



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

JOSÉ NIVALDO MANGUEIRA DE ASSIS

**TÓPICOS DE ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO:
UMA INVESTIGAÇÃO A PARTIR DE UM CURSO INFORMAL**

Campina Grande - Paraíba

Dezembro de 2010

JOSÉ NIVALDO MANGUEIRA DE ASSIS

**TÓPICOS DE ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO:
UMA INVESTIGAÇÃO A PARTIR DE UM CURSO INFORMAL**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Estadual da Paraíba em cumprimento aos requisitos à obtenção do grau de Mestre.

Área de concentração: Ensino de Física

Linha de pesquisa: Estudos Culturais.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gomes Germano

Campina Grande - Paraíba

Dezembro de 2010

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL-UEPB

A848t Assis, José Nivaldo Mangueira de.
Tópicos de astronomia no ensino médio [manuscrito]: uma investigação a partir de um curso informal / José Nivaldo Mangueira de Assis. – 2010.

160 f. : il. color.

Digitado

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual da Paraíba, 2010.

“Orientação: Prof. Dr. Mardelo Gomes Germano, Departamento de Física”.

1. Astronomia. 2. Ensino. 3. Aprendizagem. 4. Ensino Médio.
I. Título.

22. ed. CDD 520

JOSÉ NIVALDO MANGUEIRA DE ASSIS

**TÓPICOS DE ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO:
UMA INVESTIGAÇÃO A PARTIR DE UM CURSO INFORMAL**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Estadual da Paraíba em cumprimento aos requisitos à obtenção do grau de Mestre.

Área de concentração: Ensino de Física

Linha de pesquisa: Estudos Culturais.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gomes Germano

Aprovada em 17 de dezembro de 2010

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo Gomes Germano – Orientador – UEPB

Prof Dr^a. Morgana Ligia de Farias Freire – UEPB (Examinadora Interna)

Prof. Dr^a. Juliana Mesquita Hidalgo Ferreira - UFRN (Examinadora Externa)

AGRADECIMENTOS E DEDICAÇÃO

No curso de pós-graduação foram muitas as pessoas que me ajudaram , cada uma a sua maneira, para que eu pudesse chegar a este estágio bem avançado do trabalho proposto inicialmente. Portanto, quero agradecer e dedicar a todos os que me apoiaram e me inspiraram para que, aos sessenta e um anos de idade, eu pudesse transformar um sonho em realidade

- Ao Professor Marcelo Gomes Germano, pela dedicação e paciência com que me conduziu na orientação para realização deste trabalho.
- As Professora Morgana Lígia Farias Freire pelos ensinamentos nas disciplinas durante o curso de mestrado e, juntamente com a Professora Juliana Mesquita Hidalgo Ferreira, da UFRN, pelas valiosas sugestões para aperfeiçoamento deste trabalho.
- Ao professor Luiz Custódio pelo incentivo para que eu participasse deste curso de mestrado depois de concluída a Especialização em Comunicação e Educação na UEPB.
- As professoras Abigail Fregni Lins, Ana Paula Bispo da Silva, e Filomena Gonçalves Cordeiro Moita, e aos professores Cidoval Moraes de Souza, Eládio José de Goes Brennand, Jean Spynelli e Rômulo Marinho do Rego pelos ensinamentos e incentivos nas suas aulas, e ao funcionário da UEPB, Ricardo, pelo modo cordial e presteza nos serviços indispensáveis na secretaria do curso. Dedico e agradeço também a muitos outros professores e alunos da UEPB, que nos convidaram para palestras, aulas e atividades de observações astronômicas como as que realizamos nos eclipses do Sol e da Lua nos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte.

- A todos os colegas do curso de Mestrado e em especial a: Kalina Ligia, Kalinka Meira, Flávio Roberto, Marcio Tavares e Humberto José pelo incentivo e troca de idéias em todo o desenvolvimento do curso.
- Aos professores e funcionários da EEDDAM de Passa e Fica RN: Gildázio Soares da Silva (Matemática), Prof^o. João Bosco Vieira de Moura (História e Sociologia), Prof^a. Josenir Claudiano, (Artes), Braz Faustino (Inglês) e a equipe administrativa: Marileide de Lima Sousa do Ó, Izélia Regina Cazuzza de Oliveira, Margarida Cláudio Ferreira, Edivânia Romão da Silva, Arnaldo Soares e a todos alunos e alunas dessa escola, em especial aos componentes do grupo focal: Daniel Martins de Oliveira, Felipe de Oliveira da Paz, Lucas Marques da Silva. Luciano do Nascimento, Fernando José da Silva Lima, Ailton Ferreira Pedro, Milena Felinto Marques da Silva e Marta Teixeira de Lima que muito ajudaram, me inspiraram e participaram ativamente na construção dos objetos astronômicos empregados no trabalho, na pesquisa e na divulgação dos trabalhos. Agradeço também a todos da Escola Estadual Senador João Câmara e da escola municipal Governador Mário Covas, bem como aos colegas, funcionários e diretores da 3^a Dired de Nova Cruz RN; aos colegas e funcionários da Secretaria Estadual de Educação do Rio Grande do Norte, em Natal, e aos dirigentes da FAPERN que nos apoiaram na aquisição de materiais indispensáveis a fabricação dos objetos empregados no curso informal de Astronomia.
- A equipe diretiva, professores, especialmente a Professora Sônia Ferreira da Silva, e aos alunos da EERP de Nova Cruz RN, que contribuíram na construção do artefato astronômico Gnomon, participaram de nossas aulas de Astronomia e, assim, enriqueceram as pesquisas e estudos no decorrer do ano de 2009.

- A Secretaria de Educação de Serra de São Bento RN, aos alunos, professores e a direção das escolas municipais do Umari, da Rajada, da Escola Maria Auxiliadora: dos cursos da EJA e da Educação Infantil de Serra de São Bento RN, pelas participações em atividades científicas e culturais, valiosas para elaboração deste trabalho.
- Enfim dedico este trabalho a minha neta Maria Eduarda, aos meus netos João Victor e Adonis, que veio ao mundo no dia da apresentação desta dissertação, a toda minha família, a todos os meus alunos e alunas do passado e do presente que me estimularam na procura por um trabalho mais proveitoso na educação.

Resumo

Embora presente nos mais variados campos de pesquisa e constituindo-se um dos mais fascinantes temas geradores com reconhecido potencial mobilizador, principalmente entre os jovens, a Astronomia ainda não encontrou o seu lugar no contexto do ensino de ciências brasileiro e nem se quer faz parte do currículo de nossa educação básica. Considerado este quadro, assumimos como hipótese que, o estudo de alguns tópicos de Astronomia pode alcançar resultados satisfatórios em salas de aulas do Ensino Médio. Assim, considerando algumas experiências já vivenciadas no ensino informal de Astronomia, neste trabalho investigamos as possibilidades e limitações de uma proposta para o ensino de alguns conteúdos de Astronomia, ministrados em conexão com outras ciências constantes do currículo das escolas. A pesquisa foi desenvolvida a partir de um grupo focal composto por oito estudantes da rede pública Estadual do Rio Grande do Norte da cidade de Passa e Fica. O grupo participou de aulas especiais que envolveram a realização de oficinas e utilização de tecnologias inovadoras. Nesse contexto os participantes foram convidados a uma avaliação contínua do processo, reunindo os subsídios necessários para a realização de uma pesquisa qualitativa que discutiu e analisou os resultados da aplicação de tópicos de Astronomia para estudantes através da confecção do Gnômon, do Relógio Solar, do Fogão Solar e da Luneta com Lente de Óculos.

Palavras-chave: Astronomia, ensino, aprendizagem, comunicação científica.

Abstract

Presente in various fields of research and becoming one of the most fascinating themes generators with recognized potential incentive, especially among young, the Astronomy has not found its place in the context of science teaching in Brazil and not even part of the curriculum of our basic education. Given this framework, we assume as hypothesis that the study of some topics of astronomy can achieve results satisfactory results in the classrooms of high school. So considering some experiences already lived in informal teaching of astronomy, this paper we investigate the possibilities and limitations of proposal for teaching some contents of astronomy, taught in connection with other sciences listed in the curriculum of schools. The survey was developed from a focus group composed of eight students from the public state of Rio Grande do Norte in the city of Passa e Fica. The group participated with special classes that involved workshops and use of innovative technologies. In this context the participants were invited to an ongoing evaluation process, gathering the necessary support to carry out a qualitative study that discussed and analyzed the results of the application of topics from astronomy to students through the making of Gnomon, Clock Solar, Stove Solar and Bezel with Lens Sunglasses.

Keywords: Astronomy, teaching, learning and scholarly communication.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1:	Pirâmides do Egito, faces paralelas e na direção dos pontos cardeais. Fonte: www.vidailuminada.com.br/sete.html	28
FIGURA 2:	Palácio de Friburgo onde, segundo Capozzoli funcionou o primeiro observatório astronômico do Brasil. Fonte: Medeiros e Araújo (2005).....	35
FIGURA 3:	Casa de Maurício de Nassau onde, segundo Medeiros e Araújo (2005) foi construído o primeiro observatório astronômico do Brasil.....	36
FIGURA 4:	Torre Malakoff e a sua cúpula para observação astronômica. Fonte: http://pousadapeter.com.br/indexfotos_torre_malakoff_recife_pernambuco_brasil.htm	38
FIGURA 5:	O Gnômon. Fonte:(extraída de Caniato, 1978, p. 09).....	51
FIGURA 6:	O Gnômon e a Linha meridiana. Fonte: (extraída de Caniato,1978, p.11).	52
FIGURA 7:	Grupo de estudantes construindo o Gnômon em Passa e Fica.....	52
FIGURA 8:	Imagem do mostrador e do ponteiro do Relógio Solar.....	54
FIGURA 9:	Relógio Solar no Pólo Sul.....	55
FIGURA 10:	a) Orientação do Relógio Solar posicionado num local qualquer do globo. b) Visualização do ângulo de elevação do ponteiro em relação ao horizonte (chão).....	56
FIGURA 11:	Mostradores do Relógio Solar equatorial quando usados na região intertropical do globo.....	56
FIGURA 12:	Parte frontal do Relógio Solar e que corresponde ao mostrador.....	56
FIGURA 13:	O Relógio Solar visto por inteiro.....	58
FIGURA 14:	Destaque para o mostrador do Relógio Solar.....	58
FIGURA 15:	Imagem do Relógio Solar em funcionamento.....	59
FIGURA 16:	Fábrica Alternativa Comunitária, Areias, Uiraúna-PB.....	60
FIGURA 17:	O Fogão Solar.....	60
FIGURA 18:	O Fogão Solar em miniatura.....	61
FIGURA 19:	Imagens de partes da luneta (CANALLE , p.13).....	64

FIGURA 20: Lucas explicando o funcionamento do Relógio Solar para professores e inspetor do MEC, na FEBRACE 2010.....	75
FIGURA 21: Miniatura do Fogão Solar.....	77
FIGURA 22: Arnaldo no laboratório de Física com o Meteorito Passa e Fica.....	77
FIGURA 23: Relógio Solar marcando 10:0h do dia solar.....	78
FIGURA 24: Felipe no auditório da Escola Politécnica da USP.....	80
FIGURA 25: Daniel demonstrando o Relógio Solar para professores.....	82
FIGURA 26: Aline no Curso de Astronomia confeccionando um Relógio de Estrelas na OBA de 2009.....	83
FIGURA 27: Professora de Artes, Josenir Claudiano.....	85

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1:	As Oficinas: Gnomon, Relógio Solar, Fogão Solar, Luneta com Lente de Óculos e seus objetivos.....	50
QUADRO 2:	Descrição, quantidade e preço dos materiais empregados na construção do Fogão Solar.....	61
QUADRO 3:	Descrição e quantidade dos materiais utilizados na confecção da Luneta com Lente de Óculos.....	63/64
QUADRO 4:	Resultado do questionário aplicado a 434 alunos do Ensino Médio da EEDDAM, de Passa e Fica-RN.....	85

SUMÁRIO

Primeiras Palavras.....	13
Capítulo I	
INTRODUÇÃO	
Introdução.....	16
1.1 Objetivos.....	19
1.1.1 Objetivo Geral.....	19
1.1.2 Objetivos específicos.....	19
2.2.3 Justificativas.....	20
Capítulo II	
HISTÓRIA DA ASTRONOMIA: ALGUNS FRAGMENTOS	
2.1 Introdução.....	24
2.2 Astronomia na Mesopotâmia.....	25
2.3 Astronomia no Antigo Egito.....	27
2.4 Astronomia na Grécia Antiga.....	28
2.5 Astronomia Moderna e Contemporânea.....	31
2.6 Fragmentos da História da Astronomia no Brasil.....	33
Capítulo III	
O ENSINO DE ASTRONOMIA NO BRASIL	
3. Dificuldades e Perspectivas.....	41
Capítulo IV	
METODOLOGIA DA PESQUISA	
4.1 Sobre as intervenções.....	49
4.1.1 O Gnômon.....	50
4.1.2 O Relógio Solar.....	53
4.1.3 O Fogão Solar.....	59
4.1.4 Construindo a Luneta Astronômica.....	61
4.2 Metodologia da Pesquisa.....	64
Capítulo V	
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	71
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	87
REFERÊNCIAS.....	90
ANEXOS.....	93

PRIMEIRAS PALAVRAS

Nasci em 1949 no dia 26 de abril na cidade de Campina Grande no Estado da Paraíba, na rua Epitácio Pessoa, no centro da cidade, casa em que até hoje moram meus pais. Cheguei de parto normal pelas mãos de uma parteira, como era a grande maioria dos partos naquela época e em abril de 2009 me tornei um sexagenário. Até 1952 permaneci morando no centro da cidade e em seguida a família foi morar em um sítio pertencente ao meu avô materno, localizado na vizinhança da UFCG. Naturalmente que naquela época o Bairro de Bodocongó era considerado zona rural, com poucas casas e muitas árvores. Minha primeira escola, lembro-me bem, era numa casa localizada perto de um riacho, um pouco abaixo da conhecida Volta de Zé Leal, e a primeira professora foi a Dona Célia que, juntamente com sua irmã Leninha, bem mais nova do que ela, nos ensinava a ler, escrever e a recitar a tabuada. Qualquer deslize ou traquinagem era motivo para castigos com “bolos”, proferidos com uma pesada palmatória. Isso me aterrorizava; chegava a emudecer e ficar petrificado durante as sabatinas de Matemática e diversas foram as vezes que inventei que estava doente para fugir aos horrores da escola.

Na continuação do curso de alfabetização, meados dos anos cinqüenta, fui estudar em um galpão localizado nas proximidades da feira da Prata e com uma nova professora: a Dona Guia que, surpreendentemente, conseguia ser ainda mais rigorosa do que a anterior. Outro problema era o percurso à escola. As aulas eram à tarde e todos temiam o tarado da Feira da Prata que, conforme os comentários dos mais velhos, pegava crianças que não gostassem de estudar. Além disso, o trajeto para a escola nos obrigava a passar na Rua da Rodagem, ou Rua do Cabaré, próxima a antiga volta de Zé Leal. Era a zona do baixo meretrício onde, conforme os adultos, as “raparigas” ficavam a espreita, prontas para pegar as crianças que não gostassem de estudar. Naturalmente a ida a escola se constituía numa batalha diária bem mais pesada do que preparar a terra para a lavoura.

Nos dois primeiros anos do primário fui estudar na escola de Dona Ninfa, na Rua Epitácio Pessoa, de onde guardo mais lembranças tristes do que alegres, pois além da palmatória, ainda enfrentávamos o terror do quarto escuro, lugar para

aonde eram conduzidos os alunos em caso de uma falta “grave”. Foi nesse período que aprendi a gazear aula para livrar-me da escola.

Prossigui os estudos primários no Colégio Diocesano Pio XI onde além da prova escrita de todas as matérias, tínhamos que enfrentar o severo Padre Emídio Viana Correia nas aulas de Latim e de Português. Desse educandário guardo boas lembranças, principalmente dos professores Machado Bittencurt, de Matemática; Rafael de Educação Física; Mesquita de Música e do professor Almeida de Ciências, com suas aulas práticas de dissecação de sapos e experiências com borboletas e lagartixas.

Mas, a parte aos sofrimentos da escola, desfrutava a vantagem de morar na zona rural, bastando um olhar pela janela ou nos degraus de frente da casa para me deparar com uma infinidade de estrelas. O meu interesse pelas coisas do céu remonta aquele período. Eram fins dos anos cinquenta e início dos anos sessenta e costumávamos olhar o céu com maior freqüência porque as poucas diversões noturnas acabavam muito cedo e, com o desligar das luzes às 21 horas, podíamos contemplar o céu nas noites mais escuras.

Assim, freqüentemente ficávamos na calçada a observar a imensidão do cosmo, discutindo seus mistérios, as lendas sobre os astros e as “aparições de objetos estranhos”. Tudo aquilo causava admiração, espanto e medo. Durante as festas juninas, havia as fogueiras e as brincadeiras em volta delas. Quase todos os anos o padre Frederico, um alemão amigo da família, ia nos visitar. De vasta cultura contava histórias fascinantes sobre o universo. Eu, ainda criança, já imaginava as distâncias enormes que nos separavam das estrelas e a quantidade delas no céu. Recordo-me do esforço do padre na tentativa de construir uma imagem plausível do número de estrelas no céu. Se juntássemos, explicava ele, grãos de areia uns a outros e enfileirássemos de Campina Grande até São Paulo, numa distância de quase 3000 km, haveria muito mais estrelas no céu. Dezenas de vezes mais estrelas do que grãos de areia enfileirados. E consideradas apenas as estrelas da Via Láctea.

O meu interesse pela Astronomia logo se transformou em uma paixão que foi crescendo ao longo da vida. Mas logo ficou claro que era preciso dialogar com outras pessoas e compartilhar aquele conhecimento e toda aquela beleza. Mesmo

não sendo astrônomo é possível ao cidadão comum uma compreensão mínima desta ciência, que lhe permita apreciar os encantos do universo e usufruir os benefícios desta aprendizagem. Nesse sentido, é que realizei centenas de palestras, aulas e observações astronômicas em escolas, colégios, faculdades, praças, praias e até em hospital, atingindo ao longo desta experiência um público estimado de 40.000 (quarenta mil pessoas).

Atualmente trabalho como professor de Física nas três séries do Ensino Médio nas cidades de Passa e Fica e Nova Cruz, fazendo parte do quadro permanente da Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande do Norte desde o ano de 2005, ao mesmo tempo em que, desde o ano de 2008 sou aluno regularmente matriculado no curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da UEPB.

Na Escola Estadual Deputado Djalma Aranha Marinho em Passa e Fica entre os anos de 2007 e 2008 coordenei o projeto Popularização da Astronomia no Ensino Médio: Conexões com outras ciências – naturais e humanas. Na Escola Estadual Rosa Pignataro em Nova Cruz, fui convidado, recentemente, para coordenar um projeto de popularização da Astronomia que intitulamos de “Experiências de Astronomia na sala de aula”. A sistematização e avaliação destas experiências estão diretamente vinculadas à construção de minha pesquisa.

Capítulo I

INTRODUÇÃO

*Ora (dizeis) ouvir estrelas! Certo
Perdeste o senso"! E eu vos direi, no entanto,
Que, para ouvi-las, muita vez desperto
E abro as janelas, pálido de espanto...*
Olavo Bilac

Para alguns historiadores a Astronomia pode ser considerada a mais antiga das ciências, com registros de que há mais de 50.000 anos a espécie humana já se ocupava em observar e guardar informações sobre a configuração do céu (FARIA,1987). De acordo com Hambúrguer (1984), a própria Física clássica teria sua origem na Astronomia, sobretudo porque, foi a partir das observações de estrelas e planetas que se estabeleceu à revolução copernicana com a necessária construção de uma nova mecânica celeste, desafio enfrentado com muita competência por Kepler, Galileu e Newton.

Em termos atuais pode-se dizer que a Astronomia é uma visão do cosmos construída em consonância com os conceitos operacionais da ciência moderna. É a ciência dos astros e, como tal, tem o objetivo de estudar a origem, posição, forma, constituição, distância, organização e movimentos dos corpos celestes. Mas, antes de tudo, é um legado cultural da humanidade que deveria ser minimamente conhecido pela maioria dos cidadãos. Infelizmente, a ignorância de conhecimentos básicos de Astronomia, em particular, e de Ciência, em geral, ainda se constitui em um dos mais significativos fatores de desigualdade entre homens e as nações.

De acordo com Sagan (2003) estamos vivendo em uma era complexa, em que a maioria dos problemas que enfrentamos, quaisquer que sejam suas origens, só encontram solução, apoiados em uma compreensão fundamental da ciência e da tecnologia. Embora mergulhada nesse contexto, a grande maioria da população permanece alheia aos conhecimentos mínimos de seu processo de construção e funcionamento.

No Brasil a literatura sobre Astronomia é escassa, e as novidades que aparecem ainda estão em linguagem hermética, de publicações especializadas e ao alcance de poucos. No ensino fundamental e médio a Astronomia é muito pouco

estudada, sendo vista apenas, superficialmente, nas disciplinas de Geografia e Física, constatando-se um profundo desconhecimento de questões básicas desta ciência em todas as camadas da população brasileira.

De acordo com Oliveira (1997), em pesquisa realizada pelo Datafolha, no final dos anos oitenta, em que foram consultadas 4.091 pessoas residentes nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Curitiba, Porto Alegre, Salvador, Recife e Brasília, estratificadas por zonas geográficas, nível sócio-econômico da região, sexo e idade, constatou-se que, de cada três brasileiros residentes em oito capitais, um ainda achava que o Sol gira em torno da Terra e não o contrário. Conforme a pesquisa, nas cidades interioranas essa percentagem deveria aumentar mais ainda.

Nas palestras, aulas e cursos que temos realizado há mais de vinte anos foi possível observar que a grande maioria das pessoas ainda não compreende suficientemente a nossa situação no sistema solar, prevalecendo fortemente as concepções aristotélicas em que a Terra permanece fixa no centro do universo enquanto o Sol desloca-se diariamente ao redor de nosso planeta.

Em recente aula ministrada numa turma da Educação de Jovens e Adultos (EJA) na cidade de São Bento no Rio Grande do Norte, verificamos a persistência dessas e outras concepções de mundo. Pouquíssimos estudantes têm uma idéia mais clara de como a ciência explica a nossa situação no cosmo ou da hierarquia universal dos conjuntos de corpos celestes, galáxias, estrelas simples e sistemas planetários com seus planetas, satélites, cometas e meteoróides ou mesmo a nossa orientação na superfície da Terra.

Para Oliveira (1997) ainda é grande a ignorância em Astronomia, até entre profissionais que deveriam ensiná-la na escola regular, no Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Conforme o autor, “ainda se encontra professores de Geografia explicando erroneamente – com livros didáticos nas mãos a lhes endossar as palavras – que as estações do ano devem-se à elipticidade da órbita da Terra”. E alguns endereços eletrônicos ainda alimentam essa mesma confusão.

Não poderia ser diferente se considerarmos que no Brasil o ensino de Astronomia não é levado a sério como em alguns países europeus e nos EUA. Para se tornar astrônomo profissional em nosso país, o estudante só dispõe de um curso

superior, que é o curso de astronomia do observatório de Valongo na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) ou poderia optar por fazer o curso de Física na Universidade de São Paulo (USP), com habilitação em Astronomia.

Por outro lado, são raras as oportunidades de colégios promoverem excursões e passeios a locais onde às crianças possam, desde cedo, tomar contato com a ciência da Astronomia. No Estado da Paraíba, por exemplo, existe um planetário de excelente qualidade, em João Pessoa, que passa grande parte do tempo ocioso. Desde o ano de 1989 quando começamos a visitar as escolas estaduais, realizando palestras sobre Astronomia, dos mais de cem educandários visitados, não houve um só que tivesse organizado excursões para visitar algum planetário ou Museu de Ciências.

Mesmo considerando a Astronomia como um conteúdo potencialmente significativo na formação científica dos seus alunos, uma pesquisa realizada em 2007 com professores de Física do Ensino Médio no Estado de São Paulo nas cidades de Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires e Mauá, revelou que 57,4% não discutiu tópico de Astronomia e 83% nunca fez qualquer visita com seus estudantes a um museu ou planetário (OLIVEIRA, 1997). Falta iniciativa e interesse dos educadores; falta divulgação e planejamento escolar; falta iniciativa concreta por parte dos governantes para que estudantes de todo o país, possam ter acesso aos conhecimentos básicos de Astronomia veiculados através de locais como Museus, planetários, centros especiais de ciências e, sobretudo, nas escolas.

Neste particular concordamos com Oliveira (1997) quando reconhece que, apesar de sua tradição privilegiada dentre as áreas nobres do conhecimento humano e da importância que lhe foi justamente conferida no passado em nosso país, atualmente a Astronomia está relegada a uma posição menos do que secundária em relação a outras áreas de conhecimento. Nos currículos oficiais da quase totalidade das escolas, apresenta-se uma abordagem rápida e superficial de alguns poucos tópicos, geralmente ligados às áreas de Geografia e Ciências.

Por outro lado, mesmo essa tímida presença vem sendo marcada por erros conceituais que acabam criando dificuldades adicionais ao professor de ciências (CANIATO, GOLDEMBERG e JUNIOR 1978, 1987; LANGHI e NARDI 2009, 2010).

Compreendendo a dimensão do problema, nos colocamos algumas questões que servirão de orientação para o desenvolvimento de nossas ações e reflexões de pesquisa: como introduzir tópicos de Astronomia no ensino médio? Como avaliar o alcance e a eficácia de uma proposta dessa natureza? O que pensam estudantes e professores sobre a introdução de alguns conteúdos de Astronomia no ensino médio?

1.1 – Objetivos

1.1.1 – Objetivo geral

Desenvolver e avaliar os resultados de uma experiência com a introdução de alguns tópicos especiais de Astronomia nas Escolas Estaduais do Ensino Médio das cidades de Passa e Fica e Nova Cruz no Estado do Rio Grande do Norte

1.1.2 – Objetivos específicos

- Difundir entre os alunos o gosto pela Astronomia e o uso das tecnologias para aprendizagem, levando-os a despertarem, também, o interesse pelo conhecimento de outras disciplinas do currículo médio, tais como, Física, Matemática e a Geografia.
- Conectar o estudo da Astronomia com outras ciências naturais, sociais e humanas, para reafirmá-la como um legado cultural da humanidade que deveria ser conhecido por todos.

1.2 – Justificativa

A Astronomia é considerada a mais antiga das ciências e o conhecimento de sua história e do seu desenvolvimento pode ser um importante tema gerador para

a apresentação de outros conteúdos correlatos ao ensino da Física. Por outro lado, considerando a sua universalidade e o seu caráter inerentemente interdisciplinar, tem uma importância fundamental na formação do indivíduo e cidadão em um mundo profundamente dependente das ciências e das tecnologias. Conforme Oliveira (1997), essa importância não é correspondida no Ensino Fundamental regular e nem nos demais níveis de ensino e a ignorância de seus tópicos básicos pela quase totalidade dos egressos dessa etapa da educação formal é algo evidente em nosso país. Nem mesmo alguns poucos conteúdos de história da Astronomia são trabalhados e, embora todos reconheçam a importância da introdução da história e da filosofia das ciências no ensino médio, ainda é muito pouco presente na realidade das salas de aulas brasileiras.

De acordo com Martins (2007),

A necessidade de incorporação de elementos históricos e filosóficos no ensino médio chega a ser praticamente consensual, o que passou a orientar currículos de parcela significativa das licenciaturas. No entanto, os professores do nível médio dificilmente incorporam esse tipo de conhecimento em suas práticas. (MARTINS, 2007, p.1).

Nesse caso o cuidado com o ensino da história das ciências em geral, e da história da Astronomia em particular, deveria ser uma tarefa comum a todos os professores. Popularizar os conhecimentos da Astronomia é algo semelhante ao que afirma Sanches Mora (2003), é recriar de alguma maneira o conhecimento desta ciência tornando-o acessível a um público mais amplo que, embora curioso e fascinado pelo conhecimento do universo, encontra-se desprovido de meios e instrumentos elementares para alcançá-los efetivamente. Conforme Menezes (2003), participante da equipe de formulação dos Parâmetros Curriculares Nacionais e das provas do ENEM:

É interessante olhar para o céu e identificar partícipes do nosso pequeno condomínio, o Sistema Solar. Ah, aquilo não é uma estrela, é Vênus, um planeta. Reconhecer a Via Láctea, nossa metrópole. O barato é dominar isso, não para repetir na prova, mas para debater e filosofar sobre. Não é verdade que a criança não se interessa por filosofar. Ela só não quer ser incomodada (MENEZES 2003, p.19-21).

Apesar de termos construído um mundo cheio de fascínio e luminosidade que, em algumas situações ofusca literalmente a beleza de um céu estrelado, as pessoas em geral, se sentem atraídas por questões relacionadas com os

conhecimentos da Astronomia. É quase uma unanimidade entre os estudantes do ensino fundamental e médio a curiosidade a respeito de lançamento de satélites, viagens espaciais, buracos negros, possibilidade de vida em outros planetas e muitas outras questões técnicas relacionadas com a observação de corpos celestes, construção de lunetas e telescópios e o acesso às observações “on-line” e de programas modernos de simulações, além de se interessarem pela história da Astronomia antiga, como constatamos nas nossas aulas e palestras. Infelizmente, as universidades e escolas básicas ainda não dispõem de professores qualificados para oferecerem cursos especiais ou tentarem introduzir com mais frequência tópicos de Astronomia dentro do currículo oficial do ensino fundamental e médio. Claro que alguns iniciativas e projetos já foram ou estão ou estão sendo desenvolvidos, sobretudo em 2009 ano que, como se sabe, foi escolhido como o Ano Internacional da Astronomia. Também não são poucas as reflexões em torno do problema da introdução do ensino de Astronomia nos níveis fundamental e médio de ensino. (CANIATTO, 1987; CANALLE, 1997, 1999, SOBRINHO, 2005; LANGHI, 2009). Contudo, em termos gerais, pode-se afirmar que o ensino da Astronomia ainda é muito pouco explorado nas escolas de ensino médio de nosso país e, conforme lembra Sobrinho (2005), normalmente, quando tratam sobre Astronomia, os textos didáticos limitam-se a incluí-la no capítulo destinado à gravitação e, boa parte dos autores, destaca muito pouco o assunto, reservando-lhe poucas páginas, nas quais se enfatizam as três Leis de Kepler, a Lei de Newton da gravitação universal, juntamente com alguns exercícios de aplicação direta das equações.

Mota, Bonomini e Rosado (2009), em um artigo em que relatam uma experiência em ensino de Astronomia realizada na Universidade Federal de Itajubá na forma de extensão voltada para alunos do Ensino Médio, constatam que a Astronomia apresenta um grande potencial para o ensino. Primeiro devido ao seu grande poder de alcance para o ensino de Física e, segundo, porque a utilização da Astronomia pode oferecer novas opções para tornar o ensino da Física mais libertador e alinhado com a proposta dos PCN, que propõem um ensino de Física que desenvolva habilidades e competências e que classifica como indispensável à compreensão da natureza cosmológica, que ao jovem conhecer levam o seu “lugar” na história do Universo. Os PCN e os PCN + (Parâmetros Curriculares

complementares aos PCN) incentivam os alunos na compreensão das hipóteses, modelos e as formas de investigação da evolução do Universo.

Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do Universo é parte das preocupações frequentemente presentes entre os jovens nessa faixa etária. Respondendo a esse interesse, é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita situarem-se na escala do tempo do Universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais, as notícias sobre novas descobertas do telescópio espacial Hubble, indagar sobre a origem do Universo ou do mundo fascinante das estrelas e as condições para a existência da vida como a entendemos no planeta Terra (BRASIL 2002).

Kantor (2001) na dissertação intitulada A CIÊNCIA DO CÉU: Uma Proposta para o Ensino Médio, também mostra que apesar de a Astronomia fazer parte da cultura mundial estando presente em obras artísticas e estimulando a imaginação do homem, sendo procurada pela população como forma de lazer, ela ainda está ausente das aulas do ensino médio e pouco presente nos cursos de licenciatura em Física, e cita como uma das causas dessa ausência a formação inadequada dos professores com relação essa ciência.

Em uma pesquisa sobre a introdução de conteúdos de Astronomia no ensino médio, Sobrinho (2005) apresenta um ponto de vista em que o ensino de astronomia deve ser desenvolvido em conexão com outras ciências naturais e humanas. O autor apresenta uma proposta didática para o ensino da óptica fundamentado nos equipamentos da Astronomia, numa perspectiva perfeitamente aplicável ao currículo das escolas públicas e privadas do Brasil.

No nosso caso, considerando os mais de vinte anos de envolvimento com o ensino informal de Astronomia, uma pequena experiência acumulada como amador e a recente pesquisa em Popularização e Comunicação Pública da Astronomia, preferimos construir uma proposta que procura introduzir um curso especial de Astronomia alicerçado em oficinas e atividades práticas que nos permitiram avaliar o nível de interesse e a aprendizagem de um grupo focal de estudantes de duas escolas onde atuamos como professor de Física.

Foi justamente o reconhecimento da importância do estudo da Astronomia que nos mobilizou na construção desta proposta. Acreditamos que a aproximação desta ciência com outras ciências afins, a exemplo da Física e da Matemática, em

um contexto diferenciado da educação curricular formal, proporcionará um novo ambiente de aprendizagem com a criação de um espaço fecundo para o desenvolvimento de uma pesquisa qualitativa, orientada por uma revisão crítica da literatura que reunirá alguns dos principais estudos já realizados sobre o assunto, as orientações apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e, principalmente, na apresentação e comentário dos discursos de uma amostra dos estudantes que participaram do projeto.

O trabalho será estruturado em quatro capítulos mais um com as nossas considerações finais sobre a pesquisa. No primeiro capítulo que estamos chamando de capítulo introdutório ou simplesmente, introdução, apresentamos parte do problema que nos motivou a construir esta pesquisa de intervenção e algumas justificativas necessárias para esta escolha. Ainda nesta discussão preliminar, apresentamos os objetivos e a forma como se encontra estruturado o nosso trabalho pesquisa.

O segundo capítulo foi dedicado a um pequeno resgate de alguns fragmentos da história da Astronomia, chamando a atenção para alguns importantes momentos da história da Astronomia no Brasil. No Terceiro capítulo discutimos o ensino de Astronomia no Brasil, suas características e principais dificuldades, seguindo-se um quarto capítulo onde foram apresentadas e discutidas as metodologias da intervenção e da pesquisa. No quinto e último capítulo são apresentados alguns trechos selecionados das falas dos estudantes em suas reflexões críticas sobre a experiência de participação no curso especial de Astronomia básica. Ainda neste capítulo serão apresentados alguns resultados desta experiência, discutiremos esses resultados e apresentaremos as nossas considerações finais.

Capítulo II

HISTÓRIA DA ASTRONOMIA: ALGUNS FRAGMENTOS

*E conversamos toda a noite, enquanto
A via láctea, como um pálio aberto,
Cintila. E, ao vir do sol, saudoso e em pranto,
Inda as procuro pelo céu deserto.*

*Direis agora! "Tresloucado amigo!
Que conversas com elas? Que sentido
Tem o que dizem, quando estão contigo?"*
Olavo Bilac

2.1 – Introdução

Entendemos que a divulgação da história da Astronomia é uma das importantes iniciativas no sentido de popularizá-la, despertando nas pessoas o interesse e o gosto por essa fascinante ciência que, conforme já aludimos, pode ser considerada como um dos campos mais antigos do conhecimento humano. Neste capítulo fazemos um breve resgate histórico de alguns acontecimentos marcantes no processo de construção e consolidação desta ciência. Os textos da Astronomia na Mesopotâmia até Astronomia Moderna e Contemporânea foram construídos e referenciados nos estudos desenvolvidos por Flávio Alarsa, Aulos Plautius Pimenta, Luis Antônio Alves Marinho, Renato da Silva Oliveira, Walmir Thomazi Cardoso e Romildo Póvoa Faria¹.

No prefácio do seu livro *Astronomia e Astronáutica*, Mourão (1981), aborda a evolução da Astronomia desde o início, quando utilizava as configurações celestes para pesquisar a influência dos astros na vida e no comportamento das pessoas, até os instrumentos utilizados pelo homem para melhor dimensionar o espaço e o surgimento dos radiotelescópios que tornaram realidade “o ora (direis) ouvir estrelas, de Olavo Bilac”.

Os apaixonados pela Astronomia certamente concordarão com o poema de Bilac de que é possível ouvir e entender as estrelas, pois Astronomia é a ciência que nos fornece essa oportunidade de olharmos para o céu e tentar desvendar os

¹Romildo Póvoa Faria (1952-2009), Astrônomo, professor de Astrofísica na UNICAMP, coordenador do Planetário Campinas-SP. Aposentado, coordenava o projeto de instalação do primeiro planetário do Rio Grande do Norte, em Parnamirim, quando faleceu no dia 21 de abril de 2009.

segredos e as belezas que ele nos oferece. A Astronomia é a ciência da eternidade e essa eternidade tem muita história para contar.

O céu com seus eternos pontos luminosos tem uma longa história para contar. História cheia de poesia e encantamentos, feita de lendas e mistério, de hipóteses e de leis matemáticas, de estudos e descobertas, de paixão e sacrifícios (BOSCHETTI, 1977).

Astronomia é a ciência do céu e o céu é quase tudo que existe, é o espaço incomensurável que envolve tudo, é o conjunto de estrelas cada uma delas um Sol; é o sistema planetário, é Júpiter, Saturno, Marte, Vênus, é enfim nosso planeta, a Terra, que como os demais, gravita isolada no espaço (NICOLINI, 1991). A Astronomia é considerada por muitos cientistas como a mais antiga das ciências. De acordo com Paiva (1969), a história da Astronomia começa no oriente do séc.XL a. C. com o nome de astrologia que conservou por longo tempo. Existem registros de que há mais de 50.000 anos a espécie humana, através de pinturas rupestres, esculturas, túmulos, gravações em pedras, artefatos e construções megalíticas, já se preocupava em estudar e observar o céu, porquanto esses registros mostram representações de agrupamento estelares como as Plêiades e as constelações da Ursa maior e Ursa menor, de outras constelações e do Sol e da Lua. Segundo Faria (1987) em várias regiões da Europa são encontrados megalíticos menires e outros conjuntos de blocos de rochas orientados na direção do Sol nascente, que de acordo com estudos dos arqueoastrônomos, os povos que os construíram, eram do estágio pré-histórico e já tinham significativos conhecimentos acerca do movimento do Sol, da Lua e das estrelas.

2.2 – Astronomia na Mesopotâmia

Em escavações arqueológicas do século XIX, encontraram-se documentos que estudados minuciosamente determinam que na Mesopotâmia a Astronomia foi uma ciência muito levada em conta sob o aspecto observacional e teórico, com a matemática desempenhando importante papel (FARIA, 1987). Documentos atestam que os povos da Mesopotâmia realizaram observações sistemáticas dos planetas, do Sol e da Lua. Determinaram as datas dos nasceres helíacos dos planetas, constatando que eles voltavam à mesma posição em relação

ao Sol após um intervalo de tempo praticamente constante, denominado período sinódico dos planetas; determinaram o período da luação; o período do movimento anual do Sol (ano trópico ou das estações) e a obliquidade da trajetória anual do Sol por entre as estrelas (Eclíptica) em relação à sua trajetória diurna (FARIA, 1987). Conheciam a variação da velocidade da Lua em volta da Terra e previam os eclipses da Lua através do conhecimento do Período de Saros (18 anos e 10/11 dias), quando um eclipse volta a ocorrer com as mesmas características.

Notaram que os planetas são encontrados sempre numa mesma região do céu, numa larga faixa em volta da Eclíptica. Criaram nessa faixa do céu várias constelações simbolizando e representando figuras de animais, por isso denominada de Zodíaco, que significa círculo de animais, e dividiram-na em 12 partes iguais de 30° cada, dando origem os signos ou constelações zodiacais (FARIA, 1987). Utilizada em meados do 3º milênio a.C. a semana é também uma das criações dos mesopotâmicos utilizadas por muitos povos da antiguidade e até os dias de hoje. Dedicaram a cada dia da semana o nome de um astro, começando pelo Sol que consideravam o deus mais importante, sendo assim o Sol representando o Domingo, a Lua a segunda feira; Marte, Terça-feira; Mercúrio, quarta-feira; Júpiter, Quinta-feira; Vênus, Sexta-feira; e Saturno o Sábado. Para os mesopotâmicos os planetas eram verdadeiros deuses e que eles teriam influência sobre os acontecimentos ocorridos na Terra. Todos os conhecimentos astronômicos dos mesopotâmicos foram adquiridos por persistentes e sistemáticas observações durante milênios, usando aparelhos rudimentares como o Gnômon, a Clepsidra e o Pólo. O Gnômon é o mais antigo instrumento astronômico.

Nos trabalhos com os alunos do Ensino Médio e da EJA no Estado do Rio Grande do Norte, tivemos como primeira atividade a construção do Gnômon, para determinarmos o Meridiano Astronômico do Lugar (MAL) e confecção do relógio solar. O Gnômon Consta de uma haste fina e longa que colocada verticalmente ao solo projeta uma sombra permitindo a posição do Sol. Os primitivos relógios solares derivaram-se do Gnômon. A Clepsidra marca o tempo através de um recipiente com água que escoar e é medida através de uma escala e o Pólo era uma semi-esfera que media posições através da sua sombra criada pela luz solar.

2.3 – Astronomia no Antigo Egito

No Egito, por volta de 3500 a.C. foram registrados em hieróglifos inscrições feitas em papiro, textos e documentos que mostram conhecimentos astronômicos deste povo (FARIA, 1987). Os textos e documentos egípcios escritos dessa forma foram muito mais vulneráveis que os documentos mesopotâmios, então muitas informações contidas em papiros se perderam através dos tempos, impossibilitando assim uma melhor comparação entre os conhecimentos astronômicos deste povo com os conhecimentos dos mesopotâmios.

O calendário egípcio marcava o ano com 360 dias, divididos em 12 meses de 30 dias cada um. O ano era dividido em três estações: a Inundação, o Inverno (saída das águas) e o Verão (falta de água). Determinaram a duração do ano através da observação dos nasceres helíacos da estrela Sírius (a de maior brilho no céu) (FARIA, 1987). As pirâmides egípcias, (Figura 1), têm suas faces voltadas na direção dos quatro pontos cardeais, o que também mostra seus conhecimentos de astronomia. Dividiram o Zodíaco mesopotâmico em 36 partes iguais a que denominaram de decanias, assim a cada signo ou constelação zodiacal correspondia a três decanias. Utilizaram instrumentos rudimentares como o Merkhēt, que era uma espécie de Gnômon; um relógio de Sol com uma haste sobre uma superfície plana onde a sombra dessa haste indicava as horas. Usaram também a Clepsidra que foi bastante aperfeiçoada.

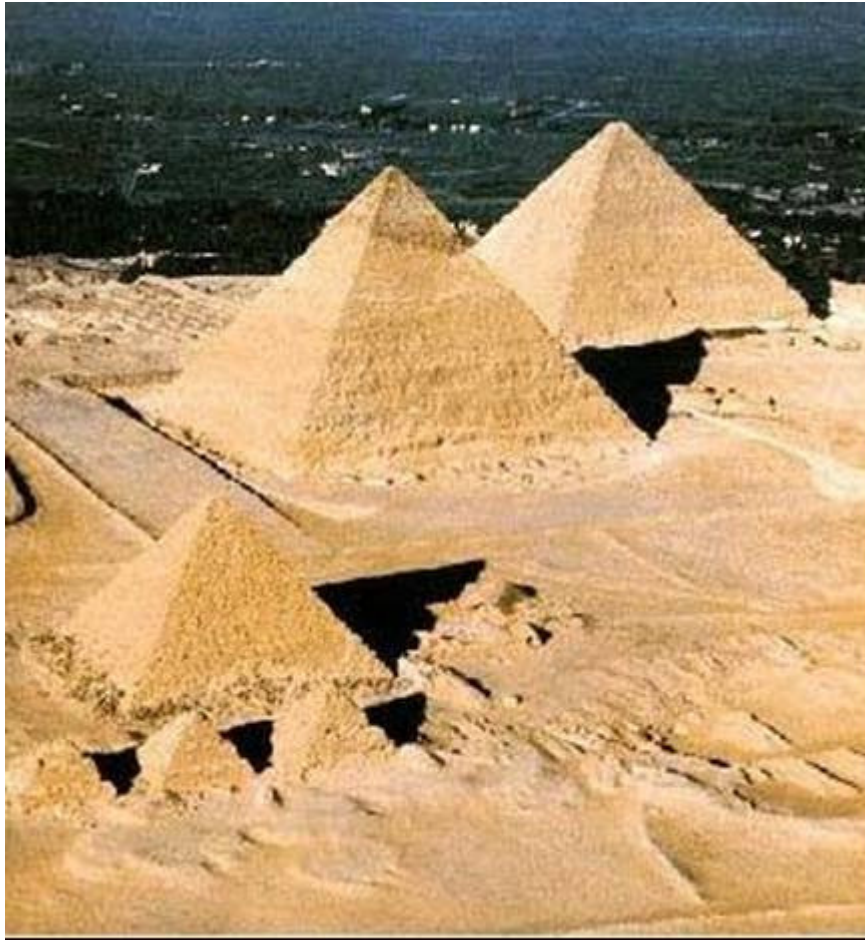


FIGURA1: Pirâmides do Egito, faces paralelas e na direção dos pontos cardeais.
Fonte: www.vidailuminada.com.br/sete.html

2.4 – Astronomia na Grécia Antiga

Na Grécia Antiga o homem desenvolveu o conhecimento em bases mais racionais, e a importância cultural dos gregos clássicos aparece marcada nos seus conhecimentos da Astronomia e da Matemática. A história da Astronomia grega começa com Tales de Mileto, no VI século a.C. que teria previsto um eclipse do Sol em 585 a.C. Tales transmitiu seus conhecimentos para seus discípulos, entre eles: Anaximandro, Anaxímenes e Anaxágoras (FARIA, 1987). A Anaximandro é atribuída a confecção de um mapa do mundo, a medição de distâncias angulares entre estrelas e uma rudimentar classificação das estrelas quanto ao brilho (FARIA, 1987). Explicou o porquê dos eclipses do Sol e da Lua, e afirmou que a Lua brilha por refletir a luz do Sol, que o ar é a substância fundamental, e mais, que a Terra seria cilíndrica, sendo sustentada por colunas. Anaxágoras, originário da Jônia, viveu por uns trinta anos em Atenas onde fundou a primeira escola filosófica. Foi

acusado de ímpio por acreditar que o Sol era uma pedra incandescente e que a Lua seria mais uma Terra (FARIA, 1987).

Outro sábio grego foi Pitágoras, indivíduo cabalístico, que acreditava em números e figuras geométricos perfeitas, admitia que a Terra era esférica, e teve como discípulo Filolau de Crotona, que, supõe-se, foi o primeiro a afirmar que a Terra caminhava no espaço em volta de um "Fogo Central" denominado de "Sistema Pirocêntrico", e que, além da Terra, girando em torno desse Fogo Central, estariam os outros astros, inclusive o Sol, a Lua e a Anti-Terra, imaginada por Filolau com a função de completar o número de 10 astros, número considerado perfeito pelos pitagóricos, e também com a função de ficar entre o Fogo Central e a Terra, protegendo-a (FARIA, 1987).

Vários modelos de Universo foram criados pelos gregos. O "Modelo das Esferas Concêntricas", imaginado por Eudoxo, discípulo de Platão, tentava explicar os movimentos das estrelas, dos planetas, do Sol e da Lua (FARIA, 1987). Eudoxo combinou 27 esferas concêntricas com rotações uniformes em torno de eixos inclinados entre si. Uma esfera para explicação do movimento diurno, outra para o movimento anual do Sol, duas para os movimentos da Lua, e oito esferas para as "laçadas" e retrogradações de Júpiter e Saturno, e mais cinco esferas para cada um dos outros três planetas, Mercúrio, Vênus e Marte. Esse sistema de Eudoxo seria posteriormente ampliado por Aristóteles para um complexo movimento de 55 esferas.

Aristóteles (384-322 a C) foi discípulo de Platão e considerado um dos maiores sábios da Antiguidade. Aristóteles afirmava que existiam cinco elementos fundamentais: a água, a terra, o ar, e o fogo e o éter, sendo este o elemento divino que comporia os céus onde reinaria a perfeição (FARIA, 1987). O Universo seria finito, esférico e limitado pela esfera dos fixos, e nada existiria, fora desse sistema, nem mesmo o tempo e o vácuo. Cada um desses elementos fundamentais ficaria no seu lugar natural. O éter, os céus, o ar e o fogo, a região entre a Terra e a Lua, a terra e a água, o centro do Universo. Portanto, para Aristóteles a Terra ficaria no centro do Universo.

Foi com Aristarco de Samos, grande astrônomo e matemático grego, que viveu em Alexandria, que a idéia do Heliocentrismo tomou corpo no início do século

III a C. (FARIA, 1987). O conhecimento da obra de Aristarco é reconstruído através de outros autores como Arquimedes, seu contemporâneo, Plutarco, Aécio, Estobeno e Galeno. Plutarco conta que Aristarco esteve a ponto de ser acusado de ímpio por idealizar que a Terra teria um movimento de rotação em torno de seu eixo e outro de translação em volta do Sol, e que esse movimento de translação era também executado pelos outros planetas ao redor do Sol (FARIA, 1987). Portanto, foi Aristarco o idealizador do Sistema Heliocêntrico, antecipando-se cerca de dezoito séculos a Nicolau Copérnico. O sistema de Aristarco não foi aceito na Antiguidade e inclusive até Copérnico, porque os argumentos da época, da Física e da Cosmologia Aristotélicas, diziam que se a Terra girasse em torno de si mesma, um corpo que caísse livremente sofreria um desvio para Oeste, e contra a translação o argumento era a falta de paralaxe das estrelas. Aristarco ainda elaborou uma classificação das estrelas com relação ao brilho, e afirmava que elas se encontravam a diferentes distâncias da Terra. Outros importantes astrônomos gregos que se sucederam a Aristarco e que também realizaram seus trabalhos na famosa Escola de Alexandria foram: Eratóstenes, Hiparco e Ptolomeu.

Eratóstenes de Cirene (273 a.C), determinou as dimensões da Terra pelo conhecido método do "poço de Siene", quando calculou a circunferência da Terra e, conseqüentemente, o raio, a superfície e o volume da Terra.

Hiparco de Nicéia (161 a.C) inventou o astrolábio, que é usado para determinações de distâncias angulares fornecendo a altura dos astros em relação ao horizonte, determinou o tamanho e a distância da Lua a Terra e descobriu a precessão dos equinócios, tendo inclusive calculado o seu período em cerca de 26.000 anos (FARIA, 1987). Estudou as estrelas classificando-as em seis grandezas, sendo as de primeira grandeza as mais brilhantes, e as de sexta grandeza as de brilho mais fraco.

Depois de Hiparco, o último grande astrônomo da Grécia Antiga foi Cláudio Ptolomeu, que através de sua obra "Almagesto", que foi traduzida pelos árabes, popularizou no mundo ocidental as idéias de Aristóteles (FARIA, 1987).. Ptolomeu estudou o movimento dos planetas, sob a hipótese do Geocentrismo de Aristóteles, lançando mão de um complicado modelo de deferentes, epiciclos e outros artifícios geométricos, simplificados posteriormente e ficando conhecido como o "Sistema Geocêntrico de Ptolomeu".

2.5 – Astronomia Moderna e Contemporânea

Foi na Idade Média, período dos séculos XII e XIII, que surgiu a Universidade. Com a fusão do elemento grego com o cristão, predominou o pensamento denominado de escolástico, que tinha como base um mundo geocêntrico, e assim era ensinado nas Universidades européias do século XV, quando apareceu o monge polonês Nicolau Copérnico que levantou novas hipóteses sobre o Universo. Numa dessas hipóteses Copérnico afirmava que todos os astros, inclusive a Terra, giram em torno de um ponto central onde está o Sol, formulando assim o que se chamou de sistema heliocêntrico, subvertendo, principalmente no renascimento do século XVI, o pensamento escolástico, que tinha como base um mundo geocêntrico (FARIA, 1987).

Em 1543 foi publicado um livro de Copérnico, justamente no ano de sua morte, intitulado: "De Revolutionibus Orbium Coelestium", que ganhou importantes adeptos nesse período renascentista, agitando mais ainda as concepções culturais, religiosas e sociais da época (FARIA, 1987). Giordano Bruno foi um dos que, na segunda metade do século XVI, combateu veementemente o geocentrismo, opondo-se ao pensamento aristotélico, e outras posições de Aristóteles, defendidas pela igreja (FARIA, 1987). Essas idéias de Giordano Bruno podem ter contribuído para que ele fosse queimado na fogueira em praça pública. Nesse período também surgiu um astrônomo dinamarquês, Tycho Brahe, grande observador dos astros que teve o mérito de aprimorar dados sobre as movimentações dos planetas e localizações de estrelas.

Um discípulo de Tycho Brahe, o jovem astrônomo, Johannes Kepler (1571-1630), formulou três importantes leis sobre o movimento planetário, entre as quais a de que as órbitas planetárias são elípticas, em torno do Sol, ficando esse situado no foco da elipse (FARIA, 1987). Essas três Leis foram importantíssimas para que, mais tarde, Isaac Newton formulasse a Lei da Gravitação Universal.

Contemporâneo de Kepler Galileu Galilei (1564-1642), introduziu na Astronomia o uso de instrumentos ópticos em 1610, quando utilizando uma luneta por ele aperfeiçoada, realizou importantes observações das crateras, planícies e montanhas da Lua; dos quatro maiores satélites de Júpiter (IO, Ganimedes, Calixto e Europa); das manchas solares; das fases do planeta Vênus; e de outras estrelas que não eram visíveis a olho desarmado (FARIA, 1987). Contribuiu enormemente

para o desenvolvimento da Física, quando realizou diversos trabalhos sobre planos inclinados, períodos de pêndulos, movimentos relativos, solidificando bases sobre os métodos experimentais na ciência, e preparando o caminho para as leis da dinâmica clássica mais tarde sintetizadas por Newton.

Isaac Newton (1642-1727) coroou esse período, dando um novo impulso na Astronomia, no final do século XVII, quando formulou a Lei da Gravitação Universal, estabelecendo a base da Mecânica Celeste. Newton, extraordinário matemático, físico e astrônomo, nascido na Inglaterra, ainda desenvolveu o cálculo infinitesimal, a teoria corpuscular da luz e estudou o seu espectro. Inventou o telescópio refletor (telescópio Newtoniano), e criou as leis fundamentais da Mecânica (FARIA, 1987). Nessa época foram construídos observatórios astronômicos como os de Paris e o de Greenwich, o que possibilitou um grande progresso na Astronomia de observação.

Entre os vários astrônomos importantes do final do século XVII e do século XVIII, destacaram-se, entre outros, Giovanni Domenico Cassini.(1625-1712); John Flamsteed (1693-1720); Edmund Halley (1656-1742); James Bradley (1693-1762); Wilhem Herschel (1738-1822); Joseph Louis Lagrange (1736-1813); Pierre Simon de Laplace (1749-1827) e Johan Karl Friedrich Gauss (1777-1855) (FARIA, 1987).

No primeiro dia do século XIX, 01 de Janeiro de 1801, o astrônomo Giuseppe Piazzi (1746-1826), descobriu o primeiro asteroide que foi denominado de Ceres (FARIA, 1987). Também nesse período um estudioso da óptica, o alemão Joseph Von Fraunhofer (1787-1826), percebeu a existência de centenas de riscas negras no espectro solar, fato também comprovado pelo químico inglês William Hyde Wollaston (1766-1828). Tempos depois, o físico Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887) e o químico Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899), os dois alemães, perceberam que essas riscas ou raias eram características para os espectros de cada elemento estudado, como se fosse uma impressão de digital de cada elemento (FARIA, 1987).

A partir daí foi possível determinar a constituição do Sol e dos demais astros. Essas e outras descobertas possibilitaram o surgimento da Astrofísica, que é o estudo Físico-químico dos astros, ou seja, dos aspectos físicos e de sua

composição material. Os grandes instrumentos para tal estudo são: o rádio-telescópio e o espectroscópio. Em 1863, Pietro Ângelo Secchi (1818-1878), astrônomo italiano, analisou vários espectros estelares e realizou a primeira classificação espectral das estrelas. Junto à espectroscopia outras técnicas surgiram, como a Fotometria, que permite uma análise quantitativa da luz proveniente dos astros (FARIA, 1987). A construção de melhores e potentes telescópios revelou também novas informações para o campo da Astronomia, como a existência de milhares de outras galáxias no Universo, e em 1930 foi descoberto um novo planeta do Sistema Solar. O planeta Plutão que, de acordo com a União Astronômica Internacional UIA, não é mais classificado como um planeta, mas como um Planeta Anão.

Um fato que produziu profundas mudanças na Física e que possibilitou formulações de novas leis fundamentais do Universo, no início do século XX, foi a Teoria da Relatividade de Albert Einstein (1879-1955) que, aliada ao desenvolvimento de modernas técnicas observacionais, principalmente após a segunda guerra mundial, com o emprego da Radioastronomia e da utilização de computadores, os conhecimentos astronômicos aumentaram rapidamente, possibilitando uma melhor compreensão da estrutura geral do Universo (FARIA, 1987).

2. 6 - Fragmentos da História da Astronomia no Brasil

De acordo com Capozzoli (2009), uma das primeiras atitudes científicas a bordo da esquadra de Cabral teria sido tomada por Mestre João² quando em primeiro de maio de 1500 enviou a D. Manuel I uma carta em português castelhanizado sobre as observações astronômicas para as quais afirma ter sido encarregado. O relato da primeira determinação de latitude obtida no Brasil foi escrito pelo Mestre João nos seguintes termos:

Ontem, segunda-feira, 27 de abril, descemos em terra, eu e o piloto do capitão-mor e o piloto de Sancho de Tovar; tomamos a altura do Sol ao meio-dia e achamos 56 graus, sendo a sombra setentrional, pelo que, segundo as regras do astrolábio, julgamos estar afastado da equinocial por

² Mestre João, como ficou conhecido, foi médico de D. Manuel I, bacharel em artes e medicina e pode se chamar de João de Farás ou João Emeneslau, dependendo da fonte.

17 graus e portanto ter a altura do pólo 17 graus segundo manifesto na esfera (MESTRE JOÃO, apud CAPOZZOLI, 2009, p.11).

Conforme se observa a partir deste relato, com o auxílio de um simples astrolábio de madeira, o Mestre João, mediu a altura do Sol e calculou a latitude em que se localizava a nova terra, obtendo "aproximadamente 17 graus", resultado bem próximo dos cálculos atuais que são de exatos 16º, 21' 22. Mas, além desse importante registro científico, o Mestre João também faz a primeira menção ao Cruzeiro do Sul em suas cartas astronômicas quando, após considerar as suas dificuldades para observar com precisão as posições das estrelas em alto-mar indica algumas posições de estrelas ao rei de Portugal:

Somente mando a Vossa Alteza como estão situadas as estrelas do sul, mas em que grau está cada uma não o pude saber; antes me parece ser impossível, no mar, tomar a altura de alguma estrela, porque eu trabalhei muito nisso e por pouco que o navio balance, se erram 4 ou 5 graus, de modo não se poder fazer, senão em terra... Tornando, senhor, ao propósito, estas Guardas nunca se escondem, antes sempre andam em derredor sobre o horizonte, e ainda estou em dúvida que não sei qual daquelas duas mais baixa seja o Pólo Antártico; e estas estrelas, principalmente a da Cruz, são grandes quase como as do carro; e a estrela do Pólo Antártico, ou Sul, é pequena como a do Norte e muito clara e a estrela que está em cima de toda a Cruz é muito pequena (MESTRE JOÃO, apud CAPOZZOLI, 2009, p. 11).

Os trabalhos observacionais do Mestre João foram precedidos pela primeira missa celebrada no Brasil pelo frei Henrique de Coimbra. em 26 de abril de 1500. Estes e outros acontecimentos foram relatados ao Rei D. Manuel I na carta de Pero Vaz de Caminha, outro importante documento com relatos científicos da época.

De acordo com Bretones (1999), as poucas iniciativas de estudos e pesquisas em Astronomia no Brasil colonial estavam ligadas aos jesuítas que, mesmo orientados prioritariamente para assuntos teológicos e humanísticos, conseguiram contribuir para o conhecimento da Astronomia em Terras de Santa Cruz. Outro momento de avivamento das pesquisas em Astronomia no Brasil dar-se-á a partir da invasão dos holandeses que, entre 1624 e 1661, conseguiram controlar uma parte do Nordeste brasileiro.

Depois de uma tentativa fracassada em Salvador e contando com o apoio

do português e senhor de engenho, Domingos Fernandes Calabar, em 1630 os holandeses invadiram a capitania de Pernambuco que passou a ser administrada como uma colônia holandesa (CAPOZZOLI, 2009). Mais tarde, em 1637, o Conde Maurício de Nassau (Maurituz van Nassau-Siegen) inicia a administração da nova colônia, trazendo em sua bagagem uma equipe formada por pintores, arquitetos, escultores, naturalistas, médicos e astrônomos.

Conforme relato de Capozzoli (2009), suas iniciativas combinavam infraestrutura e conforto para sua estada no país e controle da produção açucareira. Durante esse período o Recife passou por uma radical transformação urbana com a construção de jardins, lagos e um palácio construído na ilha de Antônio Vaz – atual Bairro de santo Antônio – para a acomodação de Conde Maurício de Nassau. No palácio, um dos membros de sua equipe, o astrônomo Georg Marcgrave construiu o que seria o primeiro observatório astronômico do Brasil (Figura 2) onde, possivelmente, se utilizou pela primeira vez uma luneta astronômica no hemisfério Sul.



FIGURA 2: Palácio de Friburgo onde, segundo Capozzoli funcionou o primeiro observatório astronômico do Brasil. Fonte: Medeiros e Araújo (2005).

Entretanto, conforme Medeiros e Araújo (2005), que tentam resgatar o início do estudo da Astronomia no hemisfério Sul utilizando a dramatização de uma entrevista fictícia com o astrônomo alemão Georg Marcgrave, o primeiro observatório astronômico do Brasil foi instalado na casa do Conde Maurício de Nassau, inaugurado na noite de 28 de dezembro de 1639 quando Marcgrave

acompanha uma ocultação de Mercúrio pela Lua. Essas observações vão até o dia em que ocorre o acidente de desabamento do telhado da casa que abrigava o observatório, em 18 de março de 1640. A partir daí os estudos e observações de Marcgrave começam a ser de forma itinerante, até o dia 2 de novembro de 1642 com a instalação dos instrumentos na torre do palácio de Friburgo, funcionando até 22 de junho de 1643.

Antes mesmo da instalação desse observatório na casa de Maurício de Nassau, Marcgrave realiza uma observação de um eclipse total da Lua em 20 de dezembro de 1638.

No observatório de Marcgrave só havia telescópios refratores, pois o telescópio refletor só foi inventado por Newton tempos depois. Esse observatório, construído em cima do telhado da casa de Maurício de Nassau, ficava em uma esquina e era localizado próximo aonde é hoje a ponte que leva o nome do Conde holandês (MEDEIROS e ARAÚJO, 2005).



FIGURA 3: Casa de Maurício de Nassau onde, segundo Medeiros e Araújo (2005) foi construído o primeiro observatório astronômico do Brasil.

Além de um telescópio refrator ou luneta galileana de 2,20m de comprimento, havia outras lunetas menores que Marcgrave usava para localizar astros e transportar nas suas viagens. O observatório tinha uma plataforma de

observação e no seu segundo andar uma torre hexagonal com 4 metros de altura. Na sala de observação do segundo andar havia um quadrante com uma altura de 1,57 metros que era usado para medir as posições dos astros. Esse quadrante era baseado na forma do quadrante de Snell que ainda hoje existe no antigo observatório de Leiden, e não no formato do quadrante de Tycho Brahe, bem mais trabalhado e bem rebuscado (MEDEIROS e ARAÚJO, 2005).

De acordo com Medeiros e Araújo (2005), após o acidente com observatório na casa de Maurício de Nassau, quase provocando a sua morte, Marcgrave desenvolveu um trabalho itinerante de observações astronômicas em diversas partes da região nordestina, tendo feito estudos de Astronomia no forte dos Reis Magos em Natal.

Citado no artigo de Medeiros e Araújo (2005) o Padre Jorge Polman, um holandês aficionado da Astronomia a quem eu tive o prazer de conhecer nos meados da década de 1970 através do também holandês Padre Cristiano Jacobs, achava que o observatório de Marcgrave nunca tinha funcionado no palácio de Friburgo, mas todo tempo na casa de Maurício de Nassau. Conheci o Padre Polman em um seminário localizado no bairro da Várzea em Recife e cheguei a observar as crateras da Lua em um telescópio refrator de 100mm de diâmetro que havia nesse local. O padre Jorge Polman incentivou o estudo da Astronomia em Pernambuco, chegando a ensinar na década de 1970 e fundou o CEA, Clube Estudantil de Astronomia e a SAR, Sociedade de Astronomia de Recife. Ele leu a edição original de John North, um inglês que é considerado um dos maiores historiadores da ciência do mundo e é especialista em Idade Média e na ciência islâmica, fez alguns desenhos sobre como seria o observatório de Marcgrave e publicou um livreto sobre isso em 1984. O padre George Polman faleceu no dia 02 de julho de 1986, aos 59 anos, na cidade do Recife.

Mas, segundo Medeiros e Araújo (2005), quem realmente descobriu o local do primeiro observatório astronômico com telescópios instalado no Brasil foi o arquiteto e professor da UFPE, José Luís Mota Menezes que publicou um artigo em um livro sobre o período holandês em Pernambuco. Esse livro foi organizado pelo

professor e geógrafo Manoel Correia de Andrade³.

Marcgrave era uma pessoa de muitos talentos que veio para o Brasil trabalhar como astrônomo e cartógrafo. Também era médico, naturalista, botânico, matemático, pintor, desenhista, arquiteto e astrólogo. Na medicina ele utilizava os conhecimentos da matemática e dos astros para fazer previsões astrológicas e curar as pessoas no que se chamava de a “Medicina dos astros” (MEDEIROS e ARAÚJO, 2005). Marcgrave estudava a Astronomia como auxílio para calcular a posição dos astros e para confeccionar seus horóscopos, mas seu interesse maior era na latromatemática que usava a Matemática e a configuração dos astros no céu para curar pessoas.

Na região do Recife antigo onde foi construído o primeiro observatório astronômico do Brasil, conforme Medeiros e Araújo (2005), foi edificado um prédio, inaugurado em 1855 e batizado de Malakoff pelo povo do Recife em referência a torre de mesmo nome localizada na cidade de Sebastopol (ao sul da Rússia, atual Ucrânia). A Torre Malakoff funcionou durante décadas como observatório astronômico (Figura 4).



FIGURA 4: Torre Malakoff e a sua cúpula para observação astronômica.
Fonte: http://pousadapeter.com.br/indexfotos_torre_malakoff_recife_pernambuco_brasil.htm.

³ Escritor, historiador, geógrafo, advogado e professor pernambucano (Vicência-PE 1922- Recife-PE, 22 junho 2007).

Embora as primeiras investigações científicas desenvolvidas em solo brasileiro tenham sido no campo da Astronomia, conforme atestam as observações desenvolvidas pelo Mestre João, o desenvolvimento científico nessa área não seguiu o ritmo indicado pelos primeiros acontecimentos históricos e as pesquisas sistemáticas nessa área demandarão séculos para se consolidarem.

Um importante passo para acelerar o desenvolvimento da ciência no Brasil foi a transferência da corte portuguesa para o Brasil em 1807. Sem dúvida, a vinda de D. João VI provocou uma grande reviravolta no cenário da colônia e a instalação da Corte no Brasil permitiu o surgimento de várias novas instituições e novidades que serão marcantes para a história da ciência moderna no Brasil colonial (OLIVEIRA, 2009).

Com a invasão de Portugal pelas tropas francesas de Napoleão Bonaparte, D. João VI embarcou com a sua corte para o Brasil em 29 de novembro de 1807, numa flotilha de 35 embarcações que transportava 15.000 pessoas e, após uma curta parada em Salvador, os fugitivos desembarcaram no Rio de Janeiro em 7 de março de 1808 (OLIVEIRA, 2009).

Em solo brasileiro e trazendo consigo funcionários, artistas, intelectuais, cientistas, técnicos, soldados, etc. D. João VI impulsionou o desenvolvimento de vários aspectos da colônia brasileira e a partir de 1808, são criados no Rio de Janeiro, a Imprensa Régia; o Colégio Naval (1809); Academia Real (1810); A Biblioteca Pública (1814); o Curso de Cirurgia (1813); o Museu Nacional (1818); a Escola de Belas Artes (1820) e muitas outras novidades (OLIVEIRA, 2009).

Naturalmente que iniciativas importantes como as de Georg Marcgrave em Pernambuco, de padres Jesuítas e do período de d. João VI merecem destaque, mas, de acordo com Nagamini (2009), a pesquisa em Astronomia só será mais sistematizada no Brasil com a criação do Imperial Observatório Astronômico do Rio de Janeiro em 15 de outubro de 1827.

Criado por D. Pedro I o Imperial Observatório era subordinado ao Ministério do Império e às academias Real Militar e da Marinha, mas só alcançou maior desempenho sob o comando de D. Pedro II, que procurou estimular o desenvolvimento das atividades científicas (OLIVEIRA, 2009). O observatório tinha por objetivo orientar estudos geográficos, geodésicos e astronômicos voltados para

a navegação. Mas, ao mesmo tempo, deveria contribuir para a formação de estudantes das academias militares.

Na década de 1840 o Imperial Observatório recebeu forte incentivo do imperador que chegou a ceder equipamentos de seu observatório particular e adquirir instrumentação magnética e meteorológica para desenvolvimento de novas pesquisas. Com o apoio de d. Pedro II, um astrônomo francês foi contratado para assumir a direção e desenvolver novas áreas de pesquisa. Conforme relata Nagamini (2009), Emmanuel Liais foi convidado para o cargo e, inspirado no modelo francês, exigiu a separação do Observatório da Escola Militar, no que foi atendido pelo imperador. Dentre os estudos desenvolvidos, pelo astrônomo francês destaca-se a observação do eclipse total do Sol em 7 de setembro de 1858, quando propôs a existência de uma terceira atmosfera solar.

De acordo com Nagamini (2009), já em 1913, após um período de grande precariedade, o Observatório Nacional, como passou a ser chamado após a proclamação da República, teve sua pedra fundamental lançada na sede atual, no Bairro de São Cristóvão, para onde se mudou em 1921 carregando os antigos problemas e demandas. Dentre os problemas havia um descompasso epistemológico com o nascimento da astrofísica que Liais lutou muito, mas não conseguiu introduzir.

Com a criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, na década de 50 e a formação dos primeiros doutores, vinte anos depois foi criado o Observatório Astrofísico Brasileiro, OAB, localizado no sul de Minas Gerais que, operacionalizado na década de oitenta, passou a ser conhecido como Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA) (NAGAMINI, 2009). Nesse mesmo período o Observatório Nacional também incorporou a radioastronomia e também foi criado o Observatório de Valongo que nasceu do observatório da Escola Politécnica do morro de Santo Antônio de 1881 e é ligado a Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, onde atualmente existe o único curso de graduação em Astronomia no Brasil.

Capítulo III

O ENSINO DE ASTRONOMIA NO BRASIL

*E eu vos direi: "Amai para entendê-las:
Pois só quem ama pode ter ouvido
Capaz de ouvir e de entender estrelas".
Olavo Bilac*

3.1- Dificuldades e Perspectivas

Se a história da Astronomia apresenta uma grande lacuna bibliográfica, informações sobre a história do ensino da Astronomia no Brasil são ainda mais escassas. Sabemos que por ser considerada a mais antiga das ciências, a história da Astronomia pode ser um importante tema gerador para a apresentação de outros conteúdos correlatos como a Física, a Matemática e de outras ciências naturais e exatas. Os nossos estudos neste trabalho foram desenvolvidos no Ensino Básico, com a participação de alunos do Ensino Fundamental e do Ensino Médio. Assim discutiremos também o ensino da Astronomia nesses dois segmentos.

De acordo com Oliveira (1997), em um mundo profundamente dependente das ciências e das tecnologias, conhecimentos básicos de Astronomia são importantes para a formação do cidadão, mas essa importância não é correspondida no Ensino Fundamental regular e nem nos demais níveis de ensino. A ignorância de seus tópicos básicos pela quase totalidade dos egressos dessa etapa da educação formal é algo evidente em nosso país. Nem mesmo alguns poucos conteúdos de história da Astronomia são apresentados e, embora todos reconheçam a importância da introdução da história e da filosofia das ciências no ensino médio, este ideal ainda se encontra distante da realidade das salas de aulas brasileiras.

Concordamos que a introdução de assuntos de Astronomia no Ensino Básico é importante para a formação do estudante, entretanto o que constatamos durante os anos em que tentamos levá-la às escolas através de palestras, aulas e observações, é que a Astronomia não é suficientemente conhecida até pelos professores.

De acordo com Oliveira (1997), alguns professores de Geografia, ainda continuam ensinando erroneamente – com livros didáticos nas mãos a lhes

endossar as palavras – que as estações do ano são explicadas a partir da elipticidade da órbita terrestre. Frequentemente a Astronomia é confundida com a astrologia que, conforme se sabe, é uma “crença” de que os astros teriam influência na vida e no comportamento das pessoas. Também é comum, a confusão entre o telescópio e o microscópio. Em uma análise dos conteúdos de Astronomia realizados por Andressa dos Santos Nicolau e pelo Professor João Batista Garcia Canalle, da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, UERJ, em 14 livros didáticos de Geografia constatou-se a precariedade e a superficialidade desses livros no que concerne aos assuntos de Astronomia.

Em um mundo dependente da ciência e da tecnologia a ignorância de conhecimentos básicos de Astronomia, em particular, e da Ciência, em geral, aprofunda o abismo de desigualdade entre os povos. Essa desigualdade é bem patente em nosso país e parece ser acentuada no Nordeste brasileiro. Ainda assim, nas diversas oportunidades em que desenvolvemos esforços voluntários no sentido de apresentar trabalhos de Astronomia em escolas paraibanas, não foram raras as oportunidades em que nos deparamos com o boicote de professores e dirigentes sob a falsa alegação de que a Astronomia não fazia parte do currículo escolar.

Sabemos, como mostra Langhi (2009), que a presença de conteúdos de Astronomia tem se mostrado decrescente nas instituições de ensino e de formação de docentes, ao longo da história. É nesse contexto que estamos envolvidos em ações voluntárias e persistentes no sentido de popularizar alguns conhecimentos de Astronomia. Infelizmente este esforço quase solitário não tem recebido o devido apoio de governantes e autoridades em nosso estado. O que existe são ações isoladas e não coordenadas por parte de algumas instituições e pessoas, que não se traduzem em avanços significativos por não serem contínuos planejados e sem o suporte dos que comandam a educação no nosso país. Não podemos admitir que uma ciência tão importante na formação do cidadão esteja relegada a um plano inferior no processo de educação formal, pois como lembra o Sagan (2003), estamos vivendo numa era complexa, em que muitos dos problemas que enfrentamos, quaisquer que sejam suas origens, só encontram soluções a partir da ciência e da tecnologia.

Nas cidades interioranas parece aumentar ainda mais o desconhecimento sobre Astronomia. Durante as palestras, aulas, e observações astronômicas que

temos realizado nessas localidades, observamos que a grande maioria das pessoas ainda sustenta a concepção aristotélica de que a Terra se encontra estática no centro do mundo e o Sol, todos os dias, executa uma volta completa em torno do nosso planeta. Outros ainda concebem a Terra plana e limitada por abismos no horizonte. Essas e outras concepções de mundo atestam os pouquíssimos conhecimentos das pessoas sobre o que a ciência da Astronomia já descobriu sobre a nossa situação no cosmos, desde a hierarquia universal dos conjuntos de corpos celestes, os super-aglomerados de galáxias – passando pelos aglomerados e grupos de galáxias, galáxias com suas nuvens de gás e poeira cósmica, aglomerados globulares e galácticos e sistemas estelares múltiplos.

A Astronomia no Brasil não é tratada seriamente. São grandes os obstáculos para quem quiser estudar Astronomia no Brasil, pois só existe uma opção de um curso superior, que é na Universidade Federal do Rio de Janeiro, ou então uma habilitação no curso de Física da Universidade de São Paulo. Na Pós Graduação existe alguns cursos de especialização, mestrado e doutorado em Astronomia, mas concentrados nas regiões Sul e Sudeste, como os da UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais; UFPR -Universidade Federal do Paraná; UFRGS- Universidade do Rio Grande do Sul; UFSC -Universidade Federal de Santa Catarina; UFSM-Universidade Federal de Santa Maria-RS e na UNESP- Universidade Estadual Paulista, Campus de Guaratinguetá-SP. Na região Nordeste apenas a UFRN-Universidade Federal do Rio Grande do Norte oferece um curso de mestrado em Astronomia e também no curso a distância de Física da UFRN a disciplina de Astronomia é apresentada com mais propriedade.

Ações para despertar nos jovens o gosto pela Astronomia são raras, pois no Brasil ainda impera o individualismo. São poucas às vezes que colégios promovem excursões e passeios a locais onde às crianças possam, desde cedo, tomar contato com a ciência da Astronomia como nos planetários e nos museus de ciências.

Voelzke e Rachel (2008) analisaram uma pesquisa realizada em 2007 com professores de Física do Ensino Médio no Estado de São Paulo, e constataram que mais da metade não aplicaram tópicos de Astronomia nem nunca fizeram visitas com alunos a museus e planetários, mesmo que esses professores considerem a Astronomia um conteúdo potencialmente significativo na formação científica dos

seus alunos. Políticas de apoio para que crianças, jovens e pessoas comuns possam ter contatos com esses meios de divulgação e popularização da ciência, seriam de grande valia para todos.

A despeito de sua tradição privilegiada dentre as áreas nobres do conhecimento humano e da importância que lhe foi justamente conferida no passado remoto em nosso país, hoje a Astronomia está relegada a uma posição menos do que secundária em relação a outras muitas áreas do saber humano. Nos currículos oficiais da quase totalidade das escolas, apenas uma abordagem rápida e superficial de alguns poucos tópicos é, em teoria, realizada nas áreas de Geografia e/ou de Ciências.

De acordo com Sobrinho (2005, p. 16) a Astronomia e a sua história, são muito pouco estudadas nas salas de aulas da educação formal e

nos textos didáticos, normalmente, quando se fala sobre Astronomia é no capítulo destinado à gravitação, e que uma boa parte dos autores destaca muito pouco esse assunto, restringindo poucas páginas nas quais se enfatiza as três Leis de Kepler, a Lei de Newton da Gravitação Universal, juntamente com alguns exercícios de aplicação direta das equações (SOBRINHO, 2005, p. 16)

Basta olharmos para trás para percebermos o papel fundamental que desempenhou o conhecimento e o estudo, por vezes obstinado, da Ciência e, em particular, da Astronomia no desenvolvimento da civilização brasileira.

Os conhecimentos astronômicos permitiram as Grandes Navegações e, conseqüentemente, o “descobrimento” do Brasil e das Américas. É por isso que o Esfera Armilar, um instrumento astronômico muito usado para o ensino da Astronomia, figura em várias bandeiras de Portugal, a partir da época de D. Manuel, chamado “O Venturoso”, e também em bandeiras do Brasil, desde o Principado até a República. Mesmo na bandeira atual, há a presença da Esfera Celeste, com várias das principais estrelas, sendo cada uma representativa de um estado da federação. O Estado da Paraíba, por exemplo, é representado pela estrela Capa da Constelação do Escorpião, e o Rio Grande do Norte pela estrela Lambda da mesma Constelação.

Destacando a importância da Astronomia para as Grandes Navegações e para as conquistas e descobertas de outras terras por Portugal, Bueno (1999) chama a atenção para a importância do sábio Mestre João, integrante da frota de Cabral, que improvisou um observatório astronômico, localizou o Brasil com exatidão pela primeira vez e batizou a bela constelação do Cruzeiro do Sul. Utilizando um simples astrolábio de madeira, Mestre João, mediu a altura do Sol e calculou a latitude em que se localizava a nova terra, obtendo "aproximadamente 17 graus", bem próxima aos cálculos de hoje que são de exatos 16º, 21' 22". Assim a primeira localização do Brasil está relacionada com estudos da Astronomia e, conforme Bueno (1999):

o chefe da investigação, o astrônomo, astrólogo, cosmógrafo e médico da frota, respeitosamente chamado de Mestre João, entrou para a História naquela segunda-feira, 27 de abril de 1500, e se Pero Vaz de Caminha foi o cronista dos nativos e das belezas da terra recém-descoberta, Mestre João foi o cartógrafo do céu e o primeiro a descrever por meio de instrumentos onde estava o Brasil.

De acordo com Bretones (1999), no Brasil o ensino de Astronomia está ligado aos jesuítas e depois da expulsão dos jesuítas em 1759 foram criadas aulas régias para disciplinas isoladas e sem pertencerem a qualquer escola. Com a vinda da Família Real portuguesa para o Brasil (1808) e com a Independência (1822), foram criadas escolas superiores e regulamentado o acesso a seus cursos, através do curso secundário e dos exames de ingresso. Entre os cursos criados por Dom João VI estão a Academia da Marinha (1808) e a Academia Real Militar (1810) no Rio de Janeiro. Nos seus sete anos de curso, as disciplinas relacionadas com a Astronomia correspondiam ao segundo e ao quarto ano. O Observatório do Rio de Janeiro, criado em 1827 tinha como um dos seus objetivos formar os alunos da Escola Militar na prática das observações aplicáveis à Geodésia, para a demarcação dos limites do território nacional e para os alunos da Academia da Marinha as observações aplicadas à Navegação. Em São Paulo, somente com a Escola Politécnica (1893) começaram os primeiros cursos de Astronomia para a formação de engenheiros geógrafos (BRETONES, 1999).

De acordo com Bretones (1999) uma tentativa de se organizar o ensino secundário regular ocorre com a criação do Colégio de Pedro II (1837), um modelo

seguido por poucos estabelecimentos com estudos de forma seriada, de alta qualidade, ensino de ciências e currículos enciclopédicos, com direito a ingresso em qualquer curso superior. Com um curso de sete anos, a disciplina de Cosmografia era ministrada no quarto ano. Poucos estudantes freqüentavam tais cursos e poucas vezes encontravam o que se propunha. Predominava o sistema irregular, de cursos preparatórios e exames parcelados de ingresso ao ensino superior. Esta dualidade só seria modificada no sistema republicano (BRETONES, 1999).

No período do Império e nos primeiros anos da República, a Astronomia gozava de grande prestígio. De acordo com Oliveira (1997) nos primeiros 50 anos do Brasil República, a importância da Astronomia era espelhada na escola regular. Uma disciplina específica, a Cosmografia, nas séries finais do antigo Ginásio era completamente dedicada à Astronomia.

A partir dos anos pós-guerra, foi diminuindo o interesse pelo ensino da Astronomia na escola regular e uma reforma no ensino nesse período extinguiu a Cosmografia da grade curricular, ficando para a disciplina de Geografia Física, o ensino de uns poucos tópicos de Astronomia, tratados sempre num nível bastante superficial (BRETONES, 1999).

Na Primeira República a educação entrou em crise na década de 20. O ensino secundário foi reformado pelo ministro da Educação Francisco Campos (1931) e dividido em duas partes: o fundamental, comum a todos, de cinco anos e o complementar, de dois anos, para adaptação aos cursos superiores. Para os candidatos aos cursos de Engenharia e Arquitetura, a Cosmografia aparece ao lado da Geofísica na primeira série do complementar. O Governo do Estado Novo reestruturou o ensino com a reforma do ministro de Vargas, Gustavo Capanema (1942). Os conteúdos de Astronomia ou Cosmografia deixam de ser disciplina específica e passam a fazer parte dos currículos de Ciências, Geografia e Física principalmente. A disciplina de Astronomia e Geodésia foi retirada do currículo da Escola Politécnica em 1957 (BRETONES, 1999).

De acordo com Langhi e Nardi (2010), na década de sessenta várias instituições de ensino superior que ofereciam cursos de graduação em Física, engenharia e matemática, ofereciam a Astronomia, mas como disciplina optativa, situação que permanece até os dias atuais.

Nas reformas educacionais seguintes: LDB de 1961, 1971, modificada pela lei de 1982 e a atual LDB (1996) com o ensino fundamental e médio, a escolha das disciplinas seguiu a idéia de grandes linhas, na perspectiva de todo o conhecimento sem muitas informações ou um programa enciclopédico. A Astronomia tem presença maior ou menor nas Propostas Curriculares dos estados e em particular nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Mas, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (1999), a Astronomia está presente essencialmente nas disciplinas de ciências, deixando, portanto de ser uma disciplina obrigatória nos currículos de formação de professores. Neste caso, é muito pouco trabalhada nos conteúdos básico das Licenciaturas.

Conforme a pesquisa de Bretones, destacada no trabalho de Langhi e Nardi (2010), nas 46 instituições de ensino superior do país (67% públicas e 33% privadas), apenas 54 cursos ofereciam a disciplina específica de Astronomia.

A Lei de Diretrizes e Bases para a Educação e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais – especificamente os destinados ao Ensino Fundamental – procuram corrigir particularmente essa situação, sugerindo e incentivando explicitamente uma abordagem mais completa de vários tópicos da Astronomia da 5ª à 8ª e até a 9ª série. Todavia, os professores que atuam no ensino fundamental geralmente são graduados em pedagogia e os que atuam da 5ª a 8ª séries geralmente são formados em Ciências Biológicas e, como se sabe, conteúdos de astronomia não costumam ser introduzidos nesses cursos de formação. Naturalmente, os professores preferem desconsiderar aqueles conteúdos para os quais não se sentem seguros e que não fizeram parte de sua formação e, aqueles que resolvem enfrentar o desafio, geralmente sentem muitas dificuldades e acabam cometendo erros como aqueles já mencionados aqui.

Essa deficiência no ensino regular de Astronomia na formação dos professores que acaba se refletindo na educação do indivíduo/cidadão vem sendo suprida com dificuldade apenas parcialmente por iniciativas isoladas e não coordenadas em algumas instituições de ensino. Dentre estas iniciativas destacam-se alguns projetos importantes de educação continuada. Mas, conforme o alerta de Langhi e Nardi (2010):

a grande maioria desses cursos parece tratar as temáticas apenas em uma abordagem centrada em conteúdos específicos, deixando muitas vezes de tratar questões conceituais e metodológicas envolvidas no ensino e na aprendizagem, e as atividades externas à sala de aula. Quase sempre deixam também de considerar resultados de pesquisas, por exemplo, sobre o ensino de física e astronomia e sobre a formação e o desenvolvimento profissional de professores, realizadas nas últimas décadas (2010, p. 2).

De fato, como os referidos autores reconhecem no início do mencionado artigo, são inúmeras iniciativas espelhadas e pulverizadas em vários locais do país e o grande desafio é aproveitar o potencial dessas iniciativas, produzindo pesquisas e estudos que possibilitem o diálogo e a aproximação entre elas.

Este trabalho pode ser considerado como uma dessas iniciativas voluntárias que, ao contrário de outras iniciativas valorosas, não pretende permanecer no isolamento, mas submeter-se ao encontro teórico com outras olhares e experiências relacionados com a educação em Astronomia, a popularização e a comunicação pública dessa ciência. É apenas um primeiro passo, no Ensino básico regular em nosso país, mas de fundamental importância para que novas iniciativas sejam empreendidas no sentido de corrigir esse déficit educacional tão pernicioso para a formação dos futuros cidadãos de nosso Estado, desejado e sonhado justo e democrático. Num mundo em que o saber – principalmente o saber científico e tecnológico – determina o futuro individual e coletivo, o não saber implica em inaceitável e intolerável cerceamento à liberdade.

Capítulo IV

METODOLOGIA DA PESQUISA

4.1 – Sobre as Intervenções

Como se trata de uma pesquisa de intervenção com a realização de um curso envolvendo tópicos de Astronomia básica oferecidos a um grupo de estudantes, o primeiro momento foi dedicado ao planejamento e organização das oficinas, incluído toda a aquisição e preparação do material a ser utilizado, além de estudo e aperfeiçoamento de abordagens mais adequadas ao desenvolvimento de cada conteúdo.

O segundo momento foi dedicado ao conhecimento da realidade dos locais onde seriam realizadas as oficinas, incluídos os preparativos técnicos e a divulgação do curso (cartazes), além de um contato prévio que foi estabelecido através das direções das escolas e de professores interessados em participar do projeto. Nesse particular, contamos com a vantagem de atuar nas duas escolas escolhidas.

Seguido a trilha das oficinas pedagógicas, a abordagem foi permanentemente ancorada em uma metodologia ativa e problematizadora (CANIATO, 1982; FREIRE, 1985) em que os estudantes foram convidados a construir e utilizar alguns aparatos relacionados ao mundo da Astronomia. Naturalmente a própria realidade ia colocando uma série de questões e perguntas que, com o auxílio do professor, iam sendo problematizadas até que fossem construídas respostas e modelos que explicassem melhor os fenômenos.

Embora tenham sido previstas a realização de 5 oficinas, apenas 4 foram efetivamente realizadas e os cursos especiais foram oferecidos a 1 turma com 8 estudantes.

O trabalho foi desenvolvido nos turnos da manhã, tarde e noite. Esta primeira experiência foi apenas um “aperitivo” que, a partir do fascínio provocado nos participantes, certamente alcançará resultados bem maiores com a possibilidade da realização de novos cursos especiais até uma possível implantação dos conteúdos no próprio currículo oficial da escola.

As oficinas foram realizadas no transcurso normal da semana, nos turnos da manhã e da tarde. Os conteúdos e abordagens foram construídos a partir de importantes autores pioneiros no esforço pelo estudo e ensino da Astronomia no Brasil e no mundo (MOURÃO, 1981, 1982, 2004; CANIATO, 1978, 1987a, 1987b, 1982; CANALLE, 1997, 1999, 2005).

OFICINAS	OBJETIVOS
(A) O Gnômon	Encontrar e compreender a direção dos pontos cardeais, determinar a linha Meridiana Astronômica do Lugar (M. A. L.) e o movimento aparente do Sol. O desenvolvimento da atividade evoluirá para a identificação de corpos celestes através do uso de imagens do céu associada ao software livre (Stellarium).
(B) O Relógio Solar	A partir da compreensão do Gnômon e utilizando material reciclável construir um relógio solar que além de marcar as horas solares permite determinar o meio dia solar, os solstícios e explicar o Sol a pino.
(C) O Fogão Solar	Discutir o aproveitamento da energia luminosa do Sol através da construção, com materiais de baixo custo, de um fogão solar com forma parabolóide com 1,54 m de diâmetro, formada por placas de metal cromada que refletem no foco da parábola os raios solares.
(D) Luneta com Lente de Óculos	Com material de fácil aquisição, construir uma luneta simples (as lunetas serão testadas na noite das observações). A atividade permitirá estudar alguns princípios básicos de óptica geométrica até evoluir para a utilização de um telescópio refletor.

QUADRO 1: As Oficinas: Gnomon, Relógio Solar, Fogão Solar, Luneta com Lente de Óculos e seus objetivos.

4.1.1 – O Gnômon

O Gnômon foi um instrumento largamente usado na antiga Grécia e que os romanos adotaram. Com ele os povos antigos marcavam as horas do dia, desde que houvesse Sol (CANIATO, 1978).

O aparato consiste basicamente de uma haste vertical fincada em uma superfície horizontal e lisa. A haste deverá ser bem reta e fincada bem “em pé”. Com um fio de prumo é mais fácil de executar essa tarefa. Nas atividades desenvolvidas pelos grupos o Gnômon foi utilizado para três objetivos: a determinação dos pontos cardeais, a obtenção do Meridiano Astronômico do Lugar – MAL e a construção de um relógio solar.

Naturalmente, conforme o movimento aparente do Sol, diferentes comprimentos de sombras serão observados ao longo do dia. A primeira tarefa é marcar pelo menos três pontos extremos da sombra produzida pela varinha no turno da manhã e para cada ponto traçar no chão uma circunferência centrada na haste. No turno da tarde a sombra irá atingir cada uma das circunferências novamente e o grupo deverá marcar os pontos quando a sombra voltar a tocar as circunferências (Figura 5).

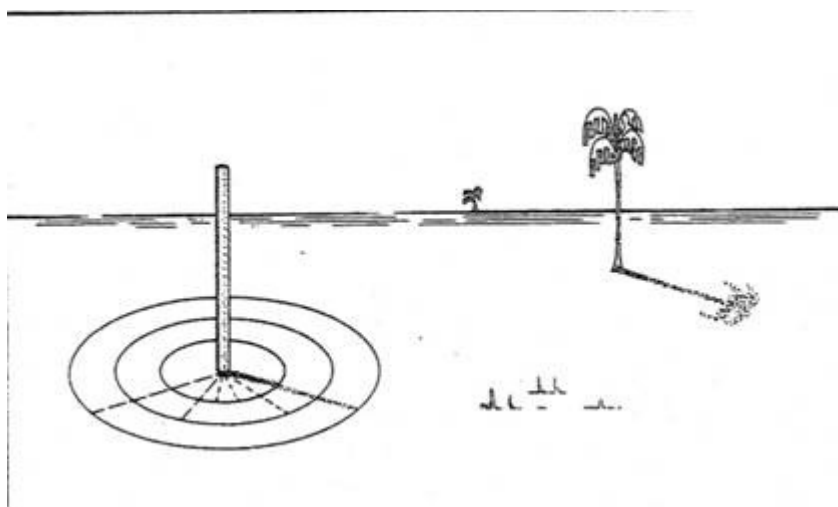


FIGURA 5: O Gnômon. Fonte: Caniato, 1978, p. 09.

Finalmente teremos um par de raios em posições diferentes para cada uma das circunferências e, para cada par de raios, teremos ângulos diferentes (Figura 6). Mas ao traçarmos a bissetriz de cada um desses ângulos, verificaremos que ela será a mesma. Essa bissetriz comum chama-se LINHA MERIDIANA e indica a direção NORTE-SUL. A direção perpendicular é a direção LESTE-OESTE (CANIATO, 1978).

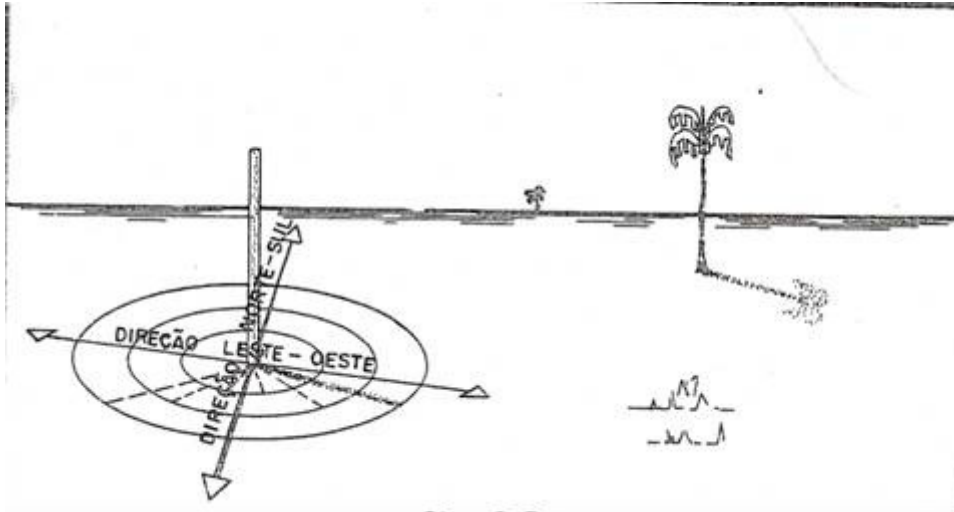


FIGURA 6: O Gnômon e a Linha meridiana. Fonte: Caniato, 1978, p.11.

A primeira tarefa do grupo foi escolher um local de céu aberto, isto é, em que o Sol projetasse a sombra da haste pela manhã e à tarde. Depois de escolhido o local, o segundo passo para a construção do Gnômon consistiu basicamente em fixar a haste vertical na superfície de um solo horizontal e liso. Para tanto foram utilizados: enxada, pá, cabo de vassoura, prumo de pedreiro, cordão e martelo.

Depois de limpar e planear bem o terreno, com o auxílio do fio de prumo a haste (cabo de vassoura) foi fincada no solo em uma posição vertical e o Gnômon estava pronto para ser utilizado (Figura 7).



FIGURA 7: Grupo de estudantes construindo o Gnômon em Passa e Fica.

Seguindo os procedimentos apontados na teoria, foram marcados dois pontos extremos da sombra da haste pela manhã e, utilizando um cordão centrado na haste, foram traçados dois círculos com raios iguais aos comprimentos de cada sombra. Naturalmente, pela manhã, após a saída do Sol, as sombras da haste eram mais compridas, e iam encurtando com o passar das horas. Ao meio dia se tornou mínima. Em seguida, as sombras começaram a aumentar, atingindo novamente a primeira circunferência e, depois de certo tempo, a segunda. Os pontos de reencontro foram marcados, formando um par de raios para cada circunferência considerada. Então foram determinados os raios bissetores, isto é, as bissetrizes dos dois ângulos, verificando-se que, de fato, eram iguais e determinando a linha meridiana que define a direção Norte-Sul geográfico. A linha perpendicular a esta, define a direção Leste-Oeste.

De acordo com Caniato (1978), o Meridiano Astronômico do Lugar – a MAL é o plano vertical que passa pela linha meridiana. Para identificar este plano vertical basta fixar dois fios em prumo sobre a linha meridiana. Este plano é fundamental para medidas astronômicas e na maioria dos observatórios existe um telescópio ou luneta orientado nesta direção.

Cinco alunos participaram da construção do Gnômon, cada um deles construindo o seu instrumento de observação no local da sua morada. Três estudantes, Felipe, Lucas e Daniel construíram o instrumento na frente de suas casas localizadas no Sítio Cipoal. Uma aluna, Milena, construiu o aparato no Sítio Barra do Geraldo e outra aluna, Marta, no distrito do Fernando da Pista, todos localizados no município de Passa e Fica RN. Essa atividade durou aproximadamente dois meses com acompanhamento diário da leitura do comprimento da sombra do Sol, inclusive com a observação do dia do solstício de verão, maior comprimento da sombra no meio dia solar, em 22 de dezembro, e o dia em que o Sol ficou a pino, isto é, sem sombra ao meio dia solar, em 28 de fevereiro.

4.1.2 – O Relógio Solar

Existem vários modelos de relógios solares, mas o que construímos foi do tipo equatorial, ou seja, aquele que, conforme Canalle e Coelho (2009) o disco com o mostrador das horas fica sempre paralelo ao plano do equador e o ponteiro que

determina as sombras encontra-se sempre paralelo ao eixo imaginário de rotação da Terra.

Como se sabe, ao realizar seu movimento de translação em torno do Sol a Terra também rotaciona em torno de si mesma num intervalo de 24 horas, ou seja, este é o intervalo de tempo para o Sol passar duas vezes pelo meridiano do observador. Se num círculo completo temos 360° e no dia 24 horas, obtemos a relação simples e direta $360^\circ/24h = 15^\circ/\text{hora}$. Portanto, a base (mostrador) do relógio solar equatorial será o conjunto de 24 linhas horárias separadas entre elas por ângulos de 15° , conforme especifica a Figura 8

O Relógio Solar equatorial é constituído por esta base (mostrador) sobre a qual é fixado uma haste perpendicular que, naturalmente, ao longo do dia projetaria sua sombra sobre as 24 linhas. Mas, como para as nossas latitudes o Sol é visível apenas cerca de 12 horas por dia, o relógio pode ser construído utilizando um semicírculo de 180° .

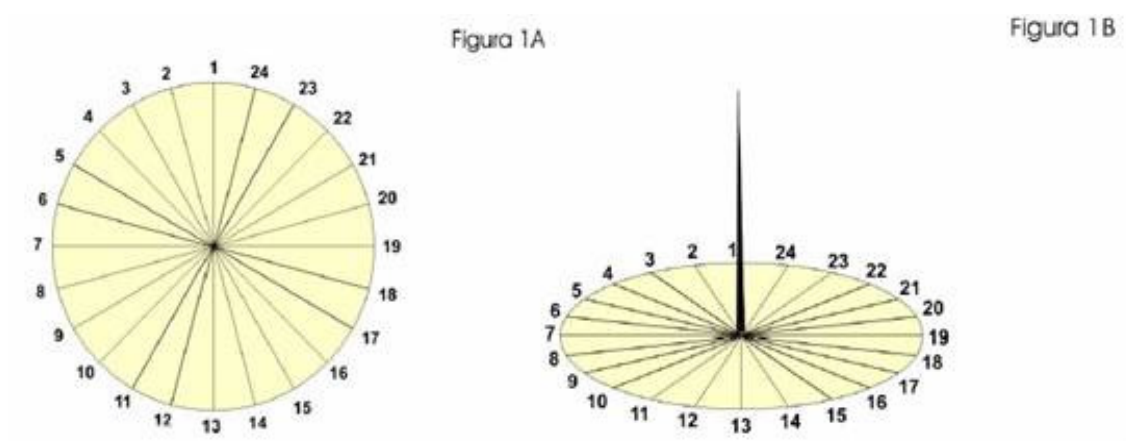


FIGURA 8: Imagem do mostrador e do ponteiro.

De acordo com Canalle e Coelho (2009) se o relógio for colocado exatamente no pólo sul geográfico, no verão deste hemisfério, a sombra da haste se projetará sobre a base durante as 24 horas do dia, pois nesse caso o ponteiro coincide com o eixo de rotação da Terra e necessariamente o plano do mostrador será paralelo ao plano do equador terrestre (Figura 9).

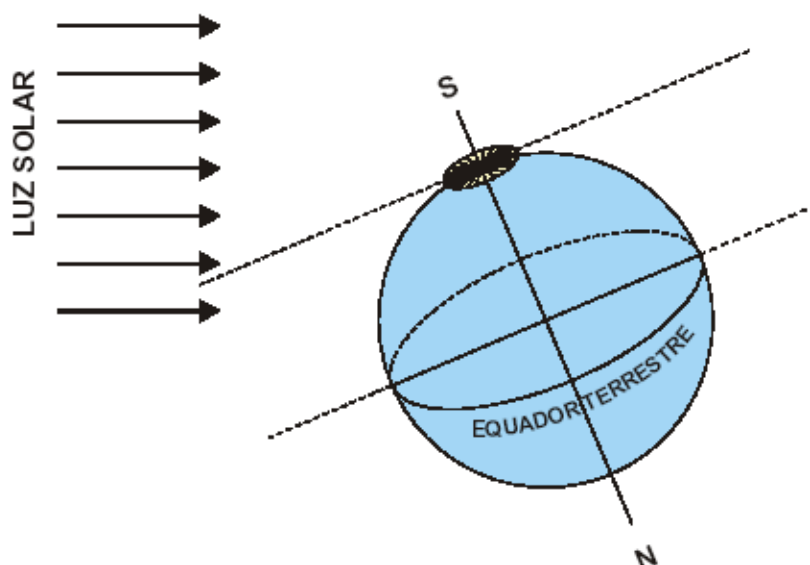


FIGURA 9: Relógio Solar posicionado no Pólo Sul.

Para posicionar o relógio solar equatorial sobre qualquer outro local do globo terrestre devemos elevar o ângulo do ponteiro em relação ao horizonte local em um valor igual à latitude do lugar para que o eixo do relógio que projeta a sombra da luz solar fique paralelo ao eixo de rotação da Terra e, conseqüentemente a base do mostrador ficará paralela ao plano do equador terrestre (Figura 10).

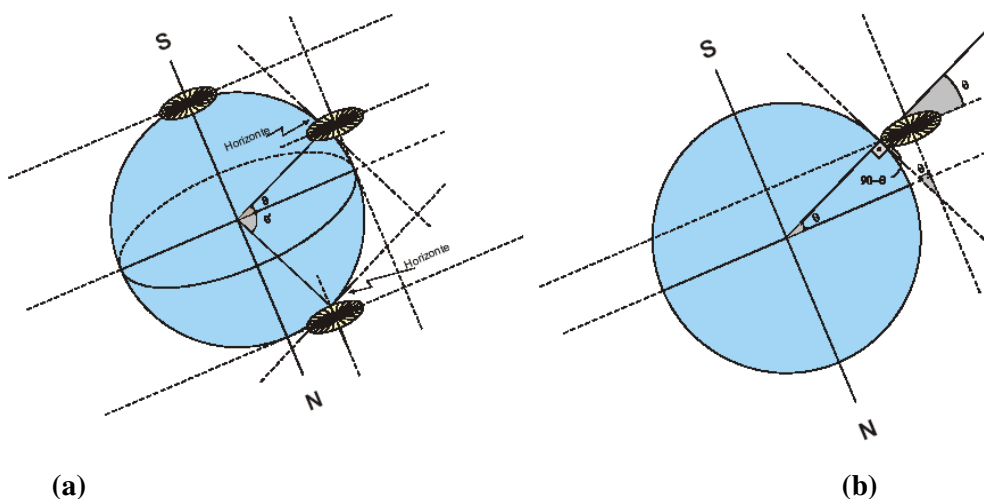


FIGURA 10: a) Orientação do Relógio Solar posicionado num local qualquer do globo. b) Visualização do ângulo de elevação do ponteiro em relação ao horizonte (chão).

Como estamos na região do Nordeste brasileiro e, portanto no hemisfério sul a uma latitude abaixo da do trópico de Capricórnio ($23,5^\circ$), o Sol é visível apenas por cerca de 12 horas por dia, então, ao invés de um círculo com 24 horas, usam-se

dois semicírculos sendo um de 6 as 18 horas e outro de 18 as 6 horas. Esses semicírculos (Figura 11), são colados em lados opostos do mostrador possibilitando a leitura da hora no período em que a luz do Sol esteja atingindo a face Sul ou a face Norte do relógio.

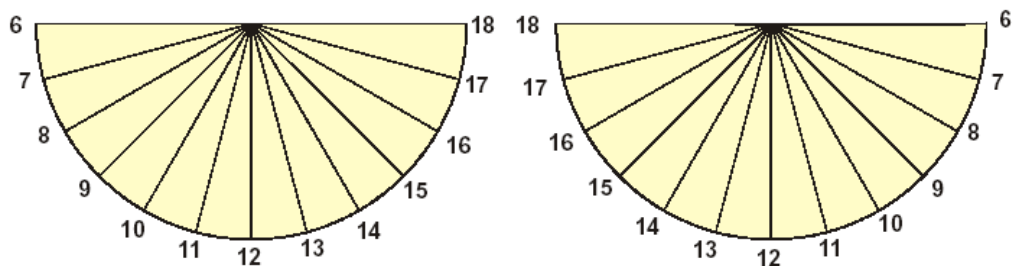


FIGURA 11: Mostradores do relógio de Sol equatorial quando usados na região intertropical do globo.

Iniciamos a segunda oficina orientando os estudantes para realizarem observações do movimento diário regular e aparente do Sol que acontece de leste para oeste, descrevendo no céu um semicírculo. Em seguida, com o auxílio de um Gnômon, feito sob forma de um palito de madeira, de comprimento 23,5 cm e espessura 0,5cm o grupo confeccionou um círculo graduado de frente para o sul geográfico, obtido através da linha Meridiana Astronômica do Local – M.A.L. Este círculo graduado é o mostrador do relógio, conforme evidencia a Figura 12.



FIGURA 12: Parte frontal do Relógio Solar e que corresponde ao mostrador.

Feito em madeira (sobra de serraria) e na forma retangular, com a medida de (40,0 x 50,0 x 0,9) cm, o mostrador ainda necessitava ser fixado a uma base e uma coluna de sustentação. A idéia de construir a base e a coluna de sustentação a partir de coroas usadas de motocicleta foi do estudante Luciano que é mecânico de automóveis e de motocicletas, desenvolvendo parte do projeto em sua oficina mecânica na cidade de Passa e Fica - RN.

Conforme relato do próprio estudante, a **base** foi construída com sucata de cinco coroas inteiras dentadas de motocicletas e duas meias coroas, tendo assumido uma forma quadrada com os lados medindo (42,0 x 42,0) cm. As partes foram conectadas com solda elétrica, eletrodo OK 46 e a tinta de cor preta usada na pintura das partes componentes da base, é do tipo esmalte sintética, apropriada para estruturas metálicas.

A **coluna de sustentação** também é composta por 22 coroas dentadas de transmissão de motocicletas que foram soldadas duas a duas com eletrodos OK 46, ficando com uma altura de 135,0 cm, espessura de 19,0 cm e largura também de 19,0 cm. A tinta usada para a pintura da coluna de sustentação foi a mesma especificada para a pintura do suporte que dá sustentação ao mostrador. Este último também foi desenvolvido a partir de uma coroa de motocicleta fixada a um eixo metálico de 20 cm de comprimento por 1,0 cm de diâmetro que, acoplado a um pião de transmissão e a dois rolamentos ligados a duas hastes de 14,0 cm, garante uma mobilidade ao mostrador. Na verdade as engrenagens permitem que o mostrador possa realizar um giro de 360° na vertical, o que possibilita a utilização do relógio solar nos dois hemisférios do globo terrestre, bem como usar o ângulo da latitude do lugar para alinhar o gnômon, que é fixado perpendicularmente ao plano do mostrador, com a direção dos pólos celestes norte e sul.

O Relógio Solar construído pelo grupo é, portanto, composto de três partes, (Figuras 13 e 14): a **base**, a **coluna de sustentação** e o **mostrador** e, por conta da estrutura da base, feita de coroas de ferro, a massa total do conjunto é de aproximadamente, 24,9 Kg e sua altura total máxima (mostrador na vertical) é de 1,53 m.



FIGURA 13: O Relógio Solar visto por inteiro



FIGURA 14: Destaque para o mostrador do Relógio Solar

Para utilização do relógio (Figura 15) o grupo orientou o mostrador na direção Sul numa posição que coincide com o semicírculo celeste e mede a altura que o Sol alcança em determinado momento. Para fazer a leitura da hora, orientou-se a face do mostrador para o sul, inclinado em direção ao equador celeste numa quantidade de graus da latitude da cidade de Passa e Fica-RN, que é de aproximadamente 6° . Para cada 15° percorrido pelo Sol, serão transcorridos 60 minutos, ou seja, uma hora.



FIGURA 15: Imagem do Relógio Solar em funcionamento

4.1.3 – O Fogão Solar

Para o desenvolvimento deste trabalho foi construído um fogão solar alternativo de baixo custo para ser utilizado nas operações de assar e cozinhar. Elaborado a partir de um modelo existente na cidade de Uiraúna PB, que visitamos na década de 1990. Esse tipo de fogão (Figura 16) é produzido artesanalmente por moradores de uma comunidade da zona rural, Areias. O projeto é coordenado pelo padre Domingos Cleides Claudino e algumas unidades produzidas naquela comunidade são exportadas, principalmente para a Europa.

O projeto pioneiro foi implantado no povoado de Areias, a 3 km da cidade de Uiraúna, no estado da Paraíba, e o Padre Domingos Cleides Claudino, seu idealizador, explica como surgiu a idéia:

Já padre, fiz uma experiência valiosa de trabalho profissional em fábrica e de trabalho pastoral nas paróquias de Tittmoning, Fridolfing e Burgkirchen, na Baviera e em Krefeld, no norte da Alemanha. Na convivência com as famílias e no engajamento com a juventude, procurei acender nossa vocação e a co-responsabilidade missionária de Igreja, com sua dinâmica, mística, parceria e serviço evangélico, no intercâmbio e partilha de experiência comunitária, numa conseqüente abertura para a missionariedade universal.

Mais tarde, já como pároco da Paróquia Sagrada Família, em Uiraúna, desenvolveu o projeto, ajudado pelos jovens alemães Gerhard Deser e Franz Roider.



FIGURA 16: Fábrica Alternativa Comunitária, Areias, Uiraúna-PB.

O fogão solar consiste de um parabolóide de 1,54 m de diâmetro formado por placas de alumínio ou metal niquelado que refletem no foco da parábola os raios solares, e pode ser utilizado para demonstrar o aproveitamento da energia solar (Figura 17).

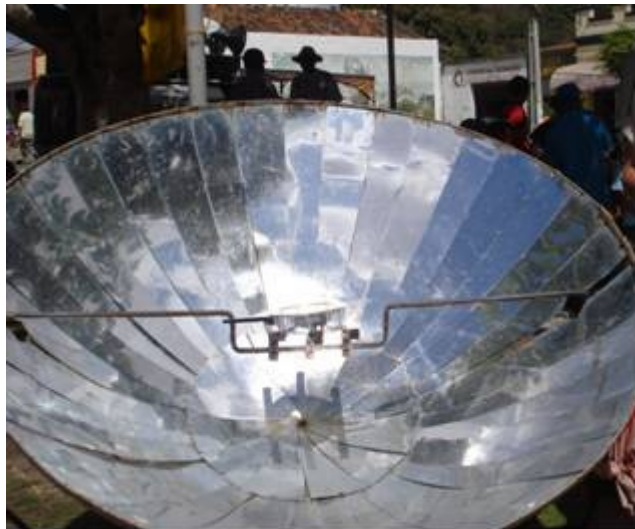


FIGURA 17: O Fogão Solar

O modelo construído pelos estudantes do terceiro ano do Ensino Médio noturno da Escola Estadual Deputado Djalma Aranha Marinho de Passa e Fica RN,

tem um diâmetro de 1,54 m e uma profundidade máxima de 70 cm; os materiais usados na sua fabricação foram os seguintes:

Descrição do material	Quantidade	Preço uni.	Valor	Valor total
Chapa de ferro de 1/4 x 3/16"	8,00m	25,00	200,00	200,00
Ferro de 1/2"	5,00m	5,00	25,00	225,00
Ferro de 5/16"	2,00m	7,50/m	15,00	240,00
Parafusos de 3/8 x 2"	20 unid.	0,25	5,00	245,00
Chapa inox niquelada de 2,82m x 1,22m	01 unid	75,00	75,00	320,00
Valor total				320,00

QUADRO 2: Descrição, quantidade e preço dos materiais empregados na construção do Fogão Solar

Além da construção de um modelo grande, também foram confeccionados alguns fogões em miniatura e verificaram-se os mesmos efeitos de aquecimento focal, porém, em menor escala de temperatura.



FIGURA 18: O Fogão Solar em miniatura.

4.1.4 – Construindo a Luneta Astronômica

A oficina para a construção de uma luneta foi desenvolvida com estudantes da 2ª série do ensino médio do turno vespertino tendo como objetivo

principal popularizar um dos experimentos mais importantes da Astronomia básica vista no ensino fundamental e médio. Para isso procuramos desenvolver uma luneta de fácil construção, de simples montagem, que usasse materiais de baixo custo disponíveis no comércio, que fosse resistente ao manuseio de crianças e de adolescentes e que permitisse ver as crateras lunares, as luas galileanas do planeta Júpiter e os anéis de Saturno. Para isso utilizamos os conhecimentos que obtivemos em curso de Astronomia que fizemos na Reunião anual da SBPC, na cidade de Belém do Pará, no ano de 2007. Curso ministrado pelo Professor Dr. João Batista Garcia Canalle do Instituto de Física da UERJ.

Inicialmente os estudantes foram orientados a pesquisarem sobre a história da invenção da luneta e dos tipos e modelos de lunetas existentes, bem como sobre os instrumentos astronômicos ópticos como telescópios refratores, refletores e binóculos.

Basicamente a luneta é constituída por duas lentes convergentes, que colocadas uma defronte da outra, separadas por certa distância, permitindo que observemos, como se estivessem mais próximos, objetos distantes. Os materiais críticos para construção de uma luneta astronômica são as lentes, pois são difíceis de se encontrar e tem preços elevados, por isso Canalle (2007) sugere que sejam utilizadas lentes de óculos como objetiva, isto é, a lente que fica na frente do tubo de PVC, e que permite a entrada da luz do objeto que está sendo observado, como a Lua, por exemplo.

No nosso caso, foram utilizadas lentes incolores com uma distância focal (f) de 0,5 m, que no comércio são conhecidas como lente de 2 graus positivos. As lentes foram adquiridas de um vendedor e fabricante de lentes por um preço razoável se comparado com as lentes vendidas nas óticas especializadas que eram muito caras e apresentavam diâmetros incompatíveis com as dimensões dos tubos usados (50 mm).

Mais complicado foi encontrar a segunda lente, a ocular, isto é, aquela que fica atrás do tubo da luneta onde posicionamos o olho para as observações. Trata-se de uma lente convergente (biconvexa ou plano convexa), pequena, com cerca de 10 a 20 mm de diâmetro com uma distância focal pequena, cerca de 20 a 50 mm. Muito difícil de ser encontrada, só conseguimos essa peça através de uma

senhora que estudava no período noturno, Dona Nilma que mantinha guardados os antigos monóculos de fotografias (porta retratos) que possuem uma pequena lente direcionada para uma fonte luminosa. As lentes desses monóculos têm um diâmetro de 11 mm e a distância focal é de 40 mm, sendo a sua abertura, local onde fica a tampa com a fotografia, um retângulo de 18 x 24 mm. As paredes internas do monóculo foram revestidas com papel camurça de cor preta e então ficou pronto para ser encaixado em uma bucha de redução de 40 x 32 mm, em PVC, na cor marrom que é encontrada com facilidade nas casas de venda de materiais hidráulicos e de construção. Para encaixar e preencher os espaços laterais entre o monóculo e a bucha, utilizamos uma massa de modelar tipo durepox, para que não houvesse vazamento ou penetração de luz pelos lados do monóculo.

Após aprontar a lente de óculos como sendo a objetiva e a lente do monóculo servindo de ocular, providenciamos os encaixe nas extremidades de dois tubos brancos de esgoto, em PVC, sendo um com 50mm de diâmetro e o outro com 40 mm. Cada um desses tubos com um comprimento de 50cm, de maneira que pudessem deslizar um dentro do outro.

A seguir uma lista com os materiais necessários para a construção da luneta:

ITENS	QUANT.	DESCRIÇÃO DO MATERIAL
A	1	Luva simples branca de esgoto de 50mm
B	1	Lente incolor de óculos de 1 grau positivo
C	1	Disco de cartolina preta ou papel camurça preto de 50mm de diâmetro com furo interno de 20mm de diâmetro
DE	70 cm	Tubo branco de esgoto de 50mm
FG	70 cm	Tubo branco de esgoto de 40mm
H	1	Luva simples branca de esgoto de 40mm
I I'	1	Bucha de redução curta marrom de 40X32mm
J	1	Monóculo de fotografia
L	1	Plug branco de esgoto de 50mm

	1	Lata de spray preto fosco
	1	Rolo de esparadrapo com 12mm de largura
	1	Lata pequena de vaselina em pasta
	1	Caixa pequena de durepox

QUADRO 3: Descrição e quantidade dos materiais utilizados na confecção da Luneta com Lente de Óculos

O esquema para a montagem da luneta com lente de óculos é dado na

Figura 19.

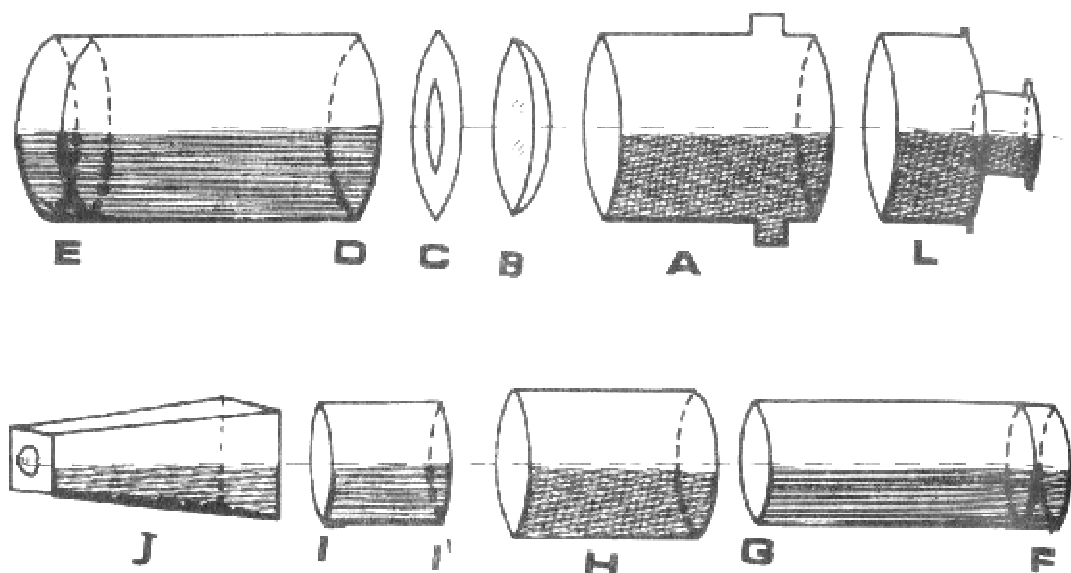


FIGURA 19: Imagens de partes da luneta (CANALLE, p 13.)

4.2 - Metodologia da Pesquisa

Conforme já aludimos, a pesquisa foi desenvolvida a partir das técnicas de Grupo Focal (RESSEL, GUALDA & GONZALES, 2002; NETO, MOREIRA & SUCENA, 2002). Para um pesquisador social, o grupo focal permite observar o processo através do qual um grupo de participantes previamente selecionados responde as questões propostas para que, em um segundo momento, possam ser teoricamente investigados.

De um ponto de vista mais amplo, essa pesquisa pode fornecer subsídios para que, a partir da compreensão das dificuldades *reais* enfrentadas pelos estudantes, possamos refletir sobre as melhores formas de ação e intervenção pedagógica que, efetivamente, venham a contribuir para a inserção de elementos da Astronomia no ensino médio, e propor novas ações nessa apaixonante aventura no caminho do diálogo e da comunicação científica.

O cronograma de trabalho de aplicação das oficinas, observações, construção dos objetos astronômicos, estudo e análise dos resultados foi inicialmente previsto para ser realizado por um período de doze meses, mas devido a incorporação de outras atividades científicas e culturais que foram surgindo e fornecendo elementos para enriquecimento da pesquisa, esse cronograma foi alterado e o tempo se estendeu por mais de dois anos.

Definido o tema e título da pesquisa como **TÓPICOS DE ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO: UMA INVESTIGAÇÃO A PARTIR DE UM CURSO INFORMAL**, iniciamos o trabalho selecionando os alunos e alunas para realização das oficinas que comporiam o grupo focal, o que foi feito através do critério de desempenho nas provas da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica-OBA, além de outros critérios descritos a seguir.

Estava previsto trabalharmos com 12 alunos da Escola Estadual Deputado Djalma Aranha Marinho em Passa e Fica, EEDDAM, e mais 12 alunos da Escola Estadual Rosa Pignataro de Nova Cruz, EERP, e, conforme já adiantamos, a seleção foi feita levando-se em conta o desempenho de cada um deles na prova da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica, OBA, de 2008, e de uma entrevista em que foi verificado o interesse e a disponibilidade dos alunos para participarem das atividades que seriam realizadas fora do horário das aulas. Era importante considerar a quantidade de atividades para cumprimento do trabalho quando comparada com outras do cotidiano do grupo.

Além destes critérios, consideramos alguns outros fatores como, afetividade em relação ao tema ou grau de interesse pessoal. No entanto, por motivos diversos o grupo focal ficou reduzido a oito alunos da Escola de Passa e Fica e apenas uma aluna do Rosa Pignataro em Nova Cruz, envolveu-se efetivamente apenas com a construção do Gnômon.

Nas reuniões procuramos analisar os fatores externos que influenciariam no trabalho: a importância para a escola e para cada um dos estudantes do tema escolhido; sua novidade e seus aspectos acadêmicos e sociais; o limite de tempo disponível para execução do trabalho; o material de consulta e dados necessários para realização das oficinas de construção dos objetos (o gnômon, o relógio solar, o fogão solar e a luneta) e até os locais do comércio onde os materiais poderiam ser encontrados.

Para a construção do Gnômon em Passa e Fica cinco alunos participaram de todas as atividades; quatro deles construíram um gnômon em suas casas e uma aluna iniciou, mas não chegou a concluir a tarefa porque foi transferida para uma outra escola na cidade de Natal.

Na oficina para construção do Relógio Solar participaram seis alunos, sendo que três do período da tarde tiveram efetiva participação em todas as etapas, quais sejam: construção do mostrador em madeira e em metal, acompanhamento da montagem do relógio no suporte feito com material de sucata de motocicleta e posicionamento do relógio para funcionar de acordo com as orientações recebidas na oficina, incluindo a determinação da linha Meridiana Astronômica do Lugar, MAL. Três alunos do turno da noite foram escalados para aprenderem a construir o mostrador do Relógio Solar sendo que dois confeccionaram um mostrador com sobra de materiais da serraria onde trabalham. Esses alunos foram escolhidos para fabricar os mostradores em função dos seus conhecimentos prévios, pois na OBA de 2008 muitos construíram um Relógio Solar de papelão e esses dois estudantes se destacaram ao construírem os seus modelos com grande precisão e beleza, influenciando outros alunos da escola a construírem esse artefato. O terceiro aluno além de fabricar o suporte do relógio constituído por coroas e outros materiais de peças de motocicleta também confeccionou um mostrador em metal, tendo desenhado o semicírculo e colocado o Gnômon também de metal, garantindo mais durabilidade ao conjunto.

Na oficina para a construção da Luneta com Lente de Óculos participaram quatro alunos do turno vespertino. Foi seguido o método construtivo do professor Canalle, descrito anteriormente, sendo que essa atividade foi exaustivamente desenvolvida pelos alunos nas feiras de ciências e outros eventos científicos e culturais quando ensinavam as pessoas a construírem a luneta utilizando materiais

de baixo custo. Em alguns eventos foram sorteadas lunetas entre os visitantes do estande de Astronomia.

Na oficina para construção do Fogão Solar foi utilizado um exemplar que já tínhamos adquirido no final da década de 1980 para servir de modelo, sendo que quatro alunos (três do turno vespertino e um da noite) participaram das aulas que foram expostas através de desenhos em um quadro negro e posto em prática na oficina mecânica do aluno (Luciano) que demonstrava aos demais a utilização das ferramentas e materiais necessários para a construção do aparato. Na oportunidade, observamos que isso despertou em todos a curiosidade no emprego de alguns materiais e equipamentos como a solda elétrica, o torno mecânico, o alicate de corte e outros de ajustes eletromagnéticos como o amperímetros e voltímetros.

Recomendou-se ao grupo para que fossem visitadas bibliotecas de outras escolas existentes na cidade como a do Senador João Câmara, da Escola Municipal Governador Mário Covas e a Biblioteca Pública Municipal, para consultas de livros, revistas, acesso a internet e consultas a professores.

Os questionários aplicados objetivaram identificar no aluno sua formação ética e futuro profissional, seu processo de busca, sua persistência, coragem, contradições e sua força para promover mudanças, mostrando a sua capacidade de intervir em espaços públicos e privados (faculdades, escolas, teatros, praças, etc.) bem como, junto às comunidades da periferia da cidade, tendo em vista a natureza extensionista e inclusiva da pesquisa, como preconiza nesse tipo de intervenção (PEIXOTO e AMARAL, 2008, pág. 1). As falas dos alunos, alunas e professores integrantes do Capítulo V, foram transcritas de próprio punho, ou em gravações de áudio, de forma a permitir uma comparação e análise em outras intervenções e estudos futuros.

As falas dos alunos, alunas e professores integrantes do Capítulo V, foram obtidas através das técnicas de coletas de dados que foram discutidas no decorrer do curso do Mestrado Profissional.

Usou-se a entrevista que pode ser definida como um processo de interação social entre duas pessoas na qual uma delas o entrevistador, tem por objetivo a obtenção de informações por parte do outro, o entrevistado, (VALENTIM, 2008).

Como o número dos componentes do grupo era pequeno, utilizamos os tipos de entrevistas livre e semi-estruturada, pois não elaboramos apoio para a sua realização e nos guiamos apenas pelos objetivos da pesquisa que era saber como os entrevistados opinariam de forma conversacional e informal sobre a importância de se estudar a Astronomia na escola. Em alguns casos transcrevemos literalmente a fala dos componentes do grupo para a pesquisa. Com esse tipo de coleta de dados conseguimos o esperado segundo Valentim (2008), porque a nossa comunicação foi mais interativa; a exploração das informações desejadas mostrou-se mais completa; possibilitou confrontarmos as respostas com a realidade do grupo; permitiu um aprofundamento em diversas questões de interesse da pesquisa e a tornou mais humana, como podemos verificar na resposta do professor Braz Faustino.

*Navegando pela noite
Com tempestade ou calmaria
O velejador se orienta
Por uma estrela guia
Sem ver o farol da barra
Se vale da Astronomia
(Braz Faustino).*

Providenciamos um Termo de Consentimento Livre, que faz parte do anexo deste trabalho, que foi assinado pelos entrevistados cientificando-os das condições da entrevista, da coleta de dados, da análise dos dados e da divulgação científica da pesquisa.

Utilizamos o questionário com questões abertas como forma de coleta de dados para confecção da Tabela do Capítulo V, quando perguntamos para 434 alunos quais as atividades da I Feira de Ciências tinham despertado maior atenção. O questionário, de acordo com Valentim (2008), tem a função de coletar informações de maneira informal, de um indivíduo ou grupo sobre um determinado fato (feira de ciências); de um número de sujeitos de uma pesquisa que seja muito grande (434 estudantes); e quando for pouco o tempo para a realização da coleta de dados pela grande quantidade (onze atividades) de informações quantitativas a serem levantadas.

A maneira de coleta de dados que possibilitou uma análise mais profunda do comportamento e das atividades desenvolvidas pelos participantes, em especial do grupo focal, foi a técnica da observação direta, pois de acordo com Valentim (2008) essa modalidade tem a função de coletar informações observacional, formal ou informalmente, de um indivíduo ou grupo em um determinado ambiente sobre um determinado fato ou situação. Essa observação direta e participativa nos envolveu com o grupo de uma forma dinâmica permitindo-nos observar os aspectos psicológicos, emocionais e ambientais presentes no momento das intervenções, como os captados nos relatos dos alunos no Diário de Bordo confeccionado para registro das suas atividades em diversos eventos científicos e culturais.

“Nessas nossas palestras tivemos algumas dificuldades que dificultou só um pouco a apresentação para nossos colegas, os problemas que nós tivemos no início foram: a nossa falta de experiência que nas primeiras apresentações não foram muito legal, mas conseguimos superar isso fazendo diversas apresentações na nossa escola e em outras...; tínhamos que nos reunir nos turnos matutino, vespertino e noturno...” (3ª reunião, dia 20/10/2009, pág.5).

“Naquela escola, a nossa apresentação não foi só uma palestra, mas sim um tipo de debate, onde a transmissão de conhecimento entre nós e os alunos era recíproca...a gente estava se achando uns professores”.(Apresentação para a turma da EJA em Serra de São Bento, dia 10/11/2009, pág.12).

“No meio de tantos trabalhos que foram apresentados, nós e alguns poucos grupos tivemos o privilegio de sermos entrevistados por uma equipe da TV Ponta Negra”.(2ª CIENPO, 20/11/2009, pág.16).”

O melhor de tudo isso para nós foi saber que os estudantes e os professores de Física para quem nós apresentamos o nosso trabalho, nos elogiaram e nos parabenizaram”(Apresentação na UEPB, dia 09/02/2010, pág.35).

“Uma das nossas maiores dificuldades foi encontrar o alicate...nós não iríamos conseguir conectar as peças que são utilizadas na confecção das miniaturas de relógio solar... Não desapontamos o professor e metemos a mão a fazer

relógios...confeccionamos quase cinqüenta miniaturas de relógios de Sol..."(16ª e 18ª Reunião para a FEBRACE, dias 21 e 23/02/2010, pág.42).

"O apoio de nossos pais foi fundamental... nesta reunião foi explicada as questões das passagens, e a questão da hospedagem e também discutimos a questão da conduta dos finalistas".(Reunião com os pais, dia 01/03/2010, pág.46).

Capítulo V

RESULTADOS E DISCUSSÕES

*Navegando pela noite
Com tempestade ou calma
O velejador se orienta
Por uma estrela guia
Sem ver o farol da barra
Se vale da Astronomia
(Braz Faustino).*

Ao longo desse capítulo pretendemos apresentar alguns resultados que entendemos como frutos de nossa intervenção e, a partir de alguns depoimentos dos estudantes e do próprio autor, construir uma avaliação do curso, sobretudo, considerando os frutos colhidos a partir desta experiência trabalhosa, mas muito gratificante para todos os envolvidos. Nesse sentido vamos destacar três pontos fundamentais: (1) o interesse pelo estudo das ciências em geral e da Astronomia em particular; (2). as novas perspectivas e o efeito multiplicador inaugurado a partir de uma experiência tão simples e pontual; (3) a aprendizagem e domínio dos conteúdos apresentados.

Os primeiros frutos diretamente relacionados com a realização do curso foram a apresentação de partes do projeto em alguns eventos importantes como a Feira Brasileira de Ciências e Engenharia, FEBRACE, de 2010, em São Paulo e na Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, SBPC, na cidade de Natal no Rio grande do Norte. Além desses dois eventos os estudantes ligados ao projeto também participaram com um estande no Momento Ciência realizado na UEPB, durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia. Seguramente esta forma de envolvimento já pode caracterizar alguma evidência dos níveis de interesse despertado pelo curso.

Após o final do curso especial de Astronomia e durante os preparativos para a participação do grupo na FEBRACE de 2010, um dos componentes do grupo, o estudante, Lucas Marques propôs um poema para ser incluído durante a exposição do trabalho que conforme já adiantamos dos capítulos anteriores, discutia o processo de construção e funcionamento de um relógio solar equatorial e recebeu o título sugestivo de ENGRENAGEM DO TEMPO CIÊNCIA, TECNOLOGIA E

CIDADANIA NA CONFECÇÃO E DIFUSO DE UM RELÓGIO SOLAR. A poesia “Conhecedor do tempo”, sugerida pelo estudante foi a seguinte:

*O Sol do amanhecer, a Lua do anoitecer
Ao passar a noite o dia vem
O Sol se levanta a brilhar*

*Em nosso Relógio Solar
Estende-se uma bela sombra
Que a hora nos dá*

*A Terra gira, gira, gira sem parar
O tempo passa
Mas só com a hora
Não dá para me localizar*

*A hora já sei
Corro em busca da localização
Mas é tão simples
É só colocar uma haste no chão
Nos mostra Norte, Sul, Leste, Oeste*

*Enfim, sei de onde sou
Onde estou e para onde irei
E com tudo isso nunca me
Perderei outra vez
(Lucas Marques, 2010)*

Assim como outros poetas se encantam pelas belezas do Céu, o jovem Lucas, com seus 16 anos e cursando o 3º ano do Ensino Médio, também quis relatar sua experiência em versos que, naturalmente, lembram mais os poetas populares nordestinos.

Esse encontro da ciência com as artes e, em particular, com a literatura, tem sido persistente ao longo da história, os formatos são diversos e dependem da cultura de cada povo. Uma pesquisa realizada na Biblioteca Átila Almeida uma das maiores bibliotecas de literatura de cordel do país e que pertence ao acervo da Universidade Estadual da Paraíba, foi observado que, dentre os cordéis que tratam de temas relacionado as ciências naturais, 69% envolviam temáticas relacionadas a Astronomia.

Conforme a opinião de Kantor (2001) na dissertação intitulada “A Ciência do Céu: uma proposta para o ensino médio”, apresentada ao Instituto de Física e Faculdade de Educação da USP, a introdução de temas de Astronomia no Ensino

Médio como parte do aprendizado de Física e como elemento de ligação com outras disciplinas pode ser muito positiva. Entre outras questões o autor destaca a presença da Astronomia em diversas manifestações culturais, inclusive em obras literárias como no poema *As Estrelas*, de Olavo Bilac:

*Quando a noite cais, fica à janela,
E contempla o infinito firmamento!
Vê que planície fulgurante e bela!
Vê que deslumbramento!
Olha a primeira estrela que aparece
Além, naquele ponto do horizonte ...
Brilha, trêmula e vívida... Parece
Um farol sobre o píncaro do monte.
Com o crescer da treva,
Quantas estrelas vão aparecendo!
De momento em momento, uma se eleva,
E outras em torno dela vão nascendo.
Quantas agora! ... Vê! Noite fechada ...
Quem poderá contar tantas estrelas?
Toda a abóbada esta iluminada:
E o olhar se perde, e cansa-se de vê-las
Surgem novas estrelas imprevistas
Inda outras mais despontam ...
Mas, acima das últimas avistas,
Há milhões e milhões que não se contam
...
Baixa a fronte e medita:
— Como, sendo tão grande na vaidade,
Diante desta abóbada infinita
É pequenina e fraca a humanidade!
(BILAC apud KANTOR, 2001,p. 10)*

No caso do poema de Bilac observa-se certa proximidade com o senso comum, em uma descrição poética do Céu que não lança mão de muitos modelos científicos elaborados pela ciência da Astronomia. Já em, *Os Lusíadas*, de Luis de Camões, evidenciam-se referências mais acentuadas a uma linguagem própria da ciência, com a descrição poética de algumas constelações, respeitando a linguagem da Astronomia moderna.

*Olha por outras partes a pintura
Que as estrellas fulgentes vão fazendo;
Olha a Carreta, atenta a Cynosura,
Andrômeda e o seu pai, e o Drago horrendo;
Vê de Cassiopea a formusura,*

*E do Oriente o gesto turbulento;
Olha o Cisne morrendo que suspira
A Lebre e os Cães, a Não e a doce Lyra*

*Debaxo d'este grande Firmamento
Vês o ceo de Saturno. Deos antigo;
Jupiter logo faz o movimento,
E Marte abaxo, bellico inimigo;
O claro olho do ceo no quarto assento,
E Venus , que os amores traz comsigo;
Mercúrio, de eloqüência soberana;
Com tres rostos debaxo vai Diana
(CAMÕES, apud KANTOR, 2001, p.12).*

Lucas (Figura 20) era um estudante tímido que procurava sentar-se no fim da sala para não ser notado. Seu ideal era concluir os estudos, isto é , o Ensino Médio, obter uma carteira de motorista, adquirir uma moto e mais tarde ser condutor de um veículo de transporte alternativo. Fazer vestibular era uma idéia que não lhe passava pela cabeça. Ao contrário, acreditava que a Universidade só era possível para quem fosse filho de pai rico e estudasse em escola particular.

Selecionado para atuar como participante do curso especial de Astronomia e de outros projetos de popularização da ciência, seus pensamentos e objetivos foram mudando radicalmente. Lucas agora pretende ser engenheiro mecânico e, para surpresa de seus professores, inscreveu-se, no vestibular do ITA, Instituto Tecnológico da Aeronáutica, um dos mais concorridos e difíceis do país.

Sim professor, hoje eu me sinto motivado e disposto a enfrentar desafios que antes eu nem imaginava. Hoje eu me sinto capaz de dar palestras e aulas em qualquer lugar, como fizemos na CIENPO, em Natal; na FEBRACE em São Paulo; na UEPB em Campina Grande e na SBPC também em Natal. Para isso basta que me digam o assunto de Astronomia e eu tenha tempo para me preparar.

Ainda sobre sua participação nos trabalhos e estudos de Astronomia, Lucas acrescenta que o projeto foi uma chave que abriu diversas portas tanto para os seus conhecimentos, quanto para a decisão de seu futuro profissional.

*Quando entrei nos projetos da escola, não pensava que teria grandes resultados iguais aos que tenho atualmente, no entanto, quando percebi que o projeto iria render bons resultados me dediquei o máximo possível.
Quando fomos-participar pela primeira vez -em uma feira de Ciências na cidade*

de Natal, RN, vi que seria o início de grandes conquistas futuras. Logo depois veio a FEBRACE na USP, que foi uma das maiores conquistas da minha vida, participar de um evento científico nacional, além disso foi uma grande oportunidade de divulgar o projeto pelo Brasil a fora, sem falar no grande conhecimento adquirido ao longo da jornada. Sem falar nas duas feiras que participamos há pouco tempo, que foram grandes oportunidades de conhecer pessoas e trabalhos científicos de todo o Brasil.

Conforme o relato do estudante, todo esse longo caminho lhe trouxe grandes benefícios, sobretudo no enfrentamento da timidez “*aprendi a falar em público, perdi um pouco de vergonha quando tenho que expressar alguma idéia.*”



FIGURA 20: Lucas explicando o funcionamento do Relógio Solar para professores e inspetor do MEC, na FEBRACE 2010.

Outro participante do curso, Arnaldo Soares concluiu o ensino médio de Administração em 1986 na escola pública estadual, Rosa Pignataro em Nova Cruz e, conforme o seu relato passou uma boa parte dos anos sem estímulo para estudar. Arnaldo Ingressou no serviço público através de concurso e atualmente trabalha na escola onde realizamos parte de nossa intervenção. No trabalho acaba assumindo as mais variadas tarefas, sobretudo, os concertos de aparelhos elétricos eletrônicos e, mais recentemente, telescópios, binóculos e lunetas.

Por conta de suas habilidades foi carinhosamente batizado de MacGyver, em alusão a um personagem de um seriado exibido na década de 80. Semelhante

ao tal MacGyver, com muita criatividade e habilidades de aplicação prática do conhecimento científico, tudo inventa e resolve com idéias mirabolantes e em situações adversas.

Por conta de suas qualificações, Arnaldo tornou-se uma espécie de monitor voluntário, nas aulas de laboratório de Física, o professor Pardal, conforme brincam alguns estudantes. Apaixonado pela Astronomia, possui um binóculo muito antigo de excelente qualidade, que adquiriu quebrado e foi consertado por ele mesmo.

Arnaldo começou a participar de observações astronômicas em 2007 e 2008, quando da observação dos eclipses da Lua na praça da cidade de Passa e Fica. A partir de então, não parou mais e, juntamente com os estudantes, participa regularmente de todo e qualquer projeto relacionado a Astronomia.

Em 2007, na companhia de professores da escola, participou da SBPC no encontro anual que aconteceu em Belém do Pará e, naquela oportunidade, fez um mini-curso de Astronomia básica com o professor e astrônomo João Batista Canalle, da UERJ.

A partir dali integrei-me ao grupo de Astronomia e acompanhava as aulas práticas para a construção da Luneta, do Relógio Solar, e do Fogão Solar. Foi então que tive a idéia de fabricar a miniatura do Relógio Solar, fiz uns cinquenta, com corrente usada de bicicleta e também uma miniatura do Fogão Solar, fiz três...

As miniaturas (Figura 21) criadas por Arnaldo chamaram bastante atenção tanto na FEBRACE em São Paulo, como no CIENTEC e na SBPC em Natal. Em outras cidades da região, como Serra de São Bento, Nova Cruz e Serrinha no Rio Grande do Norte e na cidade de Campina Grande na Paraíba, o sucesso das miniaturas foi o mesmo. *“Soube até que um importante professor da Alemanha achou bastante interessante e criativo o meu invento, tendo levado um exemplar para o seu país para mostrar e usar nas suas aulas”* (ARNALDO SOARES).



FIGURA 21: Miniatura do Fogão Solar.

Apesar de não ser um aluno formalmente matriculado, Arnaldo (Figura 22) participou da Olimpíada Brasileira de Astronomia e conforme as suas palavras: *“...tudo isso me fez ver que nunca é tarde para estudar. No ano passado me submeti ao exame do vestibular da UFRN a distância, tendo ficado bem perto de ser aprovado. Não vou desistir nunca mais...”*



FIGURA 22: Arnaldo no laboratório de Física com o Meteorito Passa e Fica.

Semelhante a Arnaldo, Luciano também havia passado muito tempo

afastado da sala de aula, concluindo o ensino médio com atraso no ano de 2009. Após ter cursado o último ano desse estágio e participado ativamente do Curso Especial de Astronomia em sala de Aula, seu interesse pelos estudos mudou completamente.

Conforme já adiantamos durante a metodologia da intervenção, Luciano Jamanta, adjetivação recebida por conta de seu porte físico, foi o responsável pela construção da base do relógio solar, aparato que, dado a inediticidade, o formato e os materiais empregados, foi considerado por todos como o mais criativo e que mais chamou a atenção durante algumas das exposições freqüentadas pelo grupo.

É oportuno lembrar que durante este processo procuramos a oficina de Luciano em busca de uma idéia para a confecção de um suporte que sustentasse o mostrador do relógio. Durante a visita observamos casualmente em um canto da oficina uma espécie de escultura feita com coroas de motocicleta. Indagado sobre a finalidade daquele aparato, Luciano Respondeu: *“Professor, essa estrutura acho que serve muito bem para funcionar como pilar na construção civil”*. Realmente, era uma peça bastante robusta que poderia ser usada com aquela finalidade, mas por ser uma obra de arte, deveria ser vista por todos, e não ficar escondida em uma alvenaria. Poderíamos utilizar aquele invento para servir de suporte para o mostrador do Relógio Solar (Figura 23) Oito dias depois, Luciano aprontou a coluna e o relógio ficou pronto, sendo a atração em todas as feiras e encontros científicos e culturais em que nosso grupo de Astronomia tem participado.



FIGURA 23: Relógio Solar marcando 10:0h do dia solar.

Felipe Oliveira da Paz (Figura 24), 16 anos, medalhista de bronze da

Olimpíada Brasileira de Astronomia é mais um dos componente do grupo focal de nosso trabalho e lembra que inicialmente quando foi convidado para participar do grupo de Astronomia, não tinha idéia de como seriam as coisas. *“Comecei a estudar sobre os fundamentos da Astronomia, a sua história, enfim tentei saber o máximo de coisas sobre o assunto. Estudei Também as disciplinas de Física, Matemática, Geografia.... Pouco tempo depois fomos a CIENPO, que foi algo totalmente novo para mim. Expomos os nossos instrumentos astronômicos e foi muito legal”*.

Naturalmente a participação em eventos provoca um outro tipo de interesse nos estudantes. Ninguém quer fazer feio durante as exposições e todos se preparam ao máximo para enfrentar o público. Depois de alguns meses o grupo aprovou o projeto para ser apresentado na FEBRACE 2010, na USP e os estudantes ficaram eufóricos com a possibilidade de conhecer a USP em um evento Nacional. As palavras de Felipe atestam bem esse fato.

Algum tempo depois o professor foi na minha casa, era umas 23:0horas, para falar que o nosso projeto tinha sido aprovado na FEBRACE... Fomos recebidos e homenageados pelo secretário de educação do Estado do Rio Grande do Norte, Dr. Rui Pereira, que infelizmente faleceu depois desse encontro... Logo após fomos a São Paulo expor o nosso projeto, esse evento de cunho científico proporcionou-me -uma grande chance de expandir os meus conhecimentos, de conhecer novas pessoas e de realizar novos trabalhos... . Portanto, participar do grupo de Astronomia foi e está sendo uma das melhores coisas que pode acontecer na minha vida.

Embora alguns estudantes tenham concluído os estudos e se desligado da escola, o grupo de Astronomia continua participando de algumas feiras de Ciências no Rio Grande do Norte e na Paraíba, o que demonstra a eficácia de um projeto que acabou reconhecido no Estado e em todo o Brasil.



FIGURA 24: Felipe no auditório da Escola Politécnica da USP.

Semelhante a Felipe, Daniel Martins, 16 anos, também foi medalhista de bronze da OBA, e componente do grupo focal do nosso trabalho de pesquisa. Para ele muita coisa mudou depois de seu envolvimento com o projeto.

No período que antecedeu a minha participação no grupo de Astronomia eu era um jovem que na maioria das vezes tinha medo de falar para muitas pessoas, porque sou tímido, mas após me integrar ao grupo tudo em minha vida mudou, assim eu passei a perder a timidez.

A maioria dos estudantes chama a atenção para dificuldades relacionadas com a timidez e o medo de enfrentar o público. Naturalmente com o apoio do grupo e o crescimento da auto-estima proveniente do reconhecimento público do trabalho, essas dificuldades vão sendo vencidas.

Conforme o seu relato, Daniel Martins iniciou o Ensino Médio no ano de 2008 na Escola Estadual Deputado Djalma Aranha Marinho na cidade de Passa e Fica.- RN. Quando chegou à escola, já encontrou um grupo de alunos que eram interessados nos estudos de Astronomia e, seguindo as orientações do professor Mangueira, realizava atividades muito interessantes.

...eu ficava observando o trabalho desenvolvidos por eles e sempre tive vontade de integra-me ao grupo, mas como era o meu primeiro ano como aluno do prof. Mangueira, teria um ano para ele selecionar novos alunos para o grupo, já que os outros iriam deixar a escola no ano seguinte.

Durante esse período aconteceram as provas da OBA (Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica) e o desempenho de Daniel foi bastante satisfatório. No ano seguinte, já cursando a segunda série do Ensino Médio não era mais aquele estudante tímido e apático. Pelo contrário passou a participar ativamente das aulas fazendo e respondendo perguntas, sem medo de errar.

Sempre que o professor fazia alguma pergunta eu respondia do jeito que vinha a minha cabeça, fiz novamente a prova da OBA, melhorei mais e foi aí que o professor orientador do grupo José Nivaldo Mangueira de Assis me convidou e mais dois colegas o Felipe e o Lucas para participar do grupo de Astronomia da escola, a partir desse momento fiquei satisfeito pois seria uma realização para mim porque consegui o que queria e adquiriria mais conhecimento.

A partir do mês de Setembro do mesmo ano o estudante passou a participar das reuniões do grupo, aprofundando os seus conhecimentos e integrando-se definitivamente a equipe. Mais tarde, durante a Semana Potiguar de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, teve a sua primeira participação como expositor de trabalho.

...eu apresentei o Relógio Solar que é um instrumento destinado a mostrar a hora solar e como foi a primeira vez não ficou tão boa, mas procurei superar na 2ª CIENPO em Natal – RN no mês de Novembro, uma feira de cunho científico onde tinha projetos de todo o Rio Grande do Norte e o relógio foi um atrativo, pois o pessoal que ali passava ficava curioso para saber como funcionava aquela engrenagem.

Neste mesmo mês se encerraria a inscrição de trabalhos para uma feira nacional de ciência e tecnologia, a FEBRACE (Feira Brasileira de Ciência e Tecnologia) e havíamos comentado com os estudantes da possibilidade de inscrevermos o projeto do relógio solar para concorrer a uma vaga. Os estudantes insistiram para que o projeto fosse inscrito e no dia 18 de dezembro, lá estava o nosso projeto como um dos classificados. Conforme já destacamos em relatos anteriores a notícia foi recebida com grande euforia.

A partir daí tudo mudou radicalmente, pois eu não tinha pensado em fazer uma apresentação em uma feira nacional ainda mais da Escola Politécnica da USP – São Paulo e antes disso, como uma preparação, o mesmo foi apresentado no

curso de Física da UEPB em Campina Grande – PB. Dessa maneira eu posso dizer que com a minha participação nestes eventos citados, o meu intelecto aprimorou-se e com todas essas conquistas nós somos reconhecidos tanto na escola como no nosso estado, pois o nosso projeto aprovado para a FEBRACE foi o único de escola pública do Rio Grande do Norte e para que tudo isso se concretizasse corremos atrás.

Agora no final do ano de 2010, alguns dos estudantes integrantes do grupo estão concluindo o curso e deverão deixar a escola e a cidade para ingressar em alguma Universidade mais próxima do Município de Passa e Fica. Neste sentido é importante deixar registrado o depoimento de despedida do estudante Daniel (Figura 25).

E como 2010 é o meu ultimo ano na escola já vou ter que deixar o grupo de Astronomia, deixarei feliz, pois tivemos conquistas e desafios mas tudo valeu a pena, e para não passar em branco ainda participamos da SBPC Jovem e da XVI CIENTEC ambas realizadas em Natal. Portanto, espero por onde eu passei ter contribuído o máximo para o conhecimento das outras pessoas, pois eu só ganhei com as minhas apresentações e no futuro irei lembrar que um dia tive a oportunidade de estar mostrando o meu potencial assim agradecendo a todo o momento pelas portas que se abriram em minha vida e Deus é um dos responsáveis e não esquecendo o grupo de Astronomia que sempre irei lembrar... (Daniel Martins de Oliveira).



FIGURA 25: Daniel demonstrando o Relógio Solar para professores.

Aline Faustino (Figura 26) medalhista de prata da OBA é mais uma das estudantes que participou do projeto de popularização da Astronomia, do seu início até o ano de 2009 quando, por motivos de aprovação no vestibular para o curso de

Licenciatura em Física da UEPB, em Campina Grande, teve que abandonar o grupo e a sua cidade natal. Por outro lado, foi mais uma vitória de um integrante do projeto que, não deixa de confirmar o resultado positivo da experiência. Nas palavras de Aline podemos evidenciar este fato:

A astronomia foi muito importante pra mim, pois abriu a minha visão de como mundo pode ser visto por apaixonados pelo universo e por cientista que querem descobrir, o mundo em que vivemos e também além da superfície terrestre. Ela me guiou pra aprender várias curiosidades que envolvem todos os assuntos que são abordados no ensino médio e agora também na universidade(e espero que continue me guiando),e isso faz com que a aprendizagem se torne mais significativa e mais aproveitada.

Conforme a opinião da estudante, por envolver diretamente questões do dia-a-dia das pessoas a Astronomia possibilita uma aprendizagem mais significativa que, a partir de estudos mais aprofundados conduz importantes avanços na ciência em benefício da humanidade. Para Aline a Astronomia não é uma matéria como outra qualquer. *“Ela se tornou minha companheira e até me ajudou a conhecer novas pessoas que também gostam dela”.*

Aline também participou de um trabalho sobre a Lua dentro do Projeto: Prêmio Jovem Cientista, de 2009, intitulado O eclipse total da Lua: uma forma de popularizar a ciência da Astronomia.



FIGURA 26: Aline no Curso de Astronomia confeccionando um Relógio de Estrelas na OBA de 2009.

Além de estudantes e funcionários, as nossas intervenções também chamaram a atenção de alguns professores, como é o caso da professora de Artes

Josenir Claudiano que destacou a importância do projeto, principalmente pela capacidade de envolver os estudantes, geralmente desinteressados pelos estudos.

... o projeto elaborado e executado pelo professor Nivaldo Mangueira neste estabelecimento de ensino foi muito envolvente pois todos os estudantes, professores e funcionários participaram da culminância realizada através de uma Feira de Ciência, na qual havia exposição de fogão solar, esculturas com materiais recicláveis, relógio solar, experimentos realizados pelos estudantes, apresentação da peça teatral sobre o tema Astronomia e concurso de paródia. A feira, a primeira da história da nossa escola, recebeu visitas de outros colégios de Passa e Fica e de Serra de São Bento, RN.

As feiras de ciências ou mostras pedagógicas sempre mexem com o cotidiano das escolas e, se bem planejadas logo no princípio do ano letivo pode ser um momento culminante de exposição dos trabalhos construídos ao longo do ano. Mas, nem sempre acontece assim. Na maioria das vezes os estudantes são convocados às pressas para darem conta de algum projeto a ser apresentado em uma feira que nem havia sido prevista. Como fica patente no depoimento da professora Josenir, este não foi o caso de nosso projeto.

...eu, professor Braz Faustino e mais três alunos, Lucas, Felipe e Daniel, participamos de muitos eventos, como na UEPB em Campina Grande na Paraíba, na 2ª CIENPO em Natal, na FEBRACE na USP em São Paulo e na SBPC também em Natal, fechando esse ciclo de um trabalho planejado em todos os aspectos e com a participação de todos os estudantes. São iniciativas como essas que vale o investimento na educação e principalmente a parceria com os estudantes, que são os principais atores desse processo de ensino e de aprendizagem.

De fato, conforme reconhece a professora Josenir (Figura 27), em 2009 foi realizada pela vez uma Feira de Ciências na escola: a SEMANA POTIGUAR DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA que, naturalmente contou com a participação destacada do nosso grupo de Astronomia. Na oportunidade foram expostos a Luneta com Lente de Óculos, o Fogão e o Relógio Solar além de experimentos de Química, Matemática, Física, Geografia, Biologia e algumas pesquisas das ciências humanas.



FIGURA 27: Professora de Artes, Josenir Claudiano.

Após a feira, foram aplicados questionários para 434 alunos dos 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio perguntando quais atividades da Feira de Ciências tinham despertado maior atenção. Os resultados obtidos estão disponibilizados no quadro abaixo:

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	Número de vezes em que a atividade foi citada	Percentual em relação ao número total de respostas
Luneta com lente de óculos	164	28%
Relógio solar	84	14%
Fogão solar	04	0,7%
Peça teatral: "Galileu Engoliu um Rato"	16	2,7%
Balão de gás	76	13%
Outras atividades	16	2,7%
Festival de música e de poesia	04	0,7%
Tratamento da água poluída	28	4,8%
Experiências de Química	52	8,9%
Fabricação de vassoura com garrafa pet	08	1,4%
Esculturas	20	3,4%
Todas as atividades	116	19,7%
Total de respostas	588	100%

QUADRO 4: Resultado do questionário aplicado a 434 alunos do Ensino Médio da EEDDAM, de Passa e Fica-RN.

Analisando os resultados desse quadro verificamos que as atividades referentes ao estudo da Astronomia através de objetos como a luneta construída com lente de óculos (28%) o relógio solar (14%) e o fogão solar (0,7%) além da peça teatral intitulada: "Galileu Engoliu um Rato" (2,7%) totalizaram 42,7% das respostas dos estudantes, evidenciando que a Astronomia possui um rico potencial para despertar a curiosidade dos jovens, desde os primeiros anos escolares e, sabemos também, até a sua formação superior, interligando-a a diversas áreas científicas, em especial à Física. Este resultado nos encoraja a continuar com os estudos de Astronomia em sala de aula e em atividades de amador da Astronomia, apresentando-a em locais em que um maior número de pessoas também possa tomar conhecimento dos seus fundamentos.

Sabemos que nas atividades desenvolvidas por grupos de Astronomia amadora identificam-se possibilidades de contribuição na divulgação e popularização desta ciência quando apresentam-na interagindo e conectada com outras disciplinas das áreas naturais e humanas. Como é o caso da ANRA, Associação Norte Riograndense de Astronomia, um dos mais antigos grupos de Astronomia Amadora do Brasil, criada nos meados dos anos de 1950 tendo hoje a sua sede no IFRN, Instituto Federal do Rio Grande do Norte e é presidida pelo professor Antônio Araújo Sobrinho, professor desse Instituto. A ANRA já promoveu diversas atividades de observações astronômicas como a do eclipse total do Sol do dia 29 de março de 2006 e do eclipse total lunar ocorrido na virada do dia 20 para o dia 21 de fevereiro de 2008, realizada na cidade de Carnaúba dos Dantas, no interior do Rio Grande do Norte.

Essas atividades educativas não-formais se coadunam com a prática e a filosofia deste nosso trabalho que tem como finalidade precípua despertar, principalmente no jovem estudante das escolas públicas, o gosto pela aprendizagem da Astronomia. Há mais de vinte anos desenvolvemos também um trabalho, como amador na divulgação da Astronomia nas escolas públicas procurando torná-la mais conhecida no ambiente escolar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de todos esses resultados somos favoráveis a inclusão da Astronomia entre os conteúdos formativos do Ensino Médio, pois, como constatamos nesta pesquisa, ela oferece plenas condições de se conectar com a Física, a Matemática, a Química e com outras ciências naturais e humanas. Mais ainda, a Astronomia é imprescindível para uma educação direcionada para a construção da cidadania e, ao oferecer amplas condições de investigação do nosso lugar no universo, ela representa um importante elo da ciência com cultura humana.

Quando estávamos construindo o Gnômon nos terreiros das casas dos alunos que faziam parte do grupo focal, era grande a curiosidade que essa atividade despertava em todos os passantes.

O que vocês estão fazendo? Estão medindo o tamanho da Terra e do Sol? Perguntavam alguns querendo realmente saber o significado da atividade. Outros acreditavam até que a tarefa não teria proveito nenhum no rendimento escolar dos estudantes, houve até quem proibisse que tal artefato fosse feito na frente de sua residência, porque o “conhecimento do homem deveria estar todo contido e restrito às palavras da Sagrada Escritura”.

Assim, uma atividade simples que procurava encontrar e compreender as direções dos pontos cardeais e determinar a linha Meridiana Astronômica do Lugar provocava discussões as mais diversas e, nos fazia lembrar de como os conhecimentos de Astronomia foram essenciais ao desenvolvimento de outras ciências, em especial as ciências da natureza. Galileu, Newton e Einstein são provas de como a Astronomia foi importante para os seus trabalhos e estudos desde a gravitação no Sistema Solar até a concepção da teoria da relatividade geral que tratam dos modelos cosmológicos.

Os trabalhos, estudos e construção do Relógio Solar, do Fogão Solar e da Luneta com Lente de Óculos atingiram plenamente os objetivos de se determinar e conhecer a hora solar, os movimentos aparentes do Sol, o aproveitamento da energia luminosa do Sol e os princípios básicos da óptica geométrica, além das maneiras de se efetuar observações astronômicas a olho nu e com o emprego de

instrumentos. Esses objetos construídos pelos estudantes ficaram à disposição da Escola Estadual Deputado Djalma Aranha Marinho de Passa e Fica-RN para serem empregados em aulas, exposições, feiras e outros eventos científicos e culturais que possam contribuir para popularizar a Astronomia e incentivar novas ações para o seu estudo.

O mais gratificante na realização deste trabalho, o seu ganho maior, foi constatar a mudança de atitude dos participantes do grupo focal e dos envolvidos direta ou indiretamente nesta pesquisa. Alunos e seus familiares; professores; dirigentes; funcionários e servidores da nossa escola presenciaram e testemunharam uma mudança substancial na qualidade da nossa educação. Por duas vezes conseguimos aprovar projetos para serem apresentados na Feira Brasileira de Ciência e Engenharia, na USP de São Paulo, sendo que na primeira vez a nossa escola foi à única da rede pública estadual do Rio Grande do Norte a atingir tal feito e, na segunda vez, acompanhada de apenas duas escolas estaduais da cidade de Natal. Maciça tem sido a participação dos estudantes nas Olimpíadas Brasileiras de Astronomia e Astronáutica, inclusive com a conquista de medalhas de bronze e de prata. Participações elogiadas em eventos científicos e culturais, Feiras de Ciências, CIENPOs, SBPC em Mossoró e em Natal, Semana Nacional de Ciência e Tecnologia nas cidades de Passa e Fica-RN e na UEPB em Campina Grande-PB, mostras nas cidades de Monte das Gameleiras, Serra de São Bento, Nova Cruz e Serrinha no Rio Grande do Norte, foram atividades desenvolvidas a partir do início deste trabalho. Diversos alunos e alunas declararam que as atividades de Astronomia também influenciaram nas suas opções de fazer vestibulares nas áreas de ciências exatas e da natureza, fato comprovado pelo bom número de aprovações nessas áreas nas Universidades Públicas do Estado da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Acreditamos também que este trabalho possa ter contribuído para melhoria nos últimos resultados do Exame Nacional do Ensino Médio-ENEM, da nossa escola, que evoluiu muito, sendo hoje, na rede estadual, o de melhor valor na região do Agreste Potiguar e um dos melhores do Estado.

Esse resultado nos encoraja a continuar com os estudos de Astronomia em sala de aula e em atividades de popularização da Astronomia, apresentando-a em locais em que um maior número de pessoas também possa tomar conhecimento dos seus fundamentos.

Precisamos interagir com grupos como a ANRA do Rio Grande do Norte e da UEPB de Campina Grande, de Astronomia amadora, nos quais identificamos possibilidades de contribuições para se levar a Astronomia para as salas de aulas do Ensino Médio e também promover a sua divulgação e popularização através de apresentação teatral nas escolas e nas feiras livres das cidades interioranas.

É necessário também valorizarmos os espaços de ações coletivas e não formais como os planetários, observatórios, museus e centros de divulgação no processo de ensino-aprendizagem da Astronomia que muito contribuem para reduzir as deficiências nessa área no sistema de ensino formal.

Sabemos que ainda resta um longo caminho a percorrer para que a Astronomia ocupe o lugar que merece na educação brasileira. Neste sentido e, confirmando os objetivos de nosso trabalho, temos observado que as escolas públicas estão recebendo das Secretarias Estaduais de Educação, materiais didáticos oriundos do governo federal que incluem os filmes da Série COSMO de Carl Sagan e livros com conteúdos de Astronomia e Astronáutica acompanhados de CDs e DVDs. Esse novo material permite que disciplinas do currículo formal possam ser conectadas com a Astronomia na escola. Essas obras oferecem um rico material didático-pedagógico que tornam bastante interessantes os conteúdos de Astronomia para serem aplicados em salas de aula, fornecendo apoio para que o professor desenvolva trabalhos relacionados a essa ciência no Ensino Médio.

Nosso objetivo principal neste trabalho era comprovar que ensino de Física conectado com a Astronomia poderia proporcionar aos estudantes uma maior interatividade e um maior interesse no processo de ensino-aprendizagem.

Esperamos que essa pesquisa de intervenção que procurou introduzir estudos de Astronomia no Ensino Médio através de um curso informal possa ser uma pequena semente para fecundar outras ações nesse campo fértil do conhecimento e da comunicação científica.

REFERÊNCIAS

BOSCHETTI, C. M.; SEVIN, M.; FLEURIOT, R. **Os Segredos da Astronomia**. Rio de Janeiro, RJ. Otto Pierre Editores, 1977.

BRASIL. **PCN + ENSINO MÉDIO: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Secretaria de educação média e tecnológica - Brasília: MEC; PCN (1999); SEMTEC, 2006.

BRETONES, Paulo Sérgio. **A Astronomia e a história da educação no Brasil**. FFCL- Universidade São Francisco e IG / UNICAMP, 1999.

BUENO, E. **O CIENTISTA QUE DESCOBRIU O BRASIL**

Disponível: http://super.abril.com.br/superarquivo/1999/conteudo_83007.shtml. Acesso em julho de 2009.

CANALLE, J. B. Explicando Astronomia Básica com uma Bola de Isopor. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.16(3): 314-331; dezembro, 1999.

CANALLE, J. B. Simplificando a Luneta com Lente de Óculos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.22(1): 121-130; abril, 2005.

CANALLE, J. B. G.; COELHO, P. M. C. **Relógio de Sol**. Oficina de Astronomia. Instituto de Física, UERJ, 2007.

CANALLE, J. B., TREVISAN, R.H. e LATTARI, C.J.B. Análise do conteúdo da astronomia dos livros de geografia de 1º grau, **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 14, n.3, p.254 - 263, 1997.

CANALLE, J. B. G. **Oficina de Astronomia**. SBPC, Belém, PA. 2007.

CANIATO, R; GOLDEMBERG, J; JÚNIOR, Teixeira. **O Céu. Projeto Brasileiro Para o Ensino de Física. Vol 1**. Fundação Tropical de Pesquisa e Tecnologia. Campinas, SP. 1978.

CANIATO, R. **Com(ns) Ciência na Educação**. Campinas, São Paulo, Papyrus, 1987a.

CANIATO, R. **A Terra em que vivemos**. Campinas, São Paulo, Papyrus, 1987b.

CANIATO, R. **O que é Astronomia**. São Paulo, SP, Brasiliense, 1982.

CAPOZZOLI, U. Mestre João Observa O Céu e Faz Primeiro registro de Ciência. In. História da Ciência no Brasil, Abertura para o conhecimento, de 1500 a 1920, V 1. **Scientific American Brasil**, São Paulo, Duetto, 2009.

- FARIA, R. P.(org.). **Fundamentos de Astronomia**. Campinas, SP, Papirus, 1987.
- FREIRE, P.; FAUNDEZ, A. **Por uma Pedagogia da Pergunta**. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1985.
- GERMANO, Auta Stella de Medeiros. **Sincronismos e medidas de tempo: o tempo solar. Aula 03**. Natal. UNIDIS, UFRN. 2007.
- HAMBURGER, E. **O que é Física?** São Paulo, SP, Brasiliense, 1984.
- KANTOR, Aparecido Carlos. A CIÊNCIA DO CÉU: Uma Proposta para o Ensino Médio. Dissertação apresentada ao Instituto de Física e à Faculdade de Educação. USP-SP. 2001.
- LANGHI, R; NARDI, R. Um Estudo Exploratório Para a Inserção da Astronomia na Formação de Professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**. Jaboticatubas, MG, 2004.
- LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. **Educação Em Astronomia No Brasil: Alguns Recortes**. XVIII SNEF, Vitória, ES. 2009.
- LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino da Astronomia no Brasil: educação formal, informal não formal, e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Vol. 31, nº 4, 2010.
- MARTINS, André Ferrer P. **História e Filosofia da Ciência no Ensino: há muitas pedras nesse caminho...** Departamento de Educação UFRN, Natal RN. 2007.
- MEDEIROS, Alexandre; ARAÚJO, Fábio. Conversando com Marcrave: A Origem da Moderna Astronomia no Hemisfério Sul. **Revista Latinoamericana de Educação em Astronomia**. Nº 2. 2005.
- MENEZES, Luiz Carlos. Mais paixão no ensino de Ciências. In: **Revista Nova Escola**. Ano XVIII nº 159. Ed. Abril. São Paulo. Janeiro/Fevereiro 2003.
- MOTA, A. T; BONOMINI, I. A; ROSADO, R. M. Inclusão de Temas Astronômicos Numa Abordagem Inovadora do Ensino Informal de Física Para Estudantes do Ensino Médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**. Nº 8, 2009.
- MOURÃO, Freitas, Ronaldo, Rogério. **Astronomia e Astronáutica**. 2. ed. Rio de Janeiro. Francisco Alves, 1981.
- MOURÃO, R. R. F. **Astronomia Popular**. Rio de Janeiro, Francisco Alves. 1981.
- MOURÃO, R. R. F. **Atlas Celeste**. Petrópolis (RJ), Vozes. 1982.
- MOURÃO, R. R. F. **Manual do Astrônomo**. Rio de Janeiro (RJ), Jorge Zahar. 2004.

NAGAMINI, M. Estradas de ferro e medicina alteram a qualidade de vida. In. História da Ciência no Brasil, Abertura para o conhecimento, de 1500 a 1920, V 1. **Scientific American Brasil**, São Paulo Duetto, 2009.

NETO, O.; MOREIRA, M & SUCENA, L. **Grupos Focais e Pesquisa Social Qualitativa: o debate orientado como técnica de investigação**. XIII Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais. Ouro Preto, MG, 2002.

NICOLINI, Jean. **Manual do Astrônomo Amador**. Campinas, SP. Papyrus, 1991.

OLIVEIRA, R. Silva. **Astronomia no Ensino Fundamental**. 1997. Disponível em: <www.asterdomus.com.br/Artigo_astronomia_no_ensino_fundamental.htm>. Acesso em: 2009.

OLIVEIRA, J. C. Chegada da corte abre as portas para a ciência. In. História da Ciência no Brasil, Abertura para o conhecimento, de 1500 a 1920, V 1. **Scientific American Brasil**, São Paulo Duetto, 2009.

PAIVA, O`Grady, Jorge, Padre. **Astronomia e Astronáutica: Dicionário Brasileiro**. Fundação Romão de Mattos Duarte. Rio de Janeiro, RJ. 1969.

PEIXOTO, I. T.; AMARAL, A. L. M. **Sala de Aula Como Espaço Para a Pesquisa-Intervenção e o Desenvolvimento de SI**. Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente. Vol. XI, Nº 12, 2008.

RESSEL, L; GUALDA, D. & GONZALES, R. Grupo Focal como uma Estratégia para coletar dados de Pesquisa em Enfermagem. **International Journal of Qualitative Methods** 1 (2) Spring, 2002.

SAGAN, C. **Por que os cientistas deveriam popularizar ciência?** Traduzido por Henrique Carvalho, Jul 16, 2003. Disponível em: <http://www.ifi.unicamp.br/> . Acesso em 2007.

SÁNSHEZ MORA, A. M. **A divulgação da ciência como literatura**. Tradução: Silvia Perez Amato. Rio de Janeiro, Casa da Ciência, UFRJ, 2003.

SOBRINHO, Antônio Araújo. **O OLHO E O CÉU: Contextualizando o ensino de Astronomia no nível médio**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. UFRN. Natal, RN. 2005.

VALENTIM, Marta. **Métodos de pesquisa: Técnicas de Coleta de Dados**. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA Faculdade de Filosofia e Ciências – Campus de Marília. Departamento de Ciência da Informação. Marília-SP. 2008. http://www.valentim.pro.br/Slides/Metodologia/Tecnicas_Coleta_Dados.ppt. Acesso em 25 de novembro de 2010.

VOELZKE; RACHEL **O Ensino de Astronomia: desafios para implantação. Painel 47**, Universidade Cruzeiro do Sul. 2008.