UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS
DEPARTAMENTO DE ASTRONOMIA

JOSÉ ANTÔNIO DO AMARAL

Astrofotografia como estratégia no ensino da astronomia

São Paulo
2019

JOSÉ ANTÔNIO DO AMARAL

Astrofotografia como estratégia no ensino da astronomia.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Astronomia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a Obtenção do título de Mestre do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia.

Área de Concentração: Instrumentação para o ensino de astronomia

Orientador: Prof. Dr. Roberto Dell´Aglio Dias da Costa

“Versão Corrigida. Original encontra-se disponível da Unidade.”

São Paulo
2019

Nome: AMARAL, José Antônio do

Título: Astrofotografia como estratégia no ensino da astronomia

Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Astronomia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a Obtenção do título de Mestre do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Roberto Dell´Aglio Dias da Costa

Instituição: Universidade de São Paulo

Julgamento: _____

Prof. Dr. Rodolfo Langhi

Instituição: UNESP–Depto. de Física

Julgamento: _____

Prof. Dr. Gustavo Rojas

Instituição: Universidade Federal de São Carlos

Julgamento: _____

Dedico a meu pai Benedicto do Amaral (in memoriam),

... que tanto se sacrificou para que eu estudasse. Pelos inumeráveis livros de Júlio Verne que periodicamente trazia de uma biblioteca pública, despertando meu interesse pela astronomia.

“O homem é um Sol; os seus sentidos são os planetas”.

Friedrish Von Hardenberg Novalis

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por me darem a vida e pelo exemplo constante. A minha esposa Cristina pelo amor incondicional, carinho e compreensão. Meus filhos Daniel e Mariana por suportarem com paciência minhas ausências do convívio familiar;

A minha irmã Elisabete Amaral, pelo incentivo permitindo assim que eu não desanimasse diante dos desafios;

Ao meu orientador, Dr. Roberto da Costa, pela oportunidade, pelos ensinamentos, paciência, confiança e conselhos durante esses dois anos, sem os quais não teria conseguido;

Aos professores do IAG, Dra. Elysandra Figueiredo, Dr. Enos Picazzio, Dr. Nelson Vani, Dr. Eder Molina, Dr. José Ademir e Dr. Roberto Boczko pelos ensinamentos. Suas aulas são uma viagem no espaço-tempo;

A direção da ETEC Prof. André Bogasian, professora Sonia Spindola e da ETEC Dr. Celso Giglio, professora Gisele Bison pelo apoio, permitindo a utilização dos espaços da escola para que este trabalho se concretizasse. Aos responsáveis pelo laboratório de informática Adroaldo Gregório, Ismael da Silva e Valter de Menezes pela atenção e suporte eficiente;

Aos alunos que contribuíram de alguma forma com este trabalho, especialmente a Ana Paula Cegantini, Juliane Faustino Prilip, Elias Santiago, Vitor Novoa, Jessica Buzzo, Lázaro Alves, João Carlos e Lucas Tonini, sem os quais não teria sido possível a aplicação deste trabalho;

Aos colegas Carolina Leite, Andréia Azevedo, Silvio Amaral e Manoel Oliveira do Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia (MPEA) com os quais tive a honra de dividir a sala de aula, compartilhando os ensinamentos de astronomia;

Ao amigo Dirceu Gonçalves da Pousada Villa Balneário em Monte Alegre do Sul, pelo apoio e divulgação das observações realizadas junto aos seus hóspedes;

Aos funcionários do meu condomínio na pessoa da Sra. Elisabete Cristina e Sr. Geraldo, pelo apoio as observações, cedendo a quadra de esportes para as atividades.

RESUMO

AMARAL, J. A**. Astrofotografia como estratégia no ensino de astronomia.** 2019. São Paulo. 163 p. Dissertação (Mestrado Profissional no Ensino de Astronomia – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. (Orientador: Dr. Roberto Dell´Aglio Dias da Costa)

Nesta dissertação, a observação do céu noturno utilizando como instrumento câmeras fotográficas comuns, sem qualquer pretensão profissional, adquire uma dimensão importante como instrumento de apoio ao Ensino de Astronomia, permitindo que estudantes de escolas públicas, ou qualquer pessoa interessada em aprender astronomia, tenha fácil acesso, uma vez que instrumentos óticos como telescópios, são acessíveis a bem poucos. Sob este ponto de vista, é vital oferecer aos estudantes da escola básica e a toda e qualquer pessoa interessada em ciências, oportunidade de participarem de atividades didáticas através da fotografia do céu noturno, resgatando assim o hábito latente de olhar para céu, esquecido pelas novas gerações, vítimas da poluição atmosférica e luminosa, fruto de nossa tecnologia mal dimensionada. O objetivo é incentivar o interesse pela astronomia, estabelecendo um contato sistemático deles com o céu noturno, despertando em cada um a questão fundamental: qual posição ocupamos no contexto do Universo. Este trabalho se preocupa principalmente em proporcionar estratégias acessíveis para fotografar o Céu e de como tratar sobre propostas didáticas para a Fotografia do Céu, utilizando equipamentos simples. Nosso objeto de estudo partiu de uma análise dos conteúdos de astronomia presentes na grade de Ensino Médio das escolas administradas pelo Centro Paula Souza, vinculados aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Essa avaliação se apoiou em dois pontos de vista. No primeiro a análise se deu a partir dos conteúdos de astronomia presentes nos livros didáticos adotados pelas escolas para o triênio 2018/2019/2020, alinhados com os Parâmetros Curriculares Nacionais e a grade do ensino médio nas escolas técnicas. O segundo ponto de vista se deu através de uma pesquisa on-line com os estudantes dessas escolas, avaliando o percentual desses conteúdos a que eles efetivamente tiveram contato. Para subsidiar a análise desses percentuais, executamos um estudo sobre o conteúdo de Astronomia, na qual foram elencadas cinco questões, ligadas à proposição de temas abordados pelos professores das disciplinas que contém o tema Astronomia – “História da Astronomia”; “Sistema Solar”; “Estações Climáticas”; “Sistema Terra-Lua-Sol” e “Constelações do Hemisfério Sul”. Os resultados mostram que, apesar da coerência entre os Parâmetros Curriculares Nacionais e a grade do ensino médio analisados, um percentual significativo de estudantes disseram não terem tido contato com um ou mais temas. A pesquisa serviu como norteadora da necessidade de elaboração e da aplicação de um material didático composto por atividades e oficinas que, utilizando a fotografia do céu noturno, a experimentação e construção de materiais didáticos, atuou como catalizador do aprendizado, reforçando esses conteúdos, utilizando as muitas formas de abordar os conceitos contidos no ensino médio, estimulando os estudantes e até mesmo professores a refletir sobre como nos relacionamos e aprendemos sobre o Universo.

Palavras chaves: Ensino de astronomia, câmera digital, identificação de constelações, astrofotografia, astronomia de posição**.**

ABSTRACT

AMARAL, J. A. Astrophotography as a strategy in the teaching of astronomy. 2019. São Paulo. 163 p. Master's Dissertation in Astronomy Teaching - Astronomy, Geophysics and Atmospheric Sciences Institute, University of São Paulo, São Paulo, 2019. (Advisor: Dr. Roberto Dell'Aglio Dias da Costa).

In this work, the observation of the Night Sky using common photographic cameras as instrument, without any professional pretension, acquires an important dimension as a support tool for Astronomy Teaching, allowing students from public schools, or anyone interested in learning astronomy, to have easy access, since optical instruments such as telescopes are accessible to very few people. Under this point of view, it is vital to offer to students of elementary school, and to anybody interested in sciences, the opportunity to participate in didactic activities through photographs of the Night Sky, recovering therefore the habit of looking at the sky, forgotten by the new generations, victims of the atmospheric and luminous pollution, fruit of our ill-directed technology. The goal is to rise the interest for astronomy, establishing a systematic contact with the Night Sky, waking up in each one the fundamental question: which position do we occupy in the context of the Universe? This work concerns mainly in providing accessible strategies to photograph the sky and how do we deal on didactic proposals Sky photographs using simple equipment. Our object of study was based on an analysis of the astronomy contents present in the regular high-school curriculum of the schools administered by the Paula Souza Center, linked to the National Curricular Parameters. This assessment was based on two points of view. In the first one the analysis was based on the astronomy contents present in the textbooks adopted by the schools for the triennium 2018/2019/2020, aligned with the National Curricular Parameters and the high school curriculum in the technical schools. The second point of view was through an online survey with the students of these schools, evaluating the percentage of these contents to which they actually had contact. In order to subsidize the analysis of these percentages, we performed a study on the Astronomy contents, in which five issues were listed, related to the proposal of topics addressed by the teachers of the disciplines that contains the theme Astronomy - "History of Astronomy"; "Solar system"; "Climatic seasons"; "Sun-Earth-Moon System" and "Constellations of the Southern Hemisphere". The results show that, despite the consistency between the National Curriculum Parameters and the high school curriculum analyzed, a significant percentage of students said they did not have contact with one or more subjects. The research served as a guideline for the need to elaborate and apply a didactic material composed of activities and workshops that, using Night Sky photography, experimentation and construction of didactic materials, acted as a catalyst for learning, reinforcing these contents, using many ways to approach the concepts contained in high school, encouraging students and even teachers to reflect on how we relate and learn about the Universe.

Key words: Teaching of astronomy, digital camera, identification of constellations, astrophotography, positional astronomy.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3MP	Três Momentos Pedagógicos
AC	Aplicação do Conhecimento
AEC	Antes da Era Cristã
AU	Astronomia Unit (Unidade Astronômica)
CCD	Charge-Coupled Device (Dispositivo de carga acoplada)
CPS	Centro Paula Souza
DSLR	Digital Single Lens Reflex
EF	Ensino Fundamental
EM	Ensino Médio
ESO	European Southern Observatory
ETEC	Escolas Técnicas Estaduais
ETIM	Ensino Técnico Integrado ao Médio
FOV	Field of View (Campo de Visão)
FPS	Frames per Second (Quadros por Segundo)
ISO	International Standards Organization
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NR	Noise Reduction (Redução de Ruído)
OBA	Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica
OC	Organização do Conhecimento
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PI	Problematização Inicial
PL	Poluição Luminosa
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
PTP	Protocolo de transferência de imagens
SAB	Sociedade Astronômica Brasileira
SD	Sequência Didática
SNEF	Simpósio Nacional do Ensino de Física
UAI	União Astronômica Internacional
USB	Universal Serial Bus
USP	Universidade de São Paulo
UTC	Universal Time Coordinated

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Retratos feitos por Drapper..... 28
Figura 2 – Foto de Mizar e Alcor..... 28
Figura 3 – Trânsito de Vênus..... 29
Figura 4 – Colódio da Lua..... 30
Figura 5 – Telescópio Leviatã de Willian Parsons..... 31
Figura 6 – Monografia de construção de telescópios de Drapper..... 32
Figura 7 – Nebulosa de Órion..... 33
Figura 8 – Nebulosa de Órion com exposições de 60 e 90 min..... 34
Figura 9 – Huggins em seu observatório em Londres..... 34
Figura 10 – Espectroscópio de Huggins e Miller..... 35
Figura 11 – Espectros de Aldebarã e Betelgeuse..... 36
Figura 12 – Câmera Sony Cybershot P73..... 47
Figura 13 – Câmera Sony Cybershot P93..... 48
Figura 14 – Câmera Sony Cybershot P150..... 48
Figura 15 – Câmera Sony Cybershot W200..... 49
Figura 16 – Aberturas de um obturador..... 50
Figura 17 – Imagem altura 23° Sul com exposição 30” – ISO 400.....55
Figura 18 – Imagem altura 35° Sul com exposição 30” – ISO 400..... 55
Figura 19 – Imagem altura 40° Sul com exposição 30” – ISO 400..... 56
Figura 20 – Imagem altura 50° Sul com exposição 30” – ISO 400..... 56
Figura 21 – Imagem altura 60° Sul com exposição 30” – ISO 400..... 57
Figura 22 – Imagem altura 90° zênite com exposição 30” – ISO 400..... 57
Figura 23 – Imagem altura 60° Norte com exposição 30” – ISO 400..... 58
Figura 23A – Magnitude x Exposição 62
Figura 23B – Modelo de relatório para astrofotografia..... 86
Figura 24 – Exemplo de Gnômon..... 91
Figura 25 – Gnômon em uma quadra de condomínio..... 92
Figura 26 – Observando o Eclipse de 26/02/17..... 95
Figura 27 – Planisfério montado pelos estudantes..... 97
Figura 28 – Montagem do astrolábio e ângulos com as mãos..... 97
Figura 29 – Constelação de Órion com zoom..... 98
Figura 30 – Constelação de Órion sem zoom..... 99

Figura 31 – Órion pela cultura Ocidental e Tupi Guarani..... 100
Figura 32 – Apogeu e Perigeu da Lua..... 102
Figura 33 – Translação da Terra, da Lua e linha de nodos..... 103
Figura 34 – Rotação da Lua..... 104
Figura 35 – Lua com câmera Sony P93..... 106
Figura 36 – Luz cinérea..... 107
Figura 37 – Grupo de estudantes..... 110
Figura 38 – Conjunção entre Lua e Júpiter..... 111
Figura 39 – Constelação de escorpião, Antares, Marte e Saturno..... 112
Figura 40 – Relógio de Sol..... 114
Figura 41 – Sol e Lua..... 116
Figura 42 – Sequência do movimento aparente de Júpiter..... 120
Figura 43 – Sequência do movimento aparente de Saturno..... 121
Figura 44 – Júpiter e seu movimento aparente com Stellarium..... 123
Figura 45 – Saturno e seu movimento aparente com Stellarium..... 124
Figura 46 – Semicírculo para reconhecimento de céu..... 127
Figura 47 – Região do céu no Stellarium..... 128
Figura 48 – Câmera Samsung® WB350F..... 131
Figura 49 – Júpiter e luas Galileanas..... 132
Figura 50 – Júpiter e luas Galileanas com ampliação..... 133
Figura 51 – Júpiter e suas luas ampliadas no Stellarium..... 133
Figura 52 – Júpiter e suas luas sem ampliação no Stellarium…..... 134
Figura 53 – Coroa Austral sem tratamento da imagem..... 138
Figura 54 – Coroa Austral com tratamento da imagem..... 139
Figura 55 – Marte e Lua sem tratamento da imagem..... 140
Figura 56 – Marte e Lua com tratamento da imagem..... 140
Figura 57 – Movimento aparente das estrelas..... 143
Figura 58 – Método do trânsito planetário..... 148
Figura 59 – Simulação didática..... 150
Figura 60 – O trânsito planetário..... 151
Figura 61 – Gráfico da curva de luz..... 152
Figura 62 – Exposição dos trabalhos dos estudantes..... 158
Figura 63 – Constelação do Cão Maior e a estrela Sírius..... 159
Figura 64 – Constelação de Órion 159

Figura 65 – Região de Sagitário e Coroa Austral..... 160
Figura 66 – Constelação de Escorpião e rastro de um avião..... 160
Figura 67 – Constelação de Touro e as Plêiades..... 161
Figura 68 - Alfa e Beta do Centauro, Eta Carina e rastro de um avião..... 161

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exposição x altura a partir do polo celeste sul.....53
Tabela 2 – Exposição x altura a partir do polo celeste sul (tempos variados) 58
Tabela 3 – Tempos de exposição x magnitudes..... 61
Tabela 4 – Resultados da pesquisa 70
Tabela 5 – Efemérides da Lua em abril/2017.....105

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 16
2. DELINEANDO A PESQUISA 22
3. UM BREVE HISTÓRICO DA ASTROFOTOGRAFIA. 27
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA – OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS ..38
5. POR QUE ENSINAR ASTRONOMIA ATRAVÉS DA ASTROFOTOGRAFIA? .41
5.1 - Astrofotografia nos dias atuais. 45
5.1.1 - CCD – Charge coupled device 47
5.1.2 - Fotografando com tripé fixo 51
6. O QUESTIONÁRIO ON-LINE 64
7. RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO ON-LINE 67
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS 71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS 77
APÊNDICE A 80
CAPÍTULO 1 – O PRODUTO FINAL - UMA PROPOSTA DE ATIVIDADES 80
1 - Caracterização do ambiente da pesquisa 80
1.1. A escola 80
1.1.1. Os estudantes 81
1.1.1.1. Objetivo geral e desenvolvimento 82
1.2. Discussão do impacto da Sequência Didática 83
1.1.2. Descrição das Atividades 84
CAPÍTULO 2 - As atividades realizadas no projeto piloto 90
Atividade 1 – O instrumento Gnômon 90
Atividade 2 – Observando o Eclipse parcial do Sol em 26/02/17 93
Atividade 3 – Reconhecimento de constelações do hemisfério sul. 96
Atividade 4 – Sistema Sol -Terra - Lua 101
Atividade 5 – Viagem pelo Sistema Solar 108
Atividade 6 – Instrumentação para a astronomia. 113

Atividade 7 – Movimento aparente dos planetas.....117
Atividade 8 – Lua como referência para reconhecimento da esfera celeste 126
Atividade 9 – As luas Galileanas de Júpiter 129
Atividade 10 – Tratamento de imagens.....136
Atividade 11 – Stellarium como estratégia para aprendizado de astronomia.....141
Parte I – Simulando o céu do nosso observatório na ETEC. 144
Parte II – Simulando o céu de outras localizações do nosso planeta.....145
Atividade 12 – Simulação didática - O método do trânsito planetário 147
APÊNDICE B.....153
FORMULÁRIOS – TERMO DE COMPROMISSO E PARTICIPAÇÃO.....153
APÊNDICE C 157
EXPOSIÇÃO DAS ASTROFOTOGRAFIAS.....157
APÊNDICE D 160
SUGESTÃO DE ALVOS CELESTES PARA FOTOGRAFAR.....162

1.INTRODUÇÃO

Desde os primórdios que o céu é o maior objeto de curiosidade da humanidade. Durante a noite era inevitável olhar para ele, observando a miríade de pontos luminosos, com brilhos diferentes, que pululam na esfera celeste.

A aparência de todos estes pontos, bem como a semelhança com o Sol, que apenas surgia de dia e ofuscava todos os outros, seria gerador de muitas perguntas: Qual é a sua constituição? Como tinham sido produzidas?

Embora temas como este tenham sido objeto de curiosidade e estudo pela humanidade ao longo da história, atualmente podemos inferir que uma pequena parcela da população tem acesso a este tipo de conhecimento, não tendo nenhum tipo de informação científica ou histórica.

No Brasil, a astronomia também faz parte do currículo do ensino fundamental e médio. No caso específico das escolas técnicas estaduais, administradas pelo Centro Paula Souza do governo de Estado de São Paulo, elas têm em sua grade de ensino, tópicos de astronomia e cosmologia que podem ser trabalhados com o uso da astrofotografia como ferramenta de aprendizado.

A Astronomia, apesar de ser considerada a mais antiga das ciências, é a “grande desconhecida” de nossos alunos nas escolas e da população em geral (LANGHI, 2004; PEDROCHI e NEVES, 2005).

Isso por um lado desperta a curiosidade dos alunos e permite uma abordagem interdisciplinar no ensino de vários conteúdos científicos. Mas por outro lado traz dificuldades, uma vez que professores em geral não tiveram contato com o tema em sua formação inicial e continuada.

Os próprios parâmetros curriculares nacionais (PCN) destacam a necessidade de “atividades práticas” e visitas preparadas a observatórios, associações de astrônomos amadores, museus de Astronomia e Astronáutica. (BRASIL, 1998).

Segundo os PCN, do quinto ao nono ano, os alunos devem identificar, mediante observação direta algumas constelações, estrelas e planetas recorrentes no céu do hemisfério Sul durante o ano, compreendendo que os corpos celestes vistos no céu estão a diferentes distâncias da Terra; valorizar o conhecimento historicamente acumulado, considerando o papel de novas tecnologias e o embate de ideias nos principais eventos da história da astronomia até os dias de hoje.

Mas há poucos trabalhos sobre o ensino de astronomia e menos ainda que abordem a origem e evolução do universo. Cabe então nos questionar:

- Como as atividades envolvendo a astrofotografia podem promover um olhar crítico sobre os argumentos físicos e históricos relacionados aos conceitos de Astronomia?

Assim, devido ao meu grande interesse pelo tema, este projeto visa viabilizar a prática da astrofotografia como estratégia de ensino e aprendizagem no ambiente escolar, incluindo conceitos de astronomia através da fotografia e estudo do céu noturno.

Alguns resultados demonstram a dificuldade que muitos estudantes e professores apresentam quando concebem a Terra na forma esférica e não conseguem localizar adequadamente objetos em nosso planeta. (NUSSBAUM E NOVAK, 1976; MALI E HOWE, 1979; NARDI E CARVALHO, 1996; CAMINO, 1995).

Neste contexto, a prática da astrofotografia como estratégia de ensino e aprendizagem no ambiente escolar, é uma excelente estratégia para abordar conceitos de astronomia, despertando nos estudantes a investigação científica.

Portanto este estudo aborda possíveis relações entre a História da Astrofotografia, o Ensino de Ciências e a Astronomia, através de estratégias pedagógicas que contemplem propostas didáticas que abordem estes três temas, no contexto do Ensino Médio.

Em concordância com essa proposta, NEVES E PEREIRA (2007, p.3) afirmam que,

> [...] trabalhar com a Astrofotografia pode aproximar o interesse das pessoas num céu já tão empobrecido pelo sistema de ensino e pelas luzes e poluição das cidades. Investir, pois, numa Astrofotografia simples, significa tocar a imaginação das pessoas, trazendo para um “pedaço de papel” um pedaço do céu como nunca antes observado. Além disso, a fotografia astronômica pode se constituir num recurso didático enriquecedor para o aprendizado de conceitos de Astronomia e do aprendizado de Física, especialmente envolvendo a interdisciplinaridade entre aquela ciência e os conceitos de ótica.

Desse modo, inicialmente abordamos brevemente a História da Astrofotografia, buscando resgatar historicamente as iniciativas pioneiras desta técnica, apontando suas principais contribuições.

A exemplo, podemos citar a contribuição de Willian Huggins e suas observações inovadoras a partir de um espectroscópio para estudar as estrelas.

O desenvolvimento do primeiro telescópio, a primeira observação do Sol e a construção do primeiro foto-heliógrafo por Lewis M. Rutherford e John Herschel.

Neste aspecto, trazendo a história da instrumentação astronômica, temos a intenção que o aluno compreenda a importância do trabalho desses pioneiros no campo da experimentação/instrumentação para o desenvolvimento desse campo de conhecimento.

Esse estudo histórico pode ser utilizado como elemento articulador da aprendizagem, favorecendo o pensamento crítico sobre o conhecimento científico. Sendo assim, a história da astrofotografia deverá fornecer ao aluno uma visão mais abrangente do desenvolvimento da Astronomia, não incorrendo na superficialidade apresentada na maioria dos manuais didáticos.

Com base nesse estudo inicial, o texto desta dissertação apresenta a seguinte estrutura:

Inicialmente, buscamos situar a importância dessa pesquisa com as diretrizes curriculares nacionais vigentes no Brasil e os novos parâmetros curriculares nacionais (PCN) com uma breve revisão de pesquisas recentes em Astronomia.

Também apresentamos as estratégias para o desenvolvimento da pesquisa, desde o tipo de investigação até os instrumentos de coleta e análise preliminar de dados.

Na sequência, apresentamos a metodologia deste estudo, fundamental para a construção de nossa proposta de ensino.

Para o desenvolvimento da proposta didática adotou-se como metodologia os Três Momentos Pedagógicos (3MP), denominados *Problematização Inicial* (PI), *Organização do Conhecimento* (OC) *e Aplicação do Conhecimento* (AC). (DELIZOICOV, 1982).

Nesta abordagem e entre os temas que foram discutidos na proposta de ensino temos: fotografias do céu noturno para reconhecimento de constelações da cultura ocidental e tupi-guarani; noções de astrometria e identificação das constelações zodiacais; movimento aparente do Sol, da Lua e das estrelas; movimento aparente dos planetas; as diferentes cores de algumas estrelas mais brilhantes; e uma simulação didática demonstrando a técnica do trânsito planetário na detecção de exoplanetas.

Apresentamos também nesta parte, algumas discussões e desafios com que nos deparamos, ocorridos durante a aplicação da intervenção. Além disso, descrevemos algumas ações que foram realizadas para contornar estes desafios, quando tratamos de temas como Astronomia na educação básica, tomando como parâmetro a grade de ensino médio que contempla os temas de astronomia, recomendados nos PCN+.

Para efetuar um diagnóstico da aplicação desses conteúdos no ensino médio da ETEC, utilizamos duas estratégias: uma breve análise dos livros didáticos adotados para o triênio 2018/2019/2020 nos cursos do Ensino Médio Integrado ao Técnico (ETIM).

Nesta análise verificamos que os conteúdos dos livros didáticos de Geografia e de Física, volume 1, estão em concordância com os temas de astronomia recomendados nos PCN+ e alinhados com a grade curricular da ETEC. Em relação a seus conteúdos de astronomia, tem sua origem em fontes confiáveis, sem que fossem encontradas concepções incorretas.

Em um segundo momento analisamos o conhecimento construído pelos discentes, decorrente da aplicação desses temas, a partir dos livros didáticos, através de uma pesquisa voluntária e anônima (questionário on-line) que foi aplicado aos segundos e terceiros anos do ensino médio, abrangendo as três Escolas Técnicas que estão representadas pelos estudantes que colaboram com este projeto de ensino.

Por ter sido aplicada de forma voluntária e por questões técnicas, essa pesquisa não conseguiu abranger todas as escolas da região metropolitana de São Paulo como foi inicialmente planejado, uma vez que muitas unidades não possuem disponibilidade de laboratórios de informática para todos os cursos.

Os estudantes participantes desta pesquisa cursam o Ensino Médio Integrado ao Técnico (ETIM) das seguintes escolas: ETEC Prof. André Bogasian, ETEC Dr. Celso Giglio, na cidade de Osasco/SP e o ETEC Guaracy Silveira da cidade de São Paulo, que juntos forneceram uma pequena amostragem dos conteúdos que estão sendo trabalhados com os estudantes.

O questionário pode ser visualizado no capítulo 6 deste trabalho e os resultados desta pesquisa foram analisados e comentados no capítulo 7.

A pesquisa on-line tem como objetivo nortear as ações pedagógicas que deverão ser implementadas, com intuito de melhorar a qualidade do ensino de astronomia nas escolas técnicas do Centro Paula Souza, onde o docente-pesquisador

atua, promovendo a divulgação das estratégias utilizadas neste projeto, como uma proposta extracurricular interdisciplinar.

Através do texto elaborado dentro deste projeto, os estudantes poderão aprofundar os conceitos de astronomia através de atividades complementares.

Paralelamente ao trabalho com os estudantes, nosso texto poderá ser utilizado como um guia para um curso de formação continuada aos professores de Física e Geografia, no formato de oficinas (minicursos), como atualização profissional visando melhorar a qualidade no ensino e um aprofundamento destes temas, uma vez que astronomia é uma ciência interdisciplinar.

A partir do pressuposto que temas de Astronomia, mais especificamente em nosso caso, a astrofotografia, é utilizada neste trabalho como elemento problematizador, e por ser um assunto motivador interessante para discutir conceitos de Astronomia, realizamos uma breve revisão bibliográfica sobre a história da Astrofotografia que apresentamos no capítulo 3.

Durante a aplicação deste projeto, foram surgindo novos questionamentos, o que é natural em uma sala de aula do ensino médio. Um dos temas que gerou mais curiosidade dos estudantes foi a questão das pesquisas para descoberta de planetas extra-solares. Na pesquisa astronômica de exoplanetas são utilizados por exemplo o telescópio TRAPPIST[1] (O Transiting Planets and Planetesimals Small Telescope) de 60 cm de abertura instalado no Observatório de La Silla do ESO, grandes telescópios como o VLT (Very Large Telescope) no Cerro Paranal, ambos no Chile e telescópios no espaço como o HUBBLE.

Existem também algumas pesquisas de exoplanetas utilizando câmeras fotográficas DSLR (http://adsabs.harvard.edu/abs/2010JAVSO..38..212L).

Em nosso projeto utilizamos equipamentos que não possuem resolução para captar um método de transito planetário, mas por ser uma área da astronomia relativamente recente e muito divulgada na mídia por ocasião da detecção de algum planeta recém descoberto, elaboramos uma “simulação didática” deste método que está presente no texto da Atividade 12 (Apêndice A – Cap. 2).

No capítulo 4 apresentamos a fundamentação teórica que norteou a aplicação das atividades durante o projeto piloto. Para isso, adotamos os Três Momentos Pedagógicos (3MP) de DELIZOICOV.

[1] https://www.eso.org/public/portugal/teles-instr/lasilla/trappist/

No capítulo 5 apresentamos as justificativas para a aplicação deste projeto piloto, como uma alternativa para o ensino da astronomia na escola básica, utilizando como ferramenta de apoio a astrofotografia, bem como algumas técnicas utilizadas, como forma de subsidiar a intervenção.

No capítulo 6 apresentamos uma análise do conhecimento prévio dos estudantes em relação aos conceitos de Astronomia, através de uma pesquisa on-line e os resultados obtidos através dele são apresentados e comentados no capítulo 7, que nortearam a aplicação desta proposta de ensino.

Dessa forma, procurou-se averiguar de que maneira a vivência e a prática de atividades ligadas à astrofotografia promovem um melhor aprendizado dos conceitos físicos e um melhor aprendizado das práticas científicas.

Concluindo, no capítulo 8 efetuamos uma análise dos resultados deste projeto, elencando as estratégias que obtiveram sucesso como previsto, bem como algumas que necessitam de replanejamento.

Com base nesses resultados, elaboramos as propostas de atividades (Produto Final) que têm como finalidade reforçar os conteúdos de astronomia no Ensino Médio, nas escolas técnicas do Centro Paula Souza (Apêndice A).

2.DELINEANDO A PESQUISA

Pesquisas demonstram a importância da inserção da Astronomia na Escola Básica, apontando que esta possui caráter motivacional e trata de fenômenos cotidianos, além de proporcionar discussões históricas e filosóficas sobre a evolução desta como ciência (GAMA; HENRIQUE, 2010; KANTOR, 2001; LANGHI, 2011).

Apesar do interesse dos pesquisadores sobre este tema, o ensino da Astronomia na Escola Básica ainda é escasso no Brasil, constituindo-se basicamente de episódios isolados e esforços pontuais (LANGHI; NARDI, 2012; LANGHI; SCALVI, 2013).

Neste contexto, esta pesquisa tem como objetivo viabilizar a prática da astrofotografia como estratégia de ensino e aprendizagem no ambiente escolar, incluindo conceitos de astronomia através da astrofotografia.

A importância de problematizar conceitos de Astronomia na escola básica está em concordância com a atual proposta dos PCN (BRASIL, 1998). Os PCN de Ciências da Natureza propõem estes temas, além de destacar a importância de atividades práticas para viabilizá-lo efetivamente na escola básica.

No entanto, quando se trata de temas de astronomia, diversos problemas permeiam a sua concretização nessas escolas como: a falta de preparo dos professores nesta área de conhecimento, a dificuldade de compreender as relações entre os movimentos da Terra e os demais astros, a ausência de cursos de formação de professores, dentre outros (BRETONES, 2005).

Mas, nos últimos anos, tem aumentado o número de pesquisadores da área de ensino de Física e Astronomia no Brasil que desenvolvem pesquisa neste campo de conhecimento.

Temas relacionados ao Sistema Solar foram propostos por LANGHI (2009), a partir da metodologia do Grupo Focal, que procurou problematizar as concepções dos professores em torno de temas como: a forma e a gravidade da Terra, as dimensões do Sistema Solar, a causa dos dias e das noites. A partir desta metodologia, LANGHI (2009) procurou promover reflexões coletivas sobre o conhecimento dos professores e suas práticas em sala de aula.

Na tese de doutorado, LEITE (2006) discute e problematiza as diferenças das estações do ano nos dois hemisférios, utilizando o texto: “*Um episódio na vida de*

Joãozinho da Maré", em que uma professora explica o fenômeno das estações do ano de maneira equivocada e o menino Joãozinho questiona sua explicação.

Podemos encontrar em anais de eventos como *O Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF)* e as reuniões da *Sociedade Astronômica Brasileira (SAB),* muitas publicações com esta temática. Desse modo, encontramos um número considerável de trabalhos que foram catalogados envolvendo o ensino de Astronomia, assim como teses e dissertações, em levantamento realizado por BRETONES e MEGID NETO (2005).

Frente ao exposto, para elaborar a nossa proposta de ensino, realizou-se um breve estudo histórico sobre a Astrofotografia, que será nosso aporte teórico para a problematização do tema ao longo da proposta de ensino.

Realizamos também um estudo sobre a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), composto por *Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento*.

O curso piloto foi aplicado com estudantes dos primeiros, segundo e terceiro módulos do Ensino Médio das Escolas Técnicas Prof. André Bogasian, Dr. Celso Giglio localizados em Osasco/SP e Guaracy Silveira em São Paulo/Capital administradas pelo Centro Paula Souza.

Nesses dois anos, onze alunos participaram de diversas atividades envolvendo o ensino e divulgação de astronomia. A aplicação foi realizada pelo próprio pesquisador-professor, uma vez que este também é docente das escolas.

A seleção dos estudantes foi feita seguindo as normas da ETEC através de um formulário de "Intenção de participação", em concordância com as diretrizes para este tipo de atividades e/ou visitas técnicas, envolvendo estudantes menores de idade (APÊNDICE B).

Para realizar a intervenção optou-se pela abordagem qualitativa, pois este tipo de abordagem envolve o processo mais do que o produto e tem como preocupação em retratar a perspectiva dos participantes, obtendo-se dados descritivos através do contato direto do pesquisador com ambiente natural (BOGDAN, BIKLEN, 1994).

Como organizadores, os três momentos (3MP) não se distinguem necessariamente no tempo, constituindo atividades separadas. São uma maneira de refletir aonde se quer chegar e qual rumo se pode dar ao trabalho em cada momento (PERNAMBUCO, 1994).

Para diagnosticar o nível de conhecimento de astronomia a que os estudantes foram submetidos, foi introduzida nessas três ETEC´s da grande São Paulo, uma pesquisa online que procura averiguar a presença do tema no ensino médio das Escolas Técnicas do Estado de São Paulo, administradas pelo Centro Paula Souza.

Tópicos de astronomia estão contemplados nos PCN+ e na grade curricular do Ensino Médio, nas disciplinas de Geografia e Física, portanto a pesquisa tem o objetivo de obter uma amostragem próxima da aplicação desses conteúdos, fornecendo um panorama do ensino de astronomia com base no conteúdo dos livros didáticos adotados nas três ETEC´s.

As escolas técnicas do Centro Paula Souza participam do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), destinado a avaliar e a disponibilizar de forma sistemática, regular e gratuita, obras didáticas e materiais de apoio as práticas educativas.

As ETEC´s, participam deste programa através do corpo diretivo de cada escola. Mais detalhes sobre o programa PNLD podem ser encontrados no site do Mistério da Educação - MEC[2]

Normalmente os professores da Escolas Técnicas do Centro Paula Souza, têm apenas o livro didático como fonte de informação, que não raramente, divulga conceitos errados de astronomia. Por este motivo, realizamos uma breve análise dos materiais didáticos adotados para os anos de 2018, 2019 e 2020. Nesta verificação, constatamos que o tópico Terra e Universo está presente no livro de “Geografia: Leituras e Interação”, volume 1 – 2ª ed. – São Paulo: Leya, 2016.

No capítulo 1 do volume de geografia, encontramos o tema Terra e Universo, dividido em subtítulos como segue:

- O Universo abordando: Big Bang, princípio cosmológico, modelos de universo e sua evolução. (Apostila do curso de bacharelado em geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH/USP), 1996. p. 65 de autoria de PICAZZIO, Enos e MATSUURA, Oscar T.).
- A Via Láctea abordando: estrutura das galáxias, redshift, tipos de galáxias e meteoritos. (Apostila do curso de bacharelado em geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH/USP), 1996. p. 65 de autoria de PICAZZIO, Enos e MATSUURA, Oscar T.).

[2] Fonte: http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=12391:pnld

- O Sistema Solar abordando: modelo geocêntrico e heliocêntrico, leis de Kepler e buracos negros, extraídos da Austin State University, disponível em:<http://www.physics.sfasu.edu/astro/courses/ast105/summary6_files/06-01.jpg>. Acessado em 15/09/2015.
- Forma e Movimentos da Terra abordando: solstícios e equinócios, experiência de Erastóstenes, movimento aparente do Sol, fusos horários, estações climáticas, rotação e translação da Terra, extraídos da University of Hong Kong, Department of Physics, Nature of Universe. Disponível em <https://www.hko.gov.hk/m/article_e.htm?title=ele_00489>.
  Acesso em 26/06/2012 e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, fundamentos de astronomia e astrofísica. Disponível em: http://www.if.ufgrs.br/~riffel/fundamentos/notas_aula/FundamentosAeA_Aula3.pdf>. Acesso em 08/10/2015.
- A Lua abordando: rotação, translação, fases, plano de órbita, eclipses e marés, extraídos da Universidade de São Paulo. Centro de Divulgação de Astronomia. Disponível em: <http://www.cdcc.usp.br/cda/producao/sbpc93/#n014>. Acesso em 16/09/2015 e Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Física. Fases da Lua. Disponível em: <http://astro.if.ufrg.br/lua/lua.htm>. Acesso em 16/09/2015.

O segundo livro didático que aborda conteúdos de astronomia, é o livro de física com título “Ser Protagonista: Física 1”, ensino médio. FUKUI, Ana; MOLINA, Madson de Melo – 3ª ed. – São Paulo: SM, 2016.

No capítulo 9 do volume de física, encontramos o tema Gravitação, separado em subtítulos como segue:

- Os primeiros modelos cosmológicos contendo o modelo Aristotélico, Ptolomaico e Copernicano. Este tópico ainda contém as ideias de Galileu e suas observações da Lua, do Sol, as fases de Vênus e a descoberta das luas de Júpiter.
- Leis do movimento planetário contendo as contribuições de Tycho Brahe e Johannes Kepler com suas leis.
- Lei da gravitação universal e as contribuições de Isaac Newton que sedimentaram matematicamente as leis de Kepler.

- Movimento dos satélites artificiais lançados na órbita da Terra e de outros planetas, com base nas leis de Kepler e Newton.

Na análise efetuada nesses livros adotados pelo Centro Paula Souza, não se observou concepções incorretas relativas à astronomia, uma vez que suas fontes são confiáveis em relação a estes temas.

Na pesquisa on-line contendo cinco perguntas verificamos o percentual de estudantes que efetivamente tiveram contato com esses temas, presentes na grade do curso e de acordo com o que é proposto nos PCN e PCN+, parcialmente ou em sua totalidade.

Na grande São Paulo, participaram estudantes do Ensino Médio e ETIM, das ETEC´s Dr. Celso Giglio, Prof. André Bogasian da cidade de Osasco/SP e Guaracy Silveira na Capital, com um total de 302 alunos que responderam corretamente as perguntas de forma voluntária e anônima.

Considerando que as salas de aula possuem em média 30 alunos matriculados no momento da pesquisa, divididos entre os segundos e terceiros anos do ensino médio, aproximadamente dez salas responderam a esta pesquisa.

As questões e as respostas destes questionários podem ser verificadas nos capítulos 6 e 7 deste trabalho.

Apesar de nossa pesquisa bibliográfica realizada no material didático das ETEC´s, constatar que os temas de astronomia dos PCN estão presentes, não encontramos enfoques históricos referente aos pioneiros da astrofotografia que realizaram a captura da esfera celeste para estudo científico.

Por considerarmos importante para o aprendizado de astronomia que utiliza como estratégia a astrofotografia, apresentamos neste trabalho uma breve revisão histórica do surgimento da fotografia astronômica no mundo, uma vez que o foco deste projeto será a experimentação.

Esse breve histórico é uma revisão bibliográfica do trabalho do professor Pedro Ré, da Universidade de Lisboa, especialista em astrofotografia, como forma de problematizar com os alunos a importância desses pioneiros, que transformaram a fotografia em uma poderosa ferramenta de aprendizado e pesquisa em astronomia amadora e profissional.

3.UM BREVE HISTÓRICO DA ASTROFOTOGRAFIA.

Segundo Pedro Ré, a primeira astrofotografia de uma estrela foi feita utilizando-se a técnica do daguerreotipo e foi obtida na noite de 16 de julho de 1850 por John Adams Whipple (1822 - 1891) orientado por Willian Cranch Bond (1789 - 1859).

O alvo escolhido para essa fotografia foi a estrela Vega na constelação da Lyra. A escolha desse objeto celeste, provavelmente de forma aleatória, foi feita utilizando o telescópio refrator de 380 mm de abertura instalado no Observatório de Harvard.

Na época, a limitação da técnica do daguerreotipo era uma das maiores dificuldades para execução de uma astrofotografia. Além disso, os mecanismos de acompanhamento sideral dos telescópios, não possuíam precisão suficiente para grandes tempos de exposição. Não era possível com essa técnica captar estrelas de primeira magnitude com tempos de exposição superiores a 60 s.

Ainda segundo RÉ, essa tecnologia criada por Louis Jacques Mandé Daguèrre (1787 - 1851), fazia uso de uma placa de cobre que era exposta ao vapor de iodo que se transformava em uma camada de iodeto de prata.

Um termômetro de mercúrio quebrado dentro de um armário, vazou nas chapas, causando uma melhora da imagem e fez com que Daguèrre descobrisse, praticamente por acaso, uma maneira de melhorar a imagem e executar capturas com tempo de exposição de 30 s.

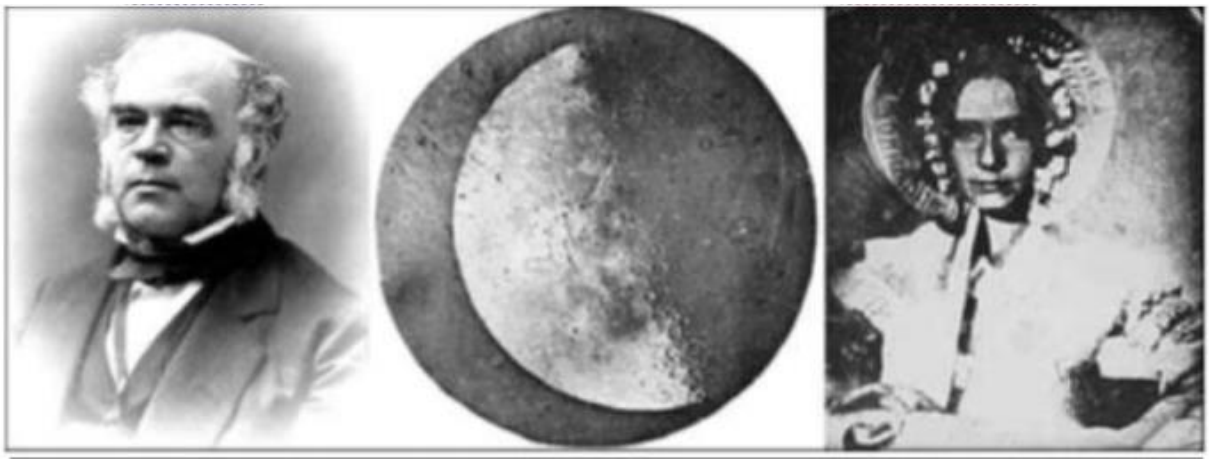
Ainda segundo a pesquisa de Pedro Ré, até meados de 1851, essa técnica foi utilizada para obter fotos da esfera celeste e de outros objetos, sendo substituída posteriormente pelo processo de colódio úmido.

Utilizando-se dessas novas chapas de colódio úmido, o astrônomo amador americano John Willian Draper (1811 - 1882) obteve imagens da Lua com apenas alguns segundos de exposição.

Draper era um médico de renome, químico e professor na Universidade de Nova York, e foi considerado um dos pioneiros da astrofotografia por obter o primeiro Daguerreotipo da Lua em 1839/1840, utilizando um telescópio refletor de 130 mm de abertura, com exposições de 20 s.

Neste mesmo ano, fez algumas experiências com os daguerreótipos utilizando essa tecnologia para fazer os primeiros retratos (Figura 1).

FIGURA 1 - RETRATOS FEITOS POR WILLIAN DRAPER



FONTE: HISTÓRIA DA ASTROFOTOGRAFIA - PEDRO RÉ

Com a introdução do colódio úmido a partir da década de 1851, os Daguerreótipos foram sendo abandonados.

Nesta mesma década, o astrônomo americano George Phillips Bond (1825 - 1865), utilizando um telescópio com um novo mecanismo de acompanhamento sideral, consegue obter com sucesso imagens das estrelas duplas Mizar e Alcor com exposições de até 80 s. (Figura 2).

FIGURA 2 - MIZAR E ALCOR

FONTE: HISTÓRIA DA ASTROFOTOGRAFIA, PEDRO RÉ

Em sua pesquisa, RÉ verificou que entre 1840 e 1845, Bond utilizando-se de redes de difração para minimizar o brilho de nossa estrela, fotografou o espectro do Sol, sendo pioneiro com este feito.

Com este novo equipamento, George Phillips Bond determina com precisão, a posição relativa dessas estrelas e percebe que a dimensão do objeto estelar na imagem é diretamente proporcional à magnitude da estrela.

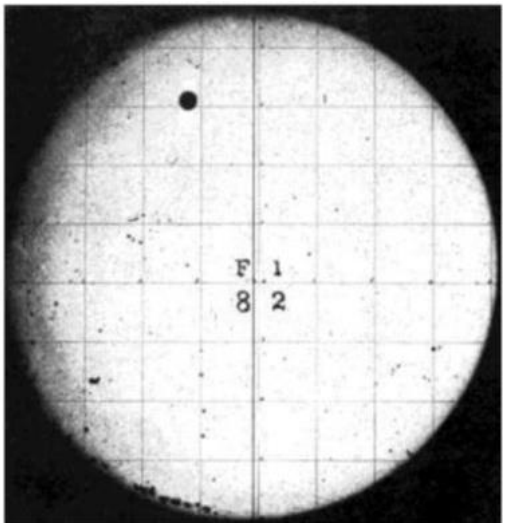
Surge pela primeira vez o conceito de astrometria e fotometria, através do uso da técnica de colódio úmido.

Na busca constante para aperfeiçoar equipamentos para utilização em astronomia, Lewis M. Rutherford (1816 - 1892) desenvolve o primeiro telescópio dedicado a astrofotografia.

Os problemas para a observação do Sol foram resolvidos em 1860, quando John Herschel (1792 - 1871) construiu o primeiro foto-heliógrafo no Observatório de Kew através do uso da fotografia. Idealizado por Warren De La Rue (1815 - 1889), esse foto-heliógrafo fotografou o Sol de 1858 a 1872, sendo o primeiro telescópio dedicado a obter imagens astronômicas, com uso de uma ocular que projetava uma imagem do Sol com 100 mm de diâmetro.

Com ele foram obtidos diversos registros fotográficos do trânsito de Vênus a frente do disco solar, com intenção de medir a paralaxe solar e determinar com isso a distância da Terra ao Sol com precisão (unidade astronômica), sem, no entanto, obter sucesso devido à imprecisão do mecanismo de acompanhamento sideral (Figura 3).

FIGURA 3 – TRANSITO DE VÊNUS



FONTE: HISTÓRIA DA ASTROFOTOGRAFIA. PEDRO RÉ

Além do Sol, durante o ano de 1860 foram capturadas diversas imagens da Lua, estrelas e planetas, utilizando a técnica do colódio úmido, segundo os registros

do Observatório de Harvard, sendo efetuadas aproximadamente de 200 a 300 imagens da Lua (Figura 4).

FIGURA 4 - COLÓDIO ÚMIDO DA LUA

FONTE: HISTÓRIA DA ASTROFOTOGRAFIA, PEDRO RÉ

3.1- A Primeira Astrofotografia de uma nebulosa

Em sua pesquisa histórica, RÉ verificou que, passados trinta anos do primeiro daguerreotipo de uma estrela (Daguerreotipo da estrela Vega), Henry Draper (1837 - 1882) fotografa com sucesso pela primeira vez em 30 de setembro de 1880, uma nebulosa.

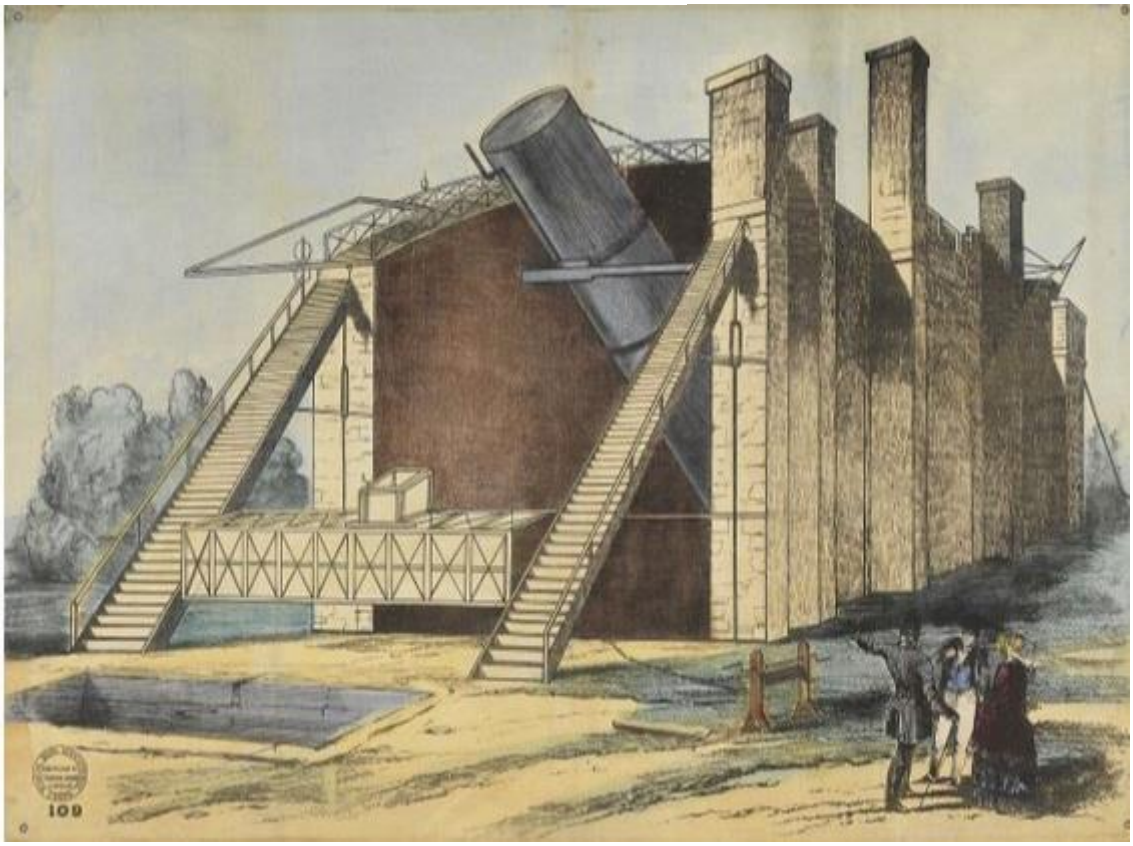
Dando sequência ao trabalho de seu pai John Willian Draper, Henry Draper aperfeiçoou sua técnica porque desde cedo se interessou pela astrofotografia, bem como outras ciências, nem sempre na área de astronomia.

Henry Draper ingressou na Universidade para cursar medicina e em 1857, utilizando seu conhecimento de fotografia, escreve uma tese detalhada com imagens feitas utilizando a técnica do daguerreotipo com auxílio de um microscópio.

Concluída sua tese, devido ao seu interesse pela astronomia, viaja para a Inglaterra a fim de conhecer um dos maiores telescópios construídos em sua época,

encontrando-se com William Parsons (1800 - 1867) e conhecendo o Leviatã (Figura 5).

FIGURA 5 - TELESCÓPIO LEVIATÃ DE WILLIAM PARSONS



FONTE: HISTÓRIA DA ASTROFOTOGRAFIA, PEDRO RÉ

Ao retornar dessa viagem, interessou-se pela fotografia de forma sistemática como uma poderosa ferramenta para pesquisas em astronomia (astrofotografia), certo de que está técnica poderia contribuir com está área de conhecimento.

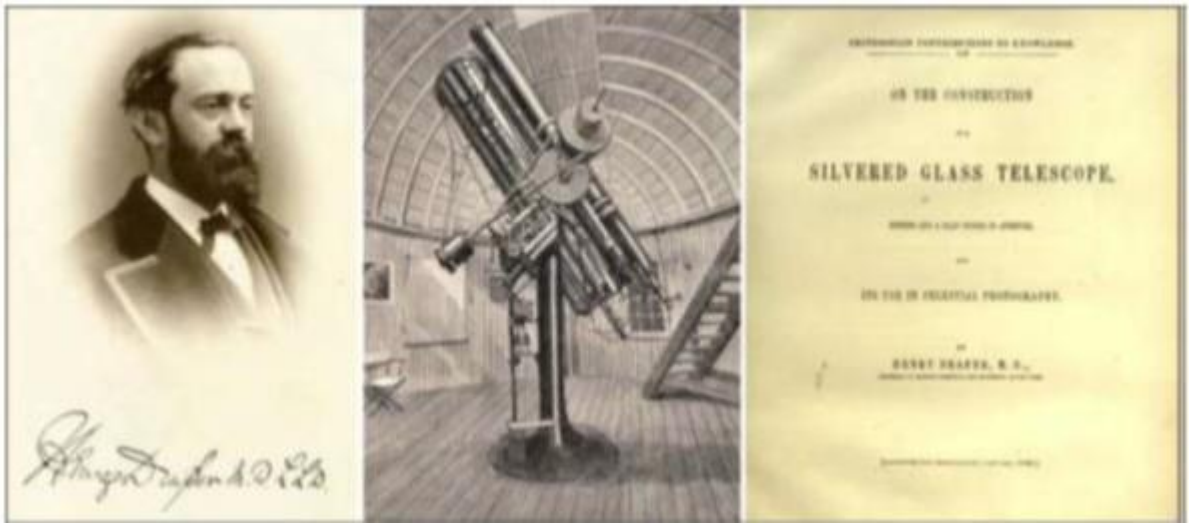
Mesmo sem o apoio dos astrônomos da época, que não acreditavam que a fotografia poderia ser utilizada com sucesso para pesquisa astronômica, Henry Draper constrói dois telescópios dedicados a astrofotografia.

Esses equipamentos foram instalados em seu observatório em Hastings-on-Hudson, no estado de Nova York e contava com dois telescópios em uma mesma equatorial, constituídos por um refrator de 280 mm e um refletor de 710mm.

Ainda segundo a pesquisa do professor RÉ, com a experiência adquirida na construção, Draper elabora uma detalhada monografia sobre a construção de um

telescópio refletor de 390 mm que serviria como referência a todos os construtores de telescópios da época (Figura 6).

FIGURA 6 - MONOGRAFIA DE DRAPPER



FONTE: HISTÓRIA DA ASTROFOTOGRAFIA, PEDRO RÉ

A partir do trabalho deste pioneiro, muitos astrônomos amadores da época, iniciaram suas observações utilizando as técnicas criadas por ele, efetuando diversas capturas das nebulosas utilizando o colódio úmido.

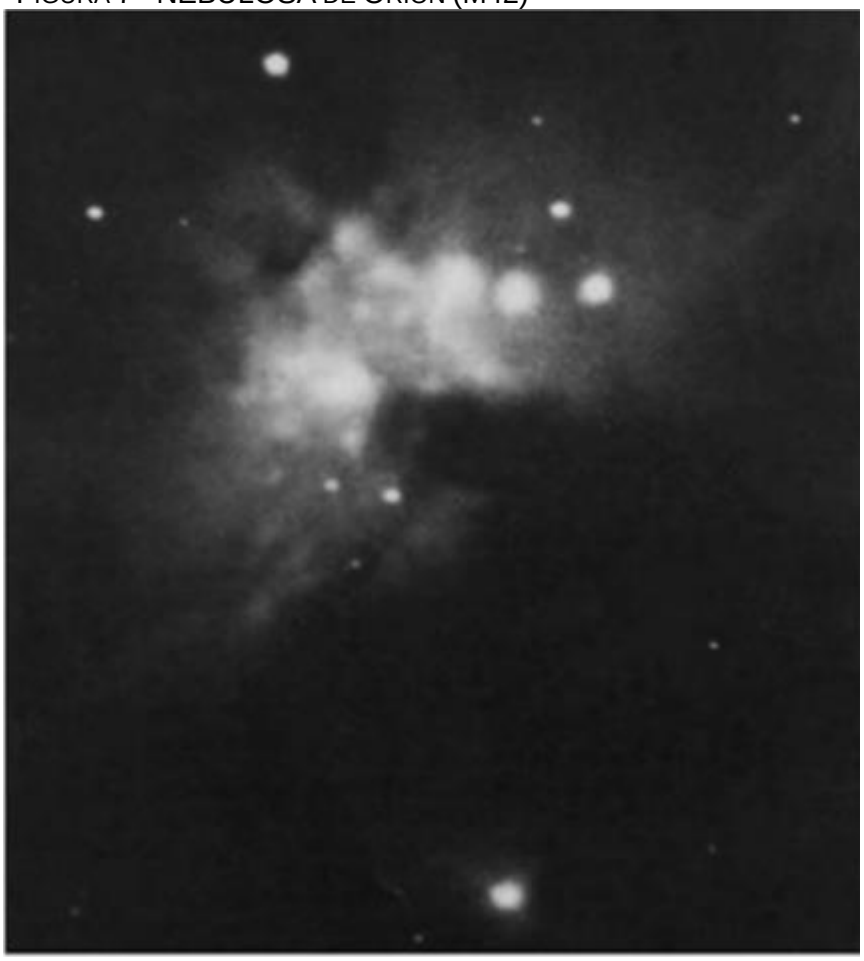
Durante suas experiências, ele percebe que o colódio úmido não permite exposições muitos longas, porque as placas secavam muito rápido, prejudicando a captura dos objetos celestes.

Buscando uma técnica que permitisse exposições mais longas, a fim de capturar objetos tênues, Draper viaja para a Inglaterra para uma visita ao observatório de William Huggins (1824 - 1910) em Londres.

Nesta época, Huggins utilizava em suas capturas, placas de gelatino-brometo de prata que eram secas e muito mais sensíveis que o colódio úmido.

Com essa técnica adquirida durante a visita a Huggins, Draper consegue aumentar os tempos de exposição e capturar imagens pela primeira vez da Nebulosa de Órion (M42) em 30 de setembro de 1880, utilizando o telescópio de 279 mm, com tempo de captura total de 50 min. (Figura 7).

FIGURA 7 - NEBULOSA DE ÓRION (M42)



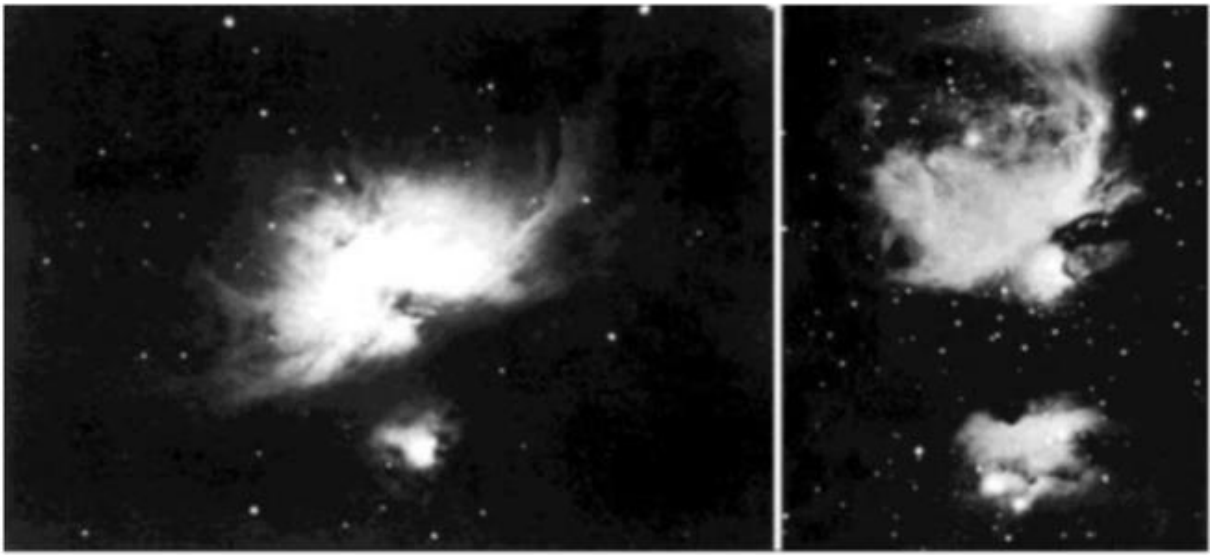
FONTE: HISTÓRIA DA ASTROFOTOGRAFIA. PEDRO RÉ

Utilizando tempos cada vez maiores para obter mais detalhes em suas capturas, Draper projeta uma montagem equatorial que lhe permitiria exposições de até 6 horas sem ter que inverter a posição do telescópio, mas seu falecimento interrompe seu trabalho.

Em 1886, sua viúva cria o Henry Draper Memorial doando o refrator de onze polegadas ao Observatório de Harvard, onde passa a ser utilizado para obter numerosas astrofotografias.

Após o falecimento de Draper, dois astrônomos, Andrew A. Common (1841 - 1903) e Isaac Roberts (1829 - 1904), aplicando as técnicas deixadas por ele, conseguem astrofotografias da Nebulosa de Órion com detalhes nunca antes obtidos. Common utilizou um telescópio refletor de 910 mm com exposição de 60 minutos, enquanto Roberts um refletor de 500 mm, com exposições de 90 minutos (Figura 8).

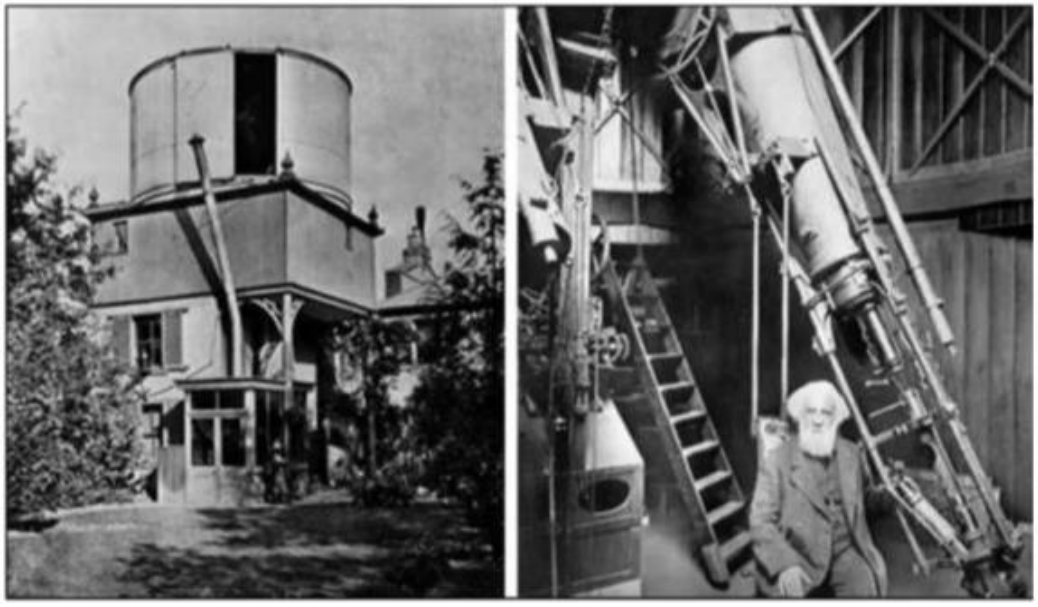
FIGURA 8 - NEBULOSA DE ÓRION COM EXPOSIÇÕES DE 60 E 90 MIN.



FONTE: HISTÓRIA DA ASTROFOTOGRAFIA, PEDRO RÉ

Na Inglaterra as pesquisas com astrofotografia também prosseguiam e quando em 1855 Huggins muda para sua nova residência no subúrbio de Londres, conhecida como “Alpha Cottage” e posteriormente como “90 Upper Tulse Hill Road”, as condições para a observação e fotografia astronômica melhoraram consideravelmente, pois os ventos favoráveis afastavam o fumo decorrente da queima de carvão que encobriam a antiga Londres e seus instrumentos podiam ser montados em um amplo jardim (Figura 9).

FIGURA 9 - HUGGINS EM SEU OBSERVATÓRIO



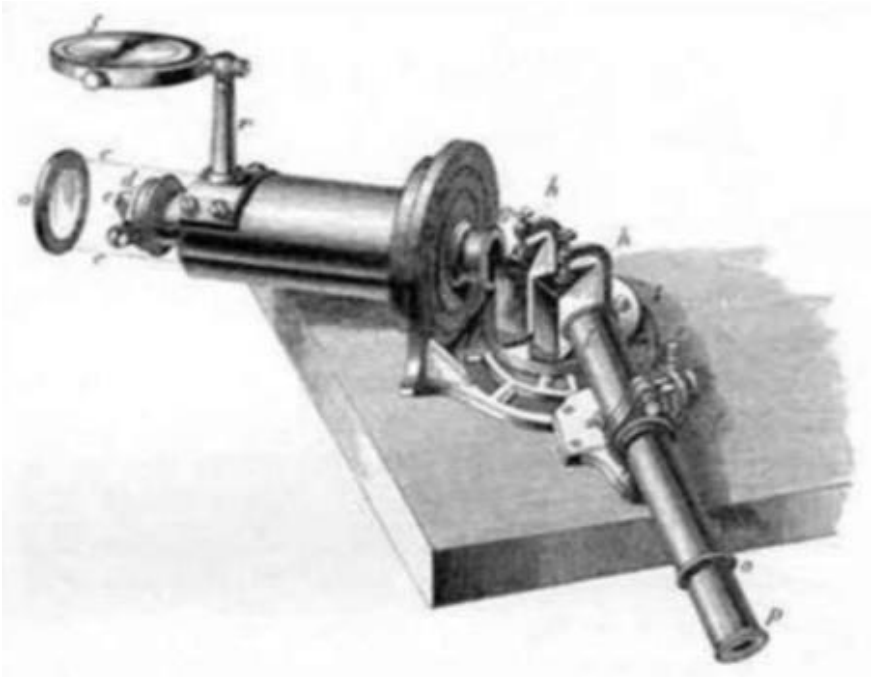
FONTE: HISTÓRIA DA ASTROFOTOGRAFIA, PEDRO RÉ

Com seu observatório montado, inicia uma série de observações relacionadas às superfícies planetárias e cronometragens de ocultações de estrelas pela Lua, publicando-as de modo regular no Monthly Notices[3]

Em um encontro com o astrônomo amador Willian Rutther Dawes (1799 - 1868) que era um hábil observador de estrelas duplas, Huggins é apresentado a Alvan Clark[4], astrônomo americano e fabricante de telescópios. De Clark, Huggins adquire uma objetiva com oito polegadas e através deste novo equipamento, inicia uma série de observações pioneiras, pesquisando o campo da espectroscopia.

Utilizando um espectroscópio desenvolvido por ele em parceria com o professor de química Willian Allen Miller (1817 - 1870), começa a utilizar a astrofotografia para registrar o espectro de objetos celestes (estrelas e nebulosas), observando e estudando o espectro de algumas estrelas brilhantes (Figura 10).

FIGURA 10 - ESPECTROSCÓPIO DE HUGGINS E MILLER



FONTE: HISTÓRIA DA ASTROFOTOGRAFIA, PEDRO RÉ

Com esse novo equipamento, Huggins e Miller publicam suas primeiras experiências com espectroscopia estelar em 1863, no *“Note on the Lines in the*

[3] Monthly Notices of the Royal Astronomical Society é uma revista científica sobre astronomia e astrofísica, criada em 1827. Fonte: Wikipédia.

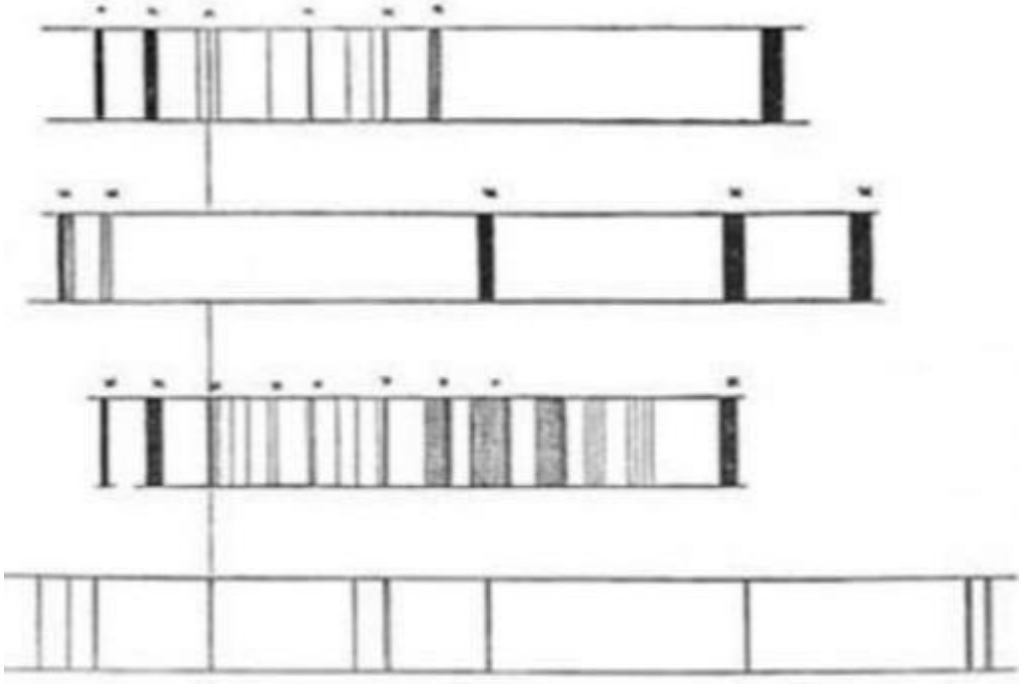
[4] Astrônomo americano fabricante de telescópios. Em 1862, enquanto testava um novo telescópio refrator de 45,7 cm, ele descobriu a estrela Sirius B, de magnitude 8, a companheira de Sirius.

Spectra of some of the fixed stars" (Notas sobre as linhas nos espectros de algumas estrelas fixas).

As pesquisas de Huggins e Miller foram publicadas pouco tempo depois do trabalho inédito de Gustav Kirchoff (1824 - 1887) que descreve as linhas de Fraunhofer[5], fazendo a primeira interpretação química e física das linhas escuras (de absorção) do espectro solar.

No ano de 1864, este mesmo trabalho foi publicado com detalhes na *Philosophical Transactions* (Transações Filosóficas), incluindo nele o espectro de aproximadamente cinquenta estrelas, mas somente os espectros de Aldebarã (alfa de Touro) e Betelgeuse (alfa de Órion) foram estudados com maiores detalhes, retomando após quarenta anos as observações pioneiras de Fraunhofer (Figura 11).

FIGURA 11 - ESPECTROS DAS ESTRELAS ALDEBARÃ E BETELGEUSE



FONTE: HISTÓRIA DA ASTROFOTOGRAFIA, PEDRO RÉ

Finalizando essa revisão bibliográfica do professor Pedro Ré, percebemos a importância desses cientistas no surgimento da astrofotografia, possibilitando grandes avanços nesta área de conhecimento, através das contribuições não só de Huggins,

[5] Joseph von Fraunhofer foi um óptico alemão. É conhecido pela descoberta das linhas escuras de absorção do espectro. Fonte: Wikipédia

mas de outros que surgiram utilizando a fotografia na astronomia (astrofotografia). Esta técnica possibilitou o estudo detalhado da luz visível, surgindo assim a espectroscopia que permitiria que um objeto celeste pudesse ser analisado, sem precisarmos ir até ele.

4.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA – OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Este trabalho foi idealizado como uma proposta de ensino de astronomia, apoiada na técnica da astrofotografia como estratégia, permitindo aos professores a oportunidade de atuar de forma interdisciplinar, proporcionando uma nova forma de ensinar no Ensino Médio, fazendo uso da experimentação/instrumentação, incentivando o ensino de ciências, favorecendo o desenvolvimento desse campo de conhecimento.

Sendo assim, a história da astrofotografia deverá fornecer ao estudante uma visão mais abrangente do desenvolvimento da astronomia, não incorrendo na superficialidade apresentada na maioria dos manuais didáticos.

Para o desenvolvimento da proposta adotou-se o modelo dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), denominados problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, como norteadores do trabalho, garantindo o uso sistemático do diálogo. (DELIZOICOV, 1994).

Esta proposta teve como ponto de partida as ideias de Paulo Freire sobre Temas Geradores, que originalmente eram para a educação informal, sendo adaptada por Delizoicov para a educação formal, criando os três momentos pedagógicos permitindo assim seu uso pelo professor.

Com a Problematização Inicial, pretendemos introduzir questionamentos e situações iniciais para discussão com os estudantes. É a oportunidade que o professor tem para estimular o debate sobre o tema.

Nesta etapa o professor busca diagnosticar e compreender o conhecimento prévio que os estudantes possuem em relação às questões em pauta, instigando neles a pesquisa, mais do que responder ou fornecer explicações. (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1982; PERNAMBUCO, 1994).

> Neste momento problematiza-se o conhecimento que os alunos vão expondo, de modo geral a partir de poucas questões propostas, incialmente discutidas num pequeno grupo, para após explorarem as posições dos vários grupos com toda a classe, no grande grupo(...) O ponto culminante desta problematização é fazer com que o aluno sinta a necessidade de aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, procura-se configurar a situação em discussão como um problema que precisa ser enfrentado (DELIZOICOV, 1982, P.142).

O estudo do que ainda não é compreendido, necessário para o entendimento da problematização inicial, ocorre na etapa da Organização do Conhecimento.

Nesta etapa, sob a orientação do professor, realiza-se o estudo do conteúdo programático que possibilitam um entendimento das questões propostas inicialmente.

Várias atividades podem ser realizadas para a compreensão dos conceitos: exposição pelo professor de definições, propriedades, etc., discussão de textos previamente preparados, resolução de problemas e exercícios propostos em livros didáticos e realização de atividades experimentais, entre outras. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002, DELIZOICOV; ANGOTTI, 2002).

O terceiro momento, a Aplicação do Conhecimento é a síntese do que foi discutido, onde há o resgate das questões iniciais e a aplicação dos conceitos aprendidos em outras situações, que podem não estar diretamente relacionadas ao assunto inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento (PERNAMBUCO, 1994; DELIZOICOV; ANGOTTI, 1982).

Vale destacar que esses momentos não são estanques, considerando a complexidade de uma sala de aula.

Durante a aplicação da intervenção junto aos estudantes, surgiram algumas dificuldades que contornamos estendendo o terceiro momento pedagógico denominado Aplicação do Conhecimento.

Adotamos a partir destas dificuldades a abordagem do Ensino por Investigação, de maneira que o aprendizado ficasse focado nos estudantes, muito mais que no professor (LONGHINI, 2014, p.67 apud SLATER, 2002, p. 384-87).

Nesta etapa do processo de ensino, as atividades assumiram um caráter autodidata, com o foco no aluno, buscando desenvolver sua autonomia na construção do conhecimento.

Portanto nos valemos destas propostas para orientar nosso trabalho não só na sala de aula, mas na experimentação em campo e também nas pesquisas que nossos estudantes conduziram de forma autônoma.

Desta forma o “Produto Final” é composto por diversas atividades, sendo que foram selecionadas doze dessas atividades para serem apresentadas neste trabalho. Em algumas, verificando-se as dificuldades apresentadas, foi necessária uma reestruturação para posterior aplicação.

A aplicação do projeto piloto ocorreu em diversos momentos e espaços, contemplando sala de aula, laboratórios de informática e observações em campo, sempre com o objetivo de embasar o passo seguinte.

Adotamos como estratégia metodológica o confronto entre as dificuldades apresentadas e vivenciadas pelos estudantes no acompanhamento do curso, que foram analisadas e assim serviram de parâmetro para a elaboração deste texto, atuando como ferramenta extracurricular e interdisciplinar aplicada ao ensino médio, servindo como aporte teórico ao produto final.

A tabulação dos resultados obtidos proporcionou o direcionamento das atividades neste texto, e que poderá ser utilizado como um guia em oficinas ou minicursos de formação continuada em temas que envolvam o ensino de astronomia, contribuindo assim com sua formação pedagógica.

Nele o professor encontra orientações e sugestões de atividades que servirão de apoio a execução dessas oficinas, com maior nível de aprofundamento para o ensino médio, contendo técnicas abordando astrofotografia, tratamento de imagens, instrumentação para astronomia e astronomia de posição, direcionada às atividades de campo ou laboratório, com o propósito de subsidiar o professor em relação às atividades propostas na experimentação com os alunos.

Com a experimentação utilizada durante a aplicação das atividades, o professor reforça os conteúdos de astronomia, presentes na grade do curso, de acordo com sua disciplina, envolvendo os alunos e promovendo a construção do conhecimento de forma colaborativa e interdisciplinar.

As atividades realizadas durante a aplicação do projeto piloto foram organizadas seguindo um roteiro elaborado pelo professor-pesquisador, e com a intensa colaboração dos alunos que participaram do projeto.

Elas estão descritas em detalhes no final deste trabalho, nos capítulos 1 e 2 de um extenso apêndice.

5.POR QUE ENSINAR ASTRONOMIA ATRAVÉS DA ASTROFOTOGRAFIA?

Observar o céu nos centros urbanos, seja por prazer ou mesmo para estudo, constitui um grande desafio. A poluição atmosférica e luminosa nas grandes cidades é um obstáculo a observação e captura da esfera celeste.

Em consequência de nosso modo de vida atual, perdemos o hábito que nossos antepassados possuíam em observar o céu, e de relacionar alguns fenômenos celestes como por exemplo, a altura das marés, as estações climáticas, as fases da lua, e que muitas vezes se utilizavam dessas informações para compreender a melhor época para efetuar algumas atividades como a pesca, a agricultura, contagem do tempo, etc.

Porém, não é necessário um instrumento sofisticado para se observar o céu. Hiparco, um astrônomo da era pré-cristã (190 – 120 AEC), catalogou a posição no céu e o brilho (magnitude) de 850 estrelas utilizando apenas os olhos e alguns instrumentos simples, uma vez que o telescópio de Galileu Galilei (1564 – 1642) só surgiria em 1609.

Segundo COSTA (2011, p. 41)

> Ao longo de milênios, o olho humano foi o único detector de luz usado em observações astronômicas. Grandes astrônomos da Antiguidade, como Hiparco de Nicéa, fizeram descobertas notáveis sem auxílio de instrumentos óticos; eles usavam apenas miras e instrumentos de medidas de ângulos como quadrantes ou sextantes.

É óbvio que o céu de Hiparco era “infinitamente” mais escuro e livre de qualquer tipo de poluição, mas podemos utilizar algumas técnicas e conhecimento para contornar essa dificuldade, construindo anteparos com materiais de baixo custo, como papelão, para bloquear a PL (Poluição Luminosa), criando assim condições para boas observações e fotografia da esfera celeste.

Resgatar nosso antigo hábito de observar o céu é uma tarefa difícil, mas extremamente enriquecedora. Ao se observar o céu com um instrumento simples, nosso prazer não diminui, ao contrário, precisamos utilizar toda a nossa criatividade e imaginação para conseguir obter uma boa imagem e quando obtemos sucesso, a satisfação é indescritível.

O instrumento utilizado pode ser um binóculo ou um pequeno telescópio refrator de 50 mm de diâmetro, por exemplo. A inspiração inicial deste projeto surgiu quando em uma noite da primavera de 2015, apontamos um instrumento como este

para o planeta Saturno, que tinha sua posição aparente bem próxima da constelação do Escorpião.

Ao focalizar sua pequena, porém nítida imagem na ocular, ele se apresentou com aquele tênue anel, e mantendo-se por alguns minutos no centro da ocular, causou-nos impressão tão significativa que imediatamente despertou o desejo de "congelar" aquele momento.

Pensar que um instrumento tão simples pudesse colocar ao nosso alcance visual, mesmo com poucos detalhes, aquele objeto celeste distante 10,4 UA, tocou-me profundamente.

Com a imagem de Saturno ainda na memória buscamos, através de algumas pesquisas, o material que fornecesse subsídios necessários para a elaboração de uma proposta de ensino, procurando com isso uma melhor maneira de se observar e capturar imagens da esfera celeste, encontrando em um artigo do professor Pedro Ré, uma revisão histórica dos pioneiros da fotografia do céu noturno.

A seleção desses equipamentos foi feita propositadamente, pelo fato de permitirem que qualquer estudante consiga adquirir ou mesmo aproveitar aquela câmera que está ociosa em sua residência, muitas vezes por ter sido substituída por outra mais moderna.

Em alguns casos, o modelo antigo do equipamento escolhido para o projeto (Sony Cybershot®) foi adotado, porque possui recursos de tempo de exposição, abertura e ISO configuráveis, que algumas câmeras semiprofissionais não possuem.

Atualmente existe vasto material de fontes variadas, com imagens de alta resolução obtidas pelo Telescópio Espacial Hubble e de outros grandes telescópios, colocando em dúvida a real necessidade da utilização de equipamentos tão limitados para captura de imagens astronômicas. No entanto, para resgatar o hábito de observar o céu, a astronomia amadora oferece a oportunidade de aprender essa ciência de forma prazerosa, vivenciada através de atividades ao ar livre, e não somente de textos, manuais técnicos e imagens na Internet.

O fato de os estudantes terem relativa facilidade ao acesso a essas imagens não diminui o desejo deles, ou de qualquer pessoa interessada em astronomia, em efetuar as próprias imagens da esfera celeste, seja por prazer ou para estudo.

Neste sentido, o que propormos neste projeto é demonstrar que, através de atividades práticas no contexto da escola e em grupos de pessoas interessadas em ciências, qualquer um pode vivenciar a experiência de estudar astronomia, captando

imagens da esfera celeste utilizando equipamentos simples, ao alcance de qualquer pessoa, já que telescópios e instrumentos profissionais são acessíveis a muito poucos.

Astronomia é uma ciência que pode e deve ser estudada utilizando ferramentas e experimentos práticos, porque seu laboratório é a própria esfera celeste. Podemos fornecer subsídios teóricos aos estudantes, ou mesmo pessoas interessadas no tema inicialmente em uma sala de aula ou laboratório, no entanto, será muito mais proveitoso a céu aberto.

Como estratégia para o aprendizado, introduzimos uma problematização inicial sobre o assunto a ser estudado, seguido da organização desse conhecimento e aplicação desse conhecimento (3MP).

Desta forma os estudantes vivenciam a experiência de observar os objetos celestes, seu movimento aparente e outros fenômenos naturais, para despertar reflexões e discussões com seus pares.

LONGHINI, M. D., (2014, p.425), questiona onde ensinamos astronomia? E responde à questão afirmando,

> [...] poderíamos responder: “no Universo”, o que seria completamente verdade, mas pouco ajudaria em nossa proposição. No entanto, trata-se disso. Não ensinamos Astronomia exclusivamente na sala de aula, nem apenas em um laboratório, ou em um Observatório (nesses lugares também ensinamos e aprendemos, mas não só neles, nem melhor).

A educação em astronomia, por ser uma ciência interdisciplinar, pode ser utilizada como integradora dos estudantes, através da observação sistemática e real da esfera celeste, com o objetivo de compreender os diversos fenômenos que ocorrem no céu, construindo assim o conhecimento de forma coletiva, provocando reflexões a respeito da posição que ocupamos no passado, nossa visão presente e futura em relação ao Universo.

Neste contexto, a astrofotografia surge como uma poderosa ferramenta de apoio ao aprendizado, uma vez que através dela podemos estudar as imagens da esfera celeste, “congelando o movimento aparente dos astros”, criando a oportunidade para uma análise mais cuidadosa dos fenômenos celestes.

São muitas as atividades de aprendizado que podemos elaborar com estes recursos, e neste trabalho pretendemos descrever algumas de que poderemos utilizar como ferramenta para ensino de astronomia.

Para exemplificar, algumas das atividades que podem contribuir com o ensino de ciências e resgatar o hábito de nossos antepassados em observar o céu, são aquelas de reconhecimento de constelações do hemisfério Sul utilizadas com os estudantes.

Boa parte das 88 constelações oficiais reconhecidas pela UAI (União Astronômica Internacional) podem ser observadas do hemisfério Sul e, portanto, podem ser identificadas e desenhadas utilizando fotografias da esfera celeste. A partir destes desenhos é possível estudar sua periodicidade no céu, despertando assim o interesse pela astronomia.

Outra das atividades propostas é a elaboração pelos estudantes de um pequeno catálogo que relacione as constelações presentes na esfera celeste de acordo com as estações do ano, associando sua visualização com a época em que estejam visíveis no céu.

De posse desta informação, podemos solicitar aos estudantes que efetuem a análise das astrofotografias, identificando as constelações que predominam na primavera e no outono na cidade de São Paulo, por exemplo, ou em outra cidade qualquer.

Além disso, podemos associar essas imagens capturadas e reconhecidas sob a ótica da cultura ocidental, comparando-as com a de outras culturas, como por exemplo a Tupi-Guarani que reconheceu na constelação de Órion e Touro da cultura Ocidental, a constelação do Homem Velho, sob sua perspectiva cultural, introduzindo com os estudantes conceitos de Etnoastronomia.

Pouquíssimas pessoas reconhecem algumas das constelações mais evidentes em nosso céu, como Cão Maior, Escorpião ou Órion, desconhecendo também as estrelas mais brilhantes de nossas noites (Sírius e Canopus).

A grande maioria somente reconhece o asterismo na constelação de Órion, chamado popularmente de “Três Marias”, formadas pelas estrelas Alnitak, Alnilam e Mintaka que na realidade são o cinturão desta constelação, na cultura ocidental.

Em fotografias dessas constelações, como por exemplo na de Órion, as “Três Marias” com suas três estrelas azuis, podem ser utilizadas na introdução do conceito das cores das estrelas, abordando de forma introdutória o diagrama H-R (Hertzsprung-Russell), demonstrando que existe uma infinidade de estrelas com cores diferentes, decorrentes de suas temperaturas superficiais.

As câmeras utilizadas em nosso projeto piloto possuem resolução cromática suficiente para distinguir estrelas vermelhas com temperaturas superficiais menores das estrelas azuis com temperaturas superficiais maiores.

Estes são apenas alguns exemplos de atividades que podemos aplicar a estudantes do ensino médio, contribuindo com a construção do conhecimento em ciências, e que será demonstrado neste trabalho através de algumas técnicas que foram efetuadas experimentalmente com estudantes do ensino médio, que se dispuseram a participar do projeto e que estão representando as três ETEC´s citadas neste trabalho.

5.1 - Astrofotografia nos dias atuais.

Fotografar com qualidade hoje é quase corriqueiro. Com a evolução tecnológica do CCD e das câmeras, atualmente é possível efetuar fotos com qualidade, usando inclusive um telefone celular.

Essa facilidade faz com que não precisemos de equipamentos de alta tecnologia que possuem um alto custo; com alguma técnica e paciência podemos obter imagens com qualidade do céu noturno com relativa facilidade utilizando equipamentos simples. Podemos capturar excelentes fotografias do céu noturno com uma câmera digital simples montada sobre um tripé de baixo custo.

O conjunto de lentes que vêm equipando as câmeras digitais atualmente consiste em uma lente convergente, que na realidade é um conjunto de lentes, funcionando como uma lente única e que cria uma imagem real e invertida do objeto celeste que se deseja fotografar.

Após a captura, a câmera digital necessita de um tempo para processar a imagem capturada. Nestas câmeras, a exposição aparece no menu de configuração, indicado por um número que representa o inverso do tempo em segundos, para tempos inferiores a um segundo.

Por exemplo, se no menu aparecer o número 500 isto significa que a exposição será de $^{1}/_{500}$ segundos. Nos modelos utilizados no projeto, os tempos de exposição são limitados a um milésimo de segundo ($1/_{1000}$ s.), indicando no display o número 1000.

Finalizado o tempo da exposição, a câmera levará este mesmo tempo para processar e gravar o arquivo digital com a imagem capturada e a mostrará no display.

Para capturar as estrelas mais brilhantes e algumas menos brilhantes, precisamos configurar a câmera digital com pelo menos 10 s. de exposição. No caso das câmeras digitais, no display aparecerá o número 10”, indicando esse tempo e, como visto anteriormente, ela levará os mesmos 10 s. para processar a imagem digital e gravá-la.

Mais adiante neste trabalho, veremos algumas outras configurações que precisam ser feitas para que a câmera consiga capturar com eficiência imagens da esfera celeste.

Como problematização inicial com nossos estudantes na astrofotografia, abordaremos esses recursos das câmeras digitais, especificamente as utilizadas neste projeto de ensino, discutindo algumas características principais e o caminho da luz até o sensor. Discutiremos também algumas configurações que permitirão contornar os recursos limitados dessas câmeras, obtendo assim imagens do céu para estudo e análise.

No ensino, a utilização dessas câmeras para a astrofotografia pode ser um eficaz instrumento interdisciplinar para a aprendizagem das ciências, e as interpretações das fotos conduzem os alunos a uma eficiente introdução à metodologia científica e análise de dados. (LANGHI, 2014).

Como forma de embasar nossa experimentação em fotografia do céu noturno (astrofotografia), iremos inicialmente abordar uma breve teoria do funcionamento dessas câmeras para compreender como a luz chega até o sensor.

Não pretendemos com esse trabalho fornecer detalhes técnicos profundos do funcionamento delas, uma vez que não é o foco deste projeto, mas sim fornecer uma breve compreensão do processo de captura da luz visível por estes dispositivos.

5.1.1 - CCD – Charge-coupled device

O CCD (charge-coupled device), ou em português, dispositivo de carga acoplada, foi desenvolvido por Willard Boyle e George E. Smith em 1969.

É uma matriz de foto-elementos com capacidade para converter a luz incidente, proveniente da lente de uma câmera, em uma distribuição de cargas elétricas proporcionais à intensidade da luz em cada ponto do plano focal, produzindo assim uma imagem eletrônica (COSTA, 2011, p. 44*)*.

Cada elemento deste dispositivo semicondutor atua de forma independente. Conhecido pelo nome de pixel (picture element), eles estão interligados um a um para a composição da imagem.

Para compor a fotografia, é efetuado um processamento eletrônico através da “leitura” das cargas elétricas de cada pixel, formando assim a imagem digital.

Neste projeto, utilizamos quatro câmeras Sony Cybershot® modelos DSC P73, DSC P93, DSC P150 e DSC W200, com características muito similares e fáceis de serem configuradas com o objetivo de capturar a esfera celeste.

Todas vêm equipadas com um sensor CMOS, mas com diferentes resoluções e configurações de tempos de exposição, abertura e ISO e são apresentadas nas figuras 12, 13, 14 e 15.

FIGURA 12 - CÂMERA SONY CYBERSHOT P 73

FONTE: FOTO DO AUTOR

FIGURA 13 - CÂMERA SONY CYBERSHOT P 93

FONTE: FOTO DO AUTOR

FIGURA 14 - CÂMERA SONY CYBERSHOT P 150

FONTE: FOTO DO AUTOR

FIGURA 15 - CÂMERA SONY CYBERSHOT W 200

FONTE: FOTO DO AUTOR

Existem seis métodos possíveis para a astrofotografia:

- ✓ câmera estacionária, onde a mesma é colocada em um tripé fixo;
- ✓ piggy-back onde a câmera fica acoplada acima do tubo do telescópio, com recurso de acompanhamento sideral;
- ✓ foco primário onde o tubo do telescópio se torna a lente objetiva da câmera;
- ✓ projeção positiva onde a câmera é acoplada através de um adaptador sem a lente da câmera direto à frente da ocular;
- ✓ projeção negativa que é idêntico ao anterior, mas não utilizamos a ocular do telescópio;
- ✓ afocal que consiste em focalizar a lente da câmera na ocular do telescópio, o que torna o foco bem crítico.

Neste projeto, vamos utilizar o método da câmera estacionária em tripé, que é o método possível com as limitações dos modelos de câmeras utilizados.

Em nossas atividades utilizamos quatro modelos da Sony Cybershot®, com prefixo “P” e “W”, descritas anteriormente, que permitem tempos de exposição de até 30 s., aberturas entre f.2,8 e f.5,6 e ISO (International Standards Organization) entre 100 e 800, que viabilizam a captura do céu noturno.

A técnica para se obter uma boa imagem do céu estrelado se resume a três princípios fundamentais: quantidade de luz que entra pelo diafragma da câmera,

tempo que o obturador permanece aberto para a passagem da luz e sensibilidade a que o sensor foi configurado, conhecido como ISO.

O ISO é um parâmetro que indica a sensibilidade do sensor da câmera à luz do ambiente, também conhecido como velocidade ISO, ou seja, quanto maior o número ISO, maior a sensibilidade do sensor à luz, e quanto menor o número ISO, menos luz será percebida por este sensor. Este parâmetro é útil para ajuste do fotômetro da câmera.

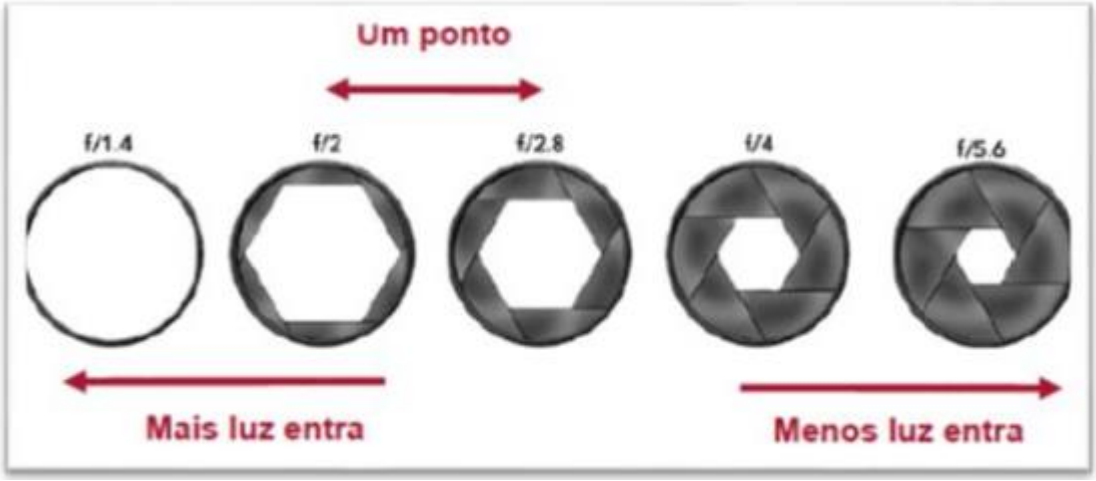
No entanto se utilizarmos um ISO muito alto, o ruído da imagem aumenta causando granulação da imagem. Para evitar esse efeito indesejável, devemos utilizar ISO entre 200 e 400 quando temos um céu com muita PL.

Já a velocidade ISO 800 é recomendável quando temos um céu relativamente escuro, com pouca PL. Em um dos modelos, (W200) o ajuste de ISO pode chegar a 3200, mas só deveremos utilizar esse valor em um céu extremamente escuro, geralmente disponível em áreas rurais afastadas dos centros urbanos.

Outro parâmetro importante para a astrofotografia é a abertura do diafragma. Esse parâmetro é identificado pela letra “f” seguida de um número.

Quanto menor for este número mais aberto estará o diafragma e quanto maior o número, mais fechado e por consequência menos luz será recebida no interior da câmera (Figura. 16).

FIGURA 16 - ABERTURAS DE UM OBTURADOR



FONTE: FOTOGRAFIA DIGITAL, TRIGO, 2015

Os valores de obturador possíveis nos modelos das câmeras utilizadas em nossas atividades, vão de f.2,8 até f.5,6. Quanto mais tênue for o objeto a ser fotografado, maior deverá ser a abertura (f.2,8).

Se o objeto for muito brilhante, como por exemplo a Lua, a abertura deverá ser configurada de modo que passe menos luz (f.5,6) para não saturar a imagem. Ainda no caso da Lua, o ISO deve ser o menor possível, com valores entre 50 ou 100.

O último parâmetro que deverá ser configurado é a velocidade do obturador medida em segundos. Como já discutido no capítulo anterior, nos modelos utilizados em nossas atividades, existem tempos iniciando em $^{1}/_{1000}$ s. (obturador rápido) até 30 s. (obturador lento).

Este último vem acompanhado pela letra “NR” (Noise Reduction) a frente do número, e se refere há uma característica do equipamento em minimizar a granulação da imagem.

O fluxo luminoso que deverá ser capturado para formar a imagem do objeto celeste alvo é controlado através da combinação do obturador, mais diafragma (exposição) e velocidade ISO.

5.1.2 - Fotografando com tripé fixo

Mesmo com as limitações impostas pela fotografia com a câmera fixa em um tripé, é possível produzir excelentes astrofotografias por puro prazer ou, como é o caso aqui, para estudar objetos celestes, constelações etc.

Como afirma RÉ (2009/2010),

> [...] fotografar o céu é uma ambição natural de muitas pessoas, entre as quais incluem-se os entusiastas da fotografia e da astronomia, os amantes da natureza e os astrônomos amadores. Por vezes pensa-se que registrar estas imagens exige equipamentos altamente sofisticados e amplos conhecimentos, mas algumas fotografias, estão ao alcance de qualquer pessoa motivada e persistente e nem por isso deixam de ser belas. O equipamento necessário é por vezes, muito simples.

Portanto é possível obter astrofotografias com qualidade suficiente para utilização como ferramenta no aprendizado de astronomia, utilizando equipamentos acessíveis a qualquer pessoa.

Bons tripés são sólidos e estáveis, mas também têm um alto custo de aquisição. Neste projeto, utilizamos tripés de baixo custo com excelente performance. Eles possuem 1,20 m de altura, que são suficientes para boas fotos.

Utilizamos também pequenos tripés de 10 cm de altura, que custam algumas dezenas de reais. Eles podem ser apoiados sobre uma mureta ou mesmo à capota de um carro.

O movimento aparente dos astros na esfera celeste, causado pelo movimento de rotação de nosso planeta, é um obstáculo na obtenção de imagens nítidas, uma vez que quanto maior o tempo de exposição, maior será o “rastro” das estrelas. A distância angular das estrelas ao polo celeste também é um fator que aumenta seu deslocamento aparente.

Mas tempos de exposição de algumas dezenas de segundos não afetarão a imagem de modo significativo, desde que se cumpram algumas regras básicas. Vamos por exemplo, imaginar que estamos com uma câmera do modelo utilizado, configurada com tempo de exposição de 15 s., instalada em um tripé fixo. Vamos desprezar aqui as configurações de abertura e ISO, somente para facilitar a compreensão.

Câmera e tripé são um ponto sobre a Terra, portanto estão girando em relação às estrelas distantes no céu em um ângulo de aproximadamente:
15 x (360°/86.400) = 0,0625°, onde um dia representa uma rotação da Terra em torno do seu eixo, ou seja, 360° e 86.400 o número de segundos de um dia. Neste caso, a estrela que seria um ponto na imagem apareceria como um “traço” muito curto, sendo visível somente em um computador com muita ampliação (OURIQUE et al. 2010, p.1302).

O “rastro” ocorre quando utilizamos uma configuração de longa exposição, (geralmente acima de 30 s.) causando um alongamento na imagem do objeto celeste, no sentido oposto ao da rotação da Terra.

A não ser que a intenção do fotógrafo seja a de obter uma foto com *star trail* (rastro de estrelas), a imagem ficará inutilizável para estudo.

Para evitar esse efeito indesejável, existe uma tabela de tempos de exposição relacionada à altura que o objeto a ser fotografado se encontra no céu e sua posição aparente relativa ao polo celeste do observador. Os valores são aproximados para câmeras utilizadas em nosso projeto e servem como referência em equipamentos idênticos aos utilizados.

Para elaborar essa tabela, foi necessário a experimentação em campo utilizando como referência uma das câmeras Sony Cybershot® DSC P93, a fim de obter os tempos de exposição aproximados, sem que o rastro se torne visível.

Com nosso equipamento adaptado a um tripé, fizemos algumas astrofotografias utilizando uma exposição de 30” que é a máxima permitida para este modelo.

O tempo máximo foi escolhido com a finalidade de provocar o maior rastro possível em relação à região do céu a ser fotografada. Utilizamos uma abertura de f.2,8, que também é a maior possível e velocidade ISO ajustada para 400.

Foram efetuados sete frames únicos, com a primeira foto apontada para a região próxima ao polo celeste Sul em nossa latitude (23° Sul), com os frames seguintes se distanciando dessa região do céu, elevando a câmera da seguinte forma: 0° (polo celeste), 12°, 17°, 27° e 37°, 67º e 97º. Utilizando o aplicativo “Clinometer” para Android, disponível para a maioria dos celulares, alinhando o celular com a inclinação da câmera apontada para o céu, teremos os seguintes ângulos em relação ao plano horizontal: 23°, 35°, 40°, 50°, 60°, 90° e 60° aproximadamente.

Na sequência, apontamos para o quadrante Norte e ajustamos a altura em 97° a partir do polo celeste sul (60° na direção Norte, relativo ao horizonte), finalizando com a câmera apontada 67° a partir do polo celeste sul (90° em relação ao horizonte - zênite).

Nesta atividade experimental, procuramos seguir aproximadamente a linha meridiana Sul-Norte (meridiano do observador).

Transferidas as fotos para um computador, efetuamos um tratamento básico para que as estrelas sobressaíssem na imagem e analisamos as fotos com e sem ampliação, a fim de verificar se o rastro era perceptível ou se as estrelas estavam pontuais na imagem.

Com base nesses dados e análise dessas sete imagens, elaboramos a Tabela 1 onde podemos ver quais ângulos utilizar a partir do polo celeste, com a câmera configurada com exposição máxima (30”), sem que o rastro inutilize as fotos.

Tabela 1 – Exposição x altura a partir do polo celeste visível ao observador (23°Sul)

Ângulo do objeto em graus a partir do Polo Celeste Sul (Distância Polar)	Abertura	Tempos de Exposição utilizados	ISO	Clinômetro (celular) Ângulo a partir do horizonte	Percepção do Rastro na imagem	Figura número
0°	f. 2,8	30 s.	400	23°	Sem rastro	17
12°	f. 2,8	30 s.	400	35°	Sem rastro	18
17°	f. 2,8	30 s.	400	40°	Rastro discreto	19**

27°	f. 2,8	30 s.	400	50°	Rastro discreto	20**
37°	f. 2,8	30 s.	400	60°	Rastro visível	21**
67°(zênite)	f. 2,8	30 s.	400	90°	Rastro visível	22**
97°	f. 2,8	30 s.	400	60°	Rastro visível	23**
*	Tempos de exposição por frame recomendados em astrofotografia com câmera fixa, modelos Sony® Cybershot					
**	Na ampliação dessas imagens, o rastro fica evidente.					

Fonte: Valores obtidos experimentalmente pelo autor.

Para tempos de exposição menores que os utilizados, concluímos de forma experimental, que o rastro será tanto menor, quanto menor for o tempo de exposição, dependendo também da distância angular em relação ao polo celeste do observador e posição do objeto celeste alvo no céu.

Para compreender melhor esse efeito, nas páginas seguintes colocamos as sete imagens em sequência, para que o leitor possa verificar o efeito causado pelo rastro, na qualidade de nossas astrofotografias.

As imagens referenciadas na tabela 1 foram capturadas na cidade de Osasco/SP, dentro do perímetro urbano, e por este motivo há presença marcante da PL nas astrofotografias que foram minimizadas com o pós-processamento básico.

Mesmo com a PL e o rastro visível, podemos observar nas figuras 22 e 23, que ainda é possível identificar o cinturão de Órion na imagem (Três Marias), a estrela alfa desta constelação, Betelgeuse, com seu brilho avermelhado, entre outros objetos celestes nesta região do céu.

FIGURA 17 - ALTURA 23º SUL - EXP.30S. - F.2,8 - ISO 400

FONTE: IMAGEM CAPTURADA PELO AUTOR

FIGURA 18 - ALTURA 35º SUL - EXP. 30" - F.2,8 - ISO 400

FONTE: IMAGEM CAPTURADA PELO AUTOR

FIGURA 19 - ALTURA 40º SUL - EXP. 30" - F.2,8 – ISO - 400

FONTE: IMAGEM CAPTURADA PELO AUTOR

FIGURA 20 - ALTURA 50º SUL - EXP. 30" - F. 2,8 - ISO 400

FONTE: IMAGEM CAPTURADA PELO AUTOR

FIGURA 21 - ALTURA 60º SUL - EXP. 30" - F.2,8 - ISO

FONTE: IMAGEM CAPTURADA PELO AUTOR

FIGURA 22 - ALTURA 90º ZÊNITE - EXP. 30" - F. 2,8 - ISO 400

FONTE: IMAGEM CAPTURADA PELO AUTOR

FIGURA 23 - ALTURA 60º NORTE - EXP. 30" - F. 2,8 - ISO

FONTE: IMAGEM CAPTURADA PELO AUTOR

Com base nos valores da tabela 1, obtidos com um dos modelos de câmeras utilizadas neste projeto, podemos inferir uma estimativa qualitativa dos tempos de exposições que possibilitarão imagens sem rastro de estrelas.

Lembrando que ao apontar a câmera para a esfera celeste, em posição cada vez mais distante do polo celeste do observador, à medida que nos afastamos dessa posição imaginária do céu, diminuímos o tempo de exposição, conforme podemos verificar na tabela 2.

Tabela 2 – Exposição x altura a partir do polo celeste do observador em 23°Sul, recomendados para fotos com câmeras Sony® Cybershot em tripé fixo.

Ângulo do objeto em graus a partir do Polo Celeste Sul (Distância Polar)	Abertura	Tempos de Exposição utilizados	Clinômetro (celular) Ângulo a partir do horizonte	ISO	
0°	f. 2,8	30 s.	23°	400	
12°	f. 2,8	30 s.	35°	400	
17°	f. 2,8	25 s.	40°	400	
27°	f. 2,8	20 s.	50°	400	
37°	f. 2,8	15 s.	60°	400	
67°(zênite)	f. 2,8	10 s.	90°	400	
97°	f. 2,8	10 s.	60°	400	
• Tempos de exposição por frame recomendados em astrofotografia com câmera fixa, modelos Sony® Cybershot					

Fonte: Valores obtidos experimentalmente pelo autor.

As tabelas elaboradas de forma experimental permitem que qualquer pessoa tenha uma noção de como obter imagens da esfera celeste, com o mínimo de rastro,

mas também é possível a utilização de outros métodos para medir o rastro em uma imagem digital.

A rigor, é possível calcular o tamanho do rastro de uma estrela a partir de sua posição no céu, característica da câmera, e tempo de exposição, mediante a fórmula:

$$tamanho\ do\ rastro\ (pixels) = \frac{\mathrm{F\ x\ E\ x}\ \frac{2\pi}{T}\ \mathrm{x}\ \cos(\mathrm{D})}{\mathrm{tamanho\ do\ pixel}}$$

onde F é a distância focal, E o tempo de exposição, T o dia sideral e D a declinação da estrela.

Este tipo de abordagem pode ser uma excelente ferramenta para que o professor de física aplique esses conceitos com alunos do terceiro ano do ensino médio, considerando o nível de aprofundamento.

Nosso método utilizando as imagens obtidas de forma experimental, permitem uma abordagem mais flexível e pode ser utilizado nos anos iniciais do ensino médio.

Portanto, fotografar próximo ao Polo Celeste é mais vantajoso, lembrando sempre que a altura deste vai depender da latitude do observador.

Quanto maior for a distância angular do Polo Celeste, menores devem ser os tempos de exposição, não ultrapassando 30” por foto, valores esses aproximados para câmeras dos modelos utilizados neste projeto.

Os tempos de exposição diminuem significativamente, à medida que nos afastamos da região do céu onde se encontra o Polo Celeste do observador, no caso de câmeras em tripé fixo.

A alternativa mais viável neste caso é a experimentação, uma vez que dependendo do modelo da câmera esses tempos serão diferentes. Inicie fotografando a região onde se encontra o “ponto imaginário” do polo celeste, utilizando um ajuste inicial de 10 s.

Apontando a câmera para esta região, podemos testar quais tempos de exposição poderemos utilizar para capturar imagens da esfera celeste, verificando se as estrelas se apresentam pontuais, e gradativamente ir aumentando esses tempos, até que o rastro se torne perceptível, sem a ampliação da imagem.

O mesmo procedimento devemos adotar para a fotografia de objetos distantes do polo celeste. A medida que nos afastamos do mesmo, teremos que diminuir os tempos de exposição a fim de evitar que apareçam rastros na imagem.

Isto ocorre porque as estrelas em seu movimento aparente, percorrem mais lentamente a esfera celeste em um mesmo intervalo de tempo, quando próximas ao Polo Celeste. Por consequência, quanto mais distante no céu as estrelas estiverem deste ponto, mais rápido será seu movimento aparente, no mesmo intervalo de tempo.

A PL é outro fator que contribui para dificultar a captura de boas imagens do céu. Em nossas atividades após prévia escolha do alvo a ser fotografado, local e horário do objeto em relação a sua melhor posição no céu, estabelecemos algumas regras para contornar esse problema.

Alvos muito próximos ao horizonte ficarão prejudicados pela iluminação pública, portanto devemos evitar fotografar com altura menor que 30°.

As noites sem lua (Lua Nova), ou noites com luas de quarto crescente ou minguante e noites em que a Lua nasce tarde ou tem seu ocaso bem cedo, são mais propícias a astrofotografia.

Caso o local em que você tenha montado seu equipamento fique em área urbana com iluminação pública, a “luz parasita” pode prejudicar muito suas astrofotografias.

Você deverá contornar essa situação posicionando sua câmera em uma área protegida pela “sombra” de uma árvore, de um poste ou mesmo de um prédio, evitando que a iluminação atinja a objetiva. Se estiver utilizando um tripé de 10 cm no chão, coloque anteparos de papelão bloqueando a iluminação pública ou residencial, evitando que esta chegue até a objetiva da câmera.

Quanto menor for a PL do local onde estamos fotografando, melhor a qualidade da imagem capturada, sem que a luz “parasita” interfira na luz que incide em nossa câmera.

O tempo de exposição que o obturador fica aberto captando a luz, determina o limite de magnitude aparente que o nosso equipamento consegue alcançar na esfera celeste.

Na câmera, quanto maior o tempo de exposição, mais luz incide no CCD, mas como estamos fotografando com tripé fixo, estamos limitados aos 30” para que nossas astrofotografias possam ser utilizadas como material de estudo.

Utilizando a imagem da figura 64 (Apêndice C), estimamos a magnitude aparente de distintas estrelas, elaborando uma tabela e analisando o brilho desde a mais tênue até a mais brilhante. Essas estrelas foram capturadas com as câmeras

utilizadas neste trabalho e a partir dos dados desta tabela criamos um gráfico de magnitudes x tempos de exposição.

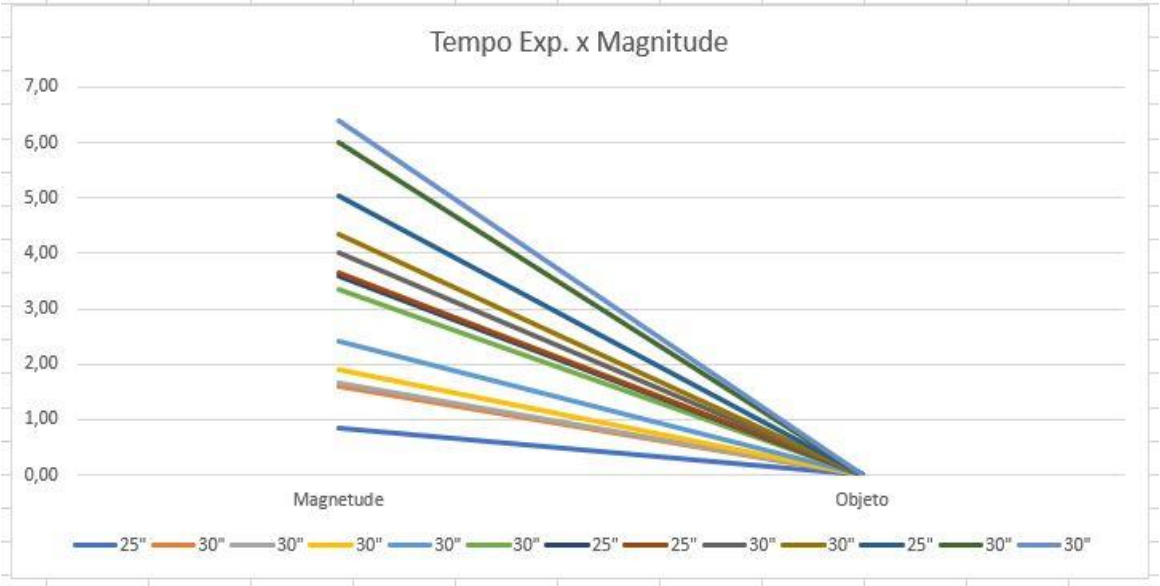
TABELA 3 - TEMPOS DE EXPOSIÇÃO X MAGNITUDES DAS ESTRELAS DA FIGURA 64

T. Exp.	Magnitude	Objeto
25"	0,85	Aldebarã (1*)
30"	1,60	Bellatrix
30"	1,65	Alnilan
30"	1,90	Alhena
30"	2,40	Mintaka
30"	3,35	Saif
25"	3,60	Atlas
25"	3,65	Prima Hyadum
30"	4,00	σ Orionis
30"	4,35	Heka
25"	5,05	σ 1TAU
30"	6,00	Propus
30"	6,40	26257 HIP (2**)
(1*) Mais brilhante da Imagem – (2**) Menos brilhante da imagem.		

FONTE: VALORES OBTIDOS EXPERIMENTALMENTE A PARTIR DA FIGURA 64 PELO AUTOR

Observando o gráfico da figura 23A, percebemos que nossas câmeras conseguem capturar objetos celestes com magnitude aparente próximo a seis e meio.

FIGURA 23A - TEMPOS DE EXP. X MAGNITUDE – ESTRELAS DA FIGURA 64 (APÊNDICE C)



FONTE: VALORES OBTIDOS PELO AUTOR

Observadas essas regras básicas, testando e experimentando, teremos como resultado imagens de boa qualidade utilizando o “laboratório natural” que a esfera celeste nos oferece, criando um excelente material para abordar variados conceitos de astronomia.

Este tipo de atividade permite ao docente de Física abordar com os estudantes conceitos de magnitude aparente e fotometria, fazendo uso da imagem capturada, sendo ideal para aplicação no ensino médio.

O professor de informática poderá efetuar um tratamento básico na imagem com os estudantes em laboratório, ajustando o contraste e o brilho, para em seguida inverter os tons da imagem para impressão. Esta estratégia é um excelente meio para reconhecimento de constelações e para a prática da astrometria.

A utilização dessas imagens invertidas e distribuição de fotocópias, permite que os estudantes visualizem e compreendam melhor o conceito de magnitude, uma vez que ao imprimir uma imagem invertida, o céu que é escuro na imagem será impresso branco e as estrelas serão impressas como pontos pretos, sendo possível perceber bem a diferença entre elas.

É fato que as câmeras utilizadas neste projeto possuem um conjunto ótico simples e, por este motivo, teremos mais chance de sucesso na atividade se apontarmos para as constelações com as estrelas mais brilhantes em nosso céu.

Como exemplo de alvos brilhantes, podemos citar a estrela Sirius (Alfa do Cão Maior), a Estrela Antares (Alfa do Escorpião) entre muitas outras, com brilho suficiente que permite sua captura, mesmo com a PL presente nos grandes centros urbanos.

Finalizando, em nosso caso em particular, como utilizamos tripé fixo e câmeras comuns, precisamos sempre testar nossos procedimentos verificando se será possível produzir boas astro fotos. Aqui entra a criatividade, buscando sempre a qualidade das imagens com a finalidade de estudo e prática da astronomia.

6.O QUESTIONÁRIO ON-LINE

Como forma de nortear as ações pedagógicas durante a aplicação do projeto piloto, elaboramos está pesquisa, que busca verificar os conteúdos de astronomia a que os alunos tiveram contato no ensino fundamental, período de estudos que antecede seu ingresso no ensino médio, bem como durante as 1ª e 2ª séries dos cursos técnicos, integrados ao ensino médio.

Com a análise dos resultados, obteremos uma amostragem próxima a realidade em relação à construção do conhecimento dos conceitos de astronomia, atendendo as orientações dos PCN e PCN+, bem como na grade do curso do ensino médio nas escolas estaduais do Centro Paula Souza.

Com base nesses resultados, conduzimos a intervenção de forma a reforçar esses conteúdos. Esta pesquisa foi efetuada de forma voluntária e anônima, sem necessidade de se identificar professores, instituições ou os estudantes.

Ela foi disponibilizada on-line no endereço eletrônico: https://www.onlinepesquisa.com/s/profAmaral, de modo que o maior número possível de alunos das três ETEC´s, tivessem acesso fácil, bem como os demais estudantes que não participaram diretamente do projeto piloto.

Desse modo, o questionário on-line possui a seguinte estrutura:

DURANTE SEU ENSINO MÉDIO, VOCÊ ENTROU EM CONTATO COM CONTEÚDOS QUE ABORDARAM O ENSINO DE ASTRONOMIA DE FORMA GERAL? RESPONDA AS QUESTÕES ABAIXO, DE ACORDO COM O QUE FOI ENSINADO OU NÃO, RELATIVO A ASTRONOMIA.

1. Durante seu curso, no primeiro ou segundo ano, você entrou em contato com conteúdo de história da astronomia (Copérnico, Galileu, Kepler, Newton, etc.)? *

- ( ) Não
- Sim, vi isso em História
- Sim, vi isso em Geografia
- Sim, vi isso em Física

- Sim, vi isso em outra disciplina

2. Durante seu curso, no primeiro ou segundo ano, você entrou em contato com conteúdo que abordassem nosso sistema solar? *

- Não
- Sim, vi isso em História
- Sim, vi isso em Geografia
- Sim, vi isso em Física
- Sim, vi isso em outra disciplina

3. Durante seu curso, no primeiro ou segundo ano, você entrou em contato com conteúdo sobre as estações do ano e pontos cardeais? *

- Não
- Sim, vi isso em História
- Sim, vi isso em Geografia
- Sim, vi isso em Física
- Sim, vi isso em outra disciplina

4. Durante seu curso, no primeiro ou segundo ano, você entrou em contato com conteúdo sobre sistema Terra-Lua-Sol? (Eclipses, Fases da Lua, etc.) *

- Não
- Sim, vi isso em História
- Sim, vi isso em Geografia
- Sim, vi isso em Física
- Sim, vi isso em outra disciplina

5. Durante seu curso, no primeiro ou segundo ano, você entrou em contato com conteúdo abordando constelações do céu noturno? (Cruzeiro do Sul, Órion, etc.) *

- Não
- Sim, vi isso em História
- Sim, vi isso em Geografia
- Sim, vi isso em Física
- Sim, vi isso em outra disciplina

7.RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO ON-LINE

Ao finalizar o prazo estipulado para responder o questionário, verificamos que um total de 302 estudantes participaram da pesquisa, completando todas as questões de forma correta.

Os dados obtidos com esse questionário estão dispostos em gráficos que possibilitam visualizar o percentual das respostas “Sim” ou “Não”, para cada tema de astronomia recomendados nos PCN e PCN+, e que estão na grade dos cursos de Ensino Médio Integrado ao Técnico das Escolas do Centro Paula Souza e contemplados também nos livros didáticos analisados, adotados para o triênio 2018/2019/2020 através no PNLD.

O percentual sobre conteúdos de astronomia há que os estudantes tiveram contato, segundo a percepção deles está demonstrada abaixo:

1. Durante seu curso, no primeiro ou segundo ano, você entrou em contato com conteúdos de história da astronomia (Copérnico, Galileu, Kepler, Newton, etc.)? *

Número de participantes:
302

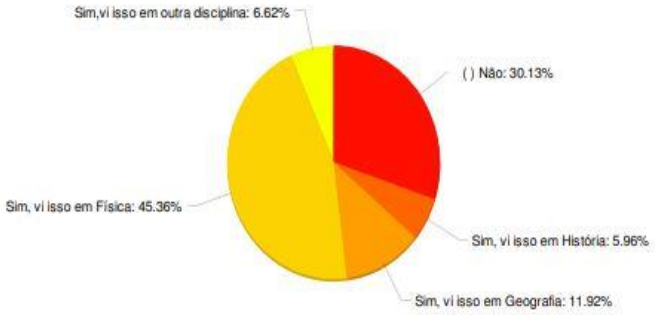
91 (30.1%): ( ) Não

18 (6.0%): Sim, vi isso em História

36 (11.9%): Sim, vi isso em Geografia

137 (45.4%): Sim, vi isso em Física

20 (6.6%): Sim,vi isso em outra disciplina



2. Durante seu curso, no primeiro ou segundo ano, você entrou em contato com conteúdos que abordassem nosso sistema solar? *

Número de participantes:
302

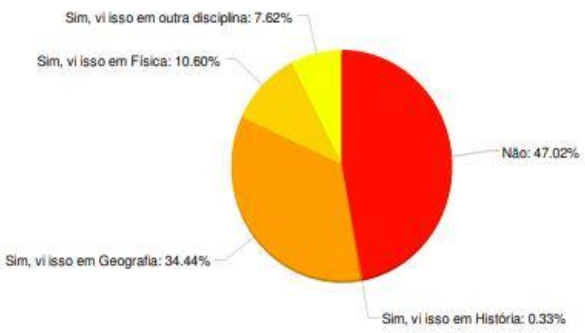
142 (47.0%): Não

1 (0.3%): Sim, vi isso em História

104 (34.4%): Sim, vi isso em Geografia

32 (10.6%): Sim, vi isso em Física

23 (7.6%): Sim, vi isso em outra disciplina



3. Durante seu curso, no primeiro ou segundo ano, você entrou em contato com conteúdos sobre as estações do ano e pontos cardeais? *

Número de participantes:
302

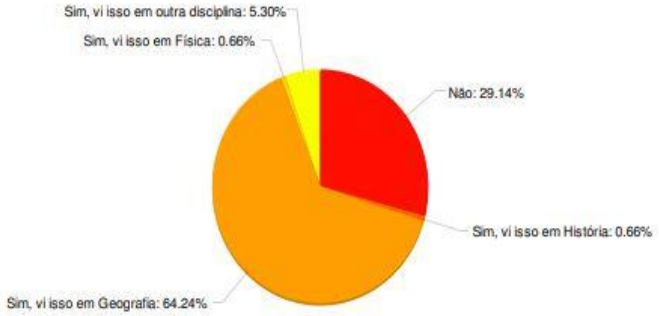
88 (29.1%): Não

2 (0.7%): Sim, vi isso em História

194 (64.2%): Sim, vi isso em Geografia

2 (0.7%): Sim, vi isso em Física

16 (5.3%): Sim, vi isso em outra disciplina



4. Durante seu curso, no primeiro ou segundo ano, você entrou em contato com conteúdos sobre sistema Terra-Lua-Sol ? (Eclipses, Fases da Lua, etc.) *

Número de participantes:
302

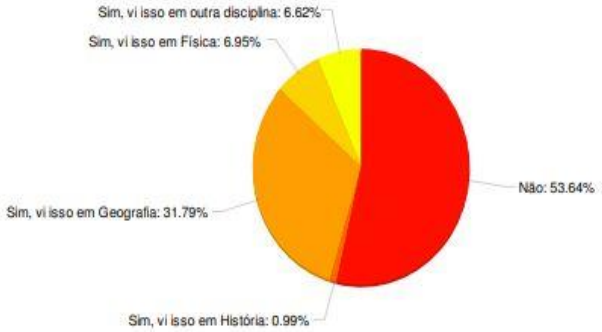
162 (53.6%): Não

3 (1.0%): Sim, vi isso em História

96 (31.8%): Sim, vi isso em Geografia

21 (7.0%): Sim, vi isso em Física

20 (6.6%): Sim, vi isso em outra disciplina



5. Durante seu curso, no primeiro ou segundo ano, você entrou em contato com conteúdos abordando constelações do céu noturno? (Cruzeiro do Sul, Órion, etc.) *

Número de participantes:
302

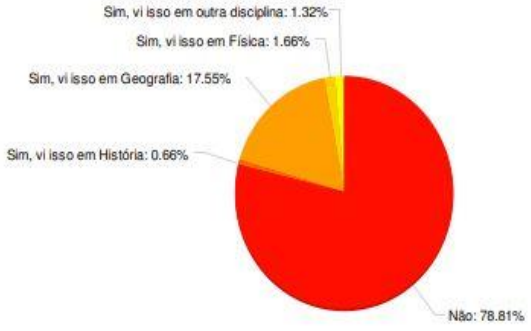
238 (78.8%): Não

2 (0.7%): Sim, vi isso em História

53 (17.5%): Sim, vi isso em Geografia

5 (1.7%): Sim, vi isso em Física

4 (1.3%): Sim, vi isso em outra disciplina



7.1 – Tabulação dos dados da pesquisa

Finalizada a pesquisa, tabulamos os dados dos gráficos procurando evidenciar quais temas de astronomia necessitam de uma abordagem mais enfática, proposta através das diversas atividades neste trabalho, com o objetivo de reforçar esses conteúdos, baseado nas respostas dos estudantes.

Esse diagnóstico também tem como finalidade, observar através das respostas as cinco questões, os percentuais da presença de um contato com os principais temas que estão presentes nos PCN e Orientações Educacionais Complementares que abordam Ciências da Natureza, que estão alinhados a grade dos cursos de ensino médio nas ETEC´s.

Os temas relativos a astronomia que estão contidos na grade dos cursos e que foram pesquisados são: “História da Astronomia”, “Sistema Solar”, “Estações do Ano - Pontos Cardeais”, “Sistema Sol – Terra - Lua” e “Constelações do céu noturno”.

Desta forma selecionamos o percentual total das respostas afirmativas (Sim) e negativas (Não), para as disciplinas de Geografia e Física que contém esses temas.

Durante a análise dos livros didáticos de História, não encontramos temas dentro do contexto histórico de astronomia, mas como esse assunto pode ser objeto de leitura extracurricular ou pesquisas durante a abordagem das Leis de Kepler e de Newton, incluímos no questionário uma pergunta onde verificamos a presença deste tema, dentro do contexto desta disciplina, através da questão “Sim, vi isto em História”.

Em relação ao último questionamento da pesquisa, “Sim, vi isso em outra disciplina”, consideramos que, ou esses estudantes realmente não tiveram contato com o tema, ou os estudantes não lembram que estudaram ou não quiseram opinar a respeito, uma vez que não existem temas relativos a astronomia em qualquer outra disciplina do Ensino Médio nas ETEC´s.

Desse modo, na tabela 4 podemos verificar esses resultados de forma resumida:

Tabela 4 – Resultados da pesquisa quanto a temas de astronomia

Respostas dos estudantes	História da Astronomia	Sistema Solar	Estações do Ano e Pontos Cardeais	Sistema Terra-Lua-Sol Eclipses	Constelações do céu noturno
SIM	63,3%	45,3%	65,6%	39,8%	19,9%
NÃO	30,1%	47,0%	29,1%	53,6%	78,8%
Viu em outra disciplina?	6,6%	7,6%	5,3%	6,6%	1,3%

Fonte: Pesquisa on-line elaborada pelo autor.

Através dos resultados obtidos pela amostragem fornecida pela pesquisa, fica evidente a necessidade de reforçar temas que abordem com maior ênfase, dentro da disciplina ou de forma extracurricular, o Sistema Solar e nossa Lua, aplicando atividades que expliquem com clareza seu movimento aparente, eclipses suas fases no céu, bem como seu movimento aparente e rotação.

Observamos também forte evidência da perda do hábito de olhar para o céu que os estudantes demonstraram através das respostas. Esse ponto em particular está fortemente ligado ao nosso modo de vida atual e a PL nas grandes cidades.

Na tabulação dos resultados também percebemos que os temas relativos a História da Astronomia e Estações Climáticas e de localização geográfica, estão presentes de forma positiva, uma vez que identificamos forte presença desses tópicos nas disciplinas de Física e Geografia, através da análise dos livros didáticos adotados nas ETEC´s.

Finalizando, esses resultados serviram como norteadores na aplicação das atividades, reforçando a construção do conhecimento desses temas, atuando como catalizadora desse aprendizado, contribuindo na organização e escolha dos tópicos de astronomia elaborados para as atividades que estão descritas no capítulo 2 deste trabalho (Apêndice A).

8.CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação é uma proposta de ensino-aprendizagem tendo a Astrofotografia como tema motivador para o ensino de ciências. Para o desenvolvimento e aplicação dessa proposta nos apoiamos nos Três Momentos Pedagógicos.

Os três momentos pedagógicos foram amplamente discutidos neste trabalho (Cap. 4) e nortearam a experimentação conduzida pelo professor, através da Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do conhecimento.

Na segunda parte da intervenção, sem a presença do professor, as atividades assumiram um caráter autodidata com o foco no aluno, buscando desenvolver sua autonomia na construção do conhecimento.

Nesta fase da aplicação do conhecimento, no processo de aprendizagem, a abordagem de ensino é conhecida como Astronomia por Investigação, sendo fortemente centrado no estudante.

Durante esta abordagem, que também possui três etapas, os alunos são instruídos a levantar questões cientificamente relevantes em relação ao que se pretende.

Nesta etapa é ensinado aos estudantes como projetar experimentos e planejar suas observações para buscar evidências visando o sucesso da atividade, seja ela de campo ou no laboratório.

Completando a estratégia, os estudantes são orientados a extrair essas evidências dos dados obtidos, elaborando uma conclusão sobre Astronomia, com base no que foi coletado.

Neste projeto, esta abordagem foi utilizada como forma de contornar algumas dificuldades durante a aplicação da intervenção, e para que isso ocorresse estendemos o terceiro momento pedagógico, denominado aplicação do conhecimento.

Ao adotar esta abordagem, este último momento foi norteado pelo ensino por investigação, permitindo que os estudantes se tornassem os atores do aprendizado.

Apesar do ensino por investigação e a abordagem temática Freireana serem propostas diferentes, existem pontos comuns, pois ambas se baseiam na problematização.

Verificamos através dos resultados obtidos nas 12 atividades que estão detalhadas no Capítulo 2 do Apêndice A que, utilizando a astrofotografia como ferramenta de apoio, essas estratégias pedagógicas se mostraram eficientes quando se trata de ensinar astronomia no ensino médio das escolas administradas pelo Centro Paula Souza.

Todas as atividades dentro do projeto tiveram como ponto de partida a análise dos livros didáticos adotados e de uma pesquisa quanto à aplicação dos conteúdos de astronomia, propostos no Ensino Médio Integrado ao Técnico, presentes nas ETEC´s, cujos conteúdos da grade de cursos estão alinhados com os Parâmetros Curriculares Nacionais.

Nesta análise, procuramos verificar os materiais didáticos utilizados pelos professores das ETEC´s, verificando-se o alinhamento entre os conteúdos dos livros de Física e Geografia e os temas propostos nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e Orientações Educacionais Complementares.

Apesar dos livros adotados para o triênio 2018/2019/2020 indicarem a presença dos temas recomendados nos PCN, a pesquisa on-line aplicada serviu como um diagnóstico inicial, onde averiguamos o percentual de alunos que tiveram contato com esses temas, permitindo verificar o nível de conhecimento prévio dos estudantes.

Participaram desta pesquisa um total de 302 alunos de três escolas, representando aproximadamente dez salas de aula do Ensino Médio Integrado ao Técnico, proporcionando uma amostragem aceitável de evidências da aplicação dos temas de astronomia.

Por meio da análise quantitativa das respostas, obtidas através da pesquisa (cap.7), o autor procurou identificar dificuldades para o encaminhamento adotado a fim de superá-las.

As respostas apresentadas no capítulo 7 foram investigadas e, por ora, as conclusões serão apresentadas nos próximos parágrafos, com o propósito de responder em que grau cada uma das propostas didáticas contribuiu para diminuir essas dificuldades.

Através da tabulação dos dados, verificamos três temas que acreditamos tenham que ser trabalhados com maior ênfase, e neste projeto piloto reforçamos estes temas com as atividades em campo, em laboratório e através da astrofotografia.

O conhecimento prévio dos estudantes se mostrou deficiente nos seguintes temas relativos à astronomia no Ensino Médio das ETEC´s: Sistema Solar, Eclipses,

Movimento aparente do Sol e da Lua (Sistema Sol-Terra-Lua) e Constelações do céu noturno.

Apesar da disciplina de Física abordar sistematicamente o movimento planetário e de satélites artificiais para explicar as Leis de Kepler e de Newton, verificamos um percentual elevado de desconhecimento dos planetas do Sistema Solar e demais corpos que orbitam o nosso Sol.

As atividades que atuaram no reforço destes temas foram: uma aula expositiva denominada “Viagem pelo Sistema Solar”, detalhando todos os planetas, planetas anões, satélites, asteroides, etc., complementada com atividades de astrofotografias noturna, como forma de se demonstrar os diversos movimentos planetários.

Acreditamos que essa atividade contribuiu de forma inovadora para a construção do conhecimento dos estudantes na questão do Sistema Solar, vivenciando-o através da observação da esfera celeste.

Na questão dos Eclipses e movimento aparente do Sol e da Lua, efetuamos diversas atividades que reforçaram sobremaneira o aprendizado desses fenômenos. Em uma das atividades de observação, tivemos a oportunidade de fotografar o Eclipse do Sol pela Lua, ocorrido em 26 de fevereiro de 2017, aproveitando para abordar os conceitos que envolvem este fenômeno.

O instrumento Gnômon que abriu a sequência de atividades durante estes dois anos, demonstrou sua relevância como ferramenta de aprendizado. Os estudantes executaram esta atividade em diversas oportunidades, durante os equinócios e fora dele, apropriando-se do conhecimento de sua história, suas potencialidades e sua simplicidade em determinar os pontos cardeais geográficos.

Essa atividade em particular, propiciou que os estudantes determinassem seu posicionamento geográfico em suas residências, criando seu próprio observatório, replicando as atividades com seus pais e familiares, não por imposição do professor, mas para aprender e estudar o movimento aparente do Sol por puro prazer e satisfação de mostrar o que foi aprendido.

Além da atividade que registrou o Eclipse, fotografamos a Lua com a luz cinérea em uma das noites de observações, aproveitando para explicar o fenômeno, além de aulas expositivas abordando o movimento aparente da Lua, conjunção entre Lua e Júpiter, entre muitas outras que estão detalhadas neste trabalho.

Um dos temas mais deficientes detectado através de nossa pesquisa refere-se ao conhecimento dos estudantes em relação às constelações do nosso hemisfério. Neste caso, acreditamos que isso se deve a questões culturais e por dificuldades em se olhar para céu atualmente. A PL nos centros urbanos e o modo de vida atual não contribuem para que isso mude a curto prazo.

Outro problema que pode contribuir com isso está relacionado à formação deficiente no campo da Astronomia nos cursos de licenciatura em Geografia e Física. Apesar de não terem sido identificados conceitos incorretos nos livros didáticos adotados nas ETEC´s onde aplicamos este estudo, quando a escola seleciona seus livros sem critério, o professor tende a reproduzir esses erros em suas aulas.

Por este motivo nosso projeto piloto, além de efetuar diversas atividades práticas em campo e no laboratório, empenhou-se em expor o trabalho dos estudantes na escola e para a comunidade em geral.

Não se tratou somente de uma premiação ou reconhecimento pelo esforço do grupo de estudantes, mas também para minimizar concepções incorretas, divulgando o conhecimento científico e a astronomia, demonstrando que ele está acessível a quem deseje aprender.

Foram inúmeras as observações noturnas discutindo com nosso grupo de estudantes como observar o céu, tanto à “vista desarmada” quanto com a utilização de instrumentos simples como binóculos, telescópios pequenos e com nossas câmeras.

Como ponto de partida para essas atividades, os estudantes construíram planisférios, instrumentos para determinação da altura dos objetos celestes, medições angulares de estrelas com as mãos, entre tantas outras, com o objetivo de subsidiar as atividades a céu aberto, nosso laboratório natural para o aprendizado de astronomia.

Mesmo quando o clima não colaborou, nossas atividades foram complementadas com a utilização de um planetário virtual, o que permitiu tanto o planejamento, identificação de objetos celestes observados e/ou fotografados, quanto para aprender sobre movimento aparente de nossa região ou de qualquer outro lugar no planeta, ampliando as possibilidades do aprendizado em astronomia de posição.

Através do estudo sistemático dessas ferramentas de apoio e da esfera celeste, os estudantes construíram seu conhecimento neste campo da astronomia e

se tornaram atores do processo de aprendizagem, quando passaram a efetuar suas pesquisas e observações no lar, utilizando o observatório por eles elaborado.

Em um segundo momento os estudantes tornaram-se divulgadores da astronomia, quando se propuseram a efetuar suas atividades de forma colaborativa com seus colegas na escola, vizinhos, parentes, criando uma rede de conhecimento, culminando com o reconhecimento de seus esforços, em uma exposição onde puderam divulgar seu trabalho através de suas astrofotografias (Apêndice C).

As propostas didáticas aqui utilizadas com uso dos recursos dos Três Momentos Pedagógicos e da Astronomia por Investigação, podem ser consideradas importantes sob o ponto de vista pedagógico?

Acreditamos que pelo fato de serem propostas cujos enunciados fornecem, na grande maioria das vezes, o embasamento teórico necessário para que as atividades práticas possam ser desenvolvidas, com ou sem a mediação do professor, elas atendem o que foi inicialmente planejado neste trabalho.

A preocupação do autor em desenvolver um apêndice com um produto final tem como principal finalidade servir de roteiro à aplicação dos conceitos de astronomia, através da instrumentação para a astronomia e da astrofotografia, permitindo seu uso pelos professores norteando as ações pedagógicas.

Nesta abordagem com a orientação de um professor facilitador, acreditamos que os estudantes se tornarão os atores no processo de aprendizagem não somente no ensino de ciências, mas também na metodologia científica e análise de dados.

Pelo fato de nossas atividades estarem organizadas de forma a reforçar os conteúdos de astronomia propostos nos PCN, acreditamos que foram suficientes para contribuir no ensino de ciências e que elas são potencialmente importantes nas escolas de Ensino Médio. No entanto, para que isso aconteça, dependem em grande parte de uma pré-disposição do próprio estudante em querer aprender de maneira significativa.

Finalizamos este trabalho certos de não ter esgotado o tema, tanto do ponto de vista histórico como da Astronomia observacional e da Astrofotografia, onde diversos autores exploram há anos algumas das problematizações aqui inseridas.

Sobre estas e tantas outras questões relacionadas ao tema, esperamos ter contribuído para que professores se sintam estimulados a ler a respeito, estudar um pouco mais e construir novas propostas e abordagens pedagógicas.

No que se refere às atividades com a astrofotografia e construção de instrumentos para o ensino de astronomia, esperamos que as mesmas possam ser exploradas pelos colegas professores com um olhar de continuidade e aprimoramento.

Durante a aplicação das mesmas, percebemos uma falta de autonomia por parte dos professores e dos estudantes. Acreditamos que essas dificuldades não sejam uma característica de nossa escola, mas reflexo do estado da educação em geral.

Diante de tais dificuldades, entretanto, não podemos desistir do ensino de ciências, pelo contrário, elas constituem um grande desafio a ser superado.

Por este motivo, é importante observar a importância da atualização do professor de formação continuada em temas de astronomia, aprendendo e ensinando, durante a elaboração e realização das atividades.

Esperamos no futuro dar continuidade a projetos que envolvam astronomia nas escolas técnicas do Centro Paula Souza, com algumas adaptações, simplificações, incrementos e atualizações. Para que isso ocorra de forma efetiva, esperamos contar com o feedback daqueles que as lerem e aplicarem, o que nos será muito bem-vindo.

As atividades descritas no Apêndice A – Capítulo 2 compõem o produto final, que esperamos disponibilizar e atingir o maior número possível de interessados. Ele terá como base tudo o que foi discutido aqui, incluindo os comentários e críticas durante a avaliação deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

AFONSO, G. B.; NADAL, C. A. et. al. **História da Astronomia no Brasil.** v.1 – Cepe, Recife, 2014

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Terceiro e Quarto Ciclos do ensino fundamental – ciências naturais**. Brasilia: MEC/SEMTEC, 1998

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino Médio. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza**, Brasilia: MEC/SEMTEC, 2002

BOCZKO, R. **Conceitos de Astronomia.** São Paulo: Edgard Blucher, 1984.

BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BRETONES, P. S.; COMPIANI, M**. Saindo da sala de aula para observar os planetas e criar uma nova prática pedagógica. Experiências em Ensino de Ciências**, v. 7, p. 1-13, 2012. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID187/v7_n3_a2012.pdf>. Acesso em 16/11/2017.

BRETONES, P.S.; MEGID NETO, J. **Tendências de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia no Brasil**. Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira, v. 24, n. 2, p. 35-43, 2005.

CAMINO, N. **Ideas previas y cambio conceptual en Astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna.** Enseñanza de las Ciencias, v. 13, n. 1, p. 81-96, 1995.

CANALE, J. B. G. **Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astrofísica.** Planisfério Celeste Rotativo, 2010. Disponível em: <http://www.oba.org.br/site/>. Acesso em 20/08/2017.

CECÍLIO, E. P. **Stellarium: Aprendendo astronomia com software**. 1. Ed. Curitiba: Appris, 2016

COSTA, R. et al**. O céu que nos envolve: introdução à astronomia para educadores e iniciantes.** 1. ed. CNPQ: Odysseus, 2011.

DELIZOICOV, D. **Concepção problematizadora do ensino de ciências na educação formal: relato e análise de uma prática educacional na Guiné Bissau.** 1982. 227 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

EUROPEAN SOUTHERN OBSERVATORY**. Luz cinérea: a Lua brilhando na luz refletida da Terra**. Disponível em: < https://www.eso.org/public/brazil/images/eso1210c/>. Acesso em: 20/12/2018.

GAMA, L.; HENRIQUE, A. B. de. **Astronomia na sala aula: por quê?** Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, São Carlos, n. 9, p. 7-15, 2010. Disponível em: http://www.relea.ufscar.br/num9/RELEA_A1_n9.pdf. Acesso em: 20/11/2017.

HETEM, J. G et al**. O céu que nos envolve: introdução à astronomia para educadores e iniciantes.** 1. ed. CNPQ: Odysseus, 2011.

IACHEL, G. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v. 71, n. 8, p. 37-49, 2009.

KANTOR, Iris; Maciel, Débora A. & Simões, Júlio Assis (orgs.). **A Escola Livre de Sociologia e Política: Anos de Formação** (1933-1953). São Paulo, Escuta, 2001.

LANGHI, R. **Fotografando o Céu noturno** – uma introdução à astrofotografia básica. Logotipos, São Paulo. 2014.

_____. Aprendendo a ler o céu: pequeno guia prático para a astronomia observacional. Campo Grande: Ed. UFMS, 2011.

_____. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores.** 2009. 370 f. Tese (Doutorado em educação para a ciência) – Faculdade de Ciências, Unesp, Bauru.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns em livros didáticos de ciências.** Caderno Brasileiro do Ensino de Física. v. 24, n.1, p. 87-111, abr. 2007.

LEITE, C. **Formação do professor de ciências em astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade.** 2006. 274 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2006.

LONGHINI, M. D. **Ensino de Astronomia na Escola: concepções, ideias e práticas.** 1ª ed. – Campinas, SP: Editora Átomo, 2015.

_____. **Do Ensino de Astronomia Centrado no Professor para Uma Aprendizagem Centrada no Estudante**: uma revisão. In: LONGHINI, Marcos Daniel (org.) Ensino de astronomia na escola: concepções, ideias e prática. Campinas: Átomo, 2014. p. 51- 68.

MALI, G. B. e HOWE, A. - 1979 - **Developement of Earth and Gravity Concepts Among Nepali Children.** Science Education, 63(5): 685-691.

MATSUURA, O.T. et. al. **História da Astronomia no Brasil.** v.1 – Cepe, Recife, 2014.

NARDI, R. & CARVALHO, A.M.P. **Um estudo sobre a evolução das noções de estudantes sobre o espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra.** Investigações em Ensino de Ciências, 1(2):20-39, 1996.

NEVES, M. C. D.; Pereira, R. F. **Adaptando uma câmera fotográfica manual simples para fotografar o céu.** Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia **-** RELEA, n. 4, p. 27 - 45, 2007.

NUSSBAUM, J. & NOVAK, J. D. **An assessment of children's concepts of the Earth utilizing structured interviews.** Science Education, 60 (4), p. 685-691, 1976.

OURIQUE, P. A.; GIOVANNINI, O.; CATELLI, F. **Fotografando estrelas com uma câmera digital.** Revista Brasileira de Ensino de Física**,** São Paulo, v.32, n.1, p.1302, 2010.

PEDROCHI, F.; DANHONI NEVES, M. C. D. **Concepções astronômicas de estudantes no ensino superior.** Revista Eletrônica no Ensino de Ciências, v. 4, n. 2, 2005.

PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Didática e prática de ensino: aproximações e especificidades**, In: VII ENDIPE- Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, Goiania, 1994.

PICAZZIO, E. et al**. O céu que nos envolve: introdução à astronomia para educadores e iniciantes.** 1. ed. CNPQ: Odysseus, 2011.

RÉ, P. **BOOK History Astrophotography - 2009/2010.** Disponível em **<**http://www.astrosurf.com/re/history_astrophotography_PRe.pdf>. Acesso em 30/11/2017.

SAGAN, C. **Cosmos.** Rio de Janeiro/RJ: 1. Ed. Francisco Alves, 1980.

TRIGO, T. **Equipamento fotográfico: teoria e prática** - 3ª ed. rev. e ampliada. Editora Senac São Paulo, 2005.

APÊNDICE A

CAPÍTULO 1 – O PRODUTO FINAL - UMA PROPOSTA DE ATIVIDADES.

1 - Caracterização do ambiente da pesquisa

1.1. A escola

Para uma melhor compreensão do contexto e situação em que foi desenvolvido o trabalho, descreveremos a seguir algumas características da escola em questão.

A escola em que foi aplicada a pesquisa é uma Escola Técnica Estadual do Centro Paula Souza, contemplando séries do ensino médio e técnico. Vale destacar que a qualidade das escolas do Centro Paula Souza é superior à média das escolas estaduais.

Foram disponibilizados pela direção das escolas para a aplicação da intervenção os laboratórios de informática com vinte computadores com tecnologia recente, equipados com processadores Intel® Core I5, 8 MBytes de memória RAM, Disco Rígido de 1 Terabyte, monitor LCD de 19", teclado, mouse e acesso à Internet. Os computadores contam com os aplicativos necessários à elaboração das atividades, com programas instalados e configurados para as necessidades do projeto de ensino de astronomia.

Como forma de permitir que qualquer estudante, independentemente de sua condição, tivesse acesso aos aplicativos utilizados no projeto, priorizamos a utilização de softwares de código aberto como o planetário virtual Stellarium[6] e o aplicativo para tratamento de imagem GIMP, bem como os softwares Picasa, Fitswork e PhotoScape que apesar de não serem de código aberto, podem ser instalados e utilizados sem problemas.

A fim de facilitar a integração dos estudantes durante a execução das atividades, dividimos os espaços para aplicação do projeto piloto entre duas ETEC´s, ambas nas proximidades da residência dos estudantes, com a intenção de proporcionar facilidade de locomoção e favorecer a interdisciplinaridade.

O laboratório de informática da ETEC Prof. André Bogasian, localizado na cidade de Osasco/SP, ficou reservado para as atividades de simulação e estudo do

[6] Stellarium é um planetário virtual, nos moldes de um planetário físico. Disponível em http:// http://stellarium.org/pt/

céu noturno e para o tratamento das imagens capturadas durante as observações em campo.

Para as atividades de observações em campo, utilizamos o espaço físico da ETEC Dr. Celso Giglio, também em Osasco, dentro de um amplo estacionamento, contando com segurança patrimonial 24 horas, com ampla visão para os quadrantes Leste, Norte, Oeste e Zênite.

É importante observar que o local escolhido possui condições de observações mais favoráveis que o entorno, ideal para executar as atividades noturnas com os estudantes. Inicialmente planejamos demarcar o solo com os pontos cardeais geográficos, tornando-o um observatório fixo, mas por questões de ordem administrativa não foi possível.

1.1.1. Os estudantes

No contexto da pesquisa, os sujeitos que participaram da experiência didática são alunos da Escola Técnica, com idade média de 16 anos, cursando o Ensino Médio Integrado ao Técnico ou curso técnico modular, em qualquer área profissionalizante.

Inicialmente foram selecionados, através de um formulário de intenção de participação, treze estudantes do ensino médio técnico, divididos entre as três ETEC´s onde o professor-pesquisador atua como docente.

Como critério para a seleção prévia dos estudantes, efetuado a partir do formulário de intenção de participação, verificamos a disponibilidade dos estudantes para atividades nos finais de semana e no período noturno, e se seus pais ou responsáveis estavam de acordo com sua participação.

Neste formulário também verificamos o nível de conhecimento prévio dos estudantes, seu conhecimento sobre astronomia, envolvendo astronomia de posição, estações climáticas, movimento aparente do Sol e da Lua e reconhecimento de algumas constelações do nosso hemisfério, a fim de efetuar um diagnóstico.

Procuramos também averiguar se os estudantes possuíam algum instrumento ótico ou câmera fotográfica do modelo escolhido para as astrofotografias, e se em algum momento durante o curso na ETEC, haviam construído algum instrumento didático para ensino de astronomia.

Observamos com esta estratégia que a maioria dos estudantes que se candidataram a participar do projeto, deram indícios de pouco conhecimento de astronomia, mas devido ao grande interesse e curiosidade pelo assunto, estavam

motivados a contribuir com nosso projeto como forma de adquirir novos conhecimentos em astronomia.

1.1.1.1. Objetivo geral e desenvolvimento

O principal motivador da presente proposta é propiciar aos nossos estudantes o uso de uma metodologia científica de caráter observacional, fazendo-os refletir de maneira crítica e construtiva sobre os fenômenos físicos naturais.

Nas atividades que compuseram as sequencias didáticas, a perspectiva dialógica e problematizadora foi orientada pelos chamados momentos pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

Vale destacar que os três momentos pedagógicos não se resumem a uma sequência estanque a serem seguidas pelo professor. Este referencial nos aponta para um ensino que procure dar aos estudantes as oportunidades para reestruturarem e construírem seu próprio conhecimento.

Desse modo, nossa sequência didática está dividida em duas partes: na primeira parte os estudantes são orientados nas atividades através da abordagem dos três MP´s de Delizoicov, sempre com a mediação do professor orientador.

Na segunda parte, sem a presença do professor, as atividades assumem um caráter autodidata, com o foco no aluno, buscando desenvolver sua autonomia na construção do conhecimento.

Segundo LONGHINI, (2014, p.67 apud SLATER, 2002, p. 384-87) “[...] este processo de ensino é conhecido como Astronomia por Investigação, sendo fortemente centrado no estudante. Ela foi criada recentemente no Center of Astronomy and Physycs Education Research – Caper.[7] “.

Essa abordagem também possuí três fases: a primeira é instruir os alunos sobre como levantar questões cientificamente relevantes. A segunda, transmitir aos estudantes como projetar experimentos e observações para buscar evidencias e na terceira, os estudantes são orientados a extrair evidencias dos dados obtidos, elaborando uma conclusão sobre Astronomia, com base nas evidências coletadas.

Portanto, estendemos o terceiro momento pedagógico, denominado aplicação do conhecimento, sendo este último momento norteado pelo ensino por

[7] Centro de Pesquisa em Educação em Astronomia e Física.

investigação, de maneira que o aprendizado ficasse focado nos estudantes, muito mais que no professor.

Portanto nos valemos destas propostas para orientar nosso trabalho em sala de aula e nas atividades de campo.

1.1.1.2. Discussão do impacto da Sequência Didática

Com o tempo disponível para a aplicação das atividades, adotou-se uma estratégia em que os estudantes fizessem a etapa de investigação de campo (astrofotografias), por conta própria, em seu ambiente natural, suas residências, utilizando como suporte o que fora discutido e construído em sala de aula com seus pares e nas atividades de campo em grupo.

Como afirma LONGHINI, (2014, p.65 apud SLATER, 2002, p. 384-87),

> O suporte do instrutor para o aluno é lentamente removido, durante o curso, pela experiência de aprendizagem laboratorial – de tal forma que as lições de apoio vão sendo gradativamente amenizadas. Ao final de cada lição, os estudantes são capazes de criar uma completa investigação científica, em Astronomia, por conta própria. Desse modo, os estudantes ganham confiança em suas habilidades de conduzir uma investigação científica em Astronomia, assim como mais responsabilidade na aprendizagem, desde o início até o final da instrução.

Com base na afirmação acima, fornecemos subsídios necessários aos estudantes, através de planilhas com diversas orientações, para que fizessem suas observações em campo, utilizando o espaço e o tempo disponível que mais lhe conviessem.

Os resultados desta abordagem foram gratificantes e o material que os estudantes trouxeram para compartilhar com o grande grupo foram surpreendentes.

De posse dos equipamentos descritos neste projeto (câmera, tripé, astrolábio, planisférios, planilhas de dados) os estudantes coletaram variadas informações e fotos da esfera celeste, colocando em planilhas as informações de posicionamento, data, hora, altura em graus do objeto fotografado, facilitando o estudo e a compreensão de diversos tópicos de astronomia.

Motivados pela confiança depositada neles por parte do corpo docente, ao trazer para discussão com o professor e com o grupo, a experiência vivenciada, trouxeram para as aulas reflexões mais profundas acerca do universo que nos cerca, uma vez que eles se tornaram os atores do processo de ensino e aprendizagem.

Adotar uma nova metodologia em que a aula é centrada no professor e aceitar a aula com foco no estudante não é uma tarefa simples, uma vez que a grande maioria

dos professores já tem suas próprias concepções de aprendizagem, usualmente equivocadas, centradas em seus saberes pautados no excesso de formalismo e conceitos prontos, passando uma visão equivocada da ciência para os estudantes.

O resultado disso é que também conduzirão suas aulas com diferentes objetivos e abordagens. Desse modo, a aula centrada no professor faz com que os estudantes aprendam os mesmos conteúdos e a meta é fazer com que todos alcancem o mesmo ponto de chegada.

Do ponto de vista de ensino, a abordagem mais promissora é a do professor facilitador, que mostra o caminho, ao invés de fornecer toda a informação. É imprescindível disponibilizar um momento que provoque reflexões nos estudantes, transformando-os em atores no processo de construção de seu conhecimento.

Ao contrário do que ocorre quando os professores abordam os tópicos de astronomia determinados pela grade do curso, orientando-se e conduzindo suas aulas somente pelo livro didático, muitas vezes com erros conceituais graves.

Embora fuja ao escopo deste trabalho, devemos aqui lembrar e enfatizar a importância de promover a formação continuada dos professores com cursos e oficinas com a temática da Astronomia.

1.1.1.3. Descrição das Atividades

Com todas essas questões levantadas acima, acerca da maneira como devemos conduzir o ensino de astronomia nas escolas, e neste caso utilizando a experimentação em campo utilizando a astrofotografia, elaboramos algumas sugestões de atividades, que podem ser aplicadas durante um semestre ou ano letivo. Por ser um tema interdisciplinar, nossa sugestão é que cada tópico seja compartilhado e dividido entre os professores de Geografia, Física, História e Informática.

As atividades estão organizadas da seguinte maneira:

- ✓ **Introdução a conceitos de astrofotografia:**

  O professor de Física aborda conceitos sobre refração e aberração, enquanto o professor de informática ficaria responsável pela questão experimental no uso das câmeras e sua aplicação nas técnicas para obtenção e tratamento das imagens capturadas. Em um segundo momento essas atividades ficariam sob a responsabilidade do próprio aluno;

- ✓ **Definição e montagem dos equipamentos**:

  A definição e montagem dos equipamentos pode ser atribuída aos alunos que participam, de acordo com o interesse particular de cada um, orientados pelos professores de Física e Informática, sempre respeitando sua autonomia.

  Estes devem escolher os equipamentos que permitem a captura de imagens do céu, baseados no modelo da câmera, que neste caso deverá contar com ajuste de tempo de exposição, velocidade de obturador e velocidade ISO, para que possa ser utilizada na atividade.

  Todos em conjunto deverão escolher um local escuro o suficiente no pátio do colégio, com pouca PL e seguro, para que a atividade noturna ocorra sem problemas.

  Esta atividade, por ser fora do horário de funcionamento da escola, deve ser combinada previamente com a direção do estabelecimento e caso não seja possível fazê-la no ambiente escolar, o aluno também ficaria responsável pela elaboração do processo em sua residência.

  O planejamento das atividades noturnas deve ser efetuado previamente, consultando um anuário astronômico do ano em curso, ou simulado em um aplicativo do tipo Stellarium ou Cartes du Ciel, verificando o dia, horário e quadrante do objeto celeste que será observado e fotografado naquela noite, tomando como referência o espaço físico disponível na escola ou na residência do estudante, se for o caso.

- ✓ **Captura das imagens:**

  Durante a captura das imagens, os estudantes devem se organizar para que não ocorram incidentes com as câmeras que estarão apontadas para o céu, lembrando que o tripé deve estar firme durante o tempo de exposição.

  Deverão ser feitas várias imagens de um mesmo objeto, verificando em seguida a qualidade da fotografia. Em caso de imagem ruim, ela deverá ser refeita inclusive com a alteração das configurações se for necessário, para a melhor captura possível.

  Tudo deverá estar sendo anotado em uma planilha impressa com dados como: modelo da câmera, tempo de exposição, velocidade ISO, abertura,

data, hora (TUC)[8], quadrante do céu, e altura do objeto celeste alvo (Figura 23B).

Em todas as atividades noturnas é necessário o uso de uma lanterna coberta com celofane vermelho, a fim de não ofuscar os olhos, o que prejudicaria o grupo em efetuar um apontamento correto do alvo a ser fotografado.

FIGURA 23B - SUGESTÃO DE RELATÓRIO PARA ASTROFOTOGRAFIA

Sugestão de relatório para astrofotografia								
Álbum n°		ISO utilizado:			Câmera:			Observadores e Observações
Foto n°	Assunto	Local	Data	Hora UTC	Tempo exposição	Abertura (f)	Foco	

FONTE: LANGHI, 2014, P. 62

As câmeras deverão ter o flash bloqueado e, se o alvo for as estrelas, iniciar com configurações de ISO 200. Dependendo da qualidade da imagem capturada, esse parâmetro pode ser aumentado conforme a necessidade, tendo o cuidado para não utilizar um valor muito alto, sob o risco de degradar muito a imagem (granulação).

Quanto à abertura, inicie a atividade com f.2,8 que é um valor que permite maior entrada de luz que incide sobre o CCD. Neste caso em particular, grandes aberturas não degradarão a imagem.

Inicie a atividade com tempos de exposição entre 10 e 15 s. Dependendo dos resultados, você poderá ir aumentando gradativamente esse tempo, desde que as estrelas apareçam pontuais na imagem.

As câmeras deverão estar configuradas para a opção “infinito” (∞). Caso seu equipamento não possua essa opção, ajuste para a opção “fogos de artifício” ou “starry night” (noite estrelada), presente em muitos modelos. Quando selecionamos esta configuração, o sistema da câmera ajusta o foco no “infinito” (∞).

Não espere, ao apontar a câmera para o céu, visualizar estrelas no display. Com o número de segundos ajustados para a exposição, por exemplo 15 s.,

[8] Tempo Universal Coordenado é a hora do fuso horário de referência, a partir do qual se calculam todas as outras zonas horárias do mundo.

a câmera levará outros 15 s. para processar e gravar a imagem, só então aparecerá a imagem das estrelas no display.

Outro fator importante é o campo de visão que se deseja fotografar. Utilize grandes campos de visão ao apontar para o céu, ou seja, utilize a câmera na condição normal quando ligada, sem acionar os ajustes de zoom. Quando você estiver dominando a técnica em produzir boas astrofotografias, poderá experimentar capturar algum objeto com zoom, mas nunca utilize zoom digital, sob pena de degradar muito a imagem. Se optar pelo zoom, utilize o zoom ótico, mas não se esqueça que os tempos de exposição deverão ser pequenos, caso contrário as estrelas sairão com “rastro” bem acentuado devido à aproximação e não estarão pontuais como se espera.

A melhor opção neste caso é capturar o objeto celeste de interesse com as configurações sem zoom e posteriormente ao tratamento da imagem, fazer a ampliação no computador.

- ✓ **Seleção, estudo e tratamento de imagens:**

  Fazendo uso dos laboratórios de informática da escola ou computador pessoal, utilizando os softwares de código aberto disponíveis para tratamento de imagens, o professor pode conduzir os estudantes para uma atividade que ensine a descarregar as imagens. Alguns modelos de câmeras, como as utilizadas neste projeto, só se comunicam com o computador se sua configuração de USB estiver ajustada para a opção PTP.

  Estabelecida com sucesso a conexão com o computador, selecionar as imagens com melhor qualidade e efetuar o tratamento, fazendo com que os objetos estudados se sobressaiam nas imagens, comparando-as em um planetário virtual (Stellarium, por exemplo) com propósito de averiguar se o objeto alvo é o mesmo que foi selecionado para o estudo.

  Em um segundo momento, o professor de Geografia e/ou História poderá utilizar-se dessas imagens com finalidades pedagógicas, abordando questões históricas sobre as constelações capturadas, sob a perspectiva das diferentes culturas.

  Para o docente de Geografia, essas imagens serão uma boa oportunidade para abordar com os estudantes, conceitos como estações do ano, colheitas, ou como nossos antepassados e os índios associavam as constelações com

a agricultura, detalhando as diferentes regiões e sua dependência com as estações climáticas.

Na astronomia de posição, o professor deste componente pode utilizar-se de uma captura do Cruzeiro do Sul, por exemplo, comparando a posição do "braço maior da cruz" da imagem com um prédio alto, uma árvore, um poste, etc. (composição), obtendo várias imagens no intervalo de algumas horas, sem mudar a posição do tripé com a câmera, com o objetivo de demonstrar a "rotação" dessa constelação em relação ao Polo Celeste Sul. Essa atividade é possível, desde que o objeto escolhido como referência na Terra, esteja na direção do Sul obrigatoriamente.

- ✓ **Exposição das imagens.**

  Uma maneira de valorizar o trabalho dos estudantes no final de um ano é concluir as atividades com uma exposição dos equipamentos utilizados (câmeras, binóculos, tripés e até telescópios de pequeno porte se estiverem disponíveis) juntamente com as melhores astrofotografias dos objetos celestes fotografados, com as descrições das configurações que possibilitaram capturar aquela imagem, fornecendo detalhes dos principais objetos celestes como: tamanho aparente do Sol e da Lua, a Lua e sua rotação sincronizada com a translação, o Sol e suas manchas, as constelações, etc.

Nosso grupo de estudantes, após cumpridas as etapas descritas acima, expuseram seus trabalhos e os equipamentos utilizados, em uma grande Feira Técnica promovida pela Faculdade de Tecnologia de Osasco – (Fatec Expo Week-2018), envolvendo não só os docentes das ETEC´s e das FATEC´s, mas toda a comunidade, com participação de empresas de empreendedorismo, tecnologia, instituições públicas e privadas das cidades no entorno das ETEC´s envolvidas neste projeto (Apêndice C).

Com as nossas atividades realizadas, refletimos sobre a busca de alternativas na utilização da Astronomia em sala de aula, através de propostas que envolvam os estudantes nas práticas científicas, considerando todos os aspectos citados e por entendermos a viabilidade de estratégias inovadoras em sala de aula.

Como afirmou o respeitado astrônomo americano e educador de planetários, Mike Bennett:

> “você sabe qual é a diferença entre teoria e prática? Na teoria, não existe diferença entre teoria e prática. No entanto, na prática existe! Se você entende por que você opta por ensinar da forma como ensina, então, você está muito mais apto a tomar decisões consistentes sobre quais das muitas inovações de ensino disponíveis se adaptarão em seu esforço contínuo de melhorar seu ensino e a aprendizagem de seus estudantes em Astronomia” LONGHINI, (2014, p.67 apud SLATER, 2002, p.67).

Neste trabalho não pretendemos com essas atividades sanar todas as lacunas existentes no ensino de astronomia nas escolas básicas e de ensino médio, mas sim fornecer mais uma opção de ensino aos professores e contribuir com a construção do conhecimento científico dos nossos estudantes, sempre com o objetivo de minimizar conceitos incorretos nesta ciência e promover a experimentação e a divulgação científica em nossas escolas.

CAPÍTULO 2 - As atividades realizadas no projeto piloto

Atividade 1 – O instrumento Gnômon

Os povos antigos utilizavam este instrumento para registros do movimento aparente do Sol, especialmente para orientação das estações do ano e de sua agricultura. Ele consiste de um bastão vertical, cravado no solo horizontal, observando-se a sombra projetada sobre o terreno, em diferentes períodos do dia.

Há registros de utilização deste instrumento por civilizações antigas como os egípcios no século 15 AEC, chineses no século 11 AEC, gregos no século 7 AEC e pelos índios brasileiros mais recentemente, que também utilizavam o relógio solar (Gnômon). (AFONSO e NADAL, 2014, p. 63).

Após a discussão dentro do contexto histórico, iniciou-se a atividade problematizando as diferenças que existem em relação à determinação dos pontos cardeais norte e sul magnéticos em relação ao geográfico.

Note que esse problema só existe no caso do uso de bússolas magnéticas. O uso do gnômon permite a determinação direta do norte-sul geográfico

A questão da declinação magnética, que é a diferença em graus entre o norte magnético e o norte geográfico, foi discutida com os estudantes por ser importante na determinação correta, sendo necessário consultar tabelas de declinação magnética que variam com o tempo e em cada região do globo para o correto alinhamento no caso de observações com telescópios com montagem equatorial, caso esse alinhamento tenha sido feito com bússolas magnéticas.

Com a construção do gnômon, determinamos os pontos cardeais geográficos, efetuando marcações das sombras projetadas no solo. A partir dos relatos dos estudantes durante o experimento, estimulamos as discussões como parte da problematização inicial.

Na organização do conhecimento (OC) procuramos fornecer subsídios para a realização da atividade. Apresentamos para os estudantes, noções de movimento aparente do Sol, explicando que somente nos equinócios[9] o Sol nasce no ponto cardeal leste e se põe exatamente no ponto cardeal oeste.

[9] Do latim "aequus , igual" e "nox noite. (BOCZKO, p. 20, 1984)

Abordamos também que próximo a essas datas, que ocorrem duas vezes durante o ano, em março (equinócio de outono no hemisfério Sul e de primavera no hemisfério Norte) e em setembro (equinócio de primavera no hemisfério Sul e de outono no hemisfério Norte), os dias e as noites têm duração igual, esclarecendo que é neste momento que o Sol cruza o equador celeste (intersecção da eclíptica com o equador celeste) em sua trajetória aparente.

Na Aplicação do Conhecimento, (AC) determinamos a partir da sombra projetada pela haste perpendicular ao solo, três sombras para efetuar nossas marcações, conforme o modelo da figura 24.

FIGURA 24 - EXEMPLO DE GNÔMON

FONTE: HTTP://WWW.CIENCIAMAO.USP.BR

Seguindo o exemplo do desenho, a sombra da manhã foi determinada às 10h00 horas. Na sequência da atividade fizemos uma segunda marcação ao meio dia, obtendo a sombra mais curta, uma vez que o trânsito do Sol pelo meridiano local varia de local para local e num mesmo local ao longo do ano. Para que a marcação tivesse um mínimo de precisão, a partir da base do gnômon e nos orientando pela direção da sombra do meio dia, prolongamos sua marcação até cruzar com a marcação da linha Leste – Oeste. Esse prolongamento ocorreu após a marcação da última sombra obtida as 14h00 horas, completando assim o experimento.

Seguindo o exemplo da figura, após essas marcações utilizamos um barbante fixado à base do Gnômon e, com um giz, traçamos um semicírculo unindo as sombras da manhã e da tarde, conforme o exemplo da figura 24.

Na intersecção do semicírculo com as sombras da manhã e da tarde, traçamos uma linha horizontal determinando assim nossos pontos cardeais geográficos Leste – Oeste.

Da base do Gnômon até o cruzamento com a metade da linha Leste – Oeste, traçou-se a linha meridiana, determinando assim os pontos cardeais geográficos Norte – Sul (Figura 25).

FIGURA 25 - GNÔMON NA QUADRA DE UM CONDOMÍNIO.

FONTE: MARCAÇÕES EFETUADAS PELOS ESTUDANTES. FOTO DO AUTOR

Concluindo a atividade solicitamos aos estudantes que utilizassem uma bússola, e medissem a declinação magnética em graus entre os pontos determinados com o gnômon, verificando a diferença entre a direção Norte-Sul apontada pela agulha da bússola comparando com as marcações feitas no solo.

Com o término da atividade, recomendamos aos estudantes que se possível reproduzissem o gnômon em suas casas, determinando a posição Norte-Sul geográfica, estabelecendo seu observatório para observação do céu noturno, trazendo para a sala de aula as dificuldades encontradas nessas atividades.

Atividade 2 – Observando o Eclipse parcial do Sol em 26/02/17

Inicialmente observar o Sol não estava previsto em nosso projeto piloto, mas como esse fenômeno não tem ocorrências muito frequentes, resolvemos incluí-la, aproveitando a oportunidade para levantar questionamentos sobre os eclipses solares, elaborando uma atividade prática.

No planejamento de uma atividade para observação solar com estudantes, uma série de cuidados devem ser tomados para evitar qualquer tipo de acidente, uma vez que para olhar nossa estrela é necessário proteger os olhos.

É importante a instalação de filtros especiais para proteção contra a emissão da radiação solar. Em hipótese alguma devemos olhar diretamente para o Sol sem uma proteção adequada.

No livro Cosmos de SAGAN (1986, p.68) ele cita Isaac Newton que era fascinado pela luz e muito mais pelo Sol. Na ocasião ele observara nossa estrela por várias horas através de um espelho, sem a proteção necessária, inexistente em sua época. Após essa experiência, Newton escreveu:

> Em poucas horas, forcei meus olhos a tal ponto, que não posso olhar nenhum objeto brilhante com nenhum dos olhos, mas vejo o Sol diante de mim, de modo que não ouso escrever ou ler; mas para restabelecer o uso dos meus olhos, encerrar-me-ei em meu quarto escuro por três dias consecutivos e me utilizarei de todos os meios para desviar a minha imaginação do Sol, pois ao pensar nele vejo sua figura, embora esteja no escuro.

Esse relato bem-humorado de Newton encerra uma lição importante. Ao fotografar ou observar o Sol, devemos utilizar filtros de fabricantes especializados, protegendo o sensor da câmera e nossos olhos, da mesma forma como o utilizado no telescópio durante esta atividade.

Além disso, com esse procedimento podemos perceber melhor os detalhes durante o eclipse, fenômeno que durante séculos causou admiração não só aos povos antigos, mas que ainda hoje provoca curiosidade.

Como afirma PICAZZIO (2011, p.64),

> “eclipse é outro fenômeno decorrente de posições relativas entre Sol, Lua e Terra. É um fenômeno mais raro porquê é necessário que os três astros estejam praticamente alinhados, portanto próximos de um plano comum, o plano da eclíptica (orbita da Terra). O eclipse pode ser solar ou lunar”.

Após uma breve discussão com os estudantes sobre esses conceitos, iniciou-se a atividade com a seguinte problematização inicial: por que não temos eclipses

todos os meses? Instigando nos estudantes a respeito da periodicidade dos eclipses, trouxemos as informações necessárias com uma aula expositiva, através da projeção de slides, abordando o sistema Sol-Terra-Lua, concluindo nossas discussões.

Os estudantes debateram sobre o tamanho aparente do Sol e da Lua no céu, trajetória do Sol e da Lua na eclíptica, inclinação orbital da Lua em relação à eclíptica (5,2 graus), eclipse parcial, total e anular, sombra, umbra e penumbra.

Na OC fornecemos os subsídios necessários para que os estudantes compreendessem que este eclipse em particular foi parcial no Brasil porque nenhum ponto do território nacional estava alinhado com a linha Sol – Lua, que nos eclipses totais corresponde à faixa de totalidade.

No caso específico do dia 26/02/2017, como de fato a Lua estava próxima do apogeu, não houve uma faixa de totalidade e sim uma faixa em que o eclipse foi visto como anular. Essa faixa cortava o Pacífico Sul, Chile, Argentina, Atlântico Sul e parte da África.

Na AC, munidos de um telescópio de 70 mm de abertura, distância focal de 700 mm e ocular de 20 mm, foi equipado com um filtro de polímero especial (Thousand Oaks®) instalado na objetiva para proteção durante a observação do eclipse. Esse filtro permite a passagem de somente 0,001% da luz visível, bloqueando a radiação nociva aos nossos olhos.

Com esses procedimentos, fotografamos os primeiros minutos do eclipse, capturando uma única foto com qualidade aceitável do momento inicial, que ficou levemente desfocada, devido a problemas com o adaptador da câmera digital Sony P73 na ocular do telescópio (Figura. 26).

FIGURA 26 - ESTUDANTES OBSERVANDO O ECLIPSE PARCIAL DE 26/02/17

FONTE: FOTO DO AUTOR.

No final da atividade foi solicitado aos estudantes que participaram da observação, que elaborassem um relatório com suas conclusões, estabelecendo uma relação com a teoria vista anteriormente na sala de aula.

Atividade 3 – Reconhecimento de constelações do hemisfério sul.

Por muitos anos, a astronomia foi deixada de lado na educação básica, voltando a ganhar destaque a partir do final da década de 1990, com a publicação pelo MEC, dos PCN e de suas Orientações Educacionais Complementares (BRASIL, 1998) e Ciências da Natureza no Ensino Médio (BRASIL, 2002), incluindo como eixo temático o tópico “Universo, Terra e Vida”, já discutidos no capítulo 2 deste trabalho.

Com base nisso, a atividade proposta busca aproveitar a existência deste imenso laboratório que é o céu, acessível a todos para o ensino de astronomia, através do reconhecimento de algumas constelações

Iniciamos a atividade problematizando nossa posição em relação ao Universo, questionando o que podemos observar a olho nu, considerando que em nossa região temos PL e atmosférica.

Em noite de céu limpo, livre de nuvens, podemos ter a oportunidade de observar: a Lua, planetas, estrelas, nebulosas, galáxias, entre outros objetos celestes.

Ao olhar para o céu, os povos antigos e também os índios ligavam as estrelas com linhas imaginárias, formando imagens de animais, objetos e heróis mitológicos. Cada cultura, dependendo de sua religião e sociedade, estabeleceu uma associação entre elas com essas figuras, e perceberam que ocorria um padrão que se repetia anualmente, surgindo em determinada época do ano (estações).

Contudo, este céu estrelado era o mesmo para todos os povos, e sua aparência na esfera celeste era imutável por milênios. As estrelas de fato possuem movimento próprio entre si e mudam de posição no céu observável, mas seu deslocamento umas em relação às outras é praticamente imperceptível por milênios, dada suas enormes distâncias (LANGHI, 2011, p.17).

Com esses questionamentos, iniciamos o reconhecimento de uma pequena região do céu, a partir de nosso observatório no ETEC Dr. Celso Giglio, abordando as constelações que são mais conhecidas, debatendo quais aparecem no céu em determinada estação do ano, quais são mais visíveis e quais são as estrelas mais brilhantes de cada uma (denominada Alfa da constelação).

Discutimos com os estudantes o fato de que constelações visíveis e conhecidas pela nossa cultura (ocidental) também estão presentes na cultura tupi-

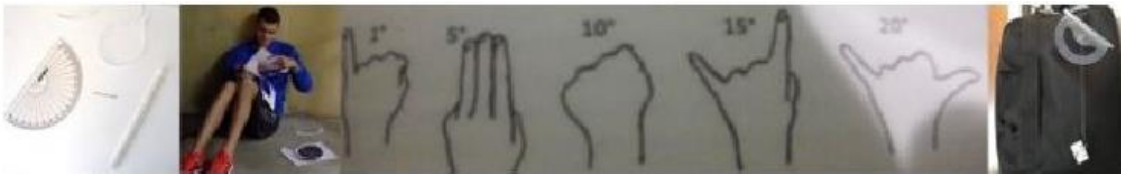
guarani e de que maneira são observadas (asterismo), questionando também o porquê de nossa geração (geração dos estudantes) não observar mais o céu.

Na organização do conhecimento procuramos através de aulas expositivas, fornecer subsídios sobre distância angular entre algumas estrelas, constelações e seus asterismos. Foram abordados também, conceitos de zênite[10], nadir[11], meridiano do observador, concluindo a atividade com a construção de um astrolábio[12] e de um planisfério celeste rotativo (Projeto da OBA – Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica - 2010) como ferramentas de apoio a observação noturna (Figura 27 e 28).

FIGURA 27 - PLANISFÉRIO MONTADO PELOS ESTUDANTES.

FONTE: OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA 2010

FIGURA 28 - DA ESQUERDA PARA A DIREITA, ASTROLÁBIO, ESTUDANTE RECORTANDO PLANISFÉRIO, FIGURAS INDICANDO OS ÂNGULOS COM AS MÃOS E ASTROLÁBIO MONTADO.



FONTE: CECÍLIO, 2016, P. 133

[10] Zênite – Do árabe que significa caminho, direção. (BOCZKO, 1984, p. 28)
[11] Nadir – Do árabe que significa oposto. Posição oposta ao zênite (BOCZKO, 1984 p. 29)
[12] Astrolábio – Instrumento para medir a altura dos astros a partir do horizonte.

Na aplicação do conhecimento, os estudantes iniciaram o recorte e montagem do planisfério impresso em papel cartão, seguindo o modelo proposto na 13ª Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (CANALLE et al. 2010).

Para determinação da altura do objeto em relação ao horizonte, os estudantes montaram um astrolábio feito com materiais comuns (tubo de caneta, transferidor, barbante e borracha), instrumento este utilizado em todas as atividades noturnas.

Utilizando o planisfério como referência para auxiliar na localização dos objetos celestes, os estudantes conseguiram visualizar e fotografar algumas constelações. Na figura 29, podemos verificar que foram capturadas: Órion, e suas estrelas mais brilhantes, Betelgeuse (Alfa Orionis) e Rigel (Beta Orionis), em nosso observatório no estacionamento do ETEC Dr. Celso Giglio com uma das câmeras utilizadas no projeto.

FIGURA 29 - CONSTELAÇÃO DE ÓRION COM ZOOM

FONTE: IMAGEM CAPTURADA PELO GRUPO DE ESTUDANTES

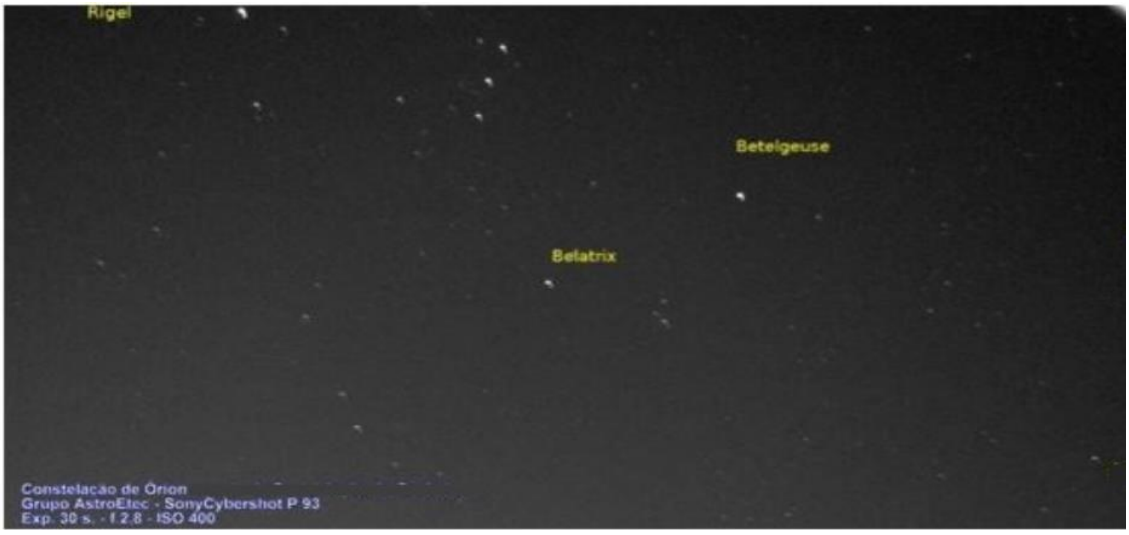
Se analisarmos a imagem com atenção, podemos perceber que capturamos as Três Marias, um dos asterismos mais conhecidos no céu e a Nebulosa de Órion, acima à esquerda.

Devido ao zoom aplicado e à exposição prolongada de 30 s. fica evidente um pequeno alongamento das estrelas, mas que não chegou a inutilizar a astrofotografia.

Como já discutido neste texto, para que as estrelas apareçam pontuais e sem rastros, é recomendado utilizar a câmera sem o zoom, com as configurações padrões da câmera quando ligada.

Na figura 30 podemos perceber que sem zoom, o campo de estrelas capturado é bem maior e mesmo com exposição de 30 s., as estrelas ainda aparecem pontuais, sem que o rastro causado pela longa exposição seja percebido.

FIGURA 30 - REGIÃO DA CONSTELAÇÃO DE ÓRION, SEM ZOOM



FONTE: IMAGEM CAPTURADA PELO GRUPO DE ESTUDANTES

Nesta imagem sem utilização de zoom conseguimos capturar uma área maior do céu, visualizando o cinturão de Órion, as estrelas Betelgeuse e Bellatrix.

Os estudantes fizeram a medição da distância angular das estrelas com as mãos, utilizando a estrela Betelgeuse e Bellatrix como exemplo, chegando à conclusão que entre elas a distância angular aparente é de aproximadamente 6°.

Comparando posteriormente em laboratório utilizando o software Stellarium, constatamos que na realidade a distância angular entre ambas medidas no software era de 7°, erro perfeitamente aceitável uma vez que medir ângulos com os dedos das mãos é impreciso por razões óbvias.

Finalizamos as atividades, discutindo sobre os asterismos presentes em diversas culturas de uma mesma constelação, esclarecendo que asterismo é o conjunto de estrelas que apresenta determinada forma definida dentro de uma constelação.

Analisando a imagem da astrofotografia de Órion, os estudantes localizaram as “Três Marias”, formadas pelas estrelas Mintaka, Alnilan e Alnitak, que representam o conhecido cinturão de Órion, discutindo a respeito do asterismo dessa constelação.

Posteriormente em laboratório, comparando as imagens da foto e do Stellarium, os estudantes discutiram sobre o asterismo em relação a cultura indígena Tupi Guarani, denominado como o “homem velho”.

Em seguida efetuamos um tratamento básico nas imagens capturadas do Stellarium com a opção “Ctrl + S”, seguida de uma montagem das duas imagens no software PhotoScape, comparando ambas as culturas que podem ser verificadas na Figura 31.

FIGURA 31 - CONSTELAÇÃO DE ÓRION SOB A PERSPECTIVA DE DUAS CULTURAS

FONTE: IMAGEM GERADA NO SOFTWARE STELLARIUM

Atividade 4 – Sistema Sol-Terra-Lua

Nossa Lua, o objeto mais brilhante no céu depois do Sol, tem influenciado através dos séculos diferentes civilizações.

Na ciência, ela instiga a investigação para compreender fenômenos; na literatura influencia poetas e escritores que se utilizam da alternância de seu brilho para provocar sentimentos. Algumas tribos indígenas se utilizam de suas fases para agricultura, pesca e contagem do tempo. A medida que suas fases vão se alternando no céu, questionamos as razões para este fenômeno. Mesmo quando "desaparece" na fase nova, desperta dúvidas e curiosidade.

Causadora de tanta admiração, para compreendê-la, precisamos estudá-la à luz da ciência. PICAZZIO et al. (2011, p.63) afirmam que,

> [...]desde sempre os humanos tem conhecimento da mudança cíclica do aspecto da Lua. Isso, certamente, foi responsável pela introdução de hábitos noturnos na sociedade humana. Segundo historiadores, foi Aristóteles de Estagira (384-322 a.C.), quem explicou o motivo dessas diferenças, a que os gregos chamaram fases. Isso ocorre porque a Lua gira em torno da Terra enquanto a Terra gira em torno do Sol, cada um com seu período. Assim, a posição relativa entre Terra, Lua e Sol varia constantemente, por isso a iluminação da Lua aparece sob ângulos diferentes.

De posse dessas informações, iniciamos a atividade problematizando a respeito do tamanho aparente do Sol e da Lua, movimento de translação e rotação da Lua, (síncronas entre si), velocidade angular do Sol e da Lua no céu e suas fases.

O grupo de estudantes iniciou a discussão sobre o tema e elaboramos alguns questionamentos: Qual é o tamanho aparente da Lua? Por que nos mostra sempre a mesma face? Por que não temos eclipses todos os meses?

Na etapa da OC, através de uma aula expositiva com projeção de slides e utilizando simuladores da Universidade de Nebraska[13], fornecemos os subsídios necessários, provocando nos estudantes um debate sobre os conceitos envolvidos, destacando que a Lua é nosso satélite natural sendo o único corpo celeste que orbita em torno da Terra, que seu nome é Selene, praticamente desconhecido pela maioria das pessoas.

Uma parcela enorme da população só a conhece por Lua, no entanto este termo designa um satélite natural que orbita qualquer planeta e não somente a Terra.

[13] http://astro.unl.edu/classaction/animations/lunarcycles/lunarapplet.html

Enquanto o nosso Sol é uma estrela e possui luz própria, a Lua, a Terra e os demais planetas do nosso sistema solar são corpos iluminados, ou seja, não possuem luz própria e são vistos porque refletem a luz do Sol.

O brilho da lua é consequência de seu albedo, que é a fração de energia refletida por um corpo celeste. Por exemplo, um espelho ideal teria o albedo igual a 1 ou 100%, porque reflete toda a luz que recebe. Todos os corpos que não emitem luz própria como planetas, satélites naturais e asteroides têm um albedo.

O albedo da Lua é de aproximadamente 0,12, significando que ela reflete 12% da luz que recebe do Sol.

Devido à sua elipticidade orbital, sua distância da Terra no perigeu (quando está mais próxima) é de aproximadamente 362.000 Km e quando em apogeu (mais distante) é de aproximadamente 405.000 Km (Figura 32).

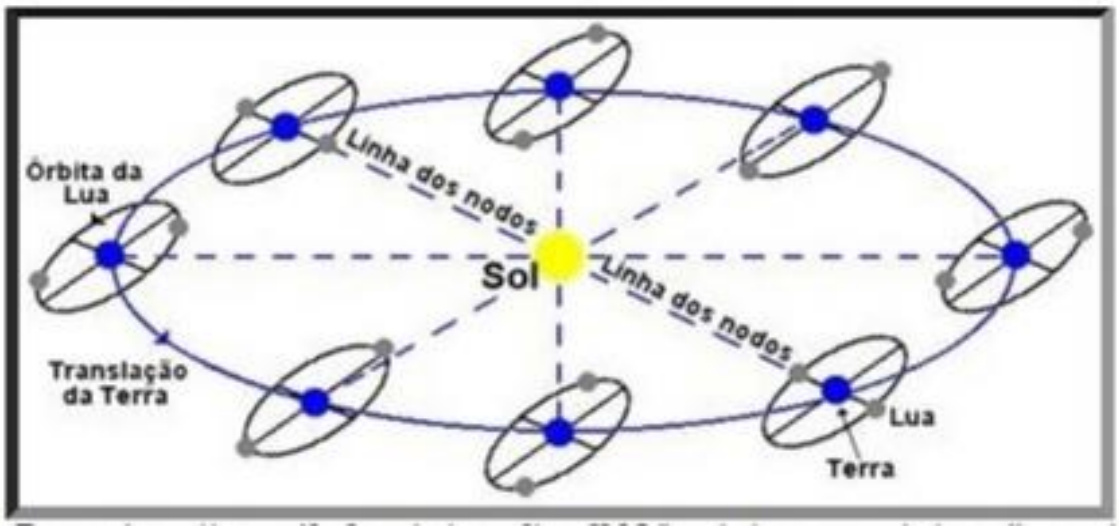
Em seguida abordamos o motivo de não ocorrerem eclipses todos os meses. Por analogia, suponhamos que a eclíptica (o plano da órbita da Terra em torno do Sol) seja uma mesa e que a Lua orbite num plano 5,2° inclinado em relação à orbita da Terra. Essa inclinação é suficiente para que a Lua não se alinhe com a Terra e com o Sol todos os meses.

FIGURA 32 - APOGEU E PERIGEU DA LUA - ELIPTICIDADE DA FIGURA FORA DE ESCALA

FONTE: HTTP://VAZTOLENTINO.COM.BR/CONTEUDO/73-INFORMACOES-LUNARES

Eventualmente, nas fases cheia ou nova, ocorre de a Lua ficar no mesmo plano orbital da Terra e do Sol (eclíptica) e neste momento é que acontecem os eclipses. A interseção entre os dois planos define uma linha, sobre a qual estão os nodos (cada um dos pontos de intersecção da órbita da Lua com o plano da órbita da Terra, com a inclinação da órbita da Lua em relação ao Sol – Figura 33).

FIGURA 33 - TRANSLAÇÃO DA TERRA, LUA E LINHA DOS NODOS. (FIGURA FORA DE ESCALA)



FONTE: HTTP://WWW.IF.UFRS.BR/MPEF/MEF008/LUCIA/ASTRONOMIA/CONDICOES.HTML

Finalizando a etapa da OC, discutimos a fato de a Lua sempre mostrar a mesma face, esclarecendo que, no entanto, não significa que a face que é oculta para nós aqui na Terra, não receba a luz do Sol.

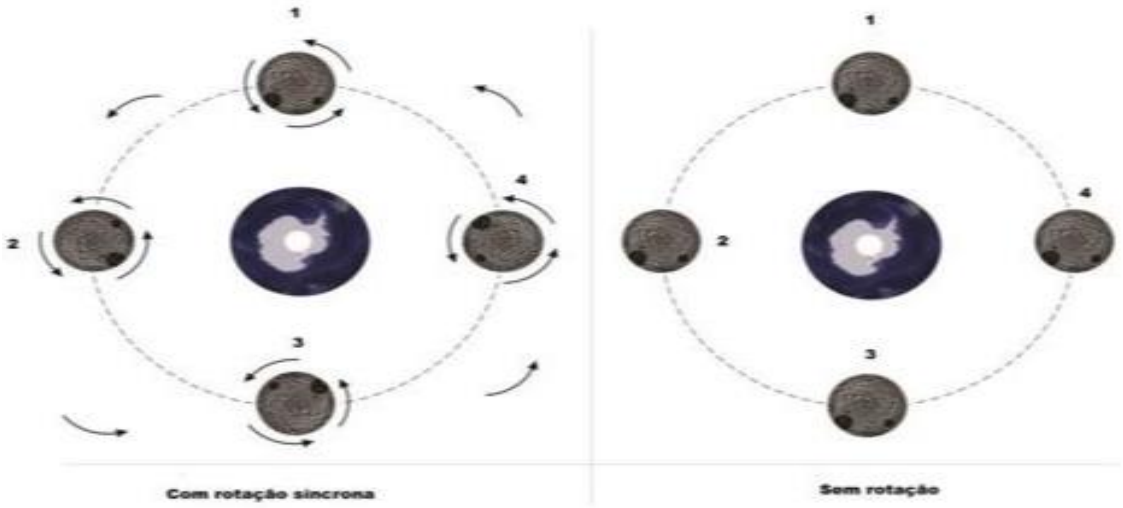
Na realidade, além do movimento de translação ao redor da Terra, a Lua possui movimento de rotação em torno de seu próprio eixo.

Acontece que o período de translação da Lua ao redor da Terra que é de 27,3 dias, coincide com o período de rotação da Lua que também é de 27.3 dias.

Essa sincronização ocorreu ao longo de bilhões de anos, devido à força da gravidade da Terra (força de maré) atuando sobre a Lua, que acabou por estabelecer um sincronismo entre a rotação e a translação da mesma.

Para entender melhor, vamos observar com atenção a Figura 34. Vamos supor que estamos observando a Terra do espaço, sobre o polo sul (continente Antártico) e ao mesmo tempo, conseguimos visualizar a Lua com duas grandes crateras (marcas pretas) voltadas em direção à Terra.

FIGURA 34 - A ESQUERDA, LUA COM ROTAÇÃO E A DIREITA SEM ROTAÇÃO.
(FIGURA FORA DE ESCALA)



FONTE: HTTP://ASTRO.IF.UFRGS.BR/LUA/LUA.HTML

Da posição 1 para a posição 2, a Lua percorre um ângulo de 90° em sua translação em torno da Terra e no mesmo período, ela gira 90° em torno de seu próprio eixo, fazendo com que as crateras continuem voltadas para a Terra.

Da posição 2 para 3 e da 3 para a posição 4, ocorre o mesmo fenômeno, até que ela completa sua translação e rotação no período de 27,3 dias.

Portanto ela sempre tem voltada para a Terra a mesma face, podendo esta face estar totalmente iluminada na Lua cheia, metade iluminada nos quartos crescente ou minguante, ou sem iluminação na Lua nova.

O período de 27,3 dias, se refere ao período sideral da Lua e diz respeito ao seu período orbital (27d 7h 43m 12s) em torno da Terra. Além desse período, a Lua possui o período sinódico (29d 12h 44m 3s), que é o tempo decorrido entre duas fases iguais sucessivas (nova-nova, cheia-cheia etc.), e tem duração de 29,530589 dias (PICAZZIO, 2011 p. 70).

Isso ocorre porque, enquanto ela gira em torno da Terra, esta gira em torno do Sol, de modo que o ciclo das fases dura um pouco mais que o período sideral.

De posse dessas informações, iniciamos a etapa da AC, orientando os estudantes a pesquisar os melhores dias para observação e fotografia da Lua, fazendo o uso das efemérides da Lua.

Uma tabela que contenha a posição de astros em função do tempo recebe a denominação de efemérides. Com essa informação, antes de programarmos a observação em campo, consultamos as efemérides para obter o melhor dia, hora e local para observamos e fotografar a Lua.

Na tabela 5, temos as efemérides lunares de aproximadamente 15 dias do mês de abril de 2017, a fim de facilitar o planejamento da atividade.

Tabela 5 – Efemérides lunar do mês de abril de 2017

Data	Lua		
Dia/Mês/Ano	Nascer	Poente	**Aparência**
4/04/2017	13h40 Az: 70°	01h02 Az: 287°	55% ilum.
5/04/2017	14h29 Az: 73°	02h00 Az: 285°	66% ilum.
HOJE	15h15 Az: 76°	02h58 Az: 281°	76% ilum.
AMANHÃ	15h57 Az: 80°	03h55 Az: 277°	84% ilum.
8/04/2017	16h36 Az: 85°	04h50 Az: 272°	91% ilum.
9/04/2017	17h15 Az: 89°	05h44 Az: 268°	96% ilum.
10/04/2017	17h52 Az: 93°	06h37 Az: 263°	99% ilum.
11/04/2017	18h28 Az: 98°	07h28 Az: 259°	100% ilum.
12/04/2017	19h06 Az: 102°	08h19 Az: 255°	99% ilum.
13/04/2017	19h46 Az: 105°	09h10 Az: 251°	96% ilum.
14/04/2017	20h26 Az: 108°	10h01 Az: 248°	92% ilum.
15/04/2017	21h10 Az: 110°	10h51 Az: 246°	86% ilum.
16/04/2017	21h55 Az: 111°	11h41 Az: 245°	**79% ilum.**

Fonte: https://www.apolo11.com/efemerides.php

Consultadas as efemérides lunares, basta montar o equipamento, escolhendo o dia (noite), hora e o local, em que a Lua estará melhor posicionada, e efetuar as astrofotografias.

As melhores épocas para fotografia e observação da Lua são quando estão nas fases crescente ou minguante, lembrando que quanto mais alta em relação ao horizonte, menos PL e refração atmosférica prejudicial à astrofotografia.

Na lua cheia a observação e fotografia é prejudicada pelo forte brilho desta fase, sendo necessário utilizar filtros de bloqueio que permitem a passagem de uma parcela da luz lunar, como por exemplo o filtro “expanse”, que bloqueia 25% do brilho.

Ao contrário dos filtros para observações do Sol que obrigatoriamente devem ser instalados na objetiva dos refratores, ou a frente do tubo nos refletores, o filtro lunar pode ser instalado na ocular.

Nas fases dos quartos, podemos obter detalhes das crateras, mares, montanhas e visualizar a região do terminador que é a linha imaginária entre sombra e luz na superfície lunar.

Na atividade prática ao anoitecer, o grupo de estudantes fotografou a Lua, que se encontrava 8,5% iluminada, utilizando uma câmera Sony® modelo P93, em tripé fixo. Na imagem é possível distinguir o fenômeno conhecido como Luz Cinérea (Figura 35).

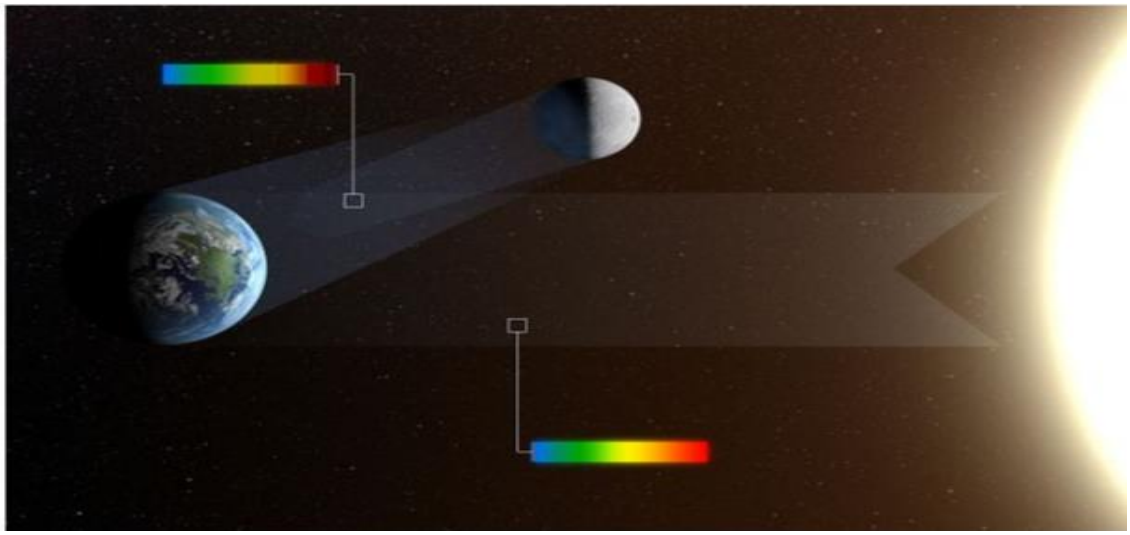
Quando ocorre a luz cinérea, percebemos a circunferência lunar tenuemente iluminada. Este é um fenômeno observável nos dias que precedem e sucedem imediatamente a fase de Lua Nova, após o quarto minguante e antes do quarto crescente. Como afirma CALÇADA, 2012,

> “[...] quando a Lua aparece como um fino crescente no céu durante o crepúsculo, podemos muitas vezes observar que o resto do seu disco também brilha tenuamente. A este fenômeno chamamos luz cinérea e deve-se à reflexão da luz solar pela Terra, que ilumina por sua vez a superfície lunar. ” (E.S. O., 2012).

FIGURA 35 - FOTO DA LUA COM CÂMERA SONY P93 EFETUADA POR ESTUDANTE.

Fonte: Foto do autor.

FIGURA 36 - LUZ CINÉRIA



FONTE: CRÉDITOS ESO - L. CALÇADA, 2012 (FIGURA FORA DE ESCALA)

Atividade 5 – Viagem pelo Sistema Solar

Em 14 de fevereiro de 1990 a sonda espacial da NASA, efetuou uma série de fotogramas, que resultaram em uma imagem da Terra menor que um pixel. Essa imagem foi capturada pela Voyager 1 a uma distância de aproximadamente 6 bilhões de quilômetros (40,5 AU[14]) da Terra.

A sonda se encontrava nos limites do nosso Sistema Solar e a imagem foi transmitida para nosso planeta, viajando a velocidade da luz, levando aproximadamente 6 horas-luz para chegar. Estabelecendo uma comparação, se a Voyager 1 estivesse em órbita do planeta Marte enviando o mesmo sinal, ele chegaria a Terra em 12 minutos-luz, percorrendo a distância de 55.760.000 Km (0,37 AU).

A imagem enviada ficou conhecida como “O pálido ponto azul” e deu origem a um livro escrito pelo astrônomo e divulgador da astronomia Carl Sagan.

A imagem mostrava nitidamente a fragilidade do nosso mundo em relação ao Universo de forma tão profunda que, em uma palestra na Universidade Cornell em 1994, Carl Sagan apresentou-a e iniciou uma palestra dizendo,

> [...]olhem de novo esse ponto. É aqui, é a nossa casa, somos nós. Nele, todos a quem ama, todos a quem conhece, qualquer um sobre quem você ouviu falar, cada ser humano que já existiu, viveram as suas vidas.

Com esta frase, ele provavelmente estava provocando em nós a reflexão necessária para valorizar nosso mundo, nossa cultura, nossa biodiversidade e a humanidade.

Considerando que esta atividade foi solicitada pelos estudantes que participam e colaboram com este projeto piloto, devido ao grande interesse e curiosidade em conhecer nossa residência cósmica, é justo que se atenda essa solicitação e inicie a atividade com a PI, levantando questões como distância da Terra ao Sol, tamanho e formação do nosso sistema e quais objetos compõe nossa redondeza cósmica.

Na OC, fornecemos os subsídios aos estudantes para compreender que o Sistema Solar é o conjunto de corpos (planetas, planetas anões, satélites, asteroides e cometas) sob a influência gravitacional do Sol, e que os cometas e asteroides são resíduos da formação que ocorreu há aproximadamente 4,6 bilhões de anos. Que

[14] Unidade Astronômica – 1 AU equivale a distância da Terra ao Sol que é de 150 milhões de quilômetros aproximadamente.

nosso Sol detém 99,8% de toda a massa do Sistema Solar, restando 0,2% para os outros corpos que orbitam ao seu redor.

Os componentes principais do Sistema Solar são, em ordem de distância ao Sol, os planetas rochosos ou terrestres: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte e quatro gigantes gasosos denominados jovianos: Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

Fazem parte do nosso sistema também as diversas luas que orbitam a maioria dos planetas, com exceção de Mercúrio e Vênus que não possuem satélites naturais. Além destes, também fazem parte de nosso sistema solar os chamados “corpos menores”, os cometas e os asteroides.

Entre os planetas rochosos e os gasosos, existe uma extensa área preenchida com rochas, sendo conhecida como Cinturão de Asteroides. Neste setor encontramos também um dos planetas anões de nosso sistema conhecido como Ceres.

Há também outro cinturão de objetos gelados, conhecidos como Objetos Transnetunianos, após os quatro planetas gasosos, numa região denominada Cinturão de Kuiper. Nesta região encontramos também alguns planetas anões, sendo que os principais são: Plutão, Haumea, Makemake e Éris.

Nos limites do Sistema Solar, existe uma região repleta de objetos gelados (cometas gelados) conhecida como nuvem de Opik-Oort. A partir desta nuvem, em direção a estrela mais próxima, aproximadamente a metade dessa distância, encerra-se a ação gravitacional do Sol e o limite do nosso Sistema Solar.

Procuramos demonstrar através de uma aula expositiva, com projeção de slides, as teorias de formação do sistema solar e suas características físico-químicas de acordo com suas órbitas, suas atmosferas e inclinações do eixo em relação ao plano da eclíptica, bem como seus satélites naturais.

Foram utilizadas nessas aulas, imagens recentes das diversas sondas que a NASA enviou no passado e algumas atuais, proporcionando muitos detalhes e informações atualizadas a respeito do nosso sistema.

Nesta etapa, também foi promovido extenso debate entre os grupos de estudantes, discutindo os conceitos abordados, questionando-se muito sobre a classificação do planeta anão plutão, Vênus e seu eixo com sua inclinação singular e seu período de rotação maior que o de translação, viagem a Marte, satélites naturais

promissores na busca por organismos e água, destacando nas discussões, Europa, Encelado e Titã.

Finalizamos as discussões com os estudantes, abordando algumas características das luas de Júpiter Europa, Io, Ganimedes e Calisto, e a importância de Galileu Galilei para a ciência, com a invenção do telescópio que mudou toda a história da astronomia.

Na etapa seguinte, AC, programamos um encontro noturno para efetuar algumas astrofotografias dos planetas Marte, Júpiter e Saturno, discutindo as possibilidades do uso dessas imagens para estudo de suas órbitas.

Levantamos a questão do nome planeta (do grego que significa viajante, errante), debatendo sobre os movimentos planetários sobre o fundo de estrelas, causa principal para que os antigos os batizassem com este nome.

Na figura 37 nosso grupo na sala de aula onde aprendemos e discutimos longamente sobre nosso Sistema Solar.

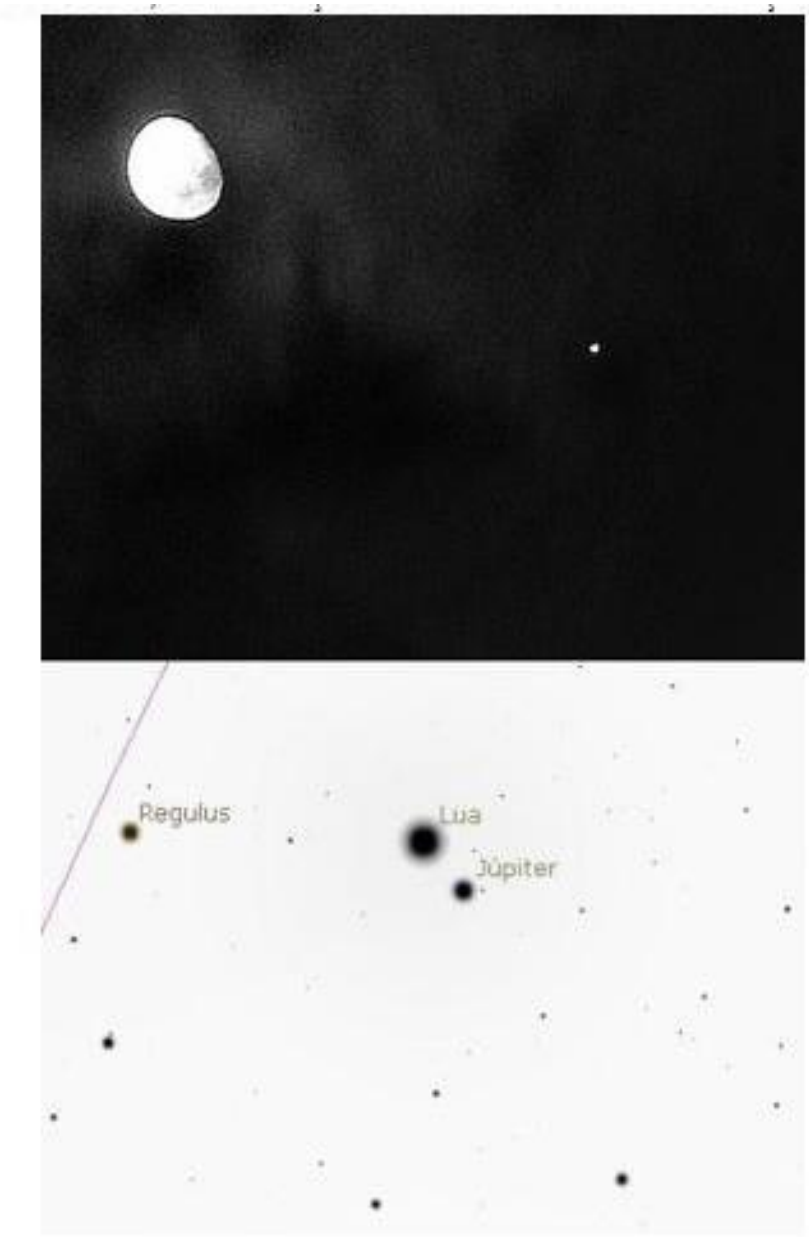
FIGURA 37 - GRUPO DE ESTUDANTES

FONTE: FOTO DO AUTOR

Finalizando e complementando nossas discussões, programamos e realizamos uma atividade noturna, fotografando entre nuvens, a conjunção da Lua com o Planeta Júpiter na noite de 16 de abril de 2016.

A montagem na imagem inferior da foto é uma visualização invertida obtida no software Stellarium da mesma conjunção (Figura 38).

FIGURA 38 - CONJUNÇÃO LUA E JÚPITER (IMAGEM SUPERIOR). IMAGEM INFERIOR, REPRESENTAÇÃO DA MESMA CONJUNÇÃO NO STELLARIUM



FONTE: IMAGEM DO AUTOR/STELLARIUM

Para criar uma imagem invertida no Stellarium, basta acessar o menu “Configurações” digitando a tecla [F2], selecionar a opção “Ferramentas” e na opção

captura de tela (Crtl + S), habilitar a opção “Inverter cores”. Neste local também é possível ajustar em qual pasta do computador serão salvas as imagens das telas.

Dando sequência ao tema abordado durante as atividades, com as discussões a respeito do nosso Sistema Solar, em outra noite nosso grupo obteve com a câmera Sony P 93, uma imagem dos planetas Marte e Saturno que na ocasião se encontravam com sua posição aparente na constelação de Escorpião, possibilitando a captura de sua estrela Antares, a mais brilhante (Alfa de Escorpião – Figura 39).

FIGURA 39 - CONSTELAÇÃO DE ESCORPIÃO E A ESTRELA ANTARES

FONTE: FOTO DO AUTOR E ESTUDANTES

Concluímos as atividades debatendo com os estudantes a respeito das distâncias envolvidas em relação aos planetas que foram capturados na imagem, o fato de estarem em nossa vizinhança cósmica e sua posição aparente no céu em relação às estrelas da constelação de escorpião.

Se observarmos com atenção, ou se ampliarmos um pouco a imagem, poderemos perceber as diferentes cores de algumas estrelas da foto. Enquanto a grande maioria dentro do campo da imagem possuí coloração azulada ou branca, Antares, o ponto mais brilhante, aparece com sua tonalidade alaranjada.

É possível observar também Marte com seu brilho avermelhado tendendo para o laranja enquanto Saturno mostra um tom perolizado, mas sem nenhum detalhe dos anéis, devido a limitações do equipamento em captar a luz.

Admirados com a imagem, os estudantes se convenceram de que, com técnica e paciência, mesmo com equipamentos simples é possível não só estudar os objetos do Sistema Solar, mas também objetos celestes que se encontram além do nosso Sistema.

Atividade 6 – Instrumentação para a astronomia.

Uma das propostas deste projeto é fornecer informações a respeito de equipamentos para estudantes da escola básica que desejem se aventurar na observação e fotografia do céu, ou qualquer pessoa que goste de ciências, mais especificamente astronomia, possibilitando o aproveitamento de instrumentos óticos simples ou orientando na aquisição, com um custo mínimo possível.

Em nosso projeto piloto abordamos a PI com os estudantes, enfatizando essa questão para o bom dimensionamento e escolha das câmeras que farão a captura das imagens, possibilitando o estudo e análise do céu noturno, contribuindo com a construção do conhecimento discente.

Essa questão é fundamental, uma vez que a realização de projetos que envolvam astronomia e astrofotografia em escolas públicas, como é o caso deste, precisam ser planejados de maneira que os estudantes tenham êxito neste primeiro contato com o ensino de ciências.

Essa questão não envolve somente aquisição de equipamentos para observar ou fotografar o céu, mas também a construção de instrumentos para utilização nas atividades de campo.

Em nossas atividades aplicadas dentro do projeto piloto, os estudantes que participaram, aprenderam e construíram diversos instrumentos didáticos.

Entre esses instrumentos podemos citar o planisfério da OBA do ano de 2010, um astrolábio para medição da altura dos astros, utilizados nas atividades de observações noturnas, facilitando a localização e apontamento dos alvos escolhidos.

Em uma de nossas atividades diurnas, a primeira que nosso grupo de estudantes participou, fizemos uso do gnômon para determinar os pontos cardeais geográficos e construímos um relógio de Sol, a fim de determinar o meio dia solar verdadeiro.

A construção de um relógio de Sol com os estudantes é uma excelente oportunidade para abordar os conceitos de dia sideral e dia solar.

Na etapa seguinte da atividade, após a construção do relógio solar, fizemos três marcações de horário, comparando-as com a hora oficial (Figura 40).

FIGURA 40 - RELÓGIO DE SOL

FONTE: XVI OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA

Como afirmam PICAZZIO et al. (2011, p. 68),

> O dia solar verdadeiro (ou aparente) e o tempo decorrido entre duas passagens sucessivas do Sol pelo meridiano local. A hora solar e marcada pelo relógio de sol. Como a orbita da Terra e elíptica, sua velocidade orbital varia: ela e maior no periélio (maior aproximação do Sol) e menor no afélio (maior afastamento do Sol).

Essa atividade é também uma excelente oportunidade para que o professor de Física aborde e discuta com os estudantes as três leis de Kepler e o movimento planetário.

Na sequência, na etapa da OC, descrevemos os telescópios refletores e refratores, suas vantagens e desvantagens, abordando tipos de montagem, abertura, distância focal, razão focal e aberrações ópticas, não aprofundando o assunto porque o escopo deste projeto é a prática da astrofotografia com câmeras comuns de baixo custo.

É importante esclarecer aos que pretendem adquirir um equipamento para iniciar na astronomia amadora que telescópios não são instrumentos fáceis para o iniciante, uma vez que seu campo visual pequeno dificulta apontar com precisão objetos celestes.

A melhor opção é um binóculo de boa qualidade com grande campo de visão, facilitando o estudo e reconhecimento do céu, ou uma câmera comum que possibilite algumas configurações de tempo de exposição acima de 10 s., abertura e ISO, que permitam a captura das estrelas.

Diferente do telescópio, os binóculos são uma ótima opção para quem deseja iniciar na observação do céu, seja pelo baixo custo ou pelo fato de facilitarem o aprendizado de objetos celestes.

Os binóculos com prismas BK7 e BK9, abertura de 50 mm na objetiva e saída de pupila de 7 mm são os mais indicados para uso em astronomia, sendo o instrumento ideal para o iniciante.

Uma infinidade de objetos celestes pode ser observada com binóculos, entre eles o aglomerado aberto das Plêiades e Híades na constelação de Touro, a nebulosa de Órion, a galáxia de Andrômeda, os satélites de Júpiter (Luas Galileanas) e algumas estrelas duplas como Acrux, só para citar algumas das “joias” do nosso céu.

A estrela Acrux é conhecida como “estrela de Magalhães” e está localizada na base da constelação do Cruzeiro do Sul. Ela é uma das estrelas que estão presentes na bandeira do Brasil, representando o estado de São Paulo.

Há muito de astronomia em nossa bandeira, sendo uma excelente oportunidade para o docente de História abordar com os estudantes os conceitos históricos envolvidos nela.

Outro objeto facilmente fotografado é a Lua, com suas inúmeras crateras e mares, mas neste caso devemos utilizar filtros bloqueadores, pois a observação por muito tempo pode ofuscar nossas vistas em decorrência do seu brilho, principalmente na fase cheia.

O ideal é observar a Lua durante as fases de quartos minguante e crescente que possibilitam perceber melhor os detalhes de sua superfície, como as sombras de montes e das paredes íngremes de algumas crateras.

Para observação do Sol com binóculos, devemos redobrar o cuidado. Só devemos fazê-lo com as duas objetivas cobertas com filtro especial como por exemplo, filtros Thousand Oaks® ou Baader® que protegem nossos olhos.

Nunca utilize os filtros na ocular sob risco de danificar o equipamento, ou pior, sua visão de forma irreparável.

Para observar com conforto, o binóculo pode ser instalado com um adaptador apropriado em um tripé fixo. Com um pouco de criatividade, podemos utilizar uma câmera adaptada a uma de suas oculares, possibilitando excelentes astrofotografias.

Na AC demonstramos isso, acoplando uma das câmeras disponíveis ao binóculo, tirando o melhor proveito desses equipamentos na obtenção de imagens da Lua e do Sol.

FIGURA 41 - IMAGENS DO SOL E DA LUA - CÂMERA P73 ACOPLADA A UM BINÓCULO.

Fonte: Autor

Após o tratamento da imagem em um computador, abordamos alguns conceitos a respeito de tamanho aparente do Sol e da Lua, distâncias envolvidas, caminho aparente no céu, eclíptica, crateras lunares e manchas solares.

Apesar do setup simples e de baixo custo, ele pode ser utilizado também com sucesso na captura de imagens de objetos celestes mais tênues.

Na figura 41 demonstramos esta técnica. Observe que uma câmera Sony Cybershot® modelo P73 foi acoplada a uma das oculares do binóculo com fita crepe, possibilitando regular o foco das oculares e da câmera, simultaneamente.

Com este equipamento, capturamos imagens do Sol com filtro Thousand Oaks® e ao anoitecer, uma bela imagem da Lua. Nessas imagens podemos perceber os mares da Lua com sua composição de lava basáltica mais escura ou, no caso do Sol, se há ocorrência de manchas solares (Regiões Ativas ou AR em inglês).

Com esse equipamento é possível efetuar observações de machas solares caso ocorra esse fenômeno. Se sua superfície estiver com manchas, podemos medir a rotação da superfície do Sol.

Através dos movimentos das manchas, podemos medir a velocidade de rotação da superfície solar. As manchas são responsáveis pelo ciclo de 11 anos em que o Sol alterna períodos de máxima e mínima atividade.

Analisando e observando as manchas, também podemos verificar que quando essas machas estão na região do equador do Sol, elas giram com período de 25 dias e quando localizadas a 45° de latitude, giram a cada 28 dias, evidenciando o que chamamos de rotação diferencial. Esse comportamento não seria possível se o Sol fosse um corpo sólido.

Atividade 7 – Movimento aparente dos planetas

Iniciamos esta atividade com a PI sobre o movimento aparente dos planetas em relação à abóbada celeste e seu caminho anual na eclíptica. Como problematização inicial fizemos o seguinte questionamento: Como os planetas se movem?

Percebemos através das discussões iniciais que os estudantes acreditavam que os planetas se moviam pela esfera celeste, com a mesma velocidade angular, acompanhando o movimento das estrelas.

O motivo disso é que o movimento aparente dos planetas que estão visíveis no céu a maior parte do ano, não são discutidos e apresentados aos estudantes de forma prática, através do laboratório natural que a esfera celeste oferece.

Apesar dos livros abordarem alguns modelos do geocentrismo e do heliocentrismo e conceitos dos modelos Aristotélico, Ptolomaico e Copernicano, é na prática da observação sistemática que temos uma melhor construção desse conhecimento.

Na OC abordamos de forma expositiva que, enquanto os planetas se movem no mesmo sentido em relação ao Sol, quando observados de nosso planeta seu movimento aparente é mais complexo.

Nessa abordagem escolhemos o planeta Marte, visível no céu a maior parte do ano, mas que tem seu movimento em um sentido durante a maior parte do tempo e em determinado período tem o movimento aparente no sentido oposto, conhecido como movimento retrógrado.

Todos os planetas em algum ponto de sua órbita vão apresentar um movimento retrógrado. Os planetas Mercúrio, Vênus e Marte possuem movimentos bem rápidos enquanto os gigantes gasosos Júpiter, Saturno, Urano e Netuno possuem movimento aparente bem mais lento.

Ainda se consideramos que o Sol em seu trajeto aparente na elíptica, se desloca uma constelação do zodíaco por mês, percorrendo em um ano as doze constelações zodiacais, Júpiter por exemplo se desloca aproximadamente uma constelação do zodíaco por ano.

Para tentar comprovar isso de forma experimental, na AC os estudantes propuseram efetuar três astrofotografias com uma câmera Sony P93 em tripé fixo.

Os alvos selecionados, Júpiter e Saturno, se encontravam em boa posição no céu e foram feitas três exposições, em três horários diferentes, espaçadas em 30 min. cada, para tentar perceber esse movimento aparente, sem que o docente-pesquisador tenha interferido na proposta elaborada pelos estudantes.

Posicionadas as câmeras em tripé fixo apontadas para a região da eclíptica, na direção dos dois alvos, configuramos as câmeras com ISO 400, abertura f.2,8 e exposição de 15”.

Para Júpiter fizemos uma exposição as 20h00, outra as 20h30 e a última as 21h00 e para Saturno, uma exposição as 22h27, outra as 22h34 e a última as 22h56.

Em uma segunda etapa da atividade, no laboratório de informática da ETEC, transferimos nossas imagens para o computador e utilizando o software Picasa®[15], retiramos as cores e efetuamos o ajuste de brilho e contraste dos planetas para que as estrelas se destacassem.

[15] Picasa é um programa de edição de imagens de propriedade da Google Inc. Licença Freeware.

Em seguida, as imagens foram sobrepostas no software Astrometrica[16], utilizando a opção Blink[17] para verificar o movimento aparente dos alvos sobre o fundo de estrelas, mas percebemos que os mesmos se moviam junto com as estrelas!

Com intuito de verificar com outro método, experimentamos colocar cada foto em um slide do Power Point® e movimentar os slides com a roda do mouse, observando o movimento dos planetas contra o fundo de céu, sem, no entanto, comprovarmos o movimento dos planetas contra o fundo de estrelas.

Nas discussões com os estudantes, chegamos à conclusão de que não é possível perceber o movimento aparente dos dois alvos contra o fundo do céu devido ao estreito tempo entre as fotografias. A percepção deste movimento planetário só seria possível com intervalos de tempo entre uma exposição e outra de meses ou anos, sendo que o tripé com a câmera precisaria estar na mesma posição da primeira foto e das subsequentes.

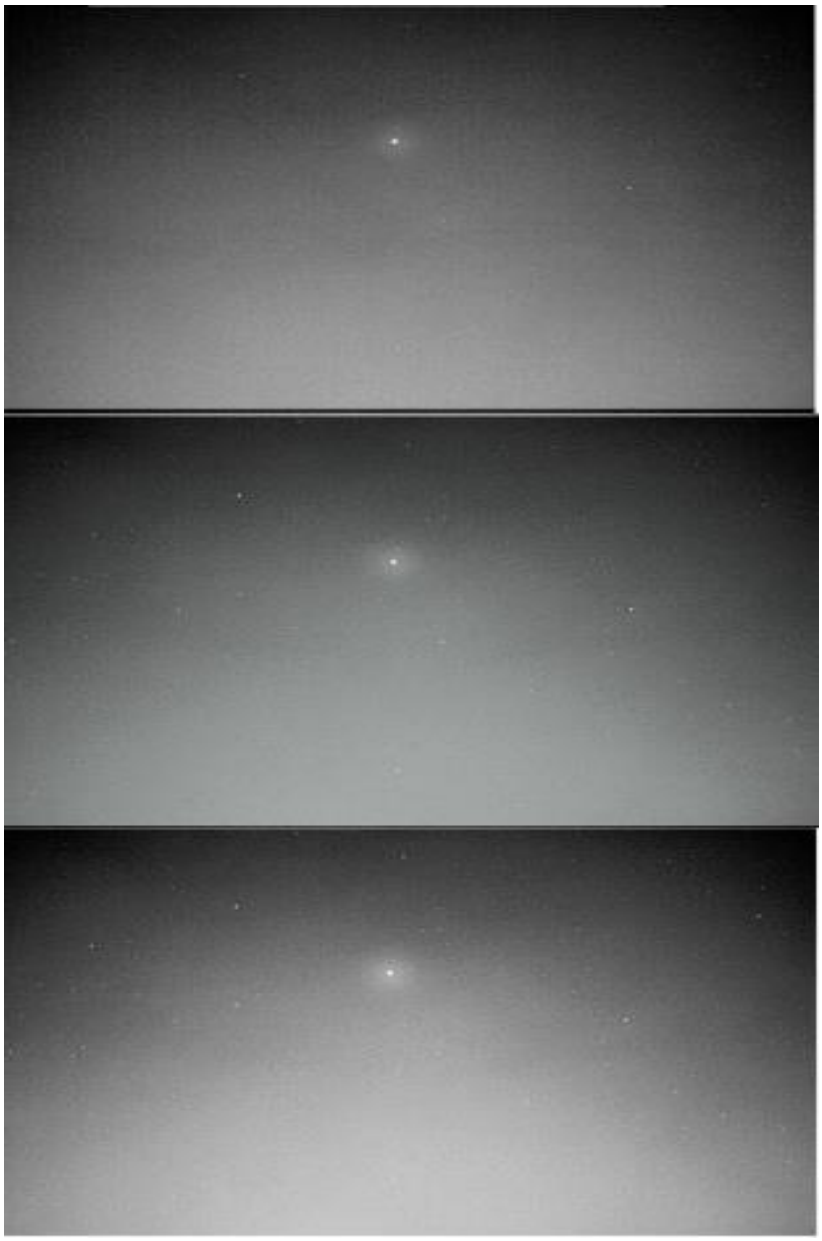
Isto é possível fazendo marcações dos pés do tripé no chão com tinta plástica ou giz, desde que não se percam essas marcas, o que inviabilizaria o experimento caso a câmera tivesse alterada sua posição e apontamento na região do céu.

Na figura 42 podemos verificar as sequências de fotos utilizadas para a detecção do movimento aparente de Júpiter, e na figura 43 as imagens capturadas de Saturno, que foram utilizadas para análise no software Astrometrica® e no Power Point®.

[16] Astrometrica é uma ferramenta interativa para redução de dados astrométricos de nível científico de imagem CCD

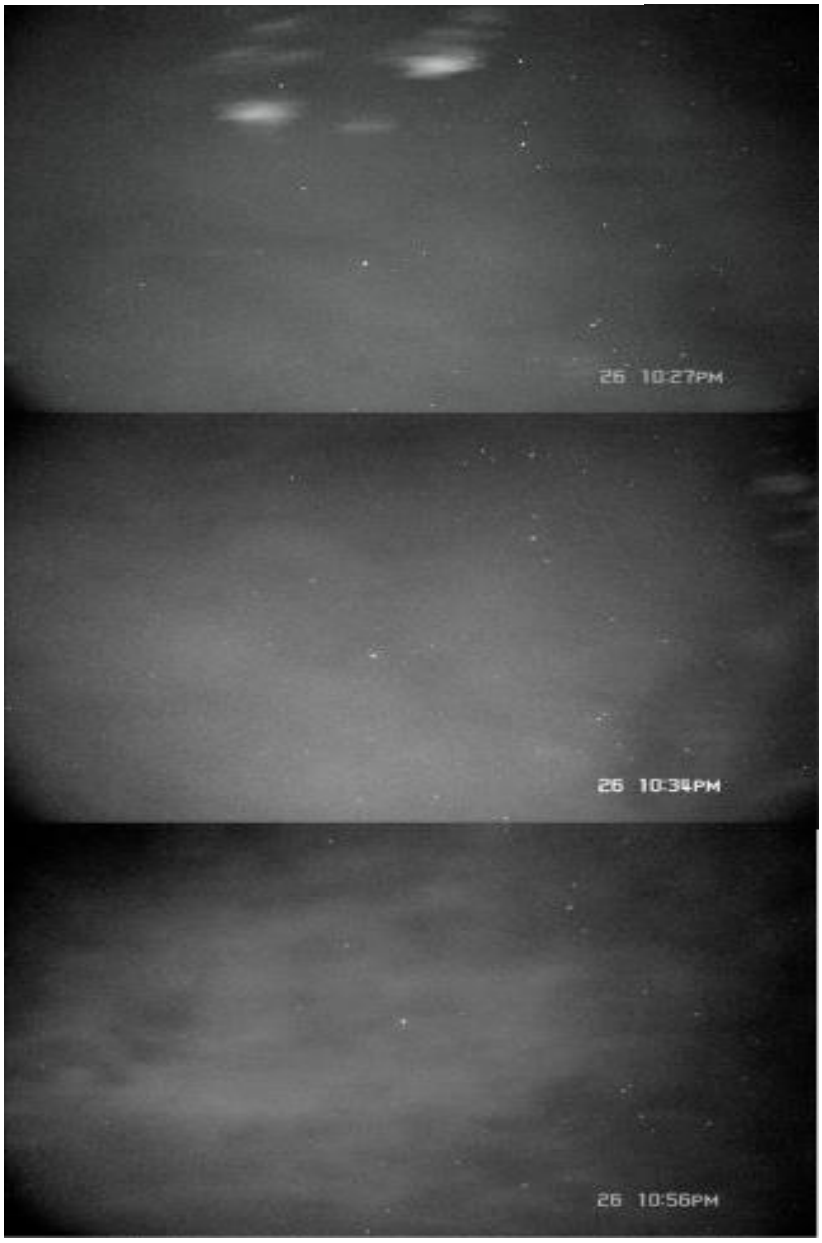
[17] Blink é um comando que sobrepõe imagens digitais com objetivo de encontrar objetos que se movem.

FIGURA 42 - SEQUÊNCIA DE IMAGENS DE JÚPITER



FONTE: IMAGEM DOS ESTUDANTES E AUTOR

FIGURA 43 - SEQUÊNCIA DE IMAGENS DE SATURNO



FONTE: IMAGEM DOS ESTUDANTES E AUTOR

Analisando a sequência de imagens efetuadas nessas figuras, não conseguimos evidenciar o movimento aparente dos dois planetas sobre o fundo de estrelas. Constatado esse fato, os estudantes concordaram que seria necessário a reformulação da atividade, com uso do Stellarium para que esse movimento sobre o fundo de céu pudesse ser percebido e estudado.

Planejamos a atividade e para tornar possível a constatação do movimento aparente dos planetas, utilizamos o Stellarium como ferramenta de apoio, manipulando o tempo de forma a perceber esse movimento aparente anual.

Nesta nova atividade adotamos a seguinte estratégia: seriam capturadas três telas do céu noturno, em três anos distintos, na mesma posição do céu, data e hora, criando assim condições de se perceber o movimento aparente dos planetas em relação à esfera celeste.

O alvo escolhido mais uma vez foram os planetas Júpiter e Saturno. Com esta abordagem, foi possível observar o movimento aparente de Júpiter e Saturno, contra o fundo de estrelas, compreendendo as razões do nome “errante”, ou seja, planeta.

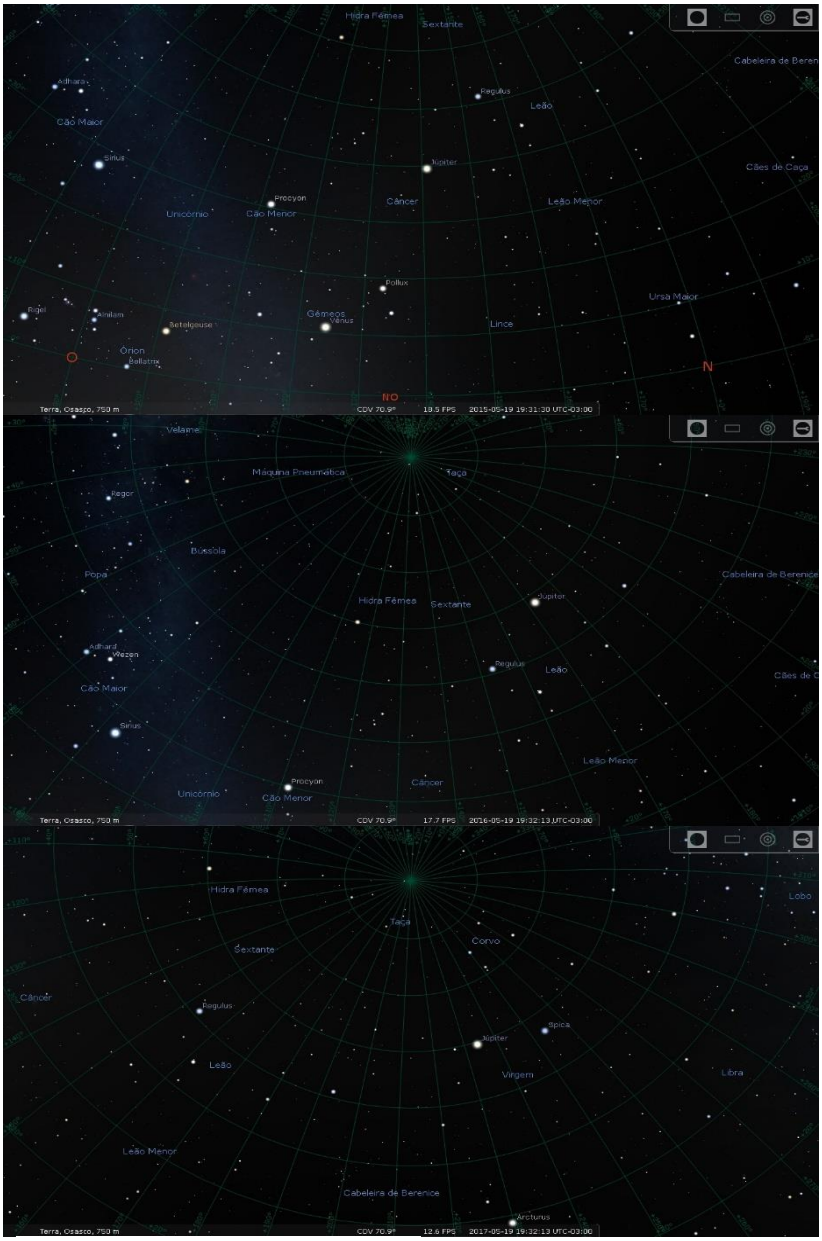
Durante esta atividade, realizada nos laboratórios da ETEC Prof. André Bogasian, foram capturadas três telas do Stellarium, com as datas ajustadas para o dia 19 de maio, as 19h30 dos anos de 2015, 2016 e 2017, procurando manter sempre a posição do céu.

Cada uma dessas telas foi salva no disco rígido com a opção “Ctrl + S”, armazenando-as em uma pasta previamente configurada e em seguida utilizando o aplicativo PhotoScape®, efetuamos a composição, colocando-as verticalmente para que pudéssemos analisar na sequência das imagens o movimento dos planetas.

Na figura 44 podemos observar nas três imagens, o deslocamento do planeta Júpiter, na primeira imagem com altura de 40° na constelação de Câncer. Na imagem do meio, mesmo fundo de estrelas e mesmo quadrante, mas Júpiter se encontra a 59° de altura na Constelação de Leão. Finalmente na última imagem está praticamente no Zênite, na Constelação de Virgem.

Esse caminho aparente através dessas constelações denota seu movimento aparente, no entanto a posição das estrelas na esfera celeste não alterou nesta simulação que capturou o céu na mesma posição (Noroeste), mesma hora, dia e mês, dos anos de 2015, 2016 e 2017.

FIGURA 44 - IMAGEM DE JÚPITER EM CÂNCER - ALTURA 40º, AO CENTRO JÚPITER EM LEÃO – ALTURA 59º E ABAIXO JÚPITER EM VIRGEM – ALTURA 60º

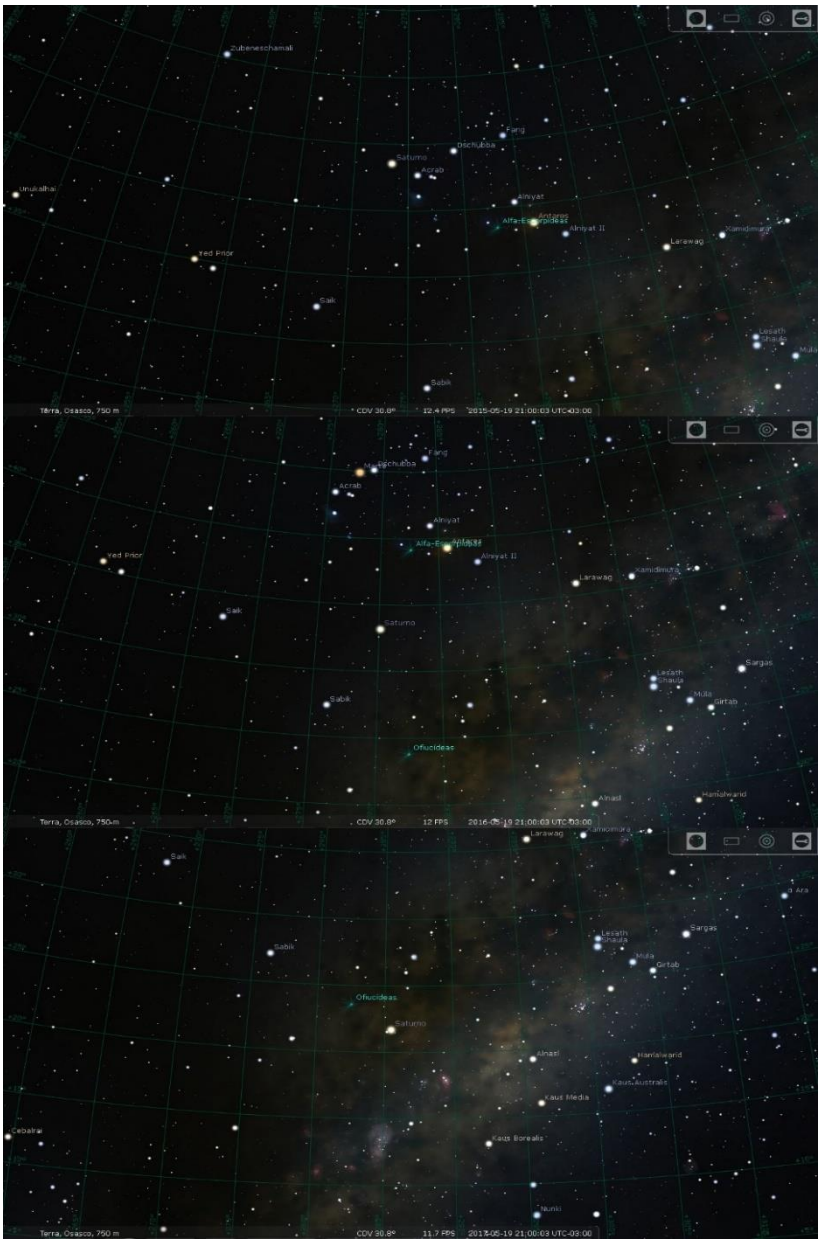


FONTE: STELLARIUM

Essa atividade utilizando o Stellarium como instrumento para ensino de astronomia é também indicada para demonstrar o movimento retrógrado de Marte (as laçadas), abordando não somente os conceitos de movimento aparente, mas conceitos históricos de como esse movimento despertou a curiosidade cientifica nos astrônomos da antiguidade e as diversas abordagens na época para tentar explicar esse movimento planetário.

Na figura 45 verificamos nas imagens que Saturno tem um comportamento diferente de Júpiter, em relação ao seu movimento aparente sobre o fundo de estrelas.

FIGURA 45 - NA PRIMEIRA IMAGEM SATURNO ESTÁ EM ESCORPIÃO A 44º DE ALTURA, NA IMAGEM DO CENTRO EM ESCORPIÃO A 34º E NA IMAGEM ABAIXO NO SERPENTÁRIO A 22º



FONTE: STELLARIUM

Outra atividade que pode ser criada com o Stellarium é o movimento retrógrado de Marte. Mas para visualizar esse movimento do planeta vermelho, as datas configuradas no Stellarium deverão abranger o período entre dezembro de 2009 a março de 2010, por exemplo, pois nessa época o movimento retrógrado de Marte fica bem evidente.

O docente de história pode utilizar esta atividade como uma proposta de ensino, abordando como Ptolomeu, com seu modelo geocêntrico, tentou explicar esse

comportamento de Marte através dos epiciclos, e como surgiu o termo grego “errante” (planeta).

Segundo HETEM et al. (2015, p. 177) “Os antigos diferenciavam estrelas de planetas pelo movimento. Um planeta, do grego *planētē*, era um “astro errante”, que se movia na faixa zodiacal. Já as estrelas eram consideradas fixas na esfera celeste”.

Finalizando, planejar uma noite de observações em campo, ou em um laboratório utilizando o Stellarium como instrumento de apoio ao ensino de astronomia, prevendo a posição dos planetas no céu, o momento de seu nascimento e seu ocaso e a posição mais favorável para observação, permite que os estudantes aprendam a preparar com antecedência as atividades, contribuindo com o aprendizado de forma colaborativa, aumentando as chances de sucesso da atividade.

Atividade 8 – Lua como referência para reconhecimento da esfera celeste

Esta atividade aplicada aos estudantes utilizando o nosso observatório no estacionamento do ETEC Dr. Celso Giglio, teve como objetivo principal despertar reflexões acerca da posição que ocupamos no Universo e foi adaptada da sequência didática “Nossa posição no Universo” (LONGHINI et al. 2014, p. 211).

Na etapa da PI, levantamos o seguinte questionamento: observe a Lua e as estrelas em seu entorno. Quais estrelas e constelações você consegue identificar?

Na região do céu próxima a Lua, em duas noites consecutivas, no período entre 21/04/18 e 22/04/18, iniciamos a observação na primeira noite as 19h00 desenhando no semicírculo impresso as estrelas que conseguimos visualizar.

Neste tipo de atividade caso o tempo permita, na segunda noite em um desses horários, fazemos a segunda observação da Lua e das estrelas em seu entorno, no mesmo quadrante do céu (Noroeste neste dia), desenhando-as em outro sulfite com o mesmo semicírculo impresso.

Com a Lua aparecendo neste quadrante do céu, os estudantes se posicionaram de frente para ela, desenhando com lápis as estrelas abrangendo 90° a esquerda, acima (zênite) e a direita, representando o horizonte por uma linha horizontal na base deste semicírculo, colocando sobre ele referências que estiverem sobre o horizonte do observador (prédios, árvores, etc.).

Na etapa da OC, orientamos os estudantes que desenhassem a própria Lua e as dez estrelas mais brilhantes que conseguissem identificar, neste trecho de céu próximo a Lua, dentro dos limites do semicírculo, desenhando o tamanho do ponto proporcionalmente ao brilho das estrelas: quanto maior o brilho, maior o ponto.

Sugerimos que os estudantes fizessem uso do astrolábio e do planisfério construídos em atividades anteriores, utilizando as folhas sulfites previamente impressas com a Lua como referência, nas coordenadas de azimute 316° e 40° de altura, orientando a partir dessas informações que fossem desenhadas as estrelas, conforme foi discutido na etapa inicial.

Na AC, os estudantes fizeram as observações em campo, anotando data, hora e desenhando no sulfite impresso, as dez estrelas mais brilhantes, seguindo as orientações com referência ao seu brilho, desenhando seu ponto proporcionalmente.

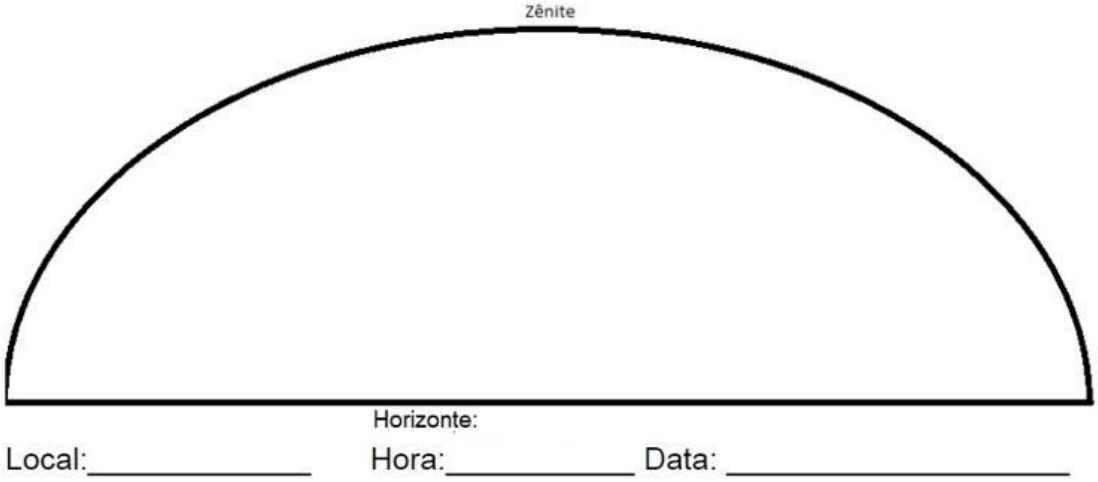
Ainda nesta etapa, foi sugerido aos estudantes que ligassem as estrelas com traços, fazendo suas próprias constelações, de acordo com sua percepção, sem levar em conta as constelações oficiais de nossa cultura ou de qualquer outra.

Ao final das atividades, no segundo dia, os estudantes foram autorizados a consultar o planisfério e verificar o grau de proximidade com as constelações oficiais da cultura ocidental e tupi-guarani.

Concluindo as atividades foram discutidas com os estudantes as dificuldades encontradas, como a PL e atmosférica que prejudicou a visualização das constelações com estrelas pouco brilhantes.

Na figura 46, o semicírculo utilizado impresso em papel sulfite onde os estudantes desenharam as estrelas.

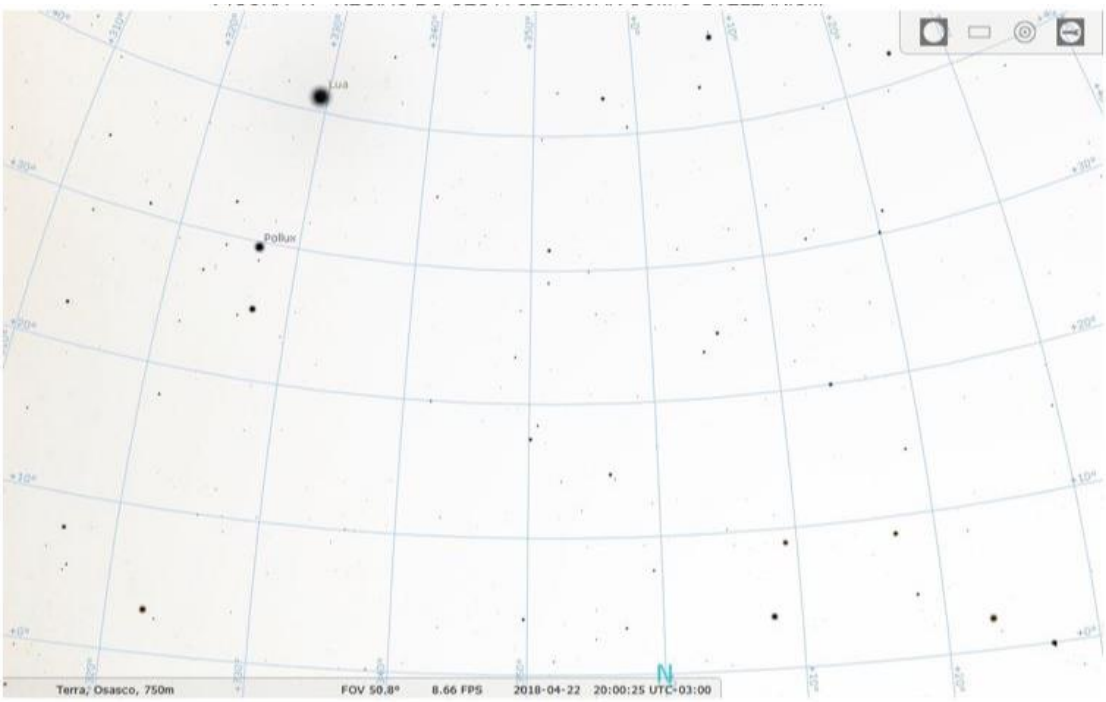
FIGURA 46 - SEMICÍRCULO PARA DESENHAR AS ESTRELAS



FONTE: LONGHINI ET AL 2014, P. 212

Na figura 47 a imagem invertida do Stellarium, a data e hora da observação, no quadrante noroeste, com a Lua para ser utilizada como referência e para a localização das estrelas mais brilhantes, permitindo que os estudantes efetuem a comparação com o desenho do céu no final da atividade de observação.

FIGURA 47 - REGIÃO DO CÉU COM STELLARIUM.



FONTE: STELLARIUM

Este tipo de abordagem é excelente para iniciar as observações da esfera celeste, antes da utilização de qualquer instrumento ótico ou mesmo a fotografia com as câmeras.

Incentivar nos estudantes a observar o céu de modo natural, como faziam os antepassados proporciona um aprendizado que nenhuma outra atividade pode realizar.

É a oportunidade que o docente de história, física ou geografia tem com o grupo de estudantes para admirar as “joias celestes”, da mesma maneira que Hiparco de Nicéia fez há 2200 anos quando elaborou o primeiro catálogo de estrelas, utilizando somente seus olhos.

Nesta atividade podemos discutir conceitos a respeito de magnitude aparente, as constelações do hemisfério Sul, as distancias envolvidas entre as estrelas de uma mesma constelação, as diferentes cores de algumas estrelas, principalmente as mais brilhantes, resgatando o hábito de observar o céu, entre outras abordagens possíveis.

Atividade 9 – As luas Galileanas de Júpiter

Apesar do escopo desse projeto se limitar à prática da fotografia do céu utilizando câmeras com recursos limitados, não há como utilizar a astrofotografia como estratégia para o aprendizado de astronomia sem citar as contribuições de Galileu Galilei na instrumentação para a astronomia, na física e outras ciências. Como afirma PICAZZIO et al. (2014, p. 104),

> Oficialmente, Galileu foi o primeiro a utilizar o telescópio como instrumento de pesquisa. Isto ocorreu em 1609. Observou a Lua, o Sol, os planetas e a Via Láctea. Sua observação mais contundente pode ter sido a dos quatro maiores satélites de Júpiter – Io, Europa, Ganimedes e Calisto, hoje referidos como "satélites galileanos". Esses satélites orbitam Júpiter, de maneira semelhante aos planetas que orbitam o Sol.

O estudo das contribuições deste gênio permite diversas abordagens no ensino de ciências. Neste contexto, surge uma excelente oportunidade para discutir com os estudantes, não só os conceitos históricos relativos ao surgimento do telescópio, mas também as contribuições que Galileu deixou para a humanidade.

Se opondo aos conceitos Aristotélicos e adepto ao modelo heliocêntrico, Galileu arriscou sua vida ao contrariar a igreja em sua época em prol da ciência.

Na etapa da PI com os estudantes, essa atividade permite não somente a abordagem histórica, mas também é excelente para que o docente de Física incentive a pesquisa, explicando como Galileu estudou o movimento dos corpos na superfície da Terra, procurando estabelecer uma nova física para seus movimentos.

Para problematizar com os estudantes a respeito das luas de Júpiter, através da leitura em grupo explicamos como Galileu se deparou com "pontos" que foram denominados como "estrelas" nas proximidades de Júpiter, quando o observara ao telescópio construído por ele, em 7 janeiro de 1610.

Galileu como um excelente observador dos fenômenos da natureza que era, logo percebeu algo estranho. As "estrelas" próximas a Júpiter possuíam um padrão de alinhamento ao plano da eclíptica, fato que o intrigou.

Intensificando suas observações nos dias que se seguiram, descobre em 11 de janeiro de 1610 que não se tratavam de estrelas fixas à esfera celeste, porque "erravam" ao redor do planeta.

Em um artigo para a Revista Latino-Americana para Educação em Astronomia, IACHEL (2009, p. 37), cita um relato de Drake, a esse respeito,

> "[...] existiam duas estrelas a Leste; a do meio estava três vezes mais distante de Júpiter que em relação a mais à Leste. A última era aproximadamente duas vezes maior que a outra, enquanto que, na noite anterior, apareceram

> mais ou menos iguais. Foi por isso que estabeleci sem qualquer dúvida que havia no céu três estrelas errando à volta de Júpiter, tal como Vênus e Mercúrio em torno do Sol. Isso se tornou mais claro do que a luz do dia ao longo de outras observações posteriormente feitas [...]" (DRAKE, 1983, p. 61)

Quando Galileu escreveu o termo "errando" já sabia que não se tratavam de estrelas. Pensava ele na época se tratar de planetas orbitando em torno de Júpiter.

As quatro luas somente receberam o nome de Io, Europa, Ganimedes e Calisto, por volta de 1800, nomes utilizados pelo astrônomo alemão Simon Marius (1573 -1624) contemporâneo de Galileu.

Esgotadas as discussões com os estudantes, referentes ao contexto histórico e sobre as luas galileanas, passamos a planejar a etapa seguinte.

Na OC com auxílio do Stellarium no laboratório de informática, verificamos as efemérides das luas de Júpiter com a finalidade de escolher a melhor noite para fazer algumas fotos. A data escolhida foi um sábado, dia 09 de abril de 2016, pois o planeta Júpiter se encontraria à noite em uma boa altura no quadrante Noroeste, permitindo boa observação de nosso observatório na ETEC.

A maior dificuldade dessa atividade se encontrava no fato das câmeras utilizadas em nosso projeto não possuírem capacidade para capturar o brilho aparente das luas galileanas, bem tênues e muito próximas ao forte brilho do planeta Júpiter. Nos testes que efetuamos com as câmeras utilizadas no projeto, elas se mostraram ineficazes em capturar o brilho das luas jupterianas.

Resolvemos então abrir mão dos modelos Sony® Cybershot do projeto, especificamente nesta atividade, substituindo por um modelo da Samsung WB 350F.

Está câmera também se enquadra em um modelo simples e sem pretensões profissionais, sendo um equipamento de fácil aquisição pelo seu baixo custo atualmente. Seu único diferencial é a maior resolução angular fornecida pela maior distância focal, permitindo melhor captura da luz (Figura 48).

FIGURA 48 – CÂMERA SAMSUNG WB350F DE 16,7 MEGAPIXELS

FONTE: FOTO DO AUTOR

Contornado esses obstáculos iniciais, iniciamos a etapa de AC posicionando a câmera em tripé fixo em local previamente acordado com a direção da escola, em nosso espaço que se tornou nosso observatório da esfera celeste, e iniciamos as astrofotografias do planeta Júpiter que se encontrava alto no céu, no quadrante noroeste como fora previamente planejado.

Iniciamos a atividade com o seguinte ajuste das configurações: câmera sem zoom (configurações de quando se liga a câmera), foco no infinito, opção fogos de artifício, saturação, contraste e balanço de brancos em posição normal, exposição de 1/8s., abertura de f.5,9 e ISO de 800.

Fizemos alguns frames, variando somente tempo de exposição e ISO, porém a configuração que melhor capturou o brilho das luas galileanas foi o ajuste de partida utilizado.

Em um segundo momento, completamos a atividade com os estudantes no laboratório de informática da escola e efetuamos um tratamento básico da imagem, utilizando o software Picasa®, evidenciando mais as luas, minimizando o brilho excessivo do planeta Júpiter (Figuras 49 e 50).

O objeto brilhante mais distante de Júpiter na imagem é uma das estrelas da constelação de Leão e que pode ser facilmente confundida com uma de suas luas, uma vez que em determinado período, a lua galileana mais distante do planeta, Calisto, pode ser confundida com as estrelas.

Nas figuras 51 e 52, podemos verificar a posição que as luas se encontravam em relação a Júpiter, com o auxílio do Stellarium, uma vez que a resolução da câmera utilizada não permite uma separação nítida de Europa e Ganimedes que estavam quase sobrepostas na imagem devido à sua proximidade orbital aparente.

FIGURA 49 – JÚPITER E SUAS LUAS GALILEANAS.
De cima para baixo: Estrela 63 Leonis, IO, Europa, Ganimedes e Calixto

FONTE: FOTO DOS ESTUDANTES E AUTOR

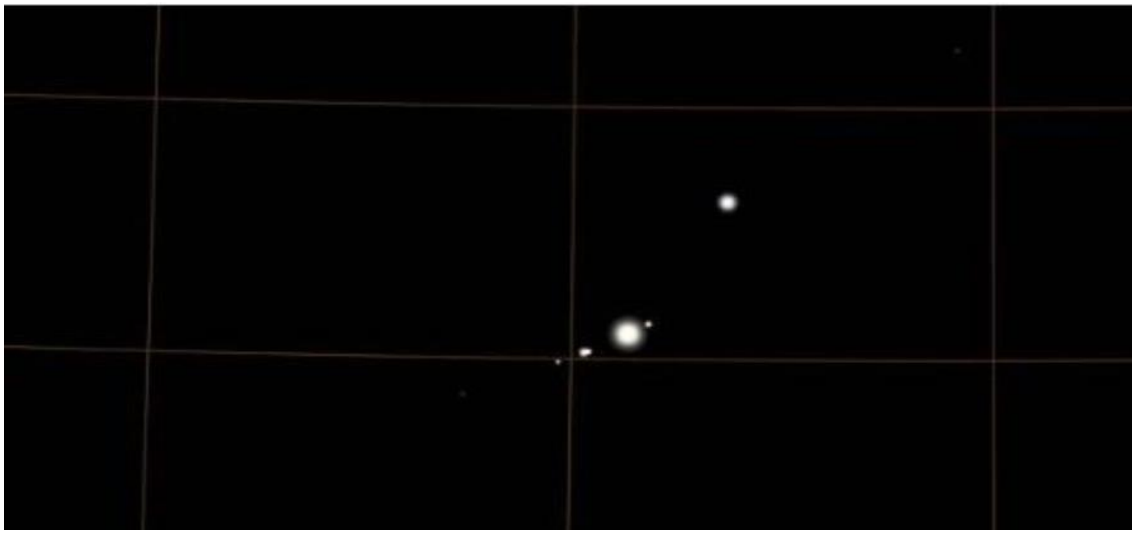
FIGURA 50 – IMAGEM ANTERIOR COM AMPLIAÇÃO

FONTE: IMAGEM DOS ESTUDANTES E DO AUTOR

FIGURA 51 - POSIÇÃO DAS LUAS GALILEANAS COM O STELLARIUM.

FONTE: STELLARIUM

FIGURA 52 - FOTO ANTERIOR AMPLIADA NO STELLARIUM



FONTE: STELLARIUM

A Figura 52 foi capturada da tela do Stellarium com uma ampliação bem próxima da fotografia efetuada pelos estudantes. Se olharmos com bastante atenção, perceberemos a Lua Calisto bem abaixo, próxima à grade de declinação do Stellarium. No canto oposto da mesma grade, as luas Ganimedes e Europa, quase que se sobrepondo na imagem, Io bem próxima a Júpiter e acima na imagem, uma das estrelas da constelação de Leão (63 Leonis).

Finalizamos a atividade com os estudantes discutindo a respeito da dificuldade inicial que Galileu enfrentou, decorrente desse movimento aparente das luas em torno do planeta em relação ao fundo de estrelas, levando a uma conclusão errônea, mas superada pela sua genialidade em observar os fenômenos naturais no céu.

Concluindo, são muitas as possibilidades no uso desta atividade como ferramenta de ensino de astronomia no ensino médio com envolvimento de outros professores, favorecendo a interdisciplinaridade.

Esta atividade pode ser expandida de modo a fotografar Júpiter sistematicamente, no período de uma semana, por exemplo, evidenciando bem o movimento orbital de suas luas em torno do planeta, com possibilidades de capturas de ocultações e trânsitos a frente do disco jupteriano.

No entanto, para desenvolver essa estratégia de ensino é necessário que as câmeras dos modelos utilizados aqui sejam acopladas em foco primário a um binóculo

ou pequeno telescópio, como já demonstrado em atividades anteriores, obtendo assim imagens com melhor resolução para estudo dos movimentos dessas luas.

Atividade 10 – Tratamento de imagens

Uma das etapas importantes das atividades com astrofotografia, ocorre no laboratório de informática em sequência a uma noite de observações.

O recomendável é que o tratamento das imagens ocorra em outro dia, com a mesma equipe de estudantes, evitando que o cansaço da noite de trabalho em campo afete a qualidade do pós-processamento.

Com a câmera carregada com todas as fotos dos objetos celestes que foram capturados é necessário transferir para o computador para efetuar o tratamento das imagens, uma vez que esses modelos não possuem muita abertura e resolução.

Essa atividade conhecida como pós-processamento, ou tratamento de imagens, é vital para que os alunos aprendam a melhorar a qualidade das imagens, fazendo sobressair os objetos alvo do estudo proposto.

É a oportunidade que o docente de informática tem para problematizar com os alunos a respeito dos melhores softwares de código aberto para efetuar este tratamento.

Em nosso caso utilizamos quatro aplicativos bem conhecidos e de fácil operação que atenderam bem nossas necessidades, em concordância com a proposta de ensino de astrofotografia com o menor custo possível.

Os softwares utilizados foram o Picasa, Fitswork, PhotoScape e Gimp, todos de fácil instalação podendo ser baixados da Internet.

Na PI com os estudantes, abordamos algumas características de cada aplicativo, observando que não existe um que seja melhor que o outro na questão do tratamento da imagem. Dependendo como ficou a astrofotografia, o aplicativo escolhido efetuará ou não o melhor tratamento daquela imagem.

Aqui também vale a experimentação, mantendo sempre uma cópia de segurança do arquivo de imagem original, efetuando um tratamento básico inicial da astrofotografia com cada um deles. A imagem que tiver o melhor resultado desse tratamento pode ser utilizada como fonte de estudo, exposição ou publicação.

Nossa recomendação é que se inicie o tratamento básico com o Fitswork e, em seguida, com a imagem salva com este aplicativo, experimentar melhorar a astrofotografia com os outros, testando cada um até que se chegue a um resultado satisfatório.

Na OC, no laboratório de informática da ETEC, efetuamos a transferência dos arquivos das câmeras para uma pasta previamente criada no computador e sugerimos

que sejam denominadas “originais” (C:\Documentos\Originais) para diferenciar das imagens que serão salvas após o tratamento, sendo uma boa prática salvar essas em outra pasta com o nome de cada estudante C:\Documentos\Nome_estudante).

Na sequência com a AC, criamos um pequeno tutorial que demonstra esse tratamento básico, sendo que, devido à simplicidade dos modelos de câmeras que utilizamos, não existe a necessidade de um pós-processamento complexo, porque o objetivo é que qualquer pessoa consiga efetuá-lo com sucesso.

A) – Fitswork

1. Passo: Retirar o gradiente automaticamente:

   Na barra de títulos, opção “Tratamento”, “Harmonização”, “retirar o gradiente automaticamente”.

   Essa opção equaliza a luminosidade na imagem, uma vez que este gradiente nada mais é do que a luz “parasita” causada por alguma fonte artificial, iluminação pública (P.L.) ou luz da Lua, vindo de uma direção específica, que pode deixar a imagem com mais luz de um lado do que no outro, ou ocorrer diagonalmente na imagem.

   Esse comando ajusta essa luminosidade por igual em toda a imagem.
2. Passo: Salvamos a imagem com a extensão *.tiff 16 bits, gravando com um nome diferente do arquivo original.

Na segunda etapa do tratamento iremos utilizar o PhotoScape para melhorar a imagem. O uso desse aplicativo é uma sugestão, podendo utilizar-se sem problemas o Picasa, Gimp, ou outro qualquer de sua preferência.

B) - PhotoScape

1. Passo: Menu “Auto Nível”, clicando na opção “Auto nível intermediário padrão”;
2. Passo: Clicamos com o mouse na imagem tiff e abrimos com o PhotoScape;
3. Passo: Abrimos a aba “Brilho, Cor” e vamos atuar nos ajustes da curva de “Cor”, “Saturação” e “Luminância”, de modo que as estrelas se sobressaiam na imagem, finalizando com “Ok” quando a imagem se mostrar com melhor ajuste de brilho e contraste.

4. Passo: Em seguida, clicamos em “Contraluz” e aplicamos a opção +25%. Se não ficar satisfatório, basta clicar em “desfazer” e repetir com um outro percentual, até que a imagem fique boa.
5. Passo: na sequência, clicamos em “Avivar” e selecionamos a opção “Alto”.
6. Passo: Para finalizar o tratamento, clicamos em “Filtro” e selecionamos a opção “Ruído”. Na janela que aparece, clicamos no botão deslizante e movemos para a esquerda, até que todo o ruído da foto desapareça. Caso você tenha ficado satisfeito com a qualidade da imagem após estes procedimentos, basta clicar em “Salvar como” e gravá-la com a opção “jpg” na pasta que desejar.

   Sempre é possível retornar a foto original e reiniciar o tratamento da imagem, até que se consiga a melhor qualidade da astrofotografia.

A seguir é possível verificar duas fotos de um de nossos estudantes. A figura 53 é uma astrofotografia da Coroa Austral sem tratamento, como capturada pela câmera Sony CyberShot W200 e na figura 54 vê-se a mesma imagem após o tratamento da forma como descrito neste texto.

FIGURA 53 - COROA AUSTRAL SEM TRATAMENTO DA IMAGEM

FONTE: FOTO DOS ESTUDANTES

Observando as imagens é possível perceber a diferença que o pós-processamento faz. A figura 54 submetida ao tratamento básico conforme descrito no tutorial, mostra com nitidez não somente a Coroa Austral, mas também parte da constelação de Sagitário.

Em astrofotografias em que o brilho da Lua causou interferência, visto anteriormente como gradiente, o tratamento é fundamental para minimizar sua luz, fazendo com que os objeto celeste foco do estudo se sobressaiam na imagem, como pode ser verificado nas figuras 55 e 56, feitas por outro estudante de nosso grupo, com a câmera Sony CyberShot P 150.

Concluindo as atividades, após efetuar o tratamento básico das imagens capturadas nas observações em campo, foram selecionadas as melhores para serem expostas durante a feira tecnológica da Faculdade de Tecnologia de Osasco, como forma de premiar o trabalho dos estudantes durante a execução do projeto piloto (Apêndice B).

FONTE: FOTO DOS ESTUDANTES

FIGURA 54 - COROA AUSTRAL APÓS TRATAMENTO DA IMAGEM

FONTE: FOTO DOS ESTUDANTES

FIGURA 55 - MARTE E LUA SEM TRATAMENTO DA IMAGEM

FIGURA 56 - LUA E MARTE APÓS TRATAMENTO DA IMAGEM

Atividade 11 – Stellarium como estratégia para aprendizado de astronomia.

O Stellarium é um software de código aberto que nada mais é do que um planetário virtual, análogo aos planetários físicos, que são espaços de educação não formais, com a vantagem de reproduzirem em suas cúpulas o céu de qualquer lugar no planeta, em qualquer data e horário, independente de condições atmosféricas ou de PL.

No caso do planetário virtual Stellarium, o estudo da esfera celeste pode ser feito tanto na tela de um computador como projetada através de um Datashow, possibilitando inclusive diversas configurações para simular a cúpula de um planetário físico.

Ele possui também recursos de apresentações em formato de viagens espaciais, como por exemplo uma viagem pelo Sistema Solar, como se estivesse a bordo de uma nave.

Como afirma BARRIO[18] (2010, apud LONGHINI, 2014, P.390)

> [...] numa época que o céu saturado pela luz de nossas cidades transformou as estrelas numa espécie em extinção, a sua beleza e mistério ainda podem ser observados e admirados em algumas cidades sob a cúpula dos Planetários.

Ocorreram muitos momentos em que não foi possível utilizar nosso observatório natural no ETEC para efetuar nossas atividades, geralmente por motivos climáticos.

Então, para que nossas atividades não fossem suspensas por muitos dias, lançamos mão do Stellarium, em concordância com a afirmação acima.

É uma excelente oportunidade para abordar outros conceitos com os estudantes, uma vez que não somos somente dependentes do clima, mas também da infraestrutura da escola.

Eventualmente por motivos técnicos, as atividades podem temporariamente serem suspensas, uma vez que dividimos esse espaço com outras áreas na ETEC e com a Faculdade de Tecnologia de Osasco.

Intercalar nossas atividades no planetário Stellarium como forma de manter o grupo em atividades de estudo e pesquisas em laboratórios é também uma forma de construir o aprendizado em astronomia nas escolas de ensino médio.

---

[18] BARRIO, J. B. M. A investigação educativa em astronomia: Campinas: Átomo, 2010.

Na PI com os estudantes, planejamos uma série de quatro atividades no laboratório de informática da ETEC Prof. André Bogasian, divididas em quatro sábados, com o objetivo de estudar o movimento aparente de diversos objetos na esfera celeste, em diferentes datas e lugares pelo planeta.

Na sequência desta etapa, levantamos com os estudantes, os seguintes questionamentos: Considerando as diversas latitudes possíveis de um observador, como se movimentam no céu, o Sol, a Lua e as estrelas?

Essa questão diagnóstica permite que o docente-pesquisador avalie o conhecimento prévio dos estudantes em relação à nossa posição natural no planeta, o local em que vivemos e seu conhecimento acerca de movimento aparente no céu.

Em um planetário virtual como o Stellarium expandimos as possibilidades do aprendizado dessa questão. É a oportunidade que o docente tem para demonstrar aos estudantes uma visão “realística” do que ocorre na esfera celeste em diferentes locais do planeta, uma vez que a observação desses fenômenos no céu natural é inviável.

Na etapa da OC explicamos através de uma aula expositiva, alguns conceitos sobre a latitude do observador, sem citar a longitude nesta etapa, a fim de facilitar a compreensão.

Para exemplificar, em São Paulo, onde nossa latitude é 23° Sul, esclarecemos aos estudantes que nosso polo celeste está a uma altura no céu igual à nossa latitude, ou seja, 23° de altura em relação ao horizonte Sul.

Em nossa latitude, o movimento das estrelas no céu descreve arcos em torno do polo celeste sul, nascendo no Leste e se pondo a Oeste.

Quanto mais estivermos próximos aos polos, os arcos formados pelo movimento das estrelas ficarão menos inclinados e mais paralelos ao horizonte, até que nos polos seu movimento aparente se dá acima da linha do horizonte.

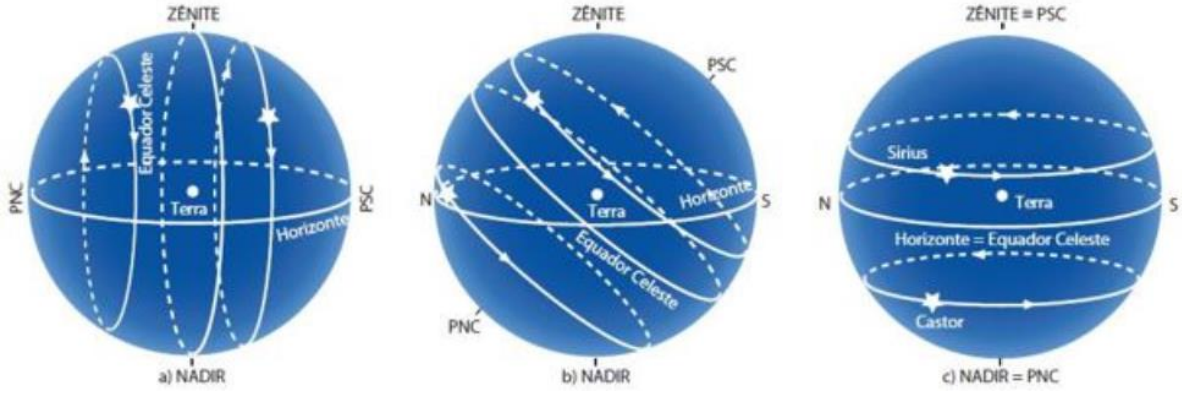
Caso o observador se desloque para a latitude 90° Sul, o ponto imaginário conhecido como polo celeste neste local estará a 90° de altura no céu, ou seja, no zênite do observador e neste caso o movimento aparente das estrelas é sempre acima do horizonte. Devido ao movimento aparente que as estrelas têm neste local, chamamos elas de estrelas circumpolares, porque elas não nascem nem se põe no horizonte.

Finalizando a OC, se viajarmos para o equador onde a latitude local é 0° (zero), nossos polos celestes Norte e Sul estarão alinhados com o horizonte local

nessas direções. Neste local por exemplo, as estrelas que estiverem no equador celeste nascerão exatamente no ponto cardeal leste, com trajetória aparente perpendicular ao horizonte, passando pelo zênite do observador.

No entanto, mesmo estando no equador, se uma estrela tiver declinação de 80° sul, por exemplo, nascerá a 10° do polo celeste sul, com sua trajetória aparente do nascer ao poente, deslocada em relação ao ponto cardeal Leste-Oeste. Para melhor entendimento, observe a figura 57 que contém as três situações descritas.

FIGURA 57 - MOVIMENTO APARENTE DAS ESTRELAS EM RELAÇÃO A LATITUDE DO OBSERVADOR



FONTE: O CÉU QUE NOS ENVOLVE (PICAZZIO, 2014)

Constatamos durante a aplicação da intervenção que a questão do movimento aparente das estrelas é um tema de compreensão difícil, tanto para estudantes como para a grande maioria das pessoas, porque exige observação sistemática ou algum conhecimento de astronomia de posição, que não é um assunto rotineiramente abordado nas escolas de ensino médio.

As atividades trabalhadas neste projeto, sejam elas através da astrofotografia ou utilizando o planetário virtual Stellarium, permitem que os professores abordem com mais facilidade esses conceitos com os estudantes, facilitando a compreensão e a construção deste conhecimento.

Com essas considerações, na etapa da AC aplicamos uma série de atividades com o Stellarium, demonstrando o comportamento dos astros na esfera celeste, desde seu nascimento, trajetória aparente no céu, até seu ocaso em algumas latitudes do globo terrestre.

Com o Stellarium como ferramenta de apoio facilitamos a compreensão dos conceitos relativos ao movimento aparente das estrelas, com a criação de diversos cenários virtuais do céu em diferentes localizações no planeta.

Essas atividades foram adaptadas ao escopo deste projeto a partir de uma aula sobre Conceitos de Astronomia para a Licenciatura, de autoria da Profa. Dra. Elysandra Figueiredo, do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo.

Iniciamos as atividades no laboratório de informática com o Stellarium previamente instalado pela equipe de informática responsável pela infraestrutura e aplicamos as atividades descritas a seguir, divididas em duas partes:

Na primeira parte simulamos no Stellarium alguns cenários da esfera celeste representando nosso observatório na escola, ou seja, nossa latitude local.

Na segunda parte simulamos no Stellarium cenários da esfera celeste representando observações em latitudes que apresentaram maior dificuldade de compreensão do movimento aparente dos astros, por serem latitudes locais incomuns em relação às latitudes intermediárias ou mesmo ao equador que também simulamos.

Parte I – Simulando o céu do nosso observatório na ETEC.

1. Abra o Stellarium e configure a localização para a cidade de Osasco-SP, verificando se as coordenadas estão corretas: latitude: 23º 31' 57" Sul longitude: 46º 47' 30" Oeste, digitando [F6] para acessar a janela “Localização”.

2. Localize na tela do Stellarium os pontos cardeais, Norte, Sul, Leste, Oeste, o Zênite, a linha do Meridiano Celeste Local e ative a grade azimutal.

3. Ajuste a visualização movimentando a roda do mouse se estiver disponível, para que a esfera celeste apareça inteira na tela e acelere o tempo, observando o nascer e ocaso do Sol. Note seu trajeto aparente. Em que momento o Sol cruzou o meridiano celeste local? O que você concluiu?

4. Ajuste a hora digitando [F5] para após o anoitecer, por volta das 20h00 e anote os planetas visíveis, a Lua e algumas constelações, anotando sua altura no céu.

5. Ajuste uma data digitando [F5] em que a Lua esteja no céu. Consulte as efemérides lunares se for preciso. Ajuste o tempo para que ela fique acima do horizonte Leste. Em seguida acelere o tempo e observe o caminho aparente da Lua. Na data escolhida que horas ela nasceu? A que horas atingiu o zênite e que horas ela teve seu ocaso?

6. Na janela de pesquisa [F3], localize o Cruzeiro do Sul. Selecione uma de suas estrelas clicando com o mouse em cima e em seguida tecle na barra de espaço para centralizá-lo e acelere novamente o tempo. O que você consegue perceber em relação ao Cruzeiro do Sul no decorrer do tempo?

7. Retorne a hora para 20h00 e, na janela de localização [F3], digite e busque a estrela Polaris Australis (σ Octantis). Selecione essa estrela e clique na barra de espaço para centralizá-la. Anote sua altura no céu fornecida pelo Stellarium, à esquerda da tela (azimute/altura). Avance o tempo até que na visualização apareça o Cruzeiro do Sul, acima do horizonte logo após seu nascimento. Em seguida acelere o tempo e observe o Cruzeiro. Anote o que você conseguiu perceber.

8. Na janela Configurações [F2], selecione a aba “Complementos” e ative a medição angular. É necessário reinicializar o Stellarium. Em seguida repita o passo anterior de modo que a Polaris Australis e o Cruzeiro fiquem acima do horizonte Sul. Ative a opção “Medida Angular” na aba inferior e meça o tamanho angular do braço principal do Cruzeiro anotando o valor. Em seguida meça a distância angular entre a “Estrela de Magalhães” na base do cruzeiro e a estrela Polaris Australis e anote. Em seguida clique novamente na estrela Polaris Australis, clique na barra de espaço e acelere o tempo. Observe a altura em graus da Polaris Australis, anotando a altura máxima que ela alcança no céu. Que conclusão você tira com essas medições de distância angular do Cruzeiro à estrela Polaris Australis e sua altura no céu no decorrer do tempo?

Parte II – Simulando o céu de outras localizações do nosso planeta.

1. Abra o Stellarium. Ative a grande azimutal, desabilite a atmosfera e ajuste o campo de visão girando a roda do mouse (F.O.V.) Campo de Visão para 60°.

2. Digite [F6] e na janela “Localização”, e adicione os locais abaixo, caso ainda não estejam no Stellarium:

a. Coordenadas: S 90° 00' 00” e W 00 00' 00”, Nome/Cidade: Polo Sul, país Antártida.

b. Acelere o tempo, de modo que você observe o Sol rápido pela tela.

3. Qual o desenho formado pela trajetória das estrelas no céu ao longo dos dias neste Local? Observe o caminho aparente do Sol. A quais conclusões você chega pelo que observa?

Dica: clique em uma estrela e acompanhe o seu movimento com o passar do Tempo.

4. O que acontece com os pontos cardeais nesse local?

5. Você consegue identificar alguma constelação circumpolar?

6. Repita os passos 1 e 2 para as coordenadas: N 90° 00' 00” e W 00 00' 00”

7. Qual o desenho formado pela trajetória das estrelas no céu ao longo dos dias neste Local? Dica: clique em uma estrela e acompanhe o seu movimento com o passar do

Tempo.

8. Qual conclusão você chega ao observar o Sol nestas coordenadas?

9. O que acontece com os pontos cardeais nesse local?

10. Você consegue identificar alguma constelação circumpolar?

11. Ajuste as coordenadas para: S 00° 00' 00” e W 47

a. Em relação ao observador, descreva a diferença nas trajetórias nas estrelas comparada com os itens anteriores.

b. Acelere o tempo, observe as estrelas e descreva o movimento aparente delas no céu desta latitude. Qual sua conclusão a respeito?

12. Nessas coordenadas, onde se encontram os pontos cardeais Norte e Sul, em relação ao observador local?

Concluímos a etapa de estudo com o Stellarium discutindo com os estudantes as potencialidades desta ferramenta de apoio, observando que, apesar de ser um excelente instrumento para a compreensão do movimento aparente de diversos objetos celestes, auxiliando no planejamento das atividades ao ar livre, nada deve substituir por completo a observação em campo, priorizando o céu como o laboratório natural ao aprendizado de astronomia.

Atividade 12 – Simulação didática - O método do trânsito planetário

Em 1920 durante as discussões sobre o tamanho de nossa Galáxia, a Via Láctea, começamos a tomar consciência a respeito do tamanho do Universo.

A partir dessa discussão percebemos que ele era muito maior do que imaginávamos e que por estar povoado de galáxias repletas de estrelas, pensamos na possibilidade dessas estrelas serem rodeadas por planetas.

No entanto, a descoberta de exoplanetas, planetas orbitando estrelas, ou planetas fora do nosso Sistema Solar é bem recente.

Segundo PICAZZIO, et al (2015, p. 148),

> A primeira confirmação de um exoplanetas ocorreu em 1995, ano em que van de Kamp morreu. Esse planeta foi encontrado junto a estrela 51 da constelação Pégaso. Desde então, as técnicas de observação e os instrumentos evoluíram muito. Atualmente as observações são feitas com instrumentação diversificada, variando de pequenos telescópios até satélites espaciais.

A questão da detecção de exoplanetas pode ser melhor compreendida se utilizamos uma simulação didática, demonstrando nela o método de trânsito planetário.

Devido ao grande interesse neste tema, elaboramos uma simulação explicando esse método de detecção de planetas fora do Sistema Solar.

Atualmente existem várias técnicas para a detecção de exoplanetas. As principais são: astrometria, velocidade radial, fotometria, entre outras e não serão abordadas aqui por estar fora do escopo de nosso trabalho.

No entanto um dos métodos de detecção conhecido como “Trânsito Planetário” pode ser demonstrado com relativa facilidade.

Quando um planeta transita na frente da estrela ele bloqueia uma pequena parcela de sua luz. Se o plano orbital do planeta estiver quase paralelo à linha de visada, isto é, se a órbita do mesmo estiver sendo vista de perfil, o planeta se interpõe entre a estrela e a Terra, bloqueando parte da luz da estrela. (PICAZZIO, 2015, p.149).

De posse dessas informações, iniciamos o planejamento de nossa simulação didática com a problematização inicial, estimulando os estudantes com questionamentos e situações para discussão com uma pergunta inicial: Como se detectam planetas fora do Sistema Solar?

Na organização do conhecimento o assunto foi abordado através de uma aula expositiva, detalhando o método do trânsito planetário, suas aplicações, vantagens e

limitações, esclarecendo que não existe um método melhor ou pior para a detecção de exoplanetas, uma vez que cada método existente complementa de alguma forma os outros, auxiliando e validando a detecção.

O método do trânsito planetário pode ser melhor compreendido observando a figura 58.

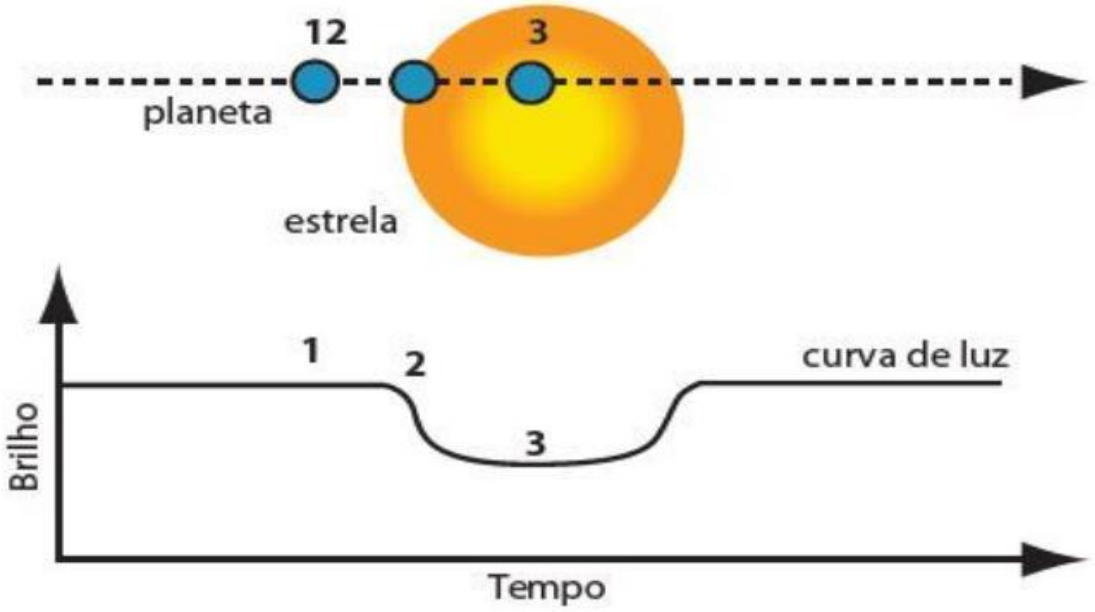
Na aplicação do conhecimento que é a síntese do que foi discutido, resgatamos as questões iniciais esclarecendo que através de uma experimentação podemos simular o método de trânsito, a fim de compreender seu funcionamento.

Nesta etapa, solicitamos aos estudantes que escrevessem quais tipos de equipamentos seriam necessários a simulação, e após a discussão sobre o assunto, escolhemos o que foi utilizado em nossa atividade.

Dentre diversos dispositivos sugeridos pelos estudantes, selecionamos os que o grupo de estudantes definiram em utilizar, os quais relacionamos abaixo:

- Um pequeno telescópio refrator de 50 mm (Galileu Scope);
- Uma câmera planetária ou webcam;
- Uma lanterna com luz de led (modelo lampião);
- Notebook ou Desktop com Windows ou Linux;
- Software de aquisição de imagens de código aberto (Sharp Capture)

FIGURA 58 - MÉTODO DO TRÂNSITO PLANETÁRIO



FONTE: PICAZZIO, 2015, P.149

com fotômetro (histograma);

- Uma bola de borracha escura de 10 cm de diâmetro;
- Uma seção curva de trilho ferroviário escala HO 1:87 (opcional);

Durante a etapa da Aplicação do Conhecimento, orientamos os alunos na montagem do experimento didático, esclarecendo que a lanterna atuará como a estrela enquanto a bola de borracha será o planeta que cruzará a frente da estrela (lampião led).

O experimento foi montado em uma das salas de aula, com intensa participação dos estudantes.

Instalada a câmera web no notebook e na ocular do telescópio refrator, foi efetuado um primeiro ajuste fino no foco da câmera apontada na fonte de luz (estrela), colocada a uma distância de três metros aproximadamente.

Em seguida passamos aos ajustes de ganho, exposição e contraste, até que se obtenha no histograma um gráfico de uma linha relativamente reta no eixo “x”.

Nosso detector, ou seja, a câmera web, foi configurada para modo monocromático, ajustando o foco do telescópio com a câmera na fonte de luz, até se obter uma imagem pontual da nossa “estrela”.

Em seguida instalamos a seção curva do trilho (opcional) diretamente à frente da fonte pontual de luz, fazendo com que o “planeta” transitasse sobre o trilho a frente de nossa “estrela”, observando o gráfico formado na tela do computador.

A simulação didática se mostrou eficiente em demonstrar o trânsito planetário, em teste no laboratório de informática, comprovando que é possível a utilização desta como proposta de ensino.

Na figura 59, nossa simulação montada de maneira que a atividade possa ser utilizada como instrumento para o ensino da astronomia no ensino médio.

FIGURA 59 - SIMULAÇÃO DIDÁTICA DO MÉTODO DO TRÂNSITO PLANETÁRIO

FONTE: 1 MONTAGEM DO AUTOR

Na simulação, conforme o “planeta” se desloca a frente do disco da “estrela”, o gráfico deverá indicar a gradual queda no brilho, retornando à intensidade normal após completado o trânsito. Por exemplo, da esquerda para a direita abaixo, a medida que o “planeta” vai ofuscando o brilho da estrela, a curva de luz vai decaindo, atingindo o ponto mínimo quando o “planeta” está exatamente à frente da luz da “estrela” (imagem do meio), retornando gradativamente a medida que o “planeta” em sua órbita se desloca e o brilho retorna (imagem à direita), (Figura 60).

No aplicativo Sharp Capture que é o responsável por fazer a leitura da captura da luz emitida pela “estrela”, após efetuar os ajustes finos de brilho, contraste e ganho, selecione no menu “histograma” duas opções importantes.

Em “Focus Assistent”, à direita, clique na opção “Fourier Detail Detection” e a esquerda do “histograma” clique em “Fx selection área” Com esta última opção você seleciona na imagem da “estrela” uma área em torno do ponto central de seu brilho, facilitando quando o “planeta” transitar a frente, ou seja, seu detector vai analisar esta área selecionada.

Esta simulação didática permite que os estudantes percebam com detalhes,

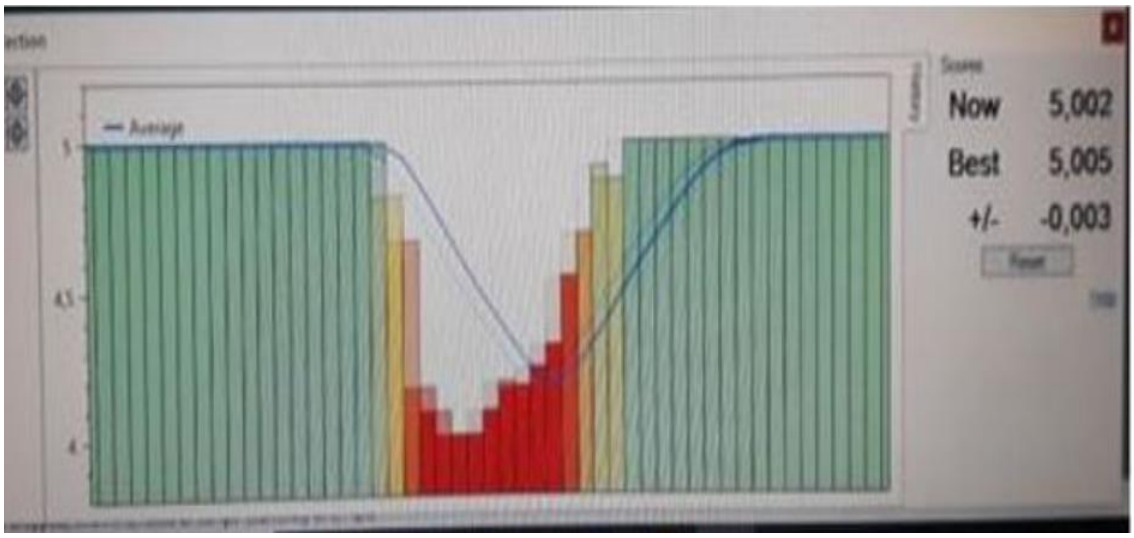
FIGURA 60 - A SIMULAÇÃO DIDÁTICA DEMONSTRANDO O MÉTODO DO TRÂNSITO PLANETÁRIO

FONTE: FOTO MONTAGEM DO AUTOR

a dinâmica do método do trânsito planetário à medida que o “planeta” cruza a frente do disco da “estrela”, observando a queda no brilho captado pelo detector (câmera) refletindo essa queda no gráfico da curva de luz (Figura 61).

Nossa intenção com esta simulação é contribuir com a instrumentação para o Ensino de Astronomia, oferecendo mais uma opção para que os professores tenham à disposição material didático para a experimentação em laboratório, facilitando o aprendizado de diversos conceitos envolvidos nesta atividade, contribuindo de forma significativa com o aprendizado, principal razão para este projeto de ensino.

FIGURA 61 - GRÁFICO DA CURVA DE LUZ DECORRENTE DA SIMULAÇÃO DO TRÂNSITO



FONTE: SHARPCAPTURE (AUTOR)

APÊNDICE B
FORMULÁRIOS – TERMO DE COMPROMISSO E PARTICIPAÇÃO

O Formulário abaixo bem como o termo de compromisso, é uma adaptação baseada no manual de procedimentos das Escolas Técnicas do Centro Paula Souza, que regulamenta a participação em atividades extracurriculares, projetos interdisciplinares e visitas técnicas em horários que não sejam do curso regular do aluno. É requisito obrigatório para alunos menores de idade participarem de atividades extraclasse.

Esse documento que deve conter assinatura do aluno e também dos responsáveis, fica arquivado com o professor-pesquisador responsável pela aplicação da atividade e/ou visita técnica, e deve ser apresentado quando houver alguma irregularidade por parte dos alunos, ao coordenador pedagógico da escola.

Em nosso caso específico, este documento foi necessário também para que fossem solicitadas e agendadas as atividades noturnas em campo, nas dependências da ETEC, fora do horário normal de funcionamento, controlado pela segurança patrimonial bem como para solicitação de acesso aos laboratórios de informática aos sábados.

No decorrer da aplicação de nosso projeto piloto com os estudantes, não houve qualquer tipo de ocorrência, e toda a documentação se encontra arquivada, caso a direção das escolas envolvidas no projeto os requisitem.

Projeto Astrofotografia nas escolas

Questionário pesquisa de interesse em participar de atividades extracurriculares.

Nome_____Idade____RG_____

Matrícula ETEC_____ CPF_____

Curso_____ Módulo____ email_____

Endereço_____Bairro_____

CEP_____ Cidade_____Tel(_)_____Cel(_)_____

Instruções de preenchimento
(caneta azul ou preta)

É extremamente importante que sua resposta seja a expressão da verdade, ou seja, caso não se sinta comprometido com a proposta deste projeto, não se inscreva. Será necessário estudo, dedicação e disponibilidade para participar de cursos aos sábados, inclusive no período de férias escolares, práticas de observações e seções de astrofotografias no período noturno (18h00 as 22h00). Eventualmente haverá aos sábados, atividades práticas diurnas, preferencialmente no período da tarde. Você será avaliado em seus conhecimentos adquiridos ao final de cada etapa, com nota de corte de 60% para ter direito a participar da atividade mais avançada deste projeto. Caso não atinja esse percentual, poderá tentar novamente no ano seguinte. Se surgir oportunidade, poderá ser organizada excursões a planetários, observatórios, museus de ciência e tecnologia e workshops. Caso haja vontade dos alunos em participar desses eventos, será rateado entre os alunos do curso, pais dos alunos que desejarem participar e o professor, no fretamento do ônibus até o local do evento, na hipótese de ser fora da cidade de São Paulo.

Para o aluno menor de idade, é imprescindível autorização dos pais ou responsáveis para participarem do projeto, dos cursos e/ou fazer excursões a observatórios, museus de ciência e planetários.

Inicialmente, o curso será oferecido somente aos alunos do curso de Informática da ETEC Osasco II, porque todas as atividades de Astronomia e Astrofotografias, envolvem a utilização de equipamentos de informática, sejam dos alunos, ou dos laboratórios da escola, desde de que previamente acordados e agendados com a direção e coordenação do curso.

E se tratando de notebooks ou câmeras dos alunos, os mesmos deverão zelar pelo seu equipamento bem como os dos laboratórios de informática da ETEC, para o bom funcionamento dos mesmos e bom aproveitamento das atividades.

Os equipamentos utilizados neste projeto são extremamente sensíveis, portanto qualquer atitude indisciplinar, discussão ou desinteresse na execução das atividades, que venham a colocar em risco os equipamentos montados ou mesmo atrapalhar o estudo dos alunos interessados, esses serão convidados a se retirarem do curso, sem possibilidade de retorno, mesmo em outra oportunidade.

Por se tratar de um projeto integrante de um curso de mestrado do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, caso ocorram mudanças sugeridas na condução do mesmo por parte do professor orientador, os alunos devem aceitar essas mudanças, da mesma forma que eu, como orientando

do projeto. Todos os termos de compromisso deverão conter assinatura do aluno e do responsável quando menor de idade.

1. Você gosta de astronomia? _____. O que já leu sobre o assunto

   Livros, periódicos, internet? _____

2. Porque você quer participar deste projeto? _____

   _____

3. Já observou, e conhece alguma constelação do céu de sua cidade? _____

   Qual o nome dela? _____

4. Participou de algum curso, palestra ou workshop de astronomia? _____

   Qual? _____

5. Possuí computador ou notebook para estudar? _____

   Se possuí, você tem algum programa de astronomia instalado? _____ Qual?

   _____

6. Você tem câmera digital? _____ Qual o modelo? _____

   _____

7. Quais configurações de exposição, abertura e ISO sua câmera possuí?

   Exp. Máxima: _____ ISO máximo _____ Abertura máxima: _____

8. Você possuí algum binóculo? _____ qual modelo? _____

   Qual o fator de ampliação? ( )7x50 – ( )10x50 – ( )outro

9. Em qual período você pode se dedicar, aos sábados e eventualmente no domingo para este curso?
   ( )Manhã ( )Tarde ( )Noite

10. Para participar, você precisa de um mínimo de embasamento teórico. Você concorda com as duas etapas obrigatórias, listadas abaixo:

    a- Uma breve história da astronomia e conhecendo o céu através do planetário digital Stellarium. Atividades em laboratório durante quatro sábados, com três horas de duração. (12 horas).

    b- Conceitos de funcionamento e uso de câmeras digitais. Uma atividade teórica em um sábado (3 horas) e duas atividades práticas**, noturnas** aos sábados (6 h) totalizando 9 horas de atividades.

    a - ( ) SIM ( ) NÃO

b – ( ) SIM ( )NÃO

11. Assinale qual das outras etapas do projeto está disposto a participar:

( ) Astrometria – Localizando objetos do céu.
( ) Técnicas de aquisição de imagens das constelações.
( ) Determinação dos pontos cardeais com o Gnômon – Observatório.
( ) Tratamento das imagens utilizando Picasa, Photoscape e Fitswork

12. Você está disposto a participar das atividades noturnas do sábado, das 18:00 as 22:00? ( )SIM ( )NÃO

13. Você está disposto a participar das atividades diurnas aos sábados, das 10:00 as 14:00 ou das 15:00 as 18:00?
( )SIM ( )NÃO

TERMO DE COMPROMISSO

Eu, _____RG._____, aluno regularmente matriculado no curso de informática da ETEC_____, localizado à _____ cidade de _____, declaro, sob pena de ser excluído do presente projeto Astrofotografia na Escola, que todas as informações por mim prestadas no presente documento são expressão da verdade e de que tenho interesse em participar deste projeto, me dedicando, estudando e colaborando para o sucesso do mesmo, bem como para o meu aprendizado e dos alunos participantes e de meu grupo de estudos.

_____ de _____ _20___.

_____
Assinatura do aluno

_____
Assinatura do responsável (se menor de idade).

APÊNDICE C

EXPOSIÇÃO DAS ASTROFOTOGRAFIAS

Astrofotografia como estratégia no ensino de astronomia

José Antônio do Amaral - jamaral@usp.br; Orientador: Prof. Dr. Roberto Dell'Agllo D. da Costa - roberto.costa@iag.usp.br

MPEA – Mestrado Profissional no Ensino de Astronomia
IAG - USP

INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS

INTRODUÇÃO

Este projeto tem como objetivo viabilizar a prática da astrofotografia como estratégia de ensino e aprendizagem no ambiente escolar, incluindo conceitos de astronomia através da astrofotografia, abordando possíveis relações entre astronomia, história da astrofotografia e ensino de ciências.

OBJETIVO

Inserir a astrofotografia como elemento motivador a estudantes do ensino médio, esclarecer concepções incorretas e despertar o interesse pela astronomia e o ensino de ciências.

MATERIAIS E METODOS

A principal estratégia para o aprendizado será a experimentação, com aplicação dos Três Momentos Pedagógicos – Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento, utilizando:

- câmeras digitais comuns;
- binóculos , telescópios refratores e refletores;
- tratamento e análise de imagens;
- instrumentos para o ensino de astronomia;

PIONEIROS DA ASTROFOTOGRAFIA

A história da astrofotografia e o ensino de ciências, emerge como uma reflexão inicial de uma proposta interdisciplinar. Neste sentido, temos a intenção que os estudantes compreendam a importância do trabalho desses pioneiros no campo da experimentação/instrumentação para o desenvolvimento desse campo de conhecimento.

RESULTADOS ESPERADOS

O projeto piloto está sendo realizado com a colaboração de onze alunos do ensino Médio das ETEC 's Prof. André Bogasian, Dr. Celso Gigilo e Guaracy Silveira, visando :

- contribuir com a produção do conhecimento científico;
- esclarecer concepções incorretas no ensino de ciências;
- favorecer o pensamento crítico em ciências;

FIGURA 1 – (A) TELESCÓPIO REFRATOR – (B) CAMINHO DA LUZ NO INTERIOR DA CÂMERA. FONTE: OBSERVATÓRIO LUPUS

FIGURA 2 – ESTUDANTES OBSERVANDO O ECLIPSE PARCIAL DE 26-02-17

FIGURA 3 - INSTRUMENTOS PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA

FIGURA 4 - FOTO TIRADA PELO GRUPO DE ESTUDANTES. CONSTELAÇÃO DE ÓRION. A ESQUERDA RIGEL, O CINTURÃO DE ÓRION (TRÊS MARIAS") AO CENTRO E A DIREITA BETEGEUSE ALPHA DESSA CONSTELAÇÃO.("ASTERISMO")

FIGURA 5 - FOTO DA LUA COM CÂMERA SONY PRL ESTUDANTE FOCALIZANDO SELENE

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Contribuir com ensino e divulgação de ciências nas escolas, esclarecendo concepções incorretas no ensino de Astronomia no Ensino Médio.

Obter subsídios para a elaboração de outras propostas pedagógicas, fornecendo elementos formativos a prática docente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1- LANGHI, R. Aprendendo a ler o céu: pequeno guia prático para a astronomia observacional. Campo Grande: Ed. UFMS, 2011.

2- LANGHI, R. Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores. 2009. 370 f. Tese (Doutorado em educação para a ciência) – Faculdade de Ciências, Unesp, Bauru.

3- LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns em livros didáticos de ciências. Caderno Brasileiro do Ensino de Física. v. 24, n.1, p. 87-111, abr. 2007.

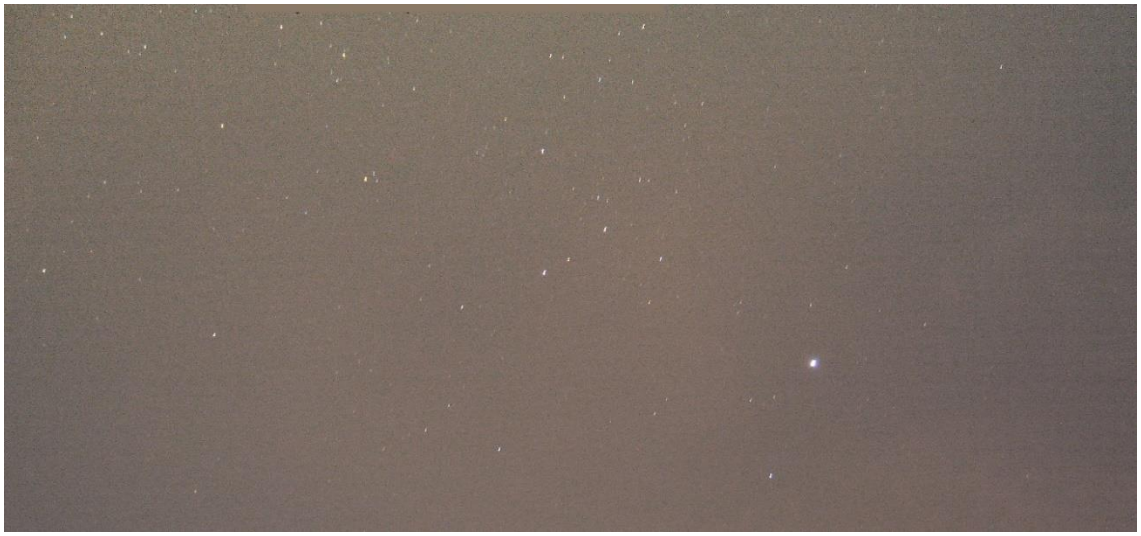
4- Trigo, Thales; Equipamento fotográfico : teoria e prática. 3ª ed. rev. e ampl. – São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2005.

5- PERNAMBUCO, M. M. C. A. Didática e prática de ensino: aproximações e especificidades. In: VII ENDIPE- Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, Goiânia, 1994.

FIGURA 62 – ALUNOS EXPONDO OS EQUIPAMENTOS, CÂMERAS E ASTROFOTOGRAFIAS

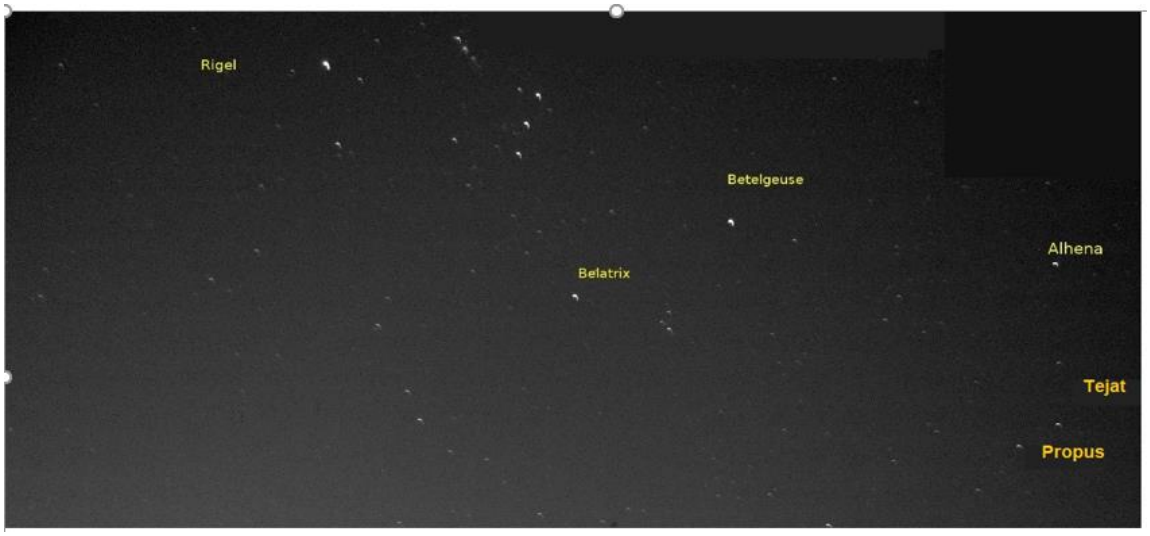
FONTE: FOTO DO AUTOR

FIGURA 63 - CONSTELAÇÃO DO CÃO MAIOR E SUA ESTRELA SIRIUS



FONTE: FOTO DO AUTOR – CÂMERA SONY P93 – 30” EXP. – F. 2,6 – ISO 400

FIGURA 64 - CONSTELAÇÃO DE ÓRION



FONTE: FOTO DO AUTOR – CÂMERA SONY P93 – 30” EXP. – F. 2,6 – ISO 400

FIGURA 65 - REGIÃO DE SAGITÁRIO E COROA AUSTRAL

FONTE: FOTO DO AUTOR – CÂMERA SONY P93 – 30” EXP. – F. 2,6 – ISO 400

FIGURA 66 - CONSTELAÇÃO DE ESCORPIÃO E RASTRO DE UM AVIÃO

FONTE: FOTO DO AUTOR – CÂMERA SONY P93 – 30” EXP. – F. 2,6 – ISO 400

FIGURA 67 - CONSTELAÇÃO DE TOURO E PLÊIADES

FONTE: FOTO DO AUTOR – CÂMERA SONY P93 – 30” EXP. – F. 2,6 – ISO 400

FIGURA 68 – ALPHA E BETA DO CENTAURO. ABAIXO, ETA CARINA E AVIÃO

FONTE: FOTO DO AUTOR – CÂMERA SONY P93 – 30” EXP. – F. 2,6 – ISO 400

APÊNDICE D
SUGESTÃO DE ALVOS CELESTES PARA FOTOGRAFAR COM OS MODELOS DE CÂMERAS UTILIZADOS NESTE PROJETO

Aglomerados Globulares:

Nome	Constelação	Magnitude	Direção aproximada*	Aparência
47 Tucanae	Tucano	4,0	Aproximadamente ao Sul da estrela Acrux (Cruzeiro)	

Aglomerados Abertos:

Nome	Constelação	Magnitude	Direção aproximada*	Aparência
Plêiades do Sul	Carina	1,9	≅ 10° a leste do Cruzeiro	
Plêiades	Touro	1,6	Aproximadamente 13º a Noroeste de Aldebarã	

Nebulosas:

Nome	Constelação	Magnitude	Direção aproximada*	Aparência
Eta Carinae	Carina	1,0	Aproximadamente Noroeste do Cruzeiro	

Órion	Órion	4,0	Próximo ao asterismo das Três Marias	

Constelações:

Nome	Constelação	Magnitude	Direção aproximada*	Aparência
Cruzeiro do Sul	Cruz	1,25 estrela Acrux (alfa)	Direção Sul	
Escorpião	Escorpião	1,05 estrela Antares (Alfa)	Noroeste do Cruzeiro do Sul	
Direção aproximada: É uma referência aproximada sugerida a partir da experimentação ao apontar as câmeras para fotografar o alvo celeste.				

Fonte: Autor