



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



ALBERTO ALVES AMORIM FILHO

**USO DE TELESCÓPIOS REMOTOS NO ENSINO DA ASTRONOMIA:
da interface na *Web* à aplicação no estudo do Catálogo Messier e da Lua**

Feira de Santana
2017

Alberto Alves Amorim Filho

**USO DE TELESCÓPIOS REMOTOS NO ENSINO DA ASTRONOMIA:
da interface na *Web* à aplicação no estudo do Catálogo Messier e da Lua**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Astronomia, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Astronomia.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Brescansin de Amôres.

Coorientadora: Prof^a. Dra. Vera Aparecida Fernandes Martin.

Feira de Santana
2017



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CANDIDATO (A): ALBERTO ALVES AMORIM FILHO

DATA DA DEFESA: 29 de setembro de 2017 **LOCAL:** Sala 03 do LABOFIS - UEFS

HORÁRIO DE INÍCIO: 14h:10min

| MEMBROS DA BANCA | | FUNÇÃO | TÍTULO | INSTITUIÇÃO DE ORIGEM |
|------------------------------|----------------|----------------|--------|-----------------------|
| NOME COMPLETO | CPF | | | |
| EDUARDO BRESANSIN DE AMÓRES | 181.850.838-94 | Presidente | DR | DFIS - UEFS |
| ANA CARLA PEIXOTO BITENCOURT | 967.726.625-04 | Membro Interno | DR | DFIS - UEFS |
| FABIANA CRISTINA BERTONI | 866.005.831-34 | Membro Externo | DR | DEXA - UEFS |
| | | | | |

TÍTULO DEFINITIVO DA DISSERTAÇÃO*:

USO DE TELESCÓPIOS REMOTOS NO ENSINO DA ASTRONOMIA: DA INTERFACE NA WEB À APLICAÇÃO NO ESTUDO DO CATÁLOGO MESSIER E DA LUA.

* Anexo: produto(s) educacional(is) gerado(s) neste trabalho.

Em sessão pública, após exposição de 49 min, o(a) candidato(a) foi arguido(a) oralmente pelos membros da banca, durante o período de 55 min. A banca chegou ao seguinte resultado**:

- (X) APROVADO(A)
() INSUFICIENTE
() REPROVADO(A)

** Recomendações: Seguir as recomendações da Banca para a versão final da dissertação.

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata, que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima relacionada, pelo candidato e pelo coordenador do Programa de Pós-Graduação em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Feira de Santana, 29 de setembro de 2017

Presidente: [Assinatura]

Membro 1: Ana Carla Peixoto Bitencourt

Membro 2: Fabiana C. Bertoni

Membro 3: _____

Candidato (a): Alberto Alves Amorim Filho

Coordenador do PGAstro: [Assinatura]

¹ O aluno deverá encaminhar à Coordenação do PGAstro, no prazo máximo de 60 dias a contar da data da defesa, os exemplares definitivos da Dissertação, após realizadas as correções sugeridas pela banca.



**ANEXO DA ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado:
PRODUTO(S) EDUCACIONAL(IS) GERADO(S) NO TRABALHO FINAL DE CURSO**

CANDIDATO (A): ALBERTO ALVES AMORIM FILHO

DATA DA DEFESA: 29 de setembro de 2017 LOCAL: Sala 03 do LABOFIS - UEFS

HORÁRIO DE INÍCIO: 14:15h

- Banco de imagens
- medidas as crateras lunares
- Imagem em falso cor
- módulos JAC
- Orçamento composto avicular
- Questionários
- Testeiais

Feira de Santana, 29 de setembro de 2017.

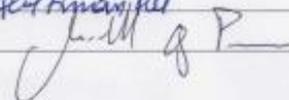
Presidente: 

Membro 1: de local P. de

Membro 2: Fabiana C. Brito

Membro 3: _____

Candidato (a): Alberto Alves Amorim Filho

Coordenador do PGAstro: 

Ficha catalográfica

Ficha Catalográfica – Biblioteca Central Julieta Carteado

A543u Amorim Filho, Alberto Alves

Uso de telescópios remotos no ensino da astronomia: da interface na web à aplicação no estudo do catálogo Messier e da lua / Alberto Alves Amorim Filho. – Feira de Santana, 2017.

181f.: il.

Orientador: Eduardo Brescansin de Amôres.

Coorientadora: Vera Aparecida Fernandes Martin

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Astronomia, 2017.

1. Astronomia - Estudo e ensino. 2. Telescópios remotos e robóticos. I. Amôres, Eduardo Brescansin de, orient. II. Martin, Vera Aparecida Fernandes. III. Universidade Estadual de Feira de Santana. IV. Título.

CDU: 37:52

Agradecimentos

À esposa Vaneide Amorim, meu Universo é você! A nossos gêmeos Clarice e Tiago. Ao filho mais velhos, Vinícius e ao meu primeiro neto Levi. Ao meu segundo filho, Leonardo, trilhando o caminho da universidade e ao irmão Adilsom Amorim, pelo apoio constante.

À nossa gestora Maria da Conceição Oliveira Lopes, mulher de projetos. Aos demais colegas e aos que trilham a pesquisa: Betty, Cláudia, Flávia Milena, Karine, Luciana Cajazeira, Luciana Brandão, Fernanda e Gleima.

Aos queridos funcionários e funcionárias do CETV, pelo suporte de todos os dias.

À Geógrafa e amiga Aléssia Santa Rosa, pelo apoio incessante. Aos saudosos Geógrafos Paulo Roberto e Antônio Lima, por me fazerem reconhecer um sertanejo sonhador. Ao colega Jorge Amorim que também partiu e não se despediu de mim (*In memoriam*).

Aos pioneiros do AstroEngenharia: Karol, William, Ramon, Alex e Robenilson. À próxima geração: Ramana, Lorena, Adriana, William, Gustavo, Evellin e Luiz Gabriel. Ao infinito e além, futuros astrosengenheiros!

À turma Antares do MPASTRO. Minha turma! André, Carla, César, Hiure, Iraneia, James, Jorge, Lorena, Marcelo e Marcos - “Nós temos a luz das estrelas na palma da mão”.

Ao meu orientador Professor Dr. Eduardo Brescansin de Amôres, por acreditar no projeto e apoiar nos momentos mais difíceis da jornada nas estrelas. À minha coorientadora Professora Dra. Vera Aparecida Fernandes Martin, por fazer brotar estrelas na escola pública.

Ao Professor Dr. Marildo Geraldête Pereira, pelas lições galileanas. À Professora Dra. Ana Verena Freitas Paim, por nos lembrar que estamos amparados por gigantes. À Professora Dra. Ana Carla Peixoto Bitencourt, por suas orientações precisas. Ao Professor Dr. Paulo César da Rocha Poppe, pelas reflexões da História da Ciência. Ao Professor Dr. Carlos Alberto de Lima Ribeiro, pelas contribuições sempre pertinentes.

Ao MPASTRO, pelo incessante trabalho da docência e da orientação.

À Professora Dra. Fabiana Cristina Bertoni pelo Big Bang.

Ao Diretor do Observatório Abrahão de Moraes Professor Dr. Ramachrisna Teixeira e ao Mestre em Astronomia Messias Fidêncio Neto.

À secretária Sra. Fernanda Gomes de Oliveira, pela atenção a nossas demandas.

Resumo

O presente trabalho aborda o uso de telescópios remotos e robóticos como atividade escolar. No seu desenvolvimento busca amparo nas experiências consolidadas dos Telescópios na Escola no Brasil e do *MicroObservatory* nos Estados Unidos da América. Para subsidiar a difusão da tecnologia de observação remota, na educação brasileira, recomenda o estudo do Catálogo Messier e da Lua. A investigação contou com a participação de onze estudantes do Ensino Médio do projeto denominado AstroEngenharia do Colégio Estadual Teotônio Vilela. A pesquisa fez uso da abordagem qualitativa e quantitativa. Como referencial de aprendizagem foram utilizados os postulados de Leon Vygotsky por enfatizar o papel da escola na formação dos conceitos científicos e na atuação do professor na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Os produtos elaborados consistem em tutoriais, formulários e planilhas, assim como em atividades com imagens em falsa cor, o cálculo do diâmetro das crateras lunares e a criação do banco de imagens.

Palavras-Chave: Ensino de Astronomia. Telescópios remotos e robóticos. Atividades. Tutoriais.

Abstract

The current work is about remote and robotic telescopes as a school activity. In its development, it is based in the consolidated experiences of the Telescopes at School, from Brazil, and MicroObservatory, from United States of America. In order to support the diffusion of remote observation technology in Brazilian education, it recommends the study of the Messier Catalog and the Moon. The research was attended by eleven high school students from the AstroEngenharia Project of the Teotônio Vilela State School in Feira de Santana, a city of Bahia, Brazil. To this research the author used both qualitative and quantitative approach. As a reference for learning, the postulates of Leon Vygotsky, that emphasizing the role of the school in the formation of scientific concepts and the teacher's performance in the zone of proximal development (ZPD). The products include tutorials, forms and spreadsheets, as well as activities with image in false color, the calculation of the diameter of the lunar craters and the creation of the images bank.

Key words: Astronomy Teaching. Remote and Robotic Telescopes. Activities. Tutorials.

Relação das Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1.1 - CD do Ubuntu 12.4 LTS..... | 3 |
| Figura 1.2 - Projeto de Carro Elétrico "Ecológico"..... | 3 |
| Figura 2.1 - Louis Boyd (1983) e o Primeiro Fotômetro Automático (em operação)..... | 15 |
| Figura 2.2 - Telescópio remoto da Universidade de Bradford..... | 16 |
| Figura 2.3 - Telescópio na Costa Oeste dos Estados Unidos da América..... | 18 |
| Figura 2.4 - Telescópio na Costa Leste dos Estados Unidos da América..... | 18 |
| Figura 2.5 - Mapa Conceitual (Telescópio Remoto do TnE e do <i>Observing With</i> NASA)..... | 19 |
| Figura 2.6 - Instituições Brasileiras Integrantes do Telescópios na Escola (TnE)..... | 20 |
| Figura 2.7 - Interface de Acesso do Telescópio Argus na Web..... | 22 |
| Figura 2.8 - Interface de Operação do Telescópio Argus na Web..... | 23 |
| Figura 2.9 - Link de Acesso..... | 23 |
| Figura 2.10 - Bolsistas CNPq Ramon, Karol, Alberto, Robenilson e William..... | 24 |
| Figura 2.11 - Apresentação do Telescópios na Escola (2014) - IAG/USP..... | 24 |
| Figura 2.12 - Primeira Imagem parcial da Lua obtida com o Telescópio Argus..... | 24 |
| Figura 2.13 - Projetos do MicroObservatory Robotic Telescope Network..... | 26 |
| Figura 2.14 - Interface de Acesso na Web..... | 27 |
| Figura 2.15 - Interface de Operação na Web..... | 29 |
| Figura 2.16 - Configuração do Telescópio..... | 30 |
| Figura 2.17 - Confirmação de Contato..... | 30 |
| Figura 2.18 - Telescópios Robóticos no Mundo..... | 31 |
| Figura 3.1 - O astrônomo francês Charles Messier..... | 34 |
| Figura 3.2 - Tabela Periódica dos Objetos Messier..... | 35 |
| Figura 3.3 - Mapa da Localização dos Objetos Messier..... | 37 |
| Figura 3.4 - O QuickMap é uma ferramenta para se conhecer OS detalhes do relevo lunar..... | 40 |

| | |
|--|-----|
| Figura 3.5 - Patronos das Crateras da Região de Ptolomeu | 41 |
| Figura 3.6 – Interface do MicroObservatory Image 2.3..... | 41 |
| Figura 3.7 - Interface do PInE | 42 |
| Figura 3.8 - A interface do Salsa J..... | 42 |
| Figura 3.9 - Query by identifiers..... | 44 |
| Figura 4.1 - Pedido de Imagem ao OWN por Estudante via Celular..... | 49 |
| Figura 4.2 - Aviso de Encontro e Prova da OBA no Facebook..... | 50 |
| Figura 4.3 - Divulgação do Astro Engenharia em Evento da Área de Ciências Humanas..... | 50 |
| Figura 4.4 -Professor Dr. Eduardo B. de Amôres e Estudantes do CETV..... | 52 |
| Figura 4.5 - Exposição da Professora Dra. Vera A. F. Martin sobre a Lua..... | 52 |
| Figura 4.6 - Fanzine sobre Astronomia..... | 54 |
| Figura 4.7 - Temas das revistas em quadrinho do Observatório Nacional para o público infanto-juvenil..... | 60 |
| Figura 4.8 - Opinião de estudante sobre a Revista do Observatório Nacional..... | 60 |
| Figura 4.9 - Sequência da tela dos parâmetros de configuração do Observing With NASA. | 61 |
| Figura 4.10 - Imagens da Lua, Júpiter e suas luas e objeto M15..... | 61 |
| Figura 4.11 - Outras imagens obtidas do TnE (M7, M8 e M15) e do OWN (M15)..... | 62 |
| Figura 4.12 - Sequência comparativa das imagens..... | 63 |
| Figura 4.13 - M16 (FITS) sem tratamento (1) e combinada com os filtros RGB (2 e 3) e no formato JPEG (4)..... | 64 |
| Figura 4.14 - O processo de combinação dos filtros RGB..... | 64 |
| Figura 5.1 - Mapa Impresso das Crateras Lunares da região de Ptolomeu..... | 80 |
| Figura 5.2 - Exemplo do cálculo do diâmetro da cratera lunar..... | 81 |
| Figura 5.3 - Crateras lunares em destaque Copernicus e Eratostenes..... | 83 |
| Figura 5.4 - Região da Cratera Ptolomeu | 84 |
| Figura 6.1 - Certificado do Concurso SOAR..... | 111 |
| Figura 6.2 - Stand do Projeto de Astronomia na FECIBA 2015..... | 112 |
| Figura 6.3 - Ana Vitória Conceição e Aline Santana apresentado o projeto..... | 112 |

| | |
|---|-----|
| Figura 6.4 - Museu Parque do Saber..... | 113 |
| Figura 6.5 - Astro Homenagem a Ana Vitória Conceição e Aline Santos Santana..... | 113 |
| Figura 6.6 - Oficina com Caixa Escura de Orifício e Lunetas Refratoras e Refletoras..... | 114 |
| Figura 6.7 - Mestrando Alberto Amorim e Estudantes do Astro Engenharia..... | 114 |
| Figura 6.8 - Postagem na Rede Social Facebook Durante o Evento no Observatório Antares..... | 115 |
| Figura 6.9 - Noite Internacional da Observação da Lua 2014..... | 116 |
| Figura 6.10 - Mapa da Participação da Escola na Noite Internacional da Observação da Lua | 116 |
| Figura 6.11 - Luau no Dia do Professor no CETV..... | 117 |
| Figura 6.12 - Prova da OBA 2016..... | 118 |
| Figura 6.13 - Cartazes 2015 e 2016..... | 119 |
| Figura 6.14 - Mapa da Participação da Escola na Semana Mundial do Espaço..... | 119 |
| Figura 6.15 - Banner na JASTRO..... | 120 |
| Figura 6.16 - Apresentação Oral no II SENAMEPRAE 2016..... | 120 |

Relação de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 2.1 - Configuração do Telescópio Argus do TnE..... | 21 |
| Tabela 2.2 - Inventário das Condições de Uso do Telescópio Remoto no Brasil | 21 |
| Tabela 2.3 - Estatísticas de Uso de Telescópios Remotos no Mundo..... | 32 |
| Tabela 3.1 - Maratona Messier (data, autor e objetos focalizados)..... | 39 |
| Tabela 3.2 - Estatística Básicas do SIMBAD..... | 43 |
| Tabela 4.1 - Perspectivas Profissionais dos Estudantes..... | 46 |
| Tabela 4.2 - Questões utilizadas na produção do conteúdo dos módulos JAC..... | 55 |
| Tabela 5.1 - Distribuição das Questões por Temas..... | 69 |
| Tabela 5.2 - Colunas que representam detalhes do cálculo realizado no Excel..... | 82 |
| Tabela 5.3 - Coeficiente Lunar..... | 82 |
| Tabela 5.4 - Crateras Lunares pesquisadas com as coordenadas lunares e os respectivos diâmetros (Km)..... | 85 |
| Tabela 5.5 - Valor medidos pelo Astroengenhaira das crateras lunares | 87 |
| Tabela 5.6 - Valores Medidos para a Cratera Copernicus..... | 88 |

Relação de Gráficos

| | |
|---|-----|
| Gráfico 4.1 - Objetos que podem ser observados por um telescópio remoto..... | 57 |
| Gráfico 4.2 - Qual objeto da Astronomia você tem mais interesse de estudar?..... | 58 |
| Gráfico 4.3 - Assinale o valor para a estrela mais brilhante?..... | 59 |
| Gráfico 5.1 - Pré-Teste e Pós-Teste Geral..... | 76 |
| Gráfico 5.2 - Pré-Teste e Pós-Teste do Tema Sistema Solar..... | 76 |
| Gráfico 5.3 - Diâmetro de Referência e Diâmetro Médio do AstroEngenharia(Km)..... | 86 |
| Gráfico 5.4 - Diâmetro de Referência e Diâmetro Médio do AstroEngenharia(Km)..... | 86 |
| Gráfico 5.5 - A experiência com o software DS9 e a ferramenta “Círculo”..... | 90 |
| Gráfico 5.6 - A experiência em calcular o diâmetro das crateras lunares sem a planilha | 91 |
| Gráfico 5.7 - A experiência em calcular o diâmetro das crateras lunares com planilha. | 91 |
| Gráfico 5.8 - A Noite CETV de Observação da Lua foi útil para praticar a observação lunar com lunetas?..... | 92 |
| Gráfico 5.9 - Qual imagem que melhor reflete a atividade de observação da Lua? (Apêndice S)..... | 93 |
| Gráfico 5.10 - Você recomenda a atividade para os seus colegas?..... | 93 |
| Gráfico 5.11 - O tutorial foi importante para acessar o “Observando com NASA”?..... | 94 |
| Gráfico 5.12 - Qual imagem que melhor reflete a sua experiência com o tutorial?..... | 96 |
| Gráfico 5.13 - Você recomenda a atividade para os seus colegas?..... | 96 |
| Gráfico 5.14 - O tutorial foi importante para a atividade com falsa cor?..... | 97 |
| Gráfico 5.15 - Qual imagem que melhor reflete a sua experiência com o tutorial da falsa cor?..... | 98 |
| Gráfico 5.16 - Você recomenda a atividade com falsa cor para os seus colegas?..... | 98 |
| Gráfico 5.17 - A atividade sobre banco de imagens foi útil para conhecer as categorias dos objetos de Messier e uso do sítio da NASA?..... | 100 |
| Gráfico 5.18 - Qual imagem que melhor reflete a atividade de banco de imagens?..... | 100 |
| Gráfico 5.19 - Você recomenda a atividade para os seus colegas?..... | 101 |

| | |
|--|-----|
| Gráfico 5.20 - O tutorial foi importante para utilizar o software Salsa J?..... | 102 |
| Gráfico 5.21- Qual imagem que melhor reflete a sua experiência com o Salsa J?..... | 102 |
| Gráfico 5.22 - Você recomenda o tutorial para os seus colegas?..... | 102 |
| Gráfico 5.23 - Qual imagem que melhor reflete os conteúdos das revistas?..... | 104 |
| Gráfico 5.24 - O conteúdo da revista ajudou na sua formação?..... | 105 |
| Gráfico 5.25 - Você recomenda a revista para seus colegas?..... | 106 |
| Gráfico 5.26 - Qual a sua opinião sobre o processo de formação?..... | 107 |
| Gráfico 5.27 - Qual sua opinião sobre o formador?..... | 107 |
| Gráfico 5.28 - Qual sua opinião sobre o conteúdo da formação?..... | 107 |

Relação de Quadros

| | |
|---|----|
| Quadro 5.1 - Questões sobre o Sistema Solar..... | 71 |
| Quadro 5.2 - Questões sobre o Sistema Solar..... | 72 |
| Quadro 5.3 - Questões sobre o Sistema Sola..... | 72 |
| Quadro 5.4 - Questões sobre a História da Astronomia..... | 73 |
| Quadro 5.5 - Questões sobre a Astrofísica..... | 74 |
| Quadro 5.6 - Questões sobre a Evolução Estelar..... | 74 |
| Quadro 5.7 - Questões sobre a Evolução Estelar..... | 75 |

Sumário

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1 AstroEngenharia..... | 2 |
| 1.2 Justificativa..... | 4 |
| 1.3 Metodologia..... | 6 |
| 1.4 Estrutura da Dissertação..... | 10 |
| CAPÍTULO 2 - TELESCÓPIOS REMOTOS NO MUNDO..... | 12 |
| 2.1 A Automação na Astronomia..... | 14 |
| 2.2 Telescópios Remotos e Robóticos..... | 16 |
| 2.3 Telescópio Remoto no Brasil..... | 20 |
| 2.3.1 Interface de Acesso na <i>Web</i> | 22 |
| 2.3.2 Interface de Operação na <i>Web</i> | 23 |
| 2.4 Telescópio Remoto nos Estados Unidos..... | 25 |
| 2.4.1 <i>Observing with NASA</i> | 27 |
| 2.4.1.1 Interface de Acesso na <i>Web</i> | 27 |
| 2.4.1.2 Interface de Operação na <i>Web</i> | 28 |
| 2.5 Telescópios Remotos no Mundo..... | 31 |
| CAPÍTULO 3 - FERRAMENTAS E RECURSOS DA ASTRONOMIA PARA USO NA ESCOLA..... | 34 |
| 3.1 O Atlas dos Objetos Messier..... | 34 |
| 3.2 O DS9..... | 39 |
| 3.3 Lunar Reconnaissance Orbiter – LRO..... | 40 |
| 3.4 <i>MicroObservatory Image 2.3</i> | 41 |
| 3.5 Salsa J..... | 42 |
| 3.6 SIMBAD..... | 43 |
| CAPÍTULO 4 - USANDO AS FERRAMENTAS E OS RECURSOS DO ASTRÔNOMO PROFISSIONAL COMO ATIVIDADE ESCOLAR..... | 45 |
| 4.1 Perfil do público-alvo..... | 46 |
| 4.2 Dinâmica da Formação..... | 48 |
| 4.2.1 Módulos JAC..... | 55 |

| | |
|---|-----|
| 4.2.2 Revistas em Quadrinho do Observatório Nacional..... | 59 |
| 4.3 Banco de Imagens do CETV..... | 60 |
| 4.4 Medindo as crateras lunares..... | 62 |
| 4.5 Imagens em falsa cor..... | 63 |
| 4.6 Produtos Educacionais..... | 66 |
| CAPÍTULO 5 - ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS..... | 68 |
| 5.1 Do pré-teste ao pós-teste..... | 68 |
| 5.2 A formação do AstroEngenharia..... | 79 |
| 5.2.1. Categoria 1: Atividade sobre crateras lunares..... | 80 |
| 5.2.2 Categoria 2: Atividade sobre imagem em falsa cor..... | 94 |
| 5.2.3 Categoria 3 - Atividade sobre as revistas do Observatório Nacional..... | 103 |
| 5.2.4 Categoria 4: O processo de formação do AstroEngenharia..... | 106 |
| CAPÍTULO 6 - ATIVIDADES COMPLEMENTARES..... | 110 |
| 6.1 Concurso Telescópio SOAR..... | 110 |
| 6.2 Feira de Empreendedorismo, Ciência e Inovação da Bahia – FECIBA..... | 111 |
| 6.3 Primeiro Encontro de Vocação Científica do Observatório Antares..... | 114 |
| 6.4 InOMN e Noite CETV da Observação da Lua..... | 115 |
| 6.5 Olimpíada Brasileira de Astronomia – OBA..... | 117 |
| 6.6 Semana Mundial do Espaço..... | 118 |
| 6.7 JASTRO e II SENAMEPRAE..... | 120 |
| CAPÍTULO 7 - CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS..... | 122 |
| REFERÊNCIAS..... | 125 |
| APÊNDICES..... | 128 |
| Apêndice A - Questionário do perfil dos multiplicadores..... | 128 |
| Apêndice B - Questionário do pré-teste e pós-teste..... | 131 |
| Apêndice C - Tutorial para acessar e utilizar o Observando com NASA..... | 136 |
| Apêndice D - Tutorial para usar o DS9..... | 138 |
| Apêndice E - Tutorial para usar o <i>QuickMap</i> | 142 |
| Apêndice F - Tutorial para o <i>software MicroObservatory Image 2.3</i> | 143 |
| Apêndice G - Tutorial para usar o <i>software Salsa J</i> | 146 |
| Apêndice H - Formulário para criação do banco de imagens..... | 148 |
| Apêndice I - Questionário sobre a revista em quadrinho do ON..... | 149 |

| | |
|---|-----|
| Apêndice J - Tutorial para a construção da planilha eletrônica..... | 150 |
| Apêndice K - Planilha para cálculo do diâmetro das crateras lunares..... | 151 |
| Apêndice L - Planilha para lançamento das medidas das crateras lunares..... | 152 |
| Apêndice M - Questionário sobre o software DS9 e planilha eletrônica..... | 155 |
| Apêndice N - Questionário sobre o Observando com NASA..... | 156 |
| Apêndice O - Questionário sobre Falsa Cor..... | 157 |
| Apêndice P - Questionário sobre banco de imagens e sítio da NASA..... | 158 |
| Apêndice Q - Questionário sobre o software Salsa J..... | 159 |
| Apêndice R - Questionário sobre a Noite CETV da Observação da Lua..... | 160 |
| Apêndice S - Questionário sobre a formação dos multiplicadores..... | 161 |
| Apêndice T - Quadro Conteúdo - Relação com Telescópio Remoto..... | 162 |
| Apêndice U - Atividade com banco de imagens da escola e o Salsa J..... | 163 |

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Desde a revolução iniciada por Galileu Galilei (1564-1642), utilizando uma luneta, que os astrônomos vêm aperfeiçoando esse equipamento. Mas, recentemente, por conta dos avanços científicos e tecnológicos, têm surgido outros meios para o público leigo utilizar telescópios antes restritos aos círculos acadêmicos e observatórios astronômicos. Muito se avançou a partir da interface na *Web* direcionada ao uso do telescópio remoto. Podemos mencionar, por exemplo, o projeto pioneiro da Universidade Bradford¹ (Inglaterra), do *Observing With NASA*² (Estados Unidos) e do Telescópios na Escola³ (Brasil). São as duas últimas iniciativas que concretizaram o seu uso no Colégio Estadual Teotônio Vilela.

Ao incentivo à tecnologia de observação remota, agrega-se a possibilidade de utilizá-la como atividade escolar. É neste contexto que a pesquisa propõe a investigar. Todavia, os equipamentos remotos surgem como novos desafios pedagógicos para a educação escolar. Em virtude disso, para integrá-lo ao processo ensino-aprendizagem, é preciso repensar as estratégias para a sala de aula e o laboratório de informática (AMORIM FILHO, 2010).

Dessa estratégia é que destacamos o AstroEngenharia⁴ como projeto de Iniciação Científica Júnior da Astronomia na escola. A estratégia propõe a formação e a qualificação de um grupo de estudantes aptos a apoiar a difusão da tecnologia remota com a função de multiplicadores no ambiente escolar.

Tendo em vista o que propomos a investigar com o telescópio remoto, temos os seguintes objetivos:

- Expor os avanços científicos e tecnológicos da Astronomia relacionados ao telescópio remoto que possibilitam, por uma interface na *Web*, utilizar as ferramentas dos astrônomos profissionais como atividade escolar;
- Utilizar o telescópio remoto para obter imagens FITS⁵ do Catálogo Messier e da Lua entre outros objetos;

¹<http://www.telescope.org/>.

²<http://mo-www.cfa.harvard.edu/OWN/index.html>.

³<http://www.telescopiosnaescola.pro.br/argus/index.php>.

⁴AMORIM FILHO, A. A.; AMÔRES, E. B.; MARTIN, V. A. F. AstroEngenharia: Multiplicando Talentos para a Astronomia e Engenharias. 2016.

⁵*Flexible Image Transport System* (<https://fits.gsfc.nasa.gov/>).

- Difundir o Catálogo Messier, banco de dados astrofísicos, sítios da *internet* e *softwares* para subsidiar as atividades de acesso remoto;
- Produzir tutoriais, formulários, planilhas, atividades e recursos para popularizar a tecnologia da observação remota na escola;
- Incentivar o estudo científico do Universo visando à difusão da Astronomia na escola;
- Desenvolver talentos para a Astronomia e qualificá-los por meio da participação e da experimentação em eventos internos e externos.

Os objetivos apontados, refletem a continuidade do trabalho com o AstroEngenharia, a ser exposto a seguir, visando preencher a lacuna da Iniciação Científica da Astronomia na escola. Nesse sentido, ressaltamos a importância da difusão da experiência, de modo a contribuir para se desfazer a visão de que a Astronomia é uma Ciência inacessível ao público leigo.

1.1 AstroEngenharia

O AstroEngenharia⁶ é um projeto desenvolvido no Colégio Estadual Teotônio Vilela (CETV). A sua origem se relaciona ao edital do Forma - Engenharia (2012) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)⁷ e da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)⁸.

O edital do CNPq incentivava os graduandos da Engenharia da Computação a exercitarem seus conhecimentos, em atividades práticas, no laboratório de informática da escola pública. Além de incentivar os estudantes do Ensino Médio para a carreira da Engenharia.

Os estudantes receberam bolsas e formação de graduandos, sob orientação da Professora Dra. Fabiana Cristina Bertoni (DEXA-UEFS). A formação ocorreu na escola, no turno oposto, sobre programação, manutenção de computadores e softwares da Astronomia. No que se refere à Astronomia, coube ao professor da escola, também na condição de bolsista, iniciá-los no estudo do telescópio remoto, dos objetos Messier e da Lua.

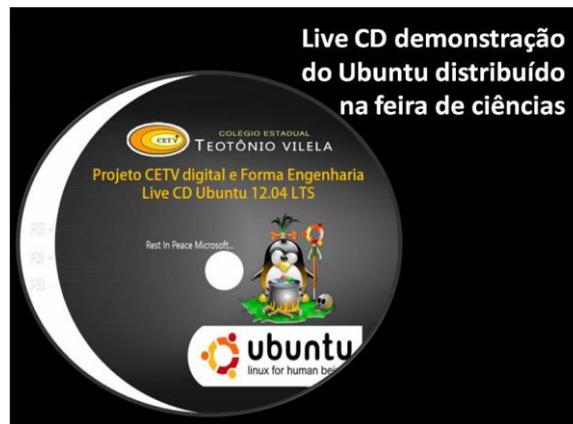
⁶O AstroEngenharia surgiu da fusão da Astronomia com a Engenharia da Computação.

⁷<http://cnpq.br/>.

⁸<http://www.uefs.br/>.

A proposta do edital solicitava ações práticas com professores e estudantes da escola. Em uma das ações, desenvolvemos a formação sobre novas tecnologias ao público escolar. Como produto, o incentivo ao *Software Livre*, com a distribuição do CD do Ubuntu⁹ na Feira de Ciências (Figura 1.1).

Figura 1.1 – CD do Ubuntu 12.4 LTS.



Tendo em vista o objetivo do Forma – Engenharia, incorporado e ampliado no AstroEngenharia, com o Mestrado Profissional, citamos o ex-estudante Robenilson Santos que, após finalizar o Ensino Médio, matriculou-se no curso de Mecatrônica e na graduação de Engenharia Mecânica. Atualmente, com outros estudantes, destaca-se no cenário local e nacional¹⁰ no projeto de carro elétrico "ecológico" (Figura 1.2).

Figura 1.2 - Projeto de Carro Elétrico "Ecológico".



Fonte: <http://g1.globo.com/bahia/batv/videos/t/edicoes/v/estudantes-de-feira-de-santana-criam-um-carro-eletrico-ecologico/5571711/>.

⁹<https://www.ubuntu.com/>.

¹⁰<https://www.youtube.com/watch?v=IuTA-COTGx0>, <https://www.youtube.com/watch?v=WzTEtwz4KDI> e <https://www.youtube.com/watch?v=HPTBMiuOs54>.

São iniciativas como o AstroEngenharia na Escola Pública que podem contribuir para desenvolver talentos, ao iniciá-los com o método científico e, dessa forma, incentivá-los para carreiras da Astronomia e das Engenharias.

1.2 Justificativa

O desenvolvimento da pesquisa está amparado em três pilares relacionados à difusão da Astronomia no CETV; os quais se justificam por aguçar a curiosidade e o envolvimento dos estudantes com estudo científico do Universo¹¹.

O primeiro pilar diz respeito à importância da observação e do telescópio para a Astronomia. Temos, como parâmetro, o pioneirismo do astrônomo italiano Galileu Galilei e, mais recentemente, os telescópios terrestres e espaciais. Com os sucessivos aperfeiçoamentos dos equipamentos, desencadearam-se consideráveis avanços científicos e tecnológicos direcionados ao estudo do Universo.

Mas foi a tecnologia da observação remota por uma interface na *Web* que viabilizou a sua inserção na escola. Portanto, trata-se de uma excelente oportunidade para motivar o seu público com a dinâmica de trabalho do astrônomo profissional.

O segundo pilar, o Catálogo Messier (ver Seção 3.1) do astrônomo francês Charles de Messier (1730-1812). é um importante referencial de objetos astronômicos para iniciantes da Astronomia que articulado ao telescópio remoto ajuda a localizar alguns dos mais fascinantes objetos do Universo. Como os catálogos da Astronomia são desconhecidos pelos professores e estudantes (GOMEZ e FITZGERALD, 2016), essa é uma oportunidade de torná-los públicos e incentivar o seu uso nas observações visuais e remotas.

Por último, a observação da Lua, articulada também ao telescópio remoto e à Noite Internacional da Observação da Lua¹², justifica a retomada desse estudo porque o nosso satélite natural, em muitos aspectos, é desconhecido do público em geral.

¹¹O uso da expressão "estudo científico do Universo" ressalta o método de trabalho científico, de modo a afastar qualquer outra forma de discussão na escola que não tenha base científica. Sagan (2016, p. 21) muito atual nos lembra "que as consequências do analfabetismo científico são muito mais perigosas em nossa época do que em qualquer outro período anterior. É perigoso e temerário...".

¹²<http://observethemoonnight.org/>.

A Lua ainda é objeto de mitos, lendas e dúvidas acerca da sua conquista (LANGHI e NARDI, 2012). Nossa ênfase na Lua também é motivada pela facilidade da observação visual e remota, principalmente por ser possível observar o relevo lunar, as fases e os efeitos da sua interação com o planeta Terra, a exemplo das marés. Com as mais recentes pesquisas lunares, disponibilizadas na internet¹³ acreditamos ser possível dar novo impulso ao estudo do ambiente lunar.

A investigação, portanto, ao propor a observação articulada ao telescópio remoto como atividade escolar, sinaliza que “[...] a ciência e a tecnologia não estão distantes da sociedade” (Langhi e Nardi, 2012, p. 111). Deste modo, ressaltamos a possibilidade de utilizá-lo na escola brasileira, a exemplo do que ocorre em diferentes lugares do mundo (COX e BARUCH, 1994; MCKINNON e GEISSINGER, 2002; GOULD et al., 2007; SLATER et al., 2014).

Mas para compreendermos os seus benefícios, precisamos explicitar a dimensão tecnológica, ou seja, conhecer o telescópio remoto e a sua interface na *Web* (SLATER et al., 2014; GOMEZ e FITZGERALD, 2016).

Todavia, na dimensão educacional precisamos fundamentá-lo (BARUCH, 2000; SADLER et al., 2001; SLATER et al., 2014), apontando quais conhecimentos e aplicações podem ser extraídas da experiência remota. Por outro lado, na dimensão científica, iniciá-los “[...] desenvolvendo o senso de exploração e descoberta, [...] com o método científico, atraindo-os assim para se interessar em ciências” (LANGHI e NARDI, 2012, p. 109).

Temos importantes debates em curso, inadiáveis no ensino das Ciências e, em particular, da Astronomia. Entre eles, as lacunas na formação inicial, continuada (LANGHI e NARDI, 2012) e os problemas conceituais no livro didático (LONGHINI, 2010; LANGHI e NARDI, 2012). Mas, temos excelentes razões para considerarmos oportuna a discussão sobre o telescópio remoto. Em particular, por ser, a partir da perspectiva do estudante, que pode atuar e colaborar ativamente no projeto.

Independente dos rumos da formação inicial e continuada, e por mais que o livro didático seja atualizado, os estudantes sentem maior atração pelos recursos digitais. Tendo em vista que "Al utilizar sistemas multimedia en su aprendizaje, los alumnos se sienten motivados, satisfechos y también responsables de este proceso" (Garcia-Montoya, 2001, p. 424).

¹³<https://lunar.gsfc.nasa.gov/>.

Na concepção de Nova e Alves (2003, p. 1), as novas interfaces compõem "[...] um mosaico de diversas mídias interagindo no universo material, afetivo e cognitivo [...]", mostrando-se, então, mais instigadora para as suas habilidades com a tecnologia.

É, importante, portanto, para a pesquisa, buscar conciliar as diversas lacunas existentes na educação pública brasileira (tanto na formação inicial quanto continuada) com todos os estraves (laboratório de informática inadequado, infraestrutura tecnológica deficiente, etc.) bem como incorporar à sala de aula as contribuições científicas e tecnológicas do telescópio remoto propostas pelos atuais avanços da Astronomia.

1.3 Metodologia

A abordagem metodológica utilizada teve caráter qualitativo e quantitativo. O foco da abordagem qualitativa foi obter a opinião dos estudantes, confrontando-a com a realidade proposta pela pesquisa e analisar os possíveis ajustes, com base na percepção crítica, sugestões e nas dificuldades relatadas nos instrumentos de coleta.

Neves (1996, p.1) ressalta sobre a abordagem qualitativa que

Dela faz parte a obtenção de dados descritivos mediante contato direto e interativo do pesquisador com a situação objeto de estudo. Nas pesquisas qualitativas, é frequente que o pesquisador procure entender os fenômenos, segundo a perspectiva dos participantes da situação estudada e, a partir, daí situe sua interpretação dos fenômenos estudados.

Nossa metodologia está relacionada a utilização de ferramentas dos astrônomos profissionais como atividade escolar, tendo por diferencial o protagonismo dos estudantes como multiplicadores, como salienta Melo et al., (2005, p. 2542)

Ao desconsiderar as experiências e as aprendizagens que os alunos vivenciam fora da escola, as linguagens e as formas de comunicação nela desenvolvidas, bem como a heterogeneidade dos aprendizes, a escola enfraquece sua ação pedagógica e aprofunda os processos de exclusão em seu interior. O cenário atual convida para o estabelecimento de relações mais dialógicas entre os atores do processo educacional, em que os alunos, ao invés de serem mantidos na posição de receptores passivos do “falar/ditar” do professor, participariam como co-autores do processo, em todas as suas fases.

Com a abordagem quantitativa, salientamos uma das fases que ajudou a obtermos os dados do pré-teste e pós-teste, de modo que foi possível processar a análise e a discussão das informações. Dessa forma, obtivemos um panorama da experiência dos estudantes com os temas do Universo (ver Seção 5.1). A abordagem ainda foi necessária para se obter, a partir das dez crateras lunares, as respectivas medidas (*pixel* e segundos de arco), o valor médio, o desvio padrão e a posterior interpretação.

Para fins de acompanhamento, do que estamos propondo, destacamos a seguir algumas considerações acerca da estratégia metodológica utilizada para obtermos as informações e envolvê-los com as atividades.

Com o objetivo de traçar um perfil dos estudantes, aplicamos questionário (questões abertas e fechadas) solicitando informações pessoais e sobre as suas expectativas futuras (Apêndice A).

Aplicamos pré-teste e pós-teste (Apêndice B) com perguntas relacionadas ao conteúdo das revistas em quadrinhos do Observatório Nacional¹⁴. A utilização da publicação foi uma das estratégias utilizadas para envolver os estudantes com o estudo científico do Universo. Por ser um material de divulgação científica da Astronomia, de um importante centro de pesquisa, optamos como referencial do AstroEngenharia.

Destacamos na estratégia metodológica, os tutoriais relacionados às atividades do diâmetro da cratera lunar, imagem em falsa cor, banco de imagens FITS e os respectivos questionários de avaliação.

Os tutoriais se relacionam ao telescópio remoto cujo foco foi orientá-los a obter as imagens FITS e processá-las com os filtros *Red*, *Green* e *Blue* (vermelho, verde e azul), além de ajudar no uso de programas adequados para a investigação das imagens com o cálculo do diâmetro das crateras lunares na Seção 4.4 e da imagem em falsa cor na Seção 4.5.

Ressaltamos o uso de *softwares* desenvolvidos especificamente para estudantes como o *MicroObservatoryImage 2.3*¹⁵. A estratégia adotada para o seu uso foi apresentar a interface com o tutorial (Apêndice F) e explorar as ferramentas e recursos por meio de atividades práticas no computador.

¹⁴<http://www.on.br/index.php/pt-br/conteudo-do-menu-superior/34-acessibilidade/114-material-divulgacao-daed.html>.

¹⁵<http://mo-www.cfa.harvard.edu/OWN/software.html>.

Posteriormente, detalharemos os módulos intitulados “Jornadas de Astronomia Usando o Computador – JAC” (ver Seção 4.2.1). Os módulos foram planejados para sistematizar o conteúdo, orientar a formação e as atividades com os estudantes. Destacamos o conteúdo relacionado ao Catálogo Messier e ao estudo da Lua.

Outra estratégia metodológica utilizada está relacionada às atividades complementares. As atividades tiveram o propósito de incentivar os estudantes a produzir e a compartilhar os conhecimentos obtidos na formação. A observação do céu e o desenvolvimento de experimentos para a Feira Escolar, o Concurso SOAR¹⁶ e o Fanzine¹⁷, contribuíram para reforçar a estratégia de incentivo ao protagonismo e à difusão do estudo científico do Universo na escola.

Embora não seja uma pesquisa-ação, utilizamos alguns dos seus pressupostos, pelo fato, de buscarmos a opinião dos estudantes, principalmente por reconhecê-los como sujeitos da pesquisa. Seguindo tais pressupostos sobre um contexto de diálogo, pensamos que

[...] as pessoas implicadas tenham algo a 'dizer' e a 'fazer'", ou seja, não se trata de simples levantamento de dados ou de relatórios a serem arquivados. Com a pesquisa-ação os pesquisadores pretendem desempenhar um papel ativo na própria realidade dos fatos observados." (Thiollent, 2012, p. 22).

Deste modo, nos apropriamos do "dizer" e do "fazer", por conta de estarmos interessados em ouvir as críticas e as sugestões dos sujeitos envolvidos nas atividades propostas pela investigação.

Por se tratar de uma investigação pioneira na escola pública, como Longhini (2010, p. 160)

[...] **acreditamos que as investigações que tenham como finalidade principal a ação educativa, centrada na busca de soluções e não apenas de explicações para os problemas educativos** (grifo nosso), fazendo com que o professor, os estudantes e todos os agentes do processo educativo estejam integrados na investigação, têm muitas possibilidades de êxito. A própria concepção da investigação como um processo aberto e flexível, reforçada pela ideia de que o principal instrumento é o próprio investigador, permitirá que os professores que ensinam Astronomia reflitam sobre as ações docentes.

¹⁶<http://lnapadrao.lna.br/noticias/concurso-de-astronomia-para-estudantes-2016>.

¹⁷<https://fanzineexpo.wordpress.com/o-que-e-fanzine/>.

Assim podemos caracterizar a investigação como um processo aberto ao diálogo e à colaboração, através do qual os estudantes são incentivados a propor alterações no formato, no conteúdo e na organização, "[...] assumindo-se como sujeito também da produção do saber [...]" Freire (2016, p. 24). Em relação ao papel do investigador, Fino (2011, p. 2) ressalta que:

[...] não se trata apenas de investigar para se saber se determinadas práticas são inovadoras ou não, nem, muito menos, de descrever práticas, que se supõem inovadoras, a partir de assunções acríticas ou fundamentadas no deslumbramento que a novidade pode provocar. A ideia é aliar a investigação, sem a qual os processos pedagógicos não serão completamente inteligíveis, ao intuito de inovar, a partir de um juízo macro sobre a escola na sua generalidade, fundado na investigação. Por outras palavras, trata-se de encarar o investigador como agente transformador, aventurando-se nas areias movediças de não se saber, com nitidez, onde começa um e acaba o outro, ou, caso coexistam, como chegarão ao final sem desfazer essa harmonia cúmplice entre a dúvida que impele à pesquisa e a certeza que conduz à ação. Trata-se de rejeitar a dicotomia entre compreensão e o seu uso na transformação deliberada, centrada na maneira como praticam pessoas que querem aprender, assessoradas por pessoas que têm a responsabilidade de criar contextos de aprendizagens (cada vez mais) ricos e favoráveis. A um nível micro (sala de aula, por exemplo), é isso que verdadeiramente conta: abolir a diferença entre investigadores e professores, para que sobressaia uma personagem capaz de sintetizar, na sua prática profissional, a criação do conhecimento necessário à transformação.

Tal perspectiva vem amparada na revisão bibliográfica, inserida e discutida ao longo dos capítulos. Em diversos momentos da discussão faremos uso de diversas fontes de consulta, de modo a aprofundar o estudo e a difundir a tecnologia da observação remota, particularmente aplicada à sala de aula.

Manzo (1971, p. 32) apud Marconi e Lakatos (2005) esclarece que a bibliografia consultada “oferece meios para definir, resolver, não somente problemas já conhecidos, como também explorar novas áreas onde os problemas não se cristalizaram suficientemente [...]”, por serem desconhecidos ou poucos explorados, como é o caso do telescópio remoto pelos professores brasileiros.

Acreditamos que aliada à pesquisa bibliográfica da tecnologia remota seja importante inserir as contribuições de Leon Vygotsky (1896-1934) por sua ênfase no papel da escola na formação científica. O educador russo enfatiza a importância dos elementos “[...] ensino, aprendizagem e desenvolvimento” (Rego, 2014, p. 103). São questões de extrema importância, no atual contexto das novas tecnologias propostas ao ambiente escolar pela Astronomia.

Para Vygotsky, a escola é o espaço do "[...] conhecimento formalmente organizado" Rego (ibid, p. 104). É o lugar do conhecimento sistematizado onde podem ocorrer processos formativos de grande repercussão na vida pessoal e profissional dos indivíduos.

Nesta perspectiva, entendemos a escola como ambiente de grande potencial para a Iniciação Científica. A escola oferece "[...] conteúdos e desenvolve modalidades de pensamento bastante específicos, tem um papel diferente e insubstituível, na apropriação pelo sujeito da experiência culturalmente acumulada" (ibid, p. 103-104).

Se considerarmos, o atual contexto dos avanços científicos e tecnológicos da Astronomia e o seu potencial para desencadear experiências inovadoras de ensino-aprendizagem e professores interessados em desencadeá-las, certamente, teremos mais estudantes envolvidos com a investigação científica do Universo.

Considerando o contexto apontado, torna-se, então, oportuno retomar a discussão da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Na concepção de Vygotsky, a ZDP é o espaço entre o desenvolvimento real, aquilo que o estudante consegue realizar com autonomia e o desenvolvimento potencial, aquilo que o estudante pode realizar com o apoio do professor ou com ajuda de colegas mais experientes (REGO, 2014).

Entre outros conceitos, a mediação e a imitação, também se destacam, porque estamos propondo uma intervenção diferenciada, no modo de atuação do professor e do estudante na escola.

1.4 Estrutura da Dissertação

Essa dissertação está dividida em sete capítulos. No Capítulo 2 é feita a exposição sobre a automação na Astronomia e o telescópio remoto e robótico. A partir da nossa experiência com os equipamentos do Telescópios na Escola e do *Observing With NASA*, é apresentado o mapa conceitual com as particularidades da interface de acesso e operação na *Web*.

As ferramentas e recursos dos astrônomos profissionais compõem o Capítulo 3. Destaca-se o Atlas dos Objetos Messier proposto como referencial da Iniciação Científica na escola. Posteriormente, são apresentados os *softwares* e os sítios para o público escolar.

A dinâmica da formação é apresentada no Capítulo 4. Enfatizam-se as Revistas em quadrinhos do Observatório Nacional e os materiais produzidos que compõem os produtos educacionais. No referido capítulo, destacam-se as atividades com o banco de imagens FITS, a medição do diâmetro das crateras lunares e a produção de imagem em falsa cor.

O Capítulo 5 apresenta a análise e a discussão do pré-teste, do pós-teste e dos questionários.

No Capítulo 6, é destacada a atividade complementar desenvolvida ao longo do processo de investigação e de qualificação dos estudantes. Por fim, no Capítulo 7 a conclusão e as perspectivas do projeto na escola pública.

CAPÍTULO 2 - TELESCÓPIOS REMOTOS NO MUNDO

Durante a pesquisa para a especialização (AMORIM FILHO, 2010), investigando experiências na *Web*, que pudessem ser utilizadas na sala de aula, na modalidade educação à distância, nos deparamos com muitos projetos de telescópios remotos¹⁸. No entanto, foram os projetos Telescópios na Escola (TnE)¹⁹ e o *Observing With NASA*, utilizados neste trabalho, que se mostraram mais promissores para a realidade escolar brasileira.

O primeiro contato com o telescópio remoto coordenado pelo IAG/USP²⁰ foi de grande importância para conhecer o projeto brasileiro, suas potencialidades e limitações em relação à realidade escolar investigada. Como tivemos contato com o telescópio remoto norte-americano, é oportuno expor o que diferencia ou aproxima os projetos remotos para utilização na escola brasileira (ver Seção 2.2).

A história do telescópio é bastante conhecida devido ao astrônomo italiano Galileu, quando há 400 anos, apontou a sua luneta para o céu. "A importância de Galileu na história do telescópio deve-se ao fato de ele ter empregado cientificamente este instrumento" (PONCZEK, 2015, p. 83).

Galileu não tem apenas o mérito de ter aperfeiçoado o equipamento adequado à observação do céu. Ele desenvolveu um método de trabalho científico aplicado "[...] não só a planetas, mas para qualquer objeto, esteja ele situado na imensidão do cosmos ou à nossa frente" (Ibid., p. 82).

A referência aos primórdios do telescópio, com a luneta galileana, à automação e ao telescópio remoto segue o raciocínio de Rocha et al. (2015, p. 14) sobre uma aprendizagem coerente com a História da Ciência, ao enfatizar que "[...] é necessário apresentar, ao lado de seus aspectos fundamentais, dados históricos que influíram no surgimento dos conceitos e ideias nela contidos". (op. cit., p. 21) ainda ressalta que quando não se procede assim, "[...] algo de muito precioso se perdeu neste processo de aprendizagem: o sentido de tempo histórico".

¹⁸<http://live.slooh.com/> e <http://www.telescope.org/>.

¹⁹Utilizamos apenas o Telescópio Argus do Observatório de Valinhos (SP).

²⁰O Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG/USP) é um dos principais polos de pesquisa do Brasil nas áreas de Ciências Exatas e da Terra, com mais de 120 anos de atividades. Na pesquisa e ensino destaca-se na formação de profissionais nas áreas de Astronomia, Geofísica e Meteorologia em nível de graduação e de pós-graduação. <http://www.iag.usp.br/astrologia/>.

Apresentaremos a seguir alguns conceitos, o breve histórico da automação e o significado de telescópio remoto e robótico. Ponczek (ibid, p. 26) recomenda que "O primeiro passo para uma investigação histórica sobre qualquer assunto é saber bem o seu significado, assim como a etimologia²¹ do termo".

Consultando um dicionário *online*²², obtivemos as seguintes definições:

- Automação vem do grego auto-, "a si mesmo", + matos, "o que pensa, animado". Criação de autômatos. Funcionamento de uma máquina ou grupo de máquinas que, sob o controle de um programa único, permite efetuar, sem intervenção humana, uma série de operações;
- Telescópio vem do grego *tele*, "longe", mais *skopein*. Telescópio - Instrumento de observação astronômica, a grandes distâncias;
- Remoto vem do latim remotus, "distante, o que está longe";
- Robótico ou robótica vem de robô, que deriva da palavra checa robot, "trabalho forçado". Tudo que pode fazer referência a robô ou a robótica.

A partir das definições acima, em relação à automação, o significado da palavra, insere-se no contexto de um sistema que opera de modo automático. Contudo, em relação a remoto e robótico, o primeiro nos remete à distância e o segundo a um sistema mecânico. Assim, telescópio remoto ou robótico é ao mesmo tempo um ou outro, mas diferem em termos de maior ou menor automação, por apresentar distinções no que se refere a alguma particularidade humana e tecnológica. Tais particularidades também dizem respeito ao modo de acessar e operar o telescópio.

Durante o processo de investigação, portanto, tivemos contato com duas interfaces na *Web* (ver Seções 2.3.1 e 2.4.1.1). Em ambos os casos, mostraram-se adequadas ao que se propõe para observação remota.

Mas, afinal, o que é exatamente uma interface? "Em seu sentido mais simples, a palavra se refere a *softwares* que dão forma à interação entre usuário e computador" (Johnson, 2001, p. 24).

²¹<http://origemdapalavra.com.br/site/>.

²²<https://www.dicio.com.br/>.

A interface atua como uma espécie de tradutor, mediando entre as duas partes, tornando uma sensível para a outra". Em uma investigação sobre AVA²³ (AMORIM FILHO, 2010), abordamos a importância de uma interface adequada ao público escolar. Como proposto por Lima (2007, p. 41) "é necessário fazer com que ela seja a mais compreensível possível, e adequada ao público alvo, devendo-se evitar uma sobrecarga de informações".

Hablando técnicamente, sólo necesita estar familiarizado con su explorador de Internet preferido. Le pedirán que teclee texto en formularios electrónicos, pulsar el botón 'OK' y preparar en su propio ordenador documentos de calidad para ser subidos en su curso. Nada más. De este modo, puede concentrarse en lo más importante para un docente: el contenido y en una buena didáctica, y liberarse de la necesidad de un equipo técnico para manejar el sitio web de su curso (PECQUET, 2007. p. 6).

Com os avanços tecnológicos da Astronomia, com a interface na *Web*, a exemplo da recomendação acima, cabe ao professor investigar o potencial pedagógico de cada interface e desenvolver um projeto adequado a se apropriar dos benefícios da tecnologia da observação remota.

2.1 A Automação na Astronomia²⁴

A história da automação tem importantes etapas que ajudam a compreender o constante aperfeiçoamento de equipamentos e a consequente aplicação nas observações remotas da Astronomia. No histórico elaborado por Garcia (2010, tradução nossa) são ressaltadas algumas etapas relacionadas ao pioneirismo de instituições e de pessoas para os avanços da automação na pesquisa do Universo. Com base no histórico elaborado pelo pesquisador espanhol, temos a seguinte cronologia:

- Na década de 60 surge o fotômetro *Automatic Photoelectric Telescope* – APT²⁵ devido a necessidade de observação das estrelas variáveis²⁶;

²³Ambiente Virtual de Aprendizagem.

²⁴O texto tem por referência as informações de Cristobal Garcia obtidas no link <http://www.observatorioremoto.com/intro/intro.html>. No link é possível encontrar muitas informações técnicas.

²⁵Fotometria é o processo de medir a quantidade de luz recebida de um objeto. Disponível: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/fotometria.pdf>.

²⁶<https://pt.wikipedia.org/wiki/Cefeida>.

- Na mesma época, a Universidade de Wisconsin pôs em funcionamento um telescópio com fotômetro para realizar também o acompanhamento de variáveis de longo período;
- Na década de 70, destacou-se no Observatório Fairborn (Arizona), o trabalho do engenheiro elétrico Louis Boyd, com o desenvolvimento do primeiro fotômetro automático (Figura 2.1). Em 1991, Boyd introduziu outras melhorias no sistema com uma precisão de 0,01 de magnitude cujo limite teórico era de 0,001 de magnitude;

Figura 2.1 - Louis Boyd (1983) e o Primeiro Fotômetro Automático (em operação).



Fonte: www.observatorioremoto.com/intro/intro.html.

- Nos anos 80, David Skillman pôs em funcionamento um telescópio para automatizar a observação de variáveis de curto período;
- Em 1985, ocorreu a publicação do livro "Microcomputer Control of Telescopes" por Russel M. Genet e Mark Trueblood que descrevia rigorosamente à problemática da automação. O livro foi reeditado (1997) com o título "Telescope Control", com algumas atualizações. Atualmente, o capítulo sobre hardware está obsoleto, mas continua sendo uma referência na área;
- Em 1992, foi desenvolvida a fotometria automática com CCD (Coupled Charge Device), utilizada por Kent Honeycutt da Universidade de Indiana;

- Ainda nos anos 90, a Universidade de Bradford (Inglaterra) deu início à operação do seu telescópio automatizado. Após um incidente com um raio, foi adaptado a um container (Figura 2.2) e instalado em Tenerife (Espanha). Mostrou-se muito importante no início da sua operação remota, por ser direcionado aos professores e estudantes das escolas inglesas.

Figura 2.2 – Telescópio remoto da Universidade de Bradford.



Fonte: www.observatorioremoto.com/intro/intro.html.

2.2 Telescópios Remotos e Robóticos

A automação na Astronomia resultou no aperfeiçoamento de equipamentos de observação²⁷, conforme o modo de operação, com maior ou menor interferência humana no seu funcionamento. De qualquer modo são remotos, robóticos e operados por uma interface na *Web*.

Na exposição a seguir, abordaremos as suas particularidades, a partir da vivência obtida com os equipamentos. Mas, para fins de assinalar, o grande salto tecnológico com a automação e a robótica, é interessante destacar o avanço que foi superar a montagem equatorial.

²⁷O astrônomo espanhol Alberto Javier Castro Tirado projeta no futuro a construção de telescópios remotos na Lua. <https://www.hindawi.com/journals/aa/2010/570489/>.

Caniato (2010, p. 108) nos revela que

[...] Com o recente grande desenvolvimento do computador, de sensores e dos servomecanismos, as dificuldades de se fazer e manter a 'pontaria' dos telescópios ficaram superadas. Isso permite que o telescópio fique dispensado de ter o eixo sempre apontado para o Polo Celeste. Dessa maneira voltaram a ser feitas montagens 'azimutais', isto é, montagens que não têm que manter um eixo sempre na direção Polar. Isso permite as montagens com menor ou mais leves estruturas metálicas, diminuindo as deformações por diferentes posições e pelos movimentos com estruturas mais pesadas.

O Telescópio Argus²⁸ opera sob supervisão humana direta, mantendo certo grau de dependência do operador humano. Como o telescópio não é totalmente automatizado, depende do técnico, para verificar as condições climáticas, e conseqüentemente, abrir ou fechar a cúpula, assim como ligar e desligar os equipamentos, estabelecer o foco entre outras funcionalidades.

Queremos enfatizar a presença humana que por meio de comunicação síncrona²⁹, avisa ao usuário sobre as condições da operação ou não. O suporte é fundamental na seleção de objetos, no uso dos parâmetros de observação³⁰ ou esclarecendo as dúvidas, principalmente dos iniciantes de uma observação remota. Outro diferencial é ter acesso à imagem na mesma sessão de observação ou ainda, caso a imagem fique saturada, repetir a sessão.

O *MicroObservatory*³¹ funciona sem acompanhamento direto de um operador por uma ou mais noites de observação. Por ser automatizado, opera em locais isolados e em rede, de modo que o próprio sistema aciona o equipamento na captura das imagens solicitadas. Caso um dos telescópios, por razão de fuso horário, mudança das condições atmosféricas ou manutenção, deixe de funcionar, a operação é transferida para outro equipamento, como sinalizado nas figuras 2.3 e 2.4.

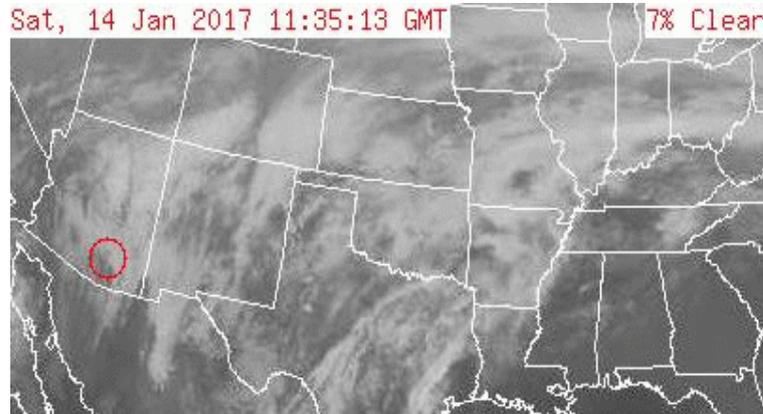
²⁸<http://www.telescopiosnaescola.pro.br/argus/index.php>.

²⁹Síncrono e assíncrono são termos utilizados na educação a distância para caracterizar a comunicação que ocorre ou não exatamente ao mesmo tempo, não-simultânea. <http://www.educabrasil.com.br/comunicacao-assincrona/>.

³⁰Os parâmetros são: os objetos, campo de visão (graus), tempo de exposição (segundos) e filtros (RGB).

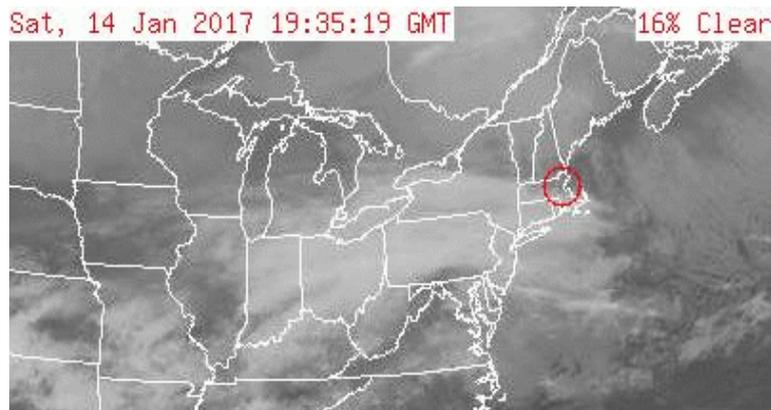
³¹<http://mo-www.cfa.harvard.edu/OWN/about.html>.

Figura 2.3 - Telescópio na Costa Oeste dos Estados Unidos da América.



Fonte: <http://mo-www.harvard.edu/jsp/servlet/MO.ID.ShowImageInfoWeatherMap?file=WhirlpoolGal170114125712.GIF>.

Figura 2.4 - Telescópio na Costa Leste dos Estados Unidos da América.



Fonte: <http://mo-www.harvard.edu/jsp/servlet/MO.ID.ShowImageInfoWeatherMap?file=Venus170114200155.GIF>.

Outra funcionalidade é o envio do *link* da imagem para o e-mail do usuário. Geralmente, a imagem chega em vinte quatro horas. O arquivo FITS fica à disposição por um tempo no diretório da *Web*³².

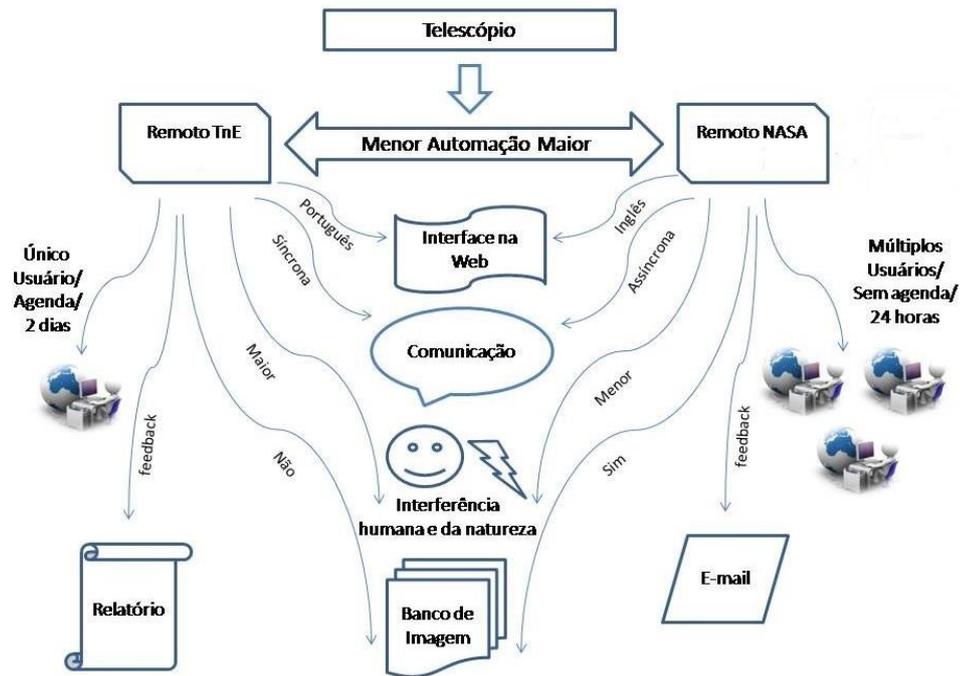
O uso do telescópio independe do horário de acesso ao sistema. A interface de operação foi planejada para incentivar a autonomia do usuário (ver Seção 2.4.1.2). Apesar de uma interface na língua inglesa, após as sucessivas tentativas, o usuário passa a dominar e a utilizar adequadamente os parâmetros da observação remota.

Com base na experiência com os telescópios, elaboramos o mapa conceitual (Figura 2.5), sinalizando as particularidades dos sistemas trabalhados na escola. Temos, então, com a automação dos telescópios, o acesso e a operação pela *Web*, muitas possibilidades de uso, a ser investigada.

³²<http://mo-www.harvard.edu/jsp/servlet/MO.ID.ImageDirectory>.

No *MicroObservatory*, as possibilidades de uso, são ampliadas porque o estudante, após as orientações do professor, pode acessá-lo, durante a aula, não importando o horário, ou mesmo sem a presença do professor, na sua casa ou em qualquer outro local, pelo desktop ou qualquer aparelho móvel.

Figura 2.5 - Mapa Conceitual (Telescópio Remoto do TnE e do *Observing With NASA*).



Algumas limitações existem e são intrínsecas de cada sistema, tais como, no TnE a necessidade de um técnico para autorizar o acesso, via *login*, senha e *link*; o acesso ocorre em dias específicos da semana (quinta-feira e sexta-feira das 19h:30 às 22h:30). O agendamento é exclusivo para o professor, além de não ser possível múltiplos acessos. Por outro lado, é possível, como ressaltado, o contato humano e obter a imagem em tempo real.

A atenção humana mostra-se valiosa no contato síncrono, para orientar o usuário inexperiente que se encontra à distância do telescópio³³. Portanto, cada sistema possui as suas particularidades. Pode ser utilizado isolado ou em conjunto, o que dependerá de cada projeto proposto.

³³No primeiro contato com o Telescópio Argus não sabíamos como utilizá-lo, justamente porque desconhecíamos os parâmetros para solicitar as imagens adequadas. Muitas imagens obtidas tinham um grau de exposição muito elevado e se apresentavam saturadas pelo excesso de luz. Neste sentido, o técnico nos ajudou a se familiarizar com o sistema e a resolver o problema da exposição excessiva.

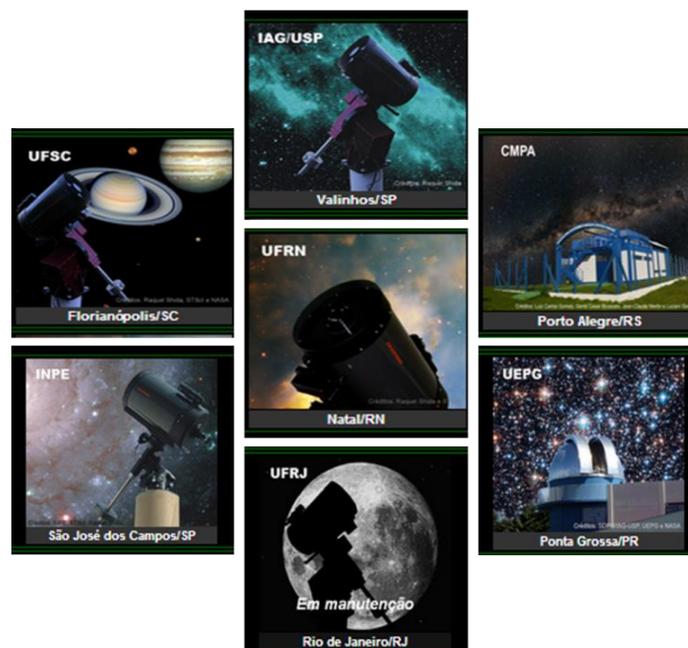
Tendo em vista o nosso experimento, a ser detalhado no Capítulo 4, apresentaremos algumas particularidades do telescópio remoto no Brasil e nos Estados Unidos. Em seguida, destacaremos a tabela com os telescópios remotos e o mapa com as respectivas localizações no mundo.

2.3 Telescópio Remoto no Brasil

O telescópio remoto no Brasil faz parte do projeto Telescópios na Escola (TnE) coordenado pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas - IAG da Universidade de São Paulo - USP.

O projeto iniciou em setembro de 2005, com apoio do CNPq, da Fundação Vitae³⁴ e da FAPESP³⁵ e com bolsas para estudantes da graduação. É integrado por cinco instituições federais, uma estadual e um Colégio Militar (Figura 2.6). O TnE tem por objetivo incentivar o ensino em ciências com o uso de telescópios, de modo que os participantes possam obter imagens dos astros em tempo real e processá-las adequadamente nas escolas.

Figura 2.6 - Instituições Brasileiras Integrantes do Telescópios na Escola (TnE).



Fonte: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/>.

³⁴<http://www.forumpermanente.org/rede/vitae>.

³⁵<http://www.fapesp.br/>.

Para tal, é preciso o professor acessar um dos telescópios do projeto e agendar, previamente, o acesso remoto. Na página principal do TnE, o visitante encontra informações como “Objetivos”, “Como Observar”, “Material Didático” e “Atividades Práticas”.

Na Tabela 2.1, temos a configuração do Telescópio Argus do Observatório Abrahão de Moraes, localizado na cidade de Valinhos, no estado de São Paulo, coordenado pelo IAG/USP. A opção pelo equipamento ocorreu após o levantamento das condições operacionais dos telescópios apresentados na Tabela 2.2.

Tabela 2.1 - Configuração do Telescópio Argus do TnE.

| Telescópio Argus | Tipo | Abertura | Distância Focal | Dispositivo | Filtros | Resolução |
|------------------|--------------------------------|----------|-----------------|-------------|---|------------------|
| | Schmidt-Cassegrain (Celestron) | 28 cm | 2,8 m | CCD | vermelho, verde, azul, ultra-violeta e infra-vermelho | 765 x 510 pixels |

Fonte: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/argus/index.php>.

Tabela 2.2 - Inventário das Condições de Uso do Telescópio Remoto no Brasil (2017).

| Telescópios na Escola | IAG-USP (Valinhos/SP) | INPE (S. J. dos Campos/SP) | CMPA (Porto Alegre/RS) | UFRJ (Rio de Janeiro/RJ) | UFSC (Florianópolis/SC) | UEPG (Ponta Grossa/PR) | UFRN (Natal/RN) |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|
| Banco de imagens | Não | Sim | Não | Manutenção | Não | Sim | Não |
| Atividades sugeridas | Sim | Sim | Não | Manutenção | Sim | Não | Não |
| Agendamento /Acesso/Ativo | Sim/Presencial e Virtual/Sim | Não/Presencial e Virtual/Sim | Sim/Presencial/Sim | Manutenção | Sim/Virtual/Sim | Inativo | Sim/Virtual/Sim |
| Artigos, vídeos, etc. | Sim | Sim | Sim | Manutenção | Não | Não | Não |
| Relatórios de usuários | Sim | Não | Não | Manutenção | Não | Não | Não |
| Glossário | Não | Sim | Não | Manutenção | Não | Não | Não |
| Estatísticas de atendimento | Não | Sim | Não | Manutenção | Não | Não | Não |
| Assistência remota | Sim | Sim | Não | Manutenção | Sim | Sim | Sim |

Fonte: Telescópios na Escola.

Entretanto, o que mais chamou a atenção foi a dificuldade de conciliar o uso do Telescópio Argus com a rotina diurna da sala de aula. Os estudantes dependiam da autorização dos responsáveis. Eles moravam distante da escola e, por isso, permaneciam na escola até o horário do agendamento. A melhor opção de acesso se concentrava das 19h30 às 21h.

2.3.1 Interface de Acesso na Web

A interface de acesso na Web (Figura 2.7) é muito objetiva nas informações disponibilizadas ao público. Logo no início, o visitante é informado sobre a configuração do Telescópio Argus. No lado esquerdo, é possível encontrar os *links* para acesso ao telescópio, onde destacamos "Como Observar", "Solicitar Telescópio (é preciso preencher um formulário)", "Calendários (verificar as datas em aberto)", "Noite com as Estrelas (é possível agendar visita presencial ao observatório)", "Atividades Sugeridas (as atividades são divididas em graus de dificuldades ou o professor pode também desenvolvê-las)", "Escolas Participantes" e "Resultados Alcançados".

Figura 2.7 - Interface de Acesso do Telescópio Argus na Web.



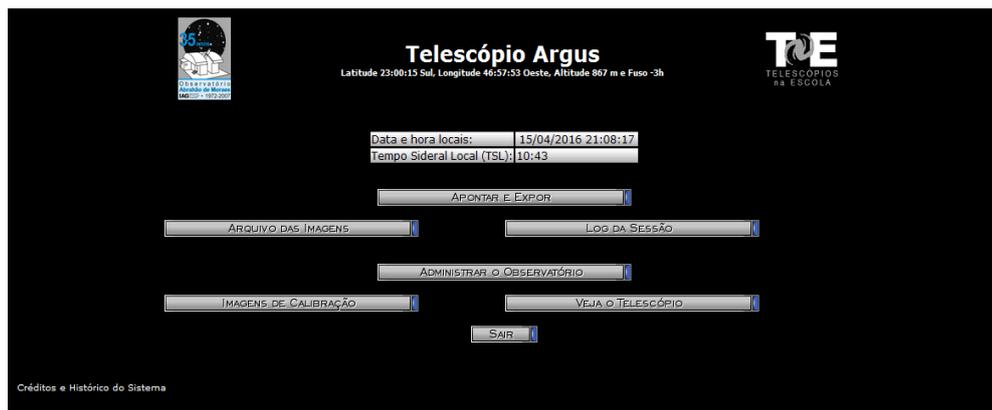
Fonte: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/argus/index.php>.

2.3.2 Interface de Operação na Web

A interface de operação na *Web* (Figura 2.8) é acessada após o pedido de tempo pelo professor. Para o acesso ser efetivado é preciso aguardar o retorno por e-mail, com a indicação do *link* de acesso do telescópio, *login* e senha como apresentados (Figura 2.9). Mediante a aprovação, o técnico se colocava à disposição na orientação e na explicação dos objetos.

O contato ocorre em tempo real, na própria interface, via *Skype* ou telefone celular. A forma de contato síncrono, entre o técnico e o usuário, torna a atividade muito interativa e dinâmica entre os participantes³⁶.

Figura 2.8 - Interface de Operação do Telescópio Argus na *Web*.



Fonte: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/argus/index.php>.

Figura 2.9 - Link de Acesso.



Fonte: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/argus/index.php>.

³⁶O técnico do Argus, em várias oportunidades, fez exposições sobre os objetos Messier.

No link "Escolas Participantes", é apresentada a imagem de um dos acessos da escola (Figura 2.10). Na Figura 2.11 a imagem foi utilizada na exposição do TnE (2014). Na Figura 2.12, a primeira imagem da Lua obtida com o Telescópio Argus pelo estudante Robenilson Santos.

Figura 2.10 – Bolsistas CNPq Ramon, Karol, Alberto (professor), Robenilson e William.



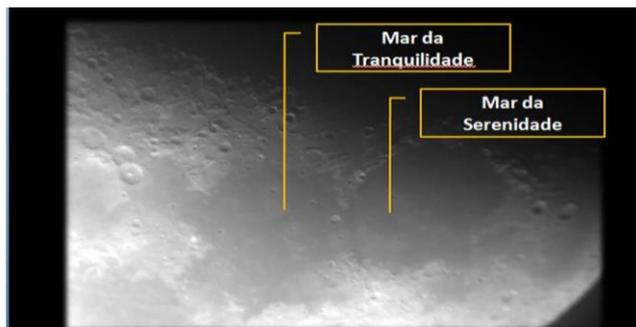
Fonte: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/argus/index.php>.

Figura 2.11 – Apresentação do Telescópios na Escola (2014) - IAG/USP.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=csDH21YzwBI>.

Figura 2.12 - Primeira Imagem da Lua obtida com o Telescópio Argus.



Fonte: Telescópios na Escola.

2.4 Telescópio Remoto nos Estados Unidos

A automação impulsionou o desenvolvimento do telescópio remoto e robótico. Atualmente, com aplicação nos mais diversos campos da Astronomia e o seu desdobramento na educação escolar. Mas qual o significado do projeto de telescópio remoto na educação? Para situar a questão e buscar respondê-la, temos que considerar dois elementos sinalizados por Slater et al. (2014, p. 1, tradução nossa), ao ressaltar que “a observação é de fato a essência da Astronomia e o telescópio é uma ferramenta vital para o astrônomo”.

Sendo assim, a observação é fundamental para se familiarizar com o céu acima das nossas cabeças e o telescópio para ampliar essa experiência. Apesar disso, devemos questionar a dificuldade de observação do céu e de acesso ao equipamento. Mesmo porque muitos estudantes aprendem sobre o Universo sem realizar a observação ou ter contato com o telescópio ao longo da sua formação escolar. Consideremos a opinião de Slater et al. (2014, p.2, tradução nossa) que não é diferente do cenário vivenciado em nossas escolas.

Encontrar pessoas com experiência para usar telescópios e compartilhar seus conhecimentos de Astronomia não é fácil. Mesmo quando se compra o equipamento pode-se estar comprando algo inútil para observação ou até adequado, mas sem um especialista para orientar seu uso a decepção será imensa para o público. Geralmente a jornada escolar se concentra durante o dia, e os telescópios são mais utilizados à noite. Adicionalmente, mesmo à noite a área da escola se encontra bem iluminada para a segurança e para prevenir vandalismo, o que limita o seu uso por conta da poluição luminosa. Mesmo que se busque realizar a observação noturna é muito complicado obter a autorização dos pais e assegurar o transporte, principalmente ao final da atividade. Mesmo quando todas essas outras questões possam ser resolvidas, o mau tempo pode também atrapalhar. Alguns objetos celestes só são visíveis em determinadas épocas do ano ou a partir de localizações geográficas em outro hemisfério da Terra ou no período da Lua Nova.

As questões acima foram as mesmas que nos deparamos ao longo da execução do AstroEngenharia. Mas buscamos superá-las justamente apoiados pelo telescópio remoto. Com o seu uso, temos a intenção de desfazer o equívoco de que o telescópio é um equipamento inacessível e de difícil operação pelos leigos.

Para Sadler et al. (2001, p.1, tradução nossa), “[...] muitos estudantes têm um profundo interesse em Astronomia, mas uma oportunidade limitada de usar telescópios para explorar o céu”. É, a partir desse contexto, que surgiram as iniciativas de telescópio remoto para a educação escolar e o nosso interesse em torná-lo público.

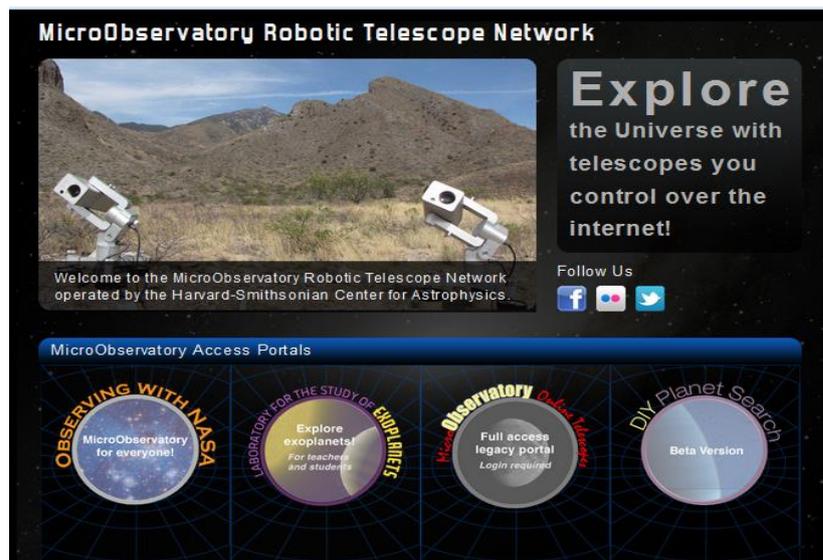
Em relação à pergunta inicial, Slater et al. (2014, p.2, tradução nossa) esclarece que “é uma maneira de contornar os obstáculos para acesso ao telescópio e aproveitar o poder da internet para controlar um telescópio remotamente”.

O *MicroObservatory* é uma destacada iniciativa norte-americana direcionada ao público escolar³⁷ (Figura 2.13). O seu diferencial é que faz parte de uma rede automatizada controlada por uma interface na *Web*.

A rede de telescópios foi desenvolvida pelos cientistas e educadores do Centro para Astrofísica de Harvard-Smithsonian³⁸. Os equipamentos permitem que os estudantes possam investigar o céu a partir da sala de aula ou de qualquer outro local.

Cada um é um sistema autônomo e integrado. Nomeado com o nome de um astrônomo famoso: Annie (AnnieJump Cannon), Ben (Benjamin Banaecker), Cecilia (Cecilia Payne Gaposhkin), Don (Donald Menzel) e Ed (Edward Pickering). Nossos cinco instrumentos cobre uma ampla área geográfica. Dois estão localizados no Observatório Smithsonian Visitor's Center at Mount Hopkins, Arizona. Um deles está no Harvard College Observatory em Cambridge, Massachusetts, e outro está no site Smithsonian's Submillimeter Array em Mauna Kea, Hiiwai. O último foi instalado no Observatório do Monte Stromlo em Canberra, Austrália. (Sadler et al., 2001, p. 43, tradução nossa).

Figura 2.13 - Projetos do *MicroObservatory Robotic Telescope Network*.



Fonte: <http://mo-www.cfa.harvard.edu/MicroObservatory/>.

³⁷Na Disciplina Astronomia Moderna, ministrada pelo professor Dr. Paulo César da Rocha Poppe, apresentamos uma proposta de estudo e difusão de exoplanetas, a partir da produção de maquetes, a ser transformada em artigo e possivelmente em oficina ou mini-curso.

³⁸<https://www.cfa.harvard.edu/education-outreach>.

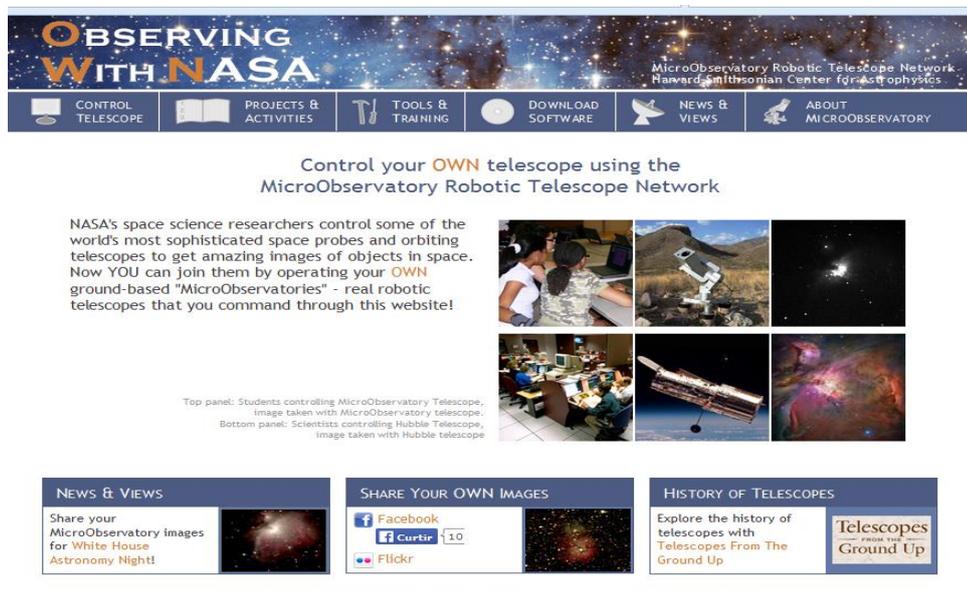
2.4.1 Observing with NASA

O *Observing with NASA* (OWN) faz parte do *MicroObservatory Robotic Telescope Network* e operado pelo Centro para Astrofísica de Harvard-Smithsonian. A rede é composta por telescópios refletor³⁹ de aproximadamente um metro de altura e espelhos de quinze centímetros. É equipado com dispositivo CCD que registra imagem de 650 x 500 *pixels*⁴⁰ e o arquivo é disponibilizado em GIF e FITS no diretório da *internet*⁴¹.

2.4.1.1 Interface de Acesso na Web

A interface de acesso na *Web* (Figura 2.14) é disponibilizada apenas na língua inglesa. Mas a forma como a interface foi projetada, na linguagem dos especialistas, é amigável e intuitiva não oferecendo dificuldades para o usuário. Produzimos um tutorial (Apêndice C) de como acessá-la e operá-la, em caso de dúvida.

Figura 2.14 - Interface de Acesso na *Web*.



Fonte: <http://mo-www.harvard.edu/OWN/index.html>.

Na interface, temos os seguintes *links* de acesso:

³⁹<http://www.telescopiosastronomicos.com.br/refletores.html>.

⁴⁰<https://pt.wikipedia.org/wiki/Pixel>.

⁴¹<http://mo-www.harvard.edu/jsp/servlet/MO.ID.ImageDirectory>.

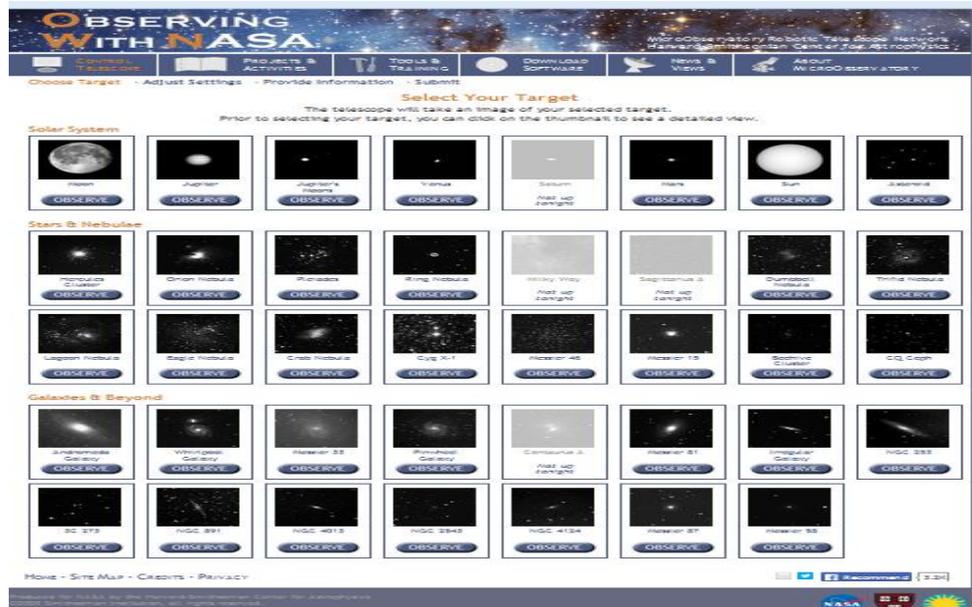
- *Control Telescope* - É o controle do telescópio com os alvos nas categorias: Sistema Solar (Sol, Planetas, Luas e Asteroides), Estrelas, Nebulosas e Galáxias e outros objetos. É possível observar quais objetos estão visíveis ou não no momento do acesso. Todos os alvos visíveis sobressaem em relação aos não visíveis em cinza. Basta, então, que o usuário selecione o seu alvo, abrindo a tela para ajustes de configuração do telescópio, conforme descrito na Interface de Operação.
- *Projects & Activities* - O projeto disponibiliza orientações, plano de aula e sugestões de atividades com o suporte do *software*.
- *Tools & Training* - São disponibilizados diversos vídeos tutoriais, guias, ferramentas e software para processar as imagens. É possível encontrar informações básicas dos objetos descritas em três categorias que são sistema solar, estrelas e nebulosas e galáxias.
- *Download Software* - O *MicroObservatoryImage 2.3* é utilizado para processamento básico ou avançado das imagens.
- *News & Views* - Instruções detalhadas para a astrofotografia com o *MicroObservatory* como controle do telescópio, melhorar e colorir as imagens e comparar os resultados com o banco de imagens de outros projetos.
- *About Microobservatory* - Informações gerais do *MicroObservatory*.
- *History of Telescope* - A história do telescópio onde é possível acompanhar o seu avanço nas categorias refratores e refletos⁴².

2.4.1.2 Interface de Operação na Web

A interface de operação na *Web* na Figura 2.15 foi pensada para a autonomia do usuário, mas caso venha a ter alguma dificuldade, à medida que ocorrem os sucessivos acessos, a tarefa torna-se mais simples e intuitiva. A constante interação com a interface faz com que o usuário aprenda rapidamente a clicar nos parâmetros corretos. Se o usuário clicar no parâmetro errado, o próprio sistema sinaliza, com a mensagem de alerta (em vermelho), a exemplo de tempo de exposição elevado o que contribui para a rápida correção do erro e do processo de solicitação da imagem.

⁴²<http://amazingspace.org/resources/explorations/groundup/>.

Figura 2.15 - Interface de Operação na Web.



Fonte: <http://mo-www.harvard.edu/OWN/index.html>.

Após acessar a interface, o usuário encontra as categorias dos objetos disponibilizados para a captura. As categorias são Sistema Solar, estrelas e nebulosas, galáxias e outros objetos. Temos, principalmente, a disposição do público escolar, muitos objetos do Catálogo Messier e *New General Catalogue* (NGC)⁴³.

Todos os objetos visíveis estão destacados em relação aos "invisíveis" para a observação. Ao clicar no objeto, abre-se uma tela (Figura 2.16), na qual o usuário deve ajustar o campo de visada (abertura angular), o tempo de exposição (em segundos conforme o tipo do objeto) e o filtro (controlar o excesso de brilho ou realçar as suas cores).

O usuário não precisa digitar, aleatoriamente, um valor a exemplo do tempo de exposição. Para qualquer grupo de objetos, temos quatro opções pré-configuradas, que variam segundo o seu brilho. Em qualquer das opções, o sistema responde com uma mensagem de alerta, em verde (correta) ou em vermelho (errada).

Para a abertura angular pode ser apenas uma ou mais de uma opção disponível. Temos três para a Lua, duas para o Sol e uma para os planetas, as galáxias e as nebulosas. As opções para os filtros dizem respeito às propriedades dos objetos. Podem ser solar, *Red*, *Green*, *Blue*, múltiplos filtros ou a opção sem filtro.

⁴³https://es.wikipedia.org/wiki/Nuevo_Cat%C3%A1logo_General.

Figura 2.16 - Configuração do Telescópio.

Adjust Your Telescope Settings

The options you choose will be sent to the telescope and it will take your image tonight using these settings.




Moon
Object Type: Moon Distance: 384 thousand km (1.3 light seconds)

Field of View ?

 **Normal View - 1°**
Good setting for most objects

 **Zoom View - 0.5°**
Best for objects that have a small angular size

 **Wide View - 10°**
Best for objects that cover a wide area of the sky

Exposure Time ?

 **0.1 seconds**
optimal exposure time

 **1 second**

 **30 seconds**

 **60 seconds**

Filter Selection ?

 **Gray Filter**
light blocking for bright objects

There is only one filter option for this object. This filter is the optimal setting.

[CONTINUE](#)

Fonte: <http://mo-www.harvard.edu/mo-cgi-bin/OWN/Settings.pl?id=SS1&field=3&time=1&filter=2#CENTER>.

Concluindo os ajustes e, após clicar na submissão, abrirá a tela para confirmação dos dados do pedido (Figura 2.17). Na tela, é solicitado aos usuários informações sobre e-mail, idade, gênero, estado americano (no nosso caso fora dos Estados Unidos), o número de acessos ao telescópio, o conhecimento em Astronomia (1 a 10) e a autorização de contato.

Figura 2.17 - Confirmação de Contato.

OBSERVING WITH NASA MicroObservatory Robotic Telescope Network
Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics

CONTROL TELESCOPE
PROJECTS & ACTIVITIES
TOOLS & TRAINING
DOWNLOAD SOFTWARE
NEWS & VIEWS
ABOUT MICROOBSERVATORY

Choose Target > Adjust Settings > **Provide Information** > Submit

Provide your contact information

Please provide your email address. We will send you your target image as soon as it is ready.
We also ask you to provide us with additional information so we can learn more about who is using this web site.

Email Address:

Age: Gender:

State:

How often have you used these telescopes?

How would you rate your astronomy knowledge on a scale of 0 to 10 if 0 is "no knowledge at all" and 10 is "astronomy expert?"

May we contact you in the future about your MicroObservatory use?
Yes

[SUBMIT](#)

HOME - SITE MAP - CREDITS - PRIVACY

Produced for NASA by the Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics
©2008 Smithsonian Institution, all rights reserved.





Fonte: <http://mo-www.harvard.edu/mo-cgi-bin/OWN/Information.pl>.

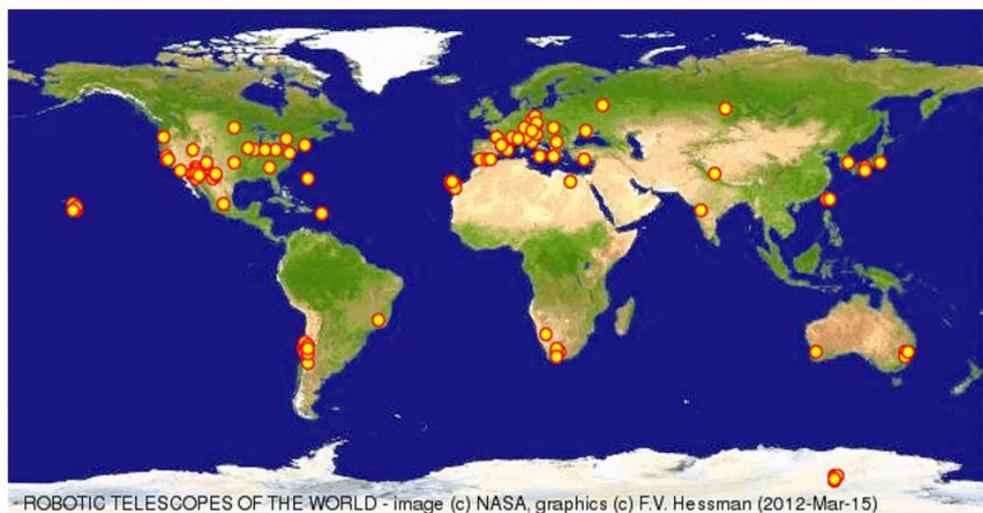
Após finalizar o pedido, é necessário aguardar o *link* da imagem no *e-mail* cadastrado. No *link* vem a imagem nos formatos GIF, FITS e DARK⁴⁴ entre outras informações, como do *software* para tratamento, dos tutoriais, os dados da observação e da própria imagem capturada.

2.5 Telescópios Remotos no Mundo

Como podemos observar na Figura 2.18 a maior concentração de equipamentos remotos ocorre no Hemisfério Norte, com destaque para os Estados Unidos e países da Europa Ocidental. Em termos de densidade, o território norte-americano, supera os demais países.

Na América do Sul, destacam-se os localizados no Chile. No Brasil, aparece destacado o projeto do Telescópios na Escola. No mapa, chamam a atenção os telescópios localizados na região Antártica⁴⁵.

Figura 2.18 - Telescópios Robóticos no Mundo.



Fonte: <http://www.astro.physik.uni-goettingen.de/~hessman/MONET/map.gif>.

Na Tabela 2.3 são apresentados os diversos usos dos telescópios remotos. Destaca-se o uso pioneiro da Fotometria com 9,6% e Educação com 12,6% entre outros campos importantes como Raios Gama e Exoplanetas.

⁴⁴São imagens de determinado tempo de exposição com o obturador fechado, que são úteis para medir e subtrair o nível térmico de leitura. <http://www.das.inpe.br/miniobservatorio/glossario.php#10>.

⁴⁵Os telescópios polares são utilizados para pesquisas sobre ondas gravitacionais http://www.ted.com/talks/allan_adams_the_discovery_that_could_rewrite_physics.

Tabela 2.3 - Estatísticas de Uso de Telescópios Remotos no Mundo.

| Description | Number of Ref.'s | Percentage |
|------------------------------|------------------|------------|
| Gamma-Ray Bursts | 35 | 21.0% |
| Service observations | 27 | 16.2% |
| Photometric monitoring | 16 | 9.6% |
| Education | 21 | 12.6% |
| All-sky surveys | 15 | 9.0% |
| Exoplanet searches | 21 | 12.6% |
| Supernovae search | 11 | 6.6% |
| Asteroids | 10 | 6.0% |
| Spectroscopy | 4 | 2.4% |
| Astrometry | 4 | 2.4% |
| AGN, Quasars | 4 | 2.4% |
| (Micro-)Lensing | 1 | 0.6% |
| Other uses | 8 | 4.8% |
| aperture \leq 0.25m | 93 | 37.8% |
| 0.25 < aperture \leq 0.50m | 88 | 35.8% |
| 0.50 < aperture \leq 0.75m | 17 | 6.9% |
| 0.75 < aperture \leq 1.00m | 23 | 9.3% |
| 1.00 < aperture \leq 1.25m | 7 | 2.8% |
| aperture > 1.25m | 18 | 7.3% |
| Proposed | 2 | 1.6% |
| Funded | 2 | 1.6% |
| Under construction | 16 | 12.6% |
| Being commissioned | 25 | 19.7% |
| In operation | 82 | 64.6% |

Fonte: www.uni-sw.gwdg.de/~hessman/MONET/links.html.

Na pesquisa por telescópios remotos no mundo, tivemos acesso ao "Robotic Telescopes of the World"⁴⁶. No *link* "Robotic Telescope Projects"⁴⁷, encontramos uma listagem de 133 telescópios em diversos países (atualizado em 02/08/2016). Na lista dos telescópios, consta o nome do projeto, a localização, a configuração, o objetivo e o status de operação.

Em outra pesquisa, fomos direcionados a um projeto europeu denominado "Global Robotic telescopes Intelligent Array for e-science (GLORIA)⁴⁸⁴⁹". Neste caso, é uma rede de 18 telescópios espalhados pela Europa e América do Sul (Argentina e Chile), Oceania (Nova Zelândia) e África (África do Sul).

Na América Latina, além do TnE, no Brasil, localiza-se na Argentina, o Parque Astronômico La Punta - PALP⁵⁰, da Universidade de La Punta, não sinalizado no referido mapa e na lista.

⁴⁶<http://www.astro.physik.uni-goettingen.de/~hessman/kml/index.html>.

⁴⁷<http://www.astro.physik.uni-goettingen.de/~hessman/MONET/links.html>.

⁴⁸<http://gloria-project.eu/en/>.

⁴⁹<http://www.sea-astronomia.es/drupal/sites/default/files/archivos/proceedings11/divulgacion/castro-tiradoaj/Castro-TiradoAJ.pdf>.

⁵⁰<http://www.palp.edu.ar/telescopio.php> <http://www.telescopio.ulp.edu.ar/>.

O presente capítulo mostrou os sucessivos avanços científicos e tecnológicos da Astronomia que contribuíram para o desenvolvimento da automação até os atuais telescópios remotos e robóticos, entre outros avanços como o uso da montagem azimutal, com maior versatilidade quando comparada com à montagem equatorial.

Somam-se a isso aos avanços da montagem, componentes mecânicos, eletrônicos e da interface na *Web*. Assim, tornou-se possível desenvolver os sistemas autômatos operados remotamente como do TnE e do *Observing With NASA*.

Atualmente, como exposto, as tecnologias remotas na Astronomia têm sido muito utilizadas com diferentes propósitos, com destaque na educação escolar. No capítulo seguinte, entraremos em detalhe, acerca das ferramentas e recursos dos astrônomos profissionais que podem ser utilizados nas atividades escolares.

CAPÍTULO 3 - FERRAMENTAS E RECURSOS DA ASTRONOMIA PARA USO NA ESCOLA

A visão muito comum sobre o trabalho do astrônomo profissional é de uma atividade incompreensível e distante do cotidiano das pessoas. No máximo, as pessoas se limitam a ficar admiradas pelas notícias veiculadas na mídia, a contemplar as belas imagens divulgadas na *internet*, ou a assistir sessões no planetário, e na melhor das hipóteses, no observatório astronômico. Não podemos negar que tal visão pode estar associada ao desconhecimento de projetos e tecnologias, que aproximam o público escolar do estudo científico do Universo.

Neste cenário, destacaremos as ferramentas e recursos da Astronomia, possíveis de serem utilizados na atividade escolar. Mas, antes de entrarmos nas atividades propostas, torna-se oportuno destacá-las, já que a investigação propõe que sejam apropriadas por pessoas que não são profissionais da Astronomia.

3.1 O Atlas dos Objetos Messier

Charles Messier (1730-1817), na Figura 3.1, foi um destacado astrônomo francês que registrou, no formato de catálogo, os mais brilhantes e populares objetos observados no Hemisfério Norte. Mas o seu trabalho de observação se iniciou caçando cometas. Mudou de objetivo porque naquela época era muito comum as pessoas confundi-los com outros objetos desconhecidos.

Figura 3.1 – Astrônomo Francês Charles Messier.



Fonte: Atlas of the Messier Objects Highlights of the Deep Sky.

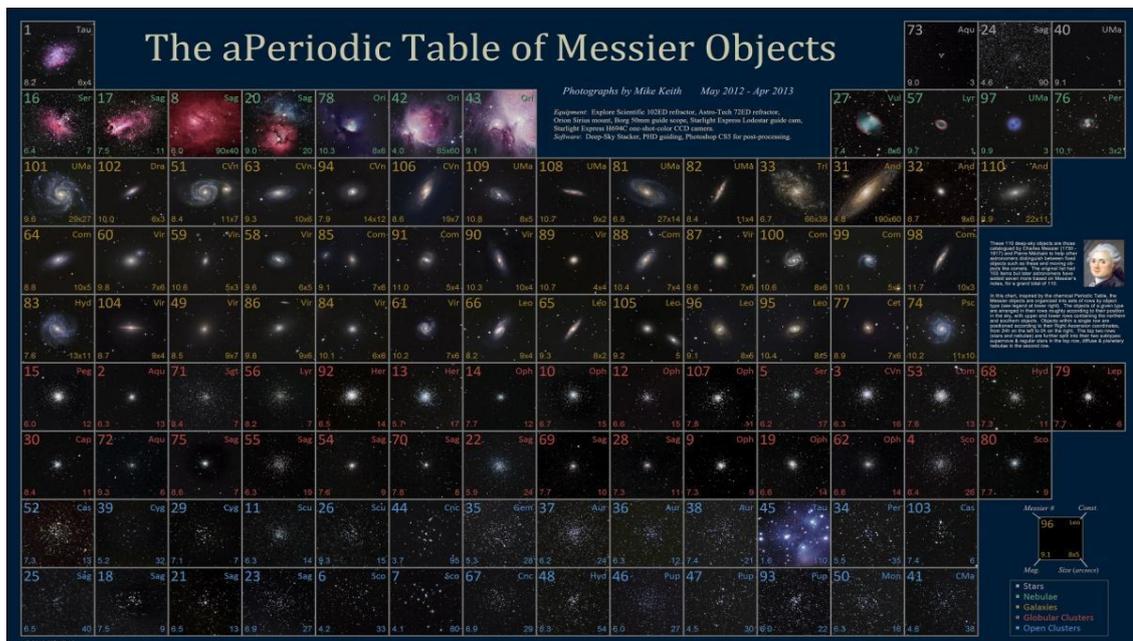
O astrônomo Charles Messier era de uma família rica e de excelentes relações sociais. Com a morte de seu pai, a responsabilidade pela sua educação, passou para o seu irmão que já possuía prestígio como leiloeiro. Foi com o seu irmão, trabalhando em seu escritório, que adquiriu habilidades com a escrita, o cálculo e o desenho.

Messier, aos 13 anos, vivenciou dois importantes fenômenos que mudariam a sua vida e seriam determinantes para se dedicar à Astronomia. Os fenômenos foram o Cometa de seis-caudas de 1744⁵¹ e o Eclipse solar anular de 1748⁵².

Anos mais tarde, conseguiu uma vaga de auxiliar do astrônomo da marinha francesa Joseph Nicolas Delisle (1688-1768). A partir do trabalho, com Delisle, é que começa sua trajetória de caçador de cometas e, posteriormente, autor do catálogo que leva o seu nome.

Nosso interesse por Charles Messier e por seu trabalho se relaciona a buscar um referencial de objetos da Astronomia, para a Iniciação Científica de observação do céu. O estudo sobre os objetos Messier começou com *links* da internet que nos remetiam ao formato de catálogo. O referido estudo apontou produções interessantes, como uma tabela periódica (Figura 3.2) e o banco de objetos Messier⁵³.

Figura 3.2 - Tabela Periódica dos Objetos Messier.



Fonte: <http://info-quest.org/JPEGS/AperiodicMessierObjects.jpg>.

⁵¹https://pt.wikipedia.org/wiki/Grande_cometa_de_1744.

⁵²A NASA criou um site para ilustrar o acontecimento no link: <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEsearch/SEsearchmap.php?Ecl=17480725>.

⁵³<http://messier.seds.org/> e <http://info-quest.org/JPEGS/AperiodicMessierObjects.jpg>.

Apesar de ser importantes referenciais não traçavam um estudo detalhado do seu autor, ou do próprio catálogo e de seus objetos. Como materiais de consulta, mostraram-se adequados à investigação preliminar. Porém, não preenchiam a lacuna, que surgiu no decorrer da pesquisa de conhecer a história e fundamentar a própria investigação acerca do Catálogo e do seu autor.

Dessa forma, buscamos referenciais mais consistentes, que pudessem resgatar a importância histórica, científica e experimental do trabalho de Messier. Dentre as referências encontradas, destacou-se o *Atlas of the Messier Objects: Highlights of the Deep Sky*⁵⁴.

O trabalho de produção do Atlas foi coordenado pelo astrônomo alemão Ronald Stoyan. A edição inglesa foi impressa pela Universidade de Cambridge, em 2008, e reimpressa com correções em 2010. Talvez um dos mais completos referenciais sobre um catálogo da Astronomia e do seu autor, para os astrônomos profissionais, amadores e iniciantes da observação do céu.

Mas qual o diferencial do Atlas dos Objetos Messier para o Catálogo ou outro referencial encontrado na internet? Os referenciais encontrados se limitavam a listar os objetos com imagens e coordenadas no céu. Contudo, raramente ou superficialmente, faziam referências à pessoa, à sua vida, não levando em conta, o contexto histórico e geográfico do catálogo ou astrofísicos dos objetos. Desconsideravam elementos e orientações de grande valor para compreender a essência do trabalho do astrônomo francês.

O objetivo do catálogo foi reunir os objetos mais brilhantes do céu. Mas se tornou nos mais populares objetos para o público amador. Em relação ao Atlas, a concepção foi ampliada, para fundamentá-lo, no sentido de resgatar o Catálogo Messier com a atualização astrofísica, detalhes históricos e científicos das suas descobertas, confrontando com as observações atuais e fatos relatados por Charles Messier e outros astrônomos.

Temos, então, um referencial que prima pelo científico, em cada objeto exposto no Atlas. Com o Atlas, o trabalho de Messier, é atualizado e preservado, na sua essência científica.

O trabalho de Messier, ainda enseja um maior aprofundamento, junto à comunidade acadêmica e amadora, particularmente na universidade e nas escolas, como referencial para a Iniciação Científica da observação do céu.

⁵⁴<http://www.cambridge.org/gb/academic/subjects/astronomy/amateur-and-popular-astronomy/atlas-messier-objects-highlights-deep-sky?format=AR#1defPCmrhh3QSxX.97>.

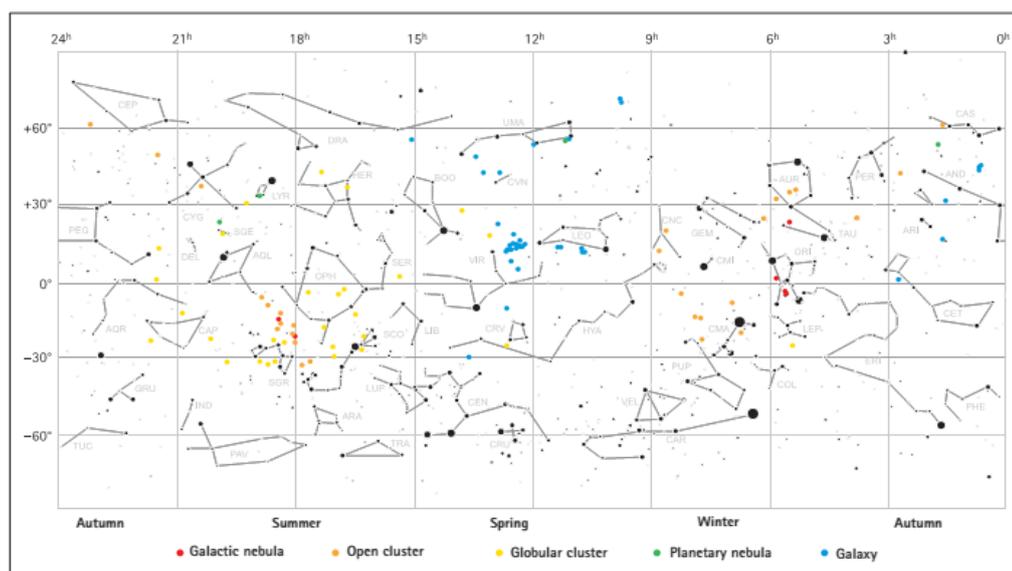
No Atlas dos Objetos Messier é possível encontrar um guia para orientar o usuário. São orientações preciosas para quem busca, conhecer e aprofunda-se, na observação dos objetos do Catálogo. Como exemplo, no Atlas, temos a orientação para a observação, classificadas em cinco categorias, conforme o grau de dificuldade a olho nu e com equipamentos.

Algo de muita importância, para os iniciantes, é a descrição da abertura mínima do telescópio, a experiência observacional da pessoa e do ambiente da observação. É possível encontrar, a correspondência dos objetos Messier, no Catálogo de Índices - IC⁵⁵ e no NGC.

No guia do Atlas são descritas as nebulosas de emissão e reflexão, os aglomerados abertos, os globulares e as galáxias. Na concepção original de Messier, temos seis galáxias nebulosas (denominação para as nebulosas e remanescentes de supernova), vinte e oito aglomerados abertos, quatro nebulosas planetárias, vinte e nove aglomerados globulares, quarenta galáxias e três outros objetos.

Entre outras informações, temos a distância em anos-luz da Terra e o diâmetro angular estimado do objeto. Outros dados incluem a declinação e a ascensão reta para o equinócio 2000, magnitude aparente, brilho superficial e constelação do objeto. Na Figura 3.3 temos o mapa com a localização dos objetos no céu.

Figura 3.3 - Mapa da Localização dos Objetos Messier.



Fonte: Atlas of the Messier Objects Highlights of the Deep Sky.

⁵⁵https://es.wikipedia.org/wiki/Cat%C3%A1logo_%C3%8Dndice.

O Atlas aborda os detalhes científicos dos 110 objetos do catálogo. Temos, então, para cada objeto Messier, as seguintes informações:

- História - Procura contextualizar as pessoas e o contexto da descoberta dos objetos com citações originais da época, entre os séculos XVII ao início do XX, e imagens de Messier e outros descobridores, além dos locais relacionados à vida e obra do astrônomo francês e seus contemporâneos. Segue abaixo um pouco da sua origem, explicado pelo próprio Messier, que disse:

O que me levou a construir o catálogo foi a descoberta de uma nebulosa na constelação de Touro em 12 de setembro de 1758, enquanto observava o cometa daquele ano. Esta nebulosa tinha tamanha semelhança com um cometa em sua forma e brilho que me esforcei para encontrar outros, de modo que os astrônomos não mais confundissem estas mesmas nebulosas com cometas. (Messier, 1881 *apud* Stoyan, 2008, p. 25).

- Astrofísica - Busca atualizar os dados astrofísicos dos objetos Messier. A base de dados utilizada foi a internet e principalmente, a ferramenta que possibilita obter artigos científicos sobre os objetos, conhecido como *Astrophysical Data System* (ADS)⁵⁶. O ADS reúne as principais informações de grande parte de publicações da Astrofísica Moderna.
- Observação - Busca mostrar, a partir da experiência de observação, realizadas em diferentes lugares do planeta, os diferentes detalhes dos objetos Messier. Inclusive comparando-os com as imagens obtidas na época de Messier. Entre os equipamentos utilizados estão: binóculos, telescópios refratores, refletores com diferentes aberturas e montagens.

O trabalho de Messier faz parte da Maratona Messier⁵⁷. É um evento que reúne astrônomos amadores e propõe a observação de objetos do catálogo em uma noite. Tal evento, é uma boa oportunidade, para incentivar o público escolar a encontrar os seus primeiros objetos a olho nu e com pequenos equipamentos.

⁵⁶<http://ads.harvard.edu/>.

⁵⁷Dados atualizados da Maratona Messier <http://messier.seds.org/xtra/marathon/mm2016.html>.

Na Tabela 3.1 temos o calendário de observação dos objetos, que se concentra nos meses de março, abril e outubro. Mas, a observação depende de boa localização, condições climáticas favoráveis, domínio de carta celeste, experiência com observação visual e equipamentos ópticos.

Tabela 3.1 - Maratona Messier (data, autor e objetos focalizados).

| Messier Marathon results (milestones) | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|---|
| March 24/25 1977 | Ed Flynn, 6-inch | 98 objects, Pittsburgh | very first Messier Marathon |
| March 25/26 1977 | Tom Hoffelder, 10-inch | 101 objects | |
| April 11/12 1977 | Tom Reiland, 6-inch | 103 objects | |
| March 12/13 1980 | Don Machholz | 109 objects, California | missed only M 30 |
| March 19/20 1984 | Don Machholz, 10-inch | 109 objects, California | three days after full moon |
| March 23/24 1985 | Gerry Rattley, 10-inch | 110 objects, Arizona | first complete Marathon |
| March 23/24 1985 | Rick Hull, 10-inch | 110 objects, California | completed just 1hr after Rattley |
| March 15/16 1987 | Don Machholz, 20x80 binoculars | 107 objects, California | first Marathon with binoculars, missing: M 74, M 110, M 30 |
| March 19/20 1988 | Tim Hunter & Dan Krauss, 24-inch | 84 objects, Arizona | first photographic Marathon |
| March 19/20 1993 | Ronald Stoyan, 4.7-inch | 103 objects, Germany | missed: M 74, 69, 70, 54, 55, 75, 30 |
| March 24/25 2001 | Arto Oksanen & Harri Hyvönen | 82 objects, Finland | first CCD Marathon, only 83 objects are possible from Finland |
| October 29/30 2002 | Don Machholz, 6-inch | 106 objects, California | first October Marathon, missed: M 4, 104, 68, 83 |
| March 16/17 2004 | Christian Busch, 8-inch | 108 objects, Germany | missed: M 55, M 30 |
| March 20/21 2004 | Petra Saliger & Gernot Stenz, 4-inch | 110 objects, Tenerife | first complete European Marathon |

Fonte: *Atlas of the Messier Objects Highlights of the Deep Sky*.

O Atlas dos Objetos e o Catálogo Messier serão doados a biblioteca setorial do Observatório Antares e a biblioteca do Colégio Estadual Teotônio Vilela, respectivamente. As doações, fazem parte da proposta de difusão da Astronomia, e por ser, uma das formas de torná-los públicos.

3.2 O DS9

O DS9⁵⁸ é um *software* multi-plataforma para manipulação de arquivos FITS e visualização de dados astronômicos. A ferramenta é muito utilizada para as análises mais sofisticadas dos astrônomos profissionais. No tutorial do DS9 (Apêndice D) teremos maiores detalhes de seus recursos e de como utilizá-los.

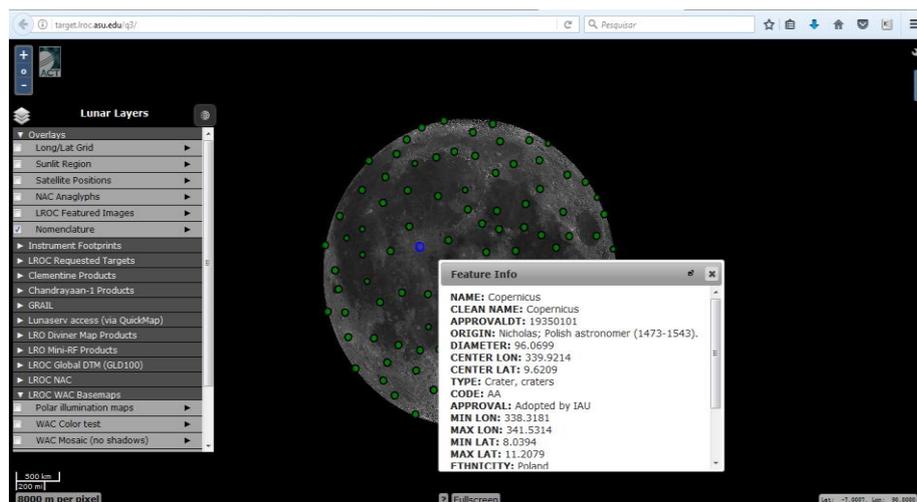
⁵⁸<http://ds9.si.edu/site/Home.html>.

3.3 Lunar Reconnaissance Orbiter - LRO

Inicialmente, encontramos dificuldades para identificar os nomes e as medidas das crateras lunares. Na disciplina AST303 Aplicativos Computacionais no Ensino de Astronomia, ministrada pelo orientador da pesquisa, tivemos a oportunidade de aprofundar a investigação, que pudesse nos ajudar na identificação.

A principal dificuldade, foi encontrar, um endereço eletrônico para se conhecer, em detalhe, a superfície da Lua. Destacamos, a missão *Lunar Reconnaissance Orbiter - LRO*⁵⁹, da NASA. No *link*, encontramos o *QuickMap*⁶⁰ (Figura 3.4) com o mapeamento e dados atualizados do relevo lunar.

Figura 3.4 – O *QuickMap* é uma ferramenta para se conhecer os detalhes do relevo lunar.



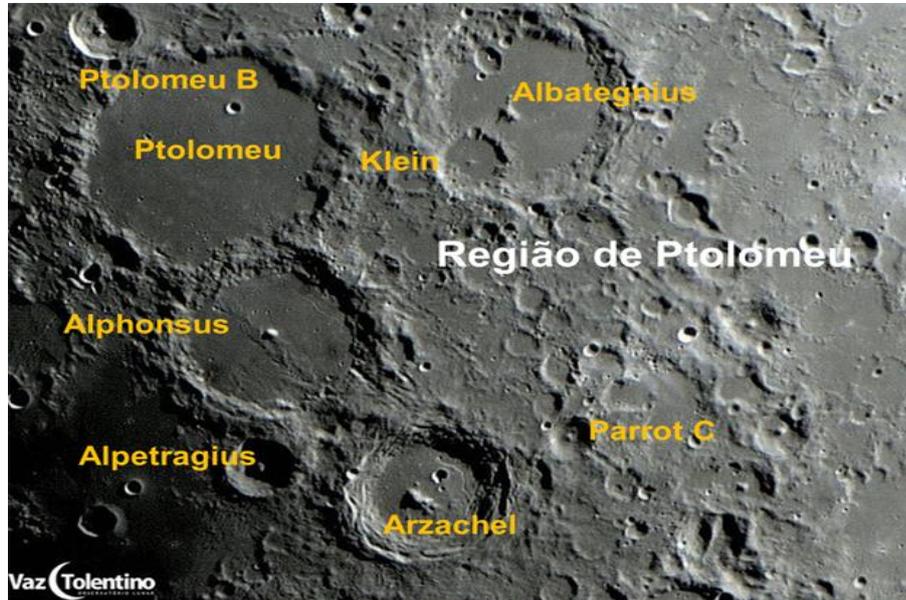
Fonte: <http://target.roc.asu.edu/q3/>.

O *QuickMap* ajuda a encontrar os dados de cada cratera lunar. Dessa forma, é possível identificar a cratera principal, as crateras secundárias, patronos e diâmetros atualizados (Figura 3.5). A qualidade da superfície lunar, apresentada pelo *QuickMap*, é impressionante e, certamente, foi o diferencial que despertou o interesse dos estudantes. As diversas camadas, a exemplo da sequência “*Overlays*” > “*Nomenclature*”, revela o nome de todas as crateras. Caso, o usuário desejar buscar por um nome específico (em latim), deve utilizar a sequência “*Overlays*” > “*Search*”. No tutorial (Apêndice E) será possível encontrar as instruções para acessar e utilizar a ferramenta.

⁵⁹<https://lunar.gsfc.nasa.gov/>.

⁶⁰<http://target.roc.asu.edu/q3/>.

Figura 3.5 – Patronos das Crateras da Região de Ptolomeu ⁶¹.



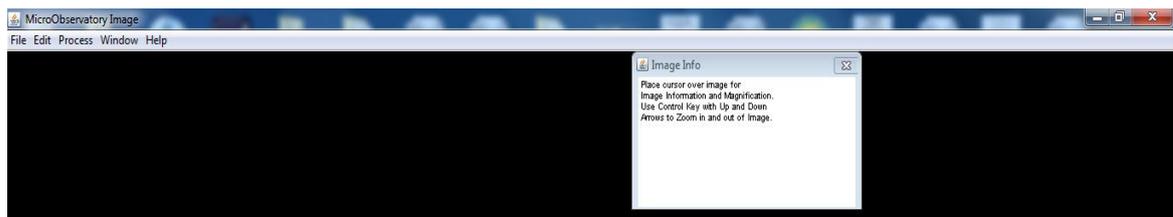
Fonte: <http://vaztolentino.com/> com a identificação das crateras.

3.4 *MicroObservatory Image 2.3*

O programa *MicroObservatory Image 2.3*⁶² foi desenvolvido para o projeto “Observing With NASA”. O seu objetivo é auxiliar nas atividades com as imagens FITS obtidas remotamente. Pode ser utilizado nas plataformas Windows, Linux e Mac OS.

No tutorial (Apêndice F) produzido para trabalhar a imagem em falsa cor, será possível conhecer alguns detalhes do programa. A concepção do programa (Figura 3.6), é semelhante ao PInE⁶³ (Figura 3.7), desenvolvido pelo TnE para o público escolar que significa "Processamento de Imagem na Escola".

Figura 3.6 - Interface do *MicroObservatory Image 2.3*.



Fonte: <http://mo-www.harvard.edu/OWN/softwareArchive.html>.

⁶¹ A cratera Ptolomeu B é a cratera Ammonius.

⁶²<http://mo-www.harvard.edu/OWN/software.html>.

⁶³ <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/pine/PInE.html>.

Figura 3.7 - Interface do PInE⁶⁴.



Fonte: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/pine/principal.html>.

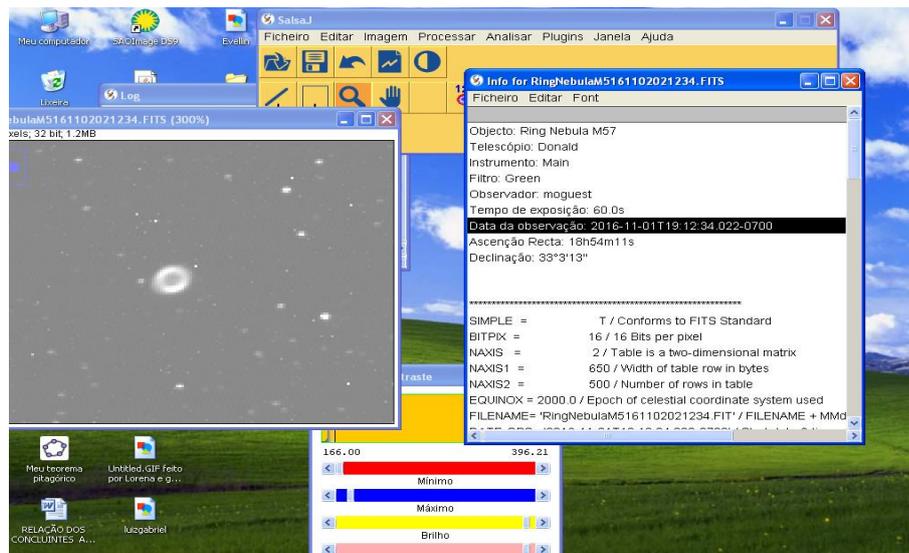
3.5 Salsa J

O Salsa J é um software gratuito e desenvolvido para o projeto EU-HOU⁶⁵. O programa, assim como o *MicroObservatory Image 2.3*, permite abrir as imagens e acessar os dados dos objetos obtidos na sessão remota. Ao contrário do DS9 e do *MicroObservatory Image 2.3*, a interface do Salsa J foi traduzida para a língua portuguesa.

A interface do programa é identificada por ícones (Figura 3.8) que ajudam no reconhecimento da ferramenta e funções. A forma como foi projetada é um importante diferencial para aproximar os estudantes do programa.

Na atividade de manipulação de imagens, relacionadas à identificação dos dados dos objetos astronômicos, utilizamos um tutorial (Apêndice G) com base nas notas de aula do orientador da pesquisa (AMÔRES, 2014), além de criarmos o formulário (Apêndice H) para a atividade com banco de imagens da escola.

Figura 3.8 – A interface do Salsa J.



⁶⁴O cálculo final do diâmetro das crateras utiliza o Teorema de Pitágoras.

⁶⁵<http://www.euhou.net/index.php/salsaj-software-mainmenu-9>.

O potencial do Salsa J pode ser verificado no trabalho de pesquisa defendido no IAG-USP⁶⁶, por Messias Fidêncio Neto, com o título “Atividades Didáticas Observacionais com Telescópio Operado Remotamente”. Na referida pesquisa, FIDÊNCIO NETO (2017), explica como trabalhar a astrometria⁶⁷, a fotometria e a imagem colorida (ver Seção 4.5) entre outras orientações com o *software*.

3.6 SIMBAD

SIMBAD (*Set of Identifications, Measurements, and Bibliography for Astronomical Data*) é um importante banco de dados astrofísicos de objetos localizados fora do Sistema Solar. É mantido pelo Centro de Dados Astronômicos de Estrasburgo (Université de Strasbourg).

A importância do SIMBAD, para os astrônomos profissionais, pode ser observada na quantidade de objetos do banco de dados, referências e citações bibliográficas expostas na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Estatísticas Básicas do SIMBAD.

| Estatísticas Básicas do SIMBAD (20.02.2017). | |
|--|------------|
| Objetos | 9.106.182 |
| Objetos com nomes diferentes | 24.537.803 |
| Referências bibliográficas | 327.756 |
| Citações bibliográficas | 15.526.774 |

Fonte: <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>.

No AstroEngenharia, a consulta ao SIMBAD está relacionada a obter os dados para a indicação correta dos objetos do Concurso SOAR⁶⁸. A indicação do objeto, recomendado pelo Laboratório Nacional de Astrofísica – LNA requer localizar no banco de dados e identificar as informações solicitadas pelo regulamento do evento⁶⁹. Além de ser uma excelente oportunidade de procurar os dados dos objetos Messier, é possível obter a imagem do objeto.

⁶⁶<http://www.iag.usp.br/>.

⁶⁷Astrometria é a parte da Astronomia que objetiva observar e estudar as posições dos astros bem como suas variações posicionais com o tempo, uma vez que os astros não são fixos no espaço. <http://www.iag.usp.br/siae98/astrofísica/p1.htm>.

⁶⁸<http://lnapadrao.lna.br/observatorios/soar/concurso-de-astronomia-2017/concurso2017>.

⁶⁹<http://lnapadrao.lna.br/observatorios/soar/concurso-de-astronomia-2016/regulamento>

O acesso ao banco de dados é por meio da ferramenta *Query by identifiers* (Figura 3.9).

Figura 3.9 - *Query by identifiers*.

Fonte: <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-fid>.

Neste capítulo abordamos ferramentas e recursos possíveis de serem utilizados na escola. Dentre eles, o Catálogo Messier para os objetos listados pelo astrônomo Charles Messier. Com a intenção de divulgar o referido catálogo e investigar detalhes dos seus objetos, foi proposto o uso dos *softwares* DS9, Salsa J e *MicroObservatoryImage*, além do programa SIMBAD, para o Concurso SOAR. O *Lunar Reconnaissance Orbiter* – LRO foi direcionado ao estudo da Lua.

No próximo capítulo detalharemos o processo da formação dos estudantes, com ênfase nas ferramentas e recursos dos astrônomos profissionais como atividade escolar. Abordaremos o perfil do público, com o diferencial na formação de um grupo de estudantes multiplicadores.

Na oportunidade, enfatizaremos a expectativa dos estudantes sobre o projeto, suas relações pessoais e profissionais. Em seguida, exporemos a dinâmica da formação, a concepção dos módulos JAC⁷⁰ e a estratégia de sensibilização com as revistas em quadrinhos do Observatório Nacional. Por fim, serão mostradas as atividades realizadas com crateras lunares e imagem em falsa cor.

⁷⁰Jornadas de Astronomia Usando o Computador.

CAPÍTULO 4 - USANDO AS FERRAMENTAS E OS RECURSOS DO ASTRÔNOMO PROFISSIONAL COMO ATIVIDADE ESCOLAR

A concepção do capítulo é mostrar ao público em geral, que é possível fazer uso das ferramentas e recursos do astrônomo profissional na sala de aula. Nessa concepção, buscamos reverter a visão muito comum de que "A Astronomia é uma ciência muito distante de nós" (LANGHI e NARDI, 2012, p. 103). Cabe aqui citar Sagan (2016, p. 42) ao nos incentivar a "Divulgar a ciência - tentar tornar seus métodos e descobertas acessíveis aos que não são cientistas".

Portanto, nosso desafio é aproximar o estudo científico do Universo da escola, de modo que possa motivar o seu público, estimulando-os a se envolver com a Astronomia. Nesse sentido, temos excelentes razões para incentivá-la no ambiente escolar. Em nossa cidade, temos o aparato acadêmico (MPAstro⁷¹), o planetário Museu Parque do Saber⁷² e o Observatório Astronômico Antares⁷³ além das tecnologias remotas disponibilizadas na *Web*, a exemplo do TnE e do *Observing With NASA*.

Esta concepção de disseminar as ferramentas e recursos de trabalho dos astrônomos profissionais, como atividade escolar, contempla a atual discussão sobre a Ciência Cidadã⁷⁴. A Ciência Cidadã é "um conceito flexível que pode ser adaptado e aplicado a diversas situações e disciplinas" (Associação Européia de Ciência Cidadã, 2015).

Os projetos de ciência cidadã envolvem ativamente os cidadãos nas atividades científicas o que gera novo conhecimento e compreensão. Os cidadãos podem atuar como colaboradores ou como líderes de projetos e assumir um papel significativo no projeto⁷⁵.

Como exposto, vivemos em um contexto científico e tecnológico, propício a se envolver com as pesquisas dos astrônomos profissionais. A escola, como referencial de Iniciação Científica, ao estimular talentos para a Astronomia, pode levar a descobertas de grande relevância para o estudo científico do Universo⁷⁶.

⁷¹<https://sites.google.com/a/uefs.br/mp-astro/>.

⁷²<http://www.feiradesantana.ba.gov.br/servicos.asp?id=30&link=museuparquedosaber/estrutura14.asp#pa>.

⁷³<https://sites.google.com/site/antaresobs2/>.

⁷⁴https://ecsa.citizen-science.net/sites/default/files/ecsa_ten_principles_of_cs_portuguese.pdf.

⁷⁵Um exemplo de materialização da Ciência Cidadã é o projeto *Galaxy Zoo* que permite ao usuário ajudar na classificação de milhões de galáxias no *Sloan Digital Sky* <https://www.galaxyzoo.org/>.

⁷⁶<http://chc.org.br/jovem-astronomo/>

4.1 Perfil do público-alvo

A pesquisa teve como público-alvo estudantes do Ensino Médio (do primeiro ao terceiro ano) do Colégio Estadual Teotônio Vilela de Feira de Santana (BA) com faixa etária entre 14 e 18 anos.

O público selecionado foi de quatorze estudantes. No início da formação, houve a desistência de três alunos⁷⁷. Com a conclusão do Ensino Médio, por quatro membros (2016), o grupo ficou reduzido a sete. Temos, então, no momento, quatro meninas e três meninos - dois do segundo ano e cinco do terceiro ano.

No levantamento do perfil, sinalizaram o rendimento escolar como "Bom" e "Muito Bom". Na oportunidade, deixamos claro que eles foram selecionados pela indicação dos professores, justamente por serem dedicados ao estudo e se mostrarem curiosos para o conhecimento científico.

As perguntas "Você pretende participar do ENEM/Vestibular?" e "Em caso positivo, qual curso pretende estudar?", resultaram na Tabela 4.1, onde destacamos as perspectivas profissionais dos estudantes.

Tabela 4.1 - Perspectivas Profissionais dos Estudantes.

| Gênero | | ENEM/Vestibular | Universidade | |
|-----------|----------|-----------------|---|---------------|
| Masculino | Feminino | | Graduação | Pós-Graduação |
| 1 | | Sim | Astronomia | |
| | 1 | Sim | Biologia (UEFS) | Astronomia |
| | 1 | Sim | Biologia/Medicina Veterinária/Psicologia | |
| | 1 | Sim | Biotecnologia | |
| | 1 | Sim | Engenharia | |
| | 1 | Sim | Engenharia Elétrica/Direito | |
| 1 | | Sim | Engenharia Mecânica | |
| 1 | | Sim | Informática | |
| 1 | | Sim | Informática | |
| 1 | | Sim | Matemática (UFMT) | |
| | 1 | Sim | Medicina/Astronomia | |
| | 1 | Não | Indefinida | |
| | 1 | Sim | Odontologia | |

Ainda sobre os questionamentos do perfil, com a intenção de obter maiores informações dos estudantes formulamos a pergunta: "O que você espera do projeto na sua vida pessoal e profissional?" e eles responderam:

⁷⁷Os estudantes desistentes alegaram dificuldade de transporte e insegurança no trajeto para a escola.

- *“Espero maior visão científica, permitindo-me [...] usar no meu futuro acadêmico como pesquisador”.*
- *“Espero que esse projeto [...] traga muitas conquistas tanto na vida pessoal quanto na vida profissional, porque a astronomia já faz parte da minha vida [...]”.*
- *“O projeto é muito importante [...] porque todos olham o céu com um olhar [...] conhecer o nosso céu com outros olhos [...]”.*
- *“Espero durante o projeto aumentar [...] meus conhecimentos em relação ao universo”.*
- *“Que eu obtenha conhecimento sobre a astronomia, [...] que isso sirva de aprendizado [...]”.*
- *“Espero que eu aprenda bastante coisas, e que esses ensinamentos sejam bastante úteis para minha vida [...]”.*
- *“[...] espero entender mais sobre o assunto, ter a possibilidade de levar adiante [...]”.*
- *“[...] Espero que me ajude a conhecer melhor o universo, pois aprecio a astronomia”.*
- *“Poder me ajudar algum dia na minha carreira profissional”.*
- *“Ter maior conhecimento sobre o universo [...]”.*
- *“Para aprimorar os meus conhecimentos e cada vez ir mais longe”.*
- *“Que seja um projeto que venha acrescentar conhecimento, facilitando a entrada numa faculdade e num emprego”.*
- *“Para aprimorar meus conhecimentos [...]”.*

Considerando a tabela anterior e a opinião dos estudantes, os dados correspondem ao objetivo de revelar talentos para a Astronomia, Engenharias e por extensão, nas disciplinas acadêmicas STEM⁷⁸.

Observando os relatos, de um modo geral, podemos concluir que refletem nosso esforço de incentivá-los a seguir uma carreira acadêmica, particularmente na Astronomia. As opiniões refletem, em sua maioria, o que representa o AstroEngenharia para os estudantes da escola pública.

⁷⁸O AstroEngenharia incentiva as disciplinas acadêmicas STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). Para o projeto “[Ciência] é mais do que um assunto escolar, ou a tabela periódica, ou as propriedades das ondas. É uma abordagem do mundo, uma maneira crítica de compreender, explorar e se envolver com o mundo, e depois ter a capacidade de mudar esse mundo ... ” (Presidente Barack Obama, 23 de março de 2015). Disponível em: <https://www.ed.gov/stem>.

O AstroEngenharia pode contribuir para reorientar os projetos da escola pública, que geralmente, não contemplam iniciativas científicas, a exemplo do Mais Educação⁷⁹. Na tabela anterior, temos dois resultados que ajudam a compreender a importância do que estamos propondo na escola pública.

No primeiro caso, o estudante fez o primeiro vestibular e, obteve êxito, para cursar Biologia na UEFS, mas, já sinalizou, que pretende estudar Astronomia. Em outra situação, o estudante passou para Matemática na UFMT⁸⁰, com pontuação do ENEM⁸¹. Apenas um caso merece um estudo diferenciado porque o estudante não apontou o curso.

Além do perfil discutido, temos, posteriormente, a discussão do pré-teste e do pós-teste. Como assinalado (ver Seção 1.3), aplicamos 35 perguntas no início do encontro e repetimos as mesmas 35 perguntas no final da formação. Antecipamos o pós-teste pelo motivo de conclusão do Ensino Médio por quatros estudantes.

4.2 Dinâmica da Formação

A formação com o telescópio remoto ocorreu de março a novembro de 2016. O prazo se estendeu devido ao cenário conturbado na educação pública brasileira. Muitas paralisações, e a violência, no entorno da escola, nos fizeram adiar ou alterar as atividades propostas. Outra dificuldade foi conciliar 40 horas em sala de aula, com as demandas do Mestrado Profissional.

O processo formativo foi iniciado no turno matutino, nas terças-feiras, das 9h:00 às 11h:00. Apesar de chegar mais cedo, os estudantes precisavam esperar porque eu estava na sala de aula ou em reunião pedagógica. No primeiro semestre e, principalmente, no segundo, alteramos o dia e o horário da formação. Como alternativa de horário, passamos a nos reunir nos intervalos, de vinte minutos, da tarde, de segunda à quinta-feira.

A mudança também foi necessária devido à nossa dificuldade de acessar o Telescópio Argus em horário adequado ao turno dos estudantes. Os agendamentos concentraram-se, na quinta-feira e sexta-feira à noite. Mas, na sexta-feira, era impossível por conta das aulas do mestrado. Algumas vezes, na quinta-feira, não era possível agendar, o que levava a adiar a atividade de observação remota.

⁷⁹Língua Portuguesa e Matemática e do desenvolvimento de atividades nos campos de artes, cultura, esporte e lazer. <http://portal.mec.gov.br/programa-mais-educacao/apresentacao>.

⁸⁰Universidade Federal do Mato Grosso.

⁸¹Exame Nacional do Ensino Médio.

Outro motivo da mudança deveu-se ao fato de que os estudantes tinham que se deslocar até as suas residências e retornar, antes do agendamento, ou permanecer na escola até o horário e, geralmente, esperavam das 17h30 às 19h30. Tal situação causava frustração, no caso de mau tempo na cidade de Valinhos (SP), desgaste pela demora (do final da aula da tarde até o agendamento) e, particularmente, problemas de transporte após as 21h30 sendo impossível agendar para o segundo horário.

Nossa mudança para o telescópio *Observing With NASA* deu-se em face à impossibilidade de manter a dinâmica proposta inicialmente. Mas, a mudança adequou-se ao *MicroObservatory* porque passamos a acessá-lo, nos vinte minutos de intervalos das aulas, do próprio turno de aula, posteriormente, a critério dos estudantes, em outro local e utilizando equipamento móvel. Na Figura 4.1, a imagem do acesso do estudante pelo celular realizado em sua casa.

Figura 4.1 - Pedido de Imagem ao OWN por estudante via celular.



A formação ocorreu, de forma presencial, no laboratório de informática da escola, e virtual no *Facebook*. Na proposta inicial, constava o uso do ambiente virtual de aprendizagem. No decorrer da formação, o uso da rede social mostrou-se mais versátil, para manter os estudantes em contato com a dinâmica da investigação.

Nas figuras 4.2 e 4.3, são apresentados os avisos de encontros, a prova da OBA e a divulgação do projeto fora da escola.

Figura 4.2 - Aviso de Encontro e Prova da OBA no Facebook.



Figura 4.3 - Divulgação do AstroEngenharia no Evento de Ciências Humanas.



A mudança de AVA para Facebook surgiu da constatação de que os estudantes sempre estão conectados (AMORIM FILHO, 2010), postando e visualizando mensagens, e emitindo opiniões. O ambiente da rede social apresenta versatilidade, por sua dinâmica síncrona, assíncrona e ferramentas, que possibilitam inserir arquivos, imagens e vídeos. O seu uso se mostrou adequado à proposta de formação dos estudantes e recomendamos que o seu potencial seja investigado para a difusão e o ensino da Astronomia.

Todavia, a mudança de ambiente virtual para rede social ocorreu devido a termos conhecimento da experiência desenvolvida por Scott T. Miller da Universidade de Houston, Texas.

Miller (2013) realizou um estudo comparativo entre dois métodos de discussões *on-line* para determinar se o uso de Facebook, como uma ferramenta de discussão *on-line*, teria um impacto sobre a participação dos alunos, bem como o tempo de resposta do estudante. Esse estudo mostrou que os participantes, usando o Facebook, participaram com mais frequência. Os estudantes responderam mais rapidamente do que aqueles usando um tradicional fórum de discussão *on-line*. Portanto, o

Facebook pode ser uma ferramenta eficaz para facilitar a discussão *on-line* entre os estudantes que já estão confortáveis usando esse meio, que por sua vez pode ajudar a promover um senso de presença social dentro do curso. Os alunos que se envolvem em discussões *on-line* geralmente sentem um maior senso de presença social e percebem um maior sentido em aprender. Dado que a maioria dos estudantes estão familiarizados com o Facebook [...] ele fornece um fórum natural para o debate *on-line* (MILLER, 2012, p.6, tradução nossa).

Assim como no experimento com Facebook, o seu uso, como canal de contato a distância, correspondeu às nossas expectativas, de obter o retorno para os encontros e as atividades. O uso da rede social, no AstroEngenharia, foi além da proposta de fórum, tornou-se um espaço de difusão do conhecimento científico da Astronomia.

Embora, o contato virtual seja importante para a nossa investigação, buscamos o contato presencial do orientador da pesquisa Professor Dr. Eduardo B. de Amôres com os estudantes do projeto (Figura 4.4).

A presença do professor, na escola, reforçou a nossa estratégia de aproximar o astrônomo profissional do ambiente escolar. Foi, também, a oportunidade de aproximar os estudantes de um pesquisador da Astronomia fora dos círculos acadêmicos e do observatório astronômico.

Se quisermos incentivar o uso do telescópio remoto no ambiente escolar, torna-se importante a presença do profissional da Astronomia. Mesmo porque não se trata apenas de incentivar o uso do equipamento, mas de estreitar os laços de colaboração com o astrônomo profissional.

Figura 4.4 - Professor Dr. Eduardo B. de Amôres e Estudantes do CETV.



Em outra oportunidade houve, a presença da coorientadora Professora Dra. Vera A. F. Martin (Figura 4.5). A professora expôs sobre a Lua e participou da Astro homenagem entregando certificados da OBA⁸² e do Concurso SOAR. A sua presença como mulher, cientista e astrônoma profissional reforçou a importância de aproximar o público escolar de profissionais da Astronomia e de incentivar particularmente as estudantes do projeto para se interessarem por uma carreira profissional em que até então é predominantemente masculina.

Figura 4.5 – Exposição da Professora Dra. Vera A. F. Martin sobre a Lua.



Reproduzimos a seguir trechos de uma reportagem⁸³ que reflete a importância da professora na escola. A reportagem retrata o caso particular da graduação de Física, mas que se aplica a Astronomia e as demais ciências com predomínio masculino.

⁸²A aplicação da OBA no CETV é um modo de acompanhar o envolvimento dos estudantes com o AstroEngenharia.

⁸³ <http://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/mulheres/04.shtml>.

A fala reproduzida abaixo é da Professora Dra. Márcia Barbosa⁸⁴ da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Na entrevista “Mulheres na Ciência: Físicas enfrentam preconceito em área predominantemente masculina”, encontramos a justificativa para incentivar projetos como o AstroEngenharia, na escola, e a maior presença feminina ao ressaltar que

[...] a pequena presença feminina na física desde os cursos de graduação é resultado de dois problemas interligados: primeiro, a ausência de pesquisadoras que sirvam de modelo e inspiração e, segundo, o estereótipo de um cientista como sendo um *nerd*, feio e desarrumado - "que menina quer ser isso?", pergunta a pesquisadora. Além disso, para ela, a linguagem usada no ensino de física tem um "tom masculino" e precisa ser mudado. A professora da UFRGS acredita ainda que é no ensino médio o momento de se conquistar as mulheres para a física. Dessa maneira, desafia os pesquisadores em ensino a atacarem o problema do olhar tipicamente masculino nessa etapa do ensino no Brasil. "Recebi o e-mail de uma menina de 15 anos que está frequentando aulas extras de física. Ela está animadíssima com as aulas, pois são ágeis e objetivas e trazem os conceitos de física associados aos fenômenos e à vida. O ensino em física deveria se dedicar a estimular meninas como ela que representam o futuro da física brasileira", sugere a pesquisadora.

A professora chama a atenção para "a ausência de pesquisadoras que sirvam de modelo e inspiração⁸⁵". Mas, uma ação relacionada à presença da Professora Dra. Vera A. F. Martin foi o estímulo à produção de textos sobre Astronomia por estudantes do projeto. A ação é incentivada pela professora de Língua Portuguesa Consuelo Penelu Bitencourt⁸⁶ que atualmente é mestranda do PROFLETRAS na UEMS.

Entre as produções textuais, da referida ação, destacamos o artigo de opinião da estudante Lorena Azevedo, cujo título "A Iniciação Científica da Astronomia na escola" aborda a importância do projeto de Astronomia no CETV para motivar professores e estudantes para o estudo científico do Universo.

Na mesma perspectiva, de incentivo à produção autoral, a professora Consuelo Penelu Bitencourt desenvolveu outra produção textual, de grande relevância para o AstroEngenharia, que foi a publicação do Fanzine. A produção do trabalho teve como título "Ciência e Educomunicação: um diálogo para popularizar a Astronomia com o Fanzine"⁸⁷.

⁸⁴<https://www.if.ufrgs.br/~barbosa/curr.pdf>.

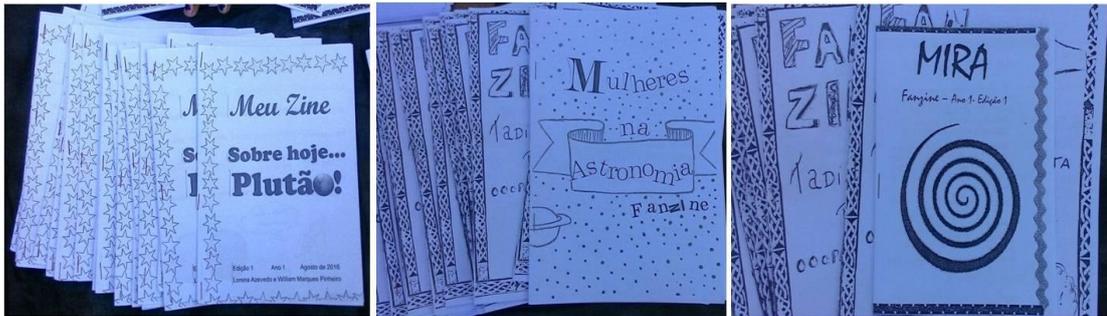
⁸⁵<http://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/mulheres/04.shtml>.

⁸⁶E-mail: cpenelu@gmail.com e <http://lattes.cnpq.br/7099141230489661>.

⁸⁷O projeto não foi selecionado e iremos submetê-lo a FECIBA 2017.

Na Figura 4.6, são apresentados os produtos da Feira de Ciências e da FECIBA 2016, inclusive com a produção da professora sobre as estrelas Mira.

Figura 4.6 - Fanzine Sobre Astronomia⁸⁸.



Destaca-se na produção de Fanzine, o trabalho da estudante Adriana Coelho com o título "Mulheres na Astronomia". No referido trabalho, a estudante, na sua investigação, aborda a participação feminina nos avanços científicos do estudo do Universo.

Na oportunidade, frisamos o quanto é fundamental a concessão das bolsas de Iniciação Científica⁸⁹, tendo em vista, o empenho dos estudantes, com as atividades de pesquisa. Por isso, a necessidade de apoiá-los, de modo que possam se dedicar ao projeto. Justifica-se a ajuda financeira, porque nas informações do perfil dos estudantes, apenas, um dos treze estudantes recebia bolsa estágio⁹⁰.

Por se tratar de um projeto tecnológico, chamamos a atenção para a precariedade dos computadores do laboratório de informática. Os equipamentos são dos pregões de 2006 e 2008, com processadores Celeron, memória RAM de 512 Megabytes, HDs (10 gigabytes) e monitores CRT e LCD de 14 polegadas. Nos PCs, o *Windows XP*, o *Linux Educacional 2.0 e 3.0*⁹¹ e o *Ubuntu 12.4*⁹².

A internet é compartilhada com outros setores da escola. A conexão é muito lenta e dificulta o acesso à internet. Mas acreditamos que pode ser melhorada com o apoio governamental e da iniciativa privada.

⁸⁸A professora ficou muito fascinada com a estrela variável Mira (Omicron Ceti). Um pouco da história <http://www.zenite.nu/mira-a-maravilhosa/>.

⁸⁹Houve um edital do CNPq para Iniciação Científica Júnior mas limitado no quantitativo de bolsas.

⁹⁰O AstroEngenharia começou com quatorze estudantes. Na primeira semana, um mudou de escola, por isso, em alguns casos, temos treze estudantes, a exemplo da Seção 4.2.1, que é o perfil dos multiplicadores. Em outro caso, é o da Seção 5.2, com onze estudantes, que trata da avaliação final das atividades.

⁹¹http://webeduc.mec.gov.br/linuxeducacional/pagns/down_isos.php.

⁹²<https://www.ubuntu.com/>.

Com base nas limitações tecnológicas, assinaladas em pesquisa anterior (AMORIM FILHO, 2010) e mantidas na atual, sondamos a possibilidade de realizarmos o estudo e o acesso remoto na modalidade à distância. A sondagem se mostrou positiva, pois apontaram a possibilidade de acessar a internet nas suas casas. Eles consideraram "Bom" e "Muito Bom" estudar pela rede mundial de computadores. Apontaram a disponibilidade de se dedicar ao projeto entre duas e três horas diárias.

4.2.1 Módulos JAC

A concepção dos módulos "Jornadas de Astronomia Usando o Computador (JAC)" teve por meta, oferecer material de estudo adequado aos propósitos da formação dos estudantes multiplicadores.

Os módulos foram planejados com base em informações, obtidas no questionário do "Perfil dos Multiplicadores". Para compor o conteúdo dos módulos, elaboramos questões e agrupamos conforme a Tabela 4.2⁹³, classificando-as em informações gerais e específicas, de modo a contemplar nos primeiros, as ferramentas e os recursos necessários aos segundos, que estão relacionados aos três pilares apontados na justificativa.

Tabela 4.2 – Questões utilizadas na produção do conteúdo dos módulos JAC.

| Números das questões utilizadas para a produção dos módulos JAC | Informações |
|---|-------------|
| 10, 12 e 22 | Gerais |
| 11; 13 e 14; 15, 18 e 24; 19, 20, 21, 23; 16, 17 e 24; 25. | Específicas |

Em algumas questões, perguntamos sobre o formato FITS e onde encontrá-lo para a atividade com a falsa cor. Apesar de assinalarem o conhecimento, é possível que eles estejam confundindo com o GIF e o JPEG muito comuns na internet e nos livros didáticos.

Perguntamos sobre catálogos da Astronomia. Como temos estudantes com diferentes níveis de conhecimento sobre o projeto é possível que estejam fazendo referência ao Catálogo Messier. Para o AstroEngenharia, o catálogo é o principal referencial para uso do telescópio remoto na escola.

⁹³Apêndice A.

Nos questionamentos sobre os avanços científicos e tecnológicos da Astronomia, aplicados aos aparelhos móveis, destacaram-se o *Sky Map*⁹⁴ e o *Stellarium*⁹⁵ para se familiarizar com a observação do céu. Os aparelhos móveis e determinados aplicativos, tem grande potencial educativo e devem ser explorados no ensino da Astronomia, por isso, que inserimos a questão no perfil.

Na questão sobre a Lua, constatamos que reconhecem o relevo lunar acidentado. Nesse sentido, buscamos mostrar aos estudantes que é possível medir uma cratera a aproximadamente 380 mil quilômetros da Terra.

O fato é que o estudo da Lua precisa ser retomado nas escolas. Iniciativas como o “Luar do Sertão”, com a “Noite CETV da Observação da Lua” e a sua congênere internacional⁹⁶ são oportunas para se motivar tal retomada.

No CETV, a observação é uma prática constante do AstroEngenharia (ver Seção 6.4). Incentivá-la, na escola, faz parte do esforço de manter uma tradição científica, da observação do céu, aprimorada pela luneta galileana.

Caniato (2010, p.109-110) nos chama à reflexão, sobre a observação noturna, frente aos avanços tecnológicos da Astronomia ao falar que

Hoje, os astrônomos profissionais quase já não olham para o céu com os próprios olhos. Olham para as telas dos computadores que, por sua vez, automaticamente, apontam os telescópios e vão analisando e interpretando os dados que recebem de fotômetros, espectrógrafos e interferômetros e outros sensores. É claro que isso exige cada vez mais conhecimento especializado e de alta complexidade, especialmente de Física e de teorias que estão, algumas, no horizonte de nossa compreensão. Mas desfrutar da beleza do luar ou contemplar o céu estrelado para apreciar sua beleza abismal e sua sugestão de nossa pequenez ainda é a principal característica do Homo Sapiens.

A inserção da observação remota da Astronomia, a exemplo da nossa proposta com o telescópio remoto, é fundamental pelo atual avanço científico e tecnológico que representa. Porém, devemos reconhecer que é prazeroso saber observar a olho nu ou com equipamentos o céu sobre nossas cabeças. Durante a formação de mestrado tivemos as duas oportunidades de realizá-las.

⁹⁴<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.stardroid&hl=pt>.

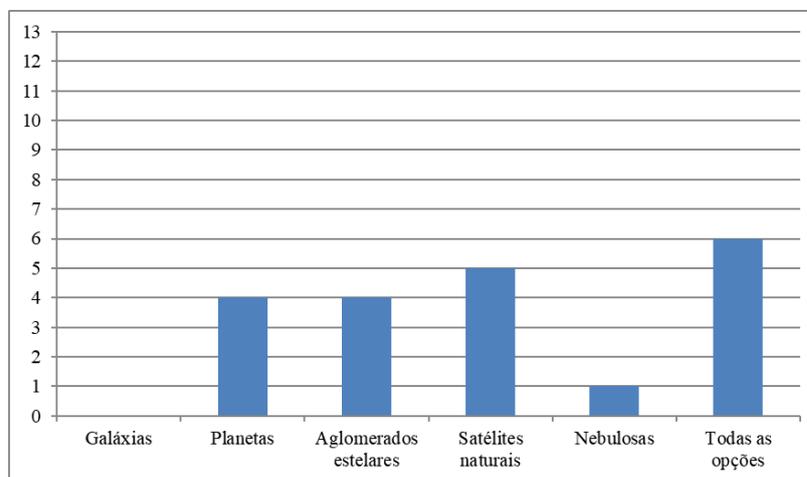
⁹⁵<http://www.stellarium.org/pt/>.

⁹⁶<http://observethemoonnight.org/>.

Na primeira, com o Professor Dr. Marildo G. Pereira, na disciplina AST 307 - Instrumentação em Astronomia, aprendemos a utilizar telescópios e a reconhecer suas limitações. E na disciplina AST 304 - Desenvolvimento e Produção de Material Didático, construímos a luneta galileana⁹⁷. Na segunda, com o Professor Dr. Eduardo B. de Amôres, na disciplina AST 303 - Aplicativos Computacionais no Ensino de Astronomia, vivenciamos os avanços tecnológicos das observações automatizadas e aprendemos a aplicá-las nas atividades escolares.

Dando continuidade à discussão, sobre a tecnologia da observação remota, nos gráficos, sobre telescópio remoto, as respostas sinalizaram o conhecimento sobre o equipamento. Sobre os objetos que podem ser observados remotamente, as opções no Gráfico 4.1⁹⁸ refletiram o desconhecimento do seu potencial de observação. Tal resultado está relacionado ao fato de que apenas alguns dos estudantes, da geração atual, tiveram a oportunidade de conhecer o potencial do equipamento remoto.

Gráfico 4.1 Objetos que podem ser observados por um telescópio remoto.



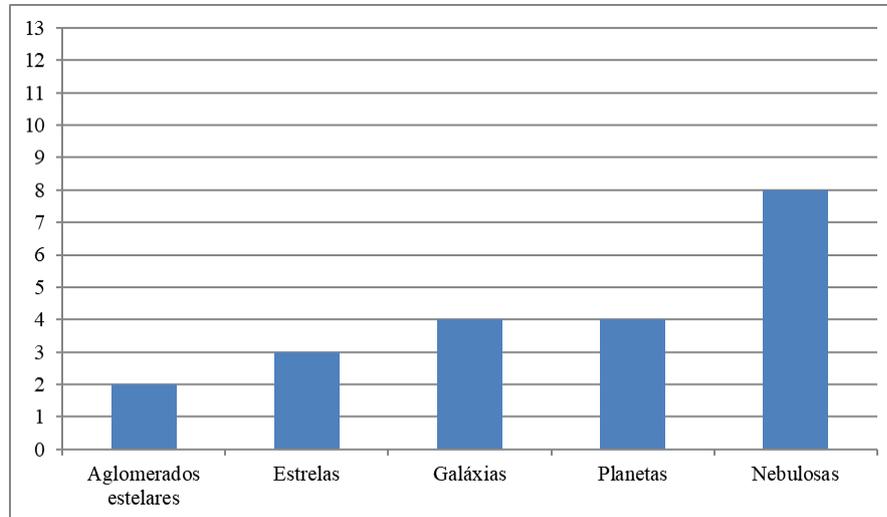
No Gráfico 4.2, os estudantes apesar de evidenciar suas dúvidas quanto ao potencial do telescópio remoto, no gráfico anterior, revelaram os seus interesses para observação remota, com destaque para as nebulosas. Em projeto anterior, para a FECIBA⁹⁹, o relatório apontou o interesse do público pelas nebulosas. Na atividade com a imagem em falsa cor (ver Seção 4.5), predominaram as nebulosas M16 (Águia), M42 (Órion) e M 20 (Trífida).

⁹⁷<https://pergaminhocientifico.wordpress.com/2015/04/27/a-luneta-de-galileu/>.

⁹⁸Os valores no Gráfico 4.1 foram obtidos de questão de múltipla escolha. No Gráfico 4.2, os valores foram obtidos de questão aberta.

⁹⁹<http://escolas.educacao.ba.gov.br/FECIBA1>.

Gráfico 4.2 Qual objeto da Astronomia você tem interesse de estudar?



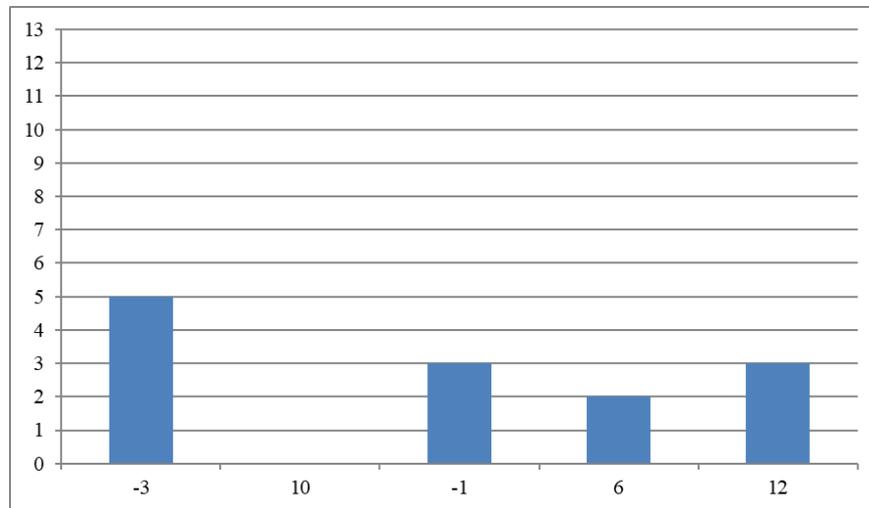
Um dos pilares do projeto é o telescópio remoto. Como se trata de um sistema automatizado, indiferente às intempéries e a montagem equatorial, a preocupação girou em torno de saber o que é necessário para obter as imagens adequadas. As respostas foram negativas para as perguntas: "Você sabe o que é tempo de exposição?", "Você conhece os tipos de filtros utilizados para observação na Astronomia?" e "Você sabe qual formato das imagens utilizadas na Astronomia?". As questões são elementos fundamentais para se conseguir as imagens e processá-las com sucesso.

Em relação à primeira pergunta, o aprendizado ocorreu na utilização da interface na *Web*. A partir do momento em que clicavam e o sistema sinalizava com a mensagem verde ou vermelha, que a opção estava certa ou errada, compreendiam que precisavam conhecer melhor o objeto. Na segunda, eles verificaram que alguns objetos, como as nebulosas, apresentavam mais de uma opção de filtro.

Na última pergunta, a partir do momento em que baixaram as imagens, perceberam que se tratava de um formato diferente. Ao tentar abrir, com os *softwares* conhecidos por eles, as imagens não abriam.

Outra informação importante, relacionada ao tempo de exposição e filtros é sobre o brilho dos objetos. No Gráfico 4.3, cinco estudantes souberam reconhecer como o menor valor negativo entre as opções.

Gráfico 4.3 – Qual o valor para a estrela a mais brilhante?



Após a exposição, queremos ressaltar a importância das discussões suscitadas, com o perfil dos estudantes multiplicadores. As informações obtidas revelaram a necessidade de retomar a discussão de conceitos importantes para a execução das atividades com os veteranos, bem como introduzir os mais novos na discussão.

4.2.2 Revistas em Quadrinhos do Observatório Nacional

Em um dos módulos JAC, utilizamos as Revistas em quadrinhos¹⁰⁰ do Observatório Nacional. Apenas "A história do Universo: do *Big Bang* a origem do homem" não faz parte do acervo do ON¹⁰¹. A nossa opção pelas publicações ocorreu devido à proposta científica que se mostrou adequada aos propósitos da formação pretendida.

A estratégia com o material impresso foi despertar a curiosidade e motivar o estudo científico do Universo. A dinâmica consistiu em apresentá-las aos estudantes e deixar que escolhessem o seu primeiro tema. Após a primeira leitura, em esquema de rodízio, os estudantes compartilhavam as revistas.

Na Figura 4.7, estão presentes oito temas utilizados como estratégia de estudo para os estudantes.

¹⁰⁰Superando uma trajetória de preconceitos e rejeição, as histórias em quadrinhos são consideradas, hoje, a nona arte e marcam presença não apenas como forma de entretenimento, mas como objeto de estudo no meio acadêmico em todo o mundo. Fonte: <http://www5.usp.br/34235/trajetoria-da-pesquisa-em-hqs-no-brasil-e-tema-de-lancamentos-da-eca/>.

¹⁰¹Disponível em: http://mauad.com.br/index.php?route=product/product&path=114_173&product_id=20773.

Figura 4.7 - Temas das revistas em quadrinhos do Observatório Nacional para o público infanto-juvenil.



Fonte: <http://www.on.br/index.php/pt-br/conteudo-do-menu-superior/34-acessibilidade/114-material-divulgacao-daed.html>

Na Figura 4.8, temos a avaliação de estudante do projeto, que será discutida posteriormente, na Seção 5.2, com algumas ressalvas, por merecer a devida atenção dos autores.

Figura 4.8 - Opinião de estudante sobre a Revista do Observatório Nacional.

Ana Vitória Santos e outras 3 pessoas curtiram isso.

Ana Vitória Santos Essas revistinhas são incríveis. Amei!

A impressão das revistas foi possível com o apoio da Professora Dra. Vera A. F. Martin, coordenadora do Mestrado Profissional em Astronomia da UEFS. No Apêndice I, temos o questionário aplicado para a avaliação da publicação pelos estudantes.

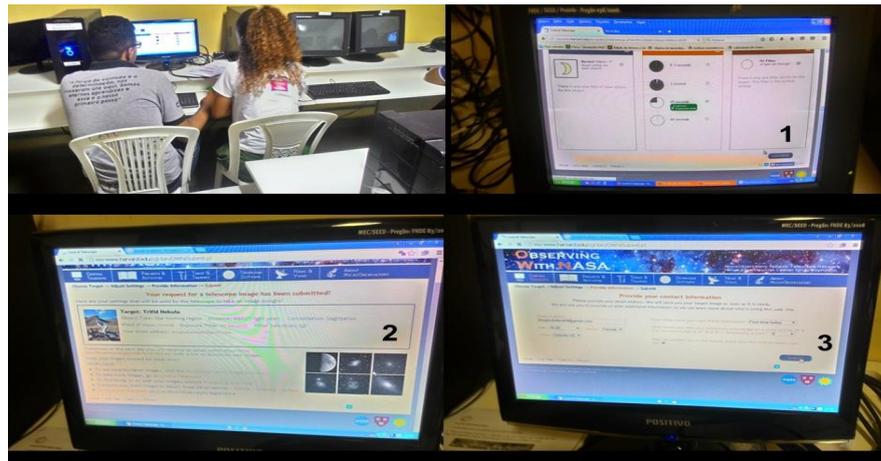
4.3 Banco de Imagens do CETV

A concepção do banco de imagens do CETV surgiu da necessidade de obtê-las, para as atividades com crateras lunares e imagem em falsa cor. Nossa intenção, por conta das dificuldades iniciais, é obter para o AstroEngenharia, imagens nas diversas categorias de objetos.

Inicialmente, o apoio do orientador da pesquisa ao disponibilizar as imagens trabalhadas na sua disciplina foi fundamental, assim como as orientações de como obtê-las e analisá-las. A atividade consistiu no uso do tutorial (Apêndice C) para acessar o Observando com NASA e solicitar as imagens, conforme formulário (Apêndice H). Essa atividade foi muito importante porque tiveram a oportunidade de discutir quais parâmetros estavam adequados ao objeto a ser solicitado.

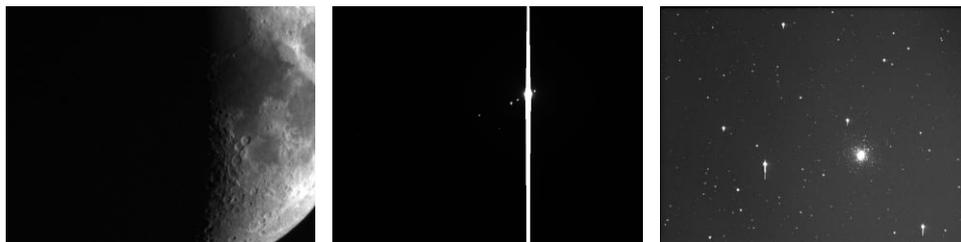
Na Figura 4.9, os estudantes preencheram o formulário que solicitava informações sobre local do acesso, data, hora (solicitação e recebimento), nome do telescópio, categoria do objeto (Messier ou NGC), após selecionar os parâmetros de observação compostos de campo de visada, tempo de exposição e seleção de filtro (1), confirma o pedido (2) e feedback (3).

Figura 4.9 - Sequência da tela dos parâmetros de configuração do *Observing With NASA*.



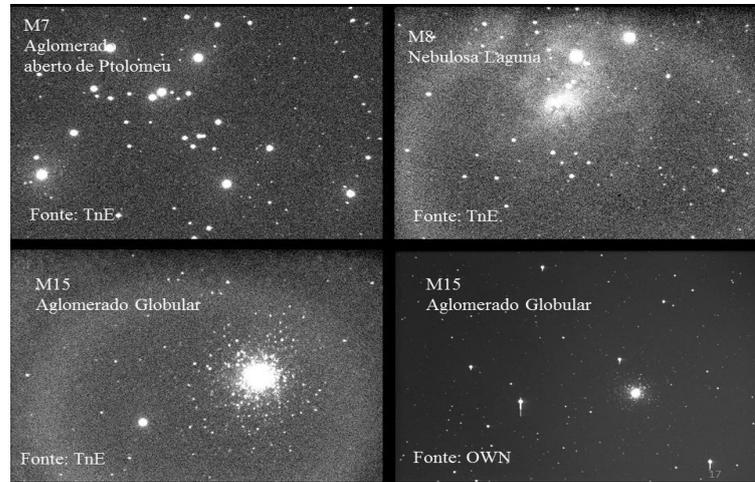
A atividade nos retornou muitas imagens como nas figuras 4.10 e 4.11. Na continuidade da investigação, ocorrerá a seleção das imagens adequadas, conforme o propósito de criar o banco de imagens do AstroEngenharia, aprofundar o estudo do Catálogo Messier e da Lua, de modo a avançar para outras etapas da investigação.

Figura 4.10 – Imagens da Lua, Júpiter e suas luas e objeto M15.



Fonte: Observando com NASA.

Figura 4.11 – Outras imagens obtidas do TnE (M7, M8 e M15) e do OWN (M15).



Fonte: Telescópios na Escola e Observando com NASA.

4.4 Medindo as crateras lunares

A atividade consistiu em obter o diâmetro das crateras lunares. A concepção da atividade contempla a Noite Internacional da Observação da Lua¹⁰². Nossa proposta, em conjunto com o evento, incentiva a retomada do estudo da Lua na escola. Propomos, desde o estudo dos mitos, as pesquisas atuais e os efeitos na dinâmica terrestre¹⁰³. Mas, enfatizamos as transformações da superfície lunar com o estudo das crateras lunares.

Para apoiar a atividade, utilizamos o tutorial do DS9 (AMÔRES, 2014) e a ferramenta "Círculo", além do programa *QuickMap*¹⁰⁴ da missão LRO¹⁰⁵ para identificar as crateras. No intuito de agilizar o cálculo, desenvolvemos um tutorial, para criação de planilhas no Excel (Apêndices K, L e M).

A atividade é a oportunidade de esclarecer dúvidas como "[...] a Lua influencia no crescimento das plantas e dos cabelos" (LANGHI e NARDI, 2012, p.97). Acreditamos que o estudo das crateras lunares é a oportunidade de rever a persistência do senso comum sobre nosso satélite natural, e também de que é importante obter o apoio da Física e da Matemática porque os estudantes precisam se familiarizar com cálculos úteis a Astronomia (raio, diâmetro, distâncias angulares, etc.).

¹⁰²Nossa escola é pioneira na difusão do evento.

¹⁰³Temos no mestrado uma investigação do mestrando Marcos Antonio sobre o efeito de marés que pode nos auxiliar na abordagem multidisciplinar proposta.

¹⁰⁴<http://target.lroc.asu.edu/q3/#>.

¹⁰⁵https://www.nasa.gov/mission_pages/LRO/main/.

4.5 Imagens em falsa cor

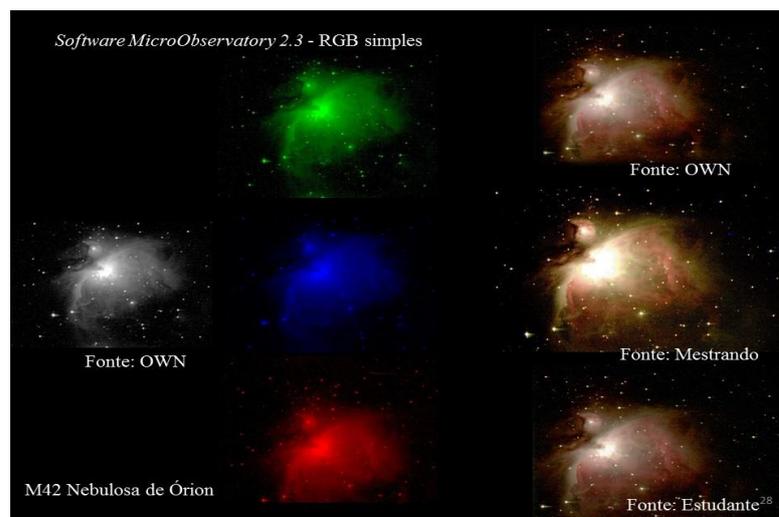
As imagens magníficas capturadas pelo telescópio Hubble fascinam as pessoas com suas cores deslumbrantes. A decepção vem assim que visualizam o objeto por um telescópio porque

Muitos objetos cujas imagens foram obtidas com telescópios profissionais sequer se encontram em comprimentos de onda detectados pelo olho humano! Nesse caso, os astrônomos profissionais atribuem a esse comprimento de onda uma cor que o olho humano consiga ver, isso é geralmente chamado de falsa cor ou cor representativa (Read, 2016, p.14).

Nossa justificativa para destacá-la como atividade deu-se por sugestão do Professor Dr. Eduardo B. de Amôres. A orientação do professor nos levou a pesquisar meios de obter as imagens, processá-las e atribuir-lhes a falsa cor. Como estávamos buscando uma atividade para incentivar o estudo dos objetos Messier, a proposta foi bem recebida pelos estudantes e se destacou pelo envolvimento em obtê-las.

A atividade consistiu na utilização de tutoriais (Apêndice C) para obter e processar as imagens com o *software* apropriado (Apêndice F) e, em seguida, combiná-las com os filtros RGB. Produzimos, então, a imagem em falsa cor do M42 (Nebulosa de Órion). Na Figura 4.12, os resultados com a combinação dos referidos filtros.

Figura 4.12 - Sequência comparativa das imagens.



Na continuidade da atividade, os estudantes, curiosos pela descoberta anterior, produziram, nas figuras 4.13 e 4.14, a falsa cor do M16 (Nebulosa da Águia) e do M20 (Nebulosa Trífida).

Figura 4.13 - M16 (FITS) sem tratamento (1) e combinada com os filtros RGB (2 e 3) e no formato JPEG (4).

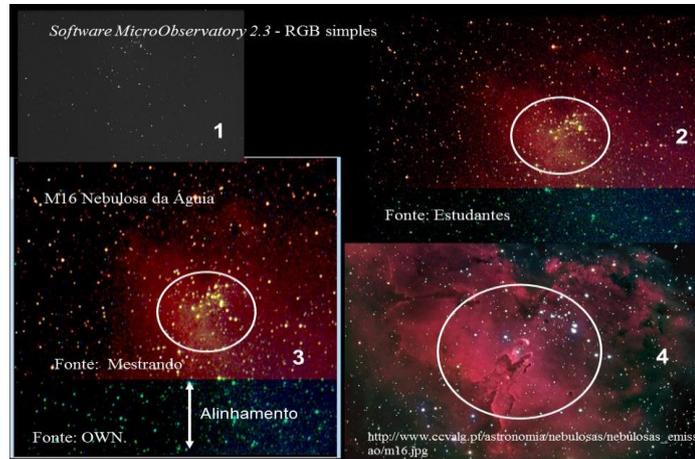
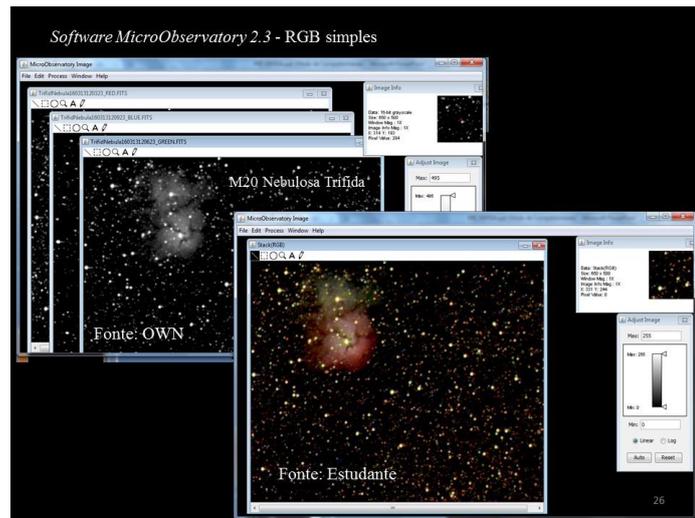


Figura 4.14 – O processo de combinação dos filtros RGB.



A atividade foi muito importante para desfazer o senso comum de que "Ao observar através de um telescópio, é possível ver uma nebulosa ou galáxia colorida, tal qual aparecem nas fotos das fontes bibliográficas" (LANGHI e NARDI, 2012, p. 103).

A proposta da atividade, portanto, teve por objetivo trabalhar os objetos Messier e desfazer o equívoco da imagem deslumbrante. Além de mostrar que é possível ao público escolar obter a imagem colorida.

A atividade mencionada mostrou como trabalhar com os filtros RGB, no modo mais simples. Mas, é possível produzir a imagem no modo avançado. Nesse caso, o *MicroObservatory* propõe outro tutorial, que é incorporar ao conjunto de imagens RGB, o arquivo DARK para se chegar a um resultado com menor interferência luminosa.

Todavia, tendo em vista o estudo de Roche et al. (2008, p. 235, tradução nossa), é pertinente esclarecer “por que os professores usam telescópios *on-line*, quando as imagens de pesquisa profissional dos telescópios mais poderosos do mundo estão disponíveis gratuitamente *on-line*?”.

O autor nos diz que “[...] o benefício dos telescópios *on-line* não vem simplesmente das imagens, mas de trabalhar com elas: processá-las e interpretá-las no contexto de um projeto convincente” (ROCHE et al., 2008, p. 235, tradução nossa). É evidente que não se trata apenas de obter as imagens, mas de estimular processos cognitivos mais elaborados, que envolvem trabalhar todas as informações científicas contidas nelas, o que tem muita relação com as orientações de Vygotsky, na superação dos conceitos cotidianos ou espontâneos pelos científicos (REGO, 2014).

Para Roche et al. (op. cit., p.236, tradução nossa)

[...] muitos alunos têm dificuldade em interpretar essas imagens; Eles têm dificuldade em entender a natureza da cor falsa, ou o tamanho, escala, localização e natureza dos objetos celestes. Trabalhando com suas próprias imagens primeiro, os alunos constroem um contexto para interpretar o "quadro maior" proporcionados por imagens e dados profissionais.

Sendo assim, para se chegar ao “quadro maior”, acreditamos que o primeiro passo é justamente superar os conceitos cotidianos (GIF, JPEG, etc.) pelos científicos (FITS, etc.) e, a partir daí, atuar na Zona de Desenvolvimento Proximal, buscando identificar o que configura o desenvolvimento real e focar nas próximas atividades que possam se beneficiar do desenvolvimento potencial dos estudantes.

Destacamos nesta fase a necessidade de um trabalho multidisciplinar sobre as propriedades da imagem FITS e a sua composição no formato RGB. Nesse sentido, enfatizamos a importância e a continuidade da atividade, principalmente com a Biologia¹⁰⁶ e a Física¹⁰⁷.

¹⁰⁶Na Disciplina Tópicos Transversais ministrada pela Professora Dra. Vera A. F. Martin, trabalhamos uma atividade sobre o olho humano relacionada a pesquisa da mestranda Iranéia Campos e que pode auxiliar na investigação.

¹⁰⁷Em relação à Física, os estudantes desconhecem ou não compreendem a importância do comprimento de onda. Nesse sentido, o projeto sobre radiotelescópios, do mestrando Marcelo Lago pode auxiliar a compreendê-lo, a partir do estudo das emissões de rádio de planetas, estrelas, galáxias, entre outros objetos.

4.6 Produtos Educacionais

As atividades nos levaram a utilizar materiais existentes e a desenvolver outros para apoiar o uso da tecnologia da observação remota na escola. Os materiais produzidos foram muitos úteis conforme destacado pelos estudantes na Seção 5.2. Os mesmos poderão ser utilizados em outras escolas e submetidos a uma avaliação mais abrangente contribuindo para o seu aperfeiçoamento. Segue abaixo, a relação do que enfatizamos como produtos educacionais.

- Banco de imagens: Propõe a criação do banco de imagens FITS, principalmente dos objetos Messier e da Lua. Elaboramos um formulário para a identificação, solicitação e a catalogação do objeto (Apêndices H e U);
- Imagem em falsa cor: Propõe o estudo do Catálogo Messier, a partir da produção de imagens em falsa cor dos objetos Messier. Elaboramos tutoriais de acesso e operação do telescópio remoto da NASA e de processamento da imagem com o *software MicroObservatory Image 2.3* (Apêndice F);
- Medindo as crateras lunares: Propõe o estudo da Lua, a partir da medição das crateras lunares. Produzimos tutoriais para o *QuickMap* (Apêndice E) e uso do *software DS9* (Apêndice D);
- Módulos Jornada de Astronomia usando o Computador (JAC): Propõe a sistematização do que foi produzido para a formação e avaliado pelos estudantes com o suporte das revistas em quadrinhos do Observatório Nacional;
- Planilha: Propõe o uso de planilhas para agilizar as atividades no laboratório de informática (Apêndices J, K e L);
- Quadro Conteúdo – Relação com Telescópio Remoto: Propõe a articulação do telescópio remoto com as áreas/componentes curriculares com sugestões de temas de estudo (Apêndice T);
- Questionários: Propõe o uso de diversos questionários para coletar informações acerca das atividades a ser realizadas (Apêndices M, N, O, P, Q, R e S);
- Tutoriais: Propõe diversos tutoriais para orientar o envolvimento do público com a dinâmica de trabalho do astrônomo profissional.

No presente capítulo, traçamos o perfil do público-alvo relacionado à dinâmica de formação de um grupo de estudantes multiplicadores do Ensino Médio. A dinâmica contemplou a leitura de revistas em quadrinhos e a realização de atividades com banco de imagens FITS, crateras lunares e imagem em falsa cor.

Os módulos JAC enfatizaram o uso da tecnologia da observação remota, computadores, formulários, planilhas e *softwares*. Como suporte das atividades, produzimos diversos tutoriais para obtermos as imagens FITS, calcular o diâmetro das crateras lunares e combinar as imagens RGB.

Durante a realização das atividades aplicamos questionários com o objetivo de avaliar o material produzido, o processo formativo, conhecer as dificuldades dos estudantes em realizá-las, suas críticas e sugestões. No próximo capítulo, apresentaremos a análise e a discussão de resultados obtidos a partir do pré-teste, pós-teste e questionários.

CAPÍTULO 5 - ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na emenda
 Amarre a corda direito
 Na emenda
 Pra corda não rebentar
 Na emenda
 Mas dê um nó de respeito
 (Trio Nordestino)

As análises dos resultados da presente Dissertação foram divididas em duas seções de discussão. Na primeira seção, a apresentação e a discussão do pré-teste e pós-teste. O foco do instrumento foi sondar a compreensão dos estudantes para seis importantes temas da Astronomia (Conceito, Cosmologia, Sistema Solar, História da Astronomia, Astrofísica e Evolução Estelar). Na segunda seção, que também não deixou de sondar a compreensão, no entanto, o objetivo mais abrangente consistiu em obter dados mais críticos e sugestões sobre a própria formação proposta pelo AstroEngenharia, além de informações mais detalhadas do processo formativo, contemplado em quatro categorias de atividades (crateras lunares, falsa cor, revistas em quadrinhos e formação do Astroengenharia) e de seus respectivos resultados.

5.1 Do pré-teste ao pós-teste

A concepção do pré-teste e do pós-teste teve por objetivo acompanhar a aprendizagem dos estudantes. Dessa forma, buscamos a partir de suas respostas, aprimorar a proposta de forma a esclarecer os avanços, as lacunas ou os retrocessos na formação dos multiplicadores. Nesse sentido, utilizamos as revistas em quadrinhos do Observatório Nacional (ON), como um dos referenciais¹⁰⁸ de temas de estudo do Universo. As questões foram reproduzidas do sítio Racha Cuca¹⁰⁹, com algumas modificações, buscando articular os enunciados com os temas contidos nas publicações.

¹⁰⁸Optamos pelas revistas devido à autoria e por ser, com algumas ressalvas, um material adequando para o público jovem.

¹⁰⁹ <https://rachacuca.com.br/quiz/fisica/astrologia/>.

Tendo em vista a intenção de conhecer o potencial das revistas, sem o conhecimento prévio dos estudantes do seu conteúdo, aplicamos o pré-teste e, em seguida, apresentamos a publicação. No primeiro contato, escolheram o título do seu interesse. Na leitura seguinte, o esquema de rodízio entre eles. Como alguns títulos passaram mais tempo com um ou outro estudante, disponibilizamos o *link*¹¹⁰ das revistas. Não houve a possibilidade de aplicar integralmente a estratégia que incluía a ficha de leitura e a roda de conversa com o astrônomo.

Em relação ao intervalo da aplicação do pré-teste para o pós-teste, o primeiro ocorreu no início da formação e o segundo, ao final, com o intervalo de aproximadamente sete meses¹¹¹.

Para a resolução das questões pelos estudantes, adotamos o critério das participações na primeira e na segunda aplicação. Houve a exclusão de três estudantes, por não estarem presentes no pré-teste, e de outros três que se desligaram do projeto alegando dificuldade de comparecer aos encontros.

Apenas oito participantes, puderam responder as indagações propostas. Por se tratar de um trabalho específico, com um grupo de estudantes, pretendemos no futuro ampliar a sua aplicação para um público maior; mas, salientamos que os estudantes, que tiveram seus questionários excluídos, no pré-teste, participaram do processo de leitura das revistas em quadrinhos e suas impressões foram apenas contabilizadas nos questionários da análise das atividades com banco de imagens, crateras lunares e imagem em falsa cor.

Aplicamos então, 35 questões, de múltipla escolha, padronizadas com quatro alternativas e, para fins de análise das respostas, agrupamos em cinco temas (Tabela 5.1). As questões do pré-teste e reaplicadas no pós-teste estão inseridas nas orientações curriculares da Educação Básica (PCNEM, 2000; PCN+, 2002).

Tabela 5.1 - Distribuição das Questões por Temas.

| Temas | Questões |
|----------------------------------|---|
| 1. Conceito | 1. |
| 2. Cosmologia | 2. |
| 3. Sistema Solar | 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17. |
| 4. História da Astronomia | 18, 19, 20, 21 e 22. |
| 5. Astrofísica | 23, 24, 25 e 26. |
| 6. Evolução Estelar | 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34 e 35. |

¹¹⁰<http://www.on.br/index.php/pt-br/conteudo-do-menu-superior/34-acessibilidade/114-material-divulgacao-daed.html>.

¹¹¹Neste período houve diversos contratemplos, como paralisações, entre outras interferências no processo.

Nas análises, reagrupamos as questões em blocos de respostas contendo quadros com o número das questões, perguntas e respostas, para o pré-teste e o pós-teste, indicando o percentual de acertos. No entanto, faremos algumas discussões isoladas, quando for necessário enfatizá-la. Nos apêndices estão disponibilizados o questionário e o gabarito.

Para os temas 1 e 2, contendo uma questão cada, que versam sobre "Conceito" e "Cosmologia", respectivamente, ocorreu 100% de acertos no pré-teste e 87% no pós-teste; houve uma resposta errada no pós-teste. A alternativa incorreta assinalada foi "velocidade", mas geralmente é associada à medida de "tempo".

No pré-teste e no pós-teste, do Tema 2, houve 100% de aproveitamento. A questão para o Tema 1 foi, "A medida de ano-luz...", e para o Tema 2, "Como se chama a expansão ocorrida há cerca de 13,7 bilhões de anos que deu início ao espaço, ao tempo e à matéria?". Pelo exposto, a Teoria do *Big Bang* é reconhecida para explicar a origem do Universo.

O Tema 3 foi "Sistema Solar", contendo 15 questões e divididas entre os quadros 5.1, 5.2 e 5.3. Destacamos no primeiro grupo de questões, a de número 3, que aborda a distância Terra-Sol, pois não apresentou nenhuma resposta correta no pré-teste e apenas duas corretas no pós-teste. É algo que chama a atenção por se tratar de uma distância que se mostrava bastante difundida.

Em seguida, a Questão 6 relacionada a estrela Próxima do Centauro, por ser também uma informação muito difundida. Para fins de comparação, na Questão 3, a opção incorreta assinalada correspondeu a bilhões¹¹². Ainda na Questão 6, boa parte das respostas, no pré-teste, foi para Sírius e Betelgeuse. No pós-teste manteve Sírius e alterou para Alpha do Centauro. Talvez, nessa questão, a confusão esteja relacionada a confundi-la como a mais brilhante.

Com relação às questões 4, 5 e 7, houve aumento de acertos no pós-teste. Particularmente nas questões 4 e 5, por se tratar de elementos do Sistema Solar nem sempre presentes ou devidamente ilustrados no livro didático¹¹³. É possível que a leitura da revista tenha ajudado nos acertos.

¹¹²Sugerimos a atividade "O Sistema Solar em Escala Reduzida", como forma de consolidar tal distância. http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=pmd&cod=_pmd2005_i3701.

¹¹³Consultamos dois livros de Ciências e de Geografia, do 6o ano, adotados no PNLD 2017-2019. Em um dos livros é citado na ilustração apenas o Cinturão de Kuiper. No outro, são citados o Cinturão de Asteroides e o de Kuiper, sem ilustração. Nos livros de Geografia, apenas um destaca o Sistema Solar e sem referência aos cinturões.

Na Questão 7, nossa expectativa foi confirmada, por Sirius ser destacada a estrela mais brilhante.

Quadro 5.1 - Questões sobre o Sistema Solar.

| Questão 3 - Quantos quilômetros a Terra está distante do Sol? (149,45 milhões de quilômetros) | | Questão 4 - Entre quais planetas se encontra o cinturão de asteróides? (Júpiter e Marte) | | Questão 5 - Qual a região que marca o fim do Sistema Solar? (Nuvem de Oort) | | Questão 6 - Como se chama a estrela mais próxima de nosso Sistema Solar? (Próxima Centauri) | | Questão 7 - Qual a estrela mais brilhante do céu noturno? (Sirius) | |
|--|------------------|---|------------------|--|------------------|--|------------------|---|------------------|
| Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste |
| 0% | 25% | 37,5% | 50% | 25% | 50% | 0% | 12,5% | 75% | 75% |

Fonte: <https://rachacuca.com.br/quiz/fisica/astrologia/>.

No segundo grupo, alguns destaques a serem considerados. Como exemplo, no Quadro 5.2, a Questão 8, sem acertos no pré-teste e apenas dois no pós-teste. Mas observamos que a estrutura solar¹¹⁴ não aparece destacada nos livros didáticos¹¹⁵.

Na Questão 9, houve redução do acerto, que pode estar relacionado a dúvidas quanto ao conceito de massa.

Em relação à Questão 12, o predomínio das incorretas evidenciam dúvidas sobre a existência ou não dos anéis dos planetas gasosos, atribuídos com maior ênfase ao planeta Saturno¹¹⁶.

Destacamos, no grupo, as questões 10 e 11 por terem relações de grande impacto na re categorização dos planetas¹¹⁷, mostra-se reconhecido pelos estudantes (na Questão 5, souberam reconhecer o limite do Sistema Solar). Desse modo, grande parte dos estudantes reconhecem Netuno como o último planeta, antes da Nuvem de Oort, e a razão da reclassificação de Plutão¹¹⁸.

¹¹⁴Embora apareça a estrutura solar na revista do Observatório Nacional sobre Sistema Solar (p. 14).

¹¹⁵Não fizemos um estudo profundo do tema, mas uma consulta nos livros de Ciências e Geografia, do 6o ano, para o PNDL 2017-2019, não encontramos a identificação da estrutura solar.

¹¹⁶No livro de Geografia, do 6o ano, a figura do Sistema Solar, ilustra os quatro planetas gasosos, mas a representação é comprometida, porque dois aparecem com "detritos" ao seu redor e nos outros dois, repete-se os "detritos" e anéis. Talvez os "detritos" sejam a representação das luas. Na revista citada, a própria representação não ilustra os planetas Júpiter e Netuno com anéis.

¹¹⁷<http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/aprendendo-basico/sistema-solar/plutao.html>.

¹¹⁸<http://www.oba.org.br/Pdf/textsistemasolar.pdf>.

Quadro 5.2 - Questões sobre o Sistema Solar.

| Questão 8 - Como se chama a parte visível do Sol? (Fotosfera) | | Questão 9 - Quais os fatores que influenciam para que os planetas tenham formato esférico? (Força de atração da gravidade e massa do planeta) | | Questão 10 - Qual é o planeta mais distante do Sol? (Netuno) | | Questão 11 - Por que Plutão foi reclassificado a nova categoria de planeta-anão? (Por não ser o objeto dominante na sua órbita) | | Questão 12 - Os anéis são características de quais planetas? (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno) | |
|--|------------------|--|------------------|---|------------------|--|------------------|--|------------------|
| Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste |
| 0% | 25% | 75% | 50% | 50% | 62,5% | 12,5% | 50% | 12,5% | 12,5% |

Fonte: <https://rachacuca.com.br/quiz/fisica/astronomia/>.

No último grupo, no Quadro 5.3, destacamos as questões 13 e 14. Na primeira, por causa de um reduzido avanço do pré-teste para o pós-teste. Talvez a falta de maiores explicações sobre a formação dos planetas, em rochosos e gasosos, explique o baixíssimo resultado. Na segunda, a redução de acertos no pós-teste.

A observação das alternativas incorretas, no pré-teste e pós-teste, nos permite concluir que, a redução pode estar relacionada ao fato de que, geralmente os planetas mais destacados no céu são Marte e Vênus.

Para finalizar o grupo, destacamos os acertos das questões 15, 16 e 17, por possuírem algo em comum, que consiste na divulgação de notícias sobre tais objetos. Por exemplo, na Questão 15, com as frequentes missões e filmes sobre Marte. Na Questão 16, por conta da lua Titã, de ser o principal satélite natural de Saturno e as pesquisas terem revelado a existência de metano líquido na sua superfície.

Quadro 5.3 - Questões sobre o Sistema Solar.

| Questão 13 - Quantos são os planetas gasosos e rochosos, respectivamente? (4-4) | | Questão 14 - Os planetas que podemos ver da Terra a olho nu, são respectivamente? (Marte, Júpiter, Saturno, Vênus e Mercúrio) | | Questão 15 - Quais são os nomes dos satélites naturais de Marte? (Phobos e Deimos) | | Questão 16 - Qual o satélite natural mais conhecido do planeta Saturno? (Titã) | | Questão 17 - Qual a principal composição de um cometa? (Gelo, poeira cósmica, fragmentos rochosos e compostos orgânicos) | |
|--|------------------|--|------------------|---|------------------|---|------------------|---|------------------|
| Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste |
| 12,5% | 25% | 62,5% | 50% | 50% | 50% | 87,5% | 87,5% | 50% | 50% |

Fonte: <https://rachacuca.com.br/quiz/fisica/astronomia/>.

No Tema 4, "História da Astronomia", no Quadro 5.4, contamos com o grupo de cinco questões. Na Questão 18, destaca-se a diminuição do acerto no pós-teste sobre a autoria do Modelo Copernicano. Na Questão 19, não souberam reconhecer uma das descobertas de Johannes Kepler (1571-1630).

Na análise em particular das questões 20, 21 e 22, a associação correta entre as descobertas e seus autores, observamos que os estudantes conseguem reconhecer as descobertas mais recentes (Gravitação Universal e Relatividade), enquanto as mais antigas (Heliocentrismo e Leis de Kepler) não conseguiram identificá-las com os seus autores. Este recorte no tempo mostra a necessidade da Filosofia, Física, Geografia e História reverem seus planejamentos na escola.

Dessa forma, acreditamos ser pertinente destacar algumas respostas incorretas. Na Questão 18, predominou no pré-teste e no pós-teste a opção incorreta atribuída a Galileu¹¹⁹. Na Questão 19 do pré-teste, houve o predomínio da opção incorreta "Que os astros fazem rotação " e no pós-teste, "Que todos os astros giram em torno do Sol" e "Que as órbitas dos planetas são circulares".

Ainda sobre os erros, na referida questão, esperava-se que não houvesse dúvidas quanto às descobertas de Kepler e ao reconhecimento da translação e das órbitas circulares. Mas, é possível que os estudantes não tivessem acesso ou não tenham compreendido as Leis dos Movimentos Planetários¹²⁰ desenvolvidas pelo astrônomo alemão. Mesmo com alguns avanços no grupo de questões, ressaltamos que a formação não foi suficiente para esclarecer tais fatos, o que nos remete também aos conteúdos propostos e trabalhados pelas citadas disciplinas.

Quadro 5.4 - Questões sobre a História da Astronomia.

| Questão 18 - Que astrônomo e matemático é considerado o pai do heliocentrismo? (Nicolaus Copérnico) | | Questão 19 - O que Johannes Kepler descobriu? (a órbita dos planetas é elíptica) | | Questão 20 - Quais são as luas de Júpiter descobertas por Galileu em 1610? (Ganêmedes, Calisto, Ío e Europa) | | Questão 21 - Quem formulou a Lei da Gravitação Universal? (Isaac - Newton) | | Questão 22 - Quem formulou a Teoria da Relatividade Geral? (Albert Einstein) | |
|--|------------------|---|------------------|---|------------------|---|------------------|---|------------------|
| Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste |
| 25% | 12,5% | 0% | 12,5% | 50% | 50% | 87,5% | 87,5% | 75% | 87,5% |

Fonte: <https://rachacuca.com.br/quiz/fisica/astronomia/>.

No Tema 5, "Astrofísica", temos o Quadro 5.5 com destaque para as questões 23 a 26. Elas apresentam um bom nível de acertos, com exceção da última. Entre os destaques, a Questão 23, sobre a constelação de Órion, em saber identificá-la, a partir da estrela Alnitak, que compõe as Três Marias.

¹¹⁹Cabe aqui propor a retomada do Ano Internacional da Astronomia, comemorado no ano de 2009, para que o legado de Galileu, incentivado naquele ano, não seja esquecido nos espaços formais e informais.

¹²⁰<http://astro.if.ufrgs.br/Orbit/orbits.htm>.

Nas questões 24 e 25, destaque para o campo profundo do telescópio Hubble e para o formato da Via Láctea. Em relação ao Hubble, os estudantes mostraram-se atualizados com as descobertas do telescópio espacial, pois mantiveram os mesmos resultados no pré-teste e pós-teste.

O telescópio espacial Hubble fascina as pessoas com as suas descobertas. Após mais de 25 anos de observação, continua a surpreender os astrônomos, com imagens magníficas do Universo. Por ser um objeto que fascina qualquer pessoa, seja cientista ou não, produzimos uma maquete do telescópio exposta na Feira de Ciências.

Para finalizar, a Questão 26, sinalizando a curiosidade, observada também em trabalhos anteriores, sobre nebulosas e seus formatos peculiares.

Quadro 5.5 - Questões sobre a Astrofísica.

| Questão 23 - Qual destes grupos de estrelas está na constelação de Órion? (Betelgeuse, Rigel e Alnitak) | | Questão 24 - O que o telescópio espacial Hubble revelou na foto mais conhecida dele? (Milhares de galáxias) | | Questão 25 - Qual é o formato da nossa Galáxia? (Espiral) | | Questão 26 - Qual das alternativas a seguir apresenta um exemplo de uma nebulosa escura? (Cabeça de Cavalos) | |
|--|------------------|--|------------------|--|------------------|---|------------------|
| Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste |
| 50% | 62,5% | 87,5% | 87,5% | 75% | 75% | 37,5% | 37,5% |

Fonte: <https://rachacuca.com.br/quiz/fisica/astrofisica/>.

No último tema, "Evolução Estelar", dividido em dois grupos, nos quadros 5.6 e 5.7, reunindo as questões de 27 a 35. O tema não é muito abordado em sala de aula. Os resultados abaixo de 50%, com exceção da Questão 30 corroboram para a nossa opinião.

Apesar do certo grau de dificuldade das questões, os acertos, mostram que o estudo com as estrelas é motivador e, por isso, precisa ser abordado com mais frequência no ambiente escolar.

Quadro 5.6 - Questões sobre a Evolução Estelar.

| Questão 27 - Quando uma estrela gigante com até 20 massas morre, ela deixa um núcleo chamado de: (Estrela de Nêutrons) | | Questão 28 - Quando o Sol chegar ao final do seu ciclo se transformará em: (Nebulosa Planetária) | | Questão 29 - Qual corpo celeste é considerado o "elo perdido" entre os planetas e as estrelas? (Anã Marron) | | Questão 30 - Qual é o resultado da deformação do espaço-tempo, causada após o colapso gravitacional de uma estrela? (Buraco Negro) | | Questão 31 - Quais os três componentes básicos para formar uma estrela? (Hidrogênio, Gravidade e Tempo) | |
|---|------------------|---|------------------|--|------------------|---|------------------|--|------------------|
| Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste |
| 12,5% | 37,5% | 0% | 37,5% | 25% | 37,5% | 25% | 62,5% | 37,5% | 37,5% |

Fonte: <https://rachacuca.com.br/quiz/fisica/astrofisica/>.

No Quadro 5.7 temos as questões de 32 a 35. Dois resultados chamam a atenção, as questões 32 e 34. No primeiro, a redução do acerto no pós-teste e no segundo nenhum acerto no pós-teste.

A dúvida quanto à origem do Hélio não se trata de desconhecer a tabela periódica. Mas, é possível que não estejam familiarizados com a nucleossíntese estelar¹²¹. Para a questão referente a evolução estelar, não é uma discussão abordada com frequência na sala de aula e quando acontece não envolve a origem a partir da perspectiva da Astronomia.

Na Questão 34, os estudantes desconheciam o tempo de vida das estrelas relacionado a massa. Em contrapartida, houve aumento no acerto em relação a alguns processos da evolução estelar, como por exemplo, o elemento ferro e a anã-branca, nas questões 33 e 35, respectivamente. Algumas questões sobre estrelas são muito interessantes, como a explosão de uma Supernova. Outras questões foram facilmente compreendidas como é o caso da evolução da nossa estrela, para Anã-Branca. Podemos atribuir, então, os erros ao pouco conhecimento sobre a nucleossíntese estelar.

Quadro 5.7 - Questões sobre a Evolução Estelar.

| Questão 32 - No núcleo de uma estrela são fundidos hidrogênio em: (Hélio) | | Questão 33 - Qual elemento químico produzido por uma estrela supermassiva segundos antes dela explodir em uma supernova? (Ferro) | | Questão 34 - As estrelas mais antigas do Universo são as: (Menores) | | Questão 35 - Quando o nosso Sol morrer, ele deixará um corpo celeste denominado? (Anã-Branca) | |
|--|------------------|---|------------------|--|------------------|--|------------------|
| Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste | Pré-Teste | Pós-Teste |
| 37,5% | 12,5% | 25% | 50% | 25% | 0% | 50% | 75% |

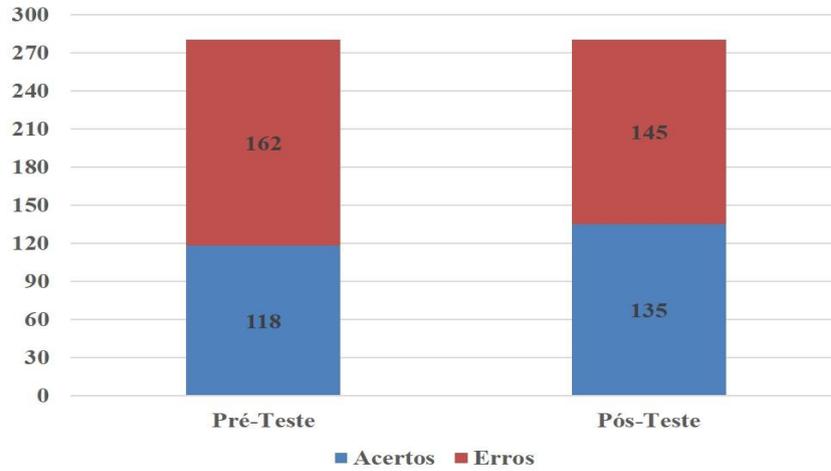
Fonte: <https://rachacuca.com.br/quiz/fisica/astronomia/>.

Uma análise geral do pré-teste e do pós-teste, a partir do Gráfico 5.1, contabilizando acertos e erros mostra avanços no final da formação. Se analisarmos os resultados do pré-teste com 118 acertos, e do pós-teste com 135 acertos, podemos dizer que houve melhoria no desempenho dos estudantes. A constatação é reforçada com a redução de erros, pois, no pré-teste contabilizamos 162 erros e no pós-teste 145 erros.

De qualquer forma, ressaltamos que muitas das questões abordadas nos instrumentos não fazem parte do cotidiano de aula dos estudantes. Muitas novidades e, certamente, dúvidas quanto à compreensão de determinados processos evolutivos das estrelas.

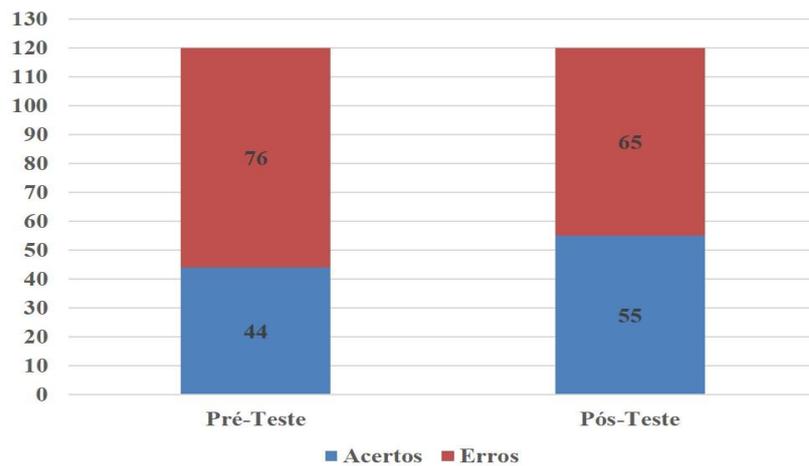
¹²¹Não houve condição de dialogar com o componente curricular de Química. Mas o dialogo proposto faz parte da proposta multidisciplinar contida no "Quadro Conteúdo-Relação com Telescópio Remoto" (ver Apêndice T).

Gráfico 5.1 - Pré-Teste e Pós-Teste Geral.



No Gráfico 5.2, é possível observar 44 acertos no pré-teste e 55 acertos no pós-teste, o que sinaliza mudanças na compreensão de temas do Universo. Na análise específica, das questões do Sistema Solar, observamos que, a exemplo do gráfico anterior, houve redução de erros, de 76 erros no pré-teste para 65 erros no pós-teste, confirmando-se avanços no estudo.

Gráfico 5.2 - Pré-Teste e Pós-Teste do Tema Sistema Solar.



Os resultados são generalizações para um grupo de estudantes com diferentes faixas etárias, séries e conhecimento os temas do Universo. Nesse sentido, para os erros não se pode descartar que não conseguiram realizar as leituras solicitadas. Como não houve a produção da ficha de leitura e a roda de conversa com o astrônomo, certamente que ficaram muitas dúvidas acerca dos temas abordados nas revistas.

Como apontado, na discussão do pré-teste e pós-teste, os temas do Universo não são abordados com a devida frequência no ambiente escolar brasileiro. O cenário da Astronomia, na escola brasileira, apresenta-se com seus temas fragmentados, diferentemente do que orienta os documentos oficiais. É uma situação preocupante ressaltada por Canalle e Nogueira (2009, p.17-18), pois

Ao se colocar na base da ciência, a astronomia fez sentir sua influência em praticamente todos os ramos do conhecimento científico. Mas, com a crescente repartição do saber em gavetas estanques (como, por exemplo, as disciplinas lecionadas separadamente em todas as escolas), as noções astronômicas também foram diluídas, e sua importância aparente no ensino decresceu de forma extremada. Não é difícil perceber os efeitos desse processo. Basta notar que as noções básicas sobre o Sistema Solar são dadas nas aulas de Geografia, as leis de movimentos dos planetas estão no curso de Física, o andamento da corrida espacial no século 20 está na disciplina de História, e as descobertas mais sofisticadas sobre a origem do universo, pasmem, não estão em lugar algum.

Tal cenário, de alguma forma, contribui para o descaso e a conseqüente exclusão da Astronomia do planejamento escolar. Essa situação é frequentemente debatida por pesquisadores da Astronomia (CANALLE e NOGUEIRA, 2009; LANGHI e NARDI, 2012), por se relacionar à formação inicial e continuada¹²².

Mas é preciso, também, maior atenção com o livro didático devido aos erros conceituais (LONGHINI, 2010; LANGHI e NARDI, 2012). Todavia, acreditamos que o Mestrado Profissional em Astronomia pode contribuir para reverter o quadro da carência de suporte especializado na escola.

Apesar do importante referencial adotado, que foram as revistas do Observatório Nacional, não foi possível discuti-las com os estudantes. É possível também que as perguntas não estivessem totalmente de acordo com o que havia nas revistas. Mas temos que considerar que alguns dos resultados, abaixo do esperado, estejam relacionados à própria mudança na dinâmica da formação. Mas não deixa de ser importante socializar os resultados com as áreas de Exatas e Humanas¹²³.

¹²²No capítulo "Uma investigação sobre o conhecimento de Astronomia de professores em serviço e em formação", da autoria de Marcos Daniel Longhini e de Iara Maria Mora, do livro "Educação em Astronomia" (LONGHINI, 2010), temos uma investigação, realizada com professores em serviço e em formação, cujo questionário aplicado merece a devida atenção para futuras sondagens com o público escolar.

¹²³No CETV estamos revendo o Projeto Político Pedagógico e vamos sugerir o texto "Astronomia Essencial". <http://www2.fc.unesp.br/sgcd/Home/paginas/observatoriodeastronomiadaunesp/astronomia-essencial.doc>.

A título de uma conclusão preliminar, podemos apontar outras razões para as respostas obtidas, dentre as quais, a falta da ficha de empréstimo com o controle do rodízio e do seminário entre outros mecanismos de acompanhamento, principalmente para esclarecer as dúvidas e potencializar o conteúdo das revistas. Conforme mencionado, havia a intenção da socialização das leituras, pelos estudantes, mas uma série de acontecimentos impediram a sua realização.

No tocante à carga horária diária, proposta para a formação dos estudantes, foi alterada de três horas para vinte minutos, o que influenciou na dinâmica da aprendizagem. Na oportunidade, ressaltamos também a carga horária de Física, de duas aulas semanais que limita o aprofundamento de temas que geralmente não são do domínio ou do interesse do professor.

Em outra oportunidade, tentamos o suporte do PIBID de Física, de forma a suprir as lacunas da sala de aula¹²⁴. Houve algumas tentativas, com orientações para a prova da OBA e Feira de Ciências, mas não foi possível prosseguir com o apoio dos pibidianos devido a nova dinâmica adotada no AstroEngenharia.

O conteúdo das disciplinas, no livro didático, é extenso e devido à necessidade de contemplar temas para o ENEM e vestibular ou até pela afinidade do professor são sacrificados os tópicos do Universo¹²⁵.

No livro didático da Geografia, do Ensino Fundamental e do Médio¹²⁶ os temas da Astronomia se encontram diluídos ou ocultos nos textos¹²⁷, como leituras complementares¹²⁸ ou exercícios descontextualizados¹²⁹. Se o professor não tiver a atenção para identificá-los, passam despercebidos ou até ignorados. Mas, mais do que atenção é preciso o domínio dos temas, caso contrário, permanecerá sem sentido ou reproduzindo os erros conceituais dos livros didáticos.

¹²⁴Inclusive, é pertinente, uma reformulação na proposta do programa de forma a contemplar a Astronomia com a participação de estudantes de diversas áreas da graduação.

¹²⁵Mas não se pode ignorar porque o ENEM contempla temas da Astronomia.

¹²⁶Encontramos no livro de Geografia, submetido aos Programa Nacional do Livro Didático (2017-2019), um capítulo sobre Astronomia, com atividade sobre as Leis de kapler.

¹²⁷Nos livros de Geografia é muito comum abordar o efeito-estufa e a chuva ácida pois é a oportunidade de fazer alusão ao planeta Vênus.

¹²⁸As leituras complementares podem ser úteis para inserir os temas da Astronomia no livro didático de Geografia.

¹²⁹No livro de Geografia, do 9o ano, em um exercício, com charge, utiliza galáxia para se referir a viver em outro mundo. Mas no próprio capítulo, que originou o exercício, não se faz qualquer referências sobre elas.

Cabe ressaltar a importância de motivar os estudantes com a bolsa de estudo, no formato da Iniciação Científica Júnior. É fundamental para incentivá-los a se envolver com a atividade de pesquisa científica na escola. Não podemos esquecer que mesmo obtendo o incentivo financeiro, a sua rotina de estudo com doze disciplinas é um complicador a mais que interfere e precisa ser bem planejada.

Para finalizar, não podemos descartar as concepções alternativas (NARDI e LANGHI, 2012), que podem justificar algumas das respostas incorretas. Mas que podem também ser reforçadas na ausência ou na falta das orientações científicas adequadas.

5.2 A formação do AstroEngenharia

A formação dos estudantes do AstroEngenharia envolveu a realização de atividades, mediante o uso de tutoriais, de modo a orientá-los na investigação proposta. Aplicamos oito questionários agrupados em quatro categorias, as quais foram elaboradas visando sistematizá-los para fins de avaliação das atividades com crateras lunares, falsa cor, revistas em quadrinhos e o próprio processo formativo. Os questionários referentes a cada uma das categorias são descritos a seguir:

- Categoria 1 - Questionários para avaliar a atividade sobre crateras lunares (DS9/Planilha e Noite CETV da Observação da Lua);
- Categoria 2 - Questionários para avaliar a atividade com a imagem em falsa cor (sítio, MOI¹³⁰/falsa cor, banco de imagens e Salsa J);
- Categoria 3 - Questionário para avaliar as revistas do Observatório Nacional;
- Categoria 4- Questionário para avaliar a formação do AstroEngenharia.

O objetivo dos questionários foi obter a opinião dos estudantes. Para preservar a identidade dos discentes utilizaremos os códigos E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10 e E11, de modo a inserí-los nas discussões que se seguem. A seguir, nas seções 5.2.1, 5.2.2, 5.2.3 e 5.2.4, serão apresentados e discutidos os resultados das atividades para cada uma das quatro categorias.

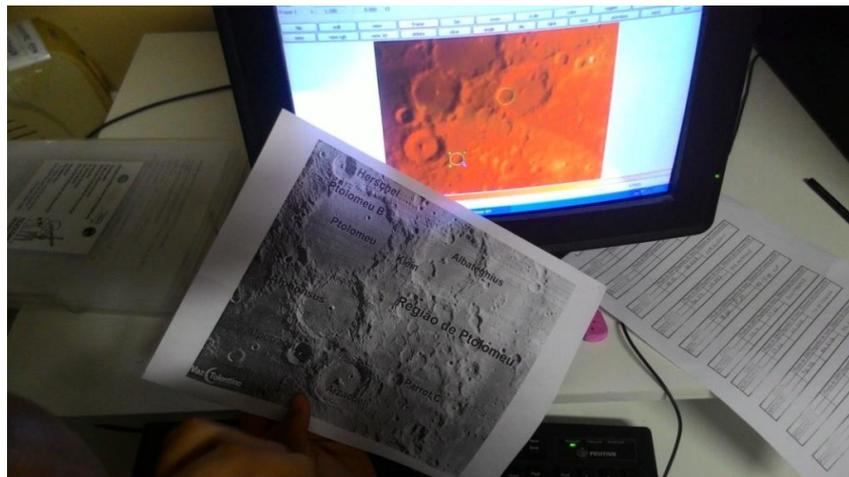
¹³⁰MOI é a abreviação do programa *MicroObservatoryImage*.

5.2.1. Categoria 1: Atividade sobre crateras lunares

A atividade, nessa categoria, consistiu em cinco etapas, sugeridas como estratégia metodológica descritas a seguir:

- 1^a - Obter as imagens no formato FITS¹³¹ no *Observing With NASA*¹³²;
- 2^a - Utilizar o DS9¹³³ para manipular as imagens com as ferramentas do programa;
- 3^a - Utilizar o mapa impresso das crateras lunares (sem o valor de referência) para familiarizar com a localização do alvo (Figura 5.1);

Figura 5.1 - Mapa Impresso das crateras lunares da região de Ptolomeu.



- 4^a - Acessar o sítio do *QuickMap*¹³⁴ para localizar a cratera lunar (*Overlays>Info>Search*), o patrono¹³⁵ (*Overlays>Nomenclature*), a coordenada lunar (latitude e longitude) e o diâmetro atualizado (*Overlay>Nomenclature>Search*);
- 5^a - Calcular o diâmetro das crateras lunares à mão e com o uso de planilha eletrônica.

Na Figura 5.2, são apresentadas as instruções do passo a passo para o cálculo manual, que são as seguintes:

¹³¹As imagens utilizadas foram fornecidas pelo Professor Dr. Eduardo B. de Amôres.

¹³²Apêndice C.

¹³³Após a realização da atividade com o DS9, a interface do *Observatory With NASA*, foi atualizada com uma versão *online* do programa denominado JS9.

¹³⁴<http://target.lroc.asu.edu/q3/#>.

¹³⁵Recomendamos uma pesquisa sobre a razão do nome do patrono da cratera.

1ª - Abrir o programa DS9 e com a opção *Circle* obter os *pixels*. É importante saber a resolução da imagem que foi de 1,3" segundos de arco do céu¹³⁶;

2ª - Calcular a regra de três simples, para se obter os segundos de arcos. Para o próximo passo, é necessário o raio¹³⁷ da Lua (valor pré-definido 1.738,1 km, ou em unidades de graus, de 932,1" segundos de arco do céu¹³⁸;

3ª - No próximo cálculo da regra de três, utilizar os valores do raio lunar, em quilômetros e unidades de graus, para se chegar ao resultado do diâmetro da cratera em quilômetros.

Figura 5.2 - Exemplo do cálculo do diâmetro da cratera lunar.

Exemplo: cratera Copernicus

Medida com o DS9 utilizando a ferramenta "Círculo": 39,8 pixels.

1 pixel - 1,3"

39,8 - X

X= 51,7"

932,1" - 1738,1km

51,7" - X

X=96,5 km

Por fim, temos as mesmas informações e as instruções em fórmulas ocultas nas funções do Excel (Tabela 5.2). Como ressaltado, a planilha no Excel foi elaborada pelo professor de Matemática Felipe Cerqueira Fernandes¹³⁹.

O uso da planilha agiliza o cálculo do valor médio entre outros possíveis cálculos estatísticos. Desse modo, sugerimos o novo recurso como produto da atividade com as crateras lunares. Nos Apêndices D, K, L e M, encontram-se os materiais impressos utilizados na atividade com o DS9.

¹³⁶Esse valor depende da resolução da imagem, a qual está diretamente relacionada ao poder de resolução do telescópio. Para maiores detalhes: http://www.apolo11.com/poder_dos_teslscopios.php.

¹³⁷<http://www.somatematica.com.br/faq/r10.html>.

¹³⁸Esse valor depende da resolução da imagem, a qual está diretamente relacionada ao poder de resolução do telescópio. Para maiores detalhes: http://www.apolo11.com/poder_dos_teslscopios.php.

¹³⁹E-mail: fellipefernandes_fsa@hotmail.com.

Tabela 5.2 - Colunas que representam detalhes do cálculo realizado no Excel.

| | A | B | C | D |
|---|------------|---------------|------------------|---------------------------|
| 1 | Cratera | Pixels do DS9 | Segundos de Arco | Diâmetro da Cratera em KM |
| 2 | COPERNICUS | 39,3 | 51,09 | 95,27298299 |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |

Na oportunidade, destacamos na referida planilha o elemento matemático nomeado de “Coeficiente lunar” (Tabela 5.3). O elemento é fundamental para a realização do cálculo, pois agiliza o processo como um todo, principalmente quando é necessário efetuar muitas medidas e cálculos, tendo em vista a própria dinâmica no laboratório de informática, cujo espaço é muito limitado e requer a agilidade nas tarefas desenvolvidas no local.

Tabela 5.3 - Coeficiente Lunar.

| | A | B | C |
|---|------------|---------------|------------------|
| 1 | Cratera | Pixels do DS9 | Segundos de Arco |
| 2 | COPERNICUS | 38,7684 | 50,39892 |
| 3 | | | 1,86 |

Para obter esse resultado, multiplicamos a quantidade de *pixels* obtidos com o DS9 (38,768) pelo valor em segundos de arco (1,3”). Na planilha, isso corresponde à fórmula =MATRIZ.MULT(B2;B3). Sendo assim, usando a mesma função anterior, =MATRIZ.MULT(C2;C3) com o acréscimo de outras células multiplicamos o valor em segundos de arco pelo quociente de 1.738,1 por 932,1”(1,86), encontrando o diâmetro em quilômetros da cratera. Ao final do processo, os valores são arredondados para três casas decimais.

Para a execução da atividade, foram selecionadas dez crateras lunares. Dentre as mais conhecidas, podemos destacar Copernicus, Eratostenes e Ptolomeu. As demais crateras, Albategenius, Klein, Alphonsus, Alpetragius, Arzachel, Ammonius e Parrot C fazem parte da região de Ptolomeu¹⁴⁰.

¹⁴⁰As imagens das crateras citadas foram fornecidas pelo orientador da pesquisa.

Com o recurso *Circle*, realizamos oito medidas para cada cratera lunar. Foram três encontros com grupos de dois, três e quatro estudantes. A proposta inicial foi trabalhar com duplas, mas muitos transtornos dificultaram a frequência dos estudantes.

O quantitativo de medidas teve por meta obter uma boa estatística das medidas, e também apresentar aos discentes a importância da estimativa dos erros envolvidos em medidas e procedimentos experimentais.

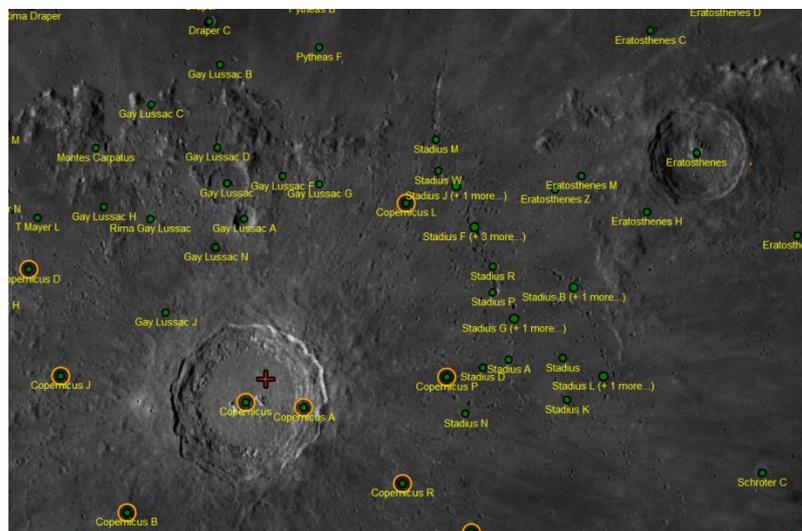
As imagens GIF nas figuras 5.3 e 5.4 foram obtidas em diferentes fontes. Na primeira imagem, no *QuickMap*, com a identificação dos patronos das crateras principais e secundárias. Na segunda imagem, no endereço eletrônico do Observatório Lunar Vaz Tolentino (Belo Horizonte, Minas Gerais). Mas os patronos, foram adicionados às imagens, a partir dos dados da missão LRO.

Posteriormente, chamaremos a atenção para as dificuldades dos estudantes em definir o diâmetro das crateras lunares. Algumas crateras, por conta das bordas indefinidas, exigem certos cuidados na abertura do recurso *Circle*.

Observamos também, a exemplo de termos confundido a cratera Ptolomeu B com a cratera Ammonius, a necessidade de maior atenção nas crateras com diâmetro inferior à cinquenta quilômetros.

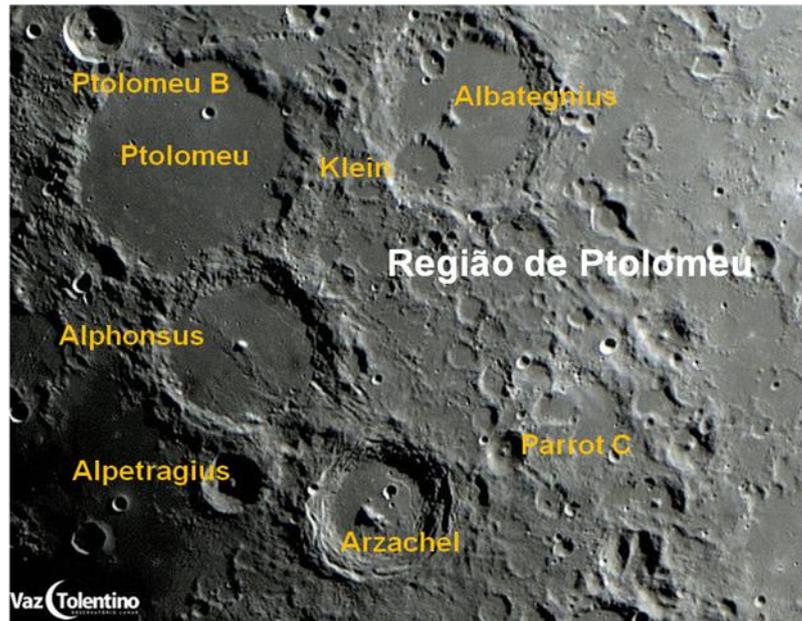
No *QuickMap*, o diâmetro da cratera Ammonius é visualmente maior quando comparada com a cratera Ptolomeu B. Mas, os dados indicam o contrário: 8,55 km e 18,79 km, respectivamente.

Figura 5.3 - Crateras lunares em destaque Copernicus e Eratosthenes.



Fonte: <http://target.lroc.asu.edu/q3/#>.

Figura 5.4 - Região da Cratera Ptolomeu.



Fonte: <http://www.vaztolentino.com/>.

Considerando-se que os estudantes não tinham a experiência com o estudo da superfície da Lua e com o cálculo do diâmetro das crateras lunares, os resultados mostram que se empenharam em realizar as medidas da melhor forma possível.

Trata-se de uma atividade desafiadora do ponto de vista científico, por envolver diversos conhecimentos que vão além da Geografia, principalmente, por envolver o cálculo do diâmetro de um objeto a aproximadamente 380 mil quilômetros da Terra. Tal atividade, certamente, é um importante incentivo ao desenvolvimento de outras investigações com cálculos envolvendo os demais componentes curriculares.

Como exemplo de uma possível colaboração, citamos a pesquisa da Professora de Matemática Luciana Cajazeira Lima Silva Novais¹⁴¹. A professora desenvolve uma investigação do Mestrado em Educação, intitulada “Matemática e Astronomia na sala de aula: Um estudo de caso com a experiência do grego Eratosthenes em calcular o raio da Terra”¹⁴². A pesquisa propõe investigar a relação da Matemática com a Astronomia direcionada ao Ensino Fundamental.

¹⁴¹E-mail: Cajazeiraluciana@gmail.com e <http://lattes.cnpq.br/7099141230489661>.

¹⁴²<https://sites.google.com/site/projetoerato/>.

Na Tabela 5.4, são apresentadas as crateras lunares utilizadas na atividade. Destacamos os patronos, as coordenadas lunares, o diâmetro de referência e o diâmetro médio obtido pelo AstroEngenharia. O dado de referência foi obtido em diversas fontes¹⁴³. Posteriormente, encontramos o valor atualizado, obtido pela missão LRO, do projeto MoonZoo¹⁴⁴ (criado em 2010 e finalizado em 2015), com ajuda de voluntários, para identificar as crateras entre outros detalhes da superfície lunar¹⁴⁵.

Tabela 5.4 - Crateras Lunares pesquisadas, com as coordenadas lunares e os respectivos diâmetros (Km).

| Crateras | Coordenadas lunares | Diâmetro de referência e atualizado | Diâmetro Médio do AstroEngenharia |
|--------------|---------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Albategenius | 11.7S 4.3E | 130,134 (130,840) | 142,221 |
| Alpetragius | 15.93S 4.55W | 45,469 (40,023) | 45,615 |
| Alphonsus | 13.7S 3.2W | 119,006 (110,540) | 123,667 |
| Arzachel | 18.2S 1.9W | 97,759 (96,988) | 96,176 |
| Copernicus | 9.7N 20.1W | 95,273 (96,070) | 97,379 |
| Eratosthenes | 14.5N 11.3W | 62,885 (58,768) | 62,294 |
| Klein | 11.92S 2.43E | 43,779 (43,474) | 46,109 |
| Parrot C | 14.5S 3.3E | 25,455 (29,611) | 31,882 |
| Ptolomeu | 9.3S 1.9W | 160,227 (153,669) | 161,222 |
| Ammonius | 8.51S 0.87W | 13,091 (8,552) | 10,112 |

Para ilustrar o empenho dos estudantes, apresentamos, nos gráficos 5.3 e 5.4, o comparativo entre o “Diâmetro de Referência” e o “Diâmetro Médio do AstroEngenharia” das crateras lunares. Antes de comentarmos os resultados comparativos, destacamos que os estudantes não tiveram acesso ao valor de referência. O valor foi omitido na planilha para que não influenciasse no resultado da atividade.

¹⁴³<http://www.fourmilab.ch/earthview/lunarform/cratallp.html>.

¹⁴⁴<https://www.moonzoo.org/>, <https://www.galaxyzoo.org/> e <https://www.zooniverse.org/projects>.

¹⁴⁵Resultados do projeto no artigo “The Moon Zoo citizenscienceproject: Preliminary results for the Apollo 17. landing” <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1602/1602.01664.pdf>.

Gráfico 5.3 - Diâmetro de Referência e Diâmetro Médio do AstroEngenharia (Km).

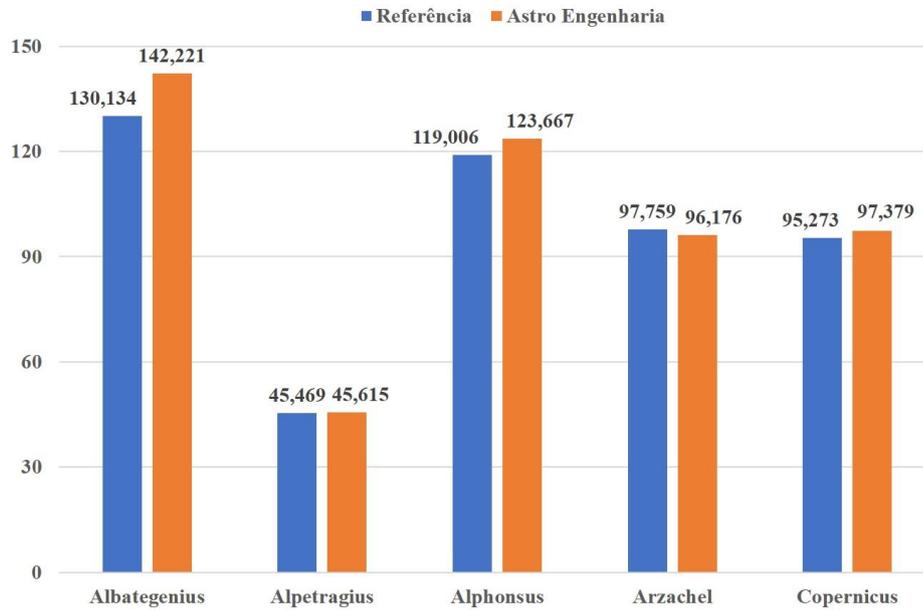
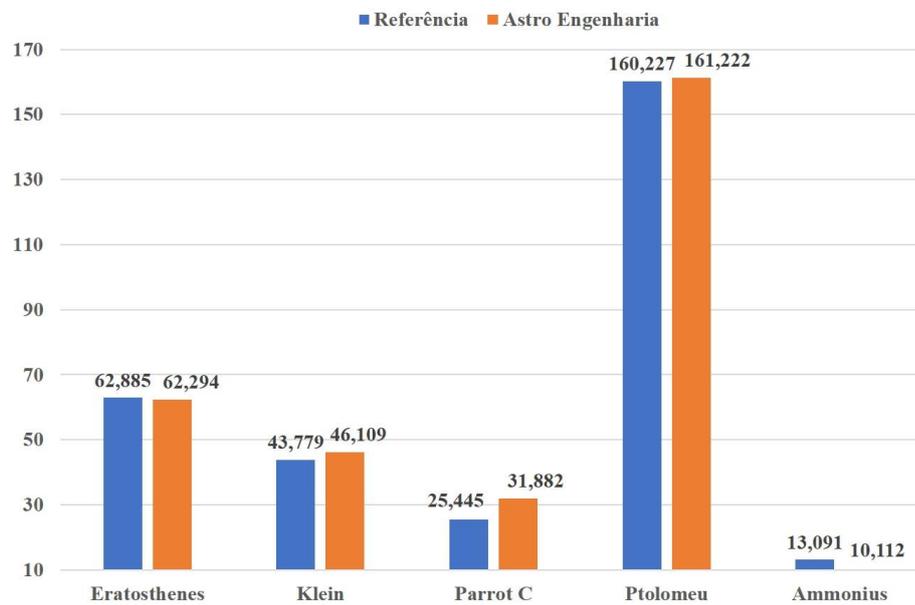


Gráfico 5.4 - Diâmetro de Referência e Diâmetro Médio do AstroEngenharia (Km).



Os valores médios das crateras Alpetragius, Copernicus, Eratosthenes e Ptolomeu apresentam resultados bem próximos dos valores de referência. Essas crateras estão acima de 50 km de diâmetro, com exceção da primeira, apresentam-se bem definidas nas imagens FITS. As pequenas diferenças, entre os valores de referência e do AstroEngenharia, mostram que não houve muita dificuldade em realizá-las.

A cratera Albategnius, comparada com as demais, apresentou uma diferença muito maior, pelo AstroEngenharia. A maior diferença pode ser atribuída à maior irregularidade da borda da cratera. Na comparação com o parâmetro utilizado, o erro relativo percentual é de aproximadamente 10%, conforme apresentado na Tabela 5.5. Destacamos ainda, o erro percentual elevado das crateras Parrot C com 25,24% e Ammonius com 22,74%.

No caso de crateras com diâmetro até cinquenta quilômetros, os valores foram mais trabalhosos para serem encontrados pelos estudantes. A cratera Parrot C e a Ammonius foram confundidas com a Ptolomeu B. Para as crateras Alphonsus, Arzachel e Klein, os valores não ficaram muito distantes do valor de referência. Apesar da irregularidade das bordas da primeira cratera.

Tabela 5.5 - Valor medidos pelo Astroengenharia das crateras lunares.

| Crateras | Valor médio do AstroEngenharia (Km) | Desvio padrão do AstroEngenharia (Km) | Erro relativo Percentual |
|--------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| Albategnius | 142,221 | +5,905 | 9,29 |
| Alpetragius | 45,615 | +3,230 | 0,32 |
| Alphonsus | 123,670 | +5,478 | 3,92 |
| Arzachel | 96,176 | +5,987 | 1,62 |
| Copernicus | 97,379 | +4,315 | 2,21 |
| Eratosthenes | 62,294 | +3,848 | 0,94 |
| Klein | 46,109 | +4,090 | 5,32 |
| Parrot C | 31,882 | +3,945 | 25,24 |
| Ptolomeu | 161,222 | +2,692 | 0,31 |
| Ammonius | 10,112 | +0,709 | 22,76 |

A Tabela 5.6 apresenta um exemplo de medidas da cratera Copernicus realizado pelos estudantes, na qual podem ser vistos os diâmetros obtidos. Ao longo da análise de cada medida, encontramos valores distantes do esperado, como por exemplo, a quinta medida da cratera Copernicus com 90,667 km. Tais valores podem ser atribuídos a maior ou menor abertura da circunferência sobre a cratera.

Não foi possível refazer as medidas, por essa razão, optamos por manter, o que foi encontrado, entretanto, destacamos a importância de efetuarmos várias medidas da mesma cratera. No Apêndice L, é apresentada a planilha completa para as demais crateras.

Tabela 5.6 - Valores Medidos para a Cratera Copernicus.

| Medidas | Pixels do DS9 | Segundos de arco | Diâmetro da cratera (km) |
|--------------------------|---------------|------------------|--------------------------|
| | 39,3 | 51,09 | 95,273 |
| 1a | 38,8 | 50,44 | 94,061 |
| 2 ^a | 39,5 | 51,35 | 95,758 |
| 3a | 39 | 50,7 | 94,546 |
| 4a | 40,8 | 53,04 | 98,909 |
| 5a | 37,4 | 48,6 | 90,667 |
| 6a | 41,9 | 54,47 | 101,576 |
| 7a | 41,3 | 53,69 | 100,121 |
| 8 ^a | 42,65 | 55,44 | 103,394 |
| Média aritmética simples | 40,169 | 52,216 | 97,379 |
| Desvio padrão | 1,780 | 2,318 | 4,315 |

Como parte da dinâmica da atividade, realizamos exercícios com e sem a planilha. Nos gráficos 5.5 a 5.10, apresentamos os resultados das respostas dos estudantes. De modo algum foi intenção eliminar o cálculo manual¹⁴⁶ entretanto, a própria proposta de investigação incentiva o uso da informática com a planilha eletrônica no ensino da Astronomia. Almeja-se, dessa forma, tornar as atividades, principalmente de cálculos, adequadas ao laboratório de informática. Em uma das falas dos estudantes, detectamos o quanto foi prazerosa e significativa a utilização da planilha.

Esse programa facilita bastante a vida de todos iniciantes, é um programa fácil de se utilizar. Gostei muito de calcular as crateras lunares com esse programa, não gostei muito de calcular as crateras sem uso da planilha, devido ter muito cálculo e ser bastante confuso, pelo menos para mim que sou iniciante, mas acho que com o tempo eu consiga calcular com mais facilidade as crateras sem uso da planilha. Super gostei de calcular as crateras lunares. Parabéns professor! (E2).

¹⁴⁶<https://pt.khanacademy.org/math/statistics-probability/displaying-describing-data/pop-variance-standard-deviation/a/calculating-standard-deviation-step-by-step>.

Para E4, apesar das dificuldades iniciais, "A experiência com a planilha foi boa".

No entanto, ao trabalhar os cálculos sem planilha foi algo um pouco complicado e fatigante, pois trabalhou-se com números que possuíam várias casas decimais. Ao contrário disso, ao trabalhar os cálculos com planilhas, foi algo mais rápido e facilitador, apesar que também aprendemos a calcular sem planilha aprendendo seu lado positivo.

Em outra avaliação, E10 ressalta que "Foi uma atividade bem legal, apesar de ser um pouco complicada, sem planilha, mais depois de feita foi interessante".

No Gráfico 5.5, avaliou-se a experiência dos estudantes com o *software* DS9 e a ferramenta "Círculo". A aprovação foi positiva por dez estudantes e, apenas um, a considerou "Ruim". No entanto, a sua avaliação negativa foi sobre a interface e não da atividade em si.

Na opinião do E1, "Minha sugestão é um menu e interface mais chamativa, também seria bom um 'dicionário' para os termos, facilitando assim o uso da informação".

Em relação à interface em língua inglesa, é possível que E1 e o E6 estejam também fazendo referência à tradução, ao sinalizar a necessidade de "Uma linguagem mais simples".

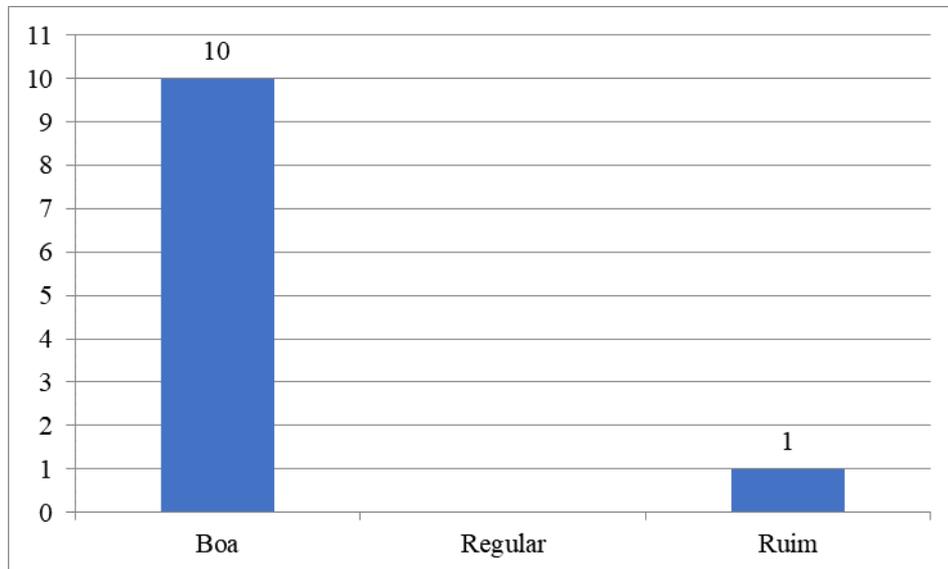
Em outra pesquisa, que investigou um ambiente virtual de aprendizagem¹⁴⁷, para o ambiente escolar, apontou-se, a importância de uma interface de usuário, adequada à determinado público.

Dessa forma, concluímos ser importante investigar a experiência de diferentes usuários com uma interface, para que se possa conhecer as dificuldades, as lacunas e adequá-las.

Pela avaliação de E5, "Seria interessante explorar também outras crateras, de outros objetos e aprender sobre os mesmos". A sugestão do estudante nos remete futuramente a ampliar os horizontes da investigação com a exploração das crateras terrestres, do lado oculto da Lua e da superfície marciana.

¹⁴⁷AMORIM FILHO, A. A. Trabalho de Conclusão de Curso: Do Giz, ao Mouse: Dokeos como ambiente virtual de aprendizagem na escola pública. Santo Estevão, UNEB: 2010. 82 p.

Gráfico 5.5 - A experiência com o software DS9 e a ferramenta “Círculo”.



Nos gráficos 5.6 e 5.7, temos, então, a opinião dos estudantes sobre a atividade sem planilha e com planilha. Para fins de comparar a motivação, usando o recurso tecnológico, realizou-se o cálculo no papel.

Os estudantes utilizaram a regra de três, como previsto. Na opinião de E8, "A atividade mostra que, o que se aprende em sala de aula serve para o nosso cotidiano, um exemplo disso foi o uso da regra de três". Mas, observamos, na continuidade dos cálculos, que as dificuldades surgiram, conforme pode ser visto no Gráfico 5.6, com o predomínio da opção "Regular".

O resultado está associado a desconhecerem conceitos utilizados pelos astrônomos profissionais. Tais conceitos, como distâncias angulares, grau, minuto e segundos de arco precisam ser trabalhados com maior atenção e previamente, com apoio dos demais componentes curriculares. Neste sentido, sugerimos a colaboração da Física¹⁴⁸ em explorá-las em atividade conjunta.

No Gráfico 5.7, o predomínio da opção "Boa" sinaliza a aprovação da planilha utilizada. A opção "Regular" se refere ao E11 não ter participado com frequência da atividade.

¹⁴⁸Buscamos o apoio do Pibid de Física para nos auxiliar, mas não houve como implementar tal parceria.

Gráfico 5.6 - A experiência em calcular o diâmetro das crateras lunares sem a planilha.

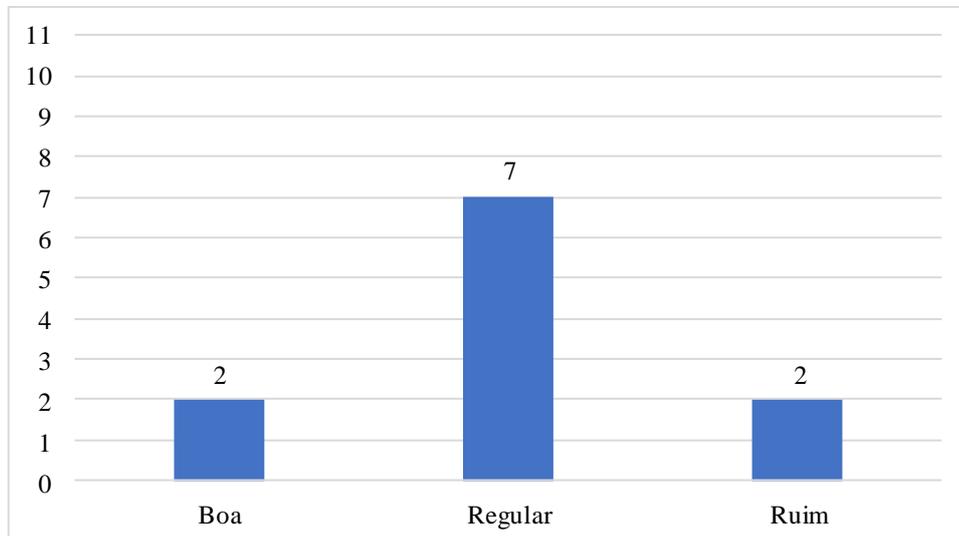
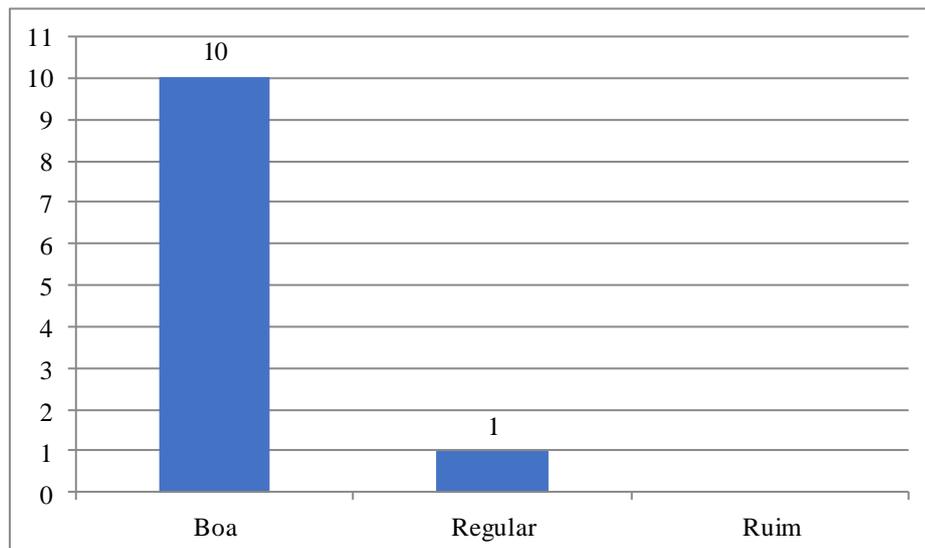


Gráfico 5.7 - A experiência em calcular o diâmetro das crateras lunares com a planilha.



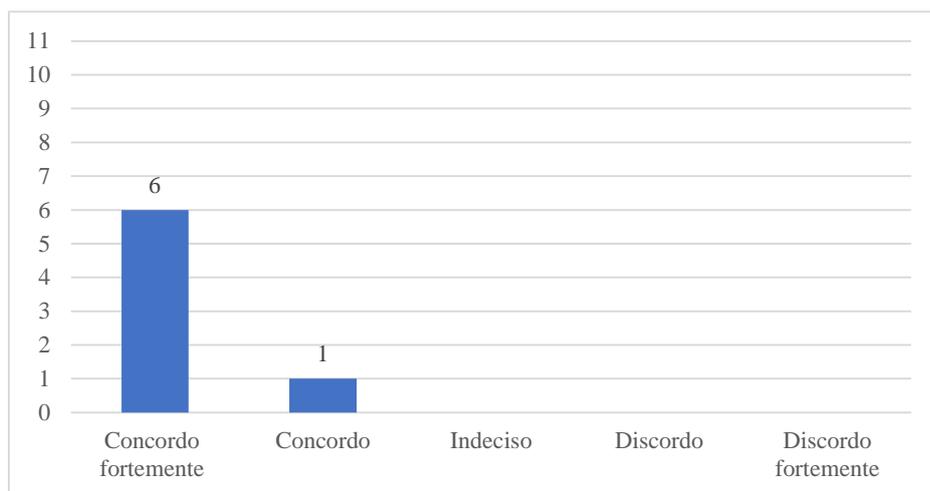
Temos a intenção, com o AstroEngenharia, a partir do desenvolvimento dessas atividades, articulado ao CETV Digital¹⁴⁹, incentivar o uso do laboratório de informática da escola. Assinalado em pesquisa anterior, que a informática se encontra "desconectada" das atividades pedagógicas (AMORIM FILHO, 2010). Embora, ser possível acessar o Observando com NASA em sala de aula ou em casa, por meio dos equipamentos móveis, é importante poder contar com o laboratório de informática da escola.

¹⁴⁹O AstroEngenharia foi incluído no Projeto Político Pedagógico da escola, articulado ao CETV Digital, que é o projeto que propõe justamente conectar o laboratório de informática à dinâmica pedagógica escolar.

Como atividade complementar ao módulo com crateras lunares, incentivamos a participação dos estudantes¹⁵⁰ na Noite CETV de Observação da Lua¹⁵¹. Nosso objetivo foi articular a formação aos atuais avanços científicos e tecnológicos da Astronomia, a tradição da observação do céu, a olho nu e com lunetas.

No Gráfico 5.8, o "Concordo Fortemente" reforça a importância de se resgatar a observação do céu e, em particular, da Lua, tendo como referencial a escola¹⁵². Na concepção do E11, foi uma noite de aprendizado, pois "É importante para praticar o uso de lunetas e telescópios. Assim, localizar os objetos fica mais fácil e rápido". Tal opinião é compartilhada com E3 porque foi "Uma noite marcante de observação que nos trouxe muitas descobertas e novas informações".

Gráfico 5.8 - A Noite CETV de Observação da Lua foi útil para praticar a observação lunar com lunetas?



Nos gráficos 5.9 e 5.10, nota-se o reflexo positivo, com a unanimidade e a recomendação dos estudantes acerca da Noite CETV de Observação da Lua. Para E10, "Foi uma atividade legal, pois foi útil para a observação lunar e todos gostaram".

Em outra avaliação (E4), "A atividade foi muito boa, pois ao ver a Lua pelo telescópio é algo bem dinâmico". Para E5, "Seria interessante observar as outras fases da Lua, além da fase cheia".

¹⁵⁰Apenas sete estudantes puderam participar do evento.

¹⁵¹Como assinalado no Capítulo 6, o evento é um desdobramento da Noite Internacional da Observação da Lua.

¹⁵²Recomenda-se o livro "OLHE Observatório Local do Horizonte da Escola: Uma Proposta Para o Ensino de Astronomia", de Marcos Daniel Longhini. O livro incentiva o estudo do céu a partir da escola.

Apesar da excessiva luminosidade, é possível observar na fase de Lua Cheia mediante o uso de um filtro lunar. O ideal é no período de fase minguante ou crescente¹⁵³. Ainda sobre o Gráfico 5.10, trata-se da oportunidade de despertar, no público escolar, o fascínio pela observação da Lua.

Gráfico 5.9 - Qual imagem que melhor reflete a atividade de observação da Lua? (Apêndice S).

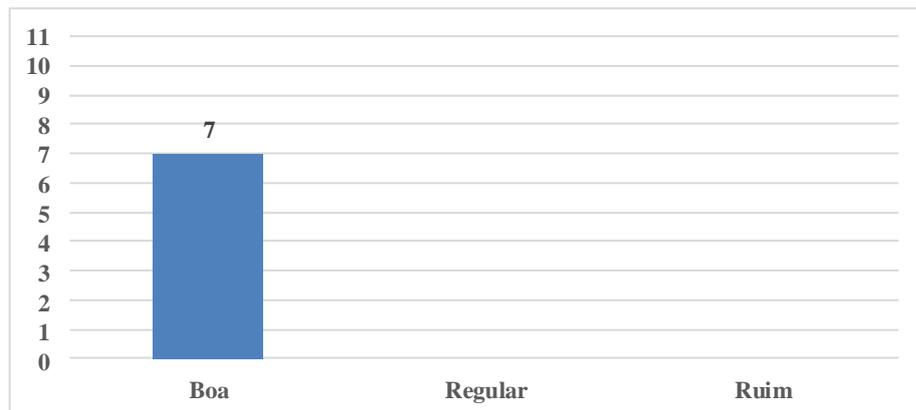
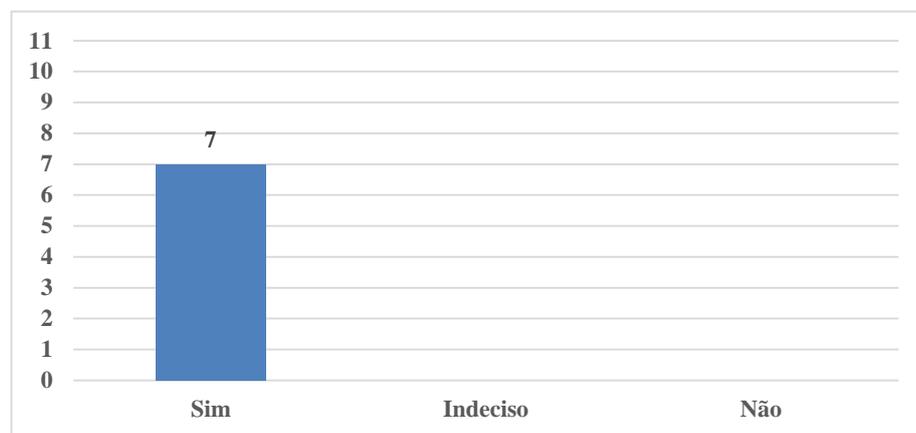


Gráfico 5.10 - Você recomenda a atividade para os seus colegas?



Para finalizar ressaltamos que a atividade é realizada como um evento local e internacional¹⁵⁴ para incentivar a observação a partir do céu da escola. Nesse sentido, é uma forma de motivar professores e estudantes a se envolverem com o estudo da Lua ou de qualquer outro objeto celeste.

¹⁵³Tem-se então o período de observação mais interessante dado que na “linha” que separa a parte iluminada diretamente pela luz solar daquela que (ainda) não recebe luz do Sol—linha que tem o nome de terminador—é notável o contraste em montanhas e crateras, iluminadas de um lado e sombrias do outro. http://www.cienciaviva.pt/veraocv/astro2002/materiais/observ_lua.pdf.

¹⁵⁴International Observe the Moon Night (InOMN) <http://observethemoonnight.org/>.

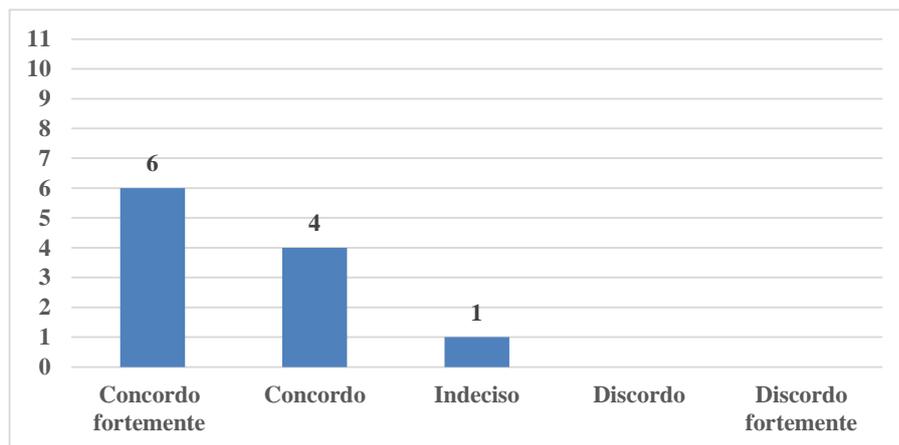
5.2.2 Categoria 2: Atividade sobre imagem em falsa cor

A Categoria 2 envolveu a criação da imagem em falsa cor que é uma atividade articulada ao estudo dos objetos do Catálogo Messier. Nesse sentido, foi fundamental o acesso ao Observando com NASA, o uso de *softwares*, a localização de dados astronômicos e a produção do banco de imagens. Nos gráficos 5.11 a 5.22, procuramos investigar, a experiência, as ferramentas e os recursos disponibilizados aos estudantes.

O Gráfico 5.11 aborda o tutorial para acessar e usar o sítio da NASA. A aprovação dos estudantes com o "Concordo Fortemente" e "Concordo" reflete a importância do passo a passo proposto. Na avaliação do E8, "O tutorial foi importante, porque me guiou como utilizar o site". Em outra avaliação, do E11, "O tutorial foi um material valioso. Com ele as experiências com o pedido das imagens ficaram ainda mais práticas e acessíveis".

Na fala anterior, há um relato da experiência do estudante que vivenciou o acesso ao TnE e ao Observando com NASA. No caso do E3, a avaliação envolveu a interface e o tutorial, ao relatar que "Gostei muito. A interface dele é bastante simples e eficiente. O tutorial eu achei bastante explicativo com imagens e figuras explicando tudo".

Gráfico 5.11 - O tutorial foi importante para acessar o "Observando com NASA"?



Ainda sobre a figura anterior, o "Indeciso", diz respeito à seguinte avaliação do E1:

O tutorial é ótimo e bem explicativo, mas após a parte da visualização e uso do site ele se torna seco, deixando outros modos de tratar imagens de lado, principalmente quando não é possível obter o filtro colorido (RGB). A melhor forma de melhorar o tutorial é reunir conhecimentos distintos sobre o tratamento de imagens.

A crítica do estudante é oportuna, pois a investigação propõe justamente obter a opinião para se conhecer as limitações do tutorial e as expectativas deles sobre o que estamos propondo. Na fala do estudante, ele antecipa a atividade com a imagem em falsa cor, ao chamar a atenção para filtros e o tratamento de imagens.

A antecipação ocorreu devido à realização simultânea do acesso e do processamento das imagens. Mas, a proposta inicial do tutorial, foi iniciá-los no acesso ao sítio do telescópio remoto da NASA, por isso, as limitações foram evidenciadas na sua utilização.

Temos, ainda outras opiniões, a exemplo do E2, destacando que

O tutorial é ótimo e ajuda muito, porém deixou a desejar um pouco em algumas informações, principalmente na parte de tratamento de imagens. Eu diria que necessita de mais algumas informações na parte 2 que é o tratamento de imagens".

O estudante E5 sugeriu a criação de local para o usuário salvar suas imagens, além da tradução da interface do sítio. No primeiro caso, foi mencionada a existência de um diretório de imagens¹⁵⁵, onde é possível obtê-las. Para o segundo, a sugestão é oportuna, por facilitar a interação do usuário com a interface, eliminando a necessidade do tutorial.

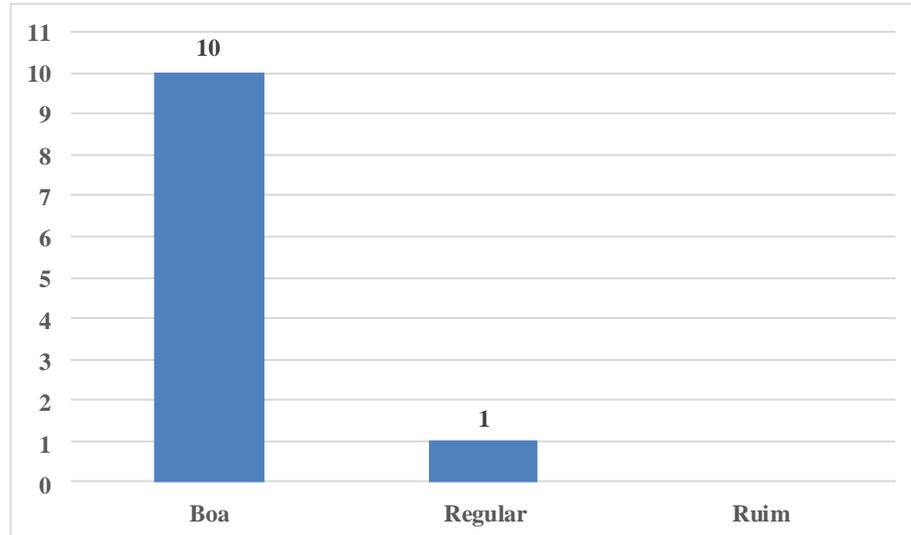
A atividade foi útil para ajudá-los a saber onde localizar, capturar e diferenciar os objetos necessários ao banco de imagens para continuidade das medidas das crateras lunares e da falsa cor.

O estudante E4 classificou também a atividade como ótima, reconhecendo que a mesma facilitou a obtenção das imagens dos objetos. Como ressaltado, o tutorial tem o objetivo de não somente preencher alguma lacuna, mas auxiliar no acesso ao sítio, porque "no momento do acesso esquecemos algumas funções", o que fica evidente na opinião do estudante E9.

No Gráfico 5.12, predominou a opção "Boa" quando questionados sobre a experiência com o tutorial. Embora, o retorno dos estudantes apresente a opção "Regular", a razão do mesmo está mais relacionada, como ressaltou E6, ao fato de que "As imagens demoram a chegar ou nem chegam todas". Neste caso particular, não investigamos o que pode ter causado o problema. Nossa experiência na fase de reconhecimento da atividade não apresentou o transtorno, pois em todos os pedidos obtivemos êxito.

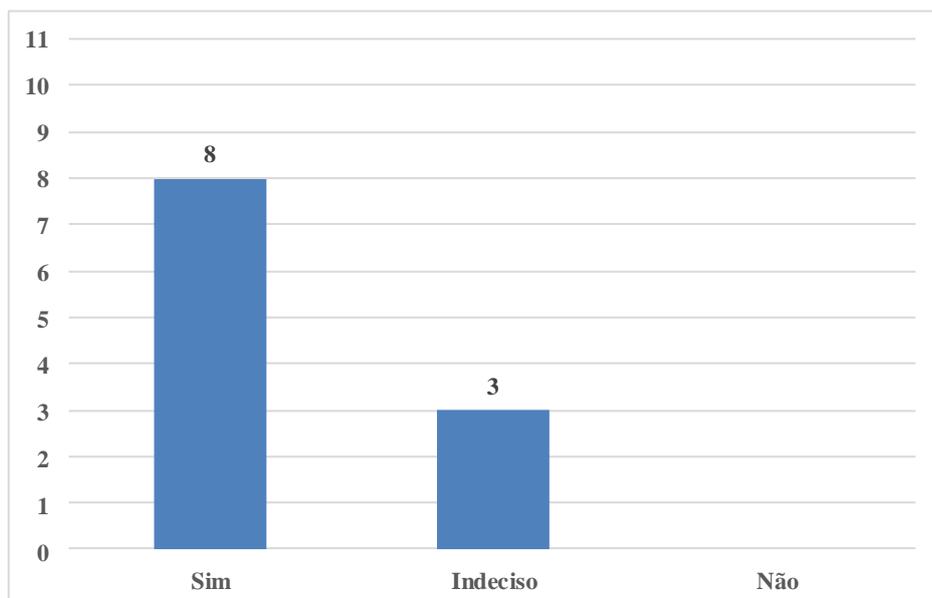
¹⁵⁵<http://mo-www.harvard.edu/jsp/servlet/MO.ID.ImageDirectory>.

Gráfico 5.12 - Qual imagem que melhor reflete a sua experiência com o tutorial?



No Gráfico 5.13, os estudantes recomendam a atividade para os seus colegas. Os "Indecisos" estão relacionados à demora no retorno das imagens. Houve de fato, alguns casos em que a imagem demorou ou não chegou ao *e-mail* do estudante.

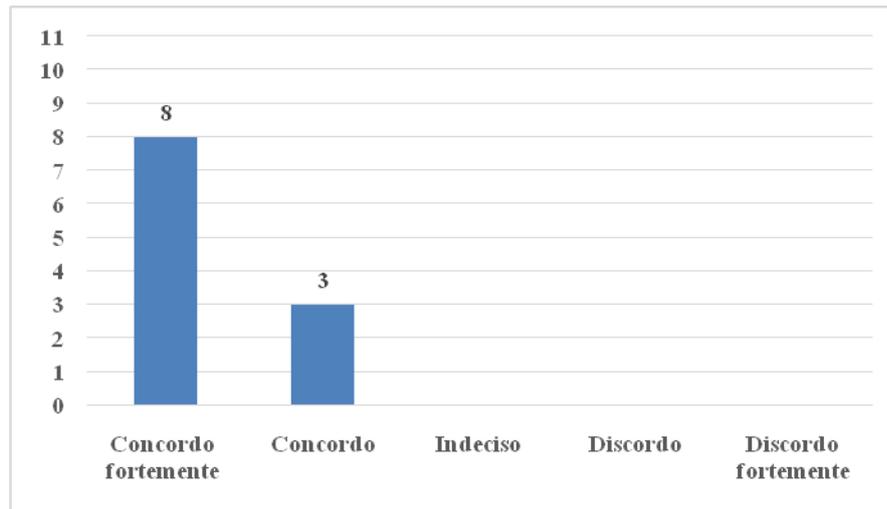
Gráfico 5.13 - Você recomenda a atividade para os seus colegas?



A atividade em falsa cor consistiu em obter e manipular as imagens FITS dos objetos Messier, atribuindo "cores", conforme os filtros RGB. O tutorial do *MicroObservatoryImage* foi utilizado apenas no processamento mais simples.

No Gráfico 5.14, o predomínio do "Concordo Fortemente", destaca-se quando se observa os demais itens da avaliação sobre o tutorial.

Gráfico 5.14 - O tutorial foi importante para a atividade com falsa cor?



A avaliação positiva pode ser observada nas palavras do E3, ao expressar a confiança no uso do tutorial. Na avaliação do E11 "O tutorial foi de grande ajuda para facilitar o desenvolvimento das atividades com falsa cor. Com ele e a ajuda dos colegas e professor a atividade ficou dinâmica e divertida".

A opinião do estudante nos ajuda a refletir sobre a concepção de aprendizagem de Vygotsky. Em seu discurso, deixa pistas sobre a diferença entre o que caracteriza o desenvolvimento real e o desenvolvimento potencial, o que na visão do pesquisador russo, ocorre quando se dá a colaboração e a mediação de outros sujeitos mais experientes, que pode ser o professor ou os próprios colegas.

Em outra avaliação, o E4 ressalta "que pude aprender sobre como colorir objetos e ver que aquelas cores que vejo em fotografias não são reais". É possível observar a superação do conceito espontâneo pelo conceito científico, por saber diferenciar o que é real ou não.

Pelas demais avaliações contidas nos gráficos 5.15 e 5.16, é possível constatar que o tutorial foi bem detalhado e que facilitou a aprendizagem. E, se considerarmos, que foi utilizado, em um novo contexto de turno, no intervalo das aulas dos estudantes, e com a duração de aproximadamente 20 minutos, conseguimos aproveitar ao máximo o tempo escasso. Não é o recomendável, no entanto, foi a melhor alternativa, aprovada em consenso com o grupo.

Gráfico 5.15 - Qual imagem que melhor reflete a sua experiência com o tutorial da falsa cor?

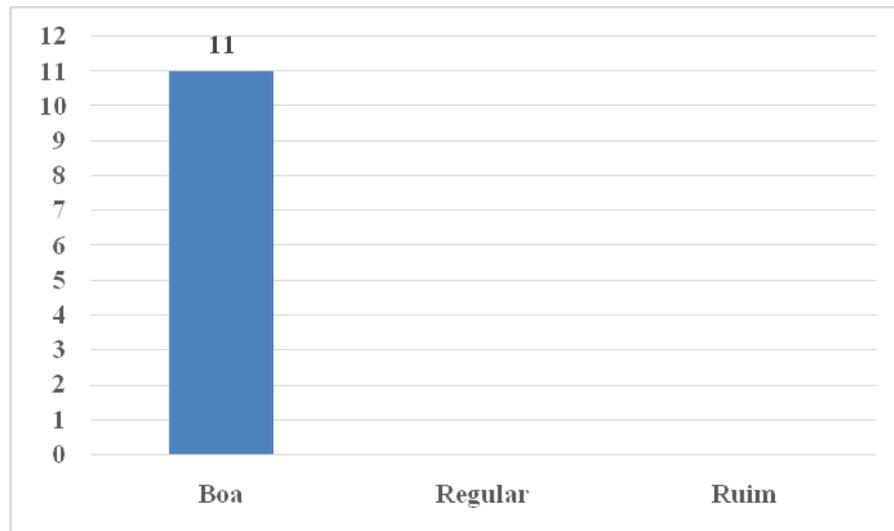
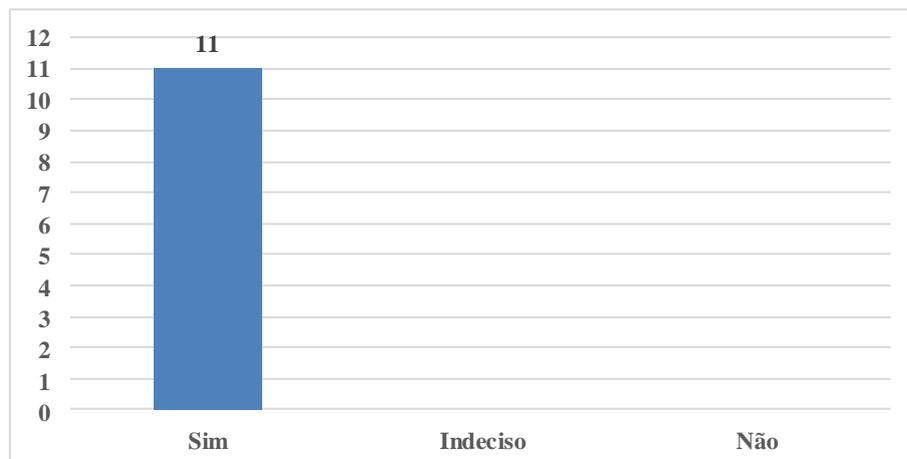


Gráfico 5.16 - Você recomenda a atividade com falsa cor para os seus colegas?



Destacamos que na atividade com imagem em falsa cor, o E1 chamou a atenção para a interface do *software* da NASA, a exemplo do que fez com a interface do DS9. Assim também questionou "onde usar ou não os recursos *Reduce Noise*, *Shift* e como tratar imagens que não requer filtros RGB".

O questionamento do estudante nos faz buscar Vygotsky sobre o desenvolvimento real e o desenvolvimento potencial. Após aprender sobre como obter a imagem em falsa cor, ele passou a querer aprender outras possibilidades da interface do programa. Tal situação é explicada por Rego (2014, p.74) da seguinte forma:

O aprendizado é o responsável por criar a zona de desenvolvimento proximal, na medida em que, em interação com outras pessoas, [...] é capaz de colocar em movimento vários processos de desenvolvimento que, sem a ajuda externa, seriam impossíveis de ocorrer. Esses processos se internalizam e passam a fazer parte das aquisições do seu desenvolvimento individual. É por isso que Vygotsky afirma que 'aquilo que é a zona de desenvolvimento proximal hoje será o nível de desenvolvimento real amanhã – ou seja, aquilo que [...] pode fazer com assistência hoje, ele será capaz de fazer sozinho amanhã'.

Ainda sobre a interface, para processar cores sem RGB, utilizamos os recursos *Color* do DS9, *Color Tablet* do *MicroObservatoryImage* e *Paleta* do Salsa J. Na oportunidade, encontramos apenas o manual traduzido do DS9¹⁵⁶. Os manuais do *MicroObservatoryImage* e do Salsa J estão na língua inglesa¹⁵⁷.

A concepção da atividade surgiu da dificuldade em obter as imagens FITS, além da intenção de familiarizá-los com os objetos Messier. Com o acesso ao Observando com NASA, surgiu uma possibilidade a mais de criar o banco de imagens do AstroEngenharia. Elaboramos o formulário, no Apêndice H, para que os estudantes pudessem registrar seus pedidos de imagens.

Os pedidos foram direcionados aos objetos do Catálogo Messier e da Lua. Na observação do E4, o telescópio da NASA "abre mais um caminho para se conhecer outras galáxias, além da nossa, planetas, nebulosas, etc."

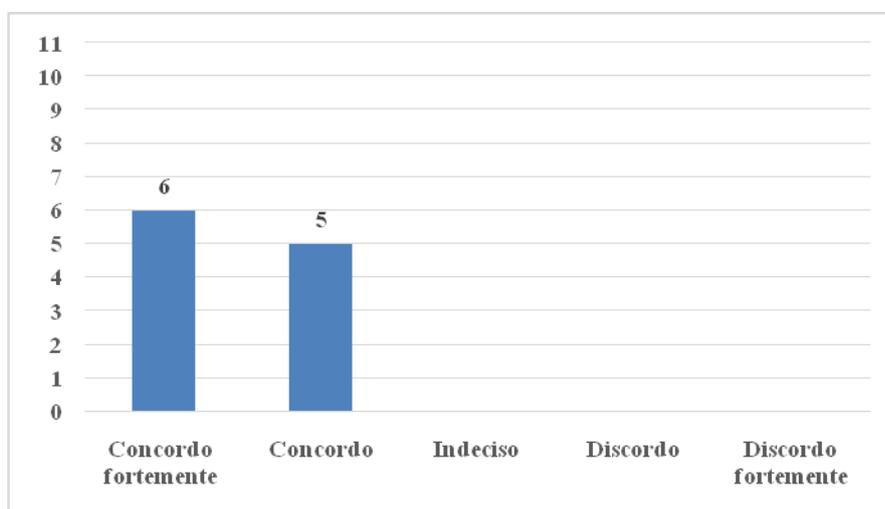
O potencial do equipamento remoto inclui asteroides, fenômenos astronômicos (fases, manchas solares, etc.), buraco negro, objetos do NGC, entre outros.

No Gráfico 5.17, destaca-se o "Concordo Fortemente" e o "Concordo". Tais opções refletem a opinião de E8 ao afirmar que a "Atividade foi muito importante, pois através dela eu aprendi a pedi imagens e como trabalhá-las". A possibilidade de obter diferentes imagens de objetos, como mencionado acima, foi ressaltada pelo E9, afirmando que "nos forneceu muitas novidades".

¹⁵⁶http://www.telescopiosnaescola.pro.br/manual_ds9.pdf.

¹⁵⁷http://mo-www.cfa.harvard.edu/OWN/pdf/mObs_Manual.pdf e <http://www.euhou.net/docupload/files/software/manuel/SalsaJ.pdf>.

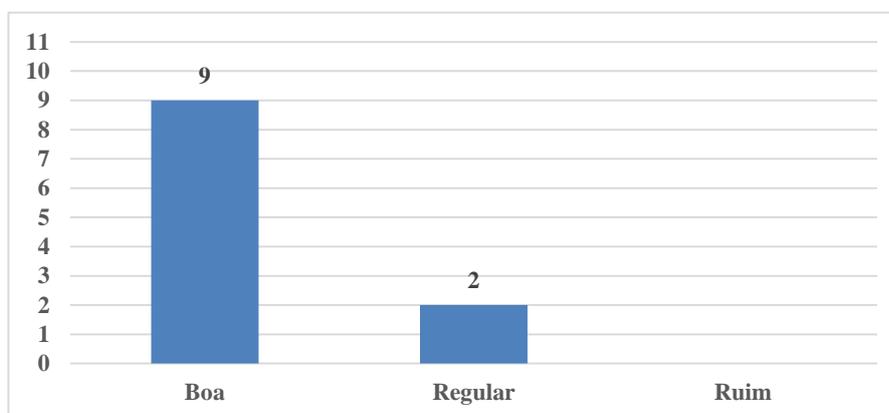
Gráfico 5.17 - A atividade sobre banco de imagens foi útil para conhecer as categorias dos objetos de Messier e uso do sítio da NASA?



No Gráfico 5.18, a opção “Boa” reflete a aprovação da atividade, por se constituir em importante repositório de imagens para o AstroEngenharia. Para E11, "Muito ágil e fácil, amei essa atividade. Cada dia uma nova descoberta. Cada imagem incrível".

O acesso dos estudantes nos permitiu obter muitas imagens. Ressaltamos que o banco de imagens do CETV, atualmente, é composto de objetos de Messier, do Sistema Solar, particularmente da Lua, além de objetos do *New General Catalogue* - NGC¹⁵⁸. Na próxima etapa, será realizada a catalogação, tendo por base os objetos pesquisados (Messier, NGC, Planeta, Lua (as crateras), etc.) e a qualidade do arquivo FITS¹⁵⁹.

Gráfico 5.18 - Qual imagem que melhor reflete a atividade de banco de imagens?



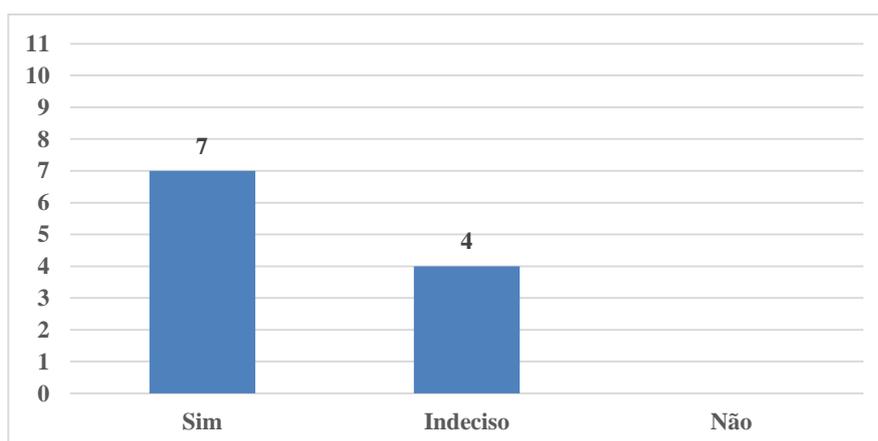
¹⁵⁸<http://www.uranomestrianova.pro.br/astrologia/AA002/ngc.htm>.

¹⁵⁹Algumas imagens estão saturadas pelo excessivo brilho.

No Gráfico 5.19, a opção "Sim" se destaca, mas chamamos a atenção para o "Indeciso" que, em alguns casos, se explica pela ausência do estudante na atividade. Nos outros casos, reflete a dificuldade mencionada por E6, porque não houve retorno de seus pedidos de imagens. Por fim, E1 recomenda que "Seria bem útil procurar mais telescópios dos quais pudéssemos pedir mais objetos".

Conforme ressaltado não houve condição de investigar os problemas de recepção de imagens, por isso não foi possível explicá-lo. Sobre "mais telescópios", o tempo curto e a dificuldade de acesso a computadores e à internet, não permitiram explorar o potencial do telescópio, por isso é compreensível que associe a alguma limitação do equipamento.

Gráfico 5.19 - Você recomenda a atividade para os seus colegas?



Os gráficos 5.20 a 5.22 referem-se à avaliação do *software* Salsa J¹⁶⁰. A aprovação máxima dos estudantes se relaciona à facilidade de uso do programa, devido a sua interface em português e, principalmente, com ferramentas e recursos identificados com ícones¹⁶¹. Pela avaliação do E7, com o tutorial, foi muito mais fácil utilizar o programa.

Para o E6, foi "Ótimo o programa para a identificação de informações da imagem, mas ele não apresenta as imagens de forma nítida". Neste caso, a questão pode se relacionar à imagem FITS utilizada e não ao *software*, porque a falta de nitidez da imagem, pode estar associada à qualidade da imagem ou não ter utilizado adequadamente os recursos do programa, como brilho, contraste, etc.

¹⁶⁰Três estudantes não estavam presentes na atividade.

¹⁶¹<http://www.labiutil.inf.ufsc.br/estilo/icones.htm>.

Gráfico 5.20 - O tutorial foi importante para utilizar o software Salsa J?

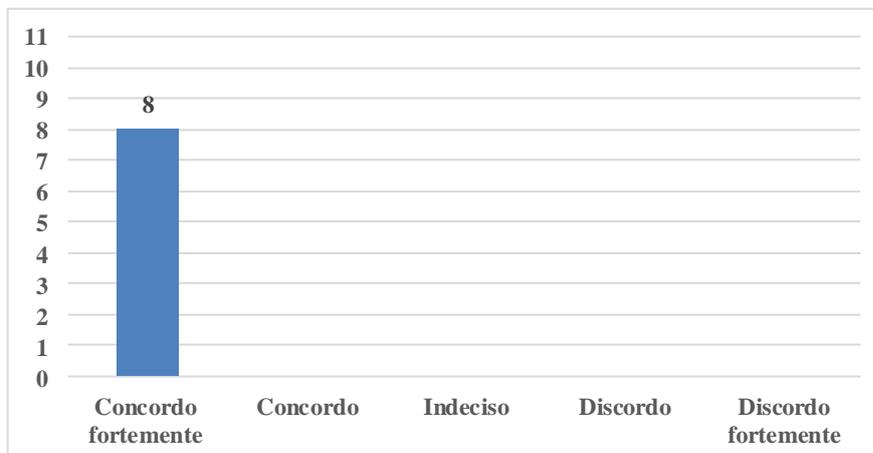


Gráfico 5.21 - Qual imagem que melhor reflete a sua experiência com o Salsa J?

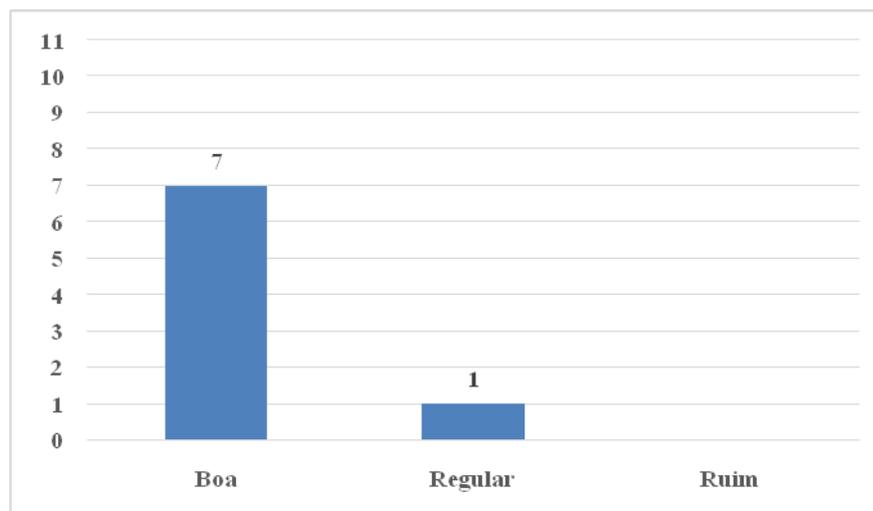
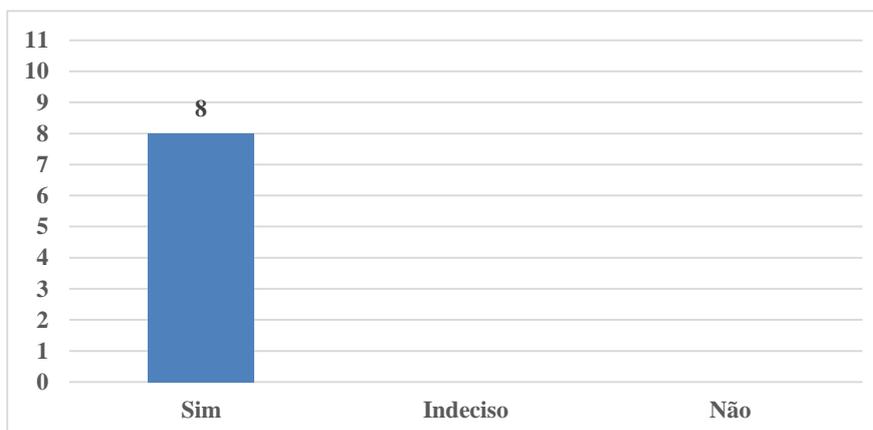


Gráfico 5.22 - Você recomenda o tutorial para os seus colegas?



Ainda sobre o Gráfico 5.21, o "Regular" reflete a opinião de E5, pois

O tutorial foi muito eficaz na compreensão do programa, porém ainda existem dúvidas quanto aos filtros que devem ser utilizados nas imagens e como adequá-los para uma melhor resolução. Além disso, gostaria de explorar as outras ferramentas da plataforma.

Em relação à opinião acima, houve uma aparente confusão com a utilidade dos filtros. Visto que os filtros RGB são utilizados para compor uma imagem em falsa cor e não a melhorar a sua resolução atribuída a imagem de calibração. Como a atividade se limitou a investigar, algumas das ferramentas e recursos da interface do Salsa J, o estudante expressou seu desejo de dar continuidade à exploração do programa¹⁶².

5.2.3 Categoria 3 - Atividade sobre as revistas do Observatório Nacional

A Categoria 3 diz respeito à estratégia avaliada nos gráficos 5.23 a 5.25 que envolveu as publicações do Observatório Nacional. No pré-teste e pós-teste, avaliamos também a aprendizagem dos temas abordados pelas revistas.

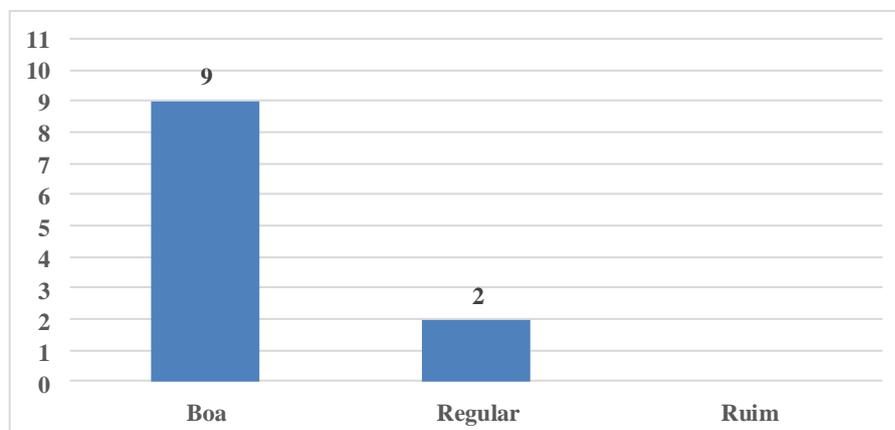
Em relação ao Gráfico 5.23, a opção "Boa" reflete a aprovação da estratégia, que buscou investigar o conteúdo do referencial utilizado, pois, na opinião do E8, "A revista descreve o assunto de modo que o leitor aprenda [...] de uma forma divertida".

Para o E2,

Bem, essas revistas ajudaram bastante na minha formação, pois elas estão escritas de forma bastante breve, coerente e divertida. Porém acho que deveria estar em cores, as fotos representativas, e também deveria conter mais algumas informações nelas! Mas fora isso, não tenho o que reclamar, super amei essas revistas, recomendo para todos os iniciantes.

¹⁶²Recomendamos as atividades práticas desenvolvidas pelo Professor Dr. Eduardo B. de Amôres e demais pesquisadores do TnE disponível no *link* <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/>.

Gráfico 5.23 - Qual imagem que melhor reflete os conteúdos das revistas?



Alguns esclarecimentos sobre a impressão em preto e branco da revista e o seu conteúdo. No original a impressão é colorida. Em relação ao conteúdo na opinião do E1 houve alguns excessos, que certamente levou a sugestão do estudante E2 ao “sentir falta de mais informações”.

Apesar das revistas serem cheias de conteúdo, o emprego da **linguagem jovem** (grifo nosso) dificulta um pouco a compreensão, acaba que algumas páginas foram **desperdiçadas** (grifo nosso) para o emprego de piadas, o que não era muito necessário (E1).

Algo que chamou a atenção é que os estudantes discordaram da “linguagem jovem”. Talvez explique o fato das revistas variarem entre aproximadamente cinquenta e cem páginas, o que levou a sacrificar informações importantes. No endereço eletrônico do Observatório Nacional¹⁶³ é possível obtê-las entre outros títulos direcionados ao público escolar.

Os próximos gráficos 5.24 e 5.25 referem-se à relação conteúdo e formação. Os resultados "Concordo Fortemente" e "Concordo", sinalizam a validade da estratégia adotada em torno das revistas. Entretanto, como sinalizado os estudantes fizeram algumas ressalvas que precisam da atenção dos autores. Na opinião do E5

A linguagem usada, apesar de tentar ser como a que os jovens usam, pareceu um pouco forçada, tornando a leitura um tanto desestimulante. Atitudes dos personagens, como brigas e xingamentos... atrapalhando [...] o foco do real objetivo de cada revista, com exceção de a Nuvem de Oort e Big Bang¹⁶⁴.

¹⁶³<http://www.on.br/index.php/pt-br/conteudo-do-menu-superior/34-acessibilidade/114-material-divulgacao-daed.html>.

¹⁶⁴A revista do Big Bang não faz parte do acervo do Observatório Nacional.

Em outra avaliação, que reforça o envolvimento dos estudantes com a leitura crítica do material, o estudante E1 enfatiza que

Apesar das revistas serem cheias de conteúdo, o emprego da "**linguagem jovem**" (grifo nosso) dificultou um pouco a compreensão, acaba que algumas páginas desperdiçadas para o emprego de piadas, o que não era muito necessário.

Para o estudante E4,

O conteúdo das revistas é bom, porém naquelas que possuem o **modelo de sala de aula** (grifo nosso), trouxeram características um pouco incômodas, [...] brigas, implicações, etc. Creio que os mesmos não deveriam estar nessas revistas.

Nas colocações acima, ilustramos o compromisso deles com a leitura crítica do material, ou seja, com o conteúdo proposto a eles. Como estamos buscando validar o material a ser utilizado nas próximas formações, é preciso ouvi-los e adequá-lo. A colaboração entre os centros de pesquisa e escola precisa se estreitar mantendo um diálogo mais próximo, a exemplo da iniciativa do Mestrado Profissional em Astronomia. A leitura crítica dos estudantes aponta, neste sentido, o que envolve conhecer o público e a forma de abordar o conteúdo a ser utilizado no ambiente escolar.

Gráfico 5.24 - O conteúdo da revista ajudou na sua formação?

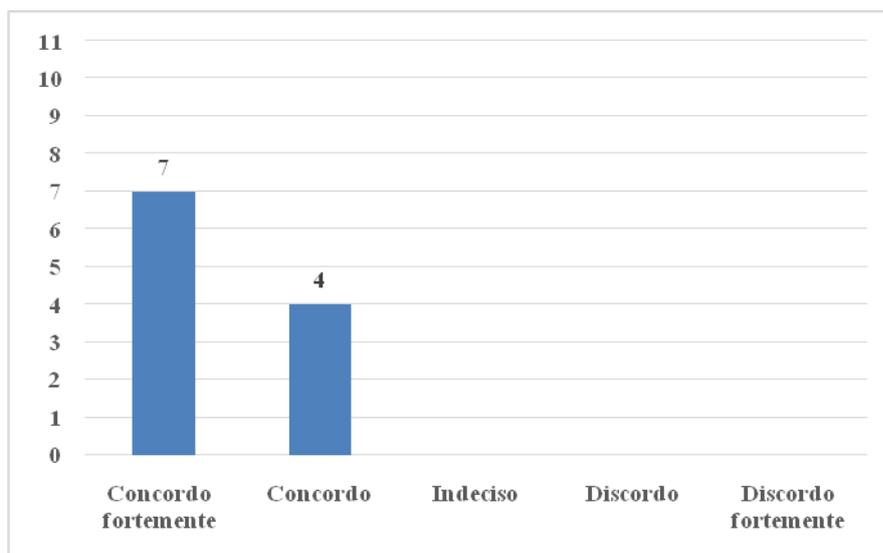
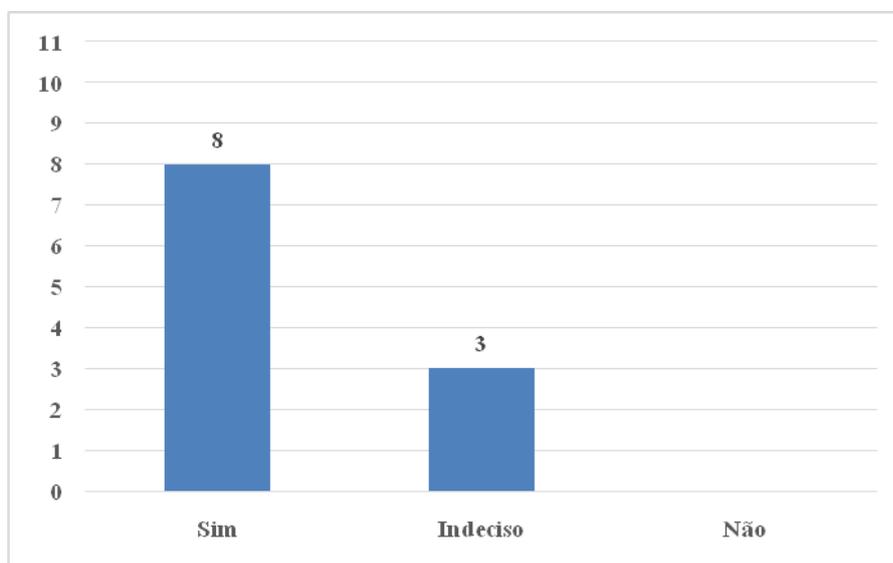


Gráfico 5.25 - Você recomenda a revista para seus colegas?



Tendo em vista as ressalvas anteriores dos estudantes, o "Indeciso", no Gráfico 5.25, reflete a dúvida quanto à utilização da revista pelos demais estudantes, por conta do conteúdo inoportuno.

5.2.4 Categoria 4: O processo de formação do AstroEngenharia

A Categoria 4 teve por objetivo avaliar o processo de formação, o formador e o conteúdo. Como mencionado, muitos problemas interferiram na execução do planejamento inicial. Entretanto, o envolvimento dos participantes, ajudou a superar os obstáculos e a finalizar o que foi proposto para a formação dos estudantes.

De um modo geral, observando os gráficos 5.26 a 5.28, a formação obteve uma avaliação unânime, mostrando em cada relato, a exposição sincera de fazer parte de uma investigação pioneira, com telescópios remotos e de grande repercussão na vida pessoal e profissional.

Mesmo com as dificuldades apontadas ao longo da investigação, a exemplo da dupla jornada escolar e, sem qualquer estímulo de bolsas, aceitaram o desafio de colaborar com a investigação. Ainda sobre o processo de formação, na opinião do E9 "Podíamos ter computadores melhores [...] nosso aproveitamento seria bem maior. Mas conseguimos trabalhar com o que tínhamos".

Gráfico 5.26 - Qual a sua opinião sobre o processo de formação?

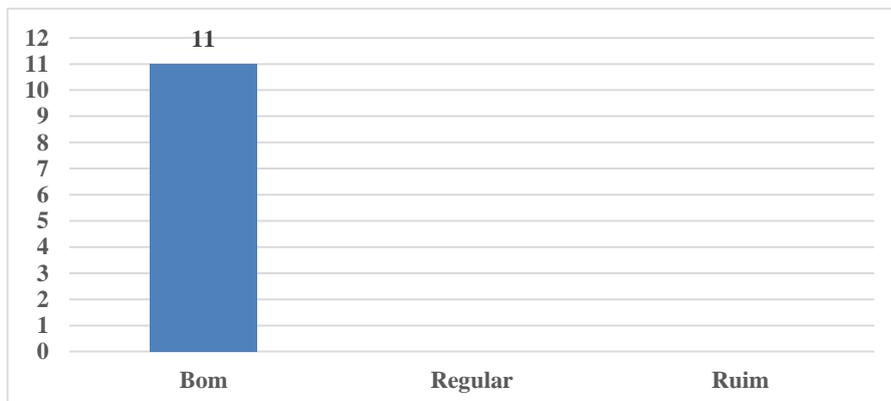


Gráfico 5.27 - Qual sua opinião sobre o formador?

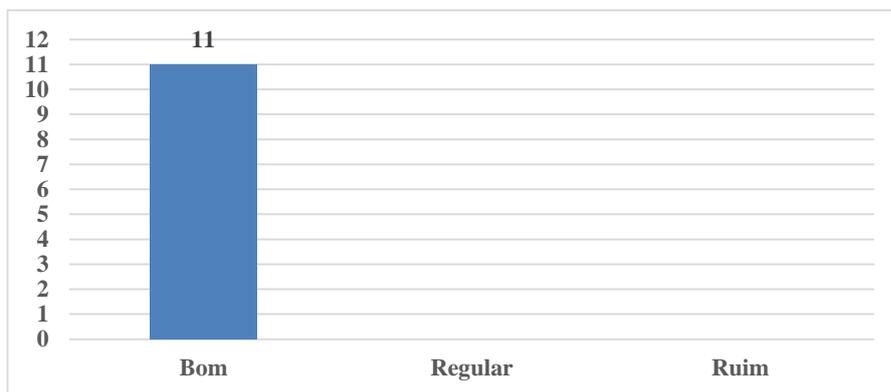
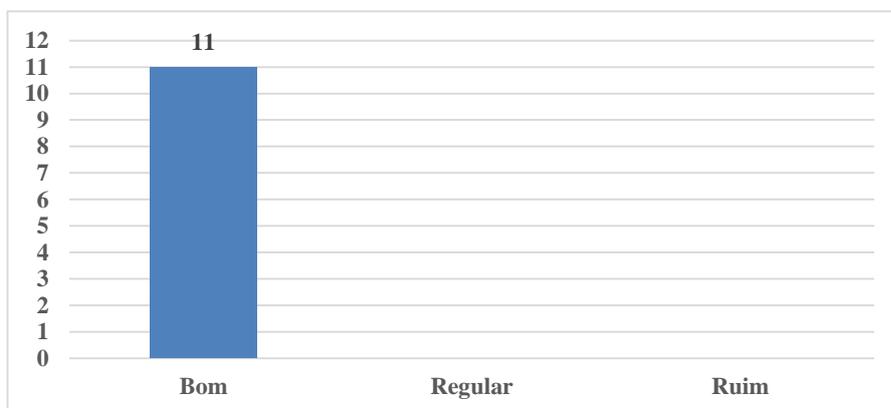


Gráfico 5.28 - Qual sua opinião sobre o conteúdo da formação?



Nesse sentido, é preciso repensar a informática na escola pública brasileira e, no processo, o lugar do laboratório de informática.

Se quisermos trazer para as nossas escolas a tecnologia da observação remota, materializada em muitos países, é imperativo proceder o suporte e a adequada modernização tecnológica.

Na sequência da discussão, os relatos dos estudantes que evidenciam a importância do AstroEngenharia no ambiente escolar brasileiro, carente de iniciativas que possam proporcionar aos jovens experimentos científicos criativos, críticos e colaborativos na área da Astronomia. São eles:

- *“Gostei de tudo que aprendi”*; (E3)
- *“O trabalho foi ótimo, os conteúdos estudados, as aulas práticas foram muito boas. Apenas acho que seria bom abordarmos mais temas diferentes”*; (E4)
- *“Tutorial muito explicativo e programa de fácil uso, aulas bem explicativas”*; (E6)
- *“A formação foi excelente, o professor ensinou de uma maneira bem proveitosa, de maneira que o conteúdo ficou bem interessante”*; (E8)
- *“A formação me proporcionou uma perspectiva diferente e mais ampliada do **trabalho do astrônomo** (grifo nosso) com todas as dificuldades, surpresas e recompensas de se estudar o universo. Gostaria de explorar mais o uso dos telescópios e estudar objetos peculiares como as galáxias”*; (E5)
- *“Sobre a formação só tenho que dizer obrigado a todos. Tive ensinamentos importantes que irei levar por toda a vida”*; (E2).

Nos relatos, notamos a satisfação em participar de um experimento inovador na escola pública. Destaca-se aqui o E5, pois o seu relato tem relação com os propósitos da investigação, que é difundir o trabalho do astrônomo profissional como atividade escolar. Para finalizar o trabalho de análise, é importante mencionar o E1 que no seu relato diz: "Além de quebrar achismos causados por terceiros".

Tais palavras nos remetem a Vygotsky porque diz respeito à superação do conceito cotidiano pela certeza do conceito científico. Por fim, o relato do E10, que traduz o nosso esforço científico de incentivá-los a dar continuidade aos seus estudos de preferência que despertem para a Astronomia.

Boa, é um pouco difícil expressar o quão importante foi para mim, participar do projeto. Ter acesso a todos os conteúdos relacionados à astronomia mudou a forma como vejo o mundo a minha volta, o desempenho até mesmo em outras disciplinas também melhorou, pois despertou algo muito importante: a curiosidade. Agradeço muito ao querido professor Alberto e a todos que também participaram deste projeto, foi uma experiência sensacional.

Para o AstroEngenharia, é um relato memorável porque reforça a nossa crença no papel da escola, na formação científica dos indivíduos e no projeto, por sinalizar a luz no fim do túnel e encaminhá-los a outros horizontes formativos. Nosso papel de educador, mesmo com as adversidades, é apontar o caminho e buscar superar os problemas da educação pública brasileira¹⁶⁵.

¹⁶⁵Como disse o astrônomo norte-americano Neil deGrasse Tyson sobre o descaso com a formação científica da juventude: “Talvez o próximo Einstein esteja morrendo de fome na Etiópia”.

CAPÍTULO 6 - ATIVIDADES COMPLEMENTARES

As atividades complementares foram resultado de atividades na escola ou da participação de eventos. As atividades estão articuladas à proposta de formação, cujo objetivo foi exercitar a aprendizagem dos multiplicadores, incentivando-os ao protagonismo, com o propósito de qualificá-los para a pesquisa e a difusão científica do estudo do Universo no ambiente escolar.

6.1 Concurso Telescópio SOAR

O concurso do Telescópio SOAR¹⁶⁶ é uma iniciativa do Laboratório Nacional de Astrofísica - LNA. É um concurso anual e direcionado ao público escolar do Ensino Fundamental II e Médio. O concurso teve como um dos idealizadores, o orientador da presente pesquisa, enquanto esteve como pós-doutorando no LNA no ano de 2012.

Para participar os estudantes devem seguir o regulamento e com a orientação do professor, indicar um objeto para ser imageado pelos astrônomos do laboratório. Entre os objetos que podem ser fotografados estão aglomerados, galáxias e nebulosas conforme o regulamento do concurso.

Participar do Concurso do LNA também possibilita aprender os parâmetros básicos para uma observação com equipamentos mais sofisticados. O concurso possui um regulamento próprio (também elaborado em grande parte pelo orientador da atual pesquisa), que fornece dicas para uma boa proposta. Para obter sucesso, é preciso que o participante saiba distinguir o tipo de objeto, comprimento de onda no visível, infravermelho, rádio ou Raios X.

Outras informações são necessárias como período do ano favorável, a exemplo de estar visível no período entre fevereiro e maio. É preciso as coordenadas equatoriais com os seguintes limites de Ascensão Reta (*AR*) maior ou igual a 3 horas e menor ou igual a 19 horas ($3h < AR < 19h$) e de Declinação (*DEC*) entre -60 graus e 0 graus ($-60^\circ < DEC < 0^\circ$, ou seja, declinação negativa que significa localizado no Hemisfério Sul Celeste). Elementos como brilho ou magnitude, tamanho aparente e originalidade também são imprescindíveis.

¹⁶⁶<http://lnapadrao.lna.br/observatorios/soar/concurso-de-astronomia-2016/regulamento>.

Neste concurso, o SIMBAD é de extrema importância por fornecer os dados astrofísicos, para a indicação correta do objeto. Após verificar se o objeto indicado, corresponde às recomendações do concurso, é preciso fundamentá-lo, orientando-se pela questão "por que seria interessante ter uma imagem digital desse objeto feita com o Telescópio SOAR?".

Na Figura 6.1 é apresentado um dos certificados obtidos por estudante do projeto.

Figura 6.1 - Certificado do Concurso SOAR.



O SOAR se divide em duas categorias que são o Ensino Fundamental II e o Ensino Médio. Para os vencedores, a “fotografada” e a visita de um astrônomo profissional do LNA na escola. Há a possibilidade de visitas às instalações do Telescópio SOAR, localizado nas montanhas do Chile, às instalações do LNA em Itajubá, MG, e do Observatório do Pico dos Dias em Brazópolis, MG. As premiações têm o apoio da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA)¹⁶⁷.

6.2 Feira de Empreendedorismo, Ciência e Inovação da Bahia - FECIBA¹⁶⁸

A Secretaria da Educação da Bahia define a FECIBA como um espaço de mostra de experiências, de estímulo ao protagonismo dos estudantes que, orientados por docentes, fortalecem o domínio de habilidades próprias ao campo das Ciências da Natureza e Humanas, e da Matemática, decorrentes do ensino escolar dessas áreas de conhecimento.

¹⁶⁷<http://www.oba.org.br/site/>.

¹⁶⁸<http://escolas.educacao.ba.gov.br/FECIBA1>.

Apresentamos na FECIBA, o projeto "Planetário na Escola: uma proposta para popularizar a Astronomia e o *Software Livre* na sala de aula" (Figura 6.2). O projeto foi desenvolvido por um grupo de estudantes do Ensino Médio. Em Salvador, foi apresentado pelas estudantes do AstroEngenharia - Ana Vitória Conceição Santos e Aline Santos Santana (Figura 6.3).

Figura 6.2 - Stand do Projeto de Astronomia na FECIBA 2015.



Figura 6.3 - Ana Vitória Conceição e Aline Santana apresentando o projeto.



A experiência de orientação mostrou-se valiosa e gratificante para os participantes. É uma forma de introduzir e envolver os estudantes, com a metodologia do trabalho científico. Devido à importância, foi escrito na JASTRO¹⁶⁹ e no SENAMEPRAE¹⁷⁰.

¹⁶⁹<http://physika.info/physika/index.php/vijastro.html>.

A FECIBA e demais eventos descritos no trabalho estão articulados à proposta de revelar talentos e, também, de qualificar os estudantes do projeto, com a participação nos eventos científicos, desenvolvendo atividades de pesquisa e difusão na escola e em outros espaços.

Na Figura 6.4, a divulgação das ações do AstroEngenharia, no Museu Parque do Saber. Em outra oportunidade, no evento interno denominado Astro Homenagem, entregando livros de Astronomia (Figura 6.5), como forma de incentivá-los a continuar se envolvendo com o estudo científico do Universo.

Figura 6.4 - Museu Parque do Saber.



Figura 6.5 - Astro Homenagem a Ana Vitória Conceição e Aline Santos Santana.



¹⁷⁰AMORIM FILHO, A. A.; AMÔRES, E. B.; MARTIN, V. A. F. Planetário na Escola: uma proposta para popularizar a Astronomia e o Software Livre na sala de aula. 2016.

6.3 Primeiro Encontro de Vocação Científica do Observatório Antares

A proposta de trabalhar a vocação científica no Observatório Antares foi planejada e executada na disciplina Desenvolvimento e Produção de Material Didático, ministrada pelo professor Dr. Marildo G. Pereira. O objetivo da proposta foi desenvolver a vocação científica dos estudantes do Ensino Médio.

Na Figura 6.6, a oficina sobre telescópios, com a exposição de equipamentos dos mestrandos e produzidos ao longo da disciplina. A atividade científica no Antares foi muito interessante para os mestrandos como para os estudantes do CETV (Figura 6.7) e comentada por eles (Figura 6.8) como "uma mistura de conhecimento e diversão!!!".

Figura 6.6 - Oficina com Caixa Escura de Orifício e Lunetas Refractoras e Refletores.



Figura 6.7 - Mestrando Alberto Amorim e Estudantes do AstroEngenharia.



Figura 6.8 - Postagem na Rede Social Facebook Durante o Evento no Observatório Antares.



O evento científico pioneiro na cidade de incentivo à vocação científica permitiu o contato com astrônomos profissionais, professores mestrandos de diversas áreas do conhecimento e seus experimentos. Além disso, foi uma oportunidade diferenciada de aprender Astronomia distante das exposições onde o público apenas assiste o espetáculo.

6.4 InOMN e Noite CETV da Observação da Lua

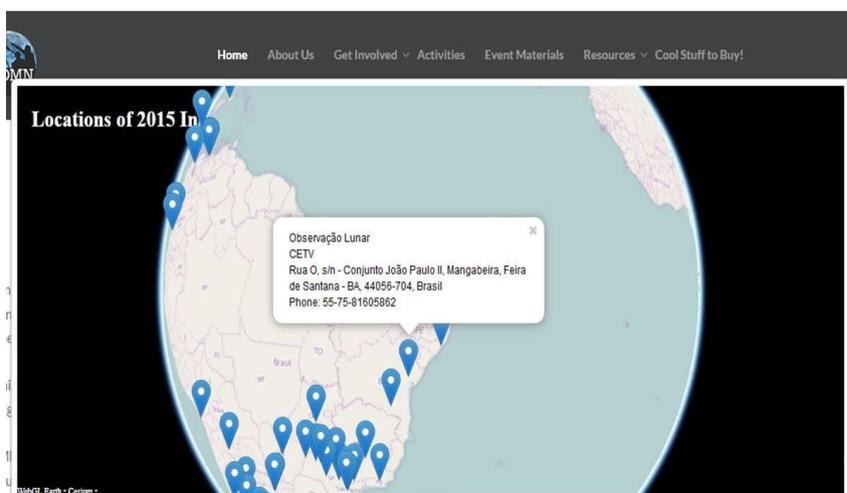
A Noite Internacional da Observação da Lua - InOMN é um evento público mundial anual. É um incentivo à observação, apreciação e compreensão da Lua. É também um incentivo à continuidade da exploração planetária da NASA, bem como as conexões culturais e pessoais que todos temos com o vizinho mais próximo da Terra. Todos são convidados a participar do evento, organizando atividades que façam referência à importância da Lua. Realizamos antes e depois do evento internacional, o nosso evento local. É uma forma de nos prepararmos e manter o interesse pela observação e estudo lunar.

Nas figuras 6.9 e 6.10, um dos eventos realizados na escola com as lunetas (do acervo pessoal) e o mapa da participação internacional do CETV.

Figura 6.9 - Noite Internacional da Observação da Lua 2014.



Figura 6.10 - Mapa da Participação da Escola na Noite Internacional da Observação da Lua.



O InOMN é patrocinado pela NASA, com o apoio do Instituto Virtual de Pesquisas de Exploração Solar (SSERVI¹⁷¹) e do Instituto Lunar e Planetário¹⁷². Por ser anual, realizamos, como ressaltado, antes e depois do evento internacional, a “Noite CETV de Observação da Lua”. Assim como o InOMN, a Noite CETV faz parte de outra iniciativa de qualificação dos estudantes do AstroEngenharia denominada de “Luar do Sertão” (Figura 6.11).

¹⁷¹<https://sservi.nasa.gov/>.

¹⁷²<http://www.lpi.usra.edu/>.

Figura 6.11 - Luau no Dia do Professor no CETV.



6.5 Olimpíada Brasileira de Astronomia - OBA

A OBA¹⁷³ é um evento anual, cujo objetivo é incentivar as escolas a realizar a prova de Astronomia e a Mostra Brasileira de Foguetes - MOBFOG¹⁷⁴. O evento é aberto ao público de escolas públicas e privadas da Educação Básica. A olimpíada e a mostra de foguetes ocorrem em uma única etapa, e no final, os participantes ganham certificados. Dependendo da classificação, recebem medalhas de ouro, prata ou bronze. Em seguida, estudantes são selecionados para a competição nacional e internacional.

Na Figura 6.12, temos os estudantes respondendo a prova da OBA de 2016. O CETV participa da OBA desde 2009. No início, com muitos estudantes e o conseqüente desperdício de material impresso, boa parte das provas retornavam em branco, o que nos motivou a convidar apenas os estudantes mais interessados, e mais adiante concentrar o esforço nos membros do AstroEngenharia.

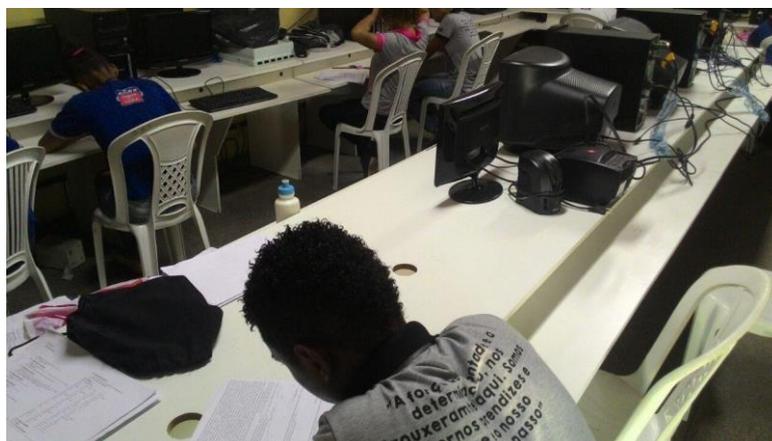
Ressaltamos que o conteúdo cobrado na prova não é trabalhado adequadamente na escola pública. Tal situação exige um trabalho diferenciado. Temos buscado reverter a dificuldade, propondo mudanças nos planejamentos das áreas de Ciências Humanas e Exatas, além de solicitar o apoio do PIBID de Física.

Apesar das dificuldades os resultados das provas têm melhorado e as notas nos animados a investir na OBA como indicador de envolvimento dos estudantes com os temas de estudo do Universo.

¹⁷³<http://www.oba.org.br/site/>.

¹⁷⁴<http://www.oba.org.br/site/?p=conteudo&idcat=29&pag=conteudo>.

Figura 6.12 - Prova da OBA 2016.



6.6 Semana Mundial do Espaço

Tendo em vista destacar o AstroEngenharia no cenário nacional e internacional, a exemplo do InMON, participamos anualmente do *World Space Week* (WSW) ou Semana Mundial do Espaço¹⁷⁵. Diferentemente do evento sobre a Lua, direcionado a uma noite de discussão e observação, o WSW propõe durante uma semana, discussões acerca da conquista espacial do passado, presente e futuro. A Semana Mundial do Espaço

[...] é uma celebração internacional da contribuição da ciência e tecnologia espacial para o melhoramento da condição humana. Foi oficialmente declarada pelas Nações Unidas como sendo, anualmente, a semana de 4 a 10 de Outubro. Durante a Semana Mundial do Espaço, ocorrem em todo o mundo vários eventos e programas educacionais relacionados com o espaço. As datas que delimitam a Semana Mundial do Espaço comemoram acontecimentos marcantes da era espacial: no dia 4 de Outubro de 1957 foi lançado o Sputnik I, o primeiro satélite terrestre construído pelo homem. O Tratado de Exploração Pacífica do Espaço Exterior foi assinado pelos estados membros da ONU no dia 10 de Outubro de 1967. A Semana Mundial do Espaço é a ocasião ideal para os professores recorrerem ao espaço como meio de estimular os estudantes para a matemática, ciência e outros assuntos. [...] Para encorajar a participação, a Associação Internacional da Semana do Espaço atribui prêmios a professores e estudantes, sendo que os vencedores são homenageados em escala global.

¹⁷⁵<http://www.worldspaceweek.org/about/introduction-portuguese/>.

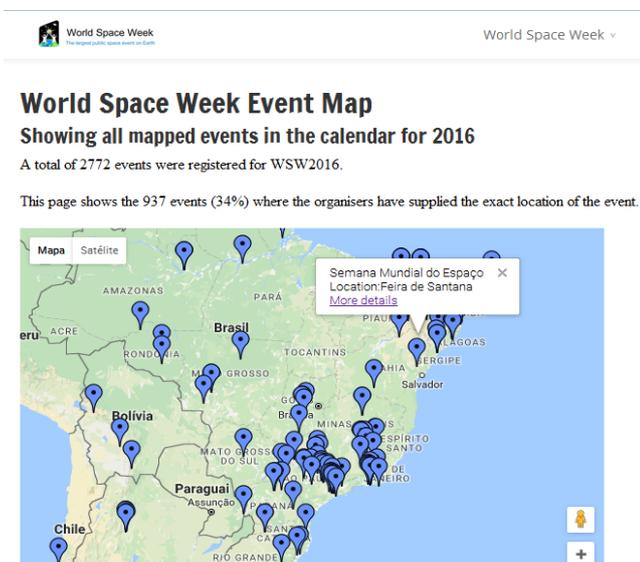
Seguindo o proposto pela organização do WSW, realizamos atividades de divulgação na escola. A atividade segue o tema anual, proposto pelos organizadores, e acrescentamos modificações, considerando a nossa realidade escolar.

Nas figuras 6.13 e 6.14 os cartazes de 2015 e 2016 e o mapa da localização da escola no evento.

Figura 6.13 - Cartazes 2015 e 2016.



Figura 6.14 - Mapa da Participação da Escola na Semana Mundial do Espaço.

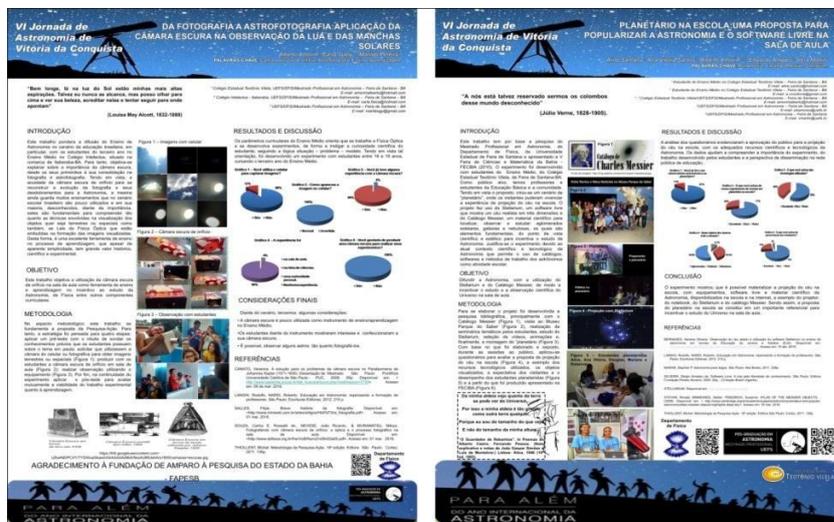


<http://www.worldspaceweek.org/>.

6.7 JASTRO e II SENAMEPRAE

Dentro da iniciativa de qualificação profissional e divulgação do AstroEngenharia, participamos de eventos locais e nacionais. Destacamos na Figura 6.15 a participação na Jornada de Astronomia de Vitória da Conquista (JASTRO), com banners sobre a câmara escura e a experiência do planetário na FECIBA.

Figura 6.15 - Banners na JASTRO.



No Seminário Nacional dos Mestrados Profissionais da Área de Ensino da Capes (SENAMEPRAE) tivemos a oportunidade de divulgar os banners no evento nacional e, apresentar oralmente, o trabalho que deu origem à pesquisa do mestrado, com o título "AstroEngenharia: Multiplicando Talentos Para a Astronomia e Engenharias na Escola Pública" (Figura 6.16).

Figura 6.16 - Apresentação Oral no II SENAMEPRAE 2016.



As atividades complementares mostram-se de grande importância e oportunas para o professor, por incentivar a própria pesquisa na escola, tendo os estudantes como parceiros na sua elaboração e execução. Para o estudante, é um excelente modo de vivenciar o método de trabalho científico da Astronomia.

A difusão em outros espaços é importante para socializar os experimentos, avançar a pesquisa e incentivar professores e seus estudantes a realizarem investigações semelhantes em suas escolas.

CAPÍTULO 7 - CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS

“Mas há muitas coisas que não se aprendem só pensando, é preciso vivê-las.”
(Bastian - História Sem Fim)

Antes de destacar o que consideramos conclusivo dos objetivos, é preciso ressaltar o papel dos sujeitos da pesquisa, pois sem eles e elas, não teria sentido destacá-los. Afinal, foram os estudantes tendo algo a “dizer” e a “fazer” que contribuíram para materializá-los.

Os sacrifícios diários, com a dupla jornada de estudo, sem abrir mão de uma formação diferenciada, na escola pública, fizeram-nos pioneiros de um experimento com imensa repercussão no seu futuro profissional. Desde o início do AstroEngenharia até a presente data, que mantenho minha confiança no envolvimento com os estudantes e na continuidade da colaboração, acreditando que vale a pena investir na Iniciação Científica do nosso público escolar.

Tendo em vistas os objetivos propostos, foi possível encontrar amparo científico no uso de telescópio remoto como atividade escolar. Muitas experiências têm surgido e se consolidado, como atividade escolar no mundo.

Não se trata de modismo tecnológico tão comum na educação brasileira. Mas, a exemplo da educação à distância, é uma tendência duradoura e bem fundamentada do ponto de vista histórico e científico, a exemplo do TnE e do *Observing With NASA*. Ao propor o uso de telescópio remoto na escola, estamos também resgatando uma prática de observação, iniciada por Galileu com a luneta e atualizada com a tecnologia da observação remota.

Neste sentido, é oportuno destacar o Catálogo Messier, apoiado pelo Atlas dos Objetos Messier, como referencial da Iniciação Científica e das sessões de observação remota. Bem como das posteriores atividades com os seus objetos que podem ir além da imagem em falsa cor.

Soma-se a isso, o estudo da Lua pela força do seu imaginário sobre as pessoas. Tal imaginário e as atuais conquistas científicas e tecnológicas podem contribuir para se retomar a investigação do nosso satélite natural na escola. Dessa forma, canalizando-a para despertar, no público escolar, o interesse pelo estudo científico do Universo.

Em relação aos resultados, analisados e discutidos, em duas etapas, podemos apontar que de modo geral, a nossa investigação é um incentivo aos profissionais que atuam na Educação Básica. A investigação apoiada pela informática facilita aos docentes das Ciências Humanas a se envolverem com as atividades da Astronomia e a possível multidisciplinariedade com as Ciências Exatas, Naturais e as Linguagens.

O resultado do pré-teste e do pós-teste deixou evidente, apesar das limitações do quantitativo de estudantes analisados, que alguns temas precisam ser revistos, a exemplo do Heliocentrismo, das Leis de Kepler e das descobertas de Galileu. Outras precisam ser estimuladas ou retomadas, como o estudo da evolução das estrelas, da Lua e do próprio Sistema Solar. Mas, não deixa de ser um diagnóstico do ensino da Astronomia, mesmo com um número limitado de estudantes, que sinaliza a necessidade da sua difusão para as demais escolas.

Nossa principal constatação envolve a superação, por parte deles e da minha parte, dos conceitos espontâneos pelos científicos e, de certa forma, por se buscar na ZDP os próximos passos.

A presente Dissertação que fundamenta o AstroEngenharia não deixa de ser também um tutorial, pois ao longo do trabalho, tivemos o cuidado de inserir diversas informações (no corpo do texto, nas notas de rodapé e no referencial bibliográfico), que direcionam o leitor a se apropriar de um conhecimento científico e tecnológico, necessário ao uso do telescópio remoto como atividade escolar.

Buscando por uma maior autonomia, no contexto das escolas públicas brasileiras, propomos o Observando com NASA, de modo a ser utilizado independente ou combinado ao Telescópios na Escola.

De modo algum, como ressaltado, vemos o telescópio remoto como modismo, por sabermos que na atualidade, o acesso à tecnologia remota é fato, mas carece de projetos consistentes, de aparato tecnológico e de um laboratório de informática adequado na escola pública brasileira.

O AstroEngenharia aponta a necessidade da revitalização do laboratório de informática, de modo a torná-lo parte definitiva da estrutura escolar, na questão pedagógica e tecnológica por ser fundamental na implementação da Iniciação Científica Júnior¹⁷⁶ na Educação Básica.

Entre os materiais destacados na formação do AstroEngenharia, o Catálogo Messier, as revistas em quadrinhos do Observatório Nacional, *softwares*, sítios, tutoriais, formulários, planilhas e atividades são materiais de grande relevância para incentivar e orientar a inserção da tecnologia da observação remota na escola.

É oportuno, destacar as atividades complementares, desenvolvidas ao longo da investigação como oportunidades para incentivar o envolvimento, a autonomia e a colaboração dos sujeitos da pesquisa.

As perspectivas, apontam para a continuidade da investigação com o suporte do orientador Professor Dr. Eduardo Brescansin de Amôres e da coorientadora Professora Dra. Vera Aparecida Fernandes Martin. Mesmo porque a estratégia da investigação propõe o uso do telescópio remoto articulado à presença do astrônomo profissional na escola. Muitas atividades desenvolvidas requerem a continuidade, já que as mesmas foram a base para se mostrar a viabilidade delas como atividade escolar.

De modo algum, poderia deixar de lembrar do astrônomo Carl Sagan e de sua influência em cada passo da investigação, adormecida ao longo da minha formação acadêmica, agora materializada no Mestrado Profissional de Astronomia.

Ao finalizar, portanto, ressalto a minha própria aprendizagem de uma visão equivocada sobre a Física e desconhecimento de importantes pontos da História da Ciência à certeza de que é uma ciência e um conhecimento imprescindível a qualquer pessoa envolvida com a investigação científica do Universo. Assim, temos “bilhões e bilhões” de razões para nos envolvermos.

¹⁷⁶<http://cnpq.br/ic-jr/faps>.

REFERÊNCIAS

AMÔRES, E. B., 2014, **Notas de Aula de Aplicativos Computacionais no Ensino de Astronomia**, UEFS.

AMORIM FILHO, A. A. Trabalho de Conclusão de Curso: **Do Giz, ao Mouse: Dokeos como ambiente virtual de aprendizagem na escola pública**. Santo Estevão, UNEB: 2010. 82 p.

ASSMANN, H. **A metamorfose do aprender na sociedade da informação** (2000). Disponível em: <www.scielo.br/pdf/ci/v29n2/a02v29n2.pdf> Acesso em: 12 abr. 2010.

BARUCH, J. E. F. **The Future of Robotic Telescopes for Education** (2000). Disponível em:<http://www.publish.csiro.au/?act=view_file&file_id=AS00119.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+): Ciências Humanas e suas Tecnologias**. – Brasília: MEC/SEF, 2002. 101p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+): Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. – Brasília: MEC/SEF, 2002. 141p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000. 109p.

COX, M. J. BARUCH, J. E. F. **Robotic Telescopes: An Interactive Exhibit on the World-Wide Web** (1994). Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/2755469_Robotic_Telescopes_An_Interactive_Exhibit_on_the_World-Wide_Web>. Acesso em: 26 dez. 2015.

FIDÊNCIO NETO, M. **Atividades Didáticas Observacionais Com Telescópios Operados Remotamente** (2017). Dissertação de Mestrado. IAG-USP. Disponível em:<http://www.iag.usp.br/pos/sites/default/files/d_messias_f_netto_corrigida.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2017.

FINO, C. N. **Muros para demolir: da fábrica de ensinar ao espaço aberto da aprendizagem** (2003). Disponível em: <www.uma.pt/carlosfino/publicacoes/Muros_para_demolir.pdf> Acesso em: 22 dez. 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia - saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2003.

GARCIA, C. (2010). **Observatorios Remotos y Roboticos**. Disponível em: <<http://observatorioremoto.com/>>. Acesso em: 12 jan. 2017.

GARCÍA-MONTOYA, E. **Optimización, validación y modelización de un proceso de fabricación de comprimidos. Desarrollo de una aplicación interactiva multimedia** (2001). Disponível em: <http://www.tdr.cesca.es/TDX-0618102-102213/index_cs.html> Acesso em: 06 jul. 2010.

GOMEZ, E. L. FITZGERALD, M. T. **Robotic Telescopes in Education** (2016). Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/1702.04835.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2017.

GOULD, R. et al. **What's Educational about Online Telescopes? Evaluating 10 Years of MicroObservatory** (2007). Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/250277712_What%27s_Educational_about_Online_Telescopes_Evaluating_10_Years_of_MicroObservatory>. Acesso em: 26 dez. 2015.

KARAM, H. A. **Telescópios Amadores: Técnicas de Construção e Configuração Ótica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012. 251p.

LAKATOS, E. M. MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. – 6. Ed. – São Paulo: Atlas, 2005.

LANGHI, R. NARDI, R. **Educação em Astronomia: repensando a formação de professores**. São Paulo: Escrituras Editoras, 2012. 215 p.

LONGHINI, M. D. (org.). **Educação em astronomia**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010. 328p.

MELO, A. M. AMORIM, J. S. de. BARANAUSKAS, M. C. C. ALCOBA, S. de A. C. **Desafios para a Tecnologia da Informação e Comunicação em Espaço Educacional Inclusivo**. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/viewFile/874/860>> Acesso em: 29 Jan. 2016.

MCKINNON, D. H. GEISSINGER, H. **Internet Astronomy in schools using remotely controlled telescopes** (2002). Disponível em: <<http://www.icita.org/previous/icita2002/ICITA2002/papers/187-7.pdf>>. Acesso em: 26 dez. 2015.

MILLER, S T. **Increasing Student Participation in Online Group Discussions Via Facebook** (2013). Disponível em: <<https://eric.ed.gov/?id=EJ1005873>>. Acesso em: 26 dez. 2015.

NEVES, J. L. **Pesquisa Qualitativa – Características, Usos e Possibilidades**. Caderno de Pesquisas em Administração. V. 1, N° 3, 2° sem/1996.

NOVA, C. ALVES, L. **A educação e os desafios da "revolução digital"** (2003). Disponível em: <http://www.academia.edu/300783/A_Educa%C3%A7%C3%A3o_E_Os_Desafios_Da_Revolu%C3%A7%C3%A3o_Digital>. Acesso em: 26 dez. 2015.

PECQUET, E. **Creando y publicando cursos virtuales com Dokeos 1.8** (2007). Disponível em: <http://www.dokeos.com/doc/teacher_manual_spanish.pdf> Acesso em; 08 abr. 2010.

PONCZEK, R. I. L. **Da Bíblia a Newton: uma visão crítica da mecânica**. In: ROCHA, J. F. **Origens e Evolução das Ideias da Física**. Salvador: Edufba, 2015. 374p.

READ, J. A. **50 coisas para ver com um pequeno telescópio (Edição Brasileira)**. São Paulo, SP: Createspace Independent Publishing Plataform, 2016. 74 p.

REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2014. 139 p.

ROCHA, J. F. **Origens e Evolução das Ideias da Física**. Salvador: Edufba, 2015. 374p.

ROCHE, P. et al. **No PhD required remote telescopes reaching a wider audience**. (2008). Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/234404975_No_PhD_Required_Remote_Telscopes_Reaching_a_Wider_Audience>. Acesso em: 4 abri. 2017.

SADLER, P. et al. **MicroObservatory Net: A Network of Automated Remote Telescopes Dedicated to Educational Use** (2001). Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/226167590>>. Acesso em: 4 abri. 2017.

SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios**. São Paulo, SP: Companhia de Bolso, 2016. 512p.

SLATER, T. F. et al. **A Proposed Astronomy: Learning Progression For Remote Telescope Observation** (2014). Disponível em: <<http://www.sciary.com/journal-scientific-collegeteaching-article-279380>>. Acesso em: 26 dez. 2015.

STOYAN, R. BINNEWIES, S. FRIEDRICH, S. **Atlas of the Messier Objects**. (2008). Disponível em: <<http://www.cambridge.org/ar/academic/subjects/astronomy/amateur-and-popularastronomy/atlas-messier-objects-highlights-deep-sky>>. Acesso em: 16 mar. 2016.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. São Paulo: Saraiva, 2009. 132p.

APÊNDICES

Apêndice A - Questionário do perfil dos multiplicadores

Perfil Multiplicadores

1. Qual sua idade?

- a) 13 - 14
- b) 14 - 15 (F 4; M 1)
- c) 15 - 16 (F 2; M 3)
- d) 17 - 18 (F 2; M 1)
- e) 19 ou mais

2. Como você descreve seu rendimento na escola?

- a) Ruim
- b) Regular
- c) Bom
- d) Muito Bom

3. De quanto tempo livre você dispõe para estudar?

- a) 0h
- b) 1h
- c) 2h
- d) 3h
- e) 4h ou mais

4. Onde, preferencialmente, você acessa a *internet*?

- a) Em casa
- b) Na escola
- c) Na *lan-house*
- d) No celular
- e) Não possuo acesso
- f) Outros

5. O que você acha de estudar pela internet (ambiente virtual de aprendizagem, facebook, etc.)?

- a) Ruim
- b) Regular

- c) Bom
- d) Muito Bom

6. Você pretende participar do ENEM/Vestibular?

- a) Sim
- b) Não

7. Em caso positivo, qual curso pretende estudar?

8. Você possui vínculo empregatício, se sim, qual?

- a) Não possuo
- b) Não, mas estou a procura
- c) Sim, com carteira assinada
- d) Sim, estágio
- e) Sim, menor aprendiz

9. O que você espera do projeto na sua vida pessoal e profissional?

10. Você sabe onde encontrar imagens/dados astronômicos?

- a) Sim
- b) Não

11. Você conhece algum catálogo da Astronomia?

- a) Sim
- b) Não

12. Você sabe onde obter imagens da Lua?

- a) Sim
- b) Não

13. A Lua tem crateras?

- a) Sim
- b) Não

14. Você sabe como medir essas crateras?

- a) Sim
- b) Não

15. Você sabe como usar sites/programas de Astronomia na internet?

- a) Sim
- b) Não

16. Você utilizar o celular para estudar Astronomia?

- a) Sim
- b) Não

17. Em caso positivo, qual aplicativo?

18. Você sabe o que é um telescópio remoto?

- a) Sim
- b) Não

19. Assinale os objetos possíveis de serem observados com um telescópio remoto.

- a) Galáxias
- b) Planetas
- c) Aglomerados estelares
- d) Satélites naturais
- e) Nebulosas
- f) Todas as opções

20. Você conhece os tipos de filtros utilizados para observação na Astronomia.

- c) Sim
- d) Não

21. Você sabe o que é tempo de exposição?

- a) Sim
- b) Não

22. Você sabe qual formato das imagens utilizadas na Astronomia?

- a) Sim
- b) Não

23. Assinale o valor para a estrela mais brilhante.

- a) -3
- b) 10
- c) -1
- d) 6
- e) 12

24. Você tem disponibilidade e interesse para observações noturnas na escola?

- a) Sim
- b) Não

25. Qual objeto da Astronomia você tem interesse de estudar? Justifique.

Apêndice B - Questionário do pré-teste e pós-teste

Pré-Teste sobre revistas em quadrinhos do Observatório Nacional

1. Anos-luz são medida de:

- a) Tempo
- b) Volume
- c) Distância**
- d) Velocidade

2. Como se chama a expansão ocorrida há cerca de 13,7 bilhões de anos atrás que deu início ao espaço, o tempo e a matéria?

- a) Explosão
- b) Transição
- c) Grande eclosão
- d) Big-Bang**

3. Quantos quilômetros a Terra está distante do Sol?

- a) Cerca de 800,24 bilhões de quilômetros
- b) Cerca de 37,7 milhões de quilômetros
- c) Cerca de 149,45 milhões de quilômetros**
- d) Cerca de 504 bilhões de quilômetros

4. Entre quais planetas se encontra o cinturão de asteróides?

- a) Marte e urano
- b) Terra e Marte
- c) Netuno e Urano
- d) Júpiter e Marte**

5. Qual a região que marca o fim do Sistema Solar?

- a) Cinturão de Kuiper
- b) Nuvem de Oort**
- c) Cinturão de Asteróides
- d) Cinturão de Gould

6. Como se chama a estrela mais próxima de nosso Sistema Solar?

- a) Betelgeuse
- b) Sírius
- c) Próxima Centauri**
- d) Alpha Centauri

7. Qual é a estrela mais brilhante do céu noturno?

- a) Betelgeuse
- b) Sírius**
- c) Beta Centauri

d) Alfa Centauri

8. Como se chama a parte visível do Sol?

- a) Núcleo
- b) Atmosfera
- c) Extratosfera
- d) Fotosfera**

9. Quais os fatores que influenciam para que os planetas tenham formato esférico?

- a) Massa do planeta e órbita ao redor do Sol.
- b) Força da gravidade do sol e composição do planeta.
- c) Período de rotação do planeta e vácuo.
- d) Força da atração da gravidade e massa do planeta.**

10. Qual é o planeta mais distante do Sol?

- a) Terra
- b) Urano
- c) Netuno**
- d) Plutão

11. Por que Plutão foi reclassificado a nova categoria de planeta-anão?

- a) por não possuir luas.
- b) por não ser esférico
- c) por não ser o objeto dominante de sua órbita**
- d) por ser pequeno entre os planetas do Sistema Solar.

12. Os anéis são características de quais planetas?

- a) Júpiter, Saturno, Urano e Netuno**
- b) Apenas Saturno
- c) Apenas Júpiter e Saturno
- d) Urano, Saturno e Netuno

13. Quantos são os planetas gasosos e rochosos, respectivamente?

- a) 2-4
- b) 5-3
- c) 3-5
- d) 4-4**

14. Os planetas que podemos ver da terra a olho nu, são respectivamente:

- a) Todos do sistema solar, porém vemos alguns menores, e outros maiores.
- b) Não vemos planetas no céu, apenas estrelas.
- c) Marte, Júpiter, Saturno, Vênus e Mercúrio.**
- d) Apenas Marte e Vênus

15. Quais são os nomes dos satélites naturais de Marte?

- a) Lua e Prometeo
- b) Febe e Japeto

c) **Phobos e Deimos**

d) Dione e Rea

16. Qual o satélite natural mais conhecido do planeta Saturno?

a) Mimas

b) Dione

c) Reia

d) **Titã**

17. Qual a principal composição de um cometa?

a) Poeira cósmica, enxofre e metais líquidos.

b) **Gelo, poeira cósmica, fragmentos rochosos e compostos orgânicos.**

c) Hidrogênio, hélio, metais sólidos e ozônio.

d) Rochas, ouro, silício e gelo.

18. Que astrônomo e matemático é considerado o pai do heliocentrismo?

a) Galileu Galilei

b) **Nicolau Copérnico**

c) Ptolomeu

d) Isaac Newton

19. O que Johannes Kepler descobriu?

a) Que todos os astros giram em torno do Sol.

b) Que os astros fazem a rotação

c) **Que as órbitas dos planetas são elípticas.**

d) Que as órbitas dos planetas são circulares

20. Quais são as luas de Júpiter descobertas por Galileu Galilei em 1610?

a) Io, Tritão, Titã e Miranda

b) **Ganimesdes, Calisto, Io e Europa**

c) Phobos, Deimos, Caronte e Hipérion

d) Titã, Encéadalo, Marte e Calisto

21. Quem formulou a lei da Gravitação Universal?

a) Edwin Hubble

b) **Isaac Newton**

c) Galileu Galilei

d) Neil Armstrong

22. Quem formulou a Teoria da Relatividade Geral?

a) Carl Sagan

b) Galileu Galilei

c) Neil Armstrong

d) **Albert Einstein**

23. 18. Qual destes grupos de estrelas está na Constelação de Órion?

a) Mintaka, Sírius e Betelgeuse.

- b) Spica, Saiph e pollux.
- c) Antares, Regulus e Altair.
- d) Betelgeuse, Rigel e Alnitak.**

24. O que o telescópio espacial Hubble revelou na foto mais conhecida dele?

- a) Dezenas de galáxias
- b) Milhares de galáxias**
- c) Vida extraterrestre
- d) Nova imagem da Terra

25. Qual é o formato da nossa Galáxia?

- a) Irregular
- b) Espiral**
- c) Elíptica
- d) Lenticular

26. Qual das alternativas a seguir apresenta um exemplo de uma nebulosa escura?

- a) Nebulosa da Ampulheta.
- b) Nebulosa de Órion.
- c) Nebulosa do Caranguejo.
- d) Nebulosa Cabeça de Cavalo.**

27. Quando uma estrela gigante com massa de até 20 vezes maior ou superior que o sol morre, ela deixa um núcleo muito pequeno, extremamente quente, denso e supermassivo, chamado de:

- a) Estrela de Nêutrons**
- b) Anã Marrom
- c) Jupiteriano quente
- d) Buraco Negro

28. Quando o Sol chegar ao final do seu ciclo se transformará em:

- a) supernova
- b) nebulosa planetária**
- c) nebulosa de emissão
- d) nebulosa de reflexão.

29. Qual corpo celeste é considerado o “elo perdido” entre os planetas e as estrelas?

- a) Anã Amarela.
- b) Hipernova.
- c) Cefeida.
- d) Anã Marrom.**

30. Qual é o resultado da deformação do espaço-tempo, causada após o colapso gravitacional de uma estrela?

- a) Supernova.
- b) Pulsar.
- c) Buraco Negro.**
- d) Matéria Escura.

31. Quais os três componentes básicos para formar uma estrela?

- a) Carbono, gravidade e tempo
- b) Hidrogênio, eletromagnetismo e tempo
- c) Hidrogênio, gravidade e tempo**
- d) Hidrogênio, gravidade e poeira estelar

32. No núcleo de uma estrela são fundidos hidrogênio em:

- a) Hélio**
- b) Níquel
- c) Carbono
- d) Nitrogênio

33. Qual o elemento químico produzido por uma estrela supermassiva segundos antes dela explodir em uma supernova?

- a) Carbono
- b) Urânio
- c) Polônio
- d) Ferro**

34. As estrelas mais antigas do Universo são as:

- a) Maiores
- b) Menores**
- c) Mais quentes
- d) Mais frias

35. Quando o nosso Sol morrer, ele deixará um corpo celeste denominado de:

- a) Planeta
- b) Anã-Branca**
- c) Buraco negro
- d) Quasar

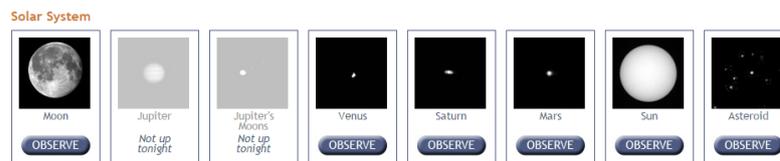
Apêndice C - Tutorial para acessar e utilizar o Observando com NASA

1. Acesse <http://mo-www.cfa.harvard.edu/OWN/index.html>
2. Clique em Control Telescope e selecione o seu alvo (objeto) que compõe uma das categorias disponíveis: Sistema Solar, Estrelas e Nebulosas ou Galáxias e outros.

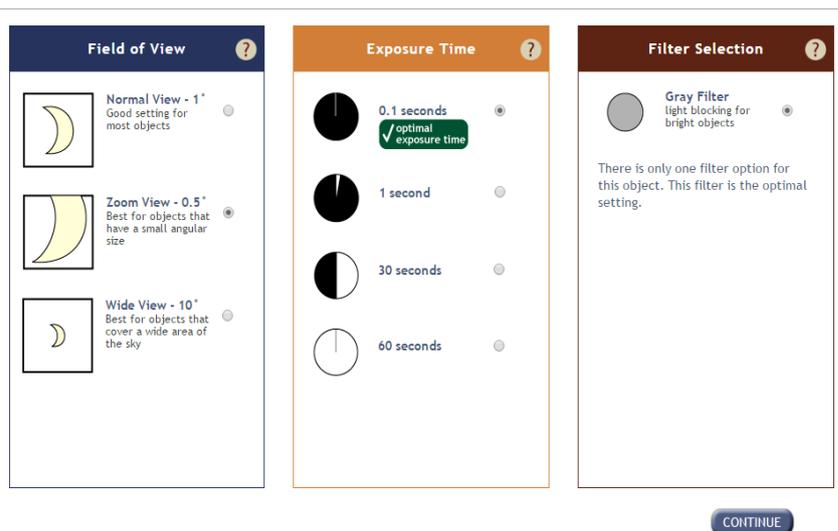


Observação: Se o alvo aparecer com o ícone apagado não está apto a observação. Clicando sobre qualquer objeto você obtém informações do mesmo.

3. Após certifica-se que o alvo esteja disponível clique em OBSERVE e aguarde a próxima janela.



4. Após a janela abrir, você precisa selecionar as informações, nas três configurações disponíveis: Field of View (Campo de visão), Exposure Time (Tempo de exposição) e (Filtros) Filter Selection. O próprio sistema se encarregará de sinalizar a configuração mais adequada ao seu pedido de captura do objeto.



No exemplo ao lado, no "Field of View", é possível escolher 1°, 0,5° (nossa escolha para obter mais detalhes da superfície lunar) ou 10°. No "Exposure Time", selecionamos 0,1 por se tratar de um objeto muito próximo e "luminoso", pois um maior tempo de exposição ocasionará a saturação da imagem, por excesso prolongado na captura. Em "Filter Selection", a depender do

objeto, pode-se ter mais de um filtro disponível. No caso da Lua, o disponível foi o filtro cinza que bloqueia a luz para objetos brilhantes.

OBSERVING WITH NASA MicroObservatory Robotic Telescope Network
Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics

CONTROL TELESCOPE PROJECTS & ACTIVITIES TOOLS & TRAINING DOWNLOAD SOFTWARE NEWS & VIEWS ABOUT MICROOBSERVATORY

Choose Target → Adjust Settings → Provide Information → Submit

Provide your contact information

Please provide your email address. We will send you your target image as soon as it is ready.
We also ask you to provide us with additional information so we can learn more about who is using this web site.

Email Address:

Age: Gender: State:

How often have you used these telescopes?

How would you rate your astronomy knowledge on a scale of 0 to 10 if 0 is "no knowledge at all" and 10 is "astronomy expert?"

May we contact you in the future about your MicroObservatory use?
Yes

SUBMIT

HOME - SITE MAP - CREDITS - PRIVACY

Produced for NASA by the Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics
©2008 Smithsonian Institution, all rights reserved.

5. Tudo ajustado, clique em Continue e preencha o formulário com as seguintes informações para obter a imagem do objeto (após responder clique em Submit e abrirá a janela de confirmação):

Email Address - seu e-mail pessoal

Age - sua idade

Gender (Gênero) - female (feminino) ou male (masculino)

State - Estados Unidos ou fora (Outside).

How often have you used these telescopes?

Quantas vezes você já usou esses telescópios ?

- first time today=primeira vez hoje
- 2-5
- 6-10
- mais que 10

How would you rate your astronomy knowledge on a scale of 0 to 10 if 0 is "no knowledge at all" and 10 is "astronomy expert?"

Como você avaliaria seu conhecimento da astronomia em uma escala de 0 a 10, se 0 é "nenhum conhecimento em tudo" e 10 é "expert astronomia" ?

May we contact you in the future about your MicroObservatory use?

Yes

Que possamos contatá-lo no futuro sobre o seu uso MicroObservatory ?

sim

CONTROL TELESCOPE PROJECTS & ACTIVITIES TOOLS & TRAINING DOWNLOAD SOFTWARE NEWS & VIEWS ABOUT MICROOBSERVATORY

Choose Target → Adjust Settings → Provide Information → Submit

Your request for a telescope image has been submitted!

Here are your settings that will be used by the telescope to take an image tonight:

Target: Moon
Object Type: Moon Distance: 384 thousand km (1.3 light seconds)
Field of View: zoom Exposure Time: 0.1 Seconds Filter Selection: gray
Your email address: amorimaberto@hotmail.com

Tomorrow or the next day you will receive an email notification from MicroObservatorySupport@cfa.harvard.edu with a link to download your image.
Keep your fingers crossed for clear skies!

What's next?

- To see recently-taken images, visit the [MicroObservatory Image Directory](#)
- To take more images, go to [Control Telescope](#)
- To find things to do with your images, explore [Projects & Activities](#)
- Compare your OWN images to NASA's Great Observatories - [Hubble](#) - [Chandra](#) - [Spitzer](#)
- [Give us your feedback](#) on your MicroObservatory experience

HOME - SITE MAP - CREDITS - PRIVACY

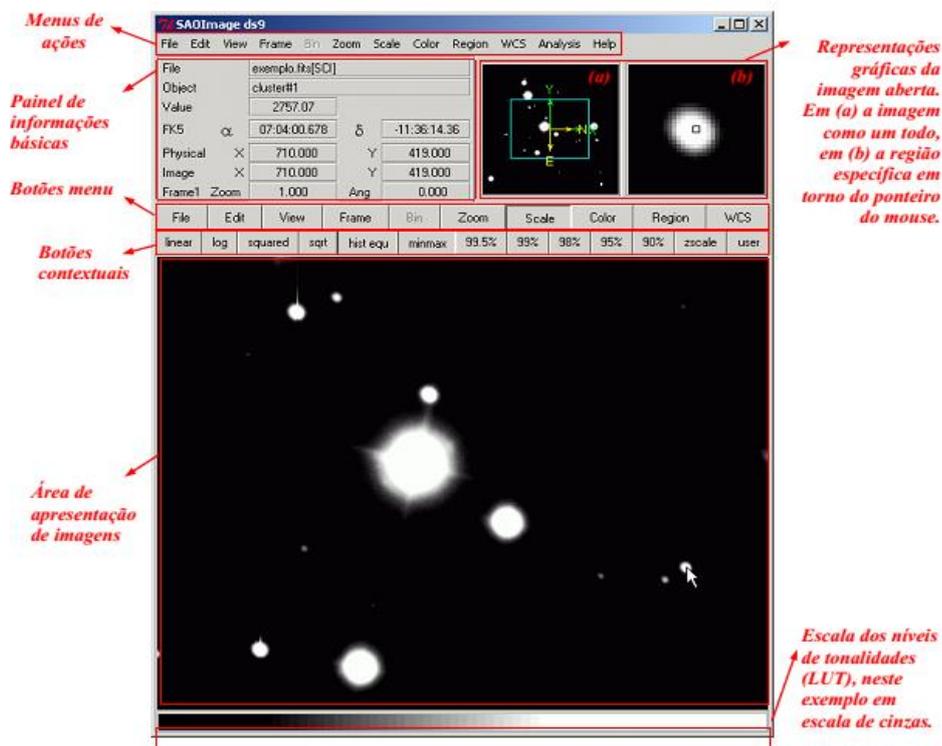
Produced for NASA by the Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics
©2008 Smithsonian Institution, all rights reserved.

Apêndice D - Tutorial para usar o DS9

É uma aplicação de imagem e visualização de dados astronômicos. DS9 suporta imagens FITS*, múltiplos quadro, manipulação região e muitos algoritmos de escala e mapas de cores.

*FITS ou Flexible Image Transport System é um formato de arquivo digital utilizado para armazenar, transmitir e manipular imagens científicas e outros. FITS é o formato de arquivo digital mais utilizado em astronomia. Ao contrário de muitos formatos de imagem, FITS é projetado especificamente para dados científicos e, portanto, inclui muitas informação interna para descrever os parâmetros de calibração fotométrica e espaciais, juntamente com os dados brutos origem da imagem. Uma característica importante do formato FITS é que os dados em bruto da imagem são armazenado num cabeçalho ASCII legível, de modo que um utilizador possa examinar a informação contida na captura incluindo o autor, a data, o instrumento utilizado e até as coordenadas da imagem (entre outras).

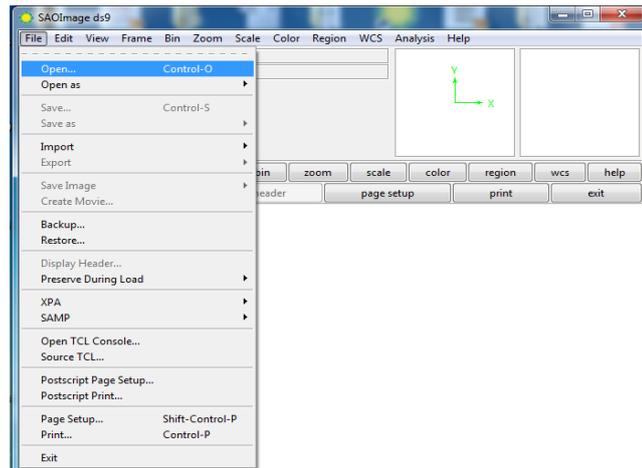
Apresentamos nesta seção os elementos da interface gráfica do programa DS9.



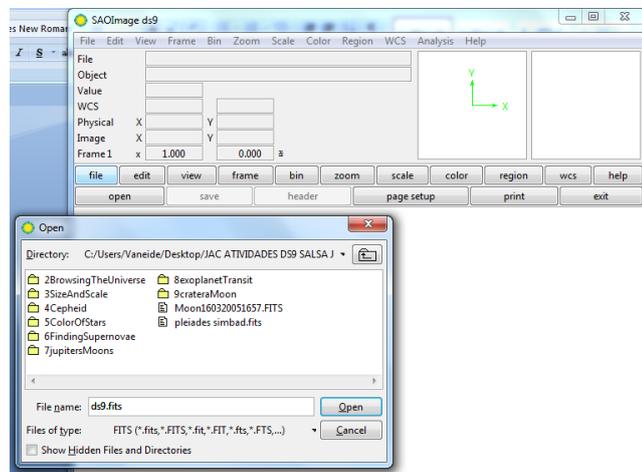
Fonte: DS9

Instruções sobre a interface do DS9.

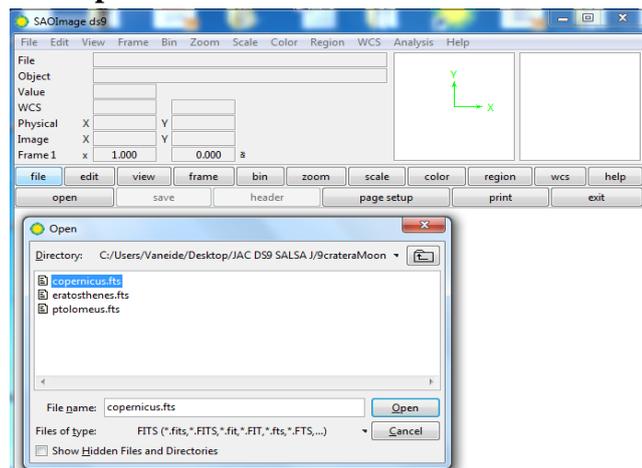
1. Localize o ícone do **DS9**, abra o programa, observe a interface e seus elementos.
2. Clique em **Open...** (**JAC DS9 SALSA J**) para explorar os recursos da interface do **Salsa J** com imagem **FIT** das crateras da Lua.



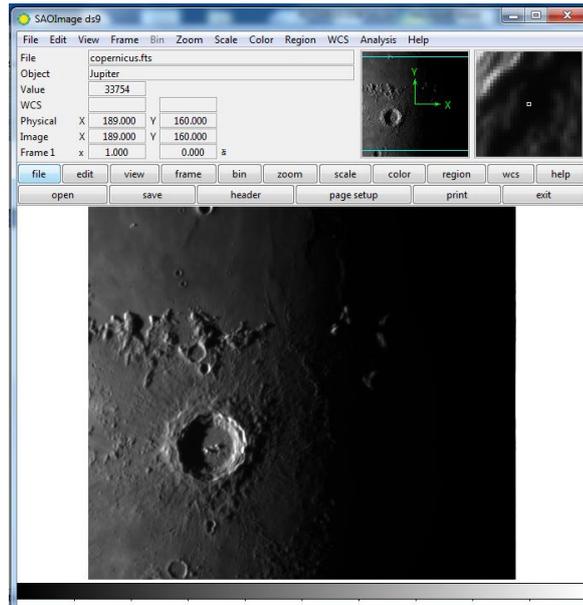
3. Localize a pasta **9crateraMoon**.



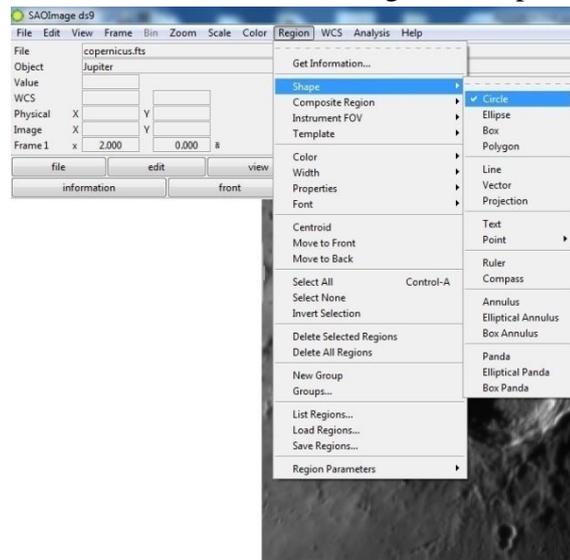
4. Localize a imagem FIT **copernicus.fts**.



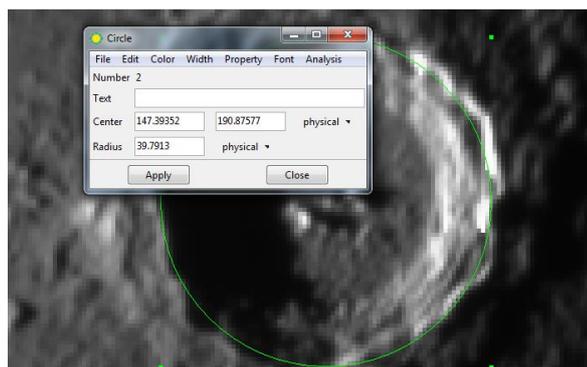
5. Abra o arquivo e na primeira janela X/Y ajuste centralizar a imagem, os níveis de zoom (1, 2, 4 ou 8), color (contraste) que facilite um melhor reconhecimento da cratera.



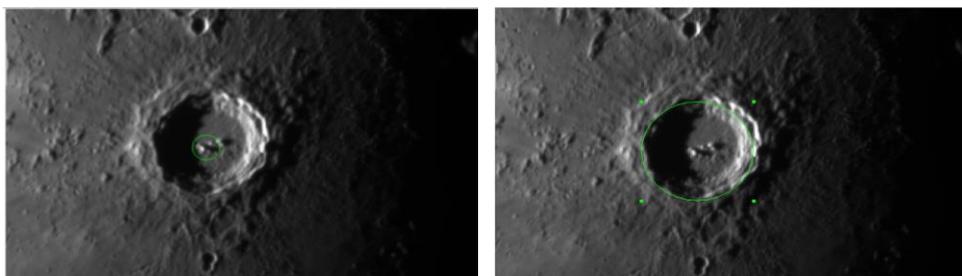
6. Para conhecermos o diâmetro da cratera escolha Region >Shape>Circle



7. Clique no centro da cratera, o que fará aparecer a circunferência no centro da cratera e ao clicar aparece as abas que você arrasta até a circunferência atingir a borda da cratera (utilize zoom a partir do mouse para visualizar melhor).



8. Em seguida clique no centro da cratera para encontrar o valor do **Raio (Radius)** da circunferência.

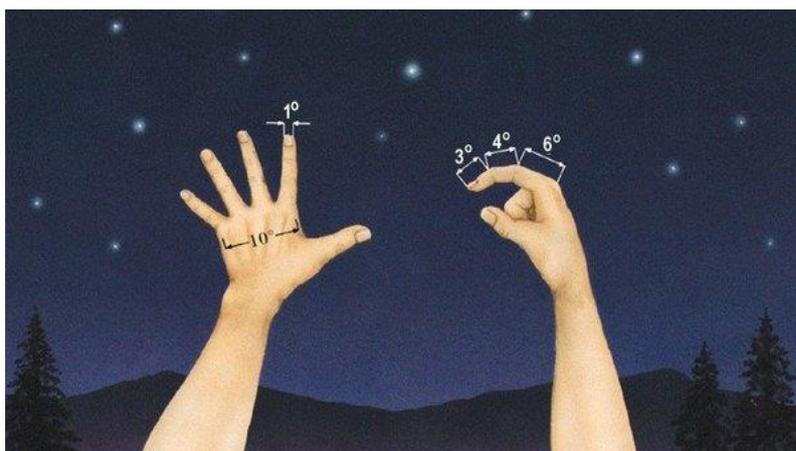


Atenção: Considere as seguintes informações para calcular o diâmetro das crateras.

Tamanho angular da Lua: 31,7' minutos de arco = 1864,2'' segundos de arco;

Raio da Lua: 1738,1 km ou 932,1'' segundos de arco

Um pixel da imagem equivale a 1,3" (1,3 segundo de arco) do céu (observe a imagem abaixo).



Exemplo: cratera Copernicus

Medida com DS9 utilizando o recurso Círculo: 39,8 (pixels)

1 pixel - 1,3"

39,8 - X

$X = 39,8 \cdot 1,3$

X = 51,7 segundos de arco

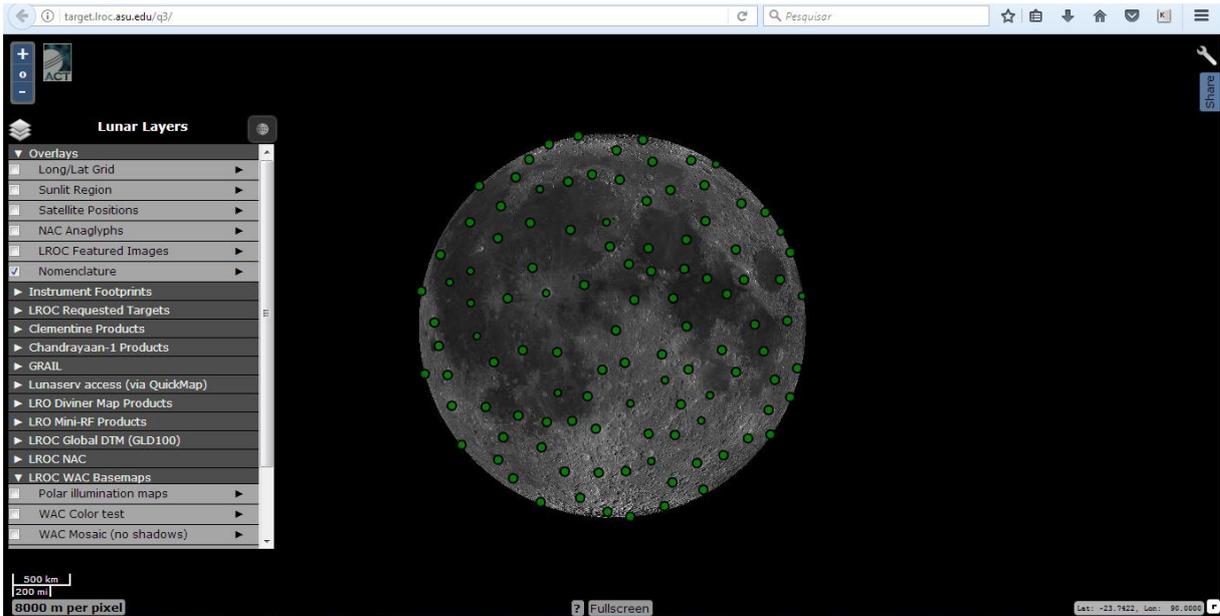
932,1" - 1738,1km

51,7" - X

X = 96,4km

Apêndice E - Tutorial para usar o *QuickMap*

1. Acesse o *link* <http://target.lroc.asu.edu/q3/>.
2. Após abrir o *QuickMap*, clique no canto esquerdo para abrir o "*Lunar Layers*" (Camadas Lunares). Em seguida clicar em "*Overlay*" e selecionar "Nomenclature" para nomear as crateras lunares.



3. Utilize + ou - para ampliar a visão das crateras.
4. Para obter as informações da cratera selecionada, clicar sobre o ponto, e a janela se abri.



Apêndice F - Tutorial para o software *MicroObservatory Image 2.3*



PÓS-GRADUAÇÃO EM
ASTRONOMIA
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS



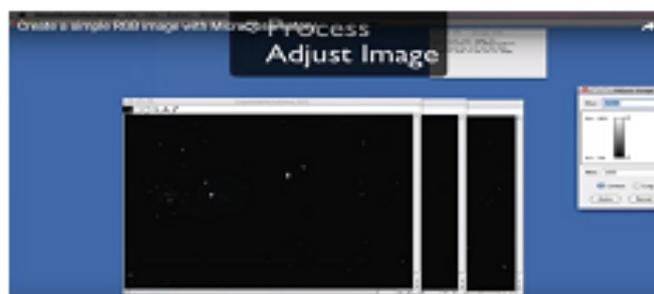
Tutorial MicroObservatory Imagem 2.3 - Criando Imagem RGB simples

1. Solicite a imagem em <http://mo-www.harvard.edu/cgi-bin/OWN/Own.pl> ou faça o download (no formato FITS) no diretório <http://mo-www.harvard.edu/jsp/servlet/MO.ID.ImageDirectory> e do software <http://mo-www.cfa.harvard.edu/OWN/software.html>.

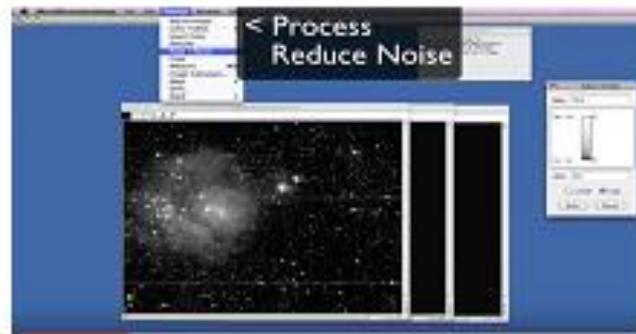


Observação: para a atividade você precisa solicitar três imagens do mesmo objeto em três filtros diferentes, que são Green, Blue e Red.

2. Após abrir (o arquivo exemplo *nebulaeOrionrgb*) e centralizar as imagens você vai individualmente ajustando alguns parâmetros (arraste as imagens para o centro da tela na ordem **Green, Blue e Red**). Em seguida, na barra de ferramentas clique em **Process>Adjust Image**. Observe que abrirá uma pequena janela (a direita) para ajustar as funções **Linear, Log, Auto** ou **Reset**.



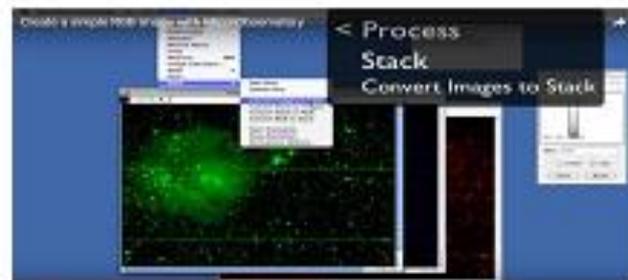
3. Na pequena janela clique em **Log>Auto** (a função **Log** revela uma imagem do objeto mais definida). Após retorne a barra de ferramentas e clique em **Process>Reduce Noise** repetindo para cada imagem. Lembre-se após os ajuste manter as imagens na ordem **Green, Blue e Red**.



4. Após reorganizar as imagens, na barra de ferramenta, clique em **Process>Color Tables** (em cada imagem repita o processo para revelar o filtro). Lembre-se sempre de observar a sequência **Green, Blue e Red**. Como deverá ficar (falsas cores):



5. O próximo passo é colocar as imagens em uma única camada. Na barra de ferramenta, clique em **Process>Stack>Convert Images Stack**.



6. Clique em **Process>Shift** para abri a tela de configuração,

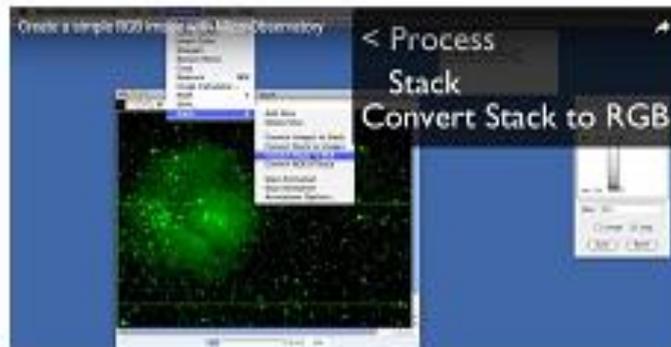


Na tela de configuração você vai ajustar outros parâmetros que são:

- Na janela **Background** deixe selecionado a imagem **Green**;
- Em cada janela **Foreground** selecione **Blue** e **Red**.
- Clique em **Ok**.



7. Centralize a imagem se necessário e na barra de ferramenta clicar em **Process>Stack>Convert Stack to RGB**.



8. Finalizando clique em **File>Save As GIF** para salva o arquivo final.

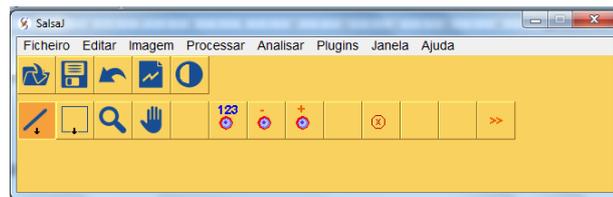


Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=ejeKGZwcgzY>

Apêndice G - Tutorial para usar o *software* Salsa J

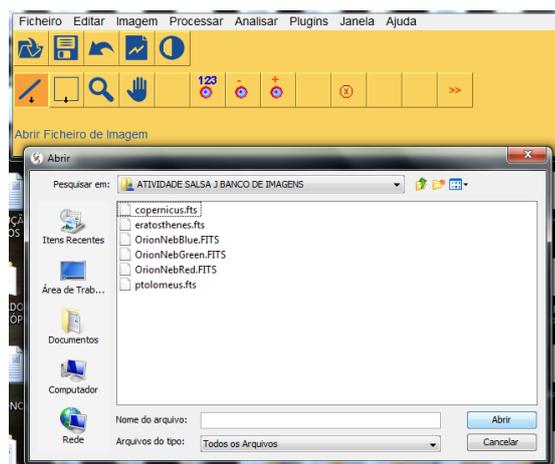
O Salsa J permite exibir, analisar e explorar imagens astronômicas reais e outros dados da mesma forma que os astrônomos profissionais fazem, fazendo o mesmo tipo de descobertas que levam à verdadeira emoção da investigação científica do Universo.

1. Localize o ícone do **Salsa J**, abra o programa, observe a interface e seus elementos.



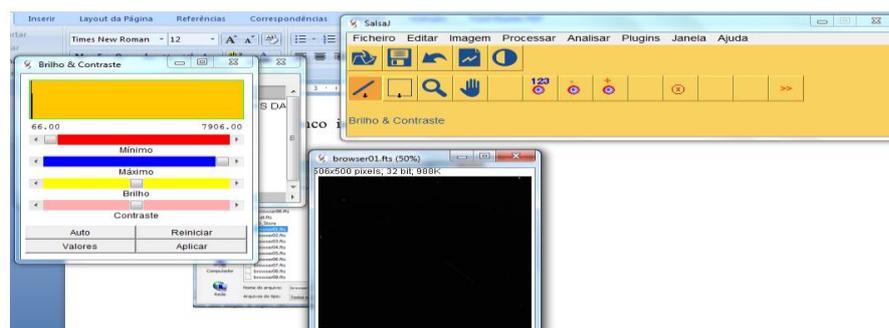
Fonte: Salsa J

2. Clique em **FICHEIRO** para abrir a pasta **ATIVIDADE SALSA J BANCO DE IMAGENS** e explorar os recursos da interface do Salsa J com imagens FITS.



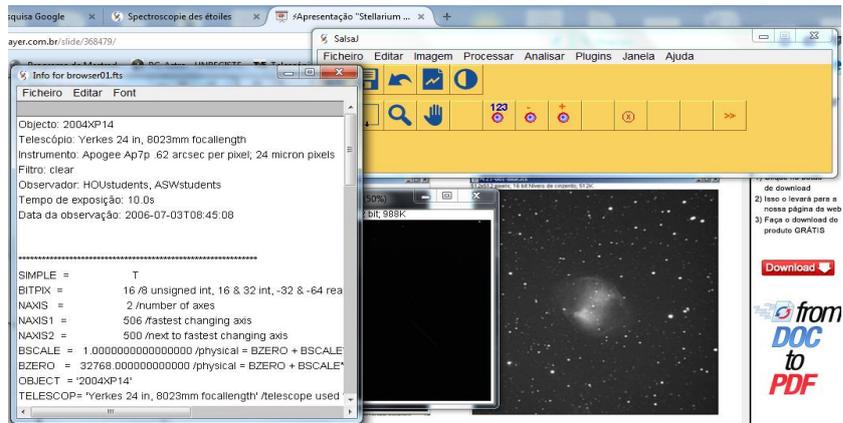
Fonte: Salsa J

3. Após selecionar e abrir a imagem, clique em **Brilho & Contraste** e quando abrir a tela, selecione **Auto** para visualizar o objeto ou use os controles manuais arrastando as barras. Para retornar clique em **Reiniciar**.



Fonte: Salsa J

4. Com o arquivo aberto, selecione **Imagem>Informações** para obter dados astronômicos do objeto.



5. Repita a instrução com os demais arquivos e preencha o formulário da atividade com **Informações** de identificação da imagem (**Objeto, Telescópio, Data da observação, filtro e Tempo de Exposição**).

Apêndice H - Formulário para criação do banco de imagens

1o Acesse o <http://mo-www.cfa.harvard.edu/OWN/index.html> e solicite três imagens de objetos.

2o Para cada objeto preencha as informações abaixo:

Local _____ **Data** _____

Hora da solicitação _____ Hora do recebimento _____

Nome do telescópio _____

Categoria _____ Messier ou NGC _____

Local _____ **Data** _____

Hora da solicitação _____ Hora do recebimento _____

Nome do telescópio _____

Categoria _____ Messier ou NGC _____

Local _____ **Data** _____

Hora da solicitação _____ Hora do recebimento _____

Nome do telescópio _____

Categoria _____ Messier ou NGC _____

Local _____ **Data** _____

Hora da solicitação _____ Hora do recebimento _____

Nome do telescópio _____

Categoria _____ Messier ou NGC _____

Local _____ **Data** _____

Hora da solicitação _____ Hora do recebimento _____

Nome do telescópio _____

Categoria _____ Messier ou NGC _____

Local _____ **Data** _____

Hora da solicitação _____ Hora do recebimento _____

Nome do telescópio _____

Categoria _____ Messier ou NGC _____

Solicitante _____

Apêndice I - Questionário sobre as revistas em quadrinhos do ON

Ficha de Avaliação da Revista em Quadrinho do Observatório Nacional

Nome: _____ Data: _____

Título: _____

Instrução: faça um X sobre a imagem que melhor reflete a sua opinião.

1. Qual imagem que melhor reflete os conteúdos das revistas.



2. Os conteúdos das revistas ajudaram na sua formação?



3. Você recomenda a revista para seus colegas?



4. Crítica ou sugestão sobre o conteúdo da revista.

Obrigado!

Apêndice J - Tutorial para a construção da planilha eletrônica

Inicialmente usaremos uma célula da planilha do Excel para preencher o valor encontrado no software DS9 (no exemplo da Figura 1.1: na célula B2). Segundo as informações para calcular o diâmetro da Lua, pegamos o valor de pixels encontrado no DS9 e multiplicamos por 1,3”, sendo assim em outra célula colocamos o valor **1,3** (no exemplo da Figura 1.1: na célula B3).

| | A | B |
|---|------------|---------------|
| 1 | Cratera | Pixels do DS9 |
| 2 | COPERNICUS | 38,7684 |
| 3 | | 1,3 |

Figura 1.1: Tabela do Excel

Para multiplicarmos esses dois valores usaremos a função **=MATRIZ.MULT(B2;B3)** em outra célula (no exemplo da Figura 1.2: na célula C2), para obter esse resultado. Esse resultado encontrado é o valor em segundos de arco. Seguindo as informações, aplicamos a Regra de Três Simples, multiplicando o valor encontrado em segundos de arco por 1738,1 km e sem seguida dividindo por 932,1”. Sendo assim, usando a mesma função anterior **=MATRIZ.MULT(C2;C3)** multiplicaremos o valor em segundo de arco pelo quociente de 1738,1 por 932,1” (*Coefficiente Lunar:1,8647140864714*. Na Figura 1.2 foi colocado na célula C3. Note que na célula C3, o Excel abrevia as casas decimais, mas considera o valor exato, circulado em vermelho.

| | A | B | C |
|---|------------|---------------|------------------|
| 1 | Cratera | Pixels do DS9 | Segundos de Arco |
| 2 | COPERNICUS | 38,7684 | 50,39892 |
| 3 | | | 1,86 |

Figura 1.2: Tabela do Excel

Nessa mesma célula que incluímos a função **=MATRIZ.MULT(C2;C3)** (no exemplo na Figura 1.3: na célula D2), aparecerá o resultado final do diâmetro da cratera da Lua.

| | A | B | C | D |
|---|------------|---------------|------------------|---------------------------|
| 1 | Cratera | Pixels do DS9 | Segundos de Arco | Diâmetro da Cratera em KM |
| 2 | COPERNICUS | 38,7684 | 50,39892 | 93,97957607 |
| 3 | | 1,3 | 1,86 | |

Figura 1.3: Tabela do Excel

Apêndice K - Planilha para cálculo do diâmetro das crateras lunares

| Cratera | Pixel do D59 | Segundos de Arco | Diâmetro da Cratera em KM |
|------------|--------------|------------------|---------------------------|
| COPERNICUS | | #VALOR! | #VALOR! |
| | | | |

| Cratera | Pixel do D59 | Segundos de Arco | Diâmetro da Cratera em KM |
|-------------|--------------|------------------|---------------------------|
| ERATOSTENES | | #VALOR! | #VALOR! |
| | | | |

| Cratera | Pixel do D59 | Segundos de Arco | Diâmetro da Cratera em KM |
|----------|--------------|------------------|---------------------------|
| PTOLOMEU | | #VALOR! | #VALOR! |
| | | | |

| Cratera | Pixel do D59 | Segundos de Arco | Diâmetro da Cratera em KM |
|-------------|--------------|------------------|---------------------------|
| ALBATEGNIUS | | #VALOR! | #VALOR! |
| | | | |

| Cratera | Pixel do D59 | Segundos de Arco | Diâmetro da Cratera em KM |
|---------|--------------|------------------|---------------------------|
| KLEIN | | #VALOR! | #VALOR! |
| | | | |

| Cratera | Pixel do D59 | Segundos de Arco | Diâmetro da Cratera em KM |
|-----------|--------------|------------------|---------------------------|
| ALPHONSUS | | #VALOR! | #VALOR! |
| | | | |

| Cratera | Pixel do D59 | Segundos de Arco | Diâmetro da Cratera em KM |
|-------------|--------------|------------------|---------------------------|
| ALPETRAGIUS | | #VALOR! | #VALOR! |
| | | | |

| Cratera | Pixel do D59 | Segundos de Arco | Diâmetro da Cratera em KM |
|----------|--------------|------------------|---------------------------|
| ARZACHEL | | #VALOR! | #VALOR! |
| | | | |

| Cratera | Pixel do D59 | Segundos de Arco | Diâmetro da Cratera em KM |
|------------|--------------|------------------|---------------------------|
| PTOLOMEU B | | #VALOR! | #VALOR! |
| | | | |

| Cratera | Pixel do D59 | Segundos de Arco | Diâmetro da Cratera em KM |
|---------|--------------|------------------|---------------------------|
| PARROT | | #VALOR! | #VALOR! |
| | | | |

Apêndice L - Planilha para lançamento das medidas das crateras lunares

| Cratera | Pixels do DS9 | Segundos de arco | Diâmetro da cratera (km) |
|---------------------------------|---------------|------------------|--------------------------|
| Copernicus | 39,3 | 51,09 | 95,273 |
| 1 ^a | 38,8 | 50,44 | 94,061 |
| 2 ^a | 39,5 | 51,35 | 95,758 |
| 3 ^a | 39 | 50,7 | 94,546 |
| 4 ^a | 40,8 | 53,04 | 98,909 |
| 5 ^a | 37,4 | 48,6 | 90,667 |
| 6 ^a | 41,9 | 54,47 | 101,576 |
| 7 ^a | 41,3 | 53,69 | 100,121 |
| 8 ^a | 42,65 | 55,44 | 103,394 |
| Média Aritmética Simples | 40,169 | 52,216 | 97,379 |
| Desvio Padrão | 1,780 | 2,318 | 4,315 |
| Eratosthenes | 25,94 | 33,72 | 62,885 |
| 1 ^a | 24,7 | 32,11 | 59,879 |
| 2 ^a | 23,7 | 30,81 | 57,455 |
| 3 ^a | 23,3 | 30,3 | 56,485 |
| 4 ^a | 26,7 | 34,71 | 64,727 |
| 5 ^a | 26,4 | 34,3 | 64 |
| 6 ^a | 26,69 | 34,69 | 64,703 |
| 7 ^a | 26,4 | 34,32 | 64 |
| 8 ^a | 27,68 | 35,99 | 67,103 |
| Média Aritmética Simples | 25,696 | 33,404 | 62,294 |
| Desvio Padrão | 1,587 | 2,061 | 3,848 |
| Ptolomeu | 66,29 | 86,18 | 160,727 |
| 1 ^a | 67 | 87,1 | 162,425 |
| 2 ^a | 65,8 | 85,54 | 159,516 |
| 3 ^a | 67 | 87,1 | 162,425 |
| 4 ^a | 67,04 | 87,6 | 162,522 |
| 5 ^a | 65,02 | 87,76 | 157,625 |
| 6 ^a | 68,15 | 88,59 | 165,212 |
| 7 ^a | 65,02 | 84,7 | 157,625 |
| 8 ^a | 67 | 86,71 | 162,425 |
| Média Aritmética Simples | 66,504 | 86,887 | 161,222 |
| Desvio Padrão | 1,111 | 1,247 | 2,692 |
| Albategenius | 53,68 | 69,78 | 130,134 |
| 1 ^a | 61 | 79,3 | 147,879 |
| 2 ^a | 56,6 | 73,58 | 137,212 |
| 3 ^a | 61,9 | 80,47 | 150,061 |

| | | | |
|---------------------------------|--------------|--------------|----------------|
| 4 ^a | 61,5 | 79,95 | 149,091 |
| 5 ^a | 56,3 | 73,19 | 136,485 |
| 6 ^a | 58,37 | 75,88 | 141,503 |
| 7 ^a | 57,5 | 74,75 | 139,394 |
| 8 ^a | 56,16 | 73,01 | 136,146 |
| Média Aritmética Simples | 58,666 | 76,266 | 142,221 |
| Desvio Padrão | 2,436 | 3,166 | 5,905 |
| Klein | 18,05 | 23,47 | 43,779 |
| 1 ^a | 20 | 26 | 48,485 |
| 2 ^a | 17,04 | 22,15 | 41,309 |
| 3 ^a | 21 | 27,03 | 50,909 |
| 4 ^a | 20,37 | 26,48 | 49,382 |
| 5 ^a | 16,03 | 20,84 | 38,861 |
| 6 ^a | 19,62 | 25,51 | 47,564 |
| 7 ^a | 19,03 | 24,74 | 46,133 |
| 8 ^a | 19,7 | 24,79 | 46,230 |
| Média Aritmética Simples | 19,099 | 24,692 | 46,109 |
| Desvio Padrão | 4,090 | 2,150 | 4,090 |
| Alphonsus | 49,03 | 63,82 | 119,006 |
| 1 ^a | 50 | 65 | 121,212 |
| 2 ^a | 53,4 | 69,42 | 128,582 |
| 3 ^a | 53,5 | 69,55 | 128,606 |
| 4 ^a | 53,67 | 69,77 | 130,109 |
| 5 ^a | 48,6 | 63,18 | 117,818 |
| 6 ^a | 49,7 | 64,61 | 120,485 |
| 7 ^a | 47,8 | 62,14 | 115,879 |
| 8 ^a | 52,25 | 67,93 | 126,667 |
| Média Aritmética Simples | 51,115 | 66,450 | 123,670 |
| Desvio Padrão | 2,369 | 3,080 | 5,478 |
| Alpetragius | 18,75 | 24,38 | 45,469 |
| 1 ^a | 20 | 26 | 48,485 |
| 2 ^a | 20,3 | 26,39 | 49,212 |
| 3 ^a | 18,02 | 23,66 | 43,685 |
| 4 ^a | 19,12 | 24,8 | 46,109 |
| 5 ^a | 16,5 | 21,45 | 40 |
| 6 ^a | 17,66 | 22,95 | 42,812 |
| 7 ^a | 19,3 | 25,09 | 46,133 |
| 8 ^a | 20 | 26 | 48,485 |
| Média Aritmética Simples | 18,862 | 24,542 | 45,615 |
| Desvio Padrão | 1,344 | 1,728 | 3,230 |
| Arzachel | 40,32 | 52,42 | 97,759 |

| | | | |
|---------------------------------|-------------|--------------|---------------|
| 1 ^a | 40 | 52 | 96,97 |
| 2 ^a | 37,6 | 48,88 | 91,152 |
| 3 ^a | 42 | 54,6 | 101,818 |
| 4 ^a | 40,78 | 53,01 | 98,861 |
| 5 ^a | 34,7 | 45,11 | 84,121 |
| 6 ^a | 41,73 | 54,24 | 101,164 |
| 7 ^a | 39,3 | 51,09 | 95,273 |
| 8 ^a | 41,27 | 53,66 | 100,049 |
| Média Aritmética Simples | 39,672 | 51,574 | 96,176 |
| Desvio Padrão | 2,470 | 3,210 | 5,987 |
| Ammonius | 5,4 | 7,02 | 13,991 |
| 1 ^a | 4,5 | 5,85 | 10,909 |
| 2 ^a | 4,3 | 5,59 | 10,424 |
| 3 ^a | 3,9 | 5,07 | 9,454 |
| 4 ^a | 3,9 | 5,07 | 9,454 |
| 5 ^a | 3,7 | 4,8 | 8,97 |
| 6 ^a | 4,34 | 5,64 | 10,521 |
| 7 ^a | 4,4 | 5,72 | 10,667 |
| 8 ^a | 4,33 | 5,63 | 10,497 |
| Média Aritmética Simples | 4,171 | 5,421 | 10,112 |
| Desvio Padrão | 0,293 | 0,383 | 0,709 |
| Parrot C | 10,5 | 13,65 | 25,455 |
| 1 ^a | 13,1 | 16,9 | 31,539 |
| 2 ^a | 12,2 | 15,86 | 29,576 |
| 3 ^a | 14,9 | 19,37 | 36,121 |
| 4 ^a | 13,9 | 18,07 | 33,697 |
| 5 ^a | 9,8 | 12,7 | 23,758 |
| 6 ^a | 12,8 | 16,64 | 31,03 |
| 7 ^a | 14,3 | 18,59 | 34,667 |
| 8 ^a | 14,3 | 18,59 | 34,667 |
| Média Aritmética Simples | 13,162 | 17,090 | 31,882 |
| Desvio Padrão | 1,626 | 2,127 | 3,945 |

Apêndice M - Questionário sobre o software DS9 e planilha eletrônica

Ficha de Avaliação do software DS9

Nome: _____ Data: _____

Título: _____

Instrução: faça um X sobre a imagem que melhor reflete a sua opinião.

1. A experiência com o software DS9 e a ferramenta Círculo.



2. A experiência em calcular o diâmetro das crateras lunares sem planilha.



3. A experiência em calcular o diâmetro das crateras lunares com planilha.



4. Crítica ou sugestão sobre a atividade.

Obrigado!

Apêndice N - Questionário sobre o Observando com NASA

Nome: _____ Data: _____

Título: _____

Instrução: faça um X sobre a imagem que melhor reflete a sua opinião.

1. O tutorial foi importante para acessar o Observando com a NASA?



2. Qual imagem que melhor reflete a sua experiência com o tutorial?



3. Você recomenda o tutorial para os seus colegas?



4. Crítica ou sugestão sobre a atividade.

Obrigado!

Apêndice O - Questionário sobre Falsa Cor

Ficha de Avaliação Falsa Cor

Nome: _____ Data: _____

Título: _____

Instrução: faça um X sobre a imagem que melhor reflete a sua opinião.

1. O tutorial foi importante para a atividade com Falsa cor?



2. Qual imagem que melhor reflete a sua experiência com o tutorial?



3. Você recomenda o tutorial para os seus colegas?



4. Crítica ou sugestão sobre a atividade.

Obrigado!

Apêndice P - Questionário sobre banco de imagens e sítio da NASA

Ficha de Avaliação banco de imagens do Catálogo Messier

Nome: _____ Data: _____

Instrução: faça um X sobre a imagem que melhor reflete a sua opinião.

1. A atividade sobre banco de imagens foi útil para conhecer as categorias dos objetos Messier e uso do sítio da NASA para obtê-las?



Concordo
fortemente



Concordo



Indeciso



Discordo



Discordo
fortemente

2. Qual imagem que melhor reflete a atividade de banco de imagens?



3. Você recomenda a atividade para os seus colegas?



4. Crítica ou sugestão sobre a atividade.

Obrigado!

Apêndice Q - Questionário sobre o software Salsa J

Ficha de Avaliação Salsa J

Nome: _____ Data: _____

Título: _____

Instrução: faça um X sobre a imagem que melhor reflete a sua opinião.

1. O tutorial foi importante para utilizar o Salsa J?



2. Qual imagem que melhor reflete a sua experiência com o Salsa J?



3. Você recomenda o tutorial para os seus colegas?



4. Crítica ou sugestão sobre a atividade.

Obrigado!

Apêndice R - Questionário sobre a Noite CETV da Observação da Lua

Ficha de Avaliação da Noite CETV de Observação da Lua

Nome: _____ Data: 14/10/2016

Instrução: faça um X sobre a imagem que melhor reflete a sua opinião.

1. A Noite CETV de Observação da Lua foi útil para praticar a observação lunar com o uso de lunetas.



2. Qual imagem que melhor reflete a atividade de observação da Lua?



3. Você recomenda a atividade para os seus colegas?



4. Crítica ou sugestão sobre a atividade.

Obrigado!

Apêndice S - Questionário sobre a formação dos multiplicadores

Ficha de Avaliação da Formação

Nome: _____ Data: _____

Instrução: faça um X sobre a imagem que melhor reflete a sua opinião.

1. Sobre o processo de formação.



2. Sobre o formador.



3. Sobre o conteúdo da formação.



4. Crítica ou sugestão sobre a formação.

Obrigado!

Apêndice T - Quadro Conteúdo - Relação com Telescópio Remoto

| Componente Curricular | Conteúdo | Relação |
|---|--------------------|---|
| Biologia/Ciências | Cor | 1. Olho humano. |
| Filosofia | Filósofos | 1. Períodos Filosóficos; 2. Concepção de Universo. |
| Física | Óptica | 1. Lentes e Espelhos; 2. Câmara escura. |
| Geografia | Universo | 1. Sistema Solar; 2. Montagem do telescópio; 3. Astronomia de posição. |
| História | Astrônomos | 1. Galileu; 2. Charles Messier. |
| Informática | Softwares | 1. Internet; 2. Planilhas; 3. Aplicativos; 4. Interface. |
| Inglês/Espanhol | Tradução | 1. Textos científicos. |
| Português/Literatura | Produção de texto | 1. Fanzine. |
| Matemática | Cálculos | 1. Aritmética; 2. Estatística; 3. Softwares; 4. Planilhas. |
| Química | Tabela Periódica | 1. Núcleossíntese estelar; 2. Gases. |
| Sociologia | Ciência Cidadã | 1. Inteligência Coletiva; 2. Mulheres nas Ciências. |
| STEM – Ciência, Tecnologia, Engenharias e Matemática. | Ciência/Tecnologia | 1. Robótica; 2. Telescópio Remoto; 3. Produção de luneta; 4. Radiotelescópio. |

Apêndice U - Atividade com banco de imagens da escola e o Salsa J

Instruções:

Na primeira parte da atividade você deverá criar uma pasta no computador para salvar suas imagens FITS. Na segunda, utilizar o Salsa J, clicando em **Imagens>Informações**, para obter os dados de cinco imagens solicitadas no Observando com a NASA. Por fim, você deverá clicar em **Imagem>Paleta**, para selecionar uma cor adequada ao objeto. Em seguida, clicar em **Analisar>Histograma**, para obter mais detalhes do objeto (salvar a tela de cada objeto na sua pasta).

Atividade com banco de imagens da escola

1o Objeto: _____

Telescópio: _____

Instrumento: _____

Filtro: _____

Observador: _____

Tempo de exposição: _____

Data da observação: _____

Tempo Universal: _____

Ascensão Reta: _____ Declinação: _____

Paleta de cores: _____ Escala de Log? _____

2o Objeto: _____

Telescópio: _____

Instrumento: _____

Filtro: _____

Observador: _____

Tempo de exposição: _____

Data da observação: _____

Ascensão Reta: _____ Declinação: _____

Paleta de cores: _____ Escala de Log? _____