

Mostra de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia: Uma proposta para o ensino das Ciências Espaciais a nível médio



M. A. M. Souza¹, J. J. Rodrigues², A. R. Silva³

¹Coordenação de Física, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Parnaíba, 64215-000, Parnaíba, Piauí, Brasil

²Departamento de Física, Universidade Estadual da Paraíba, Campus Araruna, 58233-000, Araruna, Paraíba, Brasil.

³Coordenação de Ciências e Humanas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina-Central, 64000-040, Teresina, Piauí, Brasil.

E-mail: msouza.ifpi@gmail.com, msouza@ifpiparnaiba.edu.br.

(Received 17 April 2013, accepted 29 August 2013)

Resumo

Neste trabalho propomos estratégias e metodologias de ensinar tópicos de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia no Ensino Médio, através de uma Mostra Científica. A Mostra fez parte de um conjunto de ações do PIBID, programa governamental de incentivo a atividade docente, cujo foco principal é a formação docente, a melhoria do ensino nas escolas públicas, a divulgação da ciência e a formação de novos cientistas e pesquisadores. O principal desafio da atividade foi fazer a transposição didática de tópicos avançados de Física, utilizando uma linguagem acessível ao aluno, oficinas, palestras, jogos didáticos e observações astronômicas, promovendo a conexão entre as áreas de estudo e o meio que os cerca.

Palavras-chave: Astronomia, Astrofísica, Cosmologia, Ensino, PIBID.

Abstract

In this paper we propose strategies and methodologies to teach topics of Astronomy, Astrophysics and Cosmology in High School, through a Scientific Exhibition. The Exhibition was part of a set of actions PIBID, government program to encourage the teaching activity, whose main focus is teacher training, better education in public schools, dissemination of science and the training of new scientists and researchers. The main challenge of the activity was to make the didactic transposition of advanced topics in Physics, using a language accessible to students, workshops, lectures, educational games and astronomical observations, promoting the connection between study areas and their surroundings.

Keywords: Astronomy, Astrophysics, Cosmology, Education, PIBID.

PACS: 01.40.Fk, 01.40.gb, 95.10.-a, 95.30.-k, 98.80.-k.

ISSN 1870-9095

I. INTRODUÇÃO

O século XX foi marcado pelo surgimento de uma das maiores vertentes da Física, a Física moderna. Os principais avanços tecnológicos do mundo moderno se devem, em parte, ao surgimento da Mecânica Quântica e da Teoria da Relatividade que serviram de base para a descrição de uma série de fenômenos na escala atômica, nuclear e astronômica. Como exemplo temos a supercondutividade, descrita pela teoria BCS¹ (John Bardeen, Leon Cooper e John Robert Schrieffer) [1]. Temos também inúmeros

avanços na Medicina, seja do ponto de vista instrumental, para diagnóstico, por meio de aparelhos de processamento de imagem, como a Ressonância Magnética Nuclear, ou mesmo do ponto de vista clínico, através de tratamentos de radioterapia. O surgimento da Mecânica Quântica propiciou o avanço da espectroscopia e melhorou a interpretação e análise das raias espectrais emitidas pelos elementos químicos, além de servir como arcabouço teórico para outras áreas como a Astrofísica e algumas ramificações da Cosmologia.

Em contra partida, a Astronomia é considerada a mais antiga das ciências. A busca por compreender o Universo por meio de observações remonta a origem do homem, tendo seu registro mais antigo nas civilizações egípcia, assíria, babilônica e chinesa por volta de 6000 a. C, alcançou notoriedade na Grécia antiga, 600 a.C a 400 d.C, a níveis só ultrapassados no século XVI, sendo Aristóteles, Aristarco, Hiparco, Pitágoras e Ptolomeu seus maiores

¹A teoria BCS sugere que os elétrons de spin contrários, em um material no estado supercondutor, acoplam-se aos pares formando os pares de Cooper, prefigurando um estado de mais baixa energia como em um condensado de Bose-Einstein, gerando a supercondutividade. A interação capaz de sobrepor a repulsão coulombiana entre os elétrons está associada à interação dos mesmos com a rede cristalina do material, por meio do quantum de vibração da rede denominado fônon.

exponentes [2]. O seu desenvolvimento como ciência pode ser atribuído aos trabalhos de Johannes Kepler e a teoria da Gravitação Universal de Isaac Newton. A Astrofísica é uma ciência mais moderna, que visa descrever as propriedades Físicas do Universo Local (como densidade, temperatura e composição química), e dos objetos astronômicos, como estrelas e galáxias, tendo evoluído com o surgimento da Física Quântica e posteriormente da Física Nuclear [3]. Ressaltasse que não se deve confundir a Astrofísica com a Cosmologia, está última preocupasse em descrever a origem, evolução e dinâmica do Universo, tendo se estabelecido como ciência após o advento da Relatividade Geral [4], teoria esta, que serve como base para obtenção dos principais resultados e modelos atualmente aceitos pela comunidade científica, a saber, o Modelo Cosmológico Padrão, também conhecido como Big Bang².

Este trabalho tem como objetivo mostrar que alguns temas das ciências espaciais, que tratam da dinâmica e caracterização do Universo, podem ser abordados em nível conceitual no Ensino Médio. Trata-se de um esforço na busca de esclarecer fenômenos de grande importância científica e utilidade prática no mundo moderno, o que está de acordo com a proposta de Terrazzan [9], que defende a atualização do currículo de Física doravante o desenvolvimento da ciência contemporânea como necessidade de criar cidadãos conscientes capazes de transformar a realidade, e que ainda foi enfatizado por Aubrecht [10] na conferência sobre ensino de Física Moderna em Abril de 1986 no FERMI LAB (Fermi National Accelerator Laboratory), Batavia, Illinois, onde foi defendida a inclusão de tópicos de pesquisa em Física no Ensino Médio. Um texto interessante sobre revisão das literaturas que tratam do tema Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio pode ser encontrado em [11].

Alguns autores têm elaborado propostas de metodologias educacionais para temas de Física Moderna no Ensino Médio, como Mecânica Quântica [12], Relatividade Restrita [13] e Física Nuclear [14]. Alguns aspectos fenomenológicos utilizando experimentos de baixo custo na determinação da constante de Planck podem ser encontrados em [15,16] e uma discussão sobre o efeito Fotoelétrico é vista em [17]. De forma geral destacamos o aspecto positivo da atividade experimental no processo ensino-aprendizagem da disciplina de Física no Ensino Médio [18]. Neste artigo, trataremos de relatar as atividades realizadas na I Mostra de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia das escolas públicas de Parnaíba, desenvolvida para os alunos da rede pública de ensino do estado do Piauí, na cidade de Parnaíba. Essas atividades foram

implementadas como parte das ações do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência). Este programa é uma iniciativa do Governo Federal que em parceria com o IFPI (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí), visa estimular, desenvolver e aperfeiçoar a prática docente a partir da atuação de alunos das licenciaturas nas escolas públicas da Educação Básica que apresentam baixo rendimento nas avaliações do MEC (Ministério da Educação).

Inicialmente, vamos discutir a motivação educacional para a proposta do ensino da fenomenologia das ciências espaciais no Ensino Médio. Depois, nas seções subsequentes, iremos abordar a metodologia utilizada para fazer a transposição didática dos conceitos envolvidos nas áreas de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia e por fim apresentaremos os resultados alcançados.

Ressalta-se que todos os experimentos desenvolvidos e apresentados na I Mostra de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia foram feitos pelos bolsistas do programa sob a supervisão e orientação dos autores deste artigo. Os experimentos foram confeccionados com material reciclável e de baixo custo, facilitando o acesso dos alunos das escolas campo a tal prática.

II. MOTIVAÇÃO EDUCACIONAL

O Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência (PIBID), é de grande valia e importância para qualquer Instituição de Ensino Superior que ofereça cursos de Licenciatura, é uma grande oportunidade de promover o desenvolvimento da prática docente, de motivar os estudantes das licenciaturas, contribuindo para formação de profissionais capacitados e com uma mentalidade transformadora, voltada para construção e aplicação do conhecimento na sociedade tecnológica. O Subprojeto Física Parnaíba tem como principais objetivos o desenvolvimento da responsabilidade social e política da docência, articulação entre teoria e prática, valorizando o exercício docente, e a enxergar a pesquisa como princípio de formação, estimulando o uso das novas tecnologias de informação e comunicação nos processos de ensinar e aprender de forma a estabelecer ligações entre áreas do conhecimento. Principais ações do programa:

- ✓ Demonstrações de experimentos Físicos com materiais de baixo custo e fácil aquisição, que proporcionem aos estudantes a comprovação da teoria abordada em sala de aula;
- ✓ Realização de jogos, brincadeiras e gincanas com temáticas da disciplina de Física, que despertem a curiosidade dos estudantes e permitam “aprender brincando”;
- ✓ Escolha de temas transversais a serem abordados através de oficinas, dramatização, paródias, exposição de feiras, seminários e palestras;

² Termo cunhado pelo físico Fred Hoyle. A teoria surgiu a partir das observações de que o Universo está em expansão, devido ao afastamento relativo entre galáxias, fato confirmado por Edwin Hubble e que serviu para a construção dos primeiros modelos cosmológicos, baseados na Relatividade de Einstein e no modelo de Alexander Friedmann. Posteriormente, George Gamow conseguiu explicar a nucleossíntese primordial e previu a existência da Radiação Cósmica de Fundo em Microondas (RCFM) [5-7]. O modelo ganhou maior respaldo com a descoberta experimental da RCFM por Arno Penzias e Robert Wilson [8].

- ✓ Quando possível, realizar visitas a museus de ciência, exposições, usinas hidrelétricas, linhas de montagem de fábricas, frigoríficos, de forma a permitir ao aluno construir uma percepção significativa da realidade em que vive.

É ainda de fundamental importância que o Ensino de Física se volte ao desenvolvimento das competências propostas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM): representação e comunicação; investigação e compreensão; por fim contextualização sócio-cultural. Sendo as áreas tradicionais da Física: Mecânica, Termologia, Ótica e Eletromagnetismo traduzidas em seis temas:

1. Movimentos: variações e conservações;
2. Calor, ambiente e usos de energia;
3. Som, imagem e informação;
4. Equipamentos elétricos e telecomunicações;
5. Matéria e radiação;
6. Universo, Terra e vida.

Dentro deste contexto as ações desenvolvidas na mostra de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia enquadram-se nas categorias 5 (Matéria e Radiação) e 6 (Universo, Terra e vida).

Embora tais conceitos tenham uma descrição quantitativa extremamente complexa, até certo ponto arraigada a uma análise empírica, é possível torná-la qualitativamente simples sem precisar recorrer a formulações matemáticas avançadas, permanecendo, entretanto, seu caráter técnico. O grande desafio foi fazer a transposição didática de tais conhecimentos de forma a torná-los inteligíveis para o aluno de Ensino Médio. Nesse ponto é de grande valia estabelecer metodologias que facilitem o aprendizado dos alunos, utilizar uma linguagem acessível, promover a conexão entre as áreas e o meio que os cerca.

III. MOSTRA DE ASTRONOMIA, ASTROFÍSICA E COSMOLOGIA

No início do terceiro trimestre de 2012 os alunos do curso de Licenciatura em Física, que são bolsistas do projeto PIBID, bem como alunos das escolas estaduais CEEP Ministro Petrônio Portella, Senador Chagas Rodrigues e Liceu Parnaibano, que integram o programa como escolas campo participaram de uma **visita técnica ao museu do Eclipse, na cidade de Sobral**³. Esta ação também marcou o início das atividades referentes a **I Mostra de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia das escolas**

³ O museu é um referencial para o mundo, sendo o único a representar a história da curvatura da Luz, comprovada em 1919. No museu estão os equipamentos utilizados pelos astrônomos ingleses, americanos e brasileiros, na época do Eclipse Total do Sol e um moderno acervo de equipamentos astronômicos, incluindo-se o mais potente telescópio do Norte e Nordeste do Brasil. Estão em exposição a luneta e as fotos originais utilizadas para comprovar a teoria de Einstein, além das fotos que registraram a presença da expedição científica em Sobral, e a edição do jornal The New York Times, que noticiou a comprovação da Teoria da Relatividade. O Museu do Eclipse está localizado estrategicamente no ponto onde foi observado o eclipse de 1919.

públicas de Parnaíba. O museu representa um marco histórico na confirmação da Teoria da Relatividade Geral do Físico Albert Einstein⁴, além de ser um forma de despertar o interesse dos estudantes das escolas campo pela ciência e ajudar a responder questionamentos a respeito da dinâmica do Universo.



FIGURA 1. Fachada do museu do Eclipse [19].



FIGURA 2. Visita ao museu do Eclipse dos alunos das escolas publicas que integram o PIBID.

No mês de Outubro foi realizada a I Mostra de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia das escolas públicas da cidade de Parnaíba-PI. O presente projeto teve como objetivo propiciar a divulgação e o acesso aos conhecimentos referentes aos fenômenos cósmicos, por meio de palestras, apresentação de banners, vídeos, oficinas e seções de observação astronômica com a utilização de um telescópio refletor de 8 polegadas⁵, além de ser uma forma de despertar o interesse, dos estudantes das escolas campo e dos visitantes do evento, pela Astronomia, Astrofísica e Cosmologia, tópicos que são investigados nos grandes centros de pesquisa.

A seguir estão listadas as atividades realizadas na Mostra, organizadas da seguinte forma: TABELA I:

⁴ A teoria da relatividade Geral geometriza o espaço, isto é, atribui às causas dos efeitos gravitacionais a curvatura do espaço tempo.

⁵ Foi utilizado um telescópio CELESTRON CPC800 XLT com GPS interno.

M.A.M. Souza, J.J. Rodrigues e A. R. Silva

Palestras apresentadas. TABELA II: Lista de banners expostos no evento. TABELA III: Lista de oficinas desenvolvidas no evento e TABELA IV: Lista de jogos didáticos realizados durante o evento.

TABELA I. Palestras apresentadas.

PALESTRAS

Tópicos de Cosmologia: O Modelo Cosmológico Padrão, Inflação Cósmica e Energia escura.

Dinâmica Estelar Clássica.

Astronomia como Ciência: métodos e instrumentos de observação astronômica.



FIGURA 3. Palestra de Cosmologia ministrada pelo prof. Dr. J.J. Rodrigues, Cosmólogo da Universidade Estadual da Paraíba.

TABELA II. Lista de banners expostos no evento.

BANNERS

ASTRONOMIA

Astronomia observacional: Telescópios e Radiotelescópios.

Sistemas planetários e planetologia.

Corpos celestes: Estrelas, Planetas, cometas, asteroides.

Fenômenos astronômicos: eclipses, erupções solares, auroras boreais e austrais.

ASTROFÍSICA

Evolução estelar.

Classificação das estrelas com relação ao tamanho, brilho e índice de cor.

COSMOLOGIA

Modelos cosmológicos.

O modelo cosmológico padrão.

Energia e matéria escura.

Radiação Cósmica de Fundo em Microondas - RCFM.



FIGURA 4. Apresentação de banners pelos bolsistas do PIBID.

TABELA III. Lista de oficinas desenvolvidas no evento.

OFICINAS

Exploração espacial: Contando uma história e construindo Estações espaciais.

JatoPET.

Planetário.

Oficinas de Foguetes.

Radiotelescópio.

Montando um Espectroscópio.

Relógio de Sol.

Sistema Solar em escala.

Relógio Estelar.

Planisfério Celeste.

Simulador de Eclipses.

Alguns dos experimentos foram retirados e adaptados de sites da internet [20, 21, 22] e outros de livros texto [23, 24]. As figuras que seguem mostram alguns experimentos realizados nas oficinas e a interação dos alunos das escolas campo com os mesmos.



FIGURA 5. Estação espacial montada à direita e planetário à esquerda.



FIGURA 6. Radiotelescópio à direita e lançamento de foguetes à esquerda.

TABELA IV. Lista de jogos didáticos realizadas durante o evento.

JOGOS INTERATIVOS

Jogo interativo do cosmos.

Jogo Missões espaciais.

Jogo viagem ao sistema solar.

Banco de imagens e fotos do Museu do Eclipse.



FIGURA 7. Jogo missões espaciais à direita e o jogo viagem ao sistema solar a esquerda.

A Mostra de Física teve duração de um dia em cada escola campo. A seção de observação astronômica no IFPI foi prejudicada pelo clima na cidade de Parnaíba, sendo que esta atividade foi realizada posteriormente com as condições do clima favoráveis na data do dia 22/03/2013, no horário compreendido entre as 18:00 e 22:00 horas, onde o objetivo principal era demonstrar para os alunos a utilização de um telescópio, identificação de constelações e corpos celestes. Foram observados os planetas Saturno, seus anéis e satélites naturais, o planeta Júpiter e suas luas e o satélite natural da Terra, a Lua. Houve ainda a cobertura e divulgação da Mostra por parte de duas emissoras de TV.

V. RESULTADOS ALCANÇADOS

Diante das atividades desenvolvidas, podemos ressaltar que os resultados alcançados são significativos para a realidade local de Parnaíba assim como para formação docente dos bolsistas como futuros pesquisadores da área de ensino.

Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 7, No. 3, Sept., 2013

A visita técnica ao Museu do Eclipse, na cidade de Sobral propiciou a divulgação científica servindo como forma de popularização da ciência, uma vez que o museu representa um marco histórico na confirmação da Teoria da Relatividade Geral, além de ter despertado o interesse dos estudantes das escolas campo pela ciência e ajudar a responder questionamentos a respeito da dinâmica do Universo, ampliando e aprimorando o conhecimento dos participantes. A montagem do banco de imagens e fotos serviu para ilustrar e mostrar para os demais estudantes, que não puderam participar da visita, a estrutura e equipamentos do Museu além dos princípios fenomenológicos do eclipse e das lentes gravitacionais.

A I Mostra de Astronomia, Astrofísica e Cosmologia das escolas públicas de Parnaíba teve como principal objetivo propiciar a divulgação e o acesso aos conhecimentos referentes aos fenômenos cósmicos, por meio de palestras, apresentação de banners, vídeos e oficinas, além de ser uma forma de despertar o interesse, dos estudantes das escolas campo e dos visitantes do evento, pela Astronomia, Astrofísica e Cosmologia. O evento também visou a formação docente através da busca por estratégias, métodos e formas de ensinar tópicos das ciências espaciais para estudantes do Ensino Médio.

A seção de observação astronômica no IFPI foi um sucesso, foi o momento que marcou os estudantes, que puderam observar pela primeira vez os corpos celestes do nosso sistema solar, foi um momento de descoberta, realização e aprendizado. De forma geral os estudantes demonstraram receptividade aos conhecimentos difundidos na Mostra reforçando o aspecto positivo desta atividade no ensino e aprendizagem dos tópicos relacionados a dinâmica e caracterização do Cosmos.

VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observando todos os aspectos levantados neste trabalho, julgamos importante e necessária as ações do PIBID em virtude da continuidade de um processo educacional efetivo para o desenvolvimento humano e profissional dos nossos alunos licenciandos.

As vertentes mais modernas da educação defendem um ensino voltado para construção de uma mentalidade dinâmica e construtivista no aluno, e com base nesse aspecto, este trabalho explorou a possibilidade de temas que apresentam um formalismo matemático demasiadamente complexo em Física, serem trabalhados no Ensino Médio sem perda de generalidade prática, uma vez que a estrutura conceitual e filosófica dos fenômenos pode ser mantida sem recorrer a fórmulas matemáticas e sempre, na medida do possível, expondo aplicações práticas que podem ser identificadas pelo aluno no cenário científico-econômico atual. Nesse ponto, faz-se necessária a intervenção do educador como uma ponte entre o saber teórico e o conhecimento prático e contextual.

Fica como sugestão para os educadores a utilização de recursos didáticos como animações e vídeos, que hoje em dia são muito difundidos na internet, que tratem desses

assuntos. De modo geral, a ciência deve ser divulgada entre os jovens com o objetivo de despertá-los para a realidade da sociedade tecnológica, servindo como um veículo de inclusão e como forma de estímulo para formação de novos cientistas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES pelo suporte financeiro. Nosso especial agradecimento a todos os bolsistas do PIBID, aos professores Ademar Ribeiro, Josenildo Silva e Orlando Diniz pela supervisão e suporte aos licenciandos nas escolas campo. Ao professor Alexandro do Nascimento pela colaboração e ao GOA (Grupo de Astronomia Observacional) do IFPI pelo trabalho desenvolvido na seção de observação astronômica.

REFERÊNCIAS

- [1] Bardeen, J., Cooper, L. N. and Schrieffer, J. R., *Theory of Superconductivity* Phys. Rev. **108**, 1175-1204 (1957).
- [2] O Filho, K. S., Saraiva, M. F. O., *Astronomia e Astrofísica*, 2ª edição (Editora Livraria da Física, São Paulo, 2004).
- [3] Bethe, H. A., *Energy production in stars*. Physical Review **55**, 434 (1939).
- [4] Einstein, A., *Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie*, Annalen der Physik **49**, 769 (1916).
- [5] Alpher, R. A., Beth, H. and Gamow, G., *The Origin of Chemical Elements*, Phys. Rev. **73**, 803-804 (1948).
- [6] Gamow, G., *The Origin of Elements and the Separation of Galaxies*, Physical Review **74**, 505 (1948).
- [7] Gamow, G., *The evolution of the universe*, Nature **162**, 680 (1948).
- [8] Penzias, A. A. and Wilson, R. W., *A Measurement of Excess Antenna Temperature at 4080 Mc/s*, Astrophysical Journal **142**, 419 (1965).
- [9] Terrazzan, E. A., *A inserção da Física Moderna e contemporânea no ensino de Física na escola de 2º grau*, Cad. Catarinense de Ens. de Fís. **9**, 209-214 (1992).
- [10] Aubrecht, G. J., *Redesigning courses and textbooks for the twenty-first century*, American Journal of Physics **57**, 352-359 (1989).
- [11] Ostermann, F., Moreira, M. A., *Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio"*, extraído do site do Instituto de Física da UFRGS: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n1/v5_n1_a2.htm.
- [12] Greca, I. M., Moreira, M. A., Herscovitz, V. E., *Uma proposta para o Ensino de Mecânica Quântica*, Revista Brasileira de Ensino de Física **23**, 444-457 (2001).
- [13] Ostermann, F., Ricci, T. F., *Relatividade restrita no Ensino Médio: Contração de Lorentz-Fitzgerald e aparência visual de objetos relativísticos em livros didáticos de Física*, Cad. Brás. Ens. Fís. **19**, 176-190 (2002).
- [14] Souza, M. A. M., Dantas, J. D., *Fenomenologia Nuclear: Uma proposta conceitual para o Ensino Médio*, Cad. Bras. Ens. Fís. **27**, 136-158 (2010).
- [15] Cavalcante, M. A., Tavoraro, R. C. e Haag, R., *Experiências em Física Moderna*, Física na Escola **6**, 75-82 (2005).
- [16] Cavalcante, M. A., Haag, R., *Corpo negro e determinação experimental da constante de Planck*, Revista Brasileira de Ensino de Física **27**, 343-348 (2005).
- [17] Cavalcante, M. A., Tavoraro, R. C., Souza, F. D. e Muzinatti, J., *Uma aula sobre o efeito fotoelétrico no desenvolvimento de competências e habilidades*, Física na Escola **3**, 24-29 (2002).
- [18] de Fraga, W. B., Duarte, J. R. R., Souza, M. A. M e Silva, A. R., *Mostra experimental de Física: Uma experiência positiva no processo Ensino-Aprendizagem*, Lat. Am. J. Phys. Educ. **6**, 418-422 (2012).
- [19] http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Museu_do_Ec_lipse-predio.jpg.
- [20] <http://www.pontociencia.org.br/astrologia.htm>.
- [21] http://www.oba.org.br/sisglob/sisglob_arquivos/pasta_downloads/2011/Atividade%20Pratica%20de%202011.pdf
- [22] <https://sites.google.com/site/constellatius/jogos/missoes-espaciais>.
- [23] Longhini, M. D., *Educação em Astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica*, 1ª edição (Editora ATOMO, São Paulo, 2012).
- [24] Fernandes, K. C., *Construção de um radiotelescópio amador em microondas 12 GHz, dotado de um sistema automático de aquisição de dados*, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Católica de Brasília, Brasília (2007).