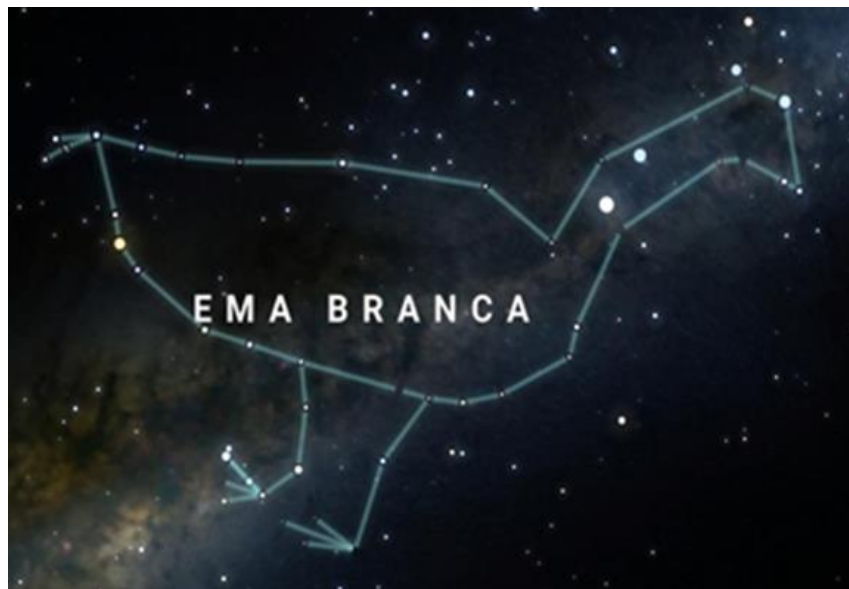


Figura 3: – Constelação da Ema Wiranu, já foi chamada de Constelação do Avestruz, entretanto não existe essa espécie de ave no país, a com aparência mais próxima é a Ema Branca.

(Fonte: Stellarium aplicativo mobile).

A Ema é representada por estrelas que formam a cabeça, o bico, os ovos que tenta devorar, as pernas e a cauda. A parte de cima do corpo da Ema é formada pelas estrelas δ Scorpii, π Scorpii e ρ Scorpii, e a parte de baixo começa em β Trianguli Australis e termina em δ Scorpii. As manchas claras e escuras da Via Láctea dentro do corpo da Ema ajudam a visualizar a plumagem. (AFONSO,2005)

A constelação de Scorpius, excluindo suas garras e as estrelas acima de Antares, é representada por uma cobra para os índios brasileiros, sendo Antares a sua cabeça. A constelação de Scorpius é conhecida como de inverno ao sul do Trópico de Capricórnio e como de seca perto da linha do Equador. (AFONSO,2005)

Cabe ressaltar que as constelações do Veado e da Ema se apresentam no mesmo plano, onde ambas utilizam a constelação do Cruzeiro do Sul para sua composição, como mostrar a Figura 4:



Figura 4: Constelações Ema e do Veado vista da perspectiva da Terra, onde elas aparecem totalmente ao horizonte apenas quando olhamos para o polo sul geográfico

(Fonte: Stellarium aplicativo mobile).

TUIVAÉ (TUPI) – TUYA’I (GUARANI) – CONSTELAÇÃO DO HOMEM VELHO

De acordo com Afonso (2005), a constelação indígena brasileira do Homem Velho, é constituída pelos aglomerados de Taurus e Orion.

Em relação à constelação do Homem Velho, d’Abbeville relatou: “Tuivaé, Homem Velho, é como chamam outra constelação formada de muitas estrelas, semelhante a um homem velho pegando um bastão”. Na segunda quinzena de dezembro, quando o Homem Velho (Tuya, em guarani) surge totalmente ao anoitecer, no lado Leste, indica o início do verão para os índios do sul do Brasil e o início da estação chuvosa para os índios do norte do Brasil. (AFONSO, 2005, p.5).

A Constelação do Homem Velho representa o mito de um indígena cuja esposa estava interessada em seu irmão. Para realizar o desejo proibido, a esposa matou o marido, cortando-lhe a perna. Os deuses lastimaram a dor do marido e o transformaram em uma constelação. (AFONSO, 2006). Podemos observar a constelação na Figura 5.



Figura 5: Constelação do Homem Velho Tuivaé (tupi) – Tuya’i (guarani). É a maior constelação Tupi-Guarani, para sua composição utiliza as constelações ocidentais de Orion e Touro.

(Fonte: Stellarium aplicativo mobile).

A Constelação do Homem Velho representa o mito de um indígena cuja esposa estava interessada em seu irmão. Para realizar o desejo proibido, a esposa matou o marido, cortando-lhe a perna. Os deuses lastimaram a dor do marido e o transformaram em uma constelação. (AFONSO, 2006). Podemos observar a constelação na Figura 5.

Embora não seja reconhecida pela astronomia moderna, a constelação do Homem Velho foi destaque no site da NASA (National Aeronautics and Space Administration), (Administração Nacional do Espaço e da Aeronáutica). O registro foi publicado em 12 de janeiro de 2021 na Astronomy Picture Of Day (APOD), ou Foto Astronômica do Dia, que é uma das seções mais acessadas do site (NASA, 2021). A Figura 6 é a reprodução desse famoso registro.

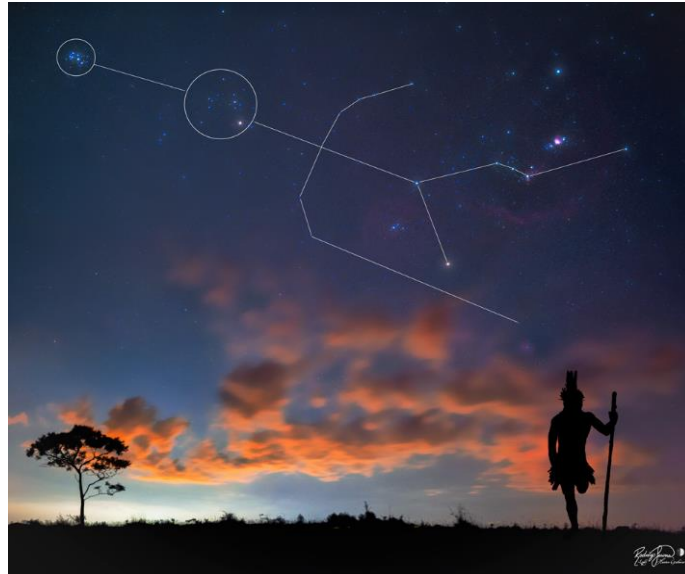


Figura 6: Imagem de Astronomia do Dia, cada dia uma imagem ou fotografia diferente do nosso fascinante universo e juntamente com uma breve explicação escrita por um astrônomo profissional.

Publicado dia 12 de janeiro de 2021. Título: Uma Constelação Histórica Brasileira.

(Fonte: Crédito da Imagem & Direitos Autorais: Rodrigo Guerra).

A imagem astronômica apresentada no site da NASA em 12 de janeiro de 2021, juntamente com uma breve explicação escrita por um astrônomo profissional, o céu está cheio de histórias passadas entre gerações de pessoas que veem essas constelações estelares como parte fundamental de sua civilização.

A desconhecida constelação do Velho, é muito reconhecida pelos povos Tupi-Guarani nativos das regiões da América do Sul hoje conhecidas como Brasil. O folclore do céu noturno é importante por muitas razões, inclusive porque registra a herança cultural e documenta a universalidade da inteligência e imaginação humanas. (NEMIROFF, BONNEL, 2021 - **tradução nossa**).

O Homem Velho é composto por outras três constelações Tupi-Guarani, como podemos observar na Figura 7:



Figura 7: Constelação do Homem Velho por outra visão, dando destaque aos asterismo Indígenas Tupi -Guarani.

(Fonte: Stellarium Web).

Acima daquilo que representa a cabeça do Homem Velho fica o aglomerado das Plêiades que representa um penacho⁸ que ele tem em sua cabeça. O aglomerado de Plêiades é facilmente visualizado a olho nu e consiste de várias estrelas brilhantes, de espectro predominantemente azul. Para os nativos é conhecido como vespeiro ou Eixu e aparecia alguns dias antes das chuvas, desaparecendo no fim desse período para reaparecer em igual época no ano subsequente, com isso os indígenas conseguiam perfeitamente contar o passar dos anos. (AFONSO,2005).

A cabeça do Homem Velho é formada pelas estrelas do aglomerado estelar Híades que se encontram a 150 anos-luz de distância, sendo o acumulado estelar mais próximo da Terra, tendo evidência para a Aldebarã estrela alfa (mais brilhante) da constelação de Touro. Em Tapi'i rainhykã constitui a queixada da anta e anuncia a chegada das chuvas. (AFONSO,2005).

Cabe destacar as estrelas Mintaka, Alnilam e Alnitak, conhecidas como o cinturão de Órion (que constituem um asterismo⁹ que é muitas vezes denominado de As Três Marias e que são facilmente identificáveis no céu por estarem alinhadas e pelo brilho), que representa o joelho da perna que não foi apunhalada. Para os tupinambás essa formação estelar também representa uma linda mulher (Joykexo¹⁰), símbolo da fertilidade, servindo como orientação geográfica, pois essa constelação surge

e desaparece nos pontos cardeais, Joykexo além disso representa o caminho dos mortos. (AFONSO, 2005).

O tronco do Homem Velho começa na Alfa Taure e termina na estrela Bellatrix, o seu ombro é aproximadamente formado na Orionis, onde começam seus braços, o direito termina na estrela dupla de 15 Orionis e o seu braço esquerdo (braço do cajado) conclui-se na 8 Orionis, a linha reta que parte de 8 Orionis até super gigante Rigel, representa o bastão que o homem usa para se equilibrar. A estrela Bellatrix (sua virilha) sendo que a Supergigante Vermelha Betelgeuse representa o lugar onde sua perna foi cortada, as três marias são o joelho da perna direita e a estrela Saiph representa o pé do velho (AFONSO, 2005).

VII. A ASTRONOMIA CULTURAL NO CONTEXTO HISTÓRICO E CULTURAL

A astronomia ensinada na escola, é frequentemente associada aos gregos, árabes, babilônios, sumérios, egípcios e europeus. No entanto, muitas outras culturas e povos em todo o mundo fizeram contribuições representativas. (CORREIA; SIMÕES, 2016). É importante lembrar que a ciência é transversal e cada tradição astronômica tem sua própria perspectiva sobre o universo e nos ajuda a entender melhor a complexidade e diversidade do mundo que nos envolve.

A Astronomia Cultural é uma área que busca entender como outras culturas, do passado ou presente, se relacionam com o que os ocidentais conhecem sobre o céu. Esse campo de estudo tem substituído o termo Etnoastronomia nos últimos anos (P. LIMA et. al 2013).

A investigação do conhecimento astronômico dos povos antigos, através de vestígios arqueológicos, documentos históricos, registros etnográficos e relatos de tradições orais. É uma atividade transdisciplinar envolvendo, principalmente, pesquisadores das áreas de astronomia e antropologia. A astronomia cultural tem um grande potencial no Brasil, reflexo da amplitude e diversidade étnicas nacionais (AFONSO, 2006).

Recentemente, há um grande interesse pelos conhecimentos celestes das comunidades indígenas do Brasil. Essa procura deve-se, em parte, à Lei nº 11.645/2008, que tornou obrigatório o ensino da história e cultura indígena nas escolas de ensino fundamental e médio, tanto público quanto privado (AFONSO, 2014). A Constituição Federal de 1988 reconhece o direito das sociedades indígenas a uma educação escolar específica, intercultural e bilíngue, que leve em conta suas tradições, costumes e crenças (BRASIL, 1988).

A crescente busca pelas contribuições dos diferentes povos do mundo levou à UNESCO a proclamar uma linha de ação na "Declaração Universal sobre a Diversidade Cultural".

Art 1º – A diversidade cultural, patrimônio comum da humanidade A cultura adquire formas diversas através do tempo e do espaço. Essa diversidade se manifesta na originalidade e na pluralidade de identidades que caracterizam os grupos e as sociedades que compõem a humanidade. Fonte de intercâmbios, de inovação e de criatividade, a diversidade cultural é, para o gênero humano, tão necessária como a diversidade biológica para a natureza. Nesse sentido, constitui o patrimônio comum da humanidade e deve ser reconhecida e consolidada em benefício das gerações presentes e futuras. (UNESCO,2001).

O objetivo da astronomia cultural é distinguir a diversidade das formas como cada povo, antigo ou moderno, percebe e interpreta os fenômenos celestes observados e os integra ao seu sistema cultural e práticas cotidianas (P. LIMA et. al 2013). Para Jafelice (2015. p. 3) estudar astronomia cultural é “fazer o exercício de tentar se colocar no lugar do outro”.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN - Pluralidade Cultural (BRASIL, 1997) recomendam que a temática indígena seja abordada no âmbito escolar. Inserir a temática indígena no currículo de ciências corrobora para a importância do processo educacional no desenvolvimento de novos conceitos éticos, atitudinais e comportamentais em relação a esses grupos, promovendo a problematização das representações escolares equivocadas consolidadas ao longo dos anos. (KOEPE; BORGES; LAHM, 2014, p.2).

Ao considerar a astronomia cultural como uma temática de suma importância no processo ensino e aprendizagem é possível ampliar a compreensão das diferentes culturas e seus modos de ver e interpretar o mundo, ela também pode ser usada como uma ferramenta para ensinar conceitos em outras disciplinas, como história, antropologia e geografia. Portanto, a inclusão desse tópico nos currículos escolares pode contribuir para a promoção de um ensino intercultural e enriquecedor, capaz de estimular o respeito à diversidade cultural e a valorização das diferentes formas de conhecimento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A construção de uma proposta para o ensino de um conteúdo escolar que não figura no cotidiano direto dos alunos tem como necessidade principal a utilização de recursos didáticos que aproximem o discente do objeto de estudo, nesse sentido apresentamos um material didático desenvolvido para o ensino das quatro constelações celestes que são colocadas neste trabalho.

Uma sequência didática para o ensino destas constelações de origem indígena também se faz necessária, pois o docente deve orientar-se com base nesses aspectos para obter o melhor desempenho para o material didático e otimizar o processo de ensino e aprendizagem. As variações dessa sequência fazem parte do processo de liberdade docente e apresentarão resultados diversos.

Os resultados e discussões foram divididos em três partes, a primeira é referente ao material didático, bem como os recursos didáticos para o ensino de constelações indígenas, enquanto que na segunda subseção observa-se a sequência didática e comentários sobre o seu desenvolvimento, por fim, na terceira parte apresentamos dados preliminares de uma atividade pedagógica que tem como objetivo atestar a eficácia da sequência didática proposta e dos materiais de ensino construídos e concebidos.

MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DAS CONSTELAÇÕES DE ORIGEM INDÍGENA

- Constelações tátil-visuais produzidas em impressoras 3D;
- Óculos de realidade virtual;
- Carta celeste (sem as constelações) elaborada por meio do software *Stellarium*;
- Projetor e notebook para apresentação de material com linguagem verbal e não verbal.

As constelações tátil-visuais, produzidas através da tecnologia de impressão em 3D, conferem aos estudantes a oportunidade de manipular e explorar as formas e configurações das constelações em qualquer momento do dia. Não foi possível encontrar de forma integral as constelações Tupi-Guarani, o que demandou sua construção por meio do software gratuito *Tinkercad*. As quatro constelações guarani (Homem Velho, Veado, Anta e Ema) aparecem na Figura 8 e estão disponíveis para download no link inserido a legenda.

Os óculos de realidade virtual proporcionam aos estudantes uma vivência imersiva e singular durante a exposição do tema. É importante mencionar que os referidos dispositivos foram doados para o Laboratório de Física do Instituto Federal de Rondônia - *Campus* Calama, onde a atividade foi ministrada, totalizando sete unidades. Esta também é uma alternativa para momentos em que os estudantes não têm acesso às constelações de interesse, ou ainda quando a atividade é realizada de maneira diurna.

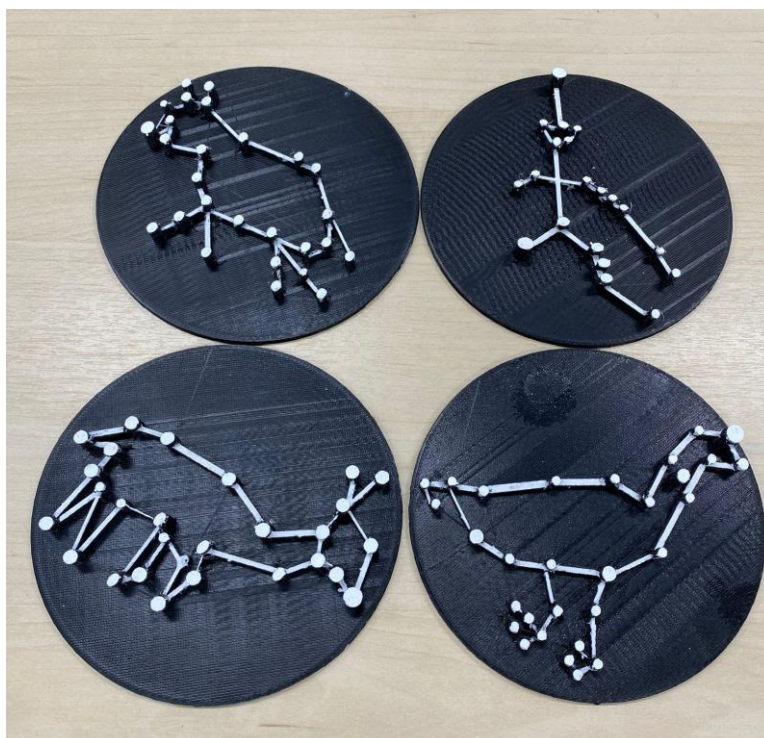


Figura 8: As constelações foram imprimidas em material ABS (sigla em inglês para acrilonitrila butadieno estireno) e tem diâmetro de aproximadamente 20cm podendo ter suas dimensões reduzidas ou aumentadas. A variação desses materiais e as dimensões podem ser aumentadas ou reduzidas de acordo com o interesse do docente que as utilizará.

(**Fonte:** Os Autores. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:6041620>).

A carta celeste, criada no software *Stellarium*, com a ferramenta de captura de tela do Windows 10, optamos por usar a região do céu onde está presente as constelações de Orion e Touro (Homem Velho), primeiramente foi removido a paisagem e atmosfera terrestre no aplicativo, logo após executamos o printscreen da tela, onde obtivemos apenas as estrelas sem linhas, desenhos e etiqueta, como aparece nas imagens anteriores.

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DAS CONSTELAÇÕES DE ORIGEM TUPI: O RESGATE DA CULTURA INDÍGENA.

Quando refletimos sobre o ato de ensinar dentro do contexto da escola, estamos certos de que *“Ensinar não é transferir conhecimentos, mas criar as possibilidades para sua própria produção ou a sua construção”* (FREIRE, 1996.p.2). É imprescindível um apresto por parte do docente, de acordo com Franco (2018):

Para que todos os alunos venham se interessar de fato pelas aulas, especialmente as do componente curricular Física, é de importância capital, que a condução das aulas seja agradável e que os discentes tenham uma real propriedade daquilo que será ensinado. Dentre as várias maneiras de conduzir uma boa aula temos a Sequência Didática (FRANCO, 2018. p.153).

Entretanto, o que é sequência didática? é um conjunto sistemático e organizado de atividades pedagógicas com a finalidade de promover a aprendizagem de um conteúdo específico de maneira progressiva e coerente. Essa estruturação segue uma ordem lógica, de forma a permitir uma assimilação mais efetiva dos conhecimentos pelos alunos, bem como uma melhor sistematização e fixação destes.

Elaboramos então uma sequência didática para tratar o tema de constelações indígenas dentro de sala de aula, na Tabela 1 vemos a proposição.

Tabela 1 : Sequência didática proposta e utilizada na atividade pedagógica.

Passos didáticos	Ações do professor	Ações do estudante
Explicação sobre o conceito de constelação	O professor trabalhará com os alunos sobre o conceito de constelação, como foram importantes para a evolução da astronomia e especificamente sobre as constelações de Orion, Touro e Cruzeiro do Sul.	Os estudantes, por sua vez, poderão fazer perguntas sobre a origem do nome das constelações e curiosidades sobre a temática.
Construindo sua constelação passo I	O educador dividirá a turma em grupos de quatro alunos e fornecerá uma carta celeste sem as constelações. Os alunos deverão desenhar sua própria constelação	O grupo de alunos deverá entrar em acordo sobre qual objeto desenhar na sua carta celeste.
Construindo sua constelação passo II	O docente solicitará aos alunos que escrevam uma breve história sobre o objeto que escolheram para representar em sua constelação, bem como a motivação por trás da escolha.	Os educandos deverão apresentar diante da turma a sua constelação, além de fundamentar a sua escolha e contar uma breve história sobre o objeto que escolheram para representar.
Explicação do tema sobre constelações indígenas	Por meio de slides, materiais táteis e óculos de realidade virtual, fará uma explicação sobre a temática. Além disso, utilizará materiais visuais para trazer a imersão e estimular a participação ativa dos estudantes durante a explicação.	Os discentes se dividirão em três grupos: o primeiro grupo ficará com os materiais táteis, o segundo grupo terá acesso aos óculos de realidade virtual e o terceiro grupo ao slide. Haverá uma rotatividade dos grupos para que todos possam participar da atividade.

A atividade proposta é importante para o processo de aprendizagem dos alunos, uma vez que ela possibilita a compreensão do conceito de constelação de uma forma prática e dinâmica. Segundo o

estudo de Branco e Moutinho (2015), a utilização de gincanas envolvendo experimentos físicos pode ser uma forma lúdica e eficaz de ensino de Física.

Cabe ao professor desenvolver novas práticas que permitam aos alunos um melhor aprendizado, utilizando-se de metodologias que aumentem seu interesse e façam com que eles encontrem suas próprias respostas e construam soluções para os problemas apresentados. O educador tem por objetivo, promover este desenvolvimento, favorecendo o crescimento do aluno por seus próprios meios e oferecendo condições para que isso ocorra (BRANCO e MOUTINHO. 2015. p.3).

Nesta atividade, os discentes terão a oportunidade de desenvolver a criatividade e o trabalho colaborativo. Ao construir uma constelação própria, os alunos poderão expressar visualmente um objeto e relatar uma narrativa sobre ele, fomentando suas habilidades comunicativas e expressivas. A apresentação das constelações para a turma viabilizará a disseminação do conhecimento sobre os objetos representados em cada uma delas, bem como o compartilhamento de ideias e curiosidades sobre o tema.

No que diz respeito à explicação do tema sobre as constelações indígenas, a intenção do professor é fornecer aos alunos informações e conhecimentos sobre a astronomia presentes na cultura do povo tupi-guarani. Reforçado por Afonso (2009):

Devemos ressaltar o valor pedagógico do ensino da astronomia indígena para os alunos do ensino fundamental de todo o Brasil, por se tratar de uma astronomia baseada em elementos sensoriais (como as Plêiades e a Via Láctea), e não em elementos geométricos e abstratos, e também por fazer alusão a elementos da nossa natureza (sobretudo fauna e flora) e história, promovendo auto-estima e valorização dos saberes antigos, salientando que as diferentes interpretações da mesma região do céu, feitas por diversas culturas, auxiliam na compreensão das diversidades culturais. (AFONSO, 2009, p.4).

A temática visa salvaguardar a pluralidade cultural e enfatizar a ciência em sua abrangência sociocultural. O uso de materiais táteis e óculos de realidade virtual proporciona uma experiência imersiva e distinta durante a explicação, o que pode contribuir para uma melhor compreensão do assunto. Além disso, a alternância dos grupos garante que todos os alunos possam explorar os diferentes materiais disponíveis e aprender sobre a temática de forma ampla.

Resultados preliminares da atividade docente desenvolvida

O público no qual a atividade pedagógica foi desenvolvida era pertencente aos cursos técnicos integrados em química e informática, tendo sido selecionados a partir da manifestação de interesse dos próprios estudantes em participar da atividade e conhecer os conteúdos a serem desenvolvidos.

Estes discentes tinham idade que variava entre 14 e 17 anos, sendo dos períodos vespertino e matutino e totalizando 25 alunos.

A primeira parte da atividade foi a explanação do conteúdo, buscamos trazer uma contextualização moderna, para tentar manter a apresentação didática e atrativa para os alunos, fizemos analogias com coisas dos habituais deles. Depois discutimos em conjunto de onde veio a necessidade dos antigos em usarem as estrelas nas atividades do seu cotidiano.

Entramos nos méritos das constelações, definimos o conceito de constelação, com a definição clara, podemos adentrar em tópicos que são de maior dificuldade, como a missão Gaia, constelações Circumpolares e Zodiacais, debatemos que constelação não era apenas as estrelas, mas sim uma região no céu, falamos sobre as constelações Chinesas e astronomia cultural no geral.

Em seguida, em virtude da dinâmica da turma, foi realizada uma mostra dos materiais táteis-visuais, onde os alunos puderam manuseá-los e tirar suas dúvidas sobre as constelações. Os estudantes desenvolveram essa atividade em conjunto, ou seja, a turma inteira realizou a visualização dos materiais sem dificuldades, perguntando sobre as estrelas que compõem as constelações indígenas e outras que estavam disponíveis para a visualização.

Foi dada sequência ao conteúdo, onde foi possível falar sobre as constelações, agora com foco as constelações Tupi-guarani, foi feita uma atividade oral onde os alunos tentavam inferir sobre a história e o nome das constelações indígenas pelos materiais táteis, após a conclusão da apresentação das quatro constelações (Anta, Veado, Ema e Homem-Velho). Os estudantes utilizaram óculos de realidade virtual, para observar como as constelações são vistas da perspectiva da Terra, todos conseguiram aproveitar amplamente a ferramenta tecnológica.

Por fim, foi solicitado que os alunos se dividissem em grupo e escolhessem algum elemento cotidiano de suas vivências em comum acordo com todos os envolvidos no grupo. Neste momento não foi definido pelo docente a quantidade de pessoas por grupo, mas sim que se dividissem por afinidade. No total, quatro grupos surgiram: o primeiro com 8 estudantes todos do segundo ano do ensino médio; outro com 6 alunos, todos do primeiro ano; e por fim dois outros grupos com sete e quatro alunos todos do primeiro ano.

Após a separação dos grupos os estudantes receberam uma carta celeste em branco e tiveram que criar suas constelações, selecionamos duas para a realização de uma análise prévia, a Constelação do *Benzeno* 2V aparecem na Figura 9:

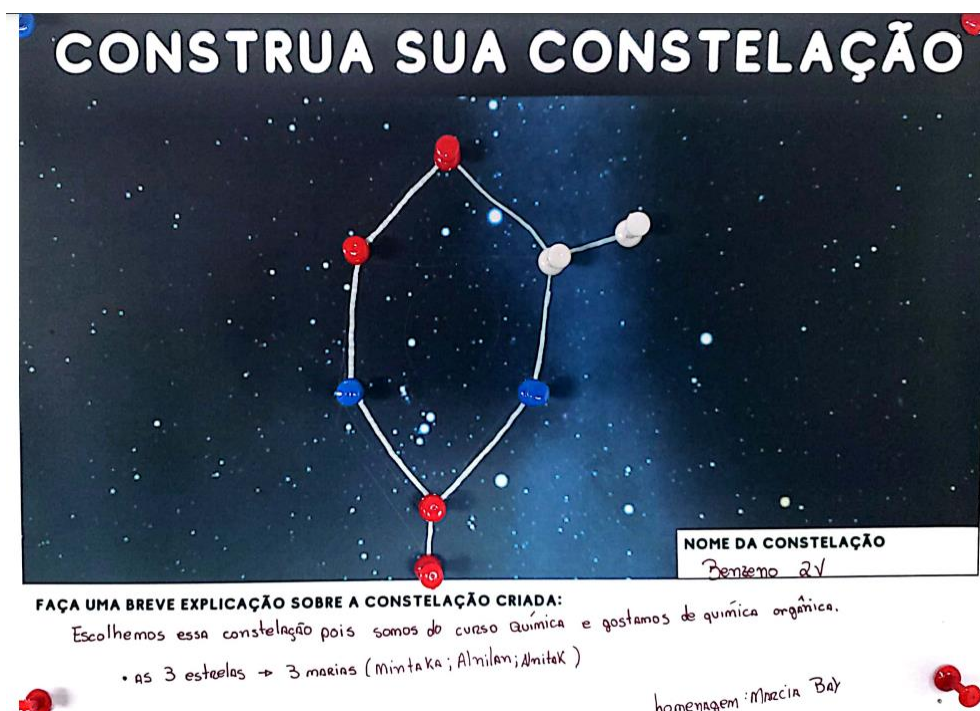


Figura 9: Constelações construídas pelos alunos Constelação Benzeno 2V com explicação do fator motivador para a identificação.

(Fonte: Os Autores).

No momento de socialização com a turma os estudantes justificaram a sua construção coletiva através da seguinte: “a nossa constelação é a do benzeno, entretanto sem o anel aromático. Escolhemos essa constelação porque nossa disciplina preferida é Química Orgânica.” Os alunos mostraram um ótimo aproveitamento da atividade, construindo sua constelação a partir de algo que faz parte do cotidiano de todos. Eles também destacaram o asterismo das Três Marias como parte de sua constelação, o que denota a compreensão de que uma constelação é uma região no céu, não apenas um conjunto de estrelas ligadas por retas.

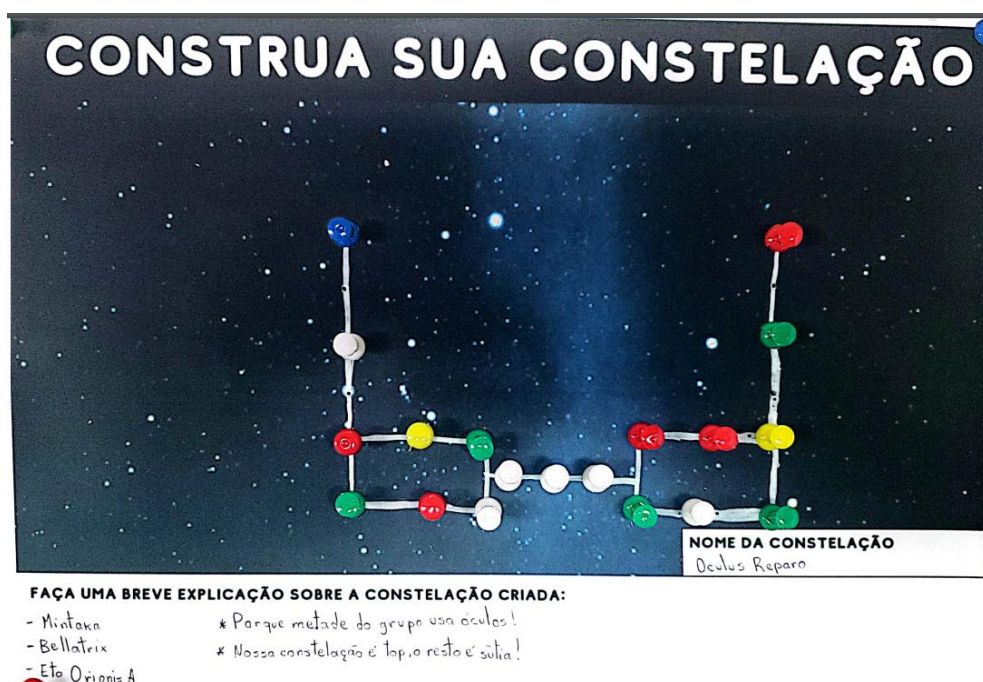


Figura 10: Constelações construídas pelos alunos Constelação “Oculus Reparo” com explicação do fator motivador para a identificação.

(Fonte: Os Autores).

A constelação construída pelos alunos do curso técnico em informática possui não só elementos cotidianos, mas também pertencentes à cultura pop, tendo em vista que o termo “*óculus repara*” é um feitiço usado em um filme de produção hollywoodiana. A construção dos alunos aparece na Figura 10.

Novamente ao socializar a concepção da constelação os alunos informaram que: “Construímos essa constelação em homenagem ao Harry Potter e aos óculos, porque todos os integrantes do grupo usam óculos de correção visual”. As estrelas que foram destacadas foram Mintaka, Bellatrix e Eta Orionis A, o que demonstra o domínio do aplicativo *Stellarium* utilizado durante a prática pedagógica.

As outras constelações tiveram também elementos de importância para os grupos, estando envoltas de contos e mitos e histórias conhecidas pelos estudantes em conjunto. Optamos por não nos alongar na análise dessas produções discentes neste trabalho por entendermos que isto não compõe o objetivo principal deste trabalho.

CONCLUSÕES

As pesquisas iniciais sobre a Astronomia Cultural nos permitiram obter dados, ainda que escassos sobre o atual desenvolvimento dos estudos sobre o tema, os povos originários são detentores de um

conhecimento que é deixado à margem das produções contemporâneas em astronomia, pois trabalhos sobre o ensino destes tópicos no contexto do ensino médio é quase inexistente.

Além de sanar a curiosidade dos autores sobre este conteúdo, a perspectiva do trabalho das quatro constelações de origem Tupi-Guarani no ensino médio apresenta diversas possibilidades, especificamente quando falamos sobre as origens das constelações, que são sempre objeto de muito desejo por parte dos estudantes. A perspectiva de criação, por parte dos estudantes, de suas constelações faz com que estes vivenciem na prática o trajeto descrito pelos antigos ao conceber os seus elementos estelares, indicando aqueles que fazem parte do cotidiano e das suas culturas, bem como os que são relevantes socialmente.

O material didático desenvolvido e apresentado aqui permite a visualização direta das constelações e fornece ao professor o mecanismo perfeito para a sua demonstração dentro de sala de aula de maneira coletiva. As estrelas podem ser comentadas pacientemente e a forma de concepção dos indígenas sobre as figuras formadas podem ser exploradas tanto do ponto de vista dos mitos quanto da perspectiva social que os indígenas compartilham entre si.

A sequência didática apresentada permitiu a compreensão dos alunos sobre o conceito científico de constelações como áreas do céu que englobam uma série de estrelas, mesmo aquelas que não fazem parte das linhas e curvas que formam a figura visualizada pelas diversas culturas.

Por fim, este trabalho abre caminhos para os estudos sobre as concepções dos estudantes após o desenvolvimento da prática pedagógica e também sobre as atividades que são desenvolvidas ao longo da atividade apresentada. A atividade pedagógica outorgou a liberdade para empregarem sua inventividade na construção de sua própria constelação e revelaram elementos comuns de pequenos grupos de estudantes. Constatou-se ao fim que o uso de lendas relacionadas às constelações pode ajudar a tornar o conteúdo mais atraente e envolvente, além de permitir uma conexão com a cultura e tradições dos povos indígenas.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, G. B. As Constelações Indígenas Brasileiras. Observatórios Virtuais – Constelações Indígenas, folheto. 2005.
- AFONSO, G. B. Astronomia indígena. Reunião anual da SBPC 61: 1-5. 2009.
- AFONSO, G. B. O céu dos índios do Brasil. Anais da 66ª Reunião Anual da SBPC - Rio Branco, AC. 2014
- AFONSO, G. B. Mitos e estações no céu Tupi-Guarani. Scientific American Brasil (Edição Especial: Etnoastronomia), v. 14, p. 46-55. 2006.
- AFONSO, G. B. Saberes astronômicos dos tupinambás do Maranhão. Anais da 64ª Reunião Anual da Sbp, São Luís, MA. 2012.
- BORGES, D.; PEREIRA, S.; FERREIRA, M.; SANTOS, A. Anta-brasileira - Tapirus terrestris - Linnaeus, 1758, (Perissodactyla, Taperidae). Anatomia óssea e muscular da perna e pé. Desafios - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins, 8, 28-38. 2021.
- BRANCO, A., & MOUTINHO, P. E. C. O lúdico no ensino de física: o uso de gincana envolvendo experimentos físicos como método de ensino. Caderno de Física da UEFS, 13(2), 2601-2608. 2015.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Pluralidade cultural. Brasília: MEC/SEF. 1997.
- BUENO, M. A.; OLIVEIRA, E. A. G.; NOGUEIRA, E. M. L.; RODRIGUES, M. de S. Astronomia cultural um levantamento bibliográfico dos saberes sobre o céu de culturas indígenas. Areté, V. 12, nº 25, Manaus – AM. 2019.
- COLONESE, P. H. (Org.). Céus astro-culturais: Anta do Norte Guarani, a Jararaca Tukano, a Coruja Maia e o Primeiro Magro Navajo [recurso eletrônico]. Rio de Janeiro: Fiocruz - COC. (Coleção Culturas estelares, v. 4). 2021.
- CORREA, L.F.; SIMÕES, Bruno dos Santos. Astronomia indígena na formação de professores: uma possibilidade partir da abordagem CTS. Ciência e Natura, Santa Maria, v.38 n. 1, Jan-abr. p.475 –483. 2016.
- FRANCO, D. L. A importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de Física moderna no Ensino Médio. Revista Triângulo, Uberaba - MG, v. 11, n. 1, p. 151–162.
- FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 30. ed. São Paulo: Paz e Terra. 1996.
- JAFELICE, L. C. Astronomia cultural nos ensinos fundamental e médio. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, (19), 57-92. 2015.

KOEPPE, C. H. B.; BORGES, R. M. R.; LAHM, R. A. O Ensino de Ciências como ferramenta pedagógica de reconstrução das representações escolares sobre os povos indígenas. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 16, n. 1, p. 115-130. 2014.

LANGHI, R. *Aprendendo a ler o Céu: Pequeno Guia Prático para a Astronomia Observacional*. 2ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

LIMA, Flavia P.; FAULHABER BARBOSA, Priscila; D'OLNE CAMPOS, Marcio; JAFELICE, Luiz C.; BORGES, Luiz C. *Astronomia Indígena: relações céu-terra entre os indígenas no Brasil: distintos céus, diferentes olhares*. In: Matsuura, Oscar T. (Org.). *História da astronomia no Brasil*. Vol. I, Cap. 3. Recife: CEPE; Sectec; Rio de Janeiro: MAST/MCTI, 2014. p. 86-128. 2013.

MOREIRA, Geraldo & MOREIRA, Wanderley Cardoso. *Calendário cosmológico: os símbolos e as principais constelações na visão guarani*. Apyka Mirim. Florianópolis. 2015.

NEMIROFF, Robert; BONNELL, Jerry; NEWMAN, Phillip. "*Imagem Astronômica do Dia*." Publicado em 12/01/2021.

NEVES, Ivânia dos Santos. Tapirapé: discurso fundador da identidade tupi. *Revista do SETA*, v. 1. Issn 1981-9153. 2007.

UNESCO. *Declaração Universal sobre a Diversidade Cultural*. 2001.

NOTAS

¹Os Tupi-Guarani não se referem a apenas um povo indígena, contempla uma família de línguas indígenas da América do Sul.

²Os Muras são um grupo indígena brasileiro que ocupa uma vasta área no complexo hídrico dos rios Madeira, Amazonas e Purus.

³Pajé é um termo que designa os líderes espirituais de diversas culturas indígenas da América do Sul.

⁴Tapi'i rapé em tupi significa caminho da anta.

⁵Suruí é um povo indígena brasileiro que habita a região amazônica do estado de Rondônia, próximo à divisa com o estado do Mato Grosso.

⁶Nhanderu Tupã é uma figura divina conhecida como “pai do sol”.

⁷19 de abril, “Dia dos Povos Indígenas”.

⁸Penacho é um adorno utilizado na cabeça, comumente associado a tradições e culturas indígenas e também usado em algumas cerimônias religiosas ou festivais.

⁹Asterismo é um grupo de estrelas que formam um padrão reconhecível ou uma figura dentro de uma constelação.

¹⁰Joykexo para os tupis é a representação de uma bela mulher.

Hualan Patricio Pacheco
Laffert Gomes Ferreira da Silva
Marli Lucia Tonatto Zibetti

 conhecimentolivre.org/home
 contato@conhecimentolivre.org
 [editoraconhecimentolivre](https://www.instagram.com/editoraconhecimentolivre)

RELATOS DE PESQUISA EM ENSINO
DE ASTRONOMIA NO INSTITUTO
FEDERAL DE RONDÔNIA:
DO ENSINO MÉDIO À FORMAÇÃO DE
PROFESSORES