

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS**

Proposta de um minicurso de Astronomia para alunos do Ensino Fundamental II

Lucas Canevarolo Pesquero

**SÃO CARLOS
2015**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS**

Proposta de um minicurso de Astronomia para alunos do Ensino Fundamental II

Lucas Canevarolo Pesquero

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas da Universidade Federal de São Carlos, Campus São Carlos, como um dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, sob a orientação do professor Gustavo Rojas.

SÃO CARLOS

2015

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária UFSCar
Processamento Técnico
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P474p Pesquero, Lucas Canevarolo
 Proposta de um minicurso de Astronomia para
 alunos do Ensino Fundamental II / Lucas Canevarolo
 Pesquero. -- São Carlos : UFSCar, 2015.
 99 p.

 Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de
 São Carlos, 2015.

 1. Ensino de Astronomia. 2. Astrofísica. 3.
 Astronáutica. 4. Sequência didática. I. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Lucas Canevarolo Pesquero, realizada em 07/08/2015:

Prof. Dr. Gustavo de Araujo Rojas
UFSCar

Prof. Dr. André Luiz da Silva
USP

Prof. Dr. José Antonio Salvador
UFSCar

Dedico este trabalho à minha mãe, minha irmã e minha namorada por todo o apoio, ajuda e compreensão durante os meus anos de estudo.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também à minha mãe, minha irmã e minha namorada pelo apoio inestimável, pelos conselhos e pelas palavras de incentivo. Por fim, agradeço aos professores do programa e a meus colegas de turma com os quais muito aprendi.

O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.

José de Alencar

Resumo

Neste trabalho, é proposto um minicurso de Astronomia, que pode ser utilizado como preparação para a Olimpíada Brasileira de Astronomia, mas que tem como função principal se tornar mais uma ferramenta de resgate do ensino desta disciplina. Mesmo aqueles que não cursaram uma disciplina específica de Astronomia, ao longo de sua vida acadêmica, podem se utilizar deste minicurso, pois para cada aula da sequência textos e vídeos com informações complementares foram indicados, tornando-o acessível a todos os interessados. Para justificar a necessidade desta sequência didática, a dissertação é iniciada com um panorama nacional do ensino de Astronomia e suas principais deficiências, em seguida descreve a Olimpíada Brasileira de Astronomia e suas conquistas, relata experiências de minicursos ministrados anteriormente para, somente no fim, propor um possível roteiro de atividades.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia, astrofísica, astronáutica, sequência didática.

Abstract

In this dissertation, an astronomy workshop is proposed which can be used as preparation for Brazilian Olympics of Astronomy, but whose main goal is to become one more tool for studies in such discipline. Even those who did not attend a specific discipline of astronomy throughout his academic life are able to apply this workshop, because, to each class of the sequence, texts and videos with supplementary information was given, making it accessible to all interested teachers. To justify the need for this teaching sequence, this dissertation starts with a national overview of astronomy education and their main weaknesses, then describes the Brazilian Olympics of Astronomy and its achievements, reports previous workshop experiences to, only at the end, propose a possible activities script.

Keywords: Astronomy teaching, astrophysics, astronautics, teaching sequence.

Lista de Figuras

- Figura 1:** Distribuição do número de participantes da OBA por ano. p. 26
- Figura 2:** Distribuição do número de participantes da MOBFOG ao longo dos anos.....p. 27
- Figura 3:** Uso de lentes e um laser para explicar a trajetória de um feixe luminoso dentro de uma luneta.....p. 32
- Figura 4:** Observação do orbe celeste feita com os alunos na aula inaugural do curso.....p. 33
- Figura 5:** Poluição luminosa causada pela Lua. Na figura acima, a Lua se encontra visível no céu, mas, no exato momento em que a mesma sai do campo de visão, (figura de baixo) um número muito grande de estrelas aparece.....p. 34
- Figura 6:** Na parte superior da imagem, as estrelas pertencentes às constelações aparecem ligadas e, na parte inferior, uma arte é acrescida para facilitar a visualização das imagens associadas às constelações. Em ambas, os botões que viabilizam estas visualizações estão destacados no canto inferior esquerdo.....p. 35
- Figura 7:** A relação entre as constelações do zodíaco e a eclíptica.....p.36
- Figura 8:** O pôr do sol nos dias do solstício de verão, do equinócio de outono e do solstício de inverno, respectivamente.....p. 38
- Figura 9:** Interface do software My Solar System.....p.40
- Figura 10:** Na imagem, vê-se a enorme quantidade de energia elétrica dissipada para o espaço. Figura disponível em: <http://www.putsgriilo.com.br/wp-content/uploads/2010/06/planet-light-5.jpg>>, acesso em: dez. 2014.....p. 69
- Figura 11:** Esquema explicativo das estações do ano. Figura disponível em: http://files.estudegeografia.webnode.com.br/200000177-a3986a4924/estacoes_do_ano.gif, acesso em: dez. 2014.....p.73
- Figura 12:** Montagem do sistema Sol-Terra-Lua. Figura disponível em: http://www.apoioescolar24horas.com.br/salaaula/estudos/fisica/053_optica/fases/28_1.jpg, acesso em: dez. 2014.....p.75
- Figura 13:** Modelo de painel a ser montado pelos alunos.....p. 80
- Figura 14:** Sugestão de diagrama para auxílio na explicação da origem dos sistemas solares. Figura disponível em: http://4.bp.blogspot.com/_6teF0Ow_cLs/S9XUrKA8HZI/AAAAAAAAAIs/H3MK3r1EQgk/s1600/Sistema+Solar+-+Origem.jpg, acesso em: dez 2014.....p.84

Figura 15: Sugestão de diagrama para auxílio na explicação da origem dos sistemas solares. Figura disponível em:

http://www.ccvalg.pt/Astronomia/sistema_solar/introducao/nebulosa_solar.JPG,

Acesso em: dez. 2014.....p.84

Figura 16: Sugestão de diagrama para auxílio na explicação do ciclo de vida de uma estrela. Figura disponível em: [http://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2010/03/Figura-4-Cen%C3%A1rio-Atual-de-](http://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2010/03/Figura-4-Cen%C3%A1rio-Atual-de-Forma%C3%A7%C3%A3o-e-Evolu%C3%A7%C3%A3o-Estelar.jpg)

[Forma%C3%A7%C3%A3o-e-Evolu%C3%A7%C3%A3o-Estelar.jpg](http://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2010/03/Figura-4-Cen%C3%A1rio-Atual-de-Forma%C3%A7%C3%A3o-e-Evolu%C3%A7%C3%A3o-Estelar.jpg) acesso em: dez.

2014.....p. 85

Figura 17: Sugestão de diagrama para auxílio na explicação do ciclo de vida de uma estrela. Figura disponível em: http://astro.if.ufrgs.br/estrelas/evolucao_estrelas.jpg,

acesso em: dez. 2014.....p. 85

Figura 18: Versão moderna do modelo de relógio solar utilizado pelo povo egípcio.

Figura retirada das atividades práticas da XVI OBA (Disponível em:

http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/2013/ATIVIDADES%20PRATICAS%20de%202013.pdf,

Acesso em: jun 2015).....p. 89

Lista de Tabelas

- Tabela 1:** Separação dos artigos analisados por área de ensino.....p. 22
- Tabela 2:** Caracterização dos artigos quanto ao seu conteúdo e separados por área de ensino.....p. 23
- Tabela 3:** Tópicos discutidos durante o minicurso de Astronomia.....p. 29-30

Sumário

1. INTRODUÇÃO	p. 13
2. O ENSINO DE ASTRONOMIA NO BRASIL	p. 15
2.1 Análise Quantitativa	p. 21
3. A OLIMPÍADA DE ASTRONOMIA	p. 26
4. O MINICURSO DE 2014	p. 29
4.1 Aula 1	p. 31
4.2 Aula 2	p. 37
4.3 Aula 3	p. 39
4.4 Aula 4	p. 40
4.5 Aula 5	p. 41
4.6 Aulas 6 e 7	p. 42
4.7 Aula 8	p. 43
4.8 Aula 9	p. 44
4.9 Aula 10 (Observação)	p. 45
4.10 Atividade Extra: MOBFOG	p. 45
5. DISCUSSÃO	p. 47
5.1 Aula 1	p. 47
5.2 Aula 2	p. 49
5.3 Aula 3	p. 50
5.4 Aula 4	p. 51
5.5 Aula 5	p. 51
5.6 Aulas 6, 7 e parte da 8 (Atividade de Planetologia)	p. 52
5.7 Aula 8	p. 53
5.8 Aula 9	p. 53
5.9 Aula 10	p.54
5.10 Atividade extra: MOBFOG	p.55
6. RESULTADOS	p. 56
7. O MINICURSO (UMA NOVA PROPOSTA)	p. 57
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	p. 59
9. BIBLIOGRAFIA	p. 61
10. APÊNDICE A – ARTIGOS USADOS PARA ANÁLISE NA SEÇÃO 2.1	p. 63
11. APÊNDICE B – PROPOSTA DE UM NOVO MINICURSO	p. 67

11.1	Aula 1	p. 67
11.2	Aula 2	p. 72
11.3	Aula 3	p. 78
11.4	Aula 4	p. 82
11.5	Aula 5	p. 87
11.6	Aula 6	p. 90
11.7	Aula 7	p. 93
11.8	Atividade extra: Mostra Brasileira de foguetes (MOBFOG)	p. 96

1. INTRODUÇÃO

A abóbada celeste foi admirada pelo ser humano, desde tempos remotos, e a compreensão de sua natureza e composição, motivos de investigação. Assim sendo, o estudo da Astronomia e subsequente ensino desta área do conhecimento humano surgiram de forma natural e se perpetuaram pelas diversas culturas ao longo da história.

Atualmente, a Astronomia e suas ciências correlatas, a astrofísica e a astronáutica, têm papel de destaque em todo o planeta, devido à suas implicações tecnológicas como os sistemas de localização e transmissão de dados globais, seu uso para melhor entendimento da dinâmica atmosférica e previsão de intempéries, controle do desmatamento e mudanças na superfície do planeta, além da conquista do espaço e subsequente tentativa de colonização de outros planetas e satélites naturais.

Apesar desta inegável relevância e impacto direto na vida de todos os habitantes do planeta, o ensino de Astronomia, em nosso país, foi deixado de lado, durante boa parte do século XX, e mesmo depois da inclusão de tópicos de Astronomia no currículo oficial das escolas brasileiras, estipulado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, em meados do ano 2000, ainda enfrenta sérias dificuldades.

Neste contexto, a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) serve como ferramenta de incentivo ao estudo desta disciplina, além de tentar resgatar a essência da mesma através da sugestão de diversas atividades práticas de observação.

Assim, este trabalho propõe um curso de Astronomia, astrofísica e astronáutica, contemplando desde explicações de fenômenos do cotidiano dos alunos, já compreendidos há muitos séculos, até algumas recentes conquistas da humanidade. Este curso pode ser utilizado também como ferramenta preparatória para a OBA, como forma de resgate do estudo desta disciplina, sendo de fácil alocação em meio a um currículo tradicional, com as devidas adaptações.

Desta forma, ao longo deste trabalho, são apresentadas, na seção 2, uma retrospectiva histórica do ensino de Astronomia, as pesquisas mais recentes nessa área e suas conclusões sobre a atual situação do ensino desta disciplina no Brasil. Ainda na seção 2, uma análise quantitativa das publicações de ensino de Astronomia no periódico “Revista Brasileira de Ensino de Física” é feita juntamente

com a análise quantitativa da pesquisa em ensino de Astronomia, astrofísica e astronáutica. Na seção 3, um breve comentário acerca da Olimpíada Brasileira de Astronomia é feito, ressaltando seu grande crescimento e as conquistas decorrentes da mesma. Nas seções 4 e 5, são apresentados os detalhes de um curso de Astronomia, ministrado no ano de 2014, em uma escola particular do interior do estado de São Paulo, assim como as impressões do professor que o ministrou acerca da eficácia das atividades. Na seção 6, os resultados obtidos pelos cursos já aplicados. Na seção 7, apresenta-se uma nova proposta de curso nos moldes do aplicado, todavia mais lapidado devido à experiência anterior e na seção 8 as considerações finais.

Por fim, pretende-se que este curso ajude professores a se organizarem na inserção de conteúdos de Astronomia em suas aulas, forneça ferramentas didáticas para o ensino de alguns conteúdos via experimentação, incentive um maior estudo desta disciplina por parte dos alunos e sua participação na OBA.

2. O ENSINO DE ASTRONOMIA NO BRASIL

A Astronomia é, sem dúvida, uma das mais antigas ciências criadas pelos seres humanos, pois a curiosidade humana, em relação aos objetos do orbe celeste, é retratada até mesmo em pinturas rupestres. Todavia a Astronomia como ciência demorou mais alguns milênios para se desenvolver e os registros mais antigos já encontrados, relativos a fenômenos astronômicos, são bem mais recentes que os homens das cavernas e foram escritos por volta do ano 3000 a.C. (FILHO & SARAIVA, 2010).

A fundamentação e utilização desta ciência podem ser consideradas como o agente possibilitador da sedentarização das grandes civilizações do mundo antigo, já que estas se tornaram agrárias e sem o desenvolvimento da Astronomia, mesmo que rudimentar, não era possível definir a época de plantio e colheita. Além disso, a Astronomia fazia parte do dia-a-dia destas civilizações em seus mitos de criação do universo (cosmogonia), na marcação do tempo por meio da observação dos corpos celestes ou das ferramentas derivadas destas observações como a Clepsidra¹ e o Relógio Solar², como referência para localização, guia em deslocamentos, na definição das estações do ano e suas consequências: melhor época de caça, pesca, etc., e ainda para a tentativa de previsões do futuro (Astrologia).

Desta forma, o ensino desta área do conhecimento humano recebeu grande valor e importância nas civilizações mesopotâmicas (Babilônios, Assírios, Sumérios e Caldeus), egípcia, grega, pré-colombianas (Incas, Maias, Astecas e nativos brasileiros), orientais, assim como nas outras que a sucederam (OLIVEIRA, 1997).

Dentre os povos citados, os gregos foram os que fundamentaram as bases para o desenvolvimento da Astronomia ocidental. As escolas da sociedade grega valorizavam o estudo de quatro ciências básicas: Geometria, Aritmética,

¹ Espécie de vaso com o formato de um tronco de cone, no qual a base maior é a aberta e a base menor é a base do objeto. Este artefato tinha a função de medir o tempo por meio do nível da água em seu interior que diminuía devido a um pequeno orifício em sua base.

² Artefato com formato de semicírculo dividido em doze setores circulares com um pequeno orifício no local onde seria o centro da circunferência. Através deste era afixado um pequeno pedaço de madeira de forma perpendicular ao semicírculo. A sombra deste pequeno pedaço de madeira funcionava como o ponteiro do relógio marcando as horas desde o nascer do Sol até o ocaso.

Astronomia e Música, o chamado *Quatrivium*, e a Astronomia exercia especial fascínio sobre este povo. Este encanto pela Astronomia fez com que os gregos realizassem importantes descobertas, dentre as quais podem-se destacar o cálculo do raio da Terra por Eratóstenes, o cálculo das distâncias Terra-Sol, Terra-Lua e dos raios destes corpos celestes feito por Aristarco de Samos, a observação do movimento de precessão da Terra feita por Hiparco, e os vários modelos de organização do universo criados por eles, dentre os quais, se destaca o de Aristarco de Samos por ser o primeiro modelo heliocêntrico da história.

Ptolomeu organizou todo o conhecimento em Astronomia desenvolvido até sua época em um livro que futuramente ficaria conhecido por *Almagesto*, sendo esta a obra base para o estudo e ensino de Astronomia até a época da renascença.

Com o declínio da sociedade grega e a ascensão do poder da Igreja, alguns séculos depois, a cultura ocidental estipulou como necessário a seus estudantes o aprendizado de sete ciências básicas divididas em dois grupos: o *Quatrivium*, uma herança da cultura grega que, ainda nesta época, era tida como a “visão correta do mundo” e o *Trivium* (Gramática, Retórica e Lógica), que tinha função de formação teológica dos alunos. Assim, o ensino de Astronomia também foi considerado como fundamental durante toda a Idade Média e, mesmo com as revoluções políticas e sociais subsequentes, assim permaneceu até o início do século XX, quando esta disciplina foi perdendo força por todo o mundo até quase desaparecer dos currículos oficiais (LANGHI, 2009, p. 87).

No Brasil, desde sua fase colônia até o início do século XX, os conteúdos de Astronomia também eram parte do currículo oficial das escolas, mas como citado por Langhi (2009, p. 92) com o decreto do Estado Novo em 1942, a disciplina específica de Astronomia foi extinta e ao longo das décadas seguintes, com as reformas educacionais, alguns de seus conteúdos passaram a integrar a ementas das disciplinas Geografia Física e Ciências, no Ensino Fundamental, e Física no Ensino Médio.

Com a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) em 1996, a elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) em 1998 e 1999, e das Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) em 2002, o governo federal criou documentos para nortear a estruturação das ementas das disciplinas em todas as escolas de nível fundamental e médio do país.

Dentre os assuntos propostos, o tema “Terra e Universo” foi apresentado na tentativa de mostrar a importância do estudo da Astronomia e resgatá-lo. O texto dos PCNs de Ciências da Natureza nos 3º e 4º ciclos ressalta a importância do aprendizado desta disciplina para o cotidiano dos alunos (BRASIL, 1998, p. 41):

Compreender o Universo, projetando-se para além do horizonte terrestre, para dimensões maiores de espaço e de tempo, pode nos dar novo significado aos limites do nosso planeta, de nossa existência no Cosmos, ao passo que, paradoxalmente, as várias transformações que aqui ocorrem e as relações entre os vários componentes do ambiente terrestre podem nos dar a dimensão da nossa enorme responsabilidade pela biosfera, nosso domínio de vida, fenômeno aparentemente único no Sistema Solar, ainda que se possa imaginar outras formas de vida fora dele.

Alguns trabalhos acadêmicos mais recentes tentam mensurar a evolução do ensino de Astronomia, nas últimas décadas, por meio de pesquisas tanto qualitativas como quantitativas. Langhi e Nardi (2009) descrevem por completo o cenário do ensino de Astronomia no Brasil caracterizando-o desde a Educação Básica até os cursos de Pós-Graduação, Extensão, Especialização, etc.; assim como o panorama das pesquisas em ensino de Astronomia (LANGHI & NARDI, 2009, p. 4).

Por exemplo, um estudo recente mostra que houve um aumento quantitativo de 61% de trabalhos sobre educação em Astronomia durante os últimos sete anos somente nas reuniões da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) e nos simpósios nacionais de ensino de física (SNEF). Apesar deste crescimento, a quantidade total de 36 teses e dissertações relacionadas com a educação em Astronomia, desde 1973 (quando surgiu o primeiro trabalho neste sentido) até 2008, distribuídos em 20 dissertações de mestrado, 10 dissertações de mestrado profissionalizante, e 6 teses de doutorado, demonstra quão fértil este campo ainda se encontra para desenvolvimento.

No mesmo artigo, eles ainda enumeram os diversos eventos acadêmicos nacionais que possuem trabalhos em ensino de Astronomia, lembram a participação débil dos meios de comunicação em geral na popularização desta ciência, ressaltam as associações nacionais que promovem encontros ou eventos relacionados à Astronomia, tratam brevemente os materiais didáticos em Astronomia, como sites e revistas científicas nacionais, e, por fim, quantificam as publicações em periódicos de circulação nacional (LANGHI & NARDI, 2009, p. 4).

Um levantamento, sobre artigos que levam em conta este tema [Astronomia], mostra 95 produções (de 1985 a 2008), publicadas em todos os periódicos de circulação nacional, da área de ensino de ciências e matemática (CAPES 46), avaliados com Qualis A e B (total de 61 publicações analisadas de acordo com a classificação de periódicos, anais, revistas e jornais do sistema WebQualis da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, em outubro de 2007).

Após esta completa caracterização do ensino de Astronomia no Brasil, os autores classificam-no, na grande maioria das suas expressões, como tímido e disperso, ou seja, realizado por pessoas ou associações de forma isolada e restrita a uma cidade ou a uma pequena região. Assim, Langhi e Nardi defendem uma união de forças entre os pesquisadores da área, as associações amadoras e as escolas para que haja efetiva popularização do ensino de Astronomia.

Este tipo de ação unificadora e articuladora, movimentando-se em sentido contrário à dispersão e pulverização de esforços locais destes estabelecimentos, coloca-se em favor do desenvolvimento da educação em Astronomia e de sua pesquisa, e justifica-se pelo fato desta ciência desenvolver o importante papel em promover, no público, o interesse, a apreciação e a aproximação pela ciência em geral, pois normalmente surgem questões de interesse comum que despertam a curiosidade das pessoas, tais como buracos negros, cosmologia e exploração do sistema solar, levando-as ao ensino da Astronomia, seja ele formal, informal ou não-formal. (LANGHI & NARDI, 2009, p. 8)

Em outro trabalho, Faria e Voelzke (2008) aplicaram questionários a professores de escolas estaduais nos municípios de Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires e Mauá na tentativa de avaliar a presença do ensino de Astronomia, nas escolas desta região, bem como a metodologia utilizada.

Dentre os questionamentos feitos aos professores, se encontrava a pergunta “Qual a importância da Astronomia na formação do aluno do ensino médio?”. Como resposta, eles obtiveram que “a maior parte dos professores pesquisados admitem que o ensino de Astronomia é importante na formação do jovem que cursa o ensino médio” (FARIA & VOELZKE, 2008, p. 6). Todavia, havia, entre os professores pesquisados, alguns que ainda não reconheciam a importância do ensino de Astronomia.

Os professores RGS7, M7, M10 e M19 afirmaram que nos dias atuais este assunto não tem a menor importância; sendo que M10 e M19 não deram qualquer justificativa. O professor RGS7 mencionou que saber de fatos relacionados a Astronomia como por exemplo o rebaixamento do planeta Plutão não faz sentido para o aluno; já o professor M7 afirmou que assuntos

relacionados aos conceitos astronômicos tem importância para quem pretende fazer física. (FARIA & VOELZKE, 2008, p. 6).

O trabalho também evidenciou que a maioria dos professores pesquisados não se utilizava de qualquer recurso computacional, não aplicava atividades experimentais em laboratórios, não indicava revistas especializadas a seus alunos, nem mesmo os levava a museus ou planetários. Quando questionados sobre a aplicação de tópicos de Astronomia na sala de aula, a grande maioria dos entrevistados, nos três municípios, reconhece que não incluía estes conteúdos em seus planos de aula para o Ensino Médio, apesar de reconhecer sua importância, como já foi anteriormente citado.

Faria e Voelzke (2008) apontam que os resultados obtidos pela pesquisa são consequência de uma ênfase mínima dada à disciplina de Astronomia, mesmo nos cursos de graduação em Física, pois “É sabido que nem mesmo o curso de física tem uma disciplina com o conteúdo voltado somente para a Astronomia, tão pouco as demais graduações” (FARIA & VOELZKE, 2008, p. 9).

A solução proposta por eles é a criação de cursos de formação continuada que atendam aos professores desta região para que os mesmos internalizem conceitos de Astronomia, sabendo-se que um número considerável destes não possui nem mesmo graduação em Física.

Outros autores como Beraldo (1997), Bisch (1998), Leite (2002) também citam a falta de preparo dos professores para o ensino de Astronomia. Langhi e Nardi (2009) caracterizam bem os problemas referentes à formação desses para o ensino desta disciplina

[...] a formação de professores de ciências, na maioria dos cursos, ainda está mais próxima dos anos 1970. Um professor de ciências no ensino fundamental, por exemplo, ver-se-á confrontado com o momento de trabalhar com conteúdos de Astronomia. No entanto, o docente dos anos iniciais do ensino fundamental geralmente é graduado em pedagogia, e o de 5ª a 8ª, geralmente em ciências biológicas, sendo que conceitos fundamentais de Astronomia não costumam ser estudados nestes cursos de formação, levando muitos professores a simplesmente desconsiderar conteúdos deste tema em seu trabalho docente, ou apresentam sérias dificuldades ao ensinar conceitos básicos de fenômenos relacionados à Astronomia.

Aroca & Silva (2011, p. 1) compartilham da ideia exposta por Langhi e Nardi e ainda ressaltam problemas nos livros didáticos

[...] os professores, em geral, não tiveram contato com o tema em sua formação inicial e poucos o tiveram na formação continuada. Grande parte dos professores de ciências do ensino fundamental concebe o Universo e seus elementos de maneira bastante distante dos modelos científicos aceitos atualmente. Um dos motivos para isso é que os professores baseiam-se principalmente no livro didático, que trata a Astronomia de forma restrita e incompleta.

Barroso e Borgo (2010, p. 5) citam alguns dos erros mais comuns na interpretação de fenômenos astronômicos por professores e alunos.

Algumas das principais concepções reveladas entre estudantes e professores são que a visão predominante sobre o universo é que ele é geocêntrico, que as estrelas não possuem movimento aparente no céu, que as fases da Lua são explicadas por meio de sombras (do Sol, da Terra, de outros planetas) como se existissem eclipses lunares semanais, que a Lua só aparece no céu noturno, que a Lua gira ao redor da Terra mas não ao redor de seu próprio eixo fazendo com que vejamos sempre sua mesma face, e que as estações do ano decorrem das variações na distância entre a Terra e o Sol ao longo do ano.

Todos esses trabalhos indicam que a maior parte da população, tanto escolar quanto dos professores, parecem desconhecer os conhecimentos científicos sobre fenômenos astronômicos básicos.

Nas últimas duas décadas, algumas análises dos livros didáticos utilizados por alunos e professores em escolas públicas do país foram feitas por Canalle *et al.* (1997), Paula e Oliveira (2002) e Langhi e Nardi (2007). Todos os trabalhos citados enfatizam a importância do papel exercido pelo livro didático no processo de ensino-aprendizagem, pois, muitas vezes, estes materiais são a única fonte de consulta para professores do Ensino Básico, e, na sequência, retratam os erros conceituais mais frequentes nestas publicações.

esses erros conceituais em livros didáticos constituem-se em um relevante, porém, não principal fator contribuinte para problemas no processo de ensino e aprendizagem do referido tema [Astronomia]. Isto nos leva a refletir sobre a persistência das seguintes concepções alternativas em alunos e professores, [...] e com notável semelhança com erros nos livros didáticos. (LANGHI & NARDI, 2007, p. 103)

Na tentativa de melhorar os livros didáticos no Brasil, o MEC instituiu o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) em 1985, sendo este órgão o responsável pela qualidade e distribuição do material didático nacional. Leite (2002) retrata que após a revisão dos livros didáticos pelo PNLD, a qualidade dos mesmos subiu muito e que grande parte das falhas foram sanadas. Contudo, ela encontrou

vários livros à venda que ainda possuíam explicações equivocadas para fenômenos celestes, além de afirmações como “O Sol é uma estrela de quinta grandeza” e “O eixo de rotação da Terra é inclinado” sem trazer qualquer explicação para uma melhor compreensão das mesmas.

Canalle (1997) fez uma análise dos conteúdos de Astronomia em livros didáticos de Geografia dos anos iniciais (1º grau) e concluiu o mesmo que Leite, porém ele acrescenta a ineficácia das atividades práticas propostas neles.

As atividades experimentais ou demonstrações recomendadas nos textos, infelizmente, não atingem seus objetivos, também por erros nos procedimentos propostos. Atividades simples, tais como recomendar a observação do céu para localizar algumas constelações, por exemplo, não são incentivadas. (CANALLE, 1997, p. 262)

Desta maneira, vê-se que, apesar de uma atenção crescente dada aos conteúdos de Astronomia, este campo ainda se mostra muito fértil para pesquisa em ensino.

2.1 Análise Quantitativa

Para uma melhor caracterização do ensino de Astronomia no país, uma análise quantitativa dos artigos relacionados à Astronomia, Astrofísica ou astronáutica, publicados na Revista Brasileira do Ensino de Física, foi feita. Nesta foram utilizadas todas as publicações (43 artigos) feitas no periódico, entre 2005 e 2014, que tratavam dessas ciências, com intuito de mensurar a produção de trabalhos voltados ao ensino das mesmas, assim como a abordagem feita e a situação do ensino destas disciplinas no Brasil.

A escolha do periódico deve-se à significância que o mesmo possui no cenário nacional e na área de Ensino de Física, despontando com uma das mais importantes publicações nesta área. Além disso, por receber artigos de todas as regiões do Brasil (inclusive artigos internacionais), suas publicações se tornam uma boa amostra para uma análise estatística.

Assim sendo, todos os artigos publicados no período citado e relacionados à área de Astronomia, Astrofísica e Astronáutica foram analisados e classificados em relação a:

- a. **seu objetivo:** dentre os artigos analisados havia sequências didáticas, artigos históricos, artigos descrevendo a construção de aparatos experimentais, artigos com explicações de fenômenos físicos e pesquisas retratando o panorama nacional do ensino de Astronomia, assim uma separação inicial quanto a sua funcionalidade para um professor deve ser feita.
- b. **seu público alvo:** dentre os artigos analisados, havia inúmeros que faziam uso de cálculo diferencial e integral e outros que se utilizavam calculo tensorial em sua argumentação, desta forma foi necessária uma avaliação de sua aplicabilidade nos diversos segmentos de ensino.
- c. **o uso de recursos diferenciados:** alguns artigos traziam dentro das propostas de suas sequências didáticas a utilização de softwares educacionais, o uso de experimentos e a atividade de observação da abóbada celeste, estes foram quantificados como forma de avaliar a frequência com que estas atividades são propostas.

A primeira caracterização dos artigos analisados foi uma separação em relação a sua área de trabalho: Astronomia, Astrofísica ou Astronáutica.

Área	Total
Astronomia	24
Astrofísica	17
Astronáutica	2

Tabela 1: Separação dos artigos analisados por área de ensino.

Posteriormente uma análise do propósito de trabalho de cada artigo foi feita e a tabela 2, confeccionada.

Vale ressaltar que alguns poucos artigos apresentaram uma proposta mais aberta e passível de adequação em mais de uma categoria da tabela. Nestes casos, o objetivo principal dos mesmos foi considerado como fator determinante para a escolha da categoria em que os mesmos se encaixavam.

Tipo de Artigo	Área	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Sequências didáticas	<i>Astronomia</i>				1	1	1			1		5
	<i>Astrofísica</i>									1		
	<i>Astronáutica</i>											
Artigos Históricos	<i>Astronomia</i>			1	1			3				8
	<i>Astrofísica</i>	1								2		
	<i>Astronáutica</i>											
Aparatos experimentais e materiais didáticos	<i>Astronomia</i>				1	1	1			1		6
	<i>Astrofísica</i>										1	
	<i>Astronáutica</i>				1							
Descrição de fenômenos	<i>Astronomia</i>			1		2				1		16
	<i>Astrofísica</i>	1	1	1	1		1	2	4		1	
	<i>Astronáutica</i>											
Pesquisas em ambientes educacionais	<i>Astronomia</i>		1		1	1		2	1	1		8
	<i>Astrofísica</i>											
	<i>Astronáutica</i>		1									
Total		2	3	3	6	5	3	7	5	7	2	43

Tabela 2: Caracterização dos artigos quanto ao seu conteúdo e separados por área de ensino.

A partir dos resultados mostrados na tabela, vê-se nitidamente que, nos últimos 10 anos, a área de astronáutica teve pouca atenção de professores e pesquisadores que divulgam seus trabalhos em periódicos nacionais e apesar de parecer uma área de conhecimento distante dos cursos de graduação e ainda mais distante dos ensinamentos fundamental e médio, essa tem uma potencialidade motivacional imensa em qualquer segmento de ensino, por lidar diretamente com toda tecnologia de ponta produzida nas últimas décadas, assim como é retratado por REIS & GARCIA (2006, p. 363):

Ferramenta de natureza singular, a educação espacial é capaz de propiciar ao estudante uma compreensão integrada de fatos e fenômenos científicos e tecnológicos. Ela consiste no despertar da curiosidade e do interesse dos alunos acerca dos processos, produtos e serviços oriundos da exploração do ambiente espacial, oferecendo uma compreensão interdisciplinar da ciência e tecnologia e da forma como elas afetam o cotidiano.

Neste trabalho, o autor ainda vai além, propondo que a astronáutica poderia ser utilizada como estrutura fundamental para elaboração do currículo escolar:

A exploração espacial e seus desdobramentos podem se tornar um dos eixos a partir dos quais são abordados conteúdos em disciplinas como Ciências, Matemática e Tecnologias. Podem ser o ponto de partida e o

ponto de chegada para o desenvolvimento do trabalho pedagógico desenvolvido. Assim, a educação espacial pode contribuir para a alfabetização científica dos estudantes do Ensino Fundamental, considerando-se que nos primeiros anos de escolarização o interesse pelas ciências e pela tecnologia é despertado e as primeiras concepções científicas são construídas.

Assim, observa-se que apesar da produção acadêmica neste segmento ter sido pequena, esta poderia ser uma ferramenta poderosa a ser utilizada por professores das áreas de Ciências da Natureza e Matemática para tornar suas aulas mais atuais, contextualizadas e cativantes para seus alunos como é retratado por REIS *et. al.* (2008, p. 2).

considerando-se que a temática espacial tem a potencialidade de estimular a curiosidade nos jovens e seu interesse pelos conteúdos científicos, deve ser levada em alta consideração o uso de experimentos relacionados à essa temática nas disciplinas científicas.

A grande maioria dos artigos relacionados à Astrofísica tem enfoque muito matemático e, praticamente, nenhum deles se apresenta como uma sequência didática, ou um projeto de atividade, ou mesmo menciona como se trabalhar em sala de aula o conteúdo que está sendo transmitido. Então, estes trabalhos precisam de que o professor faça a transposição didática dos conteúdos expostos ou recortes, segundo o segmento de ensino que trabalha.

O único trabalho encontrado que vai na contramão desta tendência foi o de Horvath (2013). Neste, o autor propõe o ensino de uma série de conceitos utilizados por astrofísicos em todo o mundo, através de uma atividade de observação e comparação do brilho das estrelas. Todavia, o autor cita a dificuldade de se preparar uma atividade para alunos de ensino fundamental ou médio com abordagem construtivista, que tenha como objetivo a transmissão das recentes descobertas no campo da astrofísica. Esta dificuldade seria resultante da necessidade de alta tecnologia para observação dos fenômenos que chamam mais a atenção dos alunos, como buracos negros, estrelas em formação ou prestes a morrer, detalhes finos de asteróides, etc.

Deste modo, nota-se que apesar de necessitar de ferramentas matemáticas que não são dominadas pelos alunos de ensino fundamental e médio, a astrofísica pode ser ministrada a estas turmas, desde que passe por uma transposição didática como já foi feita por pesquisadores em outras áreas da Física.

Diferentemente dos artigos relacionados à astrofísica, os que possuíam conteúdos de Astronomia eram bastante diversificados, permeando todos os propósitos anteriormente citados.

As potencialidades do ensino através de conteúdos de Astronomia já são reconhecidas e exploradas há algum tempo, como retratado por BERNARDES *et. al.* (2006, p. 391).

a Astronomia é uma das áreas que mais atrai atenção e desperta curiosidade dos estudantes, desde os primeiros anos escolares até sua formação nos cursos de graduação, abrangendo todas as áreas, principalmente de Física.

Scarinci & Pacca (2006, p. 89) reiteram o interesse demonstrado pelas pessoas em Astronomia, e reforçam a responsabilidade do professor como o agente responsável pela transição entre o senso comum e as explicações científicas.

O interesse presente no senso comum de modo geral nos mostra que os indivíduos não só querem conhecer melhor os fenômenos astronômicos, mas que também têm explicação pessoais para o que ocorre. Na escola é fácil ouvir das crianças que já estudam ciências (do currículo) explicações para as estações do ano, dia e noite, eclipses, estrelas e constelações, outros planetas, universo, etc.; são explicações que estão longe das aceitas cientificamente, mas que deverão evoluir para estas ao longo da aprendizagem. O papel do professor é encontrar os meios adequados para isso ocorrer.

Desta forma, percebe-se que a relevância do ensino de tópicos de Astronomia é cada vez mais reconhecida. Utilizando como parâmetro de comparação o trabalho de Langhi e Nardi (2009) citado anteriormente, entre 1985 e 2008, foram contabilizados 95 trabalhos publicados com a temática Astronomia, ou seja, uma média de aproximadamente quatro artigos por ano. Usando os dados da tabela 2, vê-se que nos últimos 10 anos foram publicados 43 artigos, somente na Revista Brasileira de Ensino de Física, resultando em uma média de 4,3 artigos por ano, já superior a do período anterior. Se forem utilizados somente os últimos seis anos (período posterior à análise de Langhi e Nardi) essa média passa para aproximadamente 4,8 artigos por ano. Pelo número de publicações nesta área, percebe-se um inquestionável crescimento no interesse pela temática Astronomia.

3. A OLIMPÍADA DE ASTRONOMIA

A Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) foi criada em 1998 com intuito principal de ser uma fonte de inspiração para que alunos se dediquem aos estudos das ciências exatas e, principalmente, da Astronomia. Canalle *et. al.* (2002, p. 1) descreve de forma clara o intuito do evento:

a) promover o estudo da Astronomia entre alunos do ensino fundamental e médio, b) incentivar e colaborar com os professores destes níveis para se atualizarem em relação aos conteúdos de Astronomia e c) fomentar o interesse dos jovens pela Astronomia, promover a difusão dos conhecimentos básicos de uma forma lúdica e cooperativa, mobilizando num mutirão nacional, além dos próprios alunos, seus professores, pais e escolas, planetários, observatórios municipais e particulares, espaços e museus de ciência, associações e clubes de Astronomia, astrônomos profissionais e amadores.

Ao longo de suas dezoito edições, o número de participantes cresceu muito e atualmente contempla um universo de aproximadamente 800 mil alunos distribuídos por todos os estados brasileiros como mostra a Figura 1.

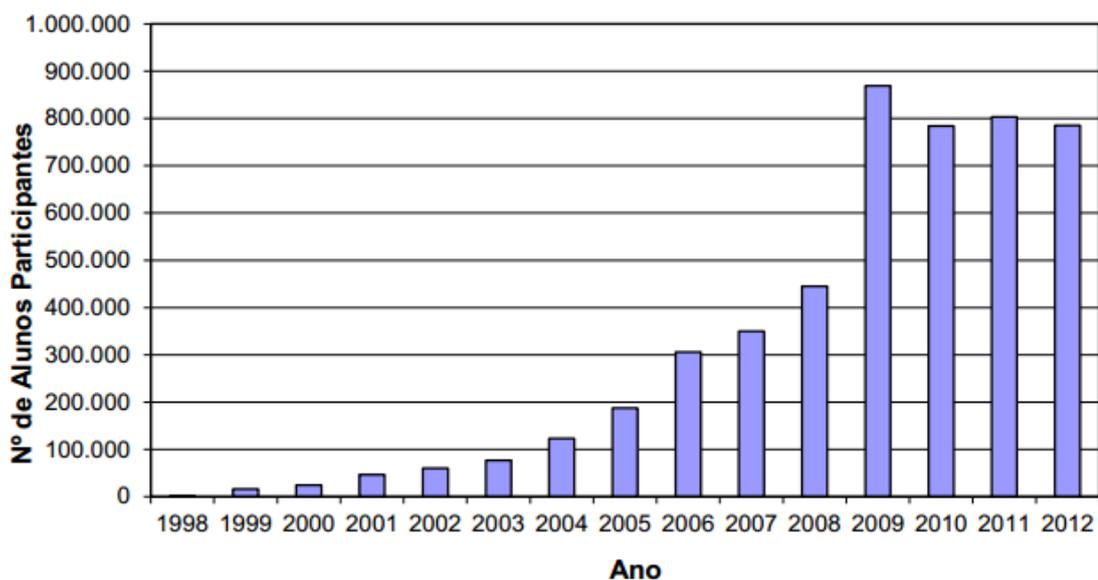


Figura 1: Distribuição do número de participantes da OBA por ano.

Os objetivos iniciais de divulgação da Astronomia no país foram em muito ultrapassados. No ano de 2005, o comitê organizador da OBA decidiu pela inclusão de conteúdos de Astronáutica, nesta prova, e, em 2006, foi criada a

Olimpíada Brasileira de Foguetes, atual Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG). Este segundo evento, também tem como objetivo principal a divulgação das ciências exatas em nosso país, além da tentativa de atrair mais jovens para cursos de graduação nesta área. A MOBFOG já se encontra em sua oitava edição e se tornou outro grande evento de escala nacional.

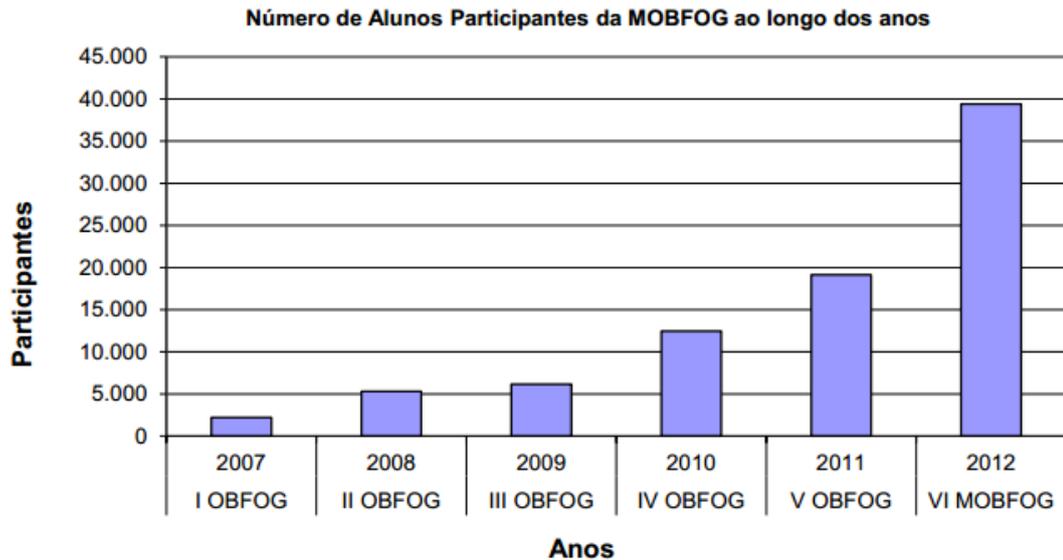


Figura 2: Distribuição do número de participantes da MOBFOG ao longo dos anos.

Também como consequência da OBA, os EREAS (Encontros Regionais de Ensino de Astronomia) foram criados em 2009, no ano internacional da Astronomia, com intuito de capacitar os docentes de todas as regiões brasileiras ao ensino de Astronomia e, desde então, ocorrem praticamente todo mês.

Durante estes eventos, os participantes assistem a palestras e participam de oficinas com temas sempre relacionados à Astronomia. Até o fim de 2014, já haviam ocorrido 56 edições do mesmo, sendo que de cada uma participam em média 120 professores e interessados, totalizando um público de aproximadamente 6700 participantes até esta data.

Outro resultado da OBA é a formação da equipe brasileira que compete em eventos internacionais da área, antigamente a Olimpíada Internacional de Astronomia (IOA) e, atualmente, na Olimpíada Internacional de Astronomia e Astronáutica (IOAA). Desde 2001, os alunos com as melhores notas na OBA, são selecionados para participar da Escola de Astronomia, um curso à distância

preparatório para a IOAA, e deste são escolhidos os integrantes da equipe brasileira. Nestes dois eventos, entre 2007 e 2012, os alunos brasileiros conquistaram trinta medalhas, entre ouro, prata e bronze.

Os organizadores da OBA também foram cofundadores da IOAA e os membros fundadores da OLAA, em 2009. Esta segunda é a Olimpíada Latino-Americana de Astronomia e Astronáutica da qual participam oito países (Brasil, Argentina, Chile, Colômbia, Uruguai, Bolívia, Paraguai e México). A seleção dos alunos é feita do mesmo grupo dos que participam da IOAA, sendo cinco integrantes titulares e cinco suplentes. Neste evento, o Brasil já havia conquistado 20 medalhas até o ano de 2012.

Então é evidente que a OBA se tornou um evento muito maior do que o planejado inicialmente e, devido à grande importância que o mesmo possui atualmente para divulgação do ensino das ciências exatas, este trabalho pretende propor um curso que possa ser utilizado como preparação para esta olimpíada, com diversas atividades práticas, mas que também possa ser dissociado da mesma e utilizado como base para o estudo da Astronomia.

4. O MINICURSO DE 2014

Este trabalho foi executado na forma de um minicurso no período inverso ao das aulas regulares, de caráter opcional e para somente 30 alunos. O limite na quantidade de alunos se deve ao receio deste autor de que, caso o número de alunos fosse excessivo, as atividades fossem comprometidas pela provável dispersão da atenção dos mesmos.

Assim, o curso se deu em uma escola da rede privada de ensino, no município de Bebedouro (20° 56' 58" S, 48° 28' 45" W) no interior do estado de São Paulo. A grande maioria dos alunos desta instituição pertence a famílias de classe média e classe média alta e a mesma possui alunos de ensino infantil, fundamental, médio, pré-vestibular, até cursos de graduação à distância. Apesar desta grande diversidade de faixas etárias participaram do projeto somente alunos que possuíam entre 12 e 14 anos (7º a 9º anos), devido a quase inexistência de pesquisas em ensino de Astronomia para alunos do Ensino Fundamental II, além dos participantes serem das classes onde este autor ministra a disciplina regular de Matemática.

Em relação ao curso, a maioria das aulas se deu às terças-feiras das 13h 30min às 15h. As exceções foram o primeiro e o último encontro, que ocorreram no período noturno por serem, essencialmente, observações da abóbada celeste, e a aula de astronáutica que precedeu a exibição do filme Apollo 13. A ementa contendo os tópicos abordados no curso se encontra na tabela 3.

Aula / data	Duração	Tópicos abordados
1 (25/03/14)	3 h	<ul style="list-style-type: none"> • Telescópios refletores • Telescópios refratores • Observação usando telescópios refratores (1 h) • Poluição Luminosa • Signos • Constelações • Polo norte e Polo sul celeste
2 (01/04/14)	1 h 30 min	<ul style="list-style-type: none"> • Solstício e equinócio • História da Astronomia (Stonehenge, Babilônia, Egito, China, Anaximandro, Anaxímenes e

		Pitágoras).
3 (08/04/14)	1 h 30 min	<ul style="list-style-type: none"> História da Astronomia (Filolau, Aristóteles, Aristarco de Samos, Eratóstenes, Ptolomeu, Nicolau Copérnico, Galileu Galileu e Johannes Kepler).
4 (15/04/14)	1 h 30 min	<ul style="list-style-type: none"> Lua de Sangue, Placas Tectônicas, Terremotos, Maremotos e Tsunamis (tópicos levantados pelos alunos durante a aula – Não planejados), História da Astronomia (Isaac Newton), Efeitos de maré.
5 (22/04/14)	1 h 30 min	<ul style="list-style-type: none"> Big Bang, Galáxias, Ano-Luz, Origem do Sistema Solar.
6 (29/04/14)	1 h 30 min	<ul style="list-style-type: none"> Objetos do Sistema Solar (Terra, Sol, Plutão, Planetas Anões).
7 (06/05/14)	1 h 30 min	<ul style="list-style-type: none"> Objetos do Sistema Solar (Meteoróides, Meteoros e Meteoritos, Cometas, Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter).
8 (09/05/14)	1 h 30 min	<ul style="list-style-type: none"> Objetos do Sistema Solar (Saturno, Urano, Netuno), Tamanhos e distâncias do sistema Sol-Terra-Lua, Fases da Lua e Estações do ano.
9 (13/05/14)	1 h 30 min	<ul style="list-style-type: none"> História da Astronáutica (Sputinik I e II, Mariner I, Vanguard I, Vostok I e II, Mercury, Mariner II, Voskhod II, Gemini IV, Ranger 7, Luna 9, Zond 5, Apollo 8, Apollo 11, Satélites Artificiais, Estação Espacial Internacional, Curiosity, Missão Centenário). Exibição do filme “Apollo 13”
10 (16/05/14)	3h	<ul style="list-style-type: none"> Prova OBA
11 (30/05/14)	2h	<ul style="list-style-type: none"> Observação utilizando telescópios refletores e refratores

Tabela 3: Tópicos discutidos durante o minicurso de Astronomia.

A ementa apresentada na tabela 3 foi elaborada segundo os conteúdos indicados para alunos de 6º a 9º anos no edital da OBA, mas com liberdade de inclusão de alguns tópicos por parte do autor, de forma que o curso tivesse sequência e coesão. Além disso, este curso é uma versão aprimorada de outro ministrado no ano anterior (2013), também preparatório para Olimpíada Brasileira de Astronomia.

4.1 Aula 1

A primeira aula do curso foi dividida em três partes. A primeira, expositiva, trataria dos princípios físicos usados na construção de telescópios refratores e refletores além de seus tipos mais comuns. Devido ao pequeno domínio matemático dos alunos, a exposição dos conceitos físicos durante a aula se deu de forma qualitativa e por meio de demonstrações experimentais. Inicialmente foram brevemente explicados os conceitos de índice de refração e do desvio na trajetória de um raio de luz quando o mesmo incide sobre uma lente, sobre um espelho esférico ou parabólico.

Com um laser, um conjunto de lentes convergentes e divergentes e espelhos esféricos as propriedades enunciadas foram verificadas experimentalmente. Com o auxílio de um aluno (Figura 3), duas lentes convergentes foram alinhadas e o feixe laser foi incidido sobre esta estrutura de forma a atravessar as duas lentes. Esta montagem foi estabelecida com intenção de simular o interior de um telescópio refrator e possibilitar que os alunos observassem a trajetória que o feixe de luz faz no interior do mesmo.

Com o entendimento dos constituintes básicos de uma luneta superado, passou-se para a explicação teórica do funcionamento da mesma. Esta explicação foi feita por meio de uma animação montada pelo próprio professor, na qual podia se observar a trajetória do raio de luz no interior do tubo da luneta e a formação da imagem sobre a retina do observador.

Também foi explicado o problema da aberração cromática, inerente às lentes, assim como o processo de correção do mesmo. Para visualização deste problema, novamente um experimento foi feito, mas agora se utilizando de uma fonte de luz branca atravessando lentes convergentes e divergentes e incidindo sobre uma parede. A correção da orientação do objeto feita por meio de lentes ou

prismas em lunetas terrestres e binóculos foi brevemente citada e exposta por meio de diagramas.



Figura 3: Uso de lentes e um laser para explicar a trajetória de um feixe luminoso dentro de uma luneta.

Para finalizar a primeira parte da aula alguns tipos de telescópios refletores também foram trabalhados, de forma teórica, expondo, por meio de animações contidas no site <http://www.telescopiosastronomicos.com.br/> (acesso em jun. 2015), sua estrutura, seu funcionamento e os problemas intrínsecos a eles. Os telescópios citados foram os de foco Newtoniano, Primário, Cassegrain e Coudé, assim como os telescópios catadióptricos Schmidt e Maksutov.

Ao final desta parte da aula, alguns alunos manusearam as lentes utilizadas nas demonstrações e comprovaram a efetividade destas montagens observando objetos distantes, assim como a possível correção da orientação da imagem feita com o uso de três lentes.

A segunda parte da aula, consistia na observação de alguns objetos celestes tanto a olho nu como por meio de um pequeno telescópio refrator. Inicialmente, a observação a olho nu foi feita ressaltando a identificação dos

planetas Júpiter e Marte, os únicos que se encontravam visíveis no céu nesta noite, as constelações de Órion, Touro, Cão Maior e Cruzeiro do Sul, além das estrelas Sirius, Aldebaran, Alnitak, Alnilan, Mintaka, Betelgeuse, Rigel e Canopus. Também foi explicada a forma de localização do ponto cardeal sul por meio da constelação do Cruzeiro do Sul. Em seguida, um telescópio refrator foi utilizado para a observação dos planetas Marte e Júpiter.

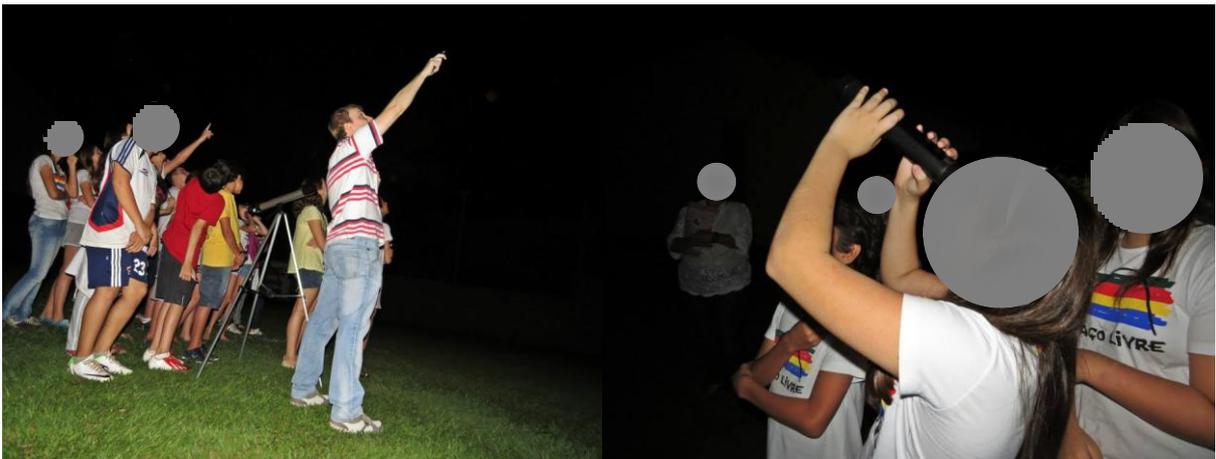


Figura 4: Observação do orbe celeste feita com os alunos na aula inaugural do curso.

De volta à sala, foram explicados de forma teórica os conceitos de Poluição luminosa e como evitá-la, a origem do horóscopo a partir da eclíptica e sua discutível funcionalidade, a definição atual das constelações e, por fim, os conceitos de polo norte e polo sul celeste. Todos estes conceitos foram trabalhados por meio do software Stellarium, como será descrito a seguir:

- Poluição Luminosa (Figura 5): este conceito foi explicado utilizando-se a Lua como fonte da poluição. Escolhe-se uma noite qualquer em que a Lua esteja no céu, posiciona-se este objeto no campo de visão e pede-se para que os alunos observem a quantidade de estrelas. Vagarosamente gira-se o observador até que a Lua saia do campo de visão. Neste exato instante, o número de estrelas observáveis cresce diversas vezes. Um paralelo foi feito com outras fontes luminosas como letreiros de propaganda, iluminação pública, etc. e fotos da Terra, à noite, registradas por satélites, foram expostas.



Figura 5: Poluição luminosa causada pela Lua. Na figura acima, a Lua se encontra visível no céu, mas no exato momento que a mesma sai do campo de visão (figura de baixo), um número muito grande de estrelas aparece.

A poluição luminosa também pode ser mostrada por meio de uma opção que o próprio Stellarium oferece na janela “visualização”. Para abri-la pressione a tecla F4 e você poderá observar uma escala que varia entre um e nove, sendo um, a representação de céu sem poluição luminosa e nove, um céu no qual há muita poluição deste tipo.

- Constelações (Figura 6): Para a visualização das constelações, o Stellarium possui diversas ferramentas muito úteis. Uma delas permite que as estrelas que compõem uma constelação sejam adequadamente ligadas por meio de segmentos de reta de forma a compor o desenho desta (Figura 6a). Contudo, muitas vezes, ao se conectar as estrelas, as imagens pretendidas ainda não

ficam claras e para isso o software permite, por meio de outro botão, que um desenho representativo das constelações seja mostrado sobre as estrelas que a compõe (Figura 6b). Por fim, em meio as opções de visualização, o programa permite que os limites das constelações sejam traçados por meio de linhas tracejadas, ajudando na compreensão destas não como um conjunto de estrelas, mas uma região do céu.



Figura 6: Na parte superior da imagem, as estrelas pertencentes às constelações aparecem ligadas e na parte inferior uma arte é acrescida para facilitar a visualização das imagens associadas às constelações. Em ambas, os botões que viabilizam estas visualizações estão destacados no canto inferior esquerdo.

- Eclíptica e signos (Figura 7): Também em meio às opções de visualização do Stellarium, há a possibilidade de se exibir na tela a eclíptica³. Com esta linha traçada e as constelações desenhadas no céu, foi explicado aos alunos o que são as constelações do zodíaco, a definição do signo a partir da posição do Sol no dia de nascimento da pessoa, sua inconsistência com a definição moderna de signo, além da curiosa não inclusão da constelação de Ofiúco (Serpentário) no zodíaco.

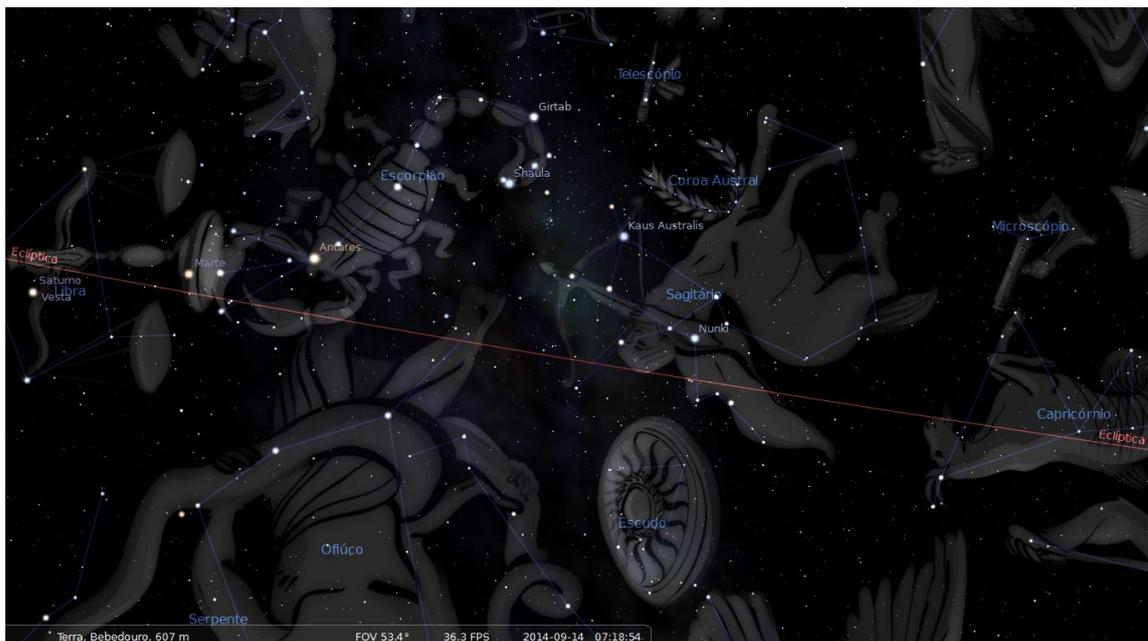


Figura 7: A relação entre as constelações do zodíaco e a eclíptica.

- Polos celestes: O programa permite que o tempo seja acelerado e que se retire a influência que a atmosfera possui na observação do céu. Feitos estes dois passos, o observador, que se encontrava em uma cidade do hemisfério sul do globo terrestre, foi posicionado na direção do ponto cardeal sul e os próprios alunos identificaram, quando tempo é acelerado, que aparentemente as estrelas giravam ao redor de um ponto no céu, o polo sul celeste. Sua localização através da constelação do Cruzeiro do Sul foi novamente citada e o polo norte celeste também foi observado, utilizando-se o software.

Vale ressaltar que esta aula contou com a presença dos pais de alguns alunos, atraídos pela observação astronômica que seria feita no transcorrer da mesma.

³ Trajetória aparente que o Sol faz ao redor da Terra.

4.2 Aula 2

A segunda aula foi planejada para tratar inicialmente dos solstícios e dos equinócios e, posteriormente, da história da Astronomia na antiguidade. A aula se deu de forma expositiva por meio de uma apresentação de slides e, novamente, com auxílio do programa Stellarium.

Este software foi utilizado em meio à explicação dos solstícios e equinócios para observação da posição do Sol poente ao longo do ano e consequente definição do analema. Além disso, um vídeo explicando a utilização das torres de Chankillo como forma de determinação dos dias de solstício e equinócio foi exibido (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=q13Pz-R8OuE>, acesso em: jun. 2015).

A parte da aula reservada à exposição da história da Astronomia foi iniciada com uma discussão sobre Stonehenge, suas etapas de construção e sua possível utilização como observatório astronômico, para em seguida abordar os avanços trazidos pelos povos mesopotâmicos e egípcios para a Astronomia além de sua cosmogonia. Durante a fala sobre o povo egípcio, o relógio solar foi citado e a forma de construção e utilização do mesmo foi exposta em detalhes. Um relógio solar feito de papel, igual ao que foi discutido com os alunos, foi lhes mostrado e todos foram levados ao pátio da escola para observar o correto funcionamento deste.

Também foram citadas algumas características da Astronomia do povo chinês e suas principais diferenças da Astronomia ocidental, antes dos pensadores gregos serem abordados de forma mais detalhada. As concepções de universo de Anaximandro, Anaxímenes e Pitágoras foram os últimos tópicos a serem trabalhados nesta aula.



Figura 8: O pôr do sol nos dias do solstício de verão (a), do equinócio de outono (b) e do solstício de inverno (c), como simulado pelo Stellarium para a cidade Bebedouro, SP.

4.3 Aula 3

Esta aula se iniciou com uma breve retomada das ideias dos pensadores gregos, expostas na aula anterior, além de sua comparação com a concepção de universo proposta por Filolau. A mecânica aristotélica e sua intrínseca ligação com a organização do cosmos foram trabalhadas e, em seguida, o modelo heliocêntrico de Aristarco de Samos foi exposto por meio de imagens.

A dedução matemática da distância Terra-Sol em função da distância Terra-Lua feita por Aristarco de Samos foi mostrada, assim como a dedução do raio da Terra por Eratóstenes. A engenhosidade dos métodos foi ressaltada, da mesma forma que as dificuldades práticas encontradas, naquela época, na realização de algumas medidas, sendo estas as principais causadoras dos desvios dos valores corretos em relação aos encontrados por eles. Por fim, a composição do Almagesto por Ptolomeu e seu modelo geocêntrico foram os últimos tópicos a serem trabalhados acerca da Astronomia na antiguidade.

O próximo tópico abordado foi os astrônomos da Renascença: Nicolau Copérnico, Galileu Galilei e Johannes Kepler. Nomes como Giordano Bruno e Tycho Brahe foram citados durante a exposição dos conteúdos, mas não foram trabalhados de forma mais detalhada como os demais.

Em relação a Nicolau Copérnico, sua concepção de universo heliocêntrico foi apresentada, as implicações da persistência dos epiciclos em seu modelo, assim como o impacto de suas ideias frente à estrutura da sociedade de sua época, foram discutidas com os alunos. Da mesma forma que a de Copérnico, a discussão sobre Galileu Galilei também permeou bastante a estrutura da sociedade em seu tempo, além da inovação do uso dos telescópios para a observação celeste e o impacto de suas ideias.

Johannes Kepler foi apresentado em função de suas três leis. Estas foram apresentadas e discutidas somente de forma qualitativa, pois este autor julga inapropriada uma discussão quantitativa destas com alunos nesta faixa etária (entre 12 e 14 anos), principalmente os de 7º ano que ainda nem haviam tido contato com álgebra elementar, até o momento em que o curso foi ministrado. Para que os alunos observassem o funcionamento destas três leis o Software “My Solar System” (Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/my-solar-system, acesso em jun. 2015) foi utilizado. Neste consegue-se observar nitidamente a lei das órbitas

elípticas, assim como a lei que trata da velocidade dos objetos celestes ao longo de suas órbitas.

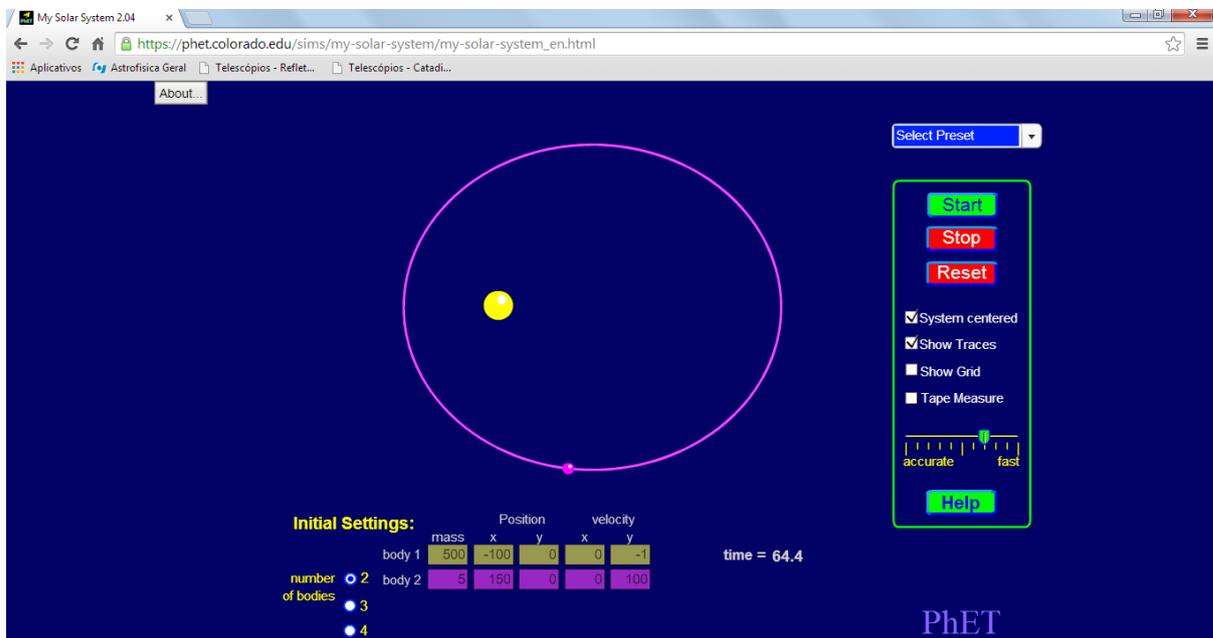


Figura 9: Interface do software My Solar System

Devido ao curto tempo da aula, as contribuições de Isaac Newton ficaram para a aula seguinte.

4.4 Aula 4

Esta aula estava planejada para tratar das contribuições dadas por Isaac Newton ao desenvolvimento da Astronomia para, na sequência, tratar da origem do universo, a formação de galáxias, os tipos existentes destes objetos e a formação de sistemas solares em seu interior. Contudo, nesta aula, os alunos se encontravam extremamente agitados e a linha de raciocínio era constantemente quebrada por assuntos relacionados à aula, mas que desviavam ligeiramente do assunto.

Um destes assuntos “extras” abordados durante a aula foi o eclipse lunar conhecido como Lua de Sangue. Este fenômeno ocorreu na madrugada do dia desta aula e alguns alunos trouxeram informações, obtidas em textos divulgados nas redes sociais, relacionando o fenômeno com profecias e misticismos. Assim, logo

que a aula foi iniciada, eles estabeleceram este assunto como prioritário até que o fenômeno fosse explicado e as dúvidas sanadas.

Quando este assunto cessou, um dos alunos citou a aproximação entre o planeta Marte e a Terra, que o mesmo soubera pelos meios de comunicação. Novamente muitas dúvidas surgiram a respeito não só deste fenômeno, mas também em relação a características de outros planetas do sistema solar e mais uma vez as dúvidas tiveram que ser sanadas antes que o assunto da aula pudesse ser iniciado.

Encerrada a digressão, a aula foi iniciada como previsto dando um breve panorama histórico sobre Isaac Newton, suas contribuições iniciais para as áreas da física conhecidas como Mecânica Clássica e Óptica Geométrica, além do desenvolvimento do Cálculo das Fluxões (Cálculo diferencial e integral). Quando a dedicação de Newton a Alquimia foi citada, diversas dúvidas surgiram sobre a origem dos elementos químicos e transmutação destes em ouro. Abriu-se outro parêntese para explicar o processo de transmutação, o ciclo de vida de uma estrela e sua relação com a formação de elementos químicos.

Voltando a Isaac Newton, a Lei da Gravitação Universal foi exposta de forma qualitativa da mesma forma que os efeitos de maré. Novamente o assunto principal foi interrompido, pois alguns alunos cogitavam uma possível conexão entre os efeitos de maré, os terremotos e tsunamis. Mais uma vez as dúvidas tiveram que ser esclarecidas e os fenômenos explicados em detalhes, antes que a aula pudesse prosseguir. Contudo, o tempo já havia se esgotado e o assunto Galáxias e Sistemas solares teve que ser abordado na aula seguinte.

4.5 Aula 5

Esta aula foi iniciada com um breve histórico da formação de nosso universo, desde o Big Bang até a formação das galáxias. Durante a fala acerca do Big Bang, este autor tomou especial cuidado para que os alunos desconstruíssem a ideia deste como uma explosão.

O assunto galáxias foi abordado partindo-se de sua definição. Sem que a definição de ano-luz tivesse sido dada, as dimensões destes objetos foram citadas nesta unidade de forma proposital, para que os alunos se questionassem acerca do que seria esta medida e qual seria o seu “tamanho”. Especial atenção foi dada ao

nome desta medida para que os mesmos não a confundissem com uma unidade de tempo. O cálculo indicando a relação entre o quilômetro e o ano-luz foi lhes exposto e a relevância desta medida foi explicitada. Outras unidades como o minuto-luz e o segundo-luz foram rapidamente citadas. Na sequência, os diversos tipos de galáxias existentes foram abordados, exemplificados com o auxílio de fotos e suas principais diferenças foram ressaltadas.

Por fim, a origem dos sistemas solares foi explicada e dois vídeos foram utilizados para que os alunos visualizassem melhor o fenômeno. Primeiro deles foi utilizado por ilustrar de forma adequada por meio de uma animação, o processo de formação de um sistema planetário a partir de uma nebulosa (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KiuXcGu1Xbg>, acesso em jun. 2015). O segundo vídeo foi utilizado somente para ilustrar a conservação de momento angular, princípio físico que explica o aumento na velocidade de rotação do disco de matéria que forma a estrela e os planetas quando a matéria se desloca para o centro da distribuição de massa (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tFLOsRSuW0E&list=UUMCOOYhXYXchK-YF5HCTsBg>, acesso em jun. 2015).

Antes do fim da aula, os alunos foram avisados que seriam responsáveis pela aula seguinte, cujo tema seria os constituintes do sistema solar e suas características. Eles foram divididos em grupos de dois ou três integrantes, e a cada grupo foi designado um planeta do sistema solar ou o Sol. Também foi explicado que eles deveriam pesquisar sobre o objeto indicado e montar uma apresentação, destacando as características mais marcantes do mesmo. Cada grupo teria em torno de 10 minutos para sua apresentação, sendo que esta poderia ser feita com o auxílio de multimídia, mas sua utilização não era obrigatória.

4.6 Aulas 6 e 7

Como previsto, nestas aulas, os alunos trouxeram os trabalhos sobre as características dos planetas que lhes foram designados. Inicialmente, pensou-se em abordar os constituintes do sistema solar em ordem crescente de distância ao centro do mesmo. Contudo, devido à timidez de alguns e a ausência de outros, as apresentações se deram segundo a vontade dos grupos e, com isso, o primeiro

objeto a ser abordado foi o planeta Terra. Na sequência foram abordados o Sol, logo depois, o Plutão e os demais planetas anões.

Todas as apresentações se deram quase que informalmente, como uma troca de ideias entre todos os alunos da turma, os integrantes do grupo e o professor. Ao final de cada apresentação muitas perguntas surgiam e quando os integrantes não sabiam respondê-las, o professor intervinha. Somente alguns grupos se colocaram à frente da sala e montaram apresentações em slides, apesar disso todas as apresentações foram muito interessantes e os grupos fizeram sua pesquisa de forma satisfatória.

Durante esta aula dois vídeos abordando comparativamente as dimensões de objetos celestes como planetas e estrelas foram apresentados de forma a ilustrar os assuntos em pauta (Disponíveis em: <https://www.youtube.com/watch?v=HEeh1BH34Q>, https://www.youtube.com/watch?v=B4dK_083LrA, acesso em jun. 2015).

A sétima aula foi iniciada com a definição de meteoróides, meteoros, meteoritos e cometas por parte do professor. Este assunto estava planejado para ser abordado no fim desta aula, mas devido a uma questão levantada por um dos alunos, o mesmo foi tratado logo no começo desta. Em seguida, os grupos iniciaram as apresentações falando de Mercúrio, Vênus, Marte e, por último, Júpiter.

Durante a fala sobre Meteoros, um vídeo composto por uma compilação de diversas filmagens amadoras de um meteoróide que caiu na Rússia recentemente, foi exibido aos alunos, como objeto de auxílio ao entendimento do fenômeno (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fBLjB5qavxY>, acesso em jun. 2015).

4.7 Aula 8

A oitava aula se iniciou com as últimas apresentações sobre os objetos do sistema solar, abordando os planetas Saturno, Urano e Netuno. Estas apresentações se deram da mesma forma que as demais, como uma exposição das características dos planetas encontradas pelos alunos, seguida de diversas perguntas.

Terminadas as apresentações, o assunto seguinte a ser abordado era o sistema Sol-Terra-Lua, suas dimensões e peculiaridades. Inicialmente, foi

mostrada aos alunos uma bola de isopor com 15 cm de diâmetro, representando a Terra e lhes foi pedido que escolhessem, dentre três outras bolas de isopor com 4 cm, 5 cm e 7cm, a que melhor representasse a Lua. Depois que a maioria dos alunos já tinha dado seu palpite e apresentado sua justificativa, um cálculo mostrando qual seria a bolinha correta foi mostrado. O passo seguinte foi montar o sistema Terra-Lua em escala, sendo que para isso eles estruturaram os cálculos para achar o correspondente da distância entre a Terra e a Lua, no sistema, com as bolas de isopor. Com o valor retirado dos cálculos e com a ajuda de uma trena, o sistema foi montado em escala.

Utilizando as bolas de isopor e uma fonte luminosa, o fenômeno das fases da Lua foi explicado aos alunos em função da sombra sobre a bolinha que representava a Lua.

Utilizando ainda a mesma escala, as propostas seguintes foram para que os alunos calculassem o diâmetro do Sol e a distância do mesmo à Terra. Por fim, com o auxílio de um globo terrestre e, novamente, da fonte luminosa, as estações do ano foram explicadas, posicionando o globo de forma adequada ao redor da luz. Esta atividade visava à compreensão das estações do ano como consequência da inclinação da Terra e não da distância da Terra ao Sol, pois nesta os alunos percebem que o verão é a estação em que determinado hemisfério recebe a maior quantidade de luz solar, o inverno é a que se recebe menos luz e o outono e a primavera são as estações intermediárias.

4.8 Aula 9

A última aula do curso foi estruturada para contemplar a história da astronáutica, sua relação direta com o desenvolvimento da tecnologia e os detalhes de algumas missões espaciais notórias. A aula se deu de forma expositiva e os tópicos abordados estão expostos na tabela 3. De forma a ilustrar a discussão, muitos vídeos retratando detalhes das missões e fotos foram utilizados, dentre os quais estão o voo suborbital da Vostok II (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=h3jhlFElsS8>, acesso em jun. 2015), os primeiros EVAs (Extra Vehicular Activity) das missões russas (Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Tztq_VDsHeA, acesso em jun. 2015) e americanas (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=lnk1reCu0HU>,

acesso em jun. 2015) e o pouso da sonda Curiosity em Marte (Disponíveis em: https://www.youtube.com/watch?v=gwinFP8_qIM, <https://www.youtube.com/watch?v=7-wshk4DYLM>, acesso em jun. 2015).

Nem todos os vídeos citados foram utilizados na íntegra, pois o tempo total dos mesmos ultrapassava o tempo total disponível. Assim, foram utilizados somente os trechos que exemplificavam as conquistas citadas durante a aula.

Em seguida, uma parte dos alunos permaneceu na escola, pois o filme “Apollo 13” foi exibido para o encerramento das aulas teóricas, antes da realização da prova da OBA.

4.9 Aula 10 (Observação)

A última atividade do curso foi uma observação da abóbada celeste por meio de diversos tipos de equipamentos: binóculos, telescópios refratores e telescópios refletores. Este evento ocorreu em 30 de maio, exatamente duas semanas após a realização da prova da OBA pelos alunos e duas semanas e três dias após a última aula do curso. Esta distância temporal prejudicou a atividade, pois vários não compareceram à mesma. A data foi agendada segundo a disponibilidade dos realizadores da atividade: um grupo de astrônomos amadores da cidade de Bebedouro, SP (mesma cidade em que a escola se encontra).

Diversos objetos foram observados, como os planetas Saturno e Marte, alguns aglomerados estelares, estrelas binárias e estrelas duplas aparentes. Além disso, os membros deste grupo levaram livros, revistas e textos que tratavam de Astronomia para que os alunos lessem, além de dois meteoritos para serem observados: um predominantemente rochoso e o outro ferroso.

4.10 Atividade extra: MOBFOG

Juntamente com as atividades da Olimpíada Brasileira de Astronomia foi apresentada aos alunos de primeiro e segundo anos de ensino médio, a proposta da Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG). Nesta, o aluno é desafiado a construir um foguete, cujo combustível seja somente vinagre misturado com bicarbonato de sódio e que tenha o maior alcance horizontal possível.

Os interessados se dividiram em grupos de no máximo cinco, sendo eles totalmente responsáveis pelos projetos da base de lançamento e do foguete, além da busca pela proporção ideal entre o vinagre e o bicarbonato.

Na tentativa de auxílio dos alunos, foi montada uma oficina de foguetes na escola no período inverso ao das aulas regulares. Esta oficina teve duração de 3 horas e muito mais do que ensinar os alunos a montagem do foguete, tinha a função de mostrar-lhes que esta tarefa era possível, pois diversos alunos desistiram do projeto por achar que a referida montagem seria de grande complexidade.

Para a oficina, os alunos de cada grupo eram responsáveis por trazer os materiais necessários para a montagem e o foguete construído com eles foi o apresentado no edital da competição. Durante a oficina, o professor responsável somente orientou a construção dos foguetes e deixou que os alunos trabalhassem.

Esta oficina foi realizada, aproximadamente, um mês e meio antes da data máxima prevista no edital para os lançamentos dos foguetes, e a partir dela, eles ficaram livres para criarem seus próprios modelos.

Todos os lançamentos foram feitos no dia previsto no edital, em espaço aberto de forma a evitar possíveis colisões entre os foguetes e bens privados ou pessoas. Neste dia, cada equipe teve direito a dois lançamentos, com possibilidade de um aborto em cada, e somente a maior marca era considerada na competição.

5. DISCUSSÃO

Nesta seção, as impressões obtidas por este autor durante a realização de todas as atividades serão expostas e discutidas, assim como sua eficácia, com intuito de reformulação e aprimoramento deste curso.

5.1 Aula 1

A primeira aula do curso se deu em um horário diferente das demais (das 18h às 20h 30 min) devido à observação celeste que seria feita durante a mesma. Todavia, este horário diferenciado ocasionou a ausência de alguns poucos alunos devido a outros compromissos firmados anteriormente.

Este autor lamentou muito a ausência destes alunos, pois eles perderam as diversas atividades experimentais realizadas nesta aula e a observação celeste. Assim, em cursos posteriores, um cronograma completo das atividades com suas respectivas datas e duração estimada será preparado e exposto aos alunos antes que os mesmos se inscrevam, para que todos possam avaliar sua disponibilidade e se planejar. Esta ação tem por objetivo minimizar as faltas, pois sabe-se que eliminá-las por completo é muito difícil.

De volta ao tema da primeira parte da aula, telescópios e seu funcionamento, este tópico foi incluído neste curso devido a questionamentos dos alunos sobre o funcionamento destes dispositivos durante a observação celeste feita no curso de Astronomia ministrado no ano anterior. Contudo, uma aula somente expositiva sobre os princípios físicos que permitem o funcionamento de telescópios talvez se tornasse cansativa para alunos desta faixa etária, assim uma atividade que se utilizava de experimentação para observação destes princípios físicos foi montada.

As demonstrações experimentais foram muito bem aceitas pelos alunos que se encantaram com a simplicidade das montagens dos telescópios refrator e refletor. Além disso, as exposições experimentais possibilitaram uma fácil compreensão dos temas abordados e instigaram a curiosidade deles, que, ao final desta parte da aula, pediram para manusear as lentes e comprovar, por eles mesmos, tudo que havia sido discutido.

Além da experimentação, as excelentes animações do site www.telescopiosastronomicos.com, utilizadas durante a aula também facilitaram bastante o entendimento do funcionamento dos telescópios refletores e refratores.

A segunda parte da aula foi uma observação celeste, inicialmente feita a olho nu e, posteriormente, com auxílio de dois pequenos telescópios refratores, com poder de ampliação de 50 vezes e 30 vezes. Equipamentos com esta capacidade foram propositalmente utilizados para aproximar os alunos da dificuldade que antigos astrônomos tinham em observar o céu, já que nas aulas seguintes a utilização destes equipamentos por Galileu e Newton seria citada. Também almejava-se que os alunos fizessem a posterior comparação entre estes equipamentos e os disponíveis hoje, com os quais teriam contato no último encontro do curso.

Devido à qualidade de fabricação das lentes, no telescópio com aumento de 50 vezes a aberração cromática era bem acentuada, mas isto ao invés de ser um empecilho, foi ressaltado aos alunos para que os mesmos observassem a influência deste fenômeno no ato da observação e a importância das técnicas de correção deste.

Quanto a validade desta atividade, toda observação que este autor já fez se mostrou surpreendentemente cativante, independentemente do público. Atividades desta espécie deveriam ser obrigatoriamente realizadas por todos os professores que abordam este tema devido ao potencial de encantamento dos alunos pelas ciências exatas. Além disso, esse fascínio inicial se refletiu na grande curiosidade que demonstraram em praticamente todos os tópicos do resto do curso, além de que a observação foi constantemente citada pelos alunos por meio de perguntas ou comentários, relacionando os temas abordados nas aulas teóricas a fenômenos vivenciados no dia da observação. Ao final da observação, todos regressaram à sala de aula para exposição dos últimos tópicos planejados.

Para a explicação de todos os fenômenos desta parte da aula, o software Stellarium foi utilizado como descrito na seção 5.1 e, assim como a observação, encantou os alunos. Dentre todos os tópicos abordados por meio deste software, o que mais os sensibilizou foi a determinação dos signos. Quando a explicação deste fenômeno foi dada, vários pediram para ter seus signos conferidos e, ao final das atividades, muitos deles afirmaram que fariam o download do software para explorá-lo melhor.

Em vista do que foi exposto até aqui, julga-se que as atividades realizadas durante a primeira aula foram extremamente produtivas e, conseqüentemente, serão aproveitadas em cursos futuros.

5.2 Aula 2

Como o tema solstício e equinócio foi brevemente tratado na aula anterior, esta se iniciou com a revisão deste tema, devido à grande importância dada, na prova da Olimpíada Brasileira de Astronomia.

A explicação destes fenômenos por meio do Stellarium e de um vídeo mostrando como as torres de Chankillo eram utilizadas para marcações temporais se mostraram satisfatórios, pois chamaram bastante a atenção dos alunos que interagiram por meio de questionamentos durante toda a exposição.

Um assunto que não estava previsto, mas citado durante a discussão foi a duração do dia e da noite, nos diversos pontos da Terra. Este instigou a curiosidade dos alunos e será incluído na ementa de cursos posteriores.

Na sequência, o tópico história da Astronomia foi iniciado. Este assunto foi incluído devido à curiosidade deste autor em relação a isso, porém bem aceita pelos alunos. Bastante tempo foi dedicado à explicação da construção de Stonehenge como forma de debater as possíveis hipóteses sensacionalistas que aparecessem acerca dos templos erguidos por povos antigos. Um dos pontos mais controversos foi a construção destes monumentos por povos alienígenas, que foi cientificamente contestada, utilizando-se a distância entre o Sol e sua estrela mais próxima como argumento principal.

Com o intuito diversificar as atividades de uma aula predominantemente expositiva, foi explicado aos alunos o passo-a-passo da montagem de um relógio solar e um exemplar em funcionamento lhes foi exibido no pátio da escola. Esta atividade foi trabalhada no transcorrer da fala sobre a Astronomia do Antigo Egito, e muitos alunos ficaram surpresos ao ver que um aparato tão simples poderia funcionar adequadamente para medir as horas. Todavia este autor acredita que esta atividade poderia ter um resultado melhor caso os alunos também tivessem construído, individualmente ou em grupo, seus relógios solares, sendo esta mudança necessária para os próximos cursos.

5.3 Aula 3

A terceira aula do curso tratou do final da história da Astronomia antiga e dos primeiros astrônomos renascentistas. Esta aula foi toda expositiva, entretanto, os alunos se mantiveram atentos durante toda a exposição. As concepções de universo elaboradas pelos pensadores gregos chamaram bastante a atenção deles por serem muito diversas das ideias atuais. Além disso, o método de medição do raio da Terra elaborado por Eratóstenes foi muito admirado por sua simplicidade e eficácia.

A dedução da distância Terra-Sol em função da distância Terra-Lua feita por Aristarco de Samos também foi mostrada, mas não teve a mesma repercussão da ideia de Eratóstenes. Esta não será mais exposta em cursos futuros por sua inadequação à faixa etária dos alunos, visto que a dedução se utiliza de trigonometria básica, assunto que só é abordado nos últimos bimestres do 9º ano do Ensino Fundamental.

Quanto à parte renascentista da história da Astronomia, o momento de maior agitação dos alunos foi durante a utilização do software livre “My Solar System” para a explicação das leis de Kepler. Este foi utilizado por exemplificar de forma clara suas duas primeiras leis.

A perseguição imposta pela inquisição a quem contrariasse a ideia do universo geocêntrico, e as conseqüentes morte de Giordano Bruno e prisão domiciliar de Galileu Galilei foram outros assuntos que obtiveram boa repercussão.

Toda a parte de história da Astronomia, apesar de interessante e importante para a compreensão da evolução desta ciência, é um assunto que pode ser considerado como opcional para professores que estejam planejando cursos rápidos. Todavia, caso o professor opte por não detalhar esta parte do conteúdo, a concepção de um universo geocêntrico e sua mudança para uma visão heliocêntrica devem ser rapidamente tratadas.

5.4 Aula 4

Para a aula anterior ainda estava planejado a abordagem das contribuições dadas à Astronomia por Isaac Newton, sendo elas a lei da gravitação universal e os efeitos de maré. Contudo, devido à falta de tempo, este assunto foi

tratado nesta aula também toda expositiva, ministrada com auxílio de uma apresentação de slides.

Como já dito anteriormente, neste encontro a linha de raciocínio seguida foi meio tortuosa devido aos intermináveis questionamentos propostos pelos alunos, que sempre desviavam ligeiramente o assunto da aula. Apesar desta aparente desorganização, foi extremamente produtiva, pois todos se mantiveram concentrados na discussão durante a aula toda e trouxeram para a pauta, assuntos que não estavam planejados para serem tratados como a Lua de Sangue, a aproximação de Marte, a organização da crosta do planeta Terra em placas tectônicas, os fenômenos causados pela colisão de duas destas estruturas, a origem dos elementos químicos e a formação e o ciclo de vida de uma estrela.

Todos estes podem ser incluídos na ementa do curso, desde que abordados de forma adequada à faixa etária dos alunos.

5.5 Aula 5

Esta aula estava planejada para tratar somente da teoria do Big Bang, da definição de galáxias e seus diversos tipos, além da formação dos sistemas planetários no interior de uma nebulosa, todavia assuntos correlatos apareceram.

A aula se iniciou com uma fala sobre o modelo do Big Bang, assunto no qual os alunos se empenharam bastante no entendimento. Naturalmente, a questão sobre a geometria de nosso universo surgiu e também foi largamente discutida. Este grande número de questionamentos deixou evidente a incompletude das explicações acerca da origem do universo. É extremamente positivo que os alunos percebam a ciência não como algo acabado, mas como conhecimento em constante refinamento. Sendo assim essa aula se mostrou surpreendentemente cativante e será aprimorada e utilizada novamente em cursos posteriores.

Dentre as citadas anteriormente, as questões mais polêmicas que surgiram foram:

- I) “O que expande nosso universo?”, sendo esta pergunta utilizada para tratar de forma meramente informativa a ideia da energia escura e da discussão acerca da geometria de nosso universo.
- II) “Onde ele está se expandindo?” feita na intenção de compreender se o universo se expande dentro de outra estrutura maior. Este levantou novamente a questão

da geometria do universo e da possibilidade, proposta teoricamente, de nosso universo não ser único.

- III) “A expansão do universo nos afeta?”. Esta pergunta foi utilizada para falar da teoria do Big Rip e de outras possibilidades de “fim” do universo.
- IV) No transcorrer da explicação da teoria do Big Bang, um dos alunos perguntou “Por que o Sol brilha e os planetas como a Terra, não?”. Esta questão levou a uma explicação superficial sobre os processos de fusão nuclear e as condições necessárias para que eles ocorram.

Durante a definição de ano-luz, muitos questionamentos a respeito das distâncias entre objetos celestes e da própria velocidade da luz apareceram, contudo, a questão mais intrigante foi “Se a gente viajasse na velocidade da luz a gente não envelheceria mais rápido?”. Um breve panorama do paradoxo dos gêmeos proposto por Einstein foi exposto e alguns conceitos de relatividade restrita também.

Um grande empecilho ao entendimento foi o fato de muitos deles desconhecerem a ideia do átomo. Assim, é imperativo que esta seja trabalhada, em aula anterior, não necessariamente apresentada como uma evolução histórica segundo a maioria dos livros didáticos.

5.6 Aulas 6, 7 e parte da 8 (Atividade de Planetologia)

Como estava previsto, nestas aulas, os alunos trouxeram os trabalhos relativos às características mais marcantes dos objetos que compõem o sistema solar. Esta atividade foi interessante do ponto de vista pedagógico e os alunos se empenharam em realizar seus trabalhos, porém não será mais realizada devido ao fator tempo, pois trabalhos que deveriam ser expostos em 10 minutos geravam discussões, que embora proveitosas, duravam mais que o dobro do previsto.

Além disso, muitos alunos se apresentavam de forma tímida, dispersando a atenção dos demais, e outros declararam que iriam “aproveitar para faltar” em alguma dessas aulas, pois haveria “somente apresentações”.

Apesar dos problemas relatados acima, eles demonstraram um interesse singular por este tópico, que era uma constante em todas as aulas do curso, portanto ele será abordado em cursos futuros, mas por meio de outro tipo de atividade.

5.7 Aula 8

A atividade utilizando as bolas de isopor foi realizada para que os mesmos conseguissem enxergar o sistema Sol-Terra-Lua em escala. Esta se mostrou bastante eficaz, prendendo-lhes a atenção, ao mesmo tempo que os encantou com os resultados. Todavia, a elaboração deste sistema em escala será feita de forma diferente em cursos posteriores, devido ao autor julgar muito mais proveitoso que os alunos efetuem os cálculos por si mesmos.

A reutilização das bolas de isopor, do globo terrestre e de uma fonte luminosa para explicar o fenômeno das fases da Lua e das estações do ano foi extremamente produtiva, pois novamente encantou os alunos e possibilitou que os mesmos conseguissem visualizar as causas destes fenômenos. Assim, todas estas atividades serão repetidas, de forma ligeiramente diferente, como será apresentado na seção 8.

5.8 Aula 9

A última aula teórica do curso tratou do tema astronáutica. Esta se deu de forma totalmente expositiva, com auxílio de alguns pequenos vídeos, para ilustrar o que estava sendo discutido. O contexto histórico teve que ser brevemente exposto para justificar algumas tomadas de decisão, por parte dos países envolvidos nas conquistas espaciais, como o início da corrida espacial, a desistência da URSS em mandar um cosmonauta à Lua, após o sucesso da missão Apollo 11, a decisão de se criar uma estação espacial internacional, etc.

Tanto a apresentação do contexto histórico como a exibição dos vídeos, obtiveram sucesso, pois instigaram a curiosidade dos alunos e os fizeram participar ativamente das discussões.

Após a aula teórica, o filme Apollo 13 foi exibido, mas não teve grande repercussão. Uma das causas da ineficácia desta atividade pode ter sido a exibição deste, após uma aula de uma hora e meia de duração, totalizando quase quatro horas de atividade devido à duração do filme. A aula teórica estava prevista para ser mais curta, contudo, as discussões se estenderam e a maioria dos alunos foi embora no breve intervalo entre a aula e o filme.

A exibição deste foi proposta para que os mesmos pudessem acompanhar o passo-a-passo de uma missão espacial e terem dimensão da complexidade de uma falha durante a mesma. Desta forma, a atividade será repetida em cursos posteriores para nova análise e, em caso de nova falha, não será mais executada. Todavia, o filme será exibido em um dia separado da aula teórica para que a atividade fique mais amena.

5.9 Aula 10

Como já citado anteriormente, a última aula do curso foi uma observação realizada com diversos tipos de telescópios e gerenciada por um clube de astrônomos amadores local. Devido a compromissos de seus integrantes, a atividade só pode ser realizada quinze dias após a finalização do curso e esta grande distância temporal causou a ausência de quase metade do grupo. Todavia os alunos presentes mostraram o já esperado fascínio pelos objetos observados e uma grande empolgação pela atividade.

Neste curso, duas atividades desta espécie foram realizadas, uma, só com pequenos telescópios refratores e, a outra, com telescópios refletores e refratores com uma maior capacidade de ampliação e definição da imagem. Entretanto, após a realização destas, percebeu-se que seria mais interessante que a observação fosse a última atividade do curso e fosse única.

5.10 Atividade extra: MOBFOG

Esta atividade foi realizada por este autor, em 2013 e 2014, em uma das escolas na qual trabalha. Nestes dois anos, equipes se classificaram para a etapa final que ocorre na cidade de Barra do Piraí, no interior do estado do Rio de Janeiro, sendo esta uma competição nacional. Os alunos dos grupos classificados também receberam medalhas de prata em 2013, e ouro, em 2014, vindas da organização do evento devido aos alcances registrados por seus foguetes.

Na etapa final, além de participarem da competição de foguetes, os alunos assistem a palestras ministradas por especialistas da área da engenharia aeroespacial e apresentam o projeto de seu foguete e de sua base de lançamento a

todos os participantes da mostra. Por esta segunda atividade, eles são avaliados por todos os professores presentes e alguns grupos são premiados ao final do evento.

Após a participação nestas atividades, é notório como o interesse deles, em relação às ciências, exatas cresce. Este professor já ouviu diversos relatos dos próprios alunos confirmando a utilização de ferramentas matemáticas, conceitos físicos e químicos, ao longo do projeto. Assim, a inscrição na MOBFOG é altamente recomendada, mesmo que eles não consigam se classificar para a etapa final, pois projetos desta espécie podem levar mais alunos ao estudo de ciências exatas, uma área estratégica para o desenvolvimento do país e, ainda sim, muito carente atualmente.

6. RESULTADOS

Este autor já aplicou duas versões distintas de minicursos de Astronomia, ao longo dos anos de 2013 e 2014. Ambos foram aplicados na mesma escola e utilizados como preparação para a Olimpíada Brasileira de Astronomia. Concomitantemente construíram-se bases e foguetes para a participação de diversos grupos de alunos na Mostra Brasileira de Foguetes, supervisionada e orientada também por este autor, na mesma instituição do minicurso.

Como resultados destes projetos, pode-se observar a criação na escola de uma cultura dos mesmos, ou seja, os alunos já sabem quando vão ocorrer, perguntam sobre eles, se preparam e se organizam para tal. Este autor já ouviu de diversos alunos que não podem participar, devido às suas faixas etárias, manifestações de desejo de participação assim que puderem.

Vale ressaltar que esta impossibilidade é imposta por este autor, pois somente alunos de 7º ao 9º anos participam do minicurso e somente os do ensino médio são inscritos na MOBFOG, mas de ambos eventos podem participar alunos de toda a educação básica.

Em termos dos resultados em âmbito nacional, também se tem um aproveitamento considerável. Nos dois anos, o curso foi ministrado a sessenta alunos (trinta em cada ano), dos quais 54 realizaram a prova da olimpíada com 11 medalhas conquistadas: 4 ouros, 4 pratas e 3 bronzes. Além disso, houve uma sensível melhora nas notas entre os anos de 2013 e 2014, após a primeira reformulação do curso.

Em relação à MOBFOG, nos dois anos citados, os alunos conseguiram classificar seus projetos para a fase final que acontece na cidade de Barra do, Piraí, no interior do estado do Rio de Janeiro, em 2013, como medalhistas de prata, e em 2014, como medalhistas de ouro. Na fase final, os alunos conseguiram o 24º lugar, em 2013, dentre 50 equipes e o 7º lugar, em 2014, dentre 70 equipes.

7. O MINICURSO (UMA NOVA PROPOSTA)

Nesta seção serão apresentadas somente as justificativas para a organização do curso como ele será ministrado. Os planos detalhados das atividades de cada uma das aulas se encontram no apêndice B deste trabalho.

Esta nova proposta de formato para o minicurso de Astronomia foi montada com base na anterior, mas com diversas modificações devido às reações dos alunos frente a cada atividade e com intuito de aumentar a eficácia do mesmo. Assim, alguns conteúdos foram retirados da ementa e outros incluídos, e a sequência dos temas também foi toda modificada. Como já discutido na seção 5, neste novo curso haverá somente uma observação astronômica, com uso de telescópios refletores e refratores.

Decidiu-se iniciar o curso com os temas mais cotidianos aos alunos: poluição luminosa, constelações, signos, polos celestes, solstício equinócio e o analema. Todos estes conteúdos serão ministrados como no curso anterior, devido à boa aceitação em relação à dinâmica da aula. Acredita-se que a primeira aula deve causar uma boa impressão para que os mesmos se sintam motivados a continuar atentos ao resto do curso, assim estes temas foram escolhidos também pelo grande interesse dos alunos.

Aproveitando que os alunos terminaram a primeira aula falando de solstícios e equinócios, a aula seguinte foi planejada para tratar inicialmente das estações do ano, assunto intimamente ligado ao anterior, para, na sequência, abordar as fases da Lua e as dimensões do sistema solar. Todas estas explicações são feitas com auxílio de um globo terrestre, bolas de isopor, uma fonte luminosa e equipamentos de medição, assim como a versão do curso precedente. Estes últimos são utilizados para montar o sistema Terra-Sol ou Sol-Terra-Lua para que os alunos consigam observar os fenômenos que estão sendo expostos através da dinâmica destes corpos.

Diferentemente do ano anterior, nesta versão do curso os alunos serão responsáveis pelos cálculos das dimensões do sistema Sol-Terra-Lua em escala, de forma que os mesmos exercitem a ferramenta matemática e observem, por si mesmos, a grandiosidade das dimensões deste sistema. Também foi incluído nesta aula, o cálculo da distância entre a Terra e a estrela mais próxima desta (Alfa Centauro) a 4,24 anos luz de distância.

A terceira aula tratará dos constituintes do Sistema Solar e será ministrada de forma diferente do curso anterior. Esta transcorrerá na forma de uma orientação para que os alunos construam pôsteres caracterizando estes objetos. Esta ideia surgiu a partir da experiência pouco eficaz do ano anterior. Assim, eles iniciarão a produção dos pôsteres durante a aula, a partir de um modelo fornecido pelo professor, e, caso não haja tempo suficiente terminar na própria aula, o farão em casa. Depois de devidamente corrigidos, os pôsteres serão expostos pela escola de forma a valorizar o trabalho deles.

Agora falando dos constituintes do universo, a quarta aula tratará inicialmente de nebulosas e seus principais tipos, a origem dos sistemas planetários, a evolução de uma estrela, os diversos tipos de galáxias e suas unidades de medida. Esta aula se dará quase totalmente de forma expositiva, com exceção de alguns cálculos iniciais que serão feitos pelos alunos, assim diversas imagens chamativas serão expostas para lhes atrair a atenção e serão constantemente convidados a questionarem para que se envolvam na exposição dos conteúdos.

A quinta aula tratará da história da Astronomia, desde a antiguidade até a renascença, e um relógio solar será construído e testado com os alunos. Por ter se mostrado muito eficaz esta atividade, executada no curso anterior, será mantida.

A sexta aula terá como tema a história da astronáutica e, assim com a anterior, será essencialmente expositiva. Apesar disso, esta se mostrou muito cativante, em anos anteriores, e será mantida em cursos posteriores.

A última aula deste curso abordará os diversos tipos de telescópios, suas montagens, suas limitações, os princípios físicos envolvidos em seu entendimento, além de sua utilização e uma observação astronômica. A mesma deve ser dada em um fim de tarde para que, ao seu término, já tenha anoitecido e a observação astronômica possa ser feita.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de Astronomia, tão valorizado ao longo de boa parte da história da humanidade, acabou sendo relegado a uma posição de menor importância, por boa parte do século XX, em todo território nacional (LANGHI, 2009).

Essa situação só começou a ser realmente debatida após o ano 1985 e obteve uma grande vitória com a criação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), em 1998 e 1999, e das Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), em 2002, que, em suas seções intituladas Terra e Universo, formalizam a necessidade do estudo de conceitos dessa disciplina.

Com isso, a demanda de materiais didáticos e professores capacitados para ensino de Astronomia surgiu. Diversos livros que tratavam desta disciplina foram lançados, todavia muitos sem a qualidade esperada (Aroca & Silva, 2011; Canalle et al., 1997; Paula e Oliveira, 2002; Langhi e Nardi 2007). Este problema foi praticamente sanado com a revisão destes pelos membros do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) como citado por Leite (2002).

Já o problema da capacitação dos professores é mais grave como retratado por Beraldo (1997), Bisch (1998) e Leite (2002), Faria e Voelzke (2008), Barroso e Borgo (2010) e ainda levará algum tempo para ser resolvido, pois, como identificado por Langhi e Nardi (2009), nem mesmo cursos de graduação em Física possuem a disciplina de Astronomia dentre as obrigatórias.

Iniciativas como a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) surgem nesse contexto com a missão de resgatar a importância do estudo dessa disciplina não só por parte dos alunos, mas também dos professores. Eventos como os EREAs (Encontros regionais de ensino de Astronomia), criados pelos organizadores da OBA, tem como principal objetivo a capacitação dos profissionais da docência.

Desta forma, este trabalho tenta também se inserir nesse contexto de ressurgimento do ensino de Astronomia, dando subsídios aos professores que desejam ministrar cursos nesta área, mas que não se sentem seguros devido à falta dessa disciplina em sua formação.

Todas as aulas do minicurso foram planejadas para serem de fácil aplicação, por se utilizarem somente de materiais do cotidiano dos professores, e acessíveis a todos, mesmo aqueles que não tiveram um bom embasamento teórico

em sua formação, podem se utilizar dos materiais sugeridos nas seções “Recursos Complementares” para aprofundar seus estudos.

Em relação à eficácia do curso, em vista dos resultados obtidos, também as medalhas, mas principalmente o envolvimento que os alunos mostraram durante os cursos já ministrados e a avidez pelo aprendizado da Astronomia, pode-se concluir que o minicurso cumpriu seus objetivos e foi uma experiência singular tanto para eles como para este autor que, em toda sua jornada profissional, nunca participou de uma experiência mais gratificante e que envolvesse tanto os educandos.

Assim, salta aos olhos o potencial de encantamento deles pelas ciências exatas que esta disciplina possui e a possibilidade, atualmente tão necessária neste país, da conquista de mais graduandos nas áreas de ciências exatas.

9. BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L. V dos S. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 2, Junho, 2003.

AROCA, S. C.; SILVA, C. C. 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.

BAROSO, M. F.; BORGIO, I. Jornada no Sistema Solar. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, 2502, 2010.

BERALDO, Tânia Maria Lima. **O Ensino de Conceitos Relacionados com a Terra no Espaço nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental:** elementos para reflexão em torno da formação de professores. 1997. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Mato Grosso, Mato Grosso, 1997.

BERNARDES, T. O. *et al.* **Abordando o ensino de óptica através da construção de telescópios.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 3, p. 391-396, 2006.

BISCH, Sérgio Mascarello. **Astronomia no Ensino Fundamental:** natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores. 1998. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

CANALLE, J. B. G. *et al.* **Análise do conteúdo de Astronomia de livros de Geografia de 1º grau.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.14, n. 3, 1997.

CANALLE, J. B. G. *et al.* **Relatório da V Olimpíada Brasileira de Astronomia.** 2002. Disponível em: <http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/historico%20da%20oba/2000_historico_iii_oba.pdf>. Acesso em: ago. 2014.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais.** Brasília, 1998. 138 p.

FARIA, R. Z.; VOELZKE, M. R. **Análise das características da aprendizagem de Astronomia no ensino médio nos municípios de Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires e Mauá.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 4, 4402, 2008.

FILHO, K. de S. O.; SARAIVA, M. de F. O. **Astronomia antiga.** 2010. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/antiga/antiga.htm>>. Acesso em: jul. 2014.

HORVATH, J. E. **Uma proposta para o ensino da Astronomia e astrofísica estelares no Ensino Médio.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 4, 4501, 2013.

LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental:** Repensando a formação de professores. 2009. 370 p. Dissertação (Mestrado em Educação) –

Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009.

LANGHI, R; NARDI, R. **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.

LANGHI, R; NARDI, R. **Ensino de Astronomia**: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. *Caderno brasileiro de Ensino de Física*, v. 24, n. 1, 2007.

LEITE, C. Os professores de ciências e suas formas de pensar Astronomia. 2002. 160 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

OLIVEIRA, R. S. **Astronomia no ensino fundamental**. 1997. Disponível em: <<http://www.asterdomus.com.br/asterdomus/astronomia-no-ensino-fundamental/>>. Acesso em: 04 jul. 2014.

PAULA, A. S. de; OLIVEIRA, H. J. Q. de. **Análises e Propostas para o Ensino de Astronomia**. 2002. Disponível em: <<http://www.cdcc.usp.br/cda/producao/sbpc93/index.html>>. Acesso em: jul. 2014.

REIS, N. T. O. *et al.* **Análise da dinâmica de rotação de um satélite artificial**: uma oficina pedagógica em educação espacial. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 30, n. 1, 1401, 2008.

REIS, N. T. O.; GARCIA, N. M. D. **Educação espacial no Ensino Fundamental**: Uma proposta de trabalho com o princípio da ação e reação. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 3, p. 361-371, 2006.

SCARINCI, A. L.; PACCA, J. L. de A. **Um curso de Astronomia e as pré-concepções dos alunos**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 1, p. 89 - 99, 2006.

10. APÊNDICE A – ARTIGOS USADOS PARA ANÁLISE NA SEÇÃO 2.1

ABDALLA, E. **Teoria quântica da gravitação: Cordas e teoria M**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 27, n. 1, p. 147 - 155, 2005.

AGUIAR, C.E. *et al.* **A órbita da Lua vista do Sol**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 4, 4301, 2009.

AROCA, S. C.; SILVA, C. C. **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.

AZEVEDO, S. S. M. *et al.* **Relógio de Sol com interação humana: uma poderosa ferramenta educacional**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 2, 2403, 2013.

BAROSO, M. F.; BORGIO, I. **Jornada no Sistema Solar**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 32, n. 2, 2502, 2010.

BARROS-PEREIRA, H. A. de. **Astronomia islâmica entre Ptolomeu e Copérnico: Tradição Maraghah**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 4, 4603, 2011.

BARROS-PEREIRA, H. A. de. **Esferas de Aristóteles, círculos de Ptolomeu e instrumentalismo de Duhem**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 2, 2602, 2011.

BERNARDES, T. O. *et al.* **Abordando o ensino de óptica através da construção de telescópios**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 3, p. 391-396, 2006.

BUSTAMENTE, M. C. **A descoberta dos raios cósmicos ou o problema da ionização do ar atmosférico**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 2, 2603, 2013.

CAVALCANTI FILHO, C. M. *et al.* **Recursos tecnológicos para auxiliar o ensino-aprendizagem da Astronomia no Curso de Bacharelado em Física na Universidade Nacional Timor Lorosa'e em Timor leste**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 34, n. 1, 2401, 2012.

CHALUB, F. A. C. C. **The Saros cycle: obtaining eclipse periodicity from Newton's laws**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 1, 1303, 2009.

COSTA JR, E. *et al.* **O vento solar e a atividade geomagnética**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 4, 4301, 2011.

COSTA JR., E. *et al.* **Ondas de Alfvén no meio interplanetário**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 2, 2302, 2011.

CUZINATTO, R. R.; MORAIS, E. M. **Software MUFCosm como ferramenta de estudo dos modelos da cosmologia padrão.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, n. 1, 1312, 2014.

DAMASIO, F. **O início da revolução científica: questões acerca de Copérnico e os epiciclos, Kepler e as orbitas elípticas.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 3, 3602, 2011.

DIAS, W. S.; LÉPINE, J. **A velocidade de rotação dos braços espirais da Via Láctea.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 2, p. 155 - 160, 2006.

DIAS, W. S.; PIASSI, L. P. **Por que a variação da distância Terra-Sol não explica as estações do ano?** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 3, p. 325-329, 2007.

DOMINICI, T. P. *et al.* **Atividades de observação e identificação do céu adaptadas às pessoas com deficiência visual.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 4, 4501, 2008.

ECHER, E. **Magnetosferas planetárias.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 32, n. 2, 2301, 2010.

ECHER, E. *et al.* **Ondas de choque não colisionais no espaço interplanetário.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 1, p. 51 - 66, 2006.

FABRIS, J.C.; VELTEN, H. E. S. **Cosmologia neo-newtoniana: um passo intermediário em direção à relatividade geral.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 34, n. 4, 4302, 2012.

FARIA, R. Z.; VOELZKE, M. R. **Análise das características da aprendizagem de Astronomia no ensino médio nos municípios de Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires e Mauá.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 4, 4402, 2008.

FILHO, J. B. B.; ARAÚJO, R. M. X. de. **A entropia de Hawking para buracos negros: um exercício de análise dimensional a partir de um texto de divulgação.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 4, p. 527-533, 2007.

GONZAGA, E. P.; VOELZKE, M. R. **Análise das concepções astronômicas apresentadas por professores de algumas escolas estaduais.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 2, 2311, 2011.

HORVATH, J. E. **Uma proposta para o ensino da Astronomia e astrofísica estelares no Ensino Médio.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 4, 4501, 2013.

IACHEL, G. *et al.* **A montagem e a utilização de lunetas de baixo custo como experiência motivadora ao ensino de Astronomia.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 4, 4502, 2009.

LANGHI, R.; NARDI, R. **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.

LEVENHAGEN, R. S.; KÄUNZEL, R. **A rotação estelar e seu efeito sobre os espectros.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 4, 4701, 2008.

MARTTENS, R. F. vom. *et al.* **Perturbações cosmológicas e a taxa de crescimento das flutuações da matéria.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 34, n. 1, 1310, 2012.

MATSAS, G. E. A. **Gravitação semiclássica.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 27, n. 1, p. 137 - 145, (2005)

NELSON, O. R.; MEDEIROS, R. de. **Assim na Terra como no céu: a teoria do dínamo como uma ponte entre o geomagnetismo e o magnetismo estelar.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 34, n. 4, 4601, 2012.

NELSON, O. R.; MEDEIROS, J. R. **Assim na Terra como no céu: a teoria do dínamo como uma ponte entre o geomagnetismo e o magnetismo estelar.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 34, n. 4, 4601, 2012.

OLIVEIRA, D. **Ionosphere-magnetosphere coupling and field-aligned currents.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, n. 1, 1305, 2014.

OURIQUE, P. A. *et al.* **Fotografando estrelas com uma câmera digital.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 32, n. 1, 1302, 2010.

PILLING, D. P. A.; DIAS, P. M. C. **A hipótese heliocêntrica na Antiguidade.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 4, p. 613-623, 2007.

PORTO, C. M.; PORTO, M. B. D. S. M. **A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 4, 4601, 2008.

PRAXEDES, G.; PEDUZZI, L. O. Q. **Tycho Brahe e Kepler na escola: uma contribuição à inserção de dois artigos em sala de aula.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 3, 3601, 2009.

REIS, N. T. O. *et al.* **Análise da dinâmica de rotação de um satélite artificial: uma oficina pedagógica em educação espacial.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 1, 1401, 2008.

REIS, N. T. O.; GARCIA, N. M. D. **Educação espacial no Ensino Fundamental: Uma proposta de trabalho com o princípio da ação e reação.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 3, p. 361-371, 2006.

SCARINCI, A. L.; PACCA, J. L. de A. **Um curso de Astronomia e as pré-concepções dos alunos.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 1, p. 89 - 99, 2006.

SILVA, G. M. dos S. *et al.* **Transformação de coordenadas aplicada à construção da maquete tridimensional de uma constelação.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 1, 1306, 2008.

SOARES, D. **O universo estático de Einstein.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 34, n. 1, 1302, 2012.

SOLBES, J.; PALOMAR, R. **Dificultades en el aprendizaje de la astronomía en secundaria.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 1, 1401, 2013.

TONEL, A. P.; MARRANGHELLO, G. F. **O movimento aparente da Lua.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 2, 2310, 2013.

TORT, A. C.; NOGAROL, F. **Reverendo o debate sobre a idade da Terra.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 1, 1603, 2013.

VECHI, A. *et al.* **Modelo dinâmico do Sistema Solar em actionscript com controle de escalas para ensino de Astronomia.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 2, 2505, 2013.

VELTEN, H. E. S.; SAMPAIO, R. V. **Órbitas fechadas e o potencial harmônico de Manev.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 1, 1301, 2009.

11. APÊNDICE B – PROPOSTA DE UM NOVO MINICURSO

Neste apêndice encontram-se os planos de aula de uma nova proposta do minicurso de Astronomia, baseado na eficácia das atividades aplicadas no curso de 2014. Estes foram elaborados no formato exigido pelo site “Portal do Professor” (<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>, acesso: jun. 2015) do MEC para facilitar sua posterior divulgação.

Os links relacionados na seção intitulada “Recursos Complementares”, tem função de dar subsídios de pesquisa para os professores que desejem aprender mais sobre o assunto, mas também podem ser repassados aos alunos para o mesmo fim.

Na seção “Avaliação” há sugestões de questionamentos que professores podem utilizar da forma que acharem mais adequada, para avaliar o aprendizado de seus alunos. Recomenda-se que estas questões sejam utilizadas como roteiro de estudo ou pesquisa.

11.1 Aula 1: Conceitos básicos de Astronomia

A. O que o aluno poderá aprender com esta aula?

Durante as atividades o aluno entrará em contato com os conceitos de poluição luminosa, constelações, signos, polo norte e polo sul celeste, solstício, equinócio e o analema.

B. Duração das atividades

Uma hora e meia

C. Conhecimentos prévios trabalhados pelo professor com o aluno

Não há conhecimentos prévios necessários ao entendimento desta aula.

D. Estratégias e recursos da aula

a) Poluição luminosa

Para esta atividade o professor necessitará de um computador acoplado a um projetor ou a uma televisão. Inicialmente o professor deve questionar os alunos se a luminosidade artificial, produzida por lâmpadas de todo o tipo, atrapalha na observação do céu e o quanto ela atrapalha. A discussão deve persistir até que os alunos cheguem à conclusão de que este tipo de luminosidade limita muito a observação celeste. Caso os alunos se desviem do assunto o professor deve intervir.

Em seguida, os seguintes vídeos devem ser exibidos:

- I) O céu da semana Ep. 144 – Poluição Luminosa. Direção: Gustavo Rojas. Produção: Heitor Marucci, Gustavo Lojudice, Patrick Torres. Série educativa, 3' 51". Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=excbaOaok-4>>. Acesso em: dez. 2014.

Este vídeo não precisa ser exibido na íntegra. Caso julgue mais proveitoso, use somente os trechos mais relevantes.

- II) Céu noturno sem poluição luminosa. Gravação de uma chuva de meteoros. 1'. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=RFZ-n441EgI>>. Acesso em: dez. 2014.

Este segundo vídeo pode ser utilizado para que os alunos tenham dimensão de como a poluição luminosa afeta a observação celeste e como seria o céu sem a mesma.

Todas as atividades que serão descritas a seguir podem ser realizadas somente pelo professor, enquanto os alunos acompanham pelo projetor, ou ainda, ser também realizada pelos alunos em uma sala de informática.

Abra o Stellarium e ajuste o relógio para qualquer noite em que a Lua possa ser observada no céu. Com a Lua na tela observam-se poucas estrelas no céu, entretanto girando o observador lentamente até que a mesma saia do campo

de visão o número de estrelas cresce muito e isto se deve a poluição luminosa da própria Lua (vide figura 5).

A poluição luminosa também pode ser mostrada por meio de uma opção que o próprio Stellarium oferece na janela “visualização”. Para abri-la pressione a tecla F4 e você poderá observar uma escala que varia entre um e nove, sendo o um a representação de céu sem poluição luminosa e nove um céu no qual há muita poluição deste tipo.

Para finalizar esta atividade o professor pode exibir algumas imagens da Terra fotografada do espaço, nas quais se vê nitidamente a enorme quantidade de energia dissipada para o espaço na forma de luz.



Figura 10: Na imagem vê-se a enorme quantidade de luminosidade artificial dissipada para o espaço. Figura disponível em: <http://www.putsgriilo.com.br/wp-content/uploads/2010/06/planet-light-5.jpg>, acesso em: dez. 2014.

b) Constelações, estrelas e polo sul celeste.

Inicie esta atividade questionando os alunos sobre o que eles entendem por constelação. Deixe-os exporem suas opiniões e argumente sobre elas de forma que os mesmos elaborem uma definição coletiva o mais próximo possível da concepção atual de constelação como uma região do céu e não somente um conjunto de estrelas interligadas.

Mostre algumas constelações por meio do software Stellarium e ensine-os a encontrar algumas comuns como o Cruzeiro do Sul, Órion, Touro, Cão maior, Escorpião e quaisquer outras que achar conveniente.

Aproveite este momento para citar o nome de algumas estrelas bem aparentes no céu como as três marias (Alnilan, Alnitak e Mintaka), Betelgeuse, Riguel, Sirius, Aldebaran, Antares, Canopus, etc.

Mostre aos alunos que, com auxílio da constelação do Cruzeiro do Sul, é possível encontrar o ponto cardeal Sul usando somente estrelas como pontos de referência. Para isso, prolongue o eixo maior desta quatro vezes e meia no sentido “de cima para baixo da cruz” para chegar a um ponto do céu aparentemente sem estrelas. Este é o polo sul celeste. Desça perpendicularmente à linha do horizonte que você estará exatamente sobre o ponto cardeal Sul.

Para mostrar o porquê deste ponto no céu possuir um nome, volte o observador do Stellarium na direção Sul e faça o tempo correr rapidamente. Os alunos irão perceber que todas as estrelas do céu giram ao redor deste ponto imaginário que é o prolongamento do eixo de rotação da Terra. Na barra que se encontra na parte inferior da tela, há um botão que permite retirar o efeito da atmosfera, use-o para que a luminosidade do dia não atrapalhe na observação deste fenômeno.

Caso as dúvidas persistam, você pode pedir para que o aluno que esteja com dúvida gire ao redor do seu próprio eixo. Durante o giro ele perceberá que em seu referencial tudo está girando menos o ponto acima de sua cabeça e o ponto abaixo de seus pés, sendo estes os equivalentes dos polos norte e sul celestes, respectivamente.

c) Signos

Novamente usando o Stellarium, na “janela de opções do céu e de visualização” que aparece ao se pressionar o botão F4, há uma aba chamada “Marcações”, nesta há a possibilidade de se permitir a visualização da eclíptica, marque-a e feche esta janela. Use a barra de botões que aparece na parte inferior da tela para “ligar” a representação artística das constelações, assim como seus nomes e os traços que a formam. Os alunos deverão perceber que a eclíptica atravessa todas as constelações do zodíaco.

Explique que é este o fator determinante para definir se uma constelação é ou não zodiacal. Explique também que o signo de uma pessoa seria definido pela posição do Sol no dia do nascimento da mesma, em relação a estas constelações, ou seja, o signo de uma pessoa seria Áries, por exemplo, se no dia de seu nascimento o Sol se encontrasse na região desta constelação. Confira o signo de alguns alunos e mostre que raramente o signo de alguém coincide com o esperado. Cite também a não inclusão da constelação de Ofiúco (ou Serpentário) no Zodíaco, apesar de ser uma constelação atravessada pela eclíptica.

d) Solstício, equinócio e analema

Esta última atividade também usará o software Stellarium. Acerte o horário para perto do pôr do Sol e vá passando o tempo de dia em dia. Se preciso, ajuste novamente o horário para que o Sol continue no céu. Com isso, os alunos irão comprovar que o Sol não se põe exatamente no oeste todos os dias do ano.

Explique o fenômeno do solstício e do equinócio a partir desta visualização. Relacione os dias de solstício e equinócio como marco temporal das transições das estações.

O vídeo a seguir mostra a maneira que culturas antigas, nativas da região de Chankillo no Peru pré-colombiano, se utilizavam deste deslocamento aparente do Sol para se localizar no tempo.

Chankillo, Peru: A virtual visualization. Documentário. 6'. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=q13Pz-R8OuE>>. Acesso em: dez, 2014.

Este vídeo também não precisa ser exibido na íntegra, contudo a explicação de como as torres de Chankillo eram utilizadas como calendário é essencial.

É possível usar esta mesma dinâmica para que os alunos tenham uma noção do que é o analema. Para isso, ajuste o horário de forma que o Sol esteja bem aparente no céu e vá passando os dias assim como feito anteriormente. Poderá ser observado que o Sol se movimenta no céu ao longo de uma trajetória parecida com o número oito. Para encerramento, mostre imagens do analema e explique o porquê da ocorrência deste fenômeno.

E. Recursos Complementares

AFONSO, G. B. As Constelações indígenas brasileiras. Disponível em: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/indigenas.pdf>. Acesso em jun. 2015.

FILHO, K. S. O, SARAIVA, M. F. O. Constelações. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/const.htm>. Acesso em jun. 2015.

MUNDO EDUCAÇÃO. Solstícios e Equinócios. Disponível em: <http://www.mundoeducacao.com/geografia/solsticios-equinocios.htm>. Acesso em jun. 2015.

REVISTA MUNDO ESTRANHO. Como surgiu o horóscopo? Disponível em: <http://mundoestranho.abril.com.br/materia/como-surgiu-o-horoscopo>. Acesso em jun. 2015

RODRIGUES, R. Solstícios e equinócios. **Brasil Escola**. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/geografia/solsticios-equinocios.htm>. Acesso em jun. 2015.

F. Avaliação

- 1) Quais as consequências da poluição luminosa? Qual a melhor forma de combater este tipo de poluição?
- 2) O que são constelações?
- 3) O que é a eclíptica e qual sua relação com os signos?
- 4) Onde estão localizados os polos Norte e Sul celeste e qual sua relação com os pontos cardeais norte e sul?
- 5) O que são os fenômenos do solstício e do equinócio? Como eles nos ajudam nos orientar no tempo?

11.2 Aula 2: Estações do ano, fases da Lua e as dimensões do Sistema Solar.

A. O que o aluno poderá aprender com esta aula?

Nesta aula o aluno ficará mais próximo das dimensões do sistema solar, entenderá o porquê das estações do ano, das fases da Lua, dos eclipses e compreenderá que as durações de dia e noite dependem da latitude do local.

B. Duração das atividades

Uma hora e meia

C. Conhecimentos prévios trabalhados pelo professor com o aluno

Proporcionalidade (Regra de três).

D. Estratégias e recursos da aula

Apesar da órbita do planeta Terra ser elíptica, o fenômeno das estações do ano não é decorrente da distância Terra-Sol como muitos acreditam. As fases da Lua também não são decorrentes da sombra que a Terra projetaria na Lua. Dias e noites não possuem a mesma duração em todo lugar e em todos os dias do ano.

Apesar das explicações destes fenômenos serem triviais, sua assimilação sem artifícios visuais não é nada simples. Assim, esta atividade pretende, a partir da construção de modelos usando um globo terrestre, uma fonte luminosa e bolas de isopor, facilitar a compreensão de como a dinâmica do sistema Sol-Terra-Lua gera os fenômenos anteriormente citados, além de dar noção das dimensões do mesmo.

a) Estações do ano

Esta aula será iniciada com a representação do sistema Terra-Sol por meio de um globo terrestre e de uma fonte luminosa, para a explicação do fenômeno das estações do ano. Esta fonte luminosa deve ser posicionada no centro da montagem e o globo terrestre em uma das quatro posições mostradas na Figura 11.

Feita a montagem, mova o globo terrestre ao redor da fonte luminosa e pare a cada 90° para que os alunos verifiquem a quantidade de luz que cada hemisfério recebe em cada posição. Baseado na intensidade luminosa, peça que os alunos identifiquem qual a estação do ano em cada um dos hemisférios do globo em cada uma das quatro posições. Aproveite para relacionar este assunto com o solstício e o equinócio trabalhado na aula anterior.



Figura 11: Esquema explicativo das estações do ano. Figura disponível em: <http://www.brasilecola.com/geografia/estacoes-ano.htm>, acesso em: dez. 2014.

Quando o sistema é montado, fica simples dos alunos entenderem o fenômeno das estações do ano como resultado da inclinação da Terra, e não da distância Terra-Sol, pois eles veem que enquanto um dos hemisférios recebe muita luminosidade e a média das temperaturas aumenta (Verão), no outro a luminosidade é baixa e a média das temperaturas diminui (Inverno).

Durante a montagem preste bastante atenção para não girar o eixo da Terra junto com o globo. A montagem deve estar igual a da figura 11, ou seja, o eixo sempre na mesma direção.

b) Dia e noite

Ainda utilizando a montagem da atividade anterior, fixe o globo na posição que corresponde ao verão no hemisfério Sul e gire o globo simulando a rotação da Terra. Chame a atenção dos alunos para a ausência de luminosidade no

polo norte e questione-os sobre como seriam o dia e a noite nessa região quando a Terra está nessa posição. Ainda sem mover o globo, faça os mesmos questionamentos aos alunos só que para a região do polo sul.

Depois que os alunos perceberem que as durações do dia e da noite variam dependendo da posição que a pessoa se encontra no globo, utilize o Stellarium para que eles visualizem o fenômeno. Ao apertar a tecla F6, a janela de localização é aberta e você pode escolher qual a posição do globo terrestre você deseja que o Stellarium simule. Escolha um dos polos e acelere o tempo para que os alunos vejam a trajetória do Sol no céu e a luminosidade ambiente. Repita o processo para o outro polo. Na transição de um polo a outro resalte a diferença de luminosidade entre os dois para a mesma data.

Se tiver tempo disponível, compare a trajetória do Sol no céu e a luminosidade ambiente de regiões próximas à linha do equador, próximas aos trópicos de câncer e capricórnio e próximas aos círculos polares ártico e antártico.

c) Fases da Lua e Eclipses

Para a explicação do fenômeno das fases da Lua será utilizada uma bola de isopor de qualquer tamanho para representar a Lua, o globo terrestre e uma fonte luminosa. Recomenda-se que o globo terrestre e a bola de isopor, que representa a Lua, estejam na mesma proporção que seus correspondentes para que os alunos se acostumem com a escala real destes objetos. Todavia a atenção dos alunos não deve ser chamada para este fato, pois essa comparação dos tamanhos será feita por eles no decorrer desta aula.

Posicione a fonte luminosa a certa distância do globo terrestre e coloque a bola de isopor próxima ao globo terrestre como mostrado na figura 12.

Proceda da mesma forma que a atividade anterior, ou seja, vá movimentando a bola de isopor ao redor do globo e peça que os alunos definam qual a fase da Lua em cada uma delas.

É possível efetuar esta montagem com uma pessoa no lugar do globo terrestre, segurando ela mesma a bola de isopor que representa a Lua. O efeito é o mesmo, mas neste caso cada aluno deve trazer sua própria bola de isopor ou o professor deve disponibilizá-las a todos os alunos.



Figura 12: Montagem do sistema Sol-Terra-Lua. Figura adaptada. Figura original disponível em: http://www.alunos.esfl.pt/lua/fases_da_lua.htm, acesso em: dez. 2014.

Naturalmente surgirá a pergunta sobre os eclipses solar e lunar nas posições de Lua nova e Lua cheia, respectivamente. Fale da inclinação de aproximadamente 5° da órbita da Lua em relação à eclíptica e aproveite a montagem para mostrar que o eclipse solar é um fenômeno local. Para isso, se necessário, aproxime a bola de isopor do globo terrestre para que os alunos consigam observar as regiões de sombra e de penumbra sobre o globo terrestre, além das regiões que recebem luminosidade normalmente.

Explique também o fenômeno do eclipse lunar utilizando a montagem, colocando a bola de isopor no cone de sombra do globo terrestre.

d) Sistema Sol-Terra-Lua

A última atividade desta aula será a montagem do sistema Sol-Terra-Lua em escala. Para isso, o professor deve levar várias bolas de isopor, de tamanhos variados, e uma trena para efetuar algumas medidas. Duas dessas bolas de isopor devem possuir exatamente a mesma escala que a Terra e a Lua. Para isso a bola que representa a Terra deve ter aproximadamente três vezes e meia o tamanho da bola que representa a Lua. Essa proporção foi obtida comparando os raios reais desses dois objetos.

Apresente a bola de isopor que representará a Terra e as várias opções para a Lua. Exponha aos alunos as medidas reais dos raios (ou diâmetros)

da Terra e da Lua, das bolas de isopor e desafie-os a identificar a bola correta. Para esta escolha diversas estratégias são possíveis, mas todas se utilizarão de proporcionalidade. Dê um tempo para que os alunos elaborem suas estratégias e depois faça com que alguns deles exponham o raciocínio adotado. Discuta todas as possibilidades e mostre pelo menos um caminho que chegue a resposta correta. A regra de três parece o caminho mais didático a este autor.

Identificada a bola que representa a Lua o próximo desafio será encontrar a distância Terra-Lua nesta escala. Exponha a distância real aos alunos e deixe-os efetuar os cálculos. Em seguida, faça a montagem com a distância correta e as bolas de isopor. Os alunos irão se surpreender com o resultado, pois para uma bola de 15 cm de diâmetro representando a Terra, por exemplo, a Lua teria aproximadamente 4 cm de diâmetro e a distância entre elas é cerca de 4,5 m.

Por fim, desafie os alunos a encontrar o diâmetro do Sol nesta escala e sua distância à Terra. Esta montagem é inviável de ser feita, pois o Sol é, aproximadamente, 110 vezes maior que a Terra e a distância entre estes objetos imensa. Para que os alunos visualizem este corpo celeste no sistema, utilize outros objetos e localizações conhecidos por eles como comparação. Pode-se usar, por exemplo, o ginásio da escola como comparativo para o tamanho do Sol, algum prédio próximo, ou talvez até a escola toda dependendo da escala adotada. O mesmo vale para a distância Terra-Sol, utilize pontos conhecidos da cidade para fazer este paralelo.

Caso haja tempo hábil, peça aos alunos que realizem os cálculos da distância entre a Terra e a estrela mais próxima da mesma depois do Sol, Próxima Centauri (~ 4,2 anos-luz do Sol). Como os alunos ainda não conhecem o ano-luz, exponha as medidas em quilômetros e deixem-nos realizar os cálculos. Novamente use pontos de referência conhecidos para que os alunos visualizem as dimensões desse sistema.

E. Recursos Complementares

CENTRO DE ASTROFÍSICA DA UNIVERSIDADE DO PORTO. Porque acontecem os eclipses? Disponível em: <http://www.astro.up.pt/caup/eventos/2005Out03/ciencia.html>. Acesso em jun. 2015.

FILHO, K. S. O, SARAIVA, M. F. O. Movimento anual do Sol. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/tempo/mas.htm>. Acesso em jun. 2015.

_____. Eclipses. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/eclipses/eclipse.htm>. Acesso em jun. 2015.

_____. Fases da Lua. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/lua/lua.htm>. Acesso em jun. 2015.

REVISTA MUNDO ESTRANHO. Como ocorrem os eclipses lunares?. Disponível em: <http://mundoestranho.abril.com.br/materia/como-ocorrem-os-eclipses-lunares>. Acesso em jun. 2015.

_____. Porque existem as estações do ano? Disponível em: <http://mundoestranho.abril.com.br/materia/por-que-existem-as-estacoes-do-ano>. Acesso em jun. 2015.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – CENTRO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E CULTURAL. Astronomia parte 2: As estações do ano. Disponível em: <http://www.cdcc.usp.br/cda/ensino-fundamental-astronomia/parte2.html>. Acesso em jun. 2015.

F. Avaliação

- 1) Qual a causa das estações do ano? Explique brevemente este fenômeno.
- 2) Qual a relação dos solstícios e equinócios com as estações do ano?
- 3) Uma pessoa que se encontrasse exatamente sobre o polo sul terrestre veria o Sol passar pelo zênite ao meio dia? Por quê?
- 4) Dia e noite tem durações de 12 h para alguém que se encontre exatamente sobre o polo norte ou sobre o polo sul?
- 5) Por que a Lua possui fases? O que as causam?
- 6) Quantas fases da Lua existem?
- 7) Quais os tipos de eclipses são observados da Terra e porque eles ocorrem?
- 8) Imagine que a distância Terra-Sol fosse de exatamente 1 m. Nesta escala qual seria a distância entre o Sol e cada um dos outros planetas do sistema solar? Inclua em seus cálculos também a distância entre o Sol e Plutão, o mais famoso dos planetas anões.

11.3 Aula 3: Os constituintes do sistema solar.

A. O que o aluno poderá aprender com esta aula?

Características dos componentes do sistema solar (Sol, planetas e suas luas, planetas anões, cometas e asteróides).

B. Duração das atividades

Uma hora e meia

C. Conhecimentos prévios trabalhados pelo professor com o aluno

Não há conhecimentos prévios necessários ao entendimento desta aula.

D. Estratégias e recursos da aula

Nesta aula os alunos deverão ser divididos em pequenos grupos de dois ou três integrantes para a produção de painéis explicativos sobre os constituintes do sistema solar.

Cada grupo escolherá um dos objetos a seguir:

- Sol;
- Mercúrio;
- Vênus;
- Terra;
- Marte;
- Júpiter;
- Saturno;
- Urano;
- Netuno;
- Planetas anões;
- Cometas;
- Asteróides.

Com os objetos designados a todos os grupos, os alunos utilizarão o tempo desta aula para iniciar uma pesquisa das características mais marcantes destes objetos e completar o modelo de painel mostrado na Figura 13.

Este modelo, obviamente, pode ser alterado, mas seria interessante existir uma orientação geral caso deseje colocá-los em exposição.

Durante o tempo da aula os alunos irão precisar de uma fonte de pesquisa: livros e revistas especializados ou mesmo a internet. O professor deve atuar como mero mediador e deixar os alunos façam a pesquisa por conta própria.

Seria extremamente produtivo que o professor ressaltasse algumas características de uma boa pesquisa para seus alunos antes dos mesmos iniciarem as suas, tais como a verificação da confiabilidade da fonte e o repúdio ao plágio. Caso os alunos não terminem os pôsteres durante a aula, os mesmos devem fazê-lo em casa e entregar ao professor para correção antes da impressão.

É extremamente recomendável que os trabalhos dos alunos sejam expostos na escola, para que todos, funcionários, professores e outros alunos, possam entrar em contato com o trabalho feito.

Logotipo da escola

Objeto escolhido

Alunos: (Nome e turma)

Imagem

CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Distância média do Sol:
- Raio:
- Massa:
- Número de Luas:
- Aceleração da gravidade:
- Duração do dia:
- Duração do ano:
- Velocidade Orbital:
- Temperatura média:
- Constituintes da Atmosfera:

INFORMAÇÕES ADICIONAIS (CURIOSIDADES)

Insira seu texto aqui

REFERÊNCIAS

Insira seu texto aqui

Figura 13: Modelo de painel a ser montado pelos alunos.

E. Recursos Complementares

FILHO, K. S. O, SARAIVA, M. F. O. O Sol a nossa estrela. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/esol/esol.htm>. Acesso em jun. 2015.

_____. O sistema solar. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/planetas/planetas.htm>. Acesso em jun. 2015.

_____. Corpos menores do sistema solar. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/comast/comast.htm>. Acesso em jun. 2015.

GREGORIO-HETEM, J. , JATENCO-PEREIRA, V. O sistema Solar. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/~jane/aga215/newcap03.pdf>. Acesso em jun. 2015.

NATION AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION – NASA. Solar System Exploration. Disponível em: <http://solarsystem.nasa.gov/missions/profile.cfm?Sort=Target&Target=Mercury&MCo de=MESSINGER>. Acesso em jun. 2015.

SOARES, J. Conheça melhor os 5 planetas anões do sistema solar. **Revista Superinteressante**. Disponível em: <http://super.abril.com.br/blogs/superlistas/conheca-melhor-os-5-planetas-anoes-do-sistema-solar/>. Acesso em jun. 2015.

F. Avaliação

Como os alunos farão uma pesquisa para a produção dos pôsteres, eles podem ser avaliados pelas informações contidas nesses. Entretanto, o professor também pode utilizar algumas questões como as que seguem abaixo.

- 1) Quais são os planetas de nosso sistema solar? Organize-os em ordem crescente de distância ao Sol e cite uma característica marcante de cada um deles.
- 2) Os planetas podem ser classificados em rochosos e gasosos. Quais deles se encaixam em cada uma dessas duas categorias?
- 3) Como também são conhecidos os planetas rochosos? E os gasosos?
- 4) Quais planetas podem ser vistos a olho nu da Terra?
- 5) Quais planetas possuem Luas? Quantas luas cada um deles possui?
- 6) Quais planetas possuem anéis? Do que eles são feitos e como foram formados?
- 7) O que são planetas anões e quais suas diferenças em relação aos planetas?

- 8) Faça um breve resumo sobre a descoberta de cada um dos planetas do nosso sistema solar.
- 9) Qual a diferença entre cometa, meteoro e asteróide?

11.4 Aula 4: As maiores estruturas do universo.

A. O que o aluno poderá aprender com esta aula?

O aluno irá aprender o que são nebulosas, a origem do sistema solar, o ciclo de vida de uma estrela e o que são galáxias e as unidades de medidas utilizadas para estas.

B. Duração das atividades

Uma hora e meia

C. Conhecimentos prévios trabalhados pelo professor com o aluno

Expressão da velocidade média e Proporcionalidade (Regra de três).

D. Estratégias e recursos da aula

a) Ano-Luz

Como esta medida estará presente durante boa parte das discussões a seguir, inicie a aula com a definição da mesma partindo da fórmula da velocidade média. Após os cálculos você chegará a um valor próximo a $9,4 \cdot 10^{15}$ m. Devido a sua grandiosidade é improvável que qualquer aluno tenha dimensão deste valor. Para dar dimensão desta medida, suponha que a Terra tenha 1 mm de diâmetro e calcule quanto seria um ano luz nesta escala.

$$\begin{array}{l} 12\,742\text{ km} \text{ ----- } 1\text{ mm} \\ 9,4 \cdot 10^{12}\text{ km} \text{ ----- } x \end{array}$$

$$x = 742\,489\,405 \text{ mm} = 742 \text{ km}$$

Use como ponto de referência uma cidade que esteja a esta distância da sua e que seja conhecida por todos os alunos, para que eles consigam visualizar a magnitude deste valor.

Se achar mais proveitoso, deixe que os próprios alunos façam esta conta e encontrem o ponto de referência.

b) Nebulosas

Inicialmente defina o que são as nebulosas, cite seus diferentes tipos (emissão, reflexão, escura e planetária), caracterize-os e dê as dimensões aproximadas destes objetos. Recomenda-se que esta exposição seja feita a partir de imagens reais destes objetos. Lembre-se também que esta exposição deve ser adequada a faixa etária e a capacidade cognitiva dos alunos, assim o uso de deduções matemáticas deve ser bem ponderado.

c) Origem do sistema solar e evolução estelar

Estes tópicos aparecem juntos, pois estão intimamente ligados. É natural que em meio à explicação da origem dos sistemas solares se fale um pouco sobre o ciclo de vida de uma estrela. Assim, a explicação partirá do conceito de nebulosa, que acabou de ser trabalhado, passará pelo nascimento dos sistemas planetário e terminará no ciclo evolutivo de uma estrela.

Para estas explicações utilize diagramas bem organizados e vídeos para ilustrar o que está sendo trabalhado. Algumas sugestões seguem a seguir (Figuras 14, 15, 16 e 17).

Para auxílio das explicações também podem-se utilizar os vídeos:

- l) Formação do sistema solar. Fragmento de documentário. 3' 21". Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KiuXcGu1Xbg>. Acesso em: dez. 2014.

Este vídeo pode ser exibido enquanto a explicação do fenômeno é feita. Utilize os auxílios visuais que o vídeo traz para melhor elucidar o que está sendo apresentado.



Figura 14: Sugestão de diagrama para auxílio na explicação da origem dos sistemas solares. Figura disponível em: http://4.bp.blogspot.com/_6teF0Ow_cLs/S9XUrKA8HZI/AAAAAAAAAIs/H3MK3r1EQgk/s1600/Sistema+Solar+-+Origem.jpg, acesso em: dez 2014.

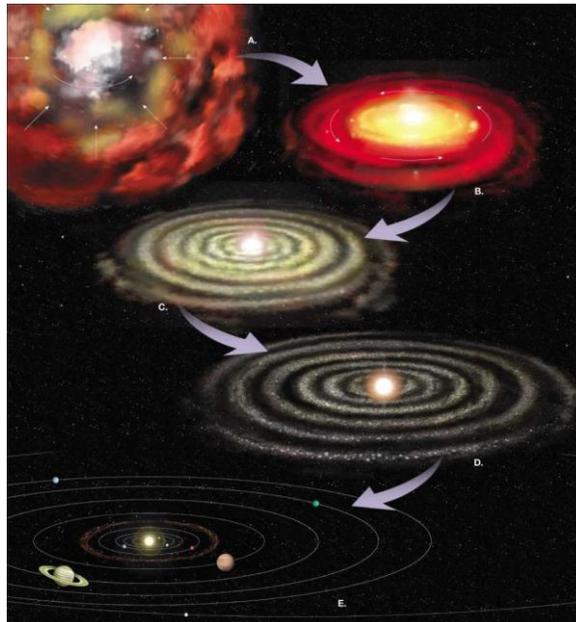


Figura 15: Sugestão de diagrama para auxílio na explicação da origem dos sistemas solares. Figura disponível em: http://www.ccvalg.pt/astronomia/sistema_solar/introducao/nebulosa_solar.JPG, Acesso em: dez. 2014.

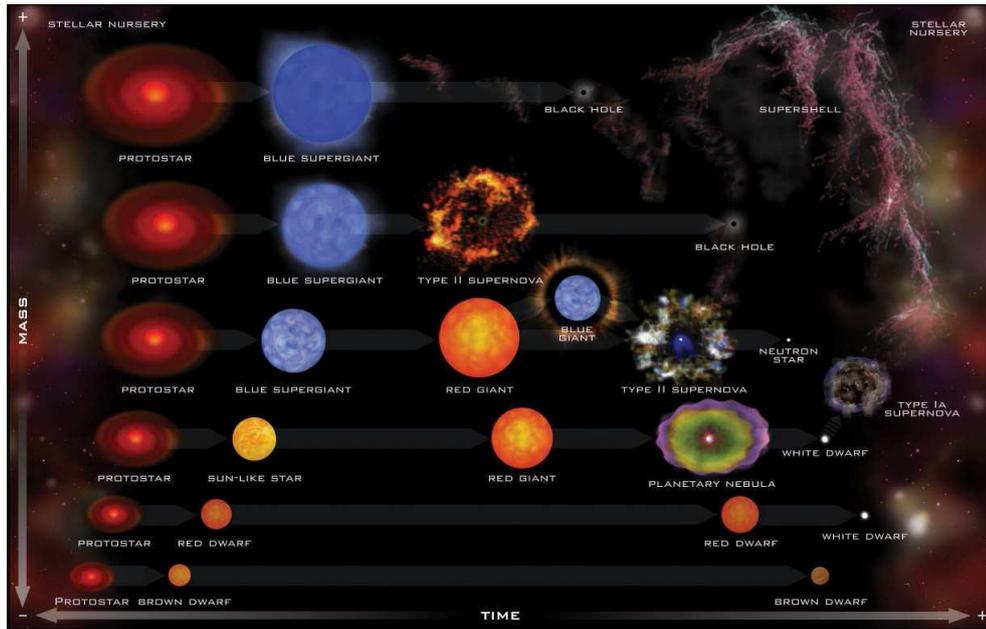


Figura 16: Sugestão de diagrama para auxílio na explicação do ciclo de vida de uma estrela. Figura disponível em: <http://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2010/03/Figura-4-Cen%C3%A1rio-Atual-de-Forma%C3%A7%C3%A3o-e-Evolu%C3%A7%C3%A3o-Estelar.jpg> acesso em: dez. 2014.

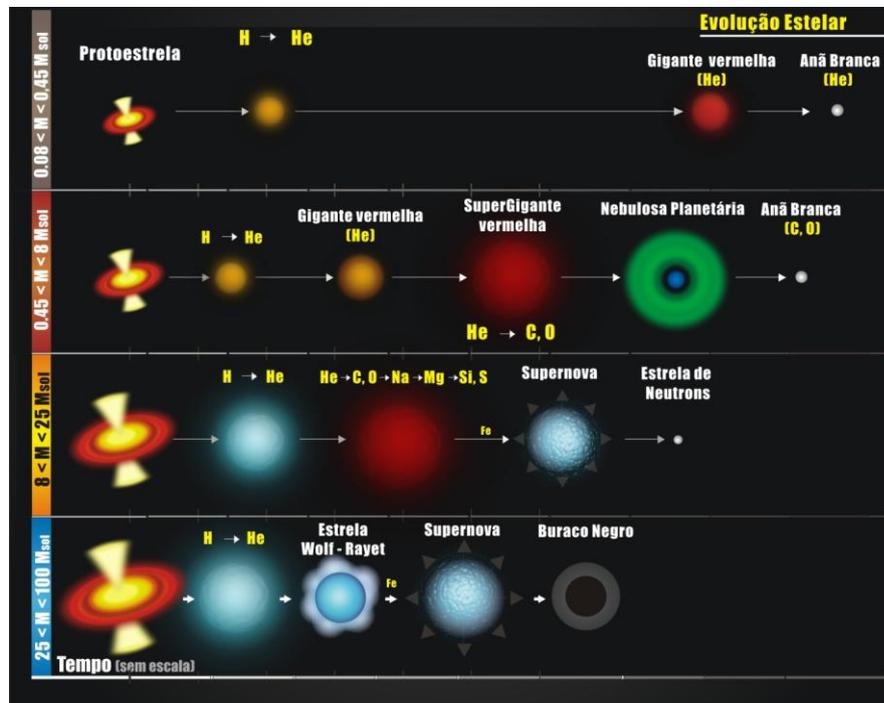


Figura 17: Sugestão de diagrama para auxílio na explicação do ciclo de vida de uma estrela. Figura disponível em: http://astro.if.ufrgs.br/estrelas/evolucao_estrelas.jpg, acesso em: dez. 2014.

d) Galáxias

Para terminar esta aula defina o que são galáxias, comente sobre suas dimensões e peculiaridades e apresente os diversos tipos destes objetos. Novamente aconselha-se que esta apresentação seja feita por meio de imagens reais destes objetos. Se possível, apresente também o grupo local e outros aglomerados de galáxias.

Se achar conveniente e houver tempo disponível fale sobre a futura colisão entre a Via Láctea e Andrômeda e apresente algum vídeo ou simulação que disponibilize uma visualização para o fenômeno. Uma boa opção é o software Universe Sandbox que possui uma simulação pronta deste evento. O software está disponível em <http://universesandbox.com/download/> (Acesso em dez. 2014)

E. Recursos Complementares

FILHO, K. S. O, SARAIVA, M. F. O. Galáxias. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/galax/>. Acesso em jun. 2015.

GREGORIO-HETEM, J. Estrelas. In: PICAZZIO, E. O céu que nos envolve. 1ª Ed. Editora Odysseus, 2011. p. 177-199. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/OCeuQueNosEnvolve.pdf>. Acesso em jun. 2015.

NETO, G. B. L. Sistemas planetários. In: PICAZZIO, E. O céu que nos envolve. 1ª Ed. Editora Odysseus, 2011. p. 230-255. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/OCeuQueNosEnvolve.pdf>. Acesso em jun. 2015.

O céu da semana Ep. 110 – Nebulosas planetárias. Direção: Gustavo Rojas. Produção: Heitor Marucci, Gustavo Lojudice, Patrick Torres. Série educativa, 3' 49". Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=IWfhoaZds7Y>. Acesso em jun. 2015.

PICAZZIO, E. Sistemas planetários. In: _____. O céu que nos envolve. 1ª Ed. Editora Odysseus, 2011. p. 100-152. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/OCeuQueNosEnvolve.pdf>. Acesso em jun. 2015.

UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Cursos USP: Astronomia uma visão geral I. Aulas 21, 22, 23 e 24. Disponível em: <http://univesptv.cmais.com.br/astronomia-uma-visao-geral-i>. Acesso em: jun. 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Nebulosas. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20022/Jean_Rod/nebulosas.htm. Acesso em jun. 2015

F. Avaliação

- 1) Ano-luz é uma medida de tempo? Faça os cálculos e encontre o tamanho de um ano-luz. Calcule também o tamanho de um minuto-luz e um segundo-luz.
- 2) Faça uma breve busca sobre os diversos tipos de nebulosas e suas principais diferenças. Selecione também imagens de uma nebulosa de cada tipo e leve para próxima aula.
- 3) Como são tiradas as fotografias de nebulosas e galáxias? Quando observadas por meio de telescópios ópticos elas se apresentam da mesma forma que nas fotografias?
- 4) Descreva de forma breve a origem de nosso sistema solar e relacione este evento com as massas dos objetos que o compõe.
- 5) Descreva os possíveis ciclos de vida de uma estrela baseado em sua massa.
- 6) Descreva os diferentes tipos de galáxias e leve uma imagem de cada um desses tipos para a próxima aula.

11.5 Aula 5: História da Astronomia antiga e renascentista.

A. O que o aluno poderá aprender com esta aula?

História da Astronomia antiga e renascentista

B. Duração das atividades

Uma hora e meia

C. Conhecimentos prévios trabalhados pelo professor com o aluno

Não há conhecimentos prévios necessários ao entendimento desta aula.

D. Estratégias e recursos da aula

Esta deve ser dada com o auxílio de uma linha do tempo, montada pelo professor, localizando os principais feitos da história da Astronomia, desde a construção dos monumentos megalíticos, passando pelos filósofos e pensadores da mesopotâmia, Egito antigo, Grécia, e se encerrando com os feitos de Sir Isaac Newton e dos outros astrônomos renascentistas. Esta pode ser montada juntamente com os alunos conforme os conteúdos são ministrados. Com esta localização temporal os alunos perceberão quais destes eventos foram simultâneos, o que mais acontecia no mundo nessa época, as épocas de grande desenvolvimento desta ciência e as épocas em que quase nada foi desenvolvido, etc.; inserindo assim a Astronomia no contexto histórico e mostrando como o desenvolvimento de qualquer ciência está atrelado ao contexto sociopolítico da época.

Caso o julgue conveniente e tenha tempo disponível, a Astronomia oriental e árabe também podem ser abordadas, assim como os conhecimentos desenvolvidos já na era moderna.

Durante a aula sugere-se que os seguintes tópicos sejam abordados:

- Monumentos megalíticos e sua relação com a Astronomia.

Destes, o mais famoso é Stonehenge, mas outras estruturas menos conhecidas também podem ser abordadas.

- A Astronomia nos povos antigos (Mesopotâmia e Egito)

Durante a exposição deste tópico pode-se ensinar os alunos a montar um relógio solar semelhante ao que os antigos egípcios usavam (Figura 18). Se achar pertinente e possuir tempo hábil, realize o experimento envolvendo a determinação dos pontos cardeais através do gnomon. Este experimento é descrito em detalhes nos links a seguir:

CAMILLO, A. P. N.; LINO, F.; PEREIRA, W. G. **Construção dos pontos cardeais utilizando o Gnomon.** Disponível

em: <http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=aas&cod= indefinidognomo>
n. Acesso em: jun. 2015.

E. Recursos Complementares

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. História da Astronomia. Disponível em: <http://trad.fis.unb.br/plasmas/aula2.pdf>. Acesso em jun. 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. História da Astronomia. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20042/felipe/historia.html>. Acesso em jun. 2015.

F. Avaliação

- 1) Qual a função de Stonehenge em meio ao povo que o construiu? Este era usado como observatório astronômico? Se sim, o que pode ser utilizado como prova disto.
- 2) Procure informações a respeito de mais um monumento megalítico e leve para a próxima aula.
- 3) Quais as funções da Astronomia para o povo da Mesopotâmia e do Egito na antiguidade?
- 4) Cite três contribuições dadas pelos gregos à Astronomia, explique-as e justifique o porquê de sua relevância.
- 5) Explique, em detalhes, como Eratóstenes fez a dedução do raio da Terra.
- 6) Cite três descobertas feitas por Galileu Galilei e descreva como estas auxiliaram na contestação do modelo geocêntrico.
- 7) Explique, de forma sucinta, as três leis de Kepler.
- 8) Quem foram Tycho Brahe e Giordano Bruno e quais suas contribuições para o desenvolvimento da Astronomia?
- 9) Isaac Newton disse: “Se vi tão longe, foi porque me apoiei sobre ombros de gigantes”. A quais descobertas Newton se referia quando disse isso? Quem eram os gigantes e por que eles foram considerados desta forma?

11.6 Aula 6: História da Astronáutica

A. O que o aluno poderá aprender com esta aula?

Detalhes sobre o desenvolvimento histórico da astronáutica e do programa espacial brasileiro.

B. Duração das atividades

Uma hora e meia

C. Conhecimentos prévios trabalhados pelo professor com o aluno

Não há conhecimentos prévios necessários para o entendimento desta aula.

D. Estratégias e recursos da aula

Esta aula deve ser dada com auxílio de uma linha do tempo, assim como a anterior, posicionando os principais acontecimentos da história da astronáutica em seu devido contexto histórico e sociopolítico. Além disso, muitos recursos visuais como vídeos e fotos podem ser utilizados para ilustrar as discussões, sendo esta atitude extremamente recomendada.

Cada missão espacial realizada por qualquer agência espacial é muito rica detalhes dentre os quais podem ser citados os sucessos e insucessos da missão, as dificuldades encontradas, as descobertas viabilizadas por esta missão, o contexto sociopolítico em que ela está inserida, etc.; assim, para se retratar um panorama geral da história da astronáutica é imperativo um resguardo em relação ao excesso de detalhes, para que haja tempo hábil para exposição de todo o conteúdo e para que a aula não fique maçante.

Sugerem-se os seguintes tópicos para serem abordados:

- Sputnik I e II
- Explorer I
- Vanguard I
- Vostok I e II
- Projeto Mercury (Friendship 7)
- Programa Mariner
- Voskhod II e Gemini IV
- Ranger 7 e Luna 9
- Zond 5 e Apollo 8
- Apolo 11
- Satélites artificiais: seus diferentes tipos e órbitas
- A estação espacial internacional
- A missão Centenário
- A exploração de Marte (Curiosity)
- O programa espacial brasileiro

Na internet é fácil encontrar imagens e vídeos que retratem em detalhes as missões espaciais e que podem ser utilizadas para a ilustração de cada uma delas. A seguir, alguns desses vídeos são listados.

- I) VOSTOK-2 (Titov), Launch and mission, RARE FOOTAGE, August 6, 1961. Documentário. 8' 35". Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=h3jhlFEIsS8>>. Acesso em: dez. 2014.
- II) Voskhod 2 Mission. Fragmento de documentário. 1'39". Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Tztq_VDsHeA>. Acesso em: dez. 2014.
- III) Four Days of Gemini 4 - 1965 NASA Space Program Educational Documentary - WDTVLIVE42. Documentário. 27' 41". Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=lnk1reCu0HU>>. Acesso em: dez. 2014.
- IV) NASA Apollo 11 moon mission original footage. Trechos das transmissões televisivas. 7' 41". Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=LNm1LVJTJ2k>>. Acesso em: dez. 2014.
- V) NASA Mars Science Laboratory (Curiosity Rover) Mission Animation [HDx1280]. Animação produzida pela NASA. 5' 28". Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gwinFP8_gIM>. Acesso em: dez. 2014.
- VI) Curiosity's Mars landing split screen, as it happened. Transmissão da NASA TV. 3' 56". Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=7-wshk4DYLM>>. Acesso em: dez. 2014.

Caso venha a usá-los, use somente as partes que julgar mais importantes destes vídeos, pois alguns deles são muito extensos e exibi-los na íntegra poderia deixar a aula cansativa.

E. Recursos Complementares

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Missão centenário completa cinco anos. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/missao-centenario-completa-cinco-anos/>. Acesso em jun. 2015.

_____. Documentário AEB sobre a missão centenário. Documentário. 12' 02". Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7Dyx8R8mlqc>. Acesso em jun. 2015.

_____. Missão centenário. Disponível em: <http://microgravidade.aeb.gov.br/index.php/missoes/centenario>. Acesso em jun. 2015.

CARVALHO, C. B. G. Século XX – Astronomia e astronáutica: Foguetes e satélites (Breve história). Disponível em: <http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/sessao-astronomia/seculoxx/textos/foguetes-e-satelites.htm>. Acesso em jun. 2015.

COLA DA WEB. Astronáutica. Disponível em: <http://www.coladaweb.com/astronomia/astronautica>. Acesso em jun. 2015.

GARBER, S., LAUNIUS, R. A brief history of NASA. Disponível em: <http://history.nasa.gov/factsheet.htm>. Acesso em jun. 2015.

PONTES, M. Desenvolver o setor de pesquisas em microgravidade no Brasil. Disponível em: [http://www.marcospontes.net/\\$SETOR/MCP/POLEMICAS/obj_microgravidade.html](http://www.marcospontes.net/$SETOR/MCP/POLEMICAS/obj_microgravidade.html). Acesso em jun. 2015.

F. Avaliação

- 1) Qual a relação entre a segunda guerra mundial e o início dos programas espaciais russo e americano?
- 2) Quais os objetivos dos programas espaciais durante a guerra fria? E atualmente?
- 3) Faça um breve resumo da corrida espacial, desde seu início até a chegada do homem à Lua.
- 4) Assista ao filme Apollo 13 e faça um breve relato da missão.
- 5) O que é a Estação espacial internacional? Quais países estão envolvidos? Quais seus objetivos?
- 6) Qual a atual situação do programa espacial brasileiro? Faça uma breve pesquisa a respeito do mesmo.

11.7 Aula 7: Telescópios

A. O que o aluno poderá aprender com esta aula?

Nesta aula os alunos entrarão em contato com os diversos tipos de telescópios já desenvolvidos pelo homem, suas aplicações, suas principais limitações e os princípios físicos que regem seu funcionamento.

Além disso, uma observação será realizada para que os alunos vivenciem também a parte prática da Astronomia.

B. Duração das atividades

Aula: uma hora

Observação: Cerca de duas horas

C. Conhecimentos prévios trabalhados pelo professor com o aluno

Não há conhecimentos prévios necessários para a compreensão desta aula.

D. Estratégias e recursos da aula

a) Telescópios

Nesta aula será necessário que o professor leve um conjunto de pequenas lentes, convergentes e divergentes, espelhos esféricos e um laser. Estes materiais serão utilizados na visualização dos princípios físicos envolvidos no funcionamento dos telescópios refletor e refrator.

Normalmente em uma sala de aula, há suficiente poeira e pó de giz suspensos no ar para que os alunos visualizem a trajetória do feixe laser durante as montagens que serão feitas a seguir, mas certifique-se disto antes. Caso não haja, suspenda um pouco de pó de giz no ar com o apagador.

Inicie a aula mostrando aos alunos as diferentes trajetórias de um feixe de laser quando o mesmo atravessa lentes convergentes e divergentes. Associe esta mudança de trajetória com a geometria da lente e com a velocidade de propagação da luz em meios distintos. Defina rapidamente o índice de refração de um meio.

A partir do que foi desenvolvido, explique, inicialmente de forma teórica, o funcionamento de um telescópio refrator e, em seguida, faça a montagem do mesmo. Para isso atravesse um par de lentes, cujos eixos principais coincidem, pelo feixe laser.

Cite que todas as grandezas que caracterizam um telescópio como aumento, aumento máximo útil, poder separador e a luminosidade da imagem são consequência de somente três parâmetros, que são as distâncias focais da objetiva e da ocular e o diâmetro da objetiva.

Cite também o problema da aberração cromática, inerente às lentes. Leve algumas imagens para ilustrá-lo e mostre a forma de correção deste problema.

As imagens produzidas em um telescópio refrator são invertidas tanto na vertical como na horizontal, mas para fins astronômicos isto é irrelevante. Todavia há formas de correção desta imagem com uso de lentes e primas. Se julgar conveniente, comente este processo e suas aplicações.

Passando à abordagem dos telescópios refletores, a mesma dinâmica pode ser repetida para a explicação do funcionamento destes. Assim, inicie esta explicação por meio da exposição do funcionamento de espelhos esféricos e mostre como isto se aplica nos telescópios refletores, primeiramente de forma teórica e em seguida usando os espelhos e o laser.

Há diversos problemas inerentes a uso de espelhos esféricos na observação celeste. Se achar conveniente, cite-os e traga imagens que possibilitem a visualização de cada um deles.

O site <http://www.telescopiosastronomicos.com.br/> (Acesso dez. 2014) possui excelentes animações que podem auxiliar na visualização do funcionamento tanto de telescópios refletores como refratores.

Para encerrar, dê uma rápida explicação sobre radiotelescópios e sobre telescópios espaciais.

b) Observação celeste

Recomenda-se que durante a observação sejam utilizados telescópios refletores e refratores para que os alunos tenham contato com ambos. Todavia inicie a observação com a identificação de objetos como planetas, estrelas e constelações a olho nu. Sugere-se que sejam identificadas as constelações de Órion, Touro, Cão maior, Escorpião e Cruzeiro do Sul, por serem estas as de mais fácil identificação. Também identifique as principais estrelas destas constelações como as Três Marias (Alnilan, Alnitak, Mintaka), Betelgeuse, Rigel, Aldebaran, Sirius e Antares.

Além disso, ensine os alunos a encontrarem o polo sul celeste a partir da constelação do Cruzeiro do Sul e, conseqüentemente, o ponto cardeal sul.

A última atividade desta aula será a observação celeste com uso de telescópios refletores e refratores. Mostre aos alunos a maior diversidade de estruturas que seu equipamento permitir, dentre as quais se recomendam planetas, estrelas binárias, aglomerados estelares e nebulosas. Relembre algumas características destes objetos que foram trabalhadas nas aulas teóricas enquanto os alunos observam estes objetos.

Finalize a aula novamente através da observação do céu a olho nu, nomeie alguns objetos como constelações, estrelas e planetas e peça que os alunos indiquem onde estão.

E. Recursos Complementares

FILHO, S. S. Telescópios. Disponível em: <http://www.telescopiosastronomicos.com.br/>. Acesso em jun. 2015.

F. Avaliação

- 1) Como funcionam os telescópios refletores e refratores? Se precisar, utilize de desenhos para explicar seu funcionamento.
- 2) Quais os principais telescópios espaciais em atividade e que tipo de imagem eles fazem?
- 3) Como identificar planetas no céu noturno a olho nu?
- 4) Cite quatro constelações observadas e suas estrelas mais brilhantes.
- 5) Faça uma lista dos objetos observados com os telescópios e relembre suas principais características.

11.8 Atividade extra: Mostra Brasileira de foguetes (MOBFOG)

A. O que o aluno poderá aprender com esta aula

Esta atividade é uma oficina de construção de foguetes preparatória para MOBFOG e propiciará ao aluno a aplicação de diversos conceitos de

Matemática, Física e Química, além de colocá-lo em uma situação de trabalho colaborativo, organização e gestão de recursos, uso de sua criatividade e pesquisa para melhorar seu projeto.

B. Duração das atividades

Oficina: 3 horas

Desenvolvimento do projeto e testes: mínimo de 12 horas

Competição: 3 horas

C. Conhecimentos prévios trabalhados pelo professor com o aluno

Como esta atividade propicia a pesquisa por parte dos alunos o professor não deve se preocupar em ministrar diversas aulas teóricas para prepará-los, mas os alunos deverão possuir conceitos básicos de Matemática para construção da base e foguete, lançamento oblíquo, aerodinâmica, hidrostática, hidrodinâmica e outras áreas da Física que desejar utilizar, além de dominar o conteúdo de equilíbrio de reações químicas para o ajuste da proporção entre o vinagre e o bicarbonato.

D. Estratégias e recursos da aula

Recomenda-se que o projeto inicial de base e foguete desenvolvido inicialmente com os alunos seja o disponibilizado pela organização da Mostra Brasileira de Foguetes em seu edital. Este é sugerido por ser o de mais simples construção e o de mais fácil acesso. O edital pode ser encontrado no site da Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) em www.oba.org.br, na seção downloads.

A forma de construção do foguete não será descrita aqui, pois a cada ano ligeiras modificações são feitas nas instruções de construção do foguete, as quais são detalhadas no edital, sendo estas necessárias para tornar a construção do foguete mais fácil ou para torná-lo mais seguro.

Assim, recomenda-se que o professor leia o edital e repasse para os alunos os materiais que serão necessários à manufatura da base de lançamento e ao foguete. Caso prefira, passe o edital diretamente a eles para façam essa

identificação por conta própria. Marque com antecedência uma data para a oficina de forma que os alunos tenham tempo hábil para providenciar os materiais.

Recomenda-se que o professor construa um foguete sozinho antes dessa oficina para identificar as maiores dificuldades do processo e encontrar a melhor forma de superá-las. Durante a oficina repasse estas dicas aos alunos e somente supervisione a construção dos foguetes.

Neste processo o professor só estará ajudando os alunos a dar o primeiro passo do projeto e garantindo a viabilidade da empreitada, pois o real desafio é modificar a base e o foguete do edital de forma a torná-lo mais eficiente. Este deverá ser o conselho final aos alunos e o trabalho principal dos mesmos.

Construa um cronograma de atividades a serem realizadas até o dia do lançamento que inclua: Idealização do projeto, construção, testes, modificações no projeto e novos testes. É rara a iniciativa de um grupo de estipular um cronograma e segui-lo de forma disciplinada, assim um cronograma proposto pelo professor se torna um compromisso e tende a ser mais representativo. Fica a critério do professor como administrar este cronograma, de forma rígida ou simplesmente como sugestão, além da imposição de possíveis sanções aos grupos que o desrespeitarem.

Por fim, marque um dia para os lançamentos. Fique atento às datas impostas pela organização do evento. Sugere-se que os alunos possam fazer no mínimo dois lançamentos e, se possível, em dias distintos, pois muitos problemas inesperados acontecem durante os mesmos e uma única tentativa pode frustrar um trabalho de meses.

Encerre o processo inscrevendo sua escola no site da organização do evento (www.oba.org.br) e cadastrando os alcances de seus alunos.

E. Recursos Complementares

Informações sobre o evento e vídeos de como construir outros modelos de foguetes disponíveis em <http://www.oba.org.br/site/index.php?p=conteudo&idcat=29&pag=conteudo&m=s>, acesso em dez 2014.

F. Avaliação

Os alunos podem ser avaliados pelos resultados de seus projetos e variáveis como a dedicação dos alunos, originalidade da base, acabamento, entre outros, podem ser utilizados. Em termos da competição nacional, somente o alcance do projétil importa.