



**FENÔMENOS ENTRE A INTERAÇÃO SOL-TERRA:
CRIAÇÃO, APLICAÇÃO E DISCUSSÃO DE UM MATERIAL
EXPERIMENTAL NO ENSINO MÉDIO E SUPERIOR**

Lucas Alves da Silva Prudente

Presidente Prudente

2018



FENÔMENOS ENTRE A INTERAÇÃO SOL-TERRA: CRIAÇÃO, APLICAÇÃO E DISCUSSÃO DE UM MATERIAL EXPERIMENTAL NO ENSINO MÉDIO E SUPERIOR

LUCAS ALVES DA SILVA PRUDENTE

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Presidente Prudente

2018

Ficha catalográfica

P971f	<p>Prudente, Lucas Alves da Silva</p> <p>Fenômenos entre a interação Sol-Terra: criação, aplicação e discussão de um material experimental no Ensino Médio e Superior / Lucas Alves da Silva Prudente. -- Presidente Prudente, 2018</p> <p>117 p. : il., tabs., fotos</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente</p> <p>Orientador: Angel Fidel Vilche Peña</p> <p>1. Astronomia no Ensino Médio. 2. Ensino Experimental de Astronomia. 3. Ensino de Física. 4. Astronomia no Ensino Médio. I. Título.</p>
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Fenômenos entre a interação Sol-Terra: criação, aplicação e discussão de um material experimental no ensino médio e superior

AUTOR: LUCAS ALVES DA SILVA PRUDENTE

ORIENTADOR: ANGEL FIDEL VILCHE PENA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ENSINO DE FÍSICA, área: Formação de professores de Física em nível de mestrado pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ANGEL FIDEL VILCHE PENA
Departamento de Física / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente

Profa. Dra. AGDA EUNICE DE SOUZA ALBAS
Departamento de Física / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente

Prof. Dr. ELTON APARECIDO PRADO DOS REIS
TOLEDO / Toledo Centro Universitário

Presidente Prudente, 11 de setembro de 2018

A Deus, toda minha família e pessoas especiais.

Agradecimentos

Agradeço ao Departamento de Física juntamente a seus docentes e funcionários, a Sociedade Brasileira de Física juntamente com o polo do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física de Presidente Prudente que através da Faculdade de Ciências e Tecnologias Unesp, disponibilizaram a oportunidade de cursar este programa e ao meu orientador Angel Fidel Vilche Pena por todo apoio a execução do projeto.

Por ter apresentado todo apoio necessário para a execução do trabalho no Ensino Médio, um agradecimento para o Centro Paula Souza que através da Escola Técnica Estadual (ETEC) Prof. Dr. Antônio Eufrásio de Toledo proveu a oportunidade e o espaço físico necessário para o bom funcionamento do projeto. A todos seus funcionários, contudo em especial ao Diretor da instituição, o Professor Claudemir Monteiro Lima, as coordenadoras pedagógicas, Professora Helena Sabina Vasiulis Isiliani e a Professora Maria Adriana Ferreira de Souza Muniz, e pelo apoio a aplicação à coordenadora do curso técnico em Agropecuária, a Professora Sonia Atsuko Ishida.

RESUMO

FENÔMENOS ENTRE A INTERAÇÃO SOL-TERRA: CRIAÇÃO, APLICAÇÃO E DISCUSSÃO DE UM MATERIAL EXPERIMENTAL NO ENSINO MÉDIO E SUPERIOR.

Lucas Alves da Silva Prudente

Orientador:

Angel Fidel Vilche Peña

O Ensino de Física teve sua importância enfatizada, no cenário educacional, nos últimos anos, contribuindo com várias pesquisas e trabalhos, que perpassam desde a Educação Básica ao Ensino Superior, principalmente em cursos de Licenciatura em Física ou Ciências e afins. Neste cenário, o ensino de astronomia, que está entre os temas abordados no Ensino Médio, tem-se mostrado aquém de sua relevância e significado em sua apresentação. Mediante este contexto, este trabalho elucidou a elaboração, construção e aplicação de dois equipamentos que apresentem de forma experimental a relação orbital entre o Sol e a Terra e seus fenômenos. O primeiro equipamento, um simulador Sol-Terra, ilustra de forma externa os fenômenos pertinentes à correlação entre os dois astros, e o segundo, um simulador do movimento relativo solar relaciona ao cotidiano os fenômenos existentes nesta relação. Como complemento e não menos importante, o presente trabalho apresenta roteiro de aplicação e questionários para verificação do nível de conhecimento dos alunos do Ensino Médio e Superior em dois momentos, antes e após a aplicação do mesmo, objetivando averiguar a eficácia do equipamento, possíveis melhorias e modificações, visando a utilização dos professores na Educação Básica.

Palavras-chave: Ensino de Física, Formação de Professores, Ensino Experimental de Astronomia, Astronomia no Ensino Médio.

Presidente Prudente, Setembro 2018.

ABSTRACT

PHENOMENA BETWEEN SOL-EARTH INTERACTION: CREATION, APPLICATION AND DISCUSSION OF AN EXPERIMENTAL MATERIAL IN HIGH SCHOOL AND HIGHER EDUCATION.

Lucas Alves da Silva Prudente

Adivisor:

Angel Fidel Vilche Peña

The teaching of physics had its importance with emphasis, without educational subordination, in the last years, contributing with the several researches and works, that passed the Basic Education to Higher Education, mainly in Degree courses in Physics or Sciences and related. In this scenario, the teaching of astronomy, which is among the topics addressed in basic education, has as its priority its relevance, importance and meaning in its presentation. This study context is this paper in an development, construction and application of two devices that functional for experimental the between the Sun and the Earth and their phenomena. The first equipment, a Sun-Earth simulator, is an illustration of an external system for the interaction between the two body, and the second, a simulator of movement relative to the solar relation with the daily life of the female carriers in this relation. As a complement and not less important, the present paper presents an application script and questionnaires to verify the level of knowledge of high school and graduate students before and after an application of the equipment, aiming to ascertain the student's ability to make improvements and modifications, aiming at a use of teachers in Basic Education.

Keywords: Teaching Physics, Teacher Training, Experimental Teaching of Astronomy, Astronomy in High School.

Presidente Prudente, September 2018.

Lista de Figuras

Figura 1: Stonehenge ao nascer do Sol.....	7
Figura 2: Modelo planetário de Kepler.....	10
Figura 3: Aldeia indígena Tupinambá, antes de 1500.....	11
Figura 4: O sítio do Rego Grande em Calçoene, AP.....	12
Figura 5: Imperial Observatório, no Morro do Castelo, Rio de Janeiro.....	14
Figura 6: Observatório de São Paulo.....	15
Figura 7: Fotografia de David Ausubel.....	23
Figura 8: Eixo de Rotação da Terra.....	26
Figura 9: Órbita do Terra ao redor do Sol.....	27
Figura 10: Estações do ano.....	28
Figura 11: Equinócio no globo terrestre.....	29
Figura 12: Representação de Solstícios de verão e inverno.....	30
Figura 13: Representação do movimento relativo do Sol.....	31
Figura 14: Trajetória do Sol nos dias do solstício e equinócio.....	32
Figura 15: Simulador Sol-Terra finalizado.....	33
Figura 16: Simulador do movimento aparente do Sol.....	33
Figura 17: Produtos finais.....	34
Figura 18: Alunos respondendo o questionário inicial.....	36
Figura 19: Aplicação do simulador Sol-Terra.....	37
Figura 20: Alunos executando a atividade experimental.....	37
Figura 21: Aplicação do kit experimental no Ensino Médio.....	39
Figura 22 Aplicação do kit em sala de aula.....	40
Figura 23: Materiais necessários para construção da base.....	76
Figura 24: Base com a primeira placa circular.....	77
Figura 25: Placas espaçadoras sendo fixadas.....	77
Figura 26: Barra sendo parafusada na lateral do cano PVC.....	78
Figura 27: Cano PVC fixado na base.....	78
Figura 28: Base com sistema de cores colado.....	79
Figura 29: Parte elétrica incluída na base.....	79

Figura 30: Placas de MDF da base de fixação do globo terrestre.....	80
Figura 31: Base já montada e presa com as barras circulares.....	81
Figura 32: Base completa já com o globo terrestre fixado.....	81
Figura 33: Simulador Sol-Terra finalizado.....	82
Figura 34: Placas de MDF utilizadas.....	83
Figura 35: Base parafusada.....	84
Figura 36: Furo não vazante.....	84
Figura 37: Placa de sustentação da base.....	85
Figura 38: Barra de alumínio encaixada na placa de 35x14cm.....	85
Figura 39: Barra circular encaixada nos furos efetuados na lateral interna.....	86
Figura 40: Tampa fixada a base.....	86
Figura 41: Presilhas laterais.....	87
Figura 42: Fixação do Led no arame.....	87
Figura 43: Maquete do movimento aparente solar.....	88

Sumário

1 Introdução	1
1.1 Tópicos abordados	4
1.2 Objetivos gerais	5
1.3 Objetivos específicos	5
2 História da astronomia	6
2.1 Astronomia Pré-histórica	6
2.2 Astronomia na antiguidade	8
2.3 Astronomia na Idade Média	9
2.4 Astronomia brasileira	11
3 Astronomia no Educação Básica e Ensino Superior	17
3.1 Astronomia na Educação Básica	17
3.2 Formação dos professores	20
3.3 Curso Licenciatura em Física FCT- Unesp	21
4 Referencial teórico da pesquisa	23
5 Resumo teórico dos fenômenos abordados	26
5.1 Rotação da Terra	26
5.2 Translação Terrestre	27
5.3 Estações do ano	27
5.4 Movimento aparente solar	30
6 Materiais e métodos	32
6.1 Elaboração dos materiais	32
6.1.1 Elaboração do simulador Sol-Terra	32
6.1.2 Simulador do movimento aparente do Sol	33
6.1.3 Elaboração do material de apoio	34
6.2 Aplicação dos equipamentos	35
6.2.1 Desenvolvimento no curso de Licenciatura em Física	35

6.2.2 Desenvolvimento no Ensino Médio	38
7 Resultados e discussões	41
7.1 Questionário inicial – Ensino Superior.....	41
7.1.1 Questão 1: Você teve contato com o conteúdo de astronomia no Ensino Médio? Se sim, como foi sua experiência?	41
7.1.2 Questão 2: Após ingressar no Ensino Superior, quais foram seus contatos com astronomia até esse momento?	42
7.1.3 Questão 3: Você acha importante o ensino de Astronomia no Ensino Médio? Por que?.....	42
7.1.4 Questão 4: A grade do Curso de Licenciatura em Física foi modificada e a disciplina de Astronomia Básica foi incluída como obrigatória. Você concorda com essa mudança? Por que?.....	43
7.1.5 Questão 5: O uso de experimentação para exemplificação dos fenômenos astronômicos é valido? Você conhece algum? Se sim, cite-o e dê uma breve explicação do seu funcionamento.	44
7.1.6 Questão 6: Quais movimentos estão associados a relação Terra-Sol? Explique-os.....	45
7.1.7 Questão 7: Você já ouviu a respeito dos trópicos de Câncer e Capricórnio? O que eles representam?.....	45
7.1.8 Questão 8: Qual a causa das estações do ano?	46
7.1.9 Questão 9: O que são solstícios e equinócios e por que eles ocorrem?.....	46
7.1.10 Questão 10: Existe uma constância no que se refere a duração nos dias do ano? Justifique.....	47
7.1.11 Questão 11: Caso seja inverno no Hemisfério Sul, qual estação do ano é no Hemisfério Norte?	48
7.1.12 Questão 12: Em Presidente Prudente o Sol tem um movimento aparente? Por que isso ocorre?	48
7.1.13 Questão 13: Qual direção cardinal o Sol nasce em Presidente Prudente? É sempre a mesma? Por que?	48
7.1.14 Questão 14: O fenômeno “Sol a Pino” (onde os corpos não produzem sombra) e acontece ao meio dia ocorre em Presidente Prudente?.....	49

7.2 Roteiro experimental – Ensino Superior	49
7.2.1 Questão 1: Trabalhando com o simulador Sol-Terra (ao se ligarem as cores correspondentes) o que acontece com cada hemisfério quando relacionando com a quantidade da incidência luminosa no Hemisfério Sul e no Hemisfério Norte?	49
7.2.2 Questão 2: Com base em suas observações, qual relação se estabelece entre a incidência de luz solar e as estações do ano?.....	50
7.2.3 Questão 3: Quando efetuado na cor azul e amarela, qual o ponto da Terra perpendicular ao Sol? Você conseguiu visualizar qual linha imaginária ficou ‘à frente’?	50
7.2.4 Questão 4: Pegue dois pontos em hemisférios diferentes, com a mesma latitude. Verifique a incidência de luz e a duração dos dias. O que foi observado em cada cor?	51
7.2.5 Questão 5: Ligue a cor amarela e em seguida observe o Polo Norte. O que você pode concluir com a passagem dos dias nesse ponto e ao Polo Sul?	51
7.2.6 Questão 6: Observe o equador agora. Em qual época do ano o Sol fica perpendicular à está linha? Quantas vezes ao ano? E o restante do mundo fora desta linha imaginaria?	51
7.2.7 Questão 7: Modificando as cores na maquete do movimento aparente solar, é possível visualizar a variação da posição do nascer e pôr-do-sol? Qual a variação de graus em relação ao ponto cardinal Leste?	52
7.2.8 Questão 8: Em qual estação do ano o Sol nasce exatamente ao leste?.....	53
7.2.9 Questão 9: Comparando a maquete ao simulador, ao estar na Primavera (Sol perpendicular ao equador), o Sol estará em qual posição ao meio dia na maquete?.....	53
7.2.10 Questão 10: Em qual estação do ano o Sol estará a pino na maquete? E na linha do equador? (Observar o simulador) Quantas vezes ao ano o Sol estará a pino? (Observar a maquete)	53
7.2.11 Questão 11: Observando a maquete, existem determinadas partes de algumas casas que serão iluminadas o ano inteiro? Por que?	53
7.2.12 Questão 12: Se um local for de latitude maior que a dos Trópicos, ele terá Sol a pino? Por que?	54
7.3 Questionário Final – Ensino Superior	54
7.3.1 Avaliação do equipamento	54
7.4 Questionário de opinião – Ensino Superior	60

7.4.1 Em todo o processo de aplicação qual foi sua maior dificuldade?.....	60
7.4.2 Os equipamentos desmistificaram algumas suas hipóteses anteriores? Qual?.....	60
7.4.3 O que você modificaria nos equipamentos? Por que?	61
7.5 Questionário inicial – Ensino Médio	61
7.5.1 Questão 1: Você sabe o fenômeno que causa as estações do ano? Se sim, cite-o.....	61
7.5.2 Questão 2: Você já ouviu falar sobre os trópicos de Capricórnio e Câncer? Se sim, o que eles representam?.....	62
7.5.3 Questão 3: Quais são os pontos cardeais que o sol nasce e se põe? Essas posições se mantêm constantes durante o ano?	62
7.5.4 Questão 4: O termo SOL A PINO, se refere ao momento em que não existem sombras em objetos perpendiculares ao chão (estão à um ângulo de 90°). Em sua concepção, este fenômeno ocorre diariamente – mensalmente – anualmente?.....	62
7.5.5 Questão 5: Você já percebeu se existe algum cômodo de sua casa que entre os meses de janeiro e julho apresentam variação na iluminação do Sol? Se sim, cite seu exemplo.	63
7.5.6 Questão 6: Você conhece os termos Solstício e Equinócio? Se sim, explique-os.....	63
7.6 Roteiro experimental – Ensino Médio.....	63
7.6.1 Questão 1: Ligue as cores amarelo e em seguida azul e por último as cores rosas. Descreva qual região da Terra fica à frente em cada uma das cores.	63
7.6.2 Questão 2: Ligue a cor Amarelo e observe os polos norte e sul. Qual a incidência de luz em cada polo quando os dias se passam?	64
7.6.3 Questão 3: Com a maquete do movimento aparente solar, observe o ponto central. Em qual cor, durante a passagem do ano, não há sombra aparente? Quais estações ela representa?	64
7.6.4 Questão 4: Observe a passagem dos meses (Passe pelas cores – Azul – Rosa e Amarelo). Cite em qual ponto cardinal o Sol nasce em cada cor.....	64
7.6.5 Questão 5: Ligue a cor Rosa em ambos os equipamentos e observe a Linha do Equador. Como está a sombra projetada no simulador? Nesta mesma cor existem sombras na maquete?	65
7.7 Questionário final – Ensino Médio.....	65

7.8 Aplicação do material experimental em aula	69
8 Considerações finais	70
Referencial bibliográfico	72
Apêndice I – Elaboração do simulador Sol-Terra	76
Apêndice II – Maquete sobre o movimento relativo solar	83
Apêndice III - Questionário inicial – Ensino Superior	89
Apêndice IV - Questionário inicial – Ensino Médio	91
Apêndice V Roteiro experimental – Ensino Superior	92
Apêndice VI- Roteiro experimental – Ensino Médio	94
Apêndice VII Questionário final – Ensino Superior	95
Apêndice VIII - Questionário final – Ensino Médio	98
Apêndice IX – Plano de aula	99
Anexo I - Seriação do curso de Licenciatura em Física	102

1 Introdução

O Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) é um programa nacional de pós-graduação de caráter profissional, voltado à professores, com ênfase principal em aspectos de conteúdos na Área de Física (SBF, 2017). O objetivo do Programa é a capacitação e qualificação contínua dos professores da Educação Básica para com o conteúdo de Física e ou Ciências. Neste Programa de Pós-Graduação, é necessário a elaboração de um material, podendo ser uma sequência didática, roteiros experimentais, sites, aplicativos moveis, experimentos em si, dentre outros possíveis produtos.

Ao analisar a história da astronomia ao longo dos tempos pode ser notado quando na Idade Média, por exemplo, qualquer tipo de conhecimento era controlado pela Igreja Católica através da Inquisição, porém em seguida a este período, a ciência praticamente não teve mais limitações. Entretanto, quando observando a astronomia no Brasil, pode-se ressaltar a sua singularidade, que comparada a alguns outros países: inicialmente uma colônia que foi somente para exploração de suas riquezas, sem investimentos em pesquisas científicas. Observa-se que ao longo dos séculos este atraso se manteve, podendo assim, compreender o estado atual desse ramo da ciência tanto na pesquisa quanto no ensino.

Embora os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), elaborado pelo Governo Federal relate que o conteúdo de astronomia deva ser trabalhado no Ensino Médio na disciplina de Física, destaca-se a importância de o aluno reconhecer os fenômenos que estão em seu cotidiano. Verifica-se que atualmente o Ensino de Astronomia é prejudicado e defasado por inúmeros fatores, como: material didático com erros conceituais, má formação de professores, dentre outras deficiências. Com esse quadro de ineficiência existente no Brasil, o conteúdo de astronomia à ser aplicado acaba sendo reduzido ou até extinto por instituições de ensino básico, conforme descrito por Langhi e Nardi 2007, cujo relata o aspecto referente a erros conceituais existentes em livros didático.

Dentre os diversos erros conceituais em Astronomia encontrados nos livros analisados, destacam-se neste artigo os mais comuns, relativos a conteúdos sobre estações do ano; Lua e suas fases; movimentos e inclinação da Terra; representação de constelações; estrelas; dimensões dos astros no Sistema Solar; número de satélites e anéis em alguns planetas; pontos cardeais; características planetárias; aspectos de ordem histórica e filosófica relacionados com Astronomia. (LANGHI, 2007, pág. 91)

Ao realizar um estudo com alunos do curso de Licenciatura e Bacharelado em Física da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Caniato (1987) constatou erros conceituais na descrição sobre o fenômeno de Sol a pino, onde para a maioria dos envolvidos ocorria diariamente, assim descrevendo: “A maioria absoluta não se dava conta de que o Sol a pino é coisa rara mesmo ao meio dia.” (CANIATO, 1987, p.19) Caniato evidencia assim dois fatos: o primeiro, que todos os alunos haviam aprendido sobre o conteúdo no ensino básico recordando-se sobre já tê-lo estudado; e o segundo, sobre o fato de nenhum aluno ter observado o Sol e sombras, tirando suas próprias conclusões que a afirmação apresentada por eles estaria errada.

Correlacionando com a formação dos professores de Ciências e Física do Ensino Fundamental e Médio, nota-se que eles apresentam algumas limitações, embora se interessem pelo tema, observa-se que não foi estudado de forma adequada em sua formação. Essa deficiência implica em como o conteúdo é ensinado, evidenciando as dificuldades enfrentadas pelos docentes. Contudo, é imprescindível que se investigue antecipadamente as dificuldades e necessidades dos professores envolvidos, para que se possibilite uma boa formação tanto inicial quanto continuada, de modo que estes profissionais possam trabalhar de forma ideal, criando boas transposições didáticas e metodologias ideais para cada realidade. (LANGHI e NARDI, 2005)

De acordo com Langhi e Nardi (2009), a produção acadêmica com pesquisas vem aumentando de forma sensível, disponibilizando mais teses, dissertações e trabalhos de iniciação científica; conseqüentemente influenciando o fluxo de publicações em periódicos e apresentações em eventos nacionais e internacionais. Porém, no banco de dissertações da Unesp de Presidente Prudente do Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), que foi implementado no campus da Unesp de Presidente Prudente a partir do ano de 2015, foram totalizados vinte e quatro trabalhos desde o seu início até o ano de 2017; sendo que destes, somente duas dissertações apresentaram a temática de astronomia. O primeiro, apresentou um trabalho envolvendo as Leis de Kepler e o segundo, sobre a relação solar e estações do ano.

O segundo trabalho foi de Perez (2015), pelo qual ele elaborou a uma experimentoteca¹ com equipamentos que demonstram alguns fenômenos de forma prática os conceitos teóricos.

¹ “...é um Laboratório de Ciências que pretende racionalizar o uso de material experimental, da mesma maneira que uma biblioteca pública facilita o acesso de um grande número de publicações a um público extenso, em um sistema de empréstimo sem custos para o usuário...” Fonte: <http://www.cdcc.sc.usp.br/experimentoteca/>

Dentro dessa experimentoteca, foram criados equipamentos que simulam o movimento solar, uma luneta com lentes de óculos, materiais para comparação entre o tamanho dos planetas do Sistema Solar em escala, e por último o planetário de pobre. Em alguns desses, foram utilizados materiais de baixo custo para que os alunos e outros professores pudessem replicar.

No decorrer do ano, ele propôs atividades para que os alunos do primeiro ano do Ensino Médio fossem efetuando e descrevendo os resultados em um pequeno roteiro experimental e ao fim dessa intervenção foi perguntado aos alunos a opinião deles mediante aos equipamentos. Ao final do trabalho, os dados foram sistematizados e efetuada uma análise das respostas, agrupando-as de acordo com o que foi descrito e indicando algumas opiniões.

Ao observar este panorama envolvendo o Ensino de Astronomia na disciplina de Física, foi elaborado neste trabalho, um kit experimental para ser aplicado aos alunos do Ensino Médio (EM) e o Curso de Licenciatura em Física da Unesp Campus de Presidente Prudente, visando também auxiliar na formação destes futuros professores, buscando subsídios sobre sua aplicabilidade em ambos os níveis de ensino.

Este trabalho optou por abordar de forma experimental fenômenos relacionados à interação Sol-Terra, pois de acordo com Borges (2002) os experimentos facilitam na elucidação de acontecimentos muitas vezes não percebidos pelos alunos.

“Fornecer uma base fenomenológica sobre fenômenos e eventos que se contrapõem à percepção desordenada do cotidiano [...] Para que as atividades práticas sejam efetivas em facilitar a aprendizagem, devem ser cuidadosamente planejadas, levando-se em conta os objetivos pretendidos, os recursos disponíveis e as ideias prévias dos estudantes sobre o assunto.”
(BORGES, 2002, pag. 310)

Visto que a aplicação tem o objetivo criar a exemplificação experimental dos fenômenos causados pela interação Sol-Terra e suas variações, como também revelar os possíveis erros conceituais descritos pelos alunos, é possível executar e elucidar possíveis estratégias experimentais a serem aplicadas por professores. Por fim, também possibilitará discutir a viabilidade do Kit, que abrange desde sua construção até o material de apoio e sua forma de aplicação, para que possa ser verificado pontos positivos e pontos a serem melhorados.

1.1 Tópicos abordados

O corpo da dissertação será composto pelos seguintes capítulos: introdução histórica, iniciando pela astronomia pré-histórica, indicando a relação do homem primitivo com os astros; a astronomia na antiguidade, mostrando a maneira de pensar de grandes pensadores gregos sobre a astronomia, entre erros e acertos.; Astronomia na Idade Média, apontando a relação dos pesquisadores e a construção do conhecimento moldando uma nova forma de observar o mundo, apresentando os principais astrônomos da época e seus raciocínios perante o universo; Astronomia no Brasil, esse por sua vez para elucidar como foi sua evolução, expondo desde antes do descobrimento pelos portugueses até os dias atuais, para que assim se possa relacionar o cenário atual e o histórico astronômico nacional.

Como o trabalho foi executado na Educação Básica (Ensino Médio) e no Ensino Superior (curso de formação de professores), mostra-se necessário a inclusão de um capítulo sobre o ensino de astronomia nestes dois níveis. Respectivamente, no EM uma introdução histórica sobre o Ensino de Física, indicando o Currículo de Física descrito pelo PCN+ onde a proposta deste trabalho se adéqua; para que em seguida, fosse apresentado um resumo sobre a formação de professores, pois quando o conhecimento não é concreto para o professor em sua formação, no caso uma Licenciatura em Física, especificamente em astronomia.

A escolha para a aplicação do trabalho para o EM foi a Escola Técnica Estadual (ETEC) Prof. Dr. Antônio Eufrásio de Toledo e para o superior, o curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual Paulista – Júlio de Mesquita Filho, ambas situadas na cidade de Presidente Prudente – SP. Ao analisar o histórico desta licenciatura e de sua grade curricular, observou-se a existência de uma disciplina específica para o ensino de astronomia básica, sendo possível relacionar sua ementa com seus objetivos para utilizar-se da possibilidade de aplicação do material, assim dando subsídio para sua aplicação em ambos os níveis de ensino.

Para a fundamentação teórica, o fato dos equipamentos terem duas perspectivas, uma sobre o sistema orbital Sol-Terra, e outro simulando uma “minicidade”, onde é possível ver a relação do Sol e sombras criadas através dos meses, a Teoria de Aprendizagem Significativa do autor David Ausubel apresentou um subsídio relevante ao trabalho.

Este trabalho trará como produto final, dois equipamentos, apontando a indispensabilidade da indicação de um passo a passo sobre a construção de cada um deles com figuras, e também os materiais utilizados para sua construção, além de um roteiro de aplicação. Logo após a finalização do equipamento, será abordada uma forma de aplicação para os

graduandos em Física, junto ao professor da disciplina. No início da aplicação do trabalho será aplicado um questionário inicial para obter detalhes do nível de conhecimento dos alunos envolvidos, podendo traçar um paralelo com o conhecimento adquirido após o contato. Ao final, será aplicado um novo questionário com o mesmo objetivo.

Após a aplicação e coleta dos dados, será realizada uma análise detalhada dos questionários inicial e final, além das respostas dos alunos quando indagados pelo roteiro de experimentação para que, deste modo, possa ser examinada a eficácia do equipamento, dos roteiros e do método aplicado para as aulas propostas.

1.2 Objetivos gerais

Contextualizar o Ensino de Física com subtema do ensino de astronomia, tanto no âmbito do Ensino Básico, quanto no Ensino Superior, por meio da história da astronomia na antiguidade e Idade Média, incluindo o Brasil, para que, assim, se observe que o panorama atual provém de fatores históricos. Este possibilita verificar as necessidades dos alunos, tendo como objetivo a criação de material experimental referente a relação Sol-Terra, juntamente com roteiros de apoio para aplicação no ensino superior, além de coletas de dados previamente e posteriormente à aplicação do equipamento.

1.3 Objetivos específicos

Criar um kit experimental para o ensino de astronomia e elucidar os passos da criação destes equipamentos juntamente com material de apoio metodológico e os roteiros de experimentação e um plano de aula. Consecutivamente, aplicar os equipamentos constituintes deste kit em duas turmas distintas, sendo a primeira o curso de Licenciatura em Física, e a segunda na Educação Básica, e através desta etapa, coletar dados para que assim crie subsídios para efetuar a análise deste procedimento, além da aplicação de uma aula juntamente aos dados obtidos por questionários, para que se possa constatar pontos de eficácia dos equipamentos, do roteiro de experimentação e do método aplicado junto a eles.

2 História da astronomia

A história da astronomia pode ser dividida em determinados períodos que vão desde à pré-história, em que os primeiros registros de fenômenos foram realizados por homens primitivos em pinturas em cavernas ou monumentos; seguindo pela Idade Média a Física e a Matemática começaram a se fundir, transformando a Física como é conhecida hoje, em um ramo da Ciência. A astronomia brasileira é uma vertente da história de suma importância para a Ciência e que não é discutida, esta por sua vez, influenciando diretamente o atual momento das escolas e instituições de ensino e pesquisa, contextualizando desde o pré-descobrimento até os dias atuais.

2.1 Astronomia Pré-histórica

A astronomia é considerada a mais antiga das ciências, perdurando desde o homem primitivo quando em sua vida cotidiana passou a olhar para o céu e observar alguns padrões formados pela aparição ou desaparecimento de alguns astros, auxiliando-o na sua sobrevivência no meio inóspito em que era inserido.

De acordo com Faria (2009), o que atraiu a atenção dos primitivos foram os fenômenos mais corriqueiros em seu dia-a-dia, inicialmente aqueles que envolviam a variação da incidência de iluminação durante a passagem do dia entre o amanhecer e entardecer, como também durante a noite, as fases da Lua. Em seguida, foram observadas as mudanças do clima conforme a passagem dos meses durante um ano, relacionando a posição relativa do Sol com esses fenômenos. Outros acontecimentos mais raros também começaram a despertar curiosidade neles, como cometas e os eclipses, tanto solares, quando lunares; esses ocorrendo com certa frequência.

Por limitações tecnológicas impostas pela própria era, esses fenômenos não tinham explicações racionais, levando o homem primitivo a inúmeros sentimentos, como o medo e a admiração; reconhecendo esses acontecimentos como símbolos advindos das divindades. Ao mesmo tempo, os poucos homens que conheciam melhor esses fenômenos eram considerados *'interpretes dos deuses'* destacando-se como elite sacerdotal, dominando e ditando costumes da época. Este pode ser considerado o início da astrologia.

Com o passar do tempo, o homem relacionou a posição de determinados astros no céu com a sua localização na Terra, deste modo garantindo sua sobrevivência. Também foi capaz

de notar a regularidade de algumas ocorrências, como as fases da lua, por exemplo; e graças a sua periodicidade pode-se começar a utilizá-la como medida da passagem do tempo criando os primeiros calendários. Sabe-se que para aldeias litorâneas, as ocorrências das marés também foram relacionadas com as fases da lua.

Com relação a datação dos primeiros registros sobre a origem da astronomia, tem-se de aproximadamente 50.000 anos atrás, quando a humanidade começou a registrar suas atividades em pedras e paredes de cavernas garantindo a conservação desses registros através dos séculos.

Em várias regiões da Europa são encontrados megálitos², menires³ e vários outros conjuntos de blocos rochosos, orientados em sua grande maioria para a direção do nascer ou pôr do Sol. Um dos mais conhecidos monumentos relacionados é o *Stonehenge* ilustrado na figura 1, demonstrando um alinhamento com certa precisão ao nascer do Sol em equinócios. (FARIA, 2009)



Figura 1: Stonehenge ao nascer do sol.

Fonte: <https://ronymetafisico.blogspot.com.br/2017/01/os-misterios-de-stonehenge.html>

No decorrer dos séculos, o homem primitivo reconheceu a importância da posição relativa do Sol no céu com a duração dos dias e o clima específico, constatando sua relevância em suas vidas e os relacionando diretamente com sua sobrevivência no meio em que se vivia. Notou-se que o Sol nascia no oriente, “levantava-se” até um ponto mais distante do horizonte

² São formações rochosas misteriosas devidamente arrumadas na natureza por nossos antepassados. São considerados monumentos pela sua formação. Alguns são solitários blocos verticais conhecidos como menires (em Celta significa “pedras compridas”). Outros, formados em grupos dispostos em círculos, semicírculos ou longas fileiras que se estendem por quilômetros. (SOUZA, 2015)

³ Os menires são megálitos, nome sofisticado para estruturas de pedra movidas e dispostas pelo ser humano. Eles costumam ser encontrados em conjunto, em fileiras ou em círculos. (ALVES, 2013)

e, em seguida, seguia para o ocidente, prontamente desaparecendo no horizonte, criando, assim, a primeira unidade de tempo: o dia. Além disso, percebeu-se que com o passar dos dias a trajetória do Sol se modificava para o norte ou sul, associando assim com a duração dos dias e o clima em cada situação. Este é o momento mais primitivo do que mais tarde chamaríamos de estações do ano. (FILHO, 2004)

2.2 Astronomia na antiguidade

Ao reaver a história da antiguidade, uma região que se destaca é a Grécia antiga, cujo auge foi entre 600 a.C. a 400 d.C. Local de grandes pensadores, os gregos foram conhecidos posteriormente como um povo que buscou conhecimento de tudo aquilo que estava a sua volta, desde aspectos sociais até a ciência, como é conhecida hoje, para que, assim, pudessem tentar criar modelos que se relacionassem à fenômenos em suas vidas. (PRUDENTE, 2016)

Autores como Faria 2009 e Oliveira e Saraiva 2003 destacaram em suas obras os principais pensadores que estiveram à frente do seu tempo pela sua forma de observar e interpretar o mundo exterior.

Pitágoras de Samos (~572 a.C. - 497 a.C.) (diferentemente do pensamento coletivo da época), acreditava na esfericidade da Terra, Lua, Sol e de outros corpos celestes. Destacou a importância dos conceitos matemáticos para a descrição dos modelos cosmológicos e afirmou que suas regularidades faziam alusão a uma “harmonia cósmica”.

Aristóteles de Estagira (384 a.C. - 322 a.C.) com seu modo de pensar diferenciado, coletou, organizou e sistematizou todo o conhecimento possível da época, e, por meio deles, buscou explicações racionais para todos os fenômenos naturais, entre eles, as fases da lua e os eclipses solares e lunares. Também argumentou sobre a esfericidade da Terra e da Lua (em tese suas explicações foram corretas para esses acontecimentos). O filósofo rejeitou o movimento da Terra adotando o modelo geocêntrico, pois para ele, caso um corpo fosse jogado para cima e a Terra estivesse em movimento, este cairia em um local diferente do inicial.

Erastóstenes de Cirene (276 a.C. - 194 a.C.), bibliotecário e diretor da Biblioteca de Alexandria foi o primeiro a medir com exatidão o diâmetro da Terra por meio de uma relação trigonométrica, utilizando a posição relativa do Sol em duas localizações diferentes, que consequentemente criavam sombras de comprimento distintos em corpos de mesmo tamanho. Partindo desse princípio, foi calculado a distância entre dois locais, para que, em seguida, em

um dia específico, fosse verificado o ângulo formado da sombra nesses locais. Utilizando uma relação trigonométrica, verificou-se a distância entre esses locais e o ângulo formado em poços. Erastóstenes deduziu a circunferência da Terra, sendo considerada precisa não somente pela época, mas também pelo método utilizado.

2.3 Astronomia na Idade Média

Após a morte de Ptolomeu, já na Era Cristã e no início da Idade Média, a ciência teve uma era decadente que perdurava desde o início dessa época, não conseguindo se manter por dois séculos, quase se extinguindo devido a Igreja Católica juntamente com suas instituições de cunho jurídico que combatiam a heresia, denominada como Inquisição. (FARIA, 2009)

Contudo, nesse período, novas hipóteses sobre o universo foram apresentadas por Nicolau Copérnico (1473-1543), um monge polonês, que diferente do pensamento aristotélico imposto na época (por meio do sistema geocêntrico fortemente difundido pela Igreja Católica), desenvolveu o modelo heliocêntrico, mantendo a ideia de movimento circular entre os corpos celestes, tendo o Sol como o centro do universo, porém excluindo a possível ideia de um movimento elíptico. Somente no ano de sua morte seria publicado seu livro, “*De Revolutionibus Orbium Coelestium*”. (FARIA, 2009)

[...] O abalo definitivo do modelo cosmológico aristotélico-ptolomaico veio no século seguinte, com a teoria heliocêntrica proposta por Nicolau Copérnico. Segundo Copérnico, o Sol passava a ocupar o centro do Universo, enquanto a Terra e os demais planetas giravam ao seu redor. Copérnico, no entanto, manteve, ainda sob influência do antigo modelo cosmológico, a ideia de um Universo finito, fechado por esferas, onde os planetas descreviam órbitas circulares perfeitas [...] (PORTO e PORTO, 2008)

Tycho Brahe (1546-1601) reduziu a imprecisão de medidas dos equipamentos em 10 minutos de arco, para um minuto de arco. Foi o primeiro astrônomo a calibrar e checar a precisão de seus instrumentos, corrigiu as observações levando em consideração a refração causada pela atmosfera. Também foi o primeiro a estabelecer observações diárias, e não somente quando os astros estavam em evidência, descobrindo assim anomalias em órbitas até então desconhecidas. Elaborando um sistema híbrido entre o geocêntrico e o heliocentrismo, sendo que o Sol, gira em torno da Terra e o restante dos planetas giravam em torno do Sol.

Johannes Kepler (1571-1630) inicialmente contratado como ajudante de Brahe e após a morte do seu superior, utilizou os dados observados e aplicando sua visão matemática, abriu

uma nova premissa para a astronomia, elaborando três leis que descreviam o movimento de sistema planetários. Acreditando que o modelo heliocentrista de Copérnico estava correto para descrever o universo (CANALLE, 2010), Kepler observou que o sistema de Copérnico funcionava, com uma correção a ser feita: ao invés de orbitas circulares, os planetas deveriam descrever orbitas elípticas cujas excentricidades poderiam variar de acordo com o corpo, onde o Sol ocuparia um dos focos F1 ou F2 e o planeta ou outro corpo celeste orbitaria (PONCZEK, 2002), conforme a representação da figura 2.

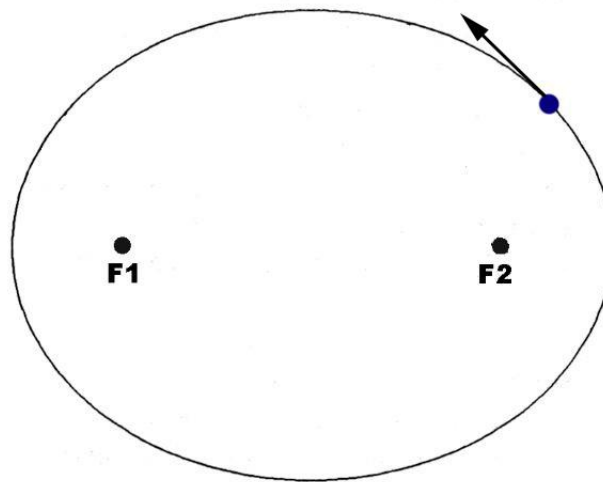


Figura 2: Modelo planetário de Kepler.
Fonte: Elaboração do autor.

Galileu Galilei (1564-1642), contemporâneo a Kepler e considerado o pai da Física experimental e da astronomia telescópica, contribuiu significativamente com a ciência moderna. Galilei deu um novo rumo a astronomia e a física experimental criando e aperfeiçoando sua própria luneta. Entre maio e dezembro de 1609, a primeira luneta que ampliava apenas três vezes foi aprimorada, sendo capaz de ampliar trinta vezes mais, permitindo a ele assim, fazer suas primeiras observações da Lua. Este fato decorreu quando Galilei ouviu rumores de que o holandês Hans Lippershey criara um equipamento que ampliava a imagem à distância. (BRASÍLIA, 2009) A criação de Galileu Galilei (mesmo não tendo um contato direto com o aparelho criado por Lippershey) o permitiu que, em janeiro de 1610 descobrisse os quatro principais satélites naturais de Júpiter. (OLIVEIRA & SARAIVA, 2014)

[...] Galileu Galilei (1564-1642), que foi um dos primeiros a examinar o céu com ajuda de um telescópio – e a desenhar, a mão, o que tinha visto na Lua,

no Sol, em Júpiter e em Saturno, espantando a sociedade de sua época. (DAMINELI e STEINER, 2010, p.18)

No ano da morte de Galileu, nasceu uns dos principais físicos, matemáticos e astrônomos de toda a história. Responsável pela elaboração da lei da Gravitação Universal, Isaac Newton (1642-1727) estabeleceu que não existe distinção entre o mundo celeste e mundo terreno. (BRASÍLIA, 2009). Esta lei estabelece uma relação matemática para a Mecânica Celeste, confirmando as Leis de Kepler, além da elaboração do cálculo diferencial integral e o desenvolvimento do telescópio refletor. Este não apresentava as aberrações cromáticas que o telescópio refrator (luneta), sendo mais tarde denominado de Telescópio Newtoniano, dando um grande passo para a astronomia observacional. (FARIA, 2009)

2.4 Astronomia brasileira

O início da astronomia no Brasil (dissemelhantemente do que se associa à astronomia em termos globais) ocorreu antes mesmo de sua descoberta pelos portugueses, pois já era praticada pelos nativos indígenas. Esses grupos apresentavam um conhecimento rudimentar sobre os conceitos astronômicos, que em sua maioria eram ligados as atividades anuais com datas específicas, como plantio, colheita e marés. Alguns rituais eram determinados de acordo com a posição de certos astros, conforme a figura 3. (AFONSO, 2006)



Figura 3: Aldeia indígena Tupinambá, antes de 1500.

Fonte: DATAMEX, 2010.

Para os índios, o céu tinha um significado único em suas vidas. Astros que os influenciavam diretamente como Sol e Lua, ganharam caráter místico, como forças e ações de deuses, e com o passar do tempo, os planetas e estrelas ganharam significados, para assim tentar suprir sua necessidade de entender esses fenômenos.

[...] Os índios observavam os movimentos aparentes do Sol para determinar, o meio dia solar, os pontos cardeais e as estações do ano utilizando o Gnômon, que consiste de uma haste cravada verticalmente no solo, da qual se observa a sombra projetada pelo Sol, sobre um terreno horizontal. Ele é um dos mais simples e antigos instrumentos de Astronomia, sendo chamado de Kuaray Ra'anga, em guarani e Cuaracy Raangaba, em tupi antigo (AFONSO, 2009, p. 2).

Alguns instrumentos utilizados por eles para observar as sombras, o nascer e o pôr do Sol, perduram até a atualidade, como os encontrados em sítios arqueológicos com megálitos, a exemplo o do Sítio do Rego Grande. Ele conta com aproximadamente 147 megálitos talhados, colocados no topo de uma colina, formando uma circunferência de 30m de diâmetro. O bloco maior tem mais de 3 metros de altura e mais de 3 toneladas, conforme a figura 4.



Figura 4: O sítio do Rego Grande em Calçoene, AP.

Fonte: http://www.mast.br/pdf_volume_1/Arqueoastronomia_no_Brasil_Germano_Afonso.pdf

Como o conhecimento científico sobre a mecânica celeste era quase nulo, os nativos desenvolveram uma cosmologia mitológica complexa para aquilo que os cercavam, criando explicações fantasiosas, para as fases da lua, cometas, duração dos dias, estrelas, Via Láctea⁴, entre outros. (MOURÃO, 2000)

Em 22 de abril de 1500, caravelas da expedição de Pedro Álvares Cabral atracaram na costa brasileira. Em poucos dias houve o primeiro registro documentado sobre observações astronômicas em caráter científico, elaborado pelo astrônomo responsável da expedição João Mestre Faras, no dia 27 de abril de 1500, como o fragmento destacado abaixo:

[...] 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 afastados de equinocial por 17 graus e, portanto, ter a altura do pólo 17 graus segundo manifesto na esfera. [...] (FARAS, Mestre João, 1500 apud CAPAZZOLA, 2009, p. 11)

Portugal apresentou uma política exploratória com sua colônia e não tinha interesse em povoar o Novo Mundo, assim não enviando nomes de prestígio para pesquisas científicas ou expedições, desembarcando somente jesuítas para catequização dos nativos. (MORAES, 1955)

Ao passo que as principais funções designadas aos jesuítas eram desempenhadas apenas sob caráter religioso, tanto a astronomia quanto a ciência em geral, estagnaram-se neste cenário por alguns séculos. Contudo, somente no início do século XIX com um grande acontecimento, a Família Real portuguesa desembarcou na costa da Bahia.

[...] no início do século XIX, acontecia no Brasil um grande movimento político, ou seja, a instalação da corte portuguesa no Rio de Janeiro, o que passou a mudar a aparência da cidade e a condição da Colônia, onde as instituições da metrópole tinham que ser recriadas. Pode-se dizer, no entanto, que foi somente nesse século que a Colônia, depois de Império brasileiro, passou a contar com um aparato institucional diversificado na qual passaria a contribuir com o desenvolvimento da ciência brasileira [...]. (ARAÚJO, 2010, p. 25)

Devido ao fato de a Família Real estar no Brasil, houve melhorias na infraestrutura das cidades, principalmente no Estado do Rio de Janeiro. Uma das mais importantes para a

⁴ Galáxia espiral à qual pertence a Terra, de diâmetro igual a 100.000 anos-luz e espessura de 16.000 anos-luz. A faixa luminosa que atravessa o céu e que podemos facilmente observar é o plano horizontal desta espiral. (MOURÃO, 1987, p. 841)

astronomia foi a criação do *Observatório Astronômico* em 1827, que, alguns anos depois em 1846, se tornaria o *Imperial Observatório* conforme a figura 5. Inicialmente contava com uma estrutura insuficiente e precária a qual, somente depois da metade do século, foi contemplado com melhorias e passou a ser considerado instituto de pesquisa. Um dos entusiastas mais celebres desse observatório foi Dom Pedro II, que doou vários instrumentos pessoais ao observar que a infraestrutura do local ainda era defasada. (FARIA, 2009)

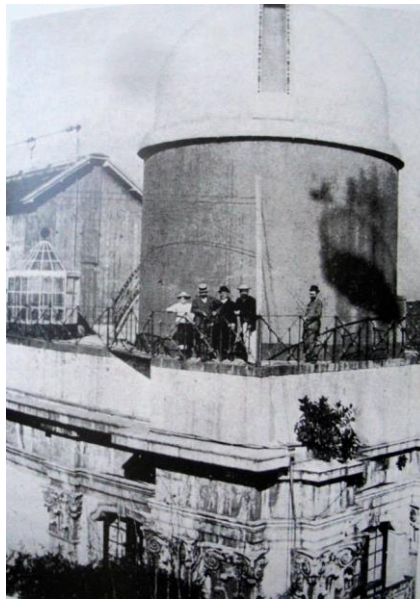


Figura 5: Imperial Observatório, no Morro do Castelo, Rio de Janeiro.

Fonte: PINTEREST, 2015.

Ao fim do século XIX e início do século XX, o Brasil Império se tornou república, fato de grande importância histórica e que ocasionou mudanças na sociedade, na política, na economia e em muitos outros setores. O antigo *Observatório Imperial*, foi renomeado como *Observatório Nacional* (ON). Pioneiro no país em observação de radioastronomia foi inaugurado o *Observatório de São Paulo* somente em 1941, conforme na figura 6. (MORAES, 1955)



Figura 6: Observatório de São Paulo.

Fonte: <http://netleland.net/tag/observatorio-de-sao-paulo>

O primeiro curso de astronomia foi inaugurado na década de 60 no *Observatório do Valongo* na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Em 1965 foi efetuada a compra de um telescópio pelo *Observatório Nacional*, iniciando os trabalhos e publicações de nível internacional. Com a construção do *Observatório Astrofísico Brasileiro* (OAB), tornou-se possível a formação de mestres e doutores. Em 1970, instalou-se na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) um observatório com um telescópio refletor de 52 cm, que possibilitava o desenvolvimento de pesquisas e disciplinas de Pós-Graduação em Astrofísica. (FARIA, 2009. p.187- 188)

Em 1976 o Ministério da Educação e Cultura, atualmente denominado Ministério da Educação (MEC), começou a financiar o *Observatório Nacional* por meio do Conselho Nacional de Pesquisa, atual Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). (FARIA, 2009, p. 192)

O gerenciamento do então chamado Observatório Astrofísico Brasileiro ficou a cargo do Observatório Nacional, um instituto do CNPq, no Rio de Janeiro. Foram então, terminados os trabalhos de construção do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA). Até 1984, o OAB foi uma Divisão do Observatório Nacional. Em 1985 o CNPq criou o Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA), que, por motivos logísticos, ainda permaneceu ligado administrativamente ao ON. Foi somente em 1989 que o CNPq promoveu a independência administrativa, dando-lhe a autonomia necessária para pleno funcionamento. (ARAÚJO, 2010 p. 27)

A partir de 1970 a astronomia teve um crescimento incomensurável, começando a integrar vários cursos superiores e de pós-graduação em diversas instituições públicas e particulares de ensino, além de uma ampla participação no cenário internacional em astronomia, astrofísica e astrobiologia.

3 Astronomia na Educação Básica e Ensino Superior

O ensino de astronomia tanto na Educação Básica quanto em cursos superiores como licenciaturas em Física ou Ciências, devem estar integrados, mostrando-se necessária uma análise destas duas vertentes, pois o objeto estudado pelos futuros professores em suas graduações deve estar de acordo com o conteúdo que lecionarão posteriormente.

3.1 Astronomia na Educação Básica

A Educação Básica é vista com importância por ter influência direta na qualidade de vida dos estudantes, esta que compreende desde os anos iniciais do aluno até o início de sua vida adulta. A partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB - 9.394/96), passou a ser estruturada por etapas e modalidades de ensino, englobando a Educação Infantil, o Ensino Fundamental obrigatório de nove anos e o Ensino Médio (EM) com três anos (Brasil, 1996). Entretanto, tal ponto de vista não é compartilhado por grande parte dos alunos, que por sua vez foram desestimulados por inúmeros fatores, entre eles: o ensino dos conteúdos de forma monótona, os erros em algumas teorias apresentadas a eles e falhas na maneira de como o ensino é aplicado por seus professores (LANGHI, 2012); fatores esses que podem ser combatidos nos cursos de formação de professores.

Foram desenvolvidas pesquisas sobre o Ensino de Astronomia no âmbito da educação básica (Ensino Fundamental e Médio), desde suas modalidades de aplicação, sobre erros conceituais e sua importância em uma sociedade (VIDAL, 2010). Foi constatado que, nos últimos anos, o acesso a informação vem sendo popularizado por meio de sites, aplicativos, revistas, dentre outros. O que se mostra alarmante é como as pessoas consomem esse conteúdo, muitas vezes de forma incorreta, trazendo certo nível de desinformação, sem mencionar o fato de que uma parte considerável da população brasileira nem sequer tem acesso a esse conteúdo (MOREIRA, 2006).

Como observado na história da astronomia, o ensino de Física refletiu um atraso relativamente recente no Brasil, ao voltar-se as décadas de 1950 e 1960, quando padrões internacionais começaram a ser utilizados no ensino, tornando o ensino de Física obrigatório na Educação Básica. Foi implementado no Brasil em 1962 o *Physical Science Study Committee* (PSSC), em tradução *Comitê de Estudo de Ciências Físicas*, criado nos Estados Unidos com o objetivo de elaborar materiais didáticos para abordar a Física de forma menos abstrata, chegando ao Brasil pelo Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC). Outros

projetos tentaram ser implementados como o *Projeto de Ensino de Física*, mas em sua íntegra todos foram descontinuados, pois as necessidades dos alunos brasileiros se mostraram diferentes ao que os projetos propunham. (VIDAL, 2010)

Somente na década de 1980 o Ensino de Física se homogeneizou no território brasileiro, trazendo adequações para o cotidiano dos alunos. Em 1996 a Lei n. 9.394 de Diretrizes e Bases (LDB) passa a considerar o Ensino Médio (EM) como etapa final da Educação Básica, tendo como finalidade fornecer meios para o educando progredir no trabalho, na continuação dos estudos e garantir ao mesmo uma formação comum para o exercício da cidadania. Em 2002 foi elaborado o PCN+, abordando a interdisciplinaridade, garantindo assim uma organização do conhecimento mais contextualizada. (VIDAL, 2010)

[...] A presença do conhecimento de Física na escola média ganhou um novo sentido a partir das diretrizes apresentadas nos PCN. Trata-se de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. Nesse sentido, mesmo os jovens que, após a conclusão do ensino médio não venham a ter mais qualquer contato escolar com o conhecimento em Física, em outras instâncias profissionais ou universitárias, ainda assim terão adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem. [...] (BRASIL, 2002, p. 1)

Por função, os PCN+ do Ensino Médio buscam trazer uma nova visão da Física. Relações que antes não eram abordadas começaram a ser trabalhadas, entre elas analogias entre a vida do aluno através seu cotidiano e a Física; criando uma relação sólida entre elas, a interdisciplinaridade entre as disciplinas mesmo não sendo consideradas afins (porém com pontos em comum) e pôr fim a contextualização histórica mostrando a construção do conhecimento por meio das eras e os seus grandes nomes.

Desta forma foram elaborados seis temas estruturadores com o objetivo de organizar o ensino de Física, como mostra o quadro 1.

F1	Movimentos: variações e conservações
F2	Calor, Ambiente, Fontes e Usos de Energia
F3	Equipamentos Eletromagnéticos e Telecomunicações

F4	Som, Imagem e Informação
F5	Matéria e Radiação
F6	Universo, Terra e Vida

Quadro 1: Relação de temas estruturadores Ensino Médio.

Considerando os 6 temas descritos pelo PCN+ a serem trabalhados, o ensino de astronomia é incluído no tema F6: Universo, Terra e Vida; o qual é subdividido em três tópicos descritos pelo PCN+ Ensino Médio:

O PCN+ no ensino de astronomia se divide em três temas:

- i) Terra e sistema solar*
- ii) O Universo e sua origem*
- iii) Compreensão humana do Universo*

De acordo com o currículo, os três temas devem ser trabalhos no primeiro ano do EM; sendo assim, o material desenvolvido por este trabalho se enquadra no primeiro tema. “*Terra e Sistema solar*” sendo descrito:

“[...] conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia/noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.); compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites. ” (BRASIL, 2002)

Embora analisado e compreendido que o conteúdo indicado é correlato ao ideal, ao direcionar a atenção aos alunos da Educação Básica, observa-se que boa parte deles apresentam concepções conceituais que não representam o mundo de forma adequada sobre alguns fenômenos envolvendo a Terra e o Sistema Solar, como por exemplo: estações do ano, fuso horários, inclinação do plano terrestre, e outros conteúdos referente à relação Sol-Terra; além de desconhecerem alguns termos específicos como Equinócios, Solstício. (PRUDENTE, 2016)

Ao voltar-se ao material didático disponível tanto para alunos quanto professores e comparando-os aos PCNs+, é possível verificar uma deficiência no que tem por função auxiliar a forma de como o professor trabalhará e conseqüentemente tem influência direta na formação de cidadãos. Sendo assim, qualquer problema no ensino pode afetar a vida futura dos alunos.

3.2 Formação dos professores

De acordo com Serafim (2001), modelos teóricos são conceitos que representam a realidade. Deduz-se que o aluno que não relaciona o conhecimento científico com situações vividas em seu cotidiano, não foi capaz de compreender a teoria de forma satisfatória; sendo positivamente vistos aqueles aptos a fazer tal correlação.

Referindo-se a formação de professores, Garcia (1999) aponta oito características essenciais que qualquer curso de licenciatura deve considerar em sua estruturação.

- 1. Conceber a formação de professores como um contínuo, sendo que o desenvolvimento profissional é um projeto ao longo da carreira docente, desde a formação inicial.*
- 2. Integrar a formação de professores em processos de mudança, inovação e desenvolvimento curricular.*
- 3. Vincular o processo de formação de professores com o desenvolvimento organizacional da escola, além de salientar que é a formação que adota como problema e referência o contexto próximo dos professores, aquela que tem maiores possibilidades de transformação da escola.*
- 4. Articular e integrar a formação de professores com os conteúdos propriamente acadêmicos e disciplinares e a formação pedagógica.*
- 5. Integrar teoria e prática na formação de professores.*
- 6. Isomorfismo entre a educação recebida pelo professor e o tipo de educação que futuramente lhe será pedido que desenvolva mediante seus alunos.*
- 7. Individualização, aprender a ensinar não deve ser um processo homogêneo a todos os sujeitos, será necessário conhecer as características individuais.*
- 8. Adotar uma perspectiva que saliente a importância da indagação e o desenvolvimento do conhecimento a partir do trabalho e reflexão dos próprios professores.*

Portanto se o conhecimento não é concreto para o professor em sua disciplina, aplicando-se neste caso à Física, mais especificamente em astronomia; o senso comum destaca-se mediante as teorias e práticas de ensino. Estas concepções devem ser analisadas e “colocadas

à luz”, para que possam caso inconsistentes, serem desmitificadas enquanto ainda em seu curso superior. (IACHEL, 2009)

A fim de auxiliar os alunos, foi elaborado um material experimental de apoio ao ensino de astronomia, mais especificamente com a relação Sol-Terra, seus movimentos e fenômenos em diferentes perspectivas. Para a sua criação, foram considerados aspectos pertinentes sua utilização no maior número de fenômenos possíveis, entre eles, a facilidade de replicação e o custo benefício para que os graduandos e futuros professores possam recriar os equipamentos ao lecionar em escolas; proporcionando uma aprendizagem significativa para eles em primeiro plano e consequentemente aos seus alunos.

3.3 Curso de Licenciatura em Física FCT- Unesp

Visto que o trabalho a ser executado aplica-se na Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCT - Unesp) no curso de Licenciatura em Física, torna-se necessário analisar componentes da grade de disciplinas oferecidas.

Dado que não existiam cursos de Licenciatura em Física em um raio de 180km da cidade de Presidente Prudente, em 1990 foi iniciado o processo para a sua instalação na Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT) Unesp. Após três anos de discussões internas, o curso foi aprovado pela Congregação em 1993.

Tendo essa situação em vista, a Reitoria e os relatores iniciaram uma análise interna da proposta que somente em 1996 retornaria requerendo alguns esclarecimentos, entretanto para sua implantação. Ao efetuar o reencaminhamento da proposta, foi levada em consideração a realidade da Universidade, principalmente com relação às contratações e a necessidade de cursos noturnos, além das alterações sugeridas com a implantação da nova LDB. O curso de Licenciatura em Física foi reconhecido em 14 de dezembro de 2005, parecer CEE n457/2005. (PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA DA FCT)

A grade curricular obteve sua última modificação curricular no ano de 2015, na qual a disciplina de Astronomia Básica foi introduzida como disciplina obrigatória com carga horária total de 60 horas, a ser cursada no segundo semestre do terceiro ano de Licenciatura em Física (Anexo I). Essa disciplina tem por função a formação de professores de Física com ampla qualificação nos conteúdos propostos pelo seu conteúdo definido.

A disciplina de Astronomia Básica tem em seus objetivos na função de formação de futuros professores, como também (PROGRAMA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO):

1. *Orientar os conteúdos de Física Básica no estudo da Astronomia.*
2. *Conhecer e manipular experiências demonstrativas que auxiliem ao professor nas suas aulas de Física, tendo em vista a grande quantidade de conteúdos presentes nos programas de ensino das escolas.*
3. *Conhecer e organizar as informações do tema para permitir uma fácil transferência e intercâmbio com outras disciplinas.*

O conteúdo programático a ser trabalhado é dividido em oito temas, a considerar:

1. *Localização na Terra; Linha do tempo; O gnomon; linha meridiana; polos magnéticos; declinação magnética.*
2. *Localização no espaço; A esfera celeste, sistema horizontal de coordenadas: Azimute a altura; Sistema equatorial de coordenadas: declinação e ascensão da reta, ponto vernal.*
3. *Estações do ano; Calendários.*
4. *Gravitação; Leis de Gravitação Universal; Energia Potencial Gravitacional; Leis de Kepler.*
5. *Telescópios e outros instrumentos de observação.*
6. *Estrelas; Galáxias e outros astros; Buracos negros.*
7. *Ciclo de Vida das estrelas.*
8. *Modelos do universo.*

De acordo com a ementa, o kit experimental se encaixa não somente nos desígnios da disciplina, mas como também no terceiro item do conteúdo programático, Estações do ano e Calendários, em conformidade com os objetivos do trabalho a ser aplicado.

4 Referencial teórico da pesquisa

Ao refletir sobre determinadas teorias da aprendizagem, observou-se que nos dois últimos séculos, vários autores dispuseram de fundamentos relevantes para explicar os mecanismos de aprendizagem em ambientes formais de ensino. Moreira (1999) destacou alguns destes teóricos como: B. F. Skinner (1904 – 1990), L.S. Vygotsky (1896 – 1934), George Kelly (1905 - 1967), Carl Rogers (1902 - 1987), David Ausubel (1918 – 2008) e Joseph D. Novak (1932 – atual).

Dentre as principais teorias analisadas, a que mais estabeleceu subsídios teóricos sustentando sua aplicação neste trabalho foi a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) elaborada por David Ausubel, (figura 7). Tal escolha foi feita pois se fundamenta no conhecimento inicial do aluno e utiliza-se dele como base para protagonizar a aprendizagem. Ausubel denota que professores devem criar situações didáticas que se relacionem a uma determinada estrutura cognitiva prévia com os novos conceitos. (MORAES, 2005)

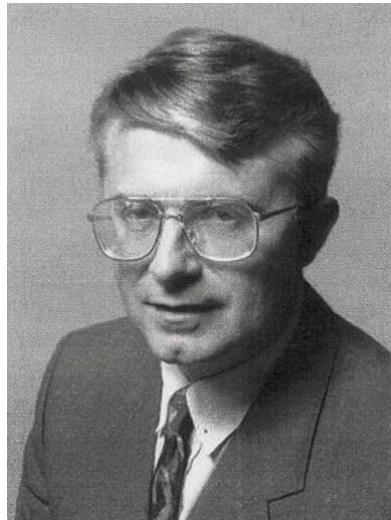


Figura 7: Fotografia de David Ausubel.

Fonte: <https://novaescola.org.br/conteudo/262/david-ausubel-e-a-aprendizagem-significativa>

A Teoria da Aprendizagem Significativa ou simplesmente TAS afirma que para que ocorra aprendizagem significativa é necessário que se utilize de experiências já vivenciadas pelo aluno, compreendendo que a estrutura cognitiva pode ser considerada como um conjunto de ideias, conteúdos, conceitos, pensamentos e a forma conforme é efetuada essa organização. (DARROZ, 2010)

De acordo com Moreira (2012), para que a aprendizagem se torne significativa é necessário que dois pré-requisitos sejam respeitados:

“Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.” (MOREIRA, 2012, p. 2)

Como já dito anteriormente, um elemento de suma importância para a aprendizagem significativa é o da experiência prévia, que pode se exteriorizar como: um símbolo, um modelo mental ou uma imagem; o que Ausubel denomina *subsunçor* ou *ideia âncora* (Moreira, 2012). Em termos simplificados, subsunçor é o nome dado ao conhecimento específico de um certo conteúdo, que permite dar significado a um novo conhecimento apresentado ou descoberto pelo indivíduo. (MOREIRA, 2010)

A Aprendizagem Significativa se caracteriza pela interação entre os subsunçores e o novo conhecimento ao passo que essa interação seja não literal e não arbitrária, a exemplo do descrito por Moreira (2012):

[...] para um aluno que já conhece a Lei da Conservação da Energia aplicada à energia mecânica, resolver problemas onde há transformação de energia potencial em cinética e vice-versa apenas corrobora o conhecimento prévio dando-lhe mais estabilidade cognitiva e talvez maior clareza. Mas se a Primeira Lei da Termodinâmica lhe for apresentada (não importa se em uma aula, em um livro ou em um moderno aplicativo) como a Lei da Conservação da Energia aplicada a fenômenos térmicos ele ou ela dará significado a essa nova lei na medida em que “acionar” o subsunçor Conservação da Energia, mas este ficará mais rico, mais elaborado, terá novos significados pois a Conservação da Energia aplicar-se-á não só ao campo conceitual da Mecânica, mas também ao da Termodinâmica. (MOREIRA, 2012, p. 2)

Existem duas condições imprescindíveis para que a aprendizagem significativa transcorra: o material deve ser potencialmente significativo e o educando deve estar pré-disposto a aprender.

Para a primeira condição implica-se que o material de aprendizagem (livros didáticos, aulas, experimentos, aplicativos e simuladores) deve ter um significado lógico, mantendo sua forma não arbitrária e não literal. Respectivamente para a segunda premissa, o aluno deve ter uma estrutura cognitiva de ideias âncoras relevantes, para que todo o material utilizado faça

sentido. Em outras palavras, a estrutura cognitiva e o conhecimento prévio necessário do aprendiz devem estar vinculados.

Enfatiza-se que o material utilizado tem um caráter *potencialmente significativo*, pois este depende diretamente das pessoas envolvidas. Concomitantemente, a segunda condição se mostra mais difícil de se concretizar, pois o aluno deve querer relacionar os novos conhecimentos de forma não arbitrária e não literal com suas ideias ancoras; em outras palavras, estar predisposto a aprender. (MOREIRA, 2009)

Em suma, no que se refere a TAS associada à astronomia, grande parte dos alunos já entraram em contato com notícias, aplicativos ou sites da internet, ressaltando o quanto torna-se imprescindível o conhecimento prévio do aluno para que se possa ter uma aprendizagem significativa; aliás, suas vidas cotidianas são repletas de vivências e experiências que dialogam com os conteúdos previstos pelo currículo de ensino. Partindo desse panorama, o kit experimental desenvolvido com base nas experiências que o aluno tem em seu cotidiano, cria uma ponte cognitiva entre os conhecimentos prévios e aqueles que o aluno adquirirá ao manusear o material, tornando os equipamentos potencialmente significativos para sua aprendizagem.

5 Resumo teórico dos fenômenos abordados

Visto que o equipamento foi elaborado para que abrangesse alguns fenômenos concernentes a relação Sol-Terra, mostrou-se necessário expor os mesmos de forma resumida neste trabalho. É indispensável para que possam ser introduzidos os conceitos de estações do ano, equinócios e solstícios; exemplificar de forma simples a inclinação do eixo terrestre em relação ao plano orbital, a rotação que a Terra faz em torno do seu próprio eixo e o fenômeno de translação (movimento que a Terra faz em torno do Sol). Por fim, encerra-se com o movimento relativo solar, onde a posição do Sol se modifica de acordo com a época do ano, fato esse que ocorre de forma corriqueira no cotidiano do aluno.

5.1 Rotação da Terra

Rotação da Terra é o movimento que a Terra faz em torno do seu próprio eixo. Esse movimento se faz no sentido anti-horário quando observada pela parte ‘superior’, de oeste para leste com duração aproximada de 24 horas. Devido a esse movimento, a luz solar se distribui na superfície do planeta resultando na sucessão de dias e noites, conforme a representação da figura 8.

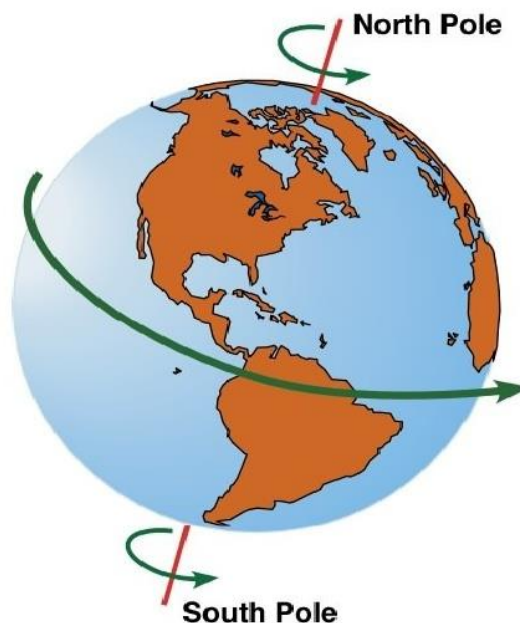


Figura 8: Eixo de Rotação da Terra.

Fonte: <https://pt.slideshare.net/edsonluz/movimentos-terra-e-fusos-horrios>

Ressalta-se que que existe uma inclinação do eixo de rotação da Terra de aproximadamente $23,5^\circ$ em relação ao plano da órbita terrestre, causando uma diferença na incidência solar nos hemisférios, criando assim as estações do ano.

5.2 Translação terrestre

É o movimento que a Terra e os outros planetas realizam orbitando o Sol e em seu movimento ela percorre um *caminho*. Em outras palavras uma órbita, com o formato elíptico onde o Sol está em um dos focos, porém com excentricidade quase nula, podendo ser considerada até circular. Conforme a representação didática da figura 9, observa-se que a representação enfatiza esta excentricidade. O tempo necessário para percorrer essa órbita é de 365 dias, 5 horas e 48 minutos.

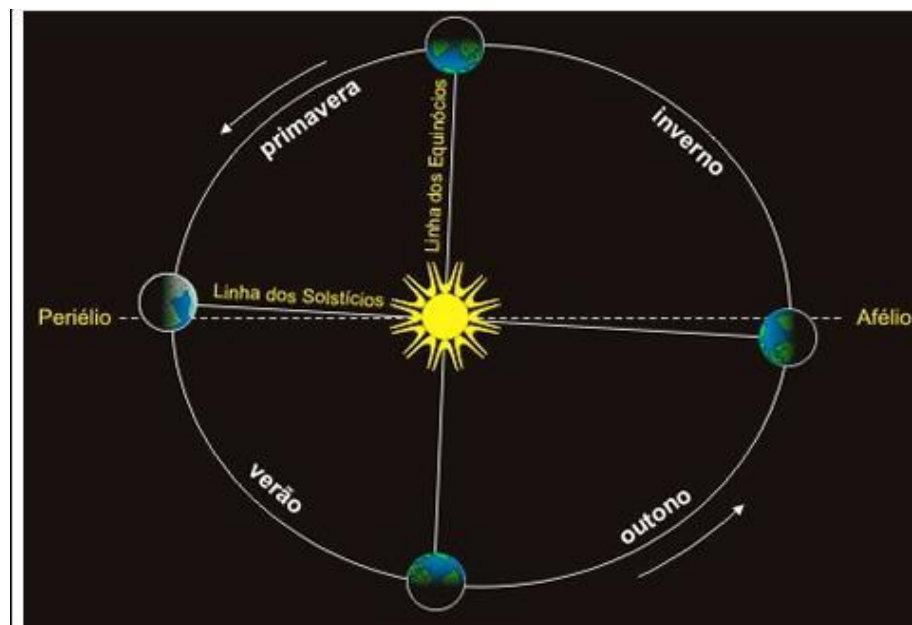


Figura 9: Órbita do Terra ao redor do Sol.

Fonte: http://www.uff.br/geoden/index_arquivos/sistema_solar_geodef2.htm

5.3 Estações do ano

O fenômeno de rotação somado ao de translação e ao eixo de inclinação terrestre é responsável pela criação das estações climáticas. Em diferentes épocas do ano, a incidência de iluminação solar fica distinta estando sujeita a latitude do lugar, assim criando diferentes climas

em diferentes lugares. Estes fenômenos são cíclicos, ano após ano, influenciando também o local do nascer e pôr do sol, que deveria ser na direção leste fato que não ocorre pontualmente, seguindo mais ao norte ou sul dependendo da estação do ano.

Em virtude dessa dinâmica, o planeta possui um total de quatro estações no ano: primavera, verão, outono e inverno. Aliás, essa divisão é hoje adotada em razão da matriz europeia a qual se constituíram as ciências, pois nesse continente elas são facilmente percebidas. Em regiões mais próximas à linha do Equador, por exemplo, o comum é que se perceba apenas duas grandes estações, uma predominantemente seca e a outra chuvosa. (PENA, 2010)

Devido à inclinação do eixo de rotação, podem existir três possibilidades: o Hemisfério Norte ou Hemisfério Sul com maior incidência de luz solar ou quando os dois hemisférios têm a mesma incidência. Quando um dos hemisférios tem maior incidência, é verão e conseqüentemente inverno no outro hemisfério, ou vice e versa. Porém, quando a linha do Equador é perpendicular aos raios solares, as duas partes recebem a mesma quantidade de luz, logo, em um hemisfério é outono e na outra primavera, conforme a representação didática indicada na figura 10.



Figura 10: Estações do ano.

Fonte: <http://marcosbau.com.br/geogeral/fusos-horarios-solsticios-equinocios-e-coordenadas-geograficas/>

Existem dias em que ocorre a transição entre a incidência solar dos hemisférios. Esses dias chamam-se Equinócios. No dia 21 de março, os raios solares incidem perpendicularmente

sobre a linha do Equador conforme a figura 11, tendo o dia e a noite a mesma duração na maior parte dos lugares da Terra, partindo disto o nome "equinócio" (noites iguais aos dias). Neste dia no Hemisfério Norte é o equinócio de primavera - e no Hemisfério Sul, o equinócio de outono. No dia 23 de setembro, ocorre o contrário: o que antes era equinócio de primavera torna-se equinócio de outono, e vice e versa.

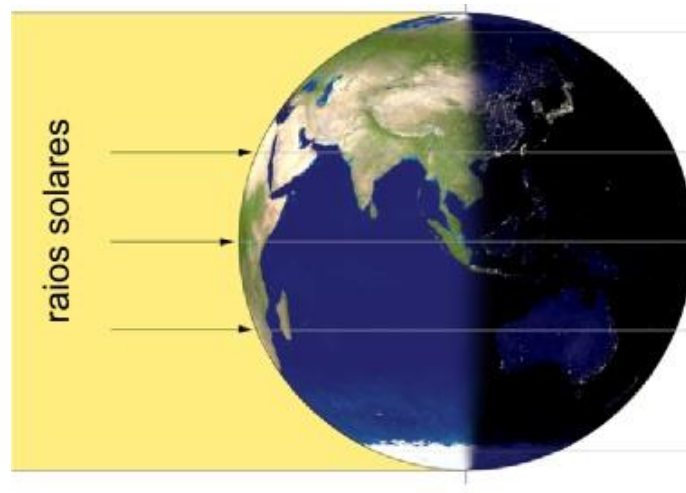


Figura 11: Equinócio no globo terrestre.

Fonte: <http://escolakids.uol.com.br/solsticios-e-equinocios.htm>

Logo, os solstícios são os períodos em que a Terra tem diferentes níveis de incidência solar sobre os hemisférios, conforme mostra a figura 12. Deste modo, no dia 21 de junho há a indicação do solstício de inverno no Hemisfério Sul (e de verão no Hemisfério Norte), com dias menores que as noites. No dia 21 de dezembro, ocorrem os solstícios de verão no nosso hemisfério, com noites menores que os dias.



Figura 12: Representação de Solstícios de Verão e Inverno.

Fonte: <http://escolakids.uol.com.br/solsticios-e-equinocios.htm>

5.4 Movimento aparente solar

O sistema solar quando observado de forma externa, conforme descrito anteriormente, pode ser descrito por outra perspectiva, entretanto, o que ocorre no cotidiano pode ser observado e vivenciado por todos. A posição relativa do Sol muda através dos meses criando um padrão denominado analema solar, conforme a figura 13.

“Na Terra, a região entre latitudes $-23,5^\circ$ (trópico de Capricórnio) e $+23,5^\circ$ (trópico de Câncer) é chamada de região tropical. Nessa região, o Sol passa pelo zênite duas vezes por ano, com exceção dos dois trópicos, onde passa uma única vez. Fora dessa região o Sol nunca passa pelo zênite. As linhas de latitudes $+66,5^\circ$ e $-66,5^\circ$ são chamadas Círculos Polares, norte ou sul. Para latitudes mais ao norte do Círculo Polar Norte, ou mais ao sul do Círculo Polar Sul, o Sol permanece 24 horas acima do horizonte no verão e 24 horas abaixo do horizonte no inverno”. (OLIVEIRA E SARAIVA, 2012)

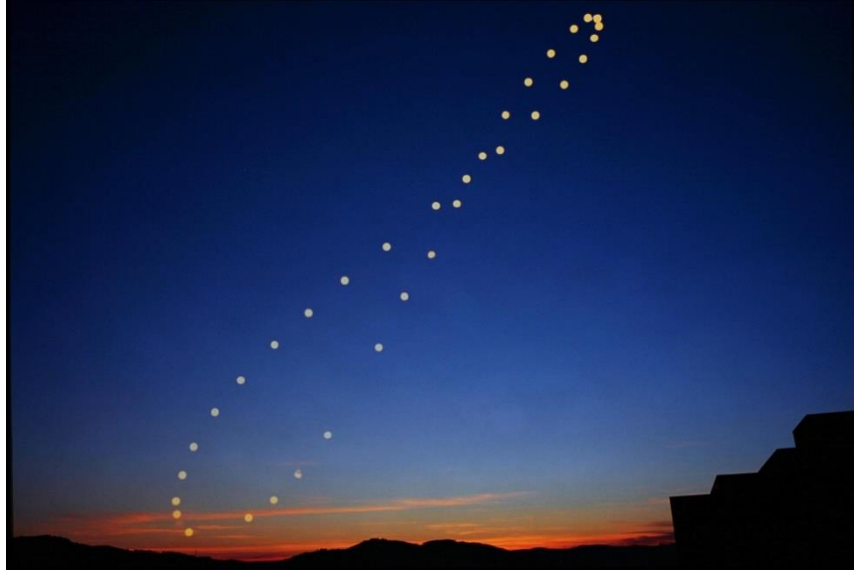


Figura 13: Representação do movimento relativo do Sol.

Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/tempo/mas.htm>

Durante o ano o Sol se apresenta em posições distintas, influenciando na forma como as sombras se apresentam, a cada dia tomando uma posição diferente, conforme a figura 14-A; sendo assim, somente em determinadas épocas do ano a luz solar entraria por algumas janelas ou portas. Utilizando-se desse fenômeno foram desenvolvidos vários modelos de heliodons, conforme a figura 14-B. Sua construção pode ser desde exigindo uma complexidade elevada até a mais simplória e caseira diminuindo seu custo, a fim de facilitar a replicação e à elaboração de um equipamento que cumprisse o papel de representar de forma precisa, mesclando as vantagens de cada modelo e que demonstrasse a posição relativa do Sol fielmente, desde sua aurora até seu crepúsculo.

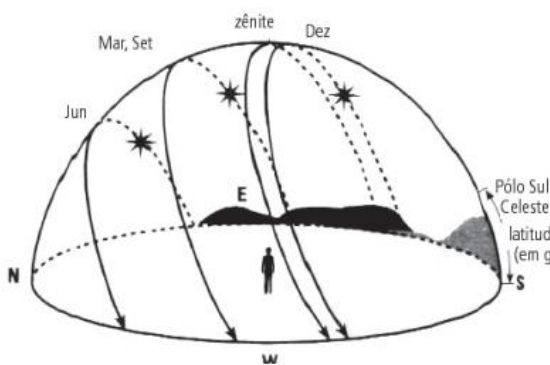


Figura 14-A: Trajetória do Sol nos dias do solstício e equinócio.

Fonte: LIMA e MOREIRA, 2005, p.12.



Figura 14-B: Heliodon simplificado.

Fonte: <http://www.heliodon.com.br>

6 Materiais e métodos

A aplicação do simulador foi dividida em algumas etapas: a construção e adequação dos dois equipamentos; o desenvolvimento do roteiro de aplicação; a coleta dos dados iniciais, finais, da aplicação dos equipamentos e, por fim, a interpretação dos dados obtidos verificando assim sua eficácia e possíveis correções a serem feitas.

6.1 Elaboração dos materiais

Foram elaborados dois equipamentos: o primeiro representa um sistema de translação e rotação da Terra em relação ao Sol e o segundo visa demonstrar a posição relativa do Sol durante o ano para observadores na superfície terrestre. Para uma replicação dos equipamentos por outros profissionais do ramo educacional, foram utilizados materiais de baixo custo na construção de ambos, acompanhado de um passo-a-passo para a confecção desses equipamentos.

6.1.1 Elaboração do simulador Sol-Terra

Para a elaboração desse equipamento foi criado um passo-a-passo (Apêndice I) de construção do equipamento utilizando materiais de fácil aquisição e, assim, mantendo sua simplicidade, como: cano PVC, madeiras cortadas, bastão de alumínio vazado, parafusos, soquetes de lâmpadas, globo terrestre em miniatura, lâmpada incandescente, papel cartão colorido, EVA preto, barra de alumínio; além de ferramentas básicas como: martelo, serra de corte de alumínio, chave de fenda e cola. Como resultado final, tem-se o equipamento, mostrado na figura 15.

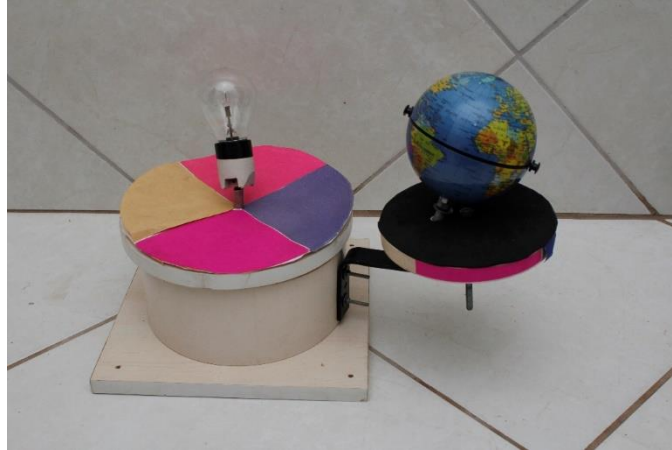


Figura 15: Simulador Sol-Terra finalizado.

Fonte: Próprio autor.

6.1.2 Simulador do movimento aparente do Sol

Esse simulador tem como objetivo complementar o primeiro equipamento implementando outro ponto de vista, para o qual também foi elaborado com um passo-a-passo (Apêndice II). Esse equipamento utilizou-se do mesmo princípio de simplicidade em sua construção. Por esse motivo foram utilizados somente: placas de MDF, arame galvanizado, LED, suporte de pilhas AA, fio fino, parafusos, além das ferramentas necessárias, como: chave de fenda, alicate e furadeira (caso precise de algum ajuste). Para o acabamento e construção da minicidade, utilizou-se caixas de fósforo, cola, papel cartão de várias cores e EVA verde; tendo como resultado final o representado na figura 16.

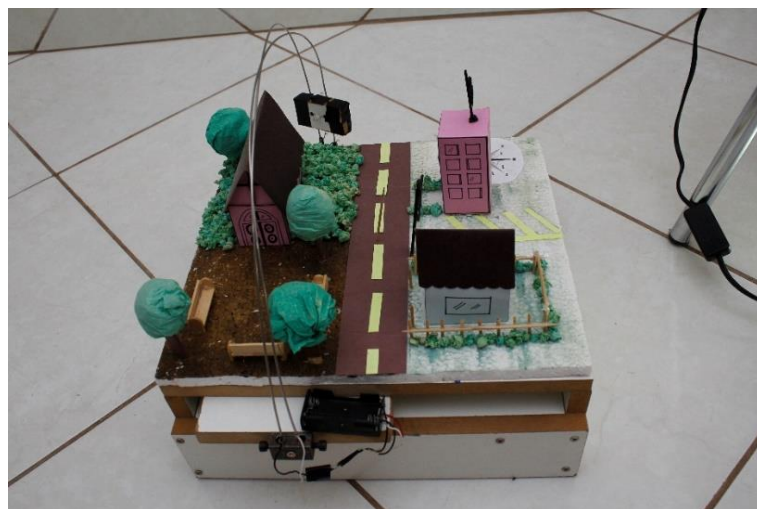


Figura 16: Simulador do movimento aparente do Sol.

Fonte: Próprio autor.

Foi empregado um padrão de cores tanto no simulador Sol-Terra quanto no simulador do movimento aparente do Sol, conforme a figura 17, possibilitando assim ao aluno relacionar as posições do Sol em cada plataforma, e por meio de observações, relacionar seu cotidiano com o movimento do Sol, estações do ano e outros fenômenos.



Figura 17: Produtos finais.

Fonte: Próprio autor.

6.1.3 Elaboração do material de apoio

Para a criação do material de apoio, foi necessário verificar quais conteúdos os simuladores deveriam abordar, o modo como isso deveria ser feito e o tempo necessário para sua execução. A aplicação foi efetuada em duas etapas, sendo a primeira no curso de licenciatura e a segunda no Ensino Médio. Para ambas, o primeiro passo foi averiguar o nível de conhecimento prévio dos alunos, e, para isso, foram elaborados dois questionários pertinentes a cada nível: um de aplicação inicial ao ensino superior (Apêndice III) e outro ao EM (Apêndice IV).

O questionário inicial para o curso de licenciatura foi dividido em duas partes, tendo no total quatorze questões. A primeira parte contém cinco perguntas relacionadas ao contato prévio que os alunos têm no que tange *astronomia*. A segunda parte envolve nove questões teóricas abrangendo o mesmo conteúdo (astronomia), como: as estações do ano, os trópicos, a duração do dia e o movimento relativo do Sol. Ao final, outro questionário foi empregado, esse por sua vez, buscou observar qual relação os alunos apresentaram a despeito dos equipamentos, como críticas e sugestões.

No questionário aplicado no EM, foi levado em conta que os alunos teriam um contato prévio superficial sobre o tema, se comparado aos graduandos, além do tempo disponível para a aplicação em aula ser menor. Buscando verificar se estes conhecem conceitos referentes às estações do ano, trópicos de câncer e capricórnio, sol-a-pino e movimento aparente solar, foi elaborado um questionário com seis questões abertas.

Para o uso do equipamento torna-se necessário a adoção de materiais para roteirizar e indicar uma maneira para o contato de forma proveitosa, e pelos mesmos motivos anterior foram criados dois, um para a graduação (Apêndice V) e outro para os alunos do EM (Apêndice VI) contendo os passos a serem efetuados, abordando de modo ordenado os fenômenos e otimizando de forma ideal uma aprendizagem significativa na vida dos envolvidos. Pretendia-se trabalhar em grupos de entre duas a três pessoas por vez durante os experimentos, pois o tempo disponível era fixo, não podendo se alongar por várias aulas em ambas as turmas.

Ao final da aplicação foi utilizado um questionário de satisfação e opinião, para que ambos os níveis pudessem avaliar e demonstrar quais foram as dificuldades encontradas no decorrer do processo e conceitos que foram adquiridos. É válido ressaltar que também foram desenvolvidos questionários separados para cada nível (Apêndice VII para o curso de licenciatura e Apêndice VIII para o EM).

6.2 Aplicação dos equipamentos

A avaliação e análise dos resultados ficou dividida entre uma turma de estudantes de uma licenciatura e uma turma de alunos do primeiro ano do EM, mostrando a necessidade de uma abordagem qualitativa na pesquisa sobre os conceitos trabalhados por meio dos equipamentos. Esta metodologia de coleta de dados foi adotada, pois de acordo com Gerhaedt e Silveira (2009) este tipo de interpelação busca *“explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, mas não quantificam os valores e as trocas simbólicas nem se submetem à prova de fatos, pois os dados analisados são não-métricos (suscitados e de interação).”*

6.2.1 Desenvolvimento no curso de Licenciatura em Física

Para a primeira execução do trabalho no ano de 2017 foi selecionada a turma do terceiro ano de Licenciatura em Física da Universidade Estadual Paulista em Presidente Prudente, pois a disciplina de Astronomia Básica é ministrada neste ano da graduação. Foi utilizada a primeira

aula da disciplina de Astronomia Básica da turma para trabalhar os questionários e os experimentos, pois, para uma análise precisa, foi necessário que tivessem o mínimo contato com a astronomia no ensino superior; sendo assim somente a bagagem vinda do ensino médio e de sua vida cotidiana para responder as questões e trabalhar com os equipamentos não seria suficiente.

Sendo o intuito do trabalho verificar a eficácia do equipamento e também possíveis pontos a serem melhorados, foi selecionado um grupo de 12 alunos da turma citada de graduandos do terceiro ano de Licenciatura em Física, com o tempo de aplicação sendo de 3 horas do período noturno. Antes do início da aplicação do material, o equipamento foi disposto em um laboratório a parte da sala onde os alunos têm aula para que eles não observassem e não tivessem contato prévio com ele a fim de não influenciar as respostas no questionário inicial.

Após o início da aula, foi exposto aos alunos a existência da pesquisa, quais eram seus objetivos e como funcionariam os próximos passos da aplicação. Da mesma forma foi entregue o questionário inicial para que pudessem responder, com um tempo disponível de 20 minutos. A Figura 18 mostra os alunos da graduação respondendo ao questionário.



Figura 18: Alunos respondendo ao questionário inicial.
Fonte: Próprio autor.

À medida que os alunos terminavam e entregavam o material, foram formados grupos de maneira livre com 4 integrantes que foram imediatamente encaminhados para o outro laboratório. Chegando lá, os equipamentos estavam dispostos em uma bancada com o roteiro

experimental; em seguida trabalhando nesse roteiro e fazendo o que foi proposto por ele. Caso apresentassem dúvidas, poderiam questionar o aplicador livremente.

Ao iniciar o roteiro, foi requisitada a utilização do Simulador Sol-Terra, por meio da qual foram feitas algumas indagações sobre a posição da Terra em relação às cores e qual hemisfério estaria frente ao Sol. A figura 19 mostra um dos grupos realizando esta etapa da atividade.



Figura 19: Aplicação do Simulador Sol-Terra.

Fonte: Próprio autor.

Em seguida, o roteiro solicitava o manuseio do experimento sobre a posição relativa do Sol. Este experimento seguia o mesmo padrão de cores, porém simulando o céu de Presidente Prudente – SP. Com isso, foi possível verificar os que ocorrem em um equipamento e sua equivalência no outro, mostrando duas visões distintas de um mesmo fenômeno: a rotação da Terra ao redor do Sol e suas implicações; conforme a figura 20.



Figura 20: Alunos executando a atividade experimental.

Fonte: Próprio autor.

Ao final, os alunos responderam um último questionário com sete questões que utilizam a escala Likert (modelo amplamente usado utilizado por pesquisadores) para verificação de atitudes no contexto das ciências comportamentais. (COSTA e SILVA, 2014) Ele verifica o nível de satisfação ou insatisfação dos envolvidos e em seguida no mesmo questionário, haviam outras três questões abertas para que o aluno pudesse expor seu ponto de vista sobre a aplicação e os equipamentos manuseados por eles.

6.2.2 Desenvolvimento no Ensino Médio

A instituição de Ensino Básico escolhida para a execução do trabalho foi a Escola Técnica Estadual (ETEC) Prof. Dr. Antônio Eufrásio de Toledo, situada na cidade de Presidente Prudente – SP. Por ser de cunho técnico, o colégio a que se refere é disposto de duas categorias de cursos, sendo elas Curso Técnico e Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio (ETIM). Em ambas as categorias, a seleção para ingressos é feita por meio de processo seletivo. No ETIM são dispostas um total de nove turmas (três primeiros, três segundos e três terceiros anos) distribuídos em três cursos técnicos, de Agropecuária, Florestas e Informática e os alunos seguem a rotina do EM, intercalando com disciplinas específicas de cada curso, desenvolvidas nos períodos matutino e vespertino.

A escolha da turma para aplicação do trabalho considerou dois fatores, o primeiro é de o aplicador estar ministrando a disciplina de Física para a turma referida e o segundo é pelo fato do plano de curso incluir o conteúdo de Astronomia no cronograma dos meses de junho e julho. Sendo assim, a aplicação do material foi realizada no primeiro ano do Curso Técnico de Florestas de acordo com o cronograma acima citado, no ano de 2018.

A aplicação desenvolveu-se em duas etapas, a primeira foi destinada para coleta de dados sobre o conhecimento prévio dos alunos, aplicação do equipamento visando verificar sua eficácia e levantamento das principais dúvidas apresentadas. A segunda é a aplicação em sala de aula propriamente dita, objetivando o desenvolvimento do conteúdo de Astronomia.

Nesta primeira etapa buscou-se otimizar o procedimento mediante o tempo disponível, considerando o período de férias escolares nos meses de junho e julho e por isso a execução se deu com seis alunos da turma, organizados em grupos de dois ou três integrantes. Para a aplicação foi escolhida uma sala de apoio pedagógico, em razão de ser fisicamente distante das

salas de aula e ter as condições de iluminação ideal para a realização do trabalho. Para a escolha dos alunos que participariam do trabalho, foi exercida uma conversa em sala de aula sobre a aplicação do trabalho e exposto a necessidade de participação voluntária de seis a dez alunos, sem nenhum benefício mediante a disciplina. Não houve critérios específicos de escolha, apenas a ordem que foram apresentando interesse e se candidataram para a participação na execução do trabalho.

Posteriormente, na sala acima citada, foi disponibilizado o material para aplicação, durante o horário de almoço dos alunos, que é de uma hora e trinta minutos, totalizando quatro dias de aplicação, sendo um grupo por dia, cerca de quarenta minutos, conforme a figura 21.



Figura 21: Aplicação do kit experimental no Ensino Médio.
Fonte: Próprio autor.

Com o término desta etapa, foi realizada uma análise prévia das principais dificuldades relatadas pelos alunos, buscando a elaboração de um plano de aula (Apêndice IX) para a aplicação em sala, além de um auxílio a outros professores na utilização destes equipamentos, adequando os conceitos de astronomia que envolvem a relação orbital Terra e Sol (fenômenos de translação, rotação, estações do ano, os trópicos de Câncer e Capricórnio, Sol a pino, Sol da meia noite e movimento aparente solar) a uma aula comum de Física.

Repensando também a dinâmica atual de uma sala de aula, onde o professor fica à frente da sala e todos alunos ficam sentados observando o conteúdo sendo ministrado e verificou-se que esse modelo não se adequaria para a utilização dos equipamentos. Desse modo, pensou-se

na disposição do material em uma mesa mais próxima dos alunos, que observariam no entorno, sentados ou em pé, como mostra a figura 22.



Figura 22 Aplicação do kit em sala de aula.
Fonte: Própria importância.

Ao fim desta etapa os alunos foram indagados sobre a qualidade dos equipamentos, forma de aplicação do professor, elucidação dos fenômenos citados, e por fim se existiam algumas concepções de fenômenos que foram internalizados anteriormente erroneamente e que por meio dos equipamentos foram esclarecidas.

7 Resultados e discussões

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos pelos questionários, assim como o roteiro experimental, apresentados em ordem cronológica entre as turmas e a aplicação aos alunos. Os nomes dos alunos do curso de licenciatura e do Ensino Médio não foram revelados, mas suas identificações serão dispostas por letras em ordem alfabética (A1, B1, C1, D1, E1, F1, G1, H1, I1, J1, K1 e L1 para o Ensino Superior e A2, B2, C2, D2, E2, e F2 para o EM)

7.1 Questionário inicial – Ensino Superior

Como já foi mencionado, o questionário inicial tem no total quatorze questões, posto que cinco delas são para verificar se os alunos tiveram contato com algo relacionado à astronomia, antes ou após a entrada deles ao ensino superior, suas opiniões com relação a importância do ensino de astronomia, o questionamento sobre a inclusão da disciplina na grade do curso, e por fim sobre a utilização de experimentos no processo de ensino. As outras nove questões remanescentes, objetivaram avaliar o nível de conhecimento prévio dos discentes sobre astronomia, em específico, fenômenos que são ocasionados pela órbita entre a Terra e o Sol; como estações do ano, solstício e equinócio, movimento relativo solar, sol a pino, nascer e pôr do Sol.

7.1.1 Questão 1: Você teve contato com o conteúdo de astronomia no Ensino Médio? Se sim, como foi sua experiência?

Esta questão buscou avaliar se algum dos alunos participantes já havia estudado algo relacionado à astronomia durante o Ensino Fundamental ou Médio, na disciplina de Física ou Ciências.

As respostas foram de acordo com o esperado: dos doze alunos, oito deles descreveram de forma negativa o fato de (não) terem estudado astronomia no Ensino Médio (A1, B1, E1, F1, G1, I1, K1 e L1). Destaca-se o aluno E1 que descreveu ter buscado aprender de forma externa ao colégio que frequentava, por meio de livros e conteúdos diversificados. Os demais alunos (C1, D1, H1 e J1) descreveram que o conteúdo visto durante o Ensino Médio foi o conteúdo de gravitação de Kepler, entretanto de forma superficial, não indicando que foram estudados outros tipos de conteúdo. Com base nas respostas dos alunos, foi possível verificar

que o conteúdo que envolve a relação entre o Sol e a Terra não está sendo abordado no Ensino Básico de acordo com o indicado nos PCN+.

7.1.2 Questão 2: Após ingressar no Ensino Superior, quais foram seus contatos com astronomia até esse momento?

Por meio desta questão, buscou-se saber quais alunos já haviam tido qualquer contato relacionado a astronomia após ingressar no Ensino Superior, o que inclui outras disciplinas, projetos de pesquisa/extensão ou cursos extraclasse desenvolvidos por eles.

Os envolvidos na pesquisa relataram respostas diversas, no entanto experiências semelhantes foram citadas por mais de um aluno, como por exemplo um curso de extensão dado pelo Departamento de Física nos anos de 2016 e 2017, no qual foram abordados diversos assuntos da Física em geral, incluindo também astronomia e o desenvolvimento do universo. Quatro alunos citaram o contato por intermédio desse curso (B1, C1, D1 e G1). Outros três (F1, I1 e L1) relacionaram o seu contato com astronomia ao grupo de extensão da FCT – UNESP denominado *Grupo de Astronomia Giordano Bruno* que trabalha com divulgação científica em astronomia. O restante dos alunos apontou que seu primeiro contato ocorreu na própria disciplina, ou também de forma externa ao curso de graduação.

Fica evidenciado que o curso de extensão e também o grupo de extensão em divulgação científica em astronomia possibilitou o primeiro contato de muitos com os tópicos da área. Contudo, devido a alguns alunos não dispor de tempo, mobilidade ou mesmo interesse para participar desses projetos, verificou-se que 5 desses não participaram de nenhuma atividade relacionada à astronomia.

7.1.3 Questão 3: Você acha importante o ensino de Astronomia no Ensino Médio? Por que?

Com o intuito de verificar o ponto de vista dos alunos entrevistados, esta questão averiguou o posicionamento deles sobre o ensino de astronomia no ciclo básico escolar.

Enquanto a colocação da maioria foi a favor do ensino de astronomia, apenas dois alunos foram contra (C1 e K1). Para eles, respectivamente: “*Não é pertinente para o aluno e o conteúdo obrigatório já não é ministrado com qualidade, colocar mais um é complicado*” e para o aluno K1, “*na atual realidade do ensino de física no ensino médio, cuja o qual, os*

professores não conseguem cumprir a atual ementa proposta, sendo assim se torna desnecessário o ensino de astronomia”.

Estes comentários evidenciam a visão deles sobre a astronomia, que se volta para a sua não obrigatoriedade no Ensino Médio, revelando seu desconhecimento para com o currículo, e também sobre questões básicas de interpretação de seu cotidiano, fato que auxiliaria os alunos a observar e a interpretá-los de forma coerente. De certa forma esse tipo de pensamento é compartilhado por muitos, pois interpretam como uma ciência obsoleta.

Os demais entrevistados foram a favor, com ênfase à justificativa bem argumentada do aluno E1: *“Sim, pois o aprendizado dessa ciência auxilia o aluno, em âmbito social a saber se situar no universo e ter consciência de que muitos avanços em nossos conhecimentos são provenientes dessa ciência”*

Os outros entrevistados também citaram outros pontos relevantes como, por exemplo, o discente J1, que argumentou sobre a necessidade de melhorias na dinâmica das aulas de Física: *“Sim, pois de certa forma desperta a curiosidade do aluno, até mesmo de quem já tem interesse nesse conteúdo. Junto ao auxílio de aulas mais dinâmicas com telescópios, etc.”*; ou ainda sobre os fatos de auxiliar a criticidade do aluno mediante a divulgação de falsas notícias ou pseudociência, ou para ser um atrativo para o aluno e assim aprimorar seus conceitos sobre a Física usando a astronomia como plano de fundo.

Como pode ser observado, a maioria dos entrevistados são a favor do ensino de astronomia no EM; não obstante aos que foram contra, suas justificativas provêm do uso de conhecimento do senso comum sobre a situação do ensino em geral.

7.1.4 Questão 4: A grade do Curso de Licenciatura em Física foi modificada e a disciplina de Astronomia Básica foi incluída como obrigatória. Você concorda com essa mudança? Por que?

Esta questão buscou identificar o posicionamento dos alunos a respeito da mudança da grade do curso, incluindo mais uma disciplina a ser cursada durante a graduação em Licenciatura em Física. É válido mencionar que a mudança da grade ocorreu do ano de 2014 para 2015, e por esse motivo os entrevistados foram a primeira turma a cursar essa disciplina de forma obrigatória, uma vez que haviam iniciado o curso em 2015. Aos alunos que

ingressaram anteriormente a este ano, a disciplina era disponibilizada como optativa, podendo assim mudar o ponto de vista do aluno referente a como esta disciplina é cursada.

Nesta questão dez dos doze alunos foram a favor da mudança da grade, entre as justificativas salienta-se a do aluno I1: “*Sim, porque faz parte da física, e para que cujo imposto ao ensino médio os futuros professores precisam da matéria*”. Em outras palavras, ele entende que para que os alunos do EM obtenham o conteúdo de forma concreta é necessário que a formação dos professores também acompanhe o mesmo nível. Outros alunos que compartilham o mesmo posicionamento indicaram vários pontos de vista que não necessariamente são errôneos como, por exemplo, os que mencionam que é necessário (por não existir muito desse conteúdo na graduação) aumentar a gama de áreas de pesquisa caso queira se fazer uma pós-graduação futuramente ou até mesmo pelo educando considerar que é interessante o tipo de conteúdo trabalhado na disciplina.

Subsequente a isso, os dois alunos que são contra a inclusão da disciplina em caráter obrigatório retrataram justificativas diferentes, como D1 discorreu: “*Não, essa mudança diminuiu a gama de disciplinas optativas.*”. Esta resposta eventualmente forma-se por falta de atenção, pois, ao executar a mudança da grade de forma completa, outras disciplinas foram introduzidas a fim de compensar o número de optativas disponíveis. O aluno K1 que também discordou da última questão, argumentou da seguinte forma: “*Não, pois não foi pensado na realidade do curso, pensado apenas em atingir a carga estabelecida pelo MEC (Ministério da Educação)*”; constatando-se novamente uma fala provinda de falta de informação. O MEC ao fazer o pedido de mudança na grade visou adequar as Licenciaturas ao EM, visto que, o que era cursado pela licenciatura não estava em total acordo com o currículo que é indicado na Educação Básica.

7.1.5 Questão 5: O uso de experimentação para exemplificação dos fenômenos astronômicos é válido? Você conhece algum? Se sim, cite-o e dê uma breve explicação do seu funcionamento.

Esta questão teve como propósito além de verificar a opinião dos discentes sobre o uso de experimentação, observar se conheciam experimentos que tratassem de temas sobre o ensino de astronomia.

Observou-se que a respeito do uso de experimentos, todos os alunos entrevistados concordam que seu uso é proveitoso durante a aula, como complemento a teoria. Porém, somente o aluno E1 indicou um experimento citando o Gnomôn, ou simplesmente denominado relógio de sol que auxilia a demonstrar fenômenos como a duração do dia, as sombras e seus tamanhos formados. Esse equipamento no fim pode trabalhar muitos tópicos de astronomia.

7.1.6 Questão 6: Quais movimentos estão associados a relação Terra-Sol? Explique-os.

Essa questão de objetivo teórico procurou analisar o nível de conceitos básicos de astronomia, no caso, a interação gravitacional entre o Sol e a Terra.

Ao analisar os dados posteriormente, constatou-se que dez alunos acertaram e apenas dois erraram. Porém, as respostas consideradas corretas se dividiram entre os alunos que explicaram quais eram os movimentos e os que apenas citaram. Contudo, nas demais explicações consideradas erradas, obteve-se um aluno apenas invertendo as definições de rotação e translação, e o outro aluno dizendo: “*Os movimentos ditados pelas leis de Kepler e gravitação universal*” resposta essa que não está errada em sua totalidade, mas que pelo contexto foi considerada abrangente demais e sem definições.

7.1.7 Questão 7: Você já ouviu a respeito dos trópicos de Câncer e Capricórnio? O que eles representam?

Igualmente as questões anteriores, buscou-se verificar o nível de conhecimento dos alunos para com a definição dos Trópicos de Câncer e Capricórnio. A resposta ideal seria o aluno descrevendo linhas imaginárias que representam o limite de incidência dos raios solares perpendiculares no globo, provindos da inclinação do eixo de rotação terrestre.

Tal questão, não extraiu nenhuma resposta correta ou coerente dos alunos. Metade deles indicou em suas respostas que não sabia, a outra metade deduziu que eram somente linhas imaginárias, sem se aprofundar no motivo de sua existência ou sua finalidade. Apenas um aluno (G1) aproximou-se de uma resposta correta, onde afirma que: “*São linhas imaginárias que se localizam acima e abaixo do eixo do equador, representam uma forma de ajudar na questão da incidência solar*”. Como observado, alcançou-se apenas uma descrição genérica, e sem indicações de seu real motivo de existência; em vista disso, a explicação foi considerada incorreta.

7.1.8 Questão 8: Qual a causa das estações do ano?

Em virtude dos muitos equívocos de grande parcela da população a respeito da origem das estações do ano, a pergunta objetivou verificar se os alunos estavam cientes dos reais motivos da concepção desse fenômeno. Esperava-se uma resposta que citasse o movimento de translação juntamente ao eixo de rotação terrestre, formando um ângulo de aproximadamente $23,5^\circ$ com o plano orbital, o que resulta na diferença de incidência de raios solares nos hemisférios em diferentes épocas do ano, criando assim as estações.

A grande maioria dos alunos respondeu adequadamente a essa pergunta (10 alunos), porém todas as respostas foram superficiais como, por exemplo, a do aluno K1: “A *inclinação do eixo terrestre*”. O restante dos alunos seguiu o mesmo padrão de respostas.

Dentre os dois que se equivocaram, um relatou que não lembrava e o outro citou somente o movimento de translação sem citar a inclinação terrestre ou qualquer outro fenômeno.

7.1.9 Questão 9: O que são solstícios e equinócios e por que eles ocorrem?

Devido a questão anterior ter abordado as estações do ano, essa buscou trabalhar os termos solstícios e equinócios, pois são fenômenos que a humanidade conhece desde tempos primordiais estando relacionados a questão anterior. Estes dois fenômenos ocorrem durante o ano de acordo com a posição da Terra em relação a posição do Sol. Devido ao ângulo de inclinação do eixo de rotação do planeta ocorre uma diferença na incidência de luz nos hemisférios terrestres. Criam-se assim dois fenômenos, os equinócios quando a luz incide perpendicularmente ao equador e consecutivamente os dias e noites terão as mesmas durações, além de indicar o início da primavera ou outono. Quando o Sol incide em um dos trópicos (Câncer ou Capricórnio), um dos hemisférios tem maior incidência de luz; portanto, os dias ou noites terão durações diferentes dependendo do hemisfério, indicando o início do verão ou inverno.

Observou-se que metade dos alunos tiveram êxito em suas respostas, mesmo utilizando uma definição incompleta, como por exemplo a do aluno B1 que escreveu: “*Solstício é quando o dia ou a noite maior – Equinócio é quando o dia e a noite têm a mesma duração*”. Observa-se que ele indicou a definição dos fenômenos, mas não apontou o real motivo dessa diferença entre a duração dos dias e noites. Outra definição que outros alunos deram foi como a do

entrevistado H1 que se colocou da seguinte forma: “*Solstícios são os primeiros dias de verão ou inverno e equinócios são os primeiros dias do outono e primavera*”; demonstrando que sabem em parte o que são esses dois fenômenos.

Dentre os outros seis alunos que não acertaram essa questão, somente três deles indicaram que não sabiam o que significavam esses termos. Os demais que erraram confundiram os termos ou suas definições, a exemplo do aluno I1, como pode ser lido a seguir: “*Equinócios – dias e noites iguais, Solstícios – dias mais longos*”; ou do aluno L1, esse que respondeu de forma ampla o que acreditava estar correto: “*São mudanças de estações e ocorrem por conta do movimento do planeta*”. Esta afirmação mostra-se frágil e sem especificações demonstrando que possivelmente o aluno sabia estabelecer tais relações, entretanto respondeu genericamente de acordo com o tema do questionário apresentado.

7.1.10 Questão 10: Existe uma constância no que se refere a duração nos dias do ano? Justifique.

Essa questão buscou identificar se os alunos tinham noção da variação da duração do dia e noite durante a passagem do ano e caso tivessem, verificar se eles entendiam o motivo disso acontecer simplesmente por observação em seu cotidiano, sem qualquer embasamento teórico. A resposta ideal seria algo que englobasse o ângulo de inclinação do eixo de rotação terrestre, ocasionando diferentes incidências solar durante o ano, consecutivamente causando diferença na duração entre o dia e a noite.

Em quase todas as respostas os alunos concordaram que o dia e a noite não têm a mesma duração durante diferentes épocas do ano e somente um aluno (F1) relatou não saber. Embora o restante dos entrevistados está ciente da diferença de duração, apenas o aluno G1 indicou a real causa, observada na fala a seguir: “*Não, por causa da inclinação da Terra que causa maior incidência solar em um hemisfério que outro*”. Os demais apenas indicaram sua diferença, citando somente a inclinação terrestre sem explicações específicas. O aluno L1 mostrou desconhecer o real motivo pois, em sua fala errônea, relacionou o tempo necessário para uma órbita completa: “*Não, pois a translação da Terra não é composta por exatos 365 dias.*”

7.1.11 Questão 11: Caso seja inverno no Hemisfério Sul, qual estação do ano é no Hemisfério Norte?

Essa questão de resposta simples almejou constatar a consciência dos alunos em relação a uma estação do ano em um hemisfério e sua inversão no outro hemisfério. Todas as respostas foram de acordo com o esperado sem nenhuma observação a ser feita.

7.1.12 Questão 12: Em Presidente Prudente o Sol tem um movimento aparente? Por que isso ocorre?

Esse item teve como finalidade verificar como se dá o movimento aparente do Sol durante o ano na concepção dos alunos, como por exemplo, em determinadas épocas do ano quando algumas sombras apontam para lugares diferentes.

O que se observou é que os alunos não interpretaram de forma ideal essa questão, eventualmente por falta de conhecimento ou pela forma como foram questionados. Apenas o aluno J1 citou de forma vaga o porquê de isto ocorrer: *“Por causa do movimento de rotação do planeta terra e sua inclinação”*. Os demais entrevistados responderam erroneamente a essa pergunta, como visto na resposta do aluno A1: *“O movimento de translação e rotação”* ou simplesmente não souberam responder.

7.1.13 Questão 13: Qual direção cardinal o Sol nasce em Presidente Prudente? É sempre a mesma? Por que?

Existe um mito com relação a posição do nascer solar ser exatamente ao Leste e se pôr ao Oeste em todas épocas do ano, portanto, essa questão buscou observar se os alunos compartilham desse ponto de vista errôneo. A resposta ideal seria que o Sol não nasce exatamente ao Leste e sim varia entre Norte ou Sul, dependendo dos meses do ano.

Somente dois alunos descreveram de modo correto (porém simples) a essa pergunta. O aluno E1 descreveu da seguinte forma: *“Aproximadamente ao leste, que varia com o passar do ano...”* enquanto o aluno J1 também fez uma descrição simples desse fenômeno, como exposto a seguir: *“Nasce ao leste e ocorrem alterações com o decorrer do tempo”*. O que fica evidenciado nas respostas dos dois entrevistados é que possivelmente não conhecem a fundo essa questão e logo descrevem apenas o que imaginam como realidade na natureza.

No que se refere as respostas consideradas erradas, 4 alunos simplesmente não sabiam e indicaram isso na folha de resposta; o restante apenas disse que o Sol nasce no Leste e se põem no Oeste de forma constante durante o ano.

7.1.14 Questão 14: O fenômeno “Sol a Pino” (onde os corpos não produzem sombra) e acontece ao meio dia ocorre em Presidente Prudente?

Finalizando o questionário inicial, tem-se esta questão que busca compreender o entendimento dos alunos com relação ao termo “Sol a pino”, que significa o Sol no ponto mais alto do céu, ou seja, não produzindo sombras em objetos perpendiculares ao chão como prédios ou postes. Em Presidente Prudente esse fenômeno ocorre duas vezes ao ano pela passagem natural do Sol através do seu movimento aparente. Em lugares onde a latitude é superior que dos Trópicos de Câncer e Capricórnio, tal fenômeno não ocorre em nenhuma época do ano.

Ao analisar as respostas, nenhum entrevistado respondeu corretamente a essa pergunta, a exemplo o aluno B1 que concordou que em Presidente Prudente ocorre Sol a Pino, porém não soube dizer ao certo quantas vezes isso ocorre ao ano; à medida que o outro entrevistado disse que o fenômeno também acontece, porém, em todos os dias do ano.

7.2 Roteiro experimental – Ensino Superior

Após a aplicação do questionário inicial, os alunos foram divididos em grupos de quatro integrantes e direcionados a um laboratório experimental disjunto do lugar em que foi aplicado o questionário inicial, para que o próximo passo pudesse ser executado com os equipamentos de forma roteirizada, contendo ao total 15 questões envolvendo os dois experimentos.

7.2.1 Questão 1: Trabalhando com o simulador Sol-Terra (ao se ligarem as cores correspondentes) o que acontece com cada hemisfério quando relacionando com a quantidade da incidência luminosa no Hemisfério Sul e no Hemisfério Norte?

No experimento do Simulador Sol-Terra, essa atividade buscou que o aluno interagisse de acordo com o roteiro e verificasse qual hemisfério estaria com menor ou maior incidência de luz de acordo com a cor, como indicado na questão.

Para as estações de verão e inverno (amarelo e azul) onde a intensidade da incidência de luz fica mais evidente em cada hemisfério, dez alunos responderam adequadamente. Porém, quanto às estações primavera e outono (rosa) quatro alunos responderam de forma errônea, afirmando que existiam diferenças de iluminação entre os hemisférios, explicitando que não ficou tão evidente que a iluminação estava igual em ambos os hemisférios.

Ao analisar esse resultado, averigua-se que por algum motivo, o maior número de erros ocorreu nas estações intermediárias, o que provavelmente se ocasionou pela posição em que a Terra fica sobre o equipamento, trazendo a impressão de diferença na iluminação. Uma alternativa para superar essa ilusão seria trocar o globo terrestre que atualmente tem um diâmetro de 15cm por um de 20cm à 25cm, aumentando o campo de visão dos envolvidos na atividade.

7.2.2 Questão 2: Com base em suas observações, qual relação se estabelece entre a incidência de luz solar e as estações do ano?

Nessa questão o objetivo era verificar se os entrevistados ao executarem o que foi descrito inicialmente pelo roteiro, conseguiram estabelecer uma possível relação entre a incidência de luz solar e as estações do ano.

Todos os alunos responderam de forma correta, como o aluno E1 descreveu a seguir: *“A incidência de luz maior em um hemisfério indica o verão; se a incidência é menor indica inverno, primavera/outono incidência igual”*. Apesar de outros alunos não citarem sobre as estações intermediárias, esses entenderem sobre o verão e o inverno.

7.2.3 Questão 3: Quando efetuado na cor azul e amarela, qual o ponto da Terra perpendicular ao Sol? Você conseguiu visualizar qual linha imaginária ficou ‘à frente’?

O propósito dessa questão era que os alunos entendessem o significado das linhas de imaginárias de Câncer e Capricórnio, pois é o ponto máximo onde os raios solares conseguem ficar perpendiculares ao globo terrestre; reconhecendo que isso ocorre nos verões de cada hemisfério nos solstícios.

Observou-se que todos os alunos responderam de forma adequada, sugerindo os trópicos que ficam “a frente” em determinadas datas. Apenas um aluno (I1) inverteu o nome dos trópicos,

visto que no questionário inicial descreveu que já tinha ouvido falar, mas não sabia o que eram exatamente.

7.2.4 Questão 4: Pegue dois pontos em hemisférios diferentes, com a mesma latitude. Verifique a incidência de luz e a duração dos dias. O que foi observado em cada cor?

Intencionou-se que os alunos visualizassem que a inclinação terrestre causa uma diferença na duração dos dias e noites em dois lugares de mesma latitude em hemisférios diferentes.

Todos os entrevistados confirmaram que foi constatada uma diferença na duração dos dias e noites dependendo do hemisfério, como a resposta do aluno F1: “*Na cor amarela, dia menor no Norte e maior no Sul; na rosa os dias têm aproximadamente a mesma duração e na azul, dia maior no Norte e menor no Sul.* ”; mostrando que o objetivo de exemplificação foi atingido sem nenhuma observação a ser feita.

7.2.5 Questão 5: Ligue a cor amarela e em seguida observe o Polo Norte. O que você pode concluir com a passagem dos dias nesse ponto e ao Polo Sul?

Esse item procurou questionar os alunos a respeito do Sol da meia-noite: um fenômeno natural observável ao norte do Círculo Polar Ártico e ao sul do Círculo Polar Antártico, locais onde o Sol é visível por 24 horas do dia nas datas próximas ao solstício de verão em cada hemisfério e que no inverno tem noites que duram 24 horas.

Igualmente, todos os alunos apresentaram respostas condizentes com o observado no equipamento, descrevendo dias e noites contínuos independentes da rotação terrestre, nas cores indicadas para a execução desta questão.

7.2.6 Questão 6: Observe o equador agora. Em qual época do ano o Sol fica perpendicular à esta linha? Quantas vezes ao ano? E o restante do mundo fora desta linha imaginária?

O objetivo dessa questão foi mostrar aos alunos em qual época do ano o Sol fica perpendicular ao equador e ao mesmo tempo indicar que os demais locais que não estão sobre essa linha não partilham essa mesma condição.

Todos os entrevistados observaram e interpretaram o fenômeno de modo adequado tanto na primeira quanto na segunda parte da pergunta, como indicado a seguir na resposta do aluno G1: “[...] *nos equinócios (primavera-outono), 2 vezes ao ano...*”. Porém, quando analisada a última questão sobre o restante do mundo, foram identificados alguns conflitos. Alguns alunos responderam adequadamente que somente os países que passam por essa linha imaginária também estarão perpendiculares aos raios solares, outros disseram que os países que estarão nos trópicos também teriam este fenômeno. Outro conflito deu-se pelo número de vezes no ano em que o Sol estaria a pino nos países, não considerando que os locais que residem entre os trópicos também têm esse fenômeno por duas vezes, mas não no mesmo dia que no Equador.

Enfim, existe somente uma localização para que tenha apenas um dia no ano com raios solares que incidam perpendicularmente. São aqueles locais que estão exatamente sobre os trópicos, evidenciando que este fenômeno tem criado conflito na visão dos alunos; que mesmo de forma experimental não conseguiram observar de forma adequada. Uma possível solução seria, além da troca do globo terrestre por maior, a utilização de agulhas fincadas perpendiculares ao globo, deste modo demonstrando as sombras criadas no equipamento de forma efetiva.

7.2.7 Questão 7: Modificando as cores na maquete do movimento aparente solar, é possível visualizar a variação da posição do nascer e pôr-do-sol? Qual a variação de graus em relação ao ponto cardeal Leste?

Como foco agora no equipamento do movimento aparente solar que simula o movimento solar no município de Presidente Prudente e região, esse item permite demonstrar aos alunos o que realmente acontece entre o nascer e pôr do Sol na cidade ao decorrer do ano.

As respostas expostas pelos alunos foram condizentes com o esperado, conforme o aluno D1 indicou a seguir: “*Primavera e outono – Leste, Verão – Sudeste e inverno Nordeste*”. Como pode ser confirmado, o nascer do Sol ocorre variando alguns graus de forma gradativa para o Norte ou Sul dependendo da época do ano, e em seguida após atingir o ponto máximo, retorna ao Leste.

7.2.8 Questão 8: Em qual estação do ano o Sol nasce exatamente ao leste?

Esta é uma questão simples que busca verificar em qual estação do ano o Sol nasce ao Leste em Presidente Prudente. Todos os alunos responderam adequadamente, demonstrando que o Sol nasce duas vezes ao ano na estação referente ao verão, sem nenhum comentário a ser feito.

7.2.9 Questão 9: Comparando a maquete ao simulador, ao estar na Primavera (Sol perpendicular ao equador), o Sol estará em qual posição ao meio dia na maquete?

Esta questão buscou demonstrar aos alunos que embora os raios solares estejam chegando de forma perpendicular à linha do Equador, em outras localidades ele não estará do mesmo modo (fenômeno já abordado pelo experimento anterior). No caso do simulador do movimento aparente do Sol, ele estará ao Norte conforme indicado por todos os alunos.

7.2.10 Questão 10: Em qual estação do ano o Sol estará a pino na maquete? E na linha do equador? (Observar o simulador) Quantas vezes ao ano o Sol estará a pino? (Observar a maquete)

Essa pergunta visou expor aos alunos questão do Sol a pino, indicando que dependendo da localização este fenômeno pode acontecer, e que na maquete este fenômeno ocorrerá no verão. Porém, ao observar o simulador, o Sol não estará perpendicular à Linha do Equador nesta mesma época. Em Presidente Prudente, o Sol passará pelo ponto mais alto do céu duas vezes ao ano.

Todas as respostas foram adequadas embora algumas descritas de forma simples, como por exemplo o que o aluno E1 respondeu em seu roteiro: *“No verão (maquete) – Sol a pino/ No verão para o Sul, no Equador o Sol está ao Sul/ duas vezes ao longo do ano”*. Ele quis indicar que no verão de Presidente Prudente o Sol estará a pino duas vezes e para lugares situados sobre a linha do Equador, o Sol estará deslocado ao Sul.

7.2.11 Questão 11: Observando a maquete, existem determinadas partes de algumas casas que serão iluminadas o ano inteiro? Por que?

Essa questão teve a intenção de indicar aos alunos a incidência solar durante a passagem dos meses, que de acordo com a posição solar modifica-se a iluminação, a exemplo da janela

de uma casa que pode ser iluminada no verão, todavia não repetindo o mesmo efeito no inverno. As respostas dos alunos participantes não se manteve de forma homogênea. Ao passo que alguns diziam que era iluminado o ano inteiro, outros discordam; evidenciando dois possíveis problemas: a maneira como foi descrita a questão e possivelmente a posição das casas ou postes da maquete não propiciou maior clareza a este fenômeno.

7.2.12 Questão 12: Se um local for de latitude maior que a dos Trópicos, ele terá Sol a pino? Por que?

Por fim, essa questão esperava somente que os alunos descrevessem de forma escrita o que já havia sido observado em atividades anteriores. Todos os alunos responderam da mesma forma: indicaram que os raios solares não ficam perpendiculares em locais externos dos Trópicos de Câncer e Capricórnio, tornando impossível o Sol a pino nesses lugares. O aluno A1 apontou: “*Não, pois a luz do Sol não incidirá perpendicularmente*”. Verificou-se que apesar de não apresentar embasamento adequado, a afirmação se mantém correta. Todas as demais respostas seguiram o mesmo padrão de simplicidade, acompanhando essa linha de raciocínio adotado por ele, no qual os Trópicos são ponto máximo no globo terrestre e a luz pode incidir perpendicularmente.

7.3 Questionário Final – Ensino Superior

Após a execução do roteiro experimental, os alunos tiveram em mãos um questionário de avaliação de aplicação do equipamento, englobando vários aspectos que serão apresentados a seguir. Esse material foi dividido em duas partes: a primeira com sete questões que utilizam a escala Likert com cinco níveis; a segunda com três questões abertas para que os entrevistados pudessem expor seu ponto de vista sobre os conceitos trabalhados.

7.3.1 Avaliação do equipamento

Utilizou-se de uma escala de 1 a 5 na primeira parte, onde inicialmente requisitou-se uma avaliação do trabalho e aprendizagem, porém dos doze participantes, um teve que se retirar no meio da execução do projeto. Sendo assim, o questionário final foi respondido por 11 participantes apenas.

Na primeira questão apresentada foi uma autoavaliação sobre o nível de aprendizagem obtido através dos equipamentos, que se verifica no gráfico 1 apresentando os seguintes resultados.

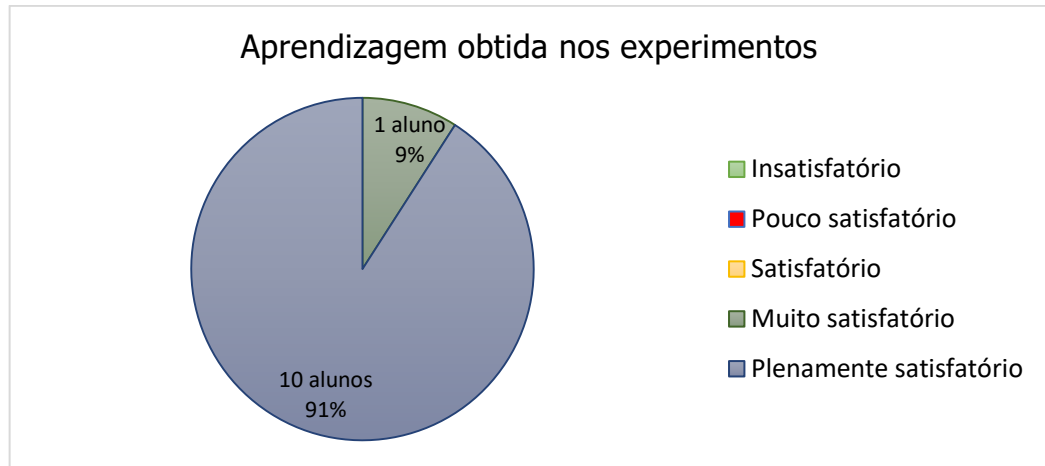


Gráfico 1: Nível de aprendizagem obtida através dos equipamentos.

Fonte: Dados da pesquisa

Como se observa, dez alunos (91%) acreditam que tiveram uma aprendizagem plenamente satisfatória e um somente (9%) acreditou que foi muito satisfatória. Nenhum aluno utilizou-se das avaliações abaixo de 4 pontos, e portanto, tais dados não foram acrescentados ao gráfico.

A segunda questão envolveu o uso de experimentação para trabalhar esse tipo de conteúdo de astronomia. Novamente, o grau de importância que esses alunos deram a esse tipo de abordagem apresentada no gráfico 2:



Gráfico 2: Uso de experimentação para exemplificar os fenômenos envolvendo o Sol.

Fonte: Dados da pesquisa

Nesta questão observou-se que 9 alunos (82%) acreditam que o uso de experimentos no ensino de astronomia se qualifica como muito importante e apenas 2 deles (18%) consideram importante essa forma de abordagem.

Tendo em vista que se trata de um curso de licenciatura em que provavelmente os alunos que atualmente são graduandos serão futuramente professores e ministrarão aulas tanto no Ensino Médio quanto possivelmente no Ensino Superior, o equipamento surge como complemento para as aulas de Física. Os alunos foram questionados sobre uma possível replicação para utilização em aulas futuras, conforme o gráfico 3.

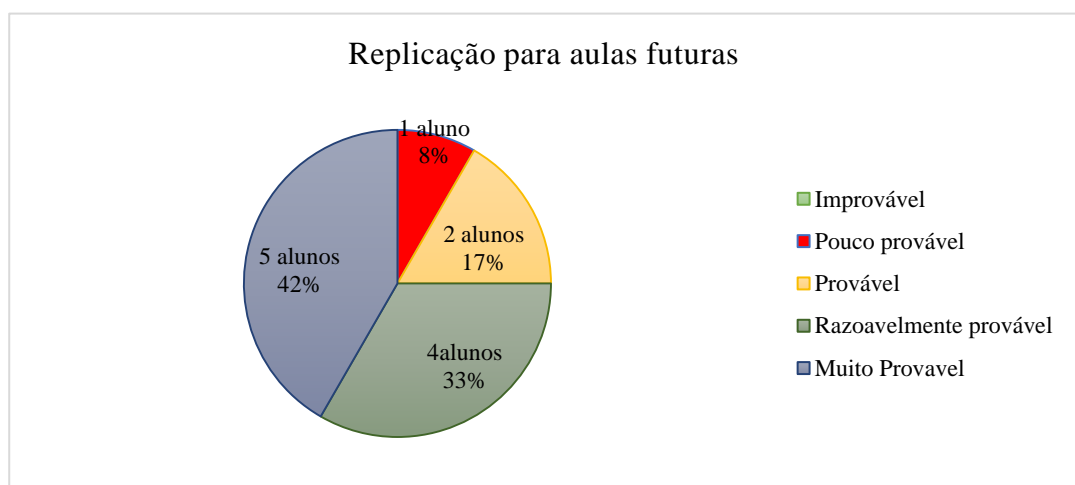


Gráfico 3: Possível replicação para utilização em aulas.

Fonte: Dados da pesquisa

Observa-se que neste aspecto as respostas foram heterogêneas, indicando que 1 aluno (8%) achou pouco provável a replicação do material, enquanto 2 (17%) foram de certa forma neutros assinalando provável. 4 alunos (33%) assinalaram *razoavelmente provável* e por fim, 5 alunos (42%) descreveram como muito provável essa utilização experimental em suas aulas.

Além do equipamento apresentado e trabalhado nesta atividade foi de importância a análise do roteiro experimental, pois, torna-se uma parte imprescindível para o sucesso ou fracasso dos experimentos, sujeitos a forma como foram abordados os fenômenos ou as atividades seguintes a serem descritas nele. Visando seu aprimoramento, os educandos foram questionados sobre o material de apoio que foi aplicado, o qual observam-se os resultados no gráfico 4.

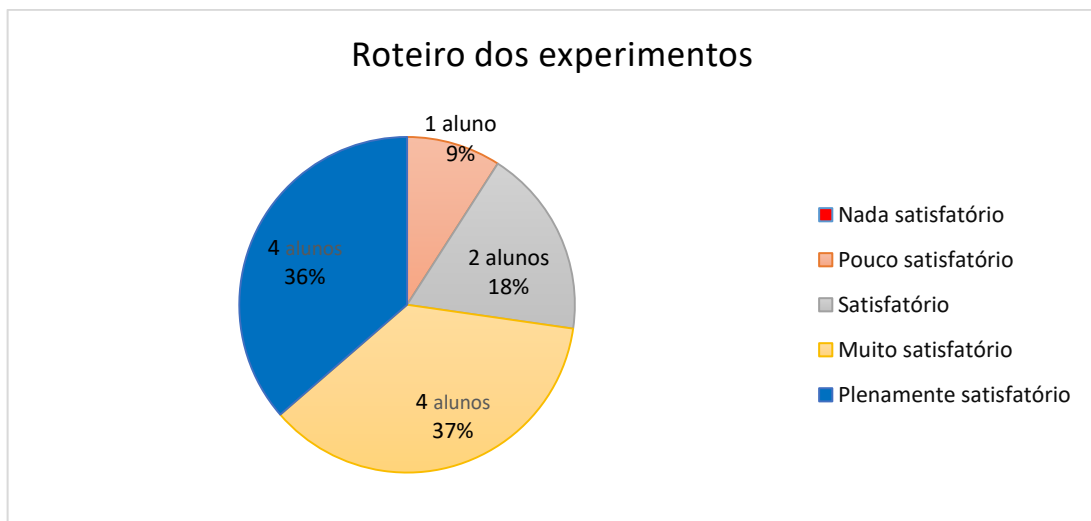


Gráfico 4: Qualidade do roteiro utilizado.

Fonte: Dados da pesquisa

Esse tipo de avaliação é um importante termômetro neste tipo de material, pois indica possíveis mudanças e melhorias para prováveis conflitos em alguns pontos do trabalho. Observou-se que se 1 aluno (9%) o achou pouco satisfatório e 2 (18%) deles consideraram satisfatório, esse três não consideraram o material tão eficaz. 8 alunos assinalaram *muito satisfatório* e *plenamente satisfatório*, sendo 4 alunos (37%) em cada uma das respostas, evidenciando que boa parte dos envolvidos avaliaram o material como sendo de boa qualidade.

A análise dos equipamentos também torna-se necessária para verificar se seus objetivos estão sendo alcançados de forma adequada, se existe algum ponto que não está de acordo com o roteiro ou até mesmo o modo para o qual ele foi proposto. Os entrevistados foram então questionados acerca de como os fenômenos propostos pelos equipamentos estavam sendo apresentados. Suas considerações foram apresentadas no gráfico 5.

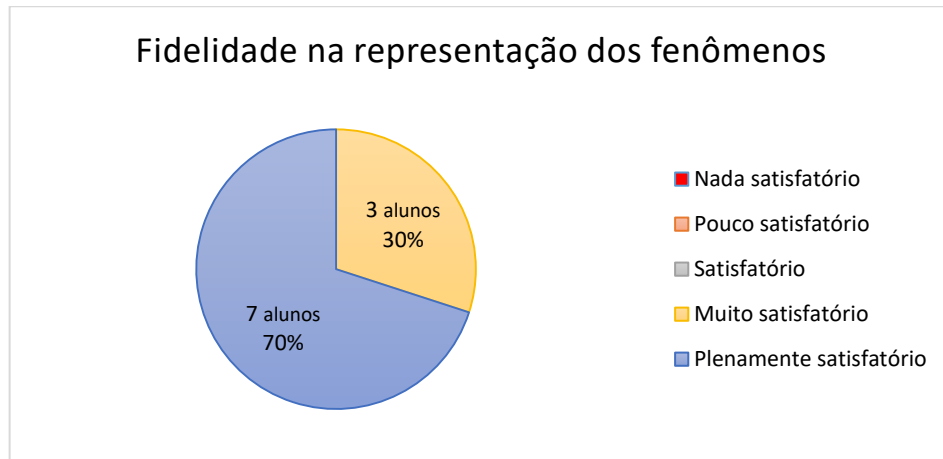


Gráfico 5: Clareza na identificação dos fenômenos demonstrada pelos equipamentos.

Fonte: Dados da pesquisa

Constata-se que 7 alunos (70%) relataram que, para o que foi proposto, os equipamentos foram plenamente satisfatórios e 3 alunos (30%) os descreveram como muito satisfatório, ressaltando que para eles o equipamento atingiu o objetivo para que foi delegado inicialmente.

Outro aspecto a ser analisado é a construção dos equipamentos que envolve desde os materiais utilizados até a forma como foram dispostos, levando em conta que a finalidade é a sua aplicação em sala de aula e para isso é necessário que mantenha resistência e praticidade. Com base na visão dos alunos obteve-se o gráfico 6.

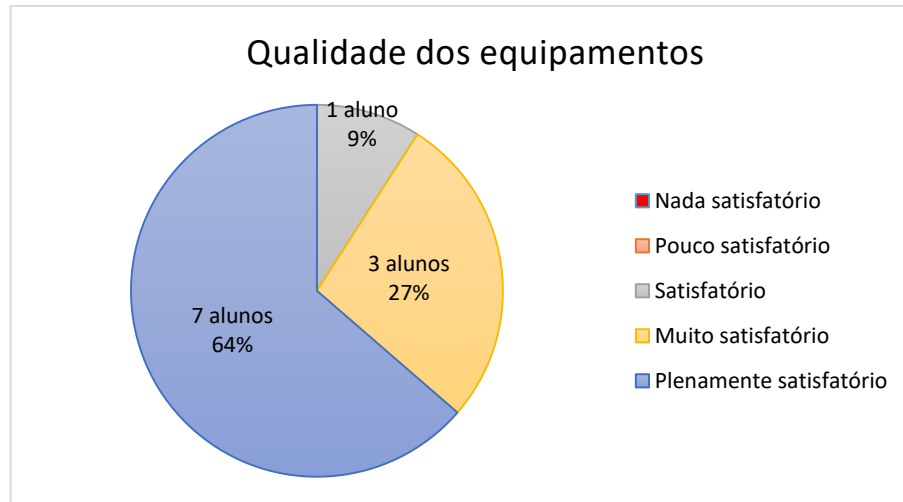


Gráfico 6: Construção dos equipamentos.

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao analisar os resultados foi possível aferir que somente 1 aluno (9%) considerou como satisfatório os atributos dos equipamentos, 7 (74%) consideraram a construção plenamente satisfatória e outros 3 (27%) consideraram muito satisfatório; evidenciando que a maioria considerou adequada a forma como foram elaborados e construídos os equipamentos.

A última questão da primeira parte buscou avaliar a aplicação desse material no Ensino Médio mediante a opinião dos entrevistados, por serem estudantes de licenciatura, obtendo as seguintes respostas representadas no gráfico 7.

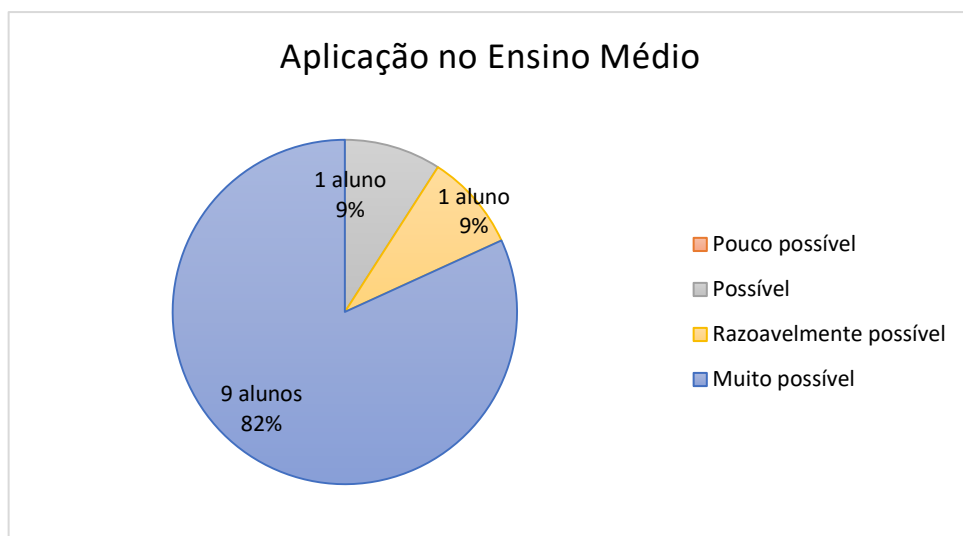


Gráfico 7: Aplicação do material no Ensino Médio.

Fonte: Dados da pesquisa.

Foi observado que 9 alunos (82%) consideraram muito possível a aplicação desses equipamentos no EM. 1 entrevistado (9%) considerou razoavelmente possível e outro (9%) avaliou possível. A maioria dos alunos concordam com sua utilização no Ensino Básico. Este é um indicativo essencial pois os entrevistados serão professores e estarão em contato com outros alunos, transmitindo esse conhecimento para outras pessoas. O experimento pode ser uma importante ferramenta de auxílio para a apresentação desse conteúdo.

7.4 Questionário de opinião – Ensino Superior

Finalizando a aplicação, foi empregado um questionário aberto com três questões para que os entrevistados pudessem expressar pontos que eles achassem pertinentes sobre os equipamentos, roteiros e aplicação.

7.4.1 Em todo o processo de aplicação qual foi sua maior dificuldade?

Essa pergunta levava os alunos a identificar sua maior dificuldade, para que por meio de suas respostas, fosse possível verificar alguma relação entre os problemas descritos e possíveis soluções.

As declarações efetuadas pelos participantes foram diversas. Entre elas, dois pontos podem ser destacados: alguns alunos relataram dificuldade ao analisar os trópicos no simulador e verificar a iluminação da mesma; respectivamente, entender o material de apoio e relacionar com o exemplificado de forma experimental, o que pode ser verificado na questão quatro da primeira parte do questionário final no qual as avaliações foram diversificadas, com cerca de 27% deles atribuindo notas *satisfatório* e *pouco satisfatório*.

7.4.2 Os equipamentos desmistificaram algumas suas hipóteses anteriores? Qual?

Este questionamento mostra-se relevante pela busca de verificar se algum conceito que o aluno tinha previamente, foi desmistificado com o auxílio dos equipamentos ou se determinadas dúvidas foram respondidas.

Em sua maioria, os alunos descreveram que o fenômeno que foi exemplificado e que não conheciam (ou de que tinham uma concepção errônea) foi o de “Sol a pino” demonstrado pela maquete do movimento aparente do Sol. A questão dos Trópicos de Câncer e Capricórnio também foi citada por três alunos, visto que boa parte das respostas do questionário inicial eles erraram ou indicaram que desconheciam seu real significado.

Por último, um aspecto que foi citado por dois alunos que descreveram a desmitificação de conceitos acerca da “Terra plana”, questionamento que vem atingindo certa parcela da sociedade mundial, onde negam a esfericidade da Terra, afirmando que a Terra é plana; mesmo negando princípios da própria Física, astronomia dentre outras provas apresentadas pela academia científica.

7.4.3 O que você modificaria nos equipamentos? Por que?

A última questão respondida por eles teve como propósito ouvir a opinião dos próprios alunos que executaram a atividade, pois por meio deles pode-se ter um *feedback* para entender a aplicação do material, verificar os pontos em que eles apresentaram dúvidas (de acordo com o relato feito) e assim melhorar os equipamentos auxiliando futuros alunos a ter um contato adequado com eles.

Os principais aspectos que os alunos mencionaram não vieram da forma de aplicação ou dos fenômenos, mas da construção deles. Um aluno (L1) relatou sobre a lâmpada do Simulador Sol-Terra, pois não tinha um anteparo direcionando a luz somente para a Terra, visto que para a execução dos dois equipamentos necessitava-se de uma sala escura sendo que a lâmpada incandescente pode atrapalhar a visão. O aluno H1 descreveu que a estabilidade do circuito elétrico deveria ser melhorada. Sua resposta deu-se pelo fato de que a lâmpada e o soquete de fixação dela apresentavam mal contato, ocasionando intermitências na luz, atrapalhando a execução do roteiro nos equipamentos.

7.5 Questionário inicial – Ensino Médio

Por motivos de tempo de aplicação e também por estarem no EM este questionário foi simplificado em relação ao questionário do curso superior, mantendo-se seis questões adaptadas ao público referido acima. Com isso, buscou-se verificar o nível de conhecimento dos entrevistados e também suas vivências e observações diárias sobre o tema estudado.

7.5.1 Questão 1: Você sabe o fenômeno que causa as estações do ano? Se sim, cite-o.

Buscando verificar o que os alunos envolvidos sabem sobre o tema, esta questão objetivou elucidar sobre o ponto de vista das estações do ano. Foi observado, de certa forma, o mesmo padrão entre as respostas dos alunos do Ensino Médio e Ensino Superior, mantendo

considerações abertas, sem detalhamento sobre as reais causas. Três alunos não responderam ou simplesmente indicaram não saber, o restante indicou de forma errada, onde, por exemplo, o aluno A2 descreveu “*Sim, rotações do planeta ao redor do Sol*”, evidenciando o desconhecimento da inclinação do eixo de rotação terrestre, que ocasiona a alteração da iluminação dos hemisférios em diferentes épocas do ano.

7.5.2 Questão 2: Você já ouviu falar sobre os trópicos de Capricórnio e Câncer? Se sim, o que eles representam?

Nesta indagação, os alunos mostraram total desconhecimento sobre a real representação em cada hemisfério, como no exemplo do aluno C2, que indicou em sua resposta o seguinte ponto de vista: “*Divisão entre os dois hemisférios*”. O aluno citado além de desconhecer o significado correta, confundiu-se com a linha do Equador, que representa a linha imaginária que *divide* a Terra em dois hemisférios de maneira transversal ao eixo de rotação.

7.5.3 Questão 3: Quais são os pontos cardeais que o Sol nasce e se põe? Essas posições se mantêm constantes durante o ano?

Para verificar o conhecimento dos entrevistados sobre o movimento relativo solar, a questão acima buscou mostrar se a vivência cotidiana dos alunos sobre o tema mostrou-se relevante ao conteúdo. Todos acertaram a primeira parte, indicando que o Sol nasce a leste e se põem a oeste, porém na segunda indagação sobre a posição manter-se ou não constante durante o ano, todos erraram indicando que o nascimento solar sempre ocorre a leste e o crepúsculo a oeste, não indicando a variação ao norte ou sul do mesmo.

7.5.4 Questão 4: O termo SOL A PINO, se refere ao momento em que não existem sombras em objetos perpendiculares ao chão (estão à um ângulo de 90°). Em sua concepção, este fenômeno ocorre diariamente – mensalmente – anualmente?

Como já visto, este tema que, mediante os alunos de licenciatura mostrou-se controverso, sem a obtenção de acertos, com os alunos do EM não foi diferente. Três alunos indicaram ser diariamente, dois mensalmente e um não soube dizer e transcreveu não saber.

7.5.5 Questão 5: Você já percebeu se existe algum cômodo de sua casa que entre os meses de janeiro e julho apresentam variação na iluminação do Sol? Se sim, cite seu exemplo.

Esta pergunta objetivou observar relatos dos entrevistados sobre a ocorrência deste fenômeno; somente as respostas do aluno A2 e E2 demonstraram que percebem a variação da posição relativa solar. Como exemplo, cita-se o aluno A2, que se referenciou da seguinte maneira: “*Sim, meu quarto até julho tem luz solar, de julho a janeiro a luz é menor*” e já o aluno E2 disse: “*Sim, tem mês que Sol nasce na janela da sala e as vezes na porta da sala*”.

7.5.6 Questão 6: Você conhece os termos Solstício e Equinócio? Se sim, explique-os.

Por fim, como já foram observados, os alunos do Ensino Superior não sabiam sobre esses termos e buscando verificar relatos dos alunos do EM à pergunta foi refeita. Contudo, não foram obtidos acertos, pois todos os alunos não responderam ou relataram não saber dos termos indicados acima.

7.6 Roteiro experimental – Ensino Médio

Posteriormente, diante dos equipamentos, foi apresentado o roteiro experimental aos grupos e esclarecido como funcionaria esta etapa, que através dos comandos descritos no roteiro, os alunos teriam que executar algumas ações e expor o que foi observado na própria folha a ser entregue. No total foram cinco questões abertas, buscando observar o que os alunos visualizaram em seu ponto de vista, podendo interpretar sua perspectiva mediante os equipamentos trabalhados.

7.6.1 Questão 1: Ligue as cores amarelo e em seguida azul e por último as cores rosas. Descreva qual região da Terra fica à frente em cada uma das cores.

Ao iniciar a atividade experimental, este exercício propôs que os alunos visualizassem quais hemisférios sofrem uma incidência de luz maior e menor e, caso estivessem em estações intermediárias, pudessem verificar que os dois hemisférios estariam recebendo a mesma quantidade de luz. As respostas de todos os alunos atingiram o objetivo proposto, pois todos indicaram as diferenças, a região da Terra e a incidência de luz solar.

7.6.2 Questão 2: Ligue a cor Amarelo e observe os polos norte e sul. Qual a incidência de luz em cada polo quando os dias se passam?

Visando abordar o fenômeno denominado Sol da meia-noite, pediu-se para que os envolvidos examinassem o polo norte e em seguida o Sul, verificando assim que em determinadas épocas do ano, um dos polos recebe incidência de luz solar constante, independente da passagem das horas (inclusive nas horas que naturalmente é noite). Com isso foi possível que os alunos visualizassem o fenômeno disposto neste equipamento, respectivamente em cada polo e estação do ano.

7.6.3 Questão 3: Com a maquete do movimento aparente solar, observe o ponto central. Em qual cor, durante a passagem do ano, não há sombra aparente? Quais estações ela representa?

Para elucidar o que representa o fenômeno do sol-a-pino, esta atividade teve como objetivo principal apresentar a perspectiva da vivência dos envolvidos sobre tal acontecimento e sua periodicidade. Através da indagação por meio do equipamento, os alunos conseguiram alcançar o objetivo proposto manuseando-o; todos visualizaram que o fenômeno ocorre ao verão na cidade proposta pelo equipamento, porém na periodicidade foram verificadas dúvidas relacionadas ao manuseio do equipamento, sendo necessário o aplicador mostrar o funcionamento do mesmo.

7.6.4 Questão 4: Observe a passagem dos meses (Passe pelas cores – Azul – Rosa e Amarelo). Cite em qual ponto cardinal o Sol nasce em cada cor.

Ao manusear o equipamento do movimento aparente solar, os alunos puderam observar sobre o nascimento e crepúsculo solar, além de constatar que este fenômeno não ocorre somente a leste e oeste, mas que existem variações nestas posições. Eles especificaram no roteiro que, ao modificarem a posição de acordo com as cores descrita, foi possível visualizar que houve mudança na posição nas situações indicadas, sendo que alguns deles usaram posições cardinais como “*sudeste e nordeste*” e outros apenas indicaram “*mais ao norte no verão e sul no inverno*”, como o aluno A2.

7.6.5 Questão 5: Ligue a cor Rosa em ambos os equipamentos e observe a Linha do Equador. Como está a sombra projetada no simulador? Nesta mesma cor existem sombras na maquete?

Por fim, esta atividade buscou mostrar aos alunos que a posição relativa solar pode variar de acordo com a época do ano e também em outras localizações que podem ser utilizadas como ponto de referência, como por exemplo, lugares que são situados sob a linha do equador, que quando em estações intermediárias (primavera e outono) ocorre o fenômeno de sol a pino e ficam sem sombras e em outras regiões com latitudes diferentes, que na mesma data também se verifica essa ocorrência. Os alunos conseguiram visualizar tal acontecimento e o aluno D2 fez o seguinte registro em sua folha de respostas: *“Na linha do equador não possui sombra, mas na maquete existe a presença de sombra”*, resposta que indicando que os alunos atingiram o objetivo proposto.

7.7 Questionário final – Ensino Médio

Seguindo o mesmo padrão aplicado ao curso de licenciatura, este questionário objetivou verificar o que os alunos observaram e interpretaram sobre os equipamentos, bem como suas dificuldades e facilidades constatadas na execução do roteiro experimental. Esta etapa consiste em seis questões, sendo que três foram utilizadas da escala *Likerd* e as restantes são abertas para que o aluno possa expor de forma íntegra seu posicionamento mediante a execução do trabalho.

A primeira questão buscou verificar em uma autoavaliação qual foi o nível de aprendizagem do aluno em comparação aos seus conhecimentos prévios e aplicação dos equipamentos. Os seguintes resultados foram obtidos, expressos no gráfico 8.

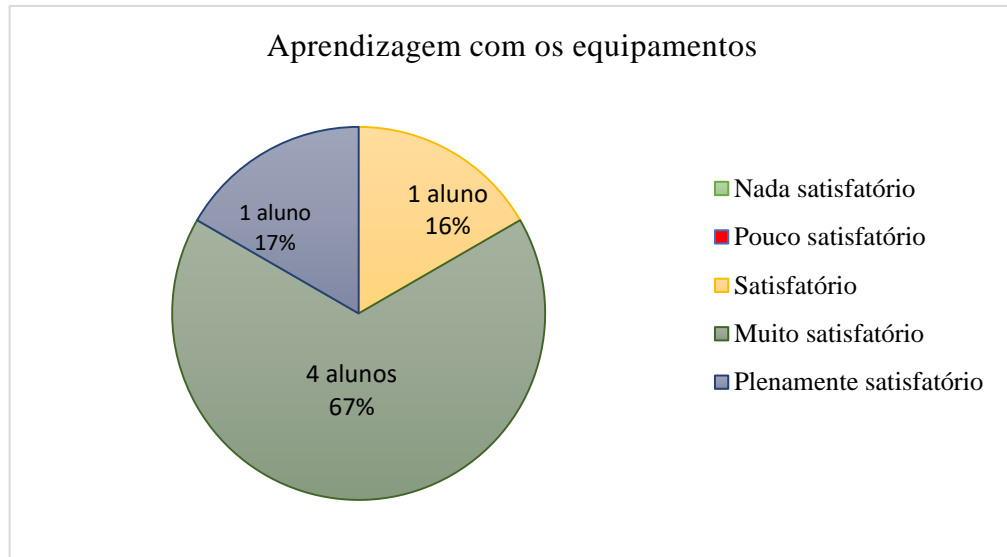


Gráfico 8: Aprendizagem obtida através do equipamento.

Fonte: Dados da pesquisa.

Como pode observar, 4 alunos (67%) consideraram muito satisfatório sua aprendizagem mediante a aplicação do kit, e 1 aluno ($\approx 16\%$) conceituaram como plenamente satisfatório e satisfatório. Esse resultado apontou como o equipamento agregou conhecimento aos alunos.

A visualização dos fenômenos causados pela diferença de iluminação e sombras criada pelos equipamentos é uma parte primordial para o sucesso da aplicação do kit. Por esse motivo foi abordado esse tópico com os entrevistados, e o seguinte resultado foi obtido, conforme consta no gráfico 9.

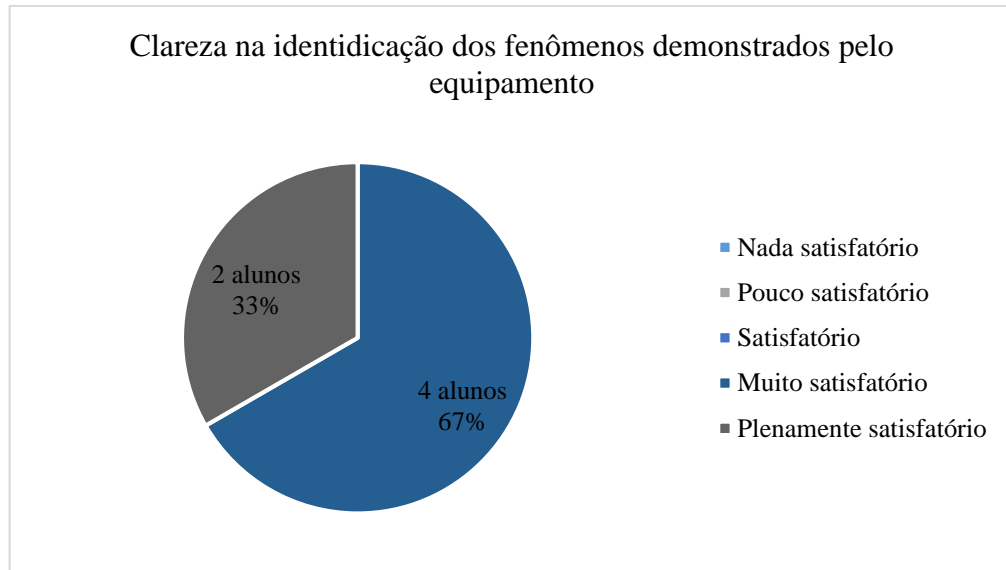


Gráfico 9: Identificação dos fenômenos no kit experimental

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se que 4 alunos (67%) consideraram o material experimental muito satisfatório para aquilo que foi proposto e os outros 2 alunos (33%) consideraram plenamente satisfatório. Este resultado mostra que os envolvidos conseguiram visualizar os fenômenos do kit, porém o número maior de avaliações não atingiu o conceito máximo, talvez por dificuldades envolvendo as estações intermediárias.

Por fim, a última questão de avaliação do produto, foi sobre o material de apoio (roteiro de aplicação), questão pertinente, pois, através dela pode-se aperfeiçoar a aprendizagem e focar em quais fenômenos deve-se trabalhar nos equipamentos. A seguinte configuração na avaliação dos alunos foi obtida, conforme mostra o gráfico 10.

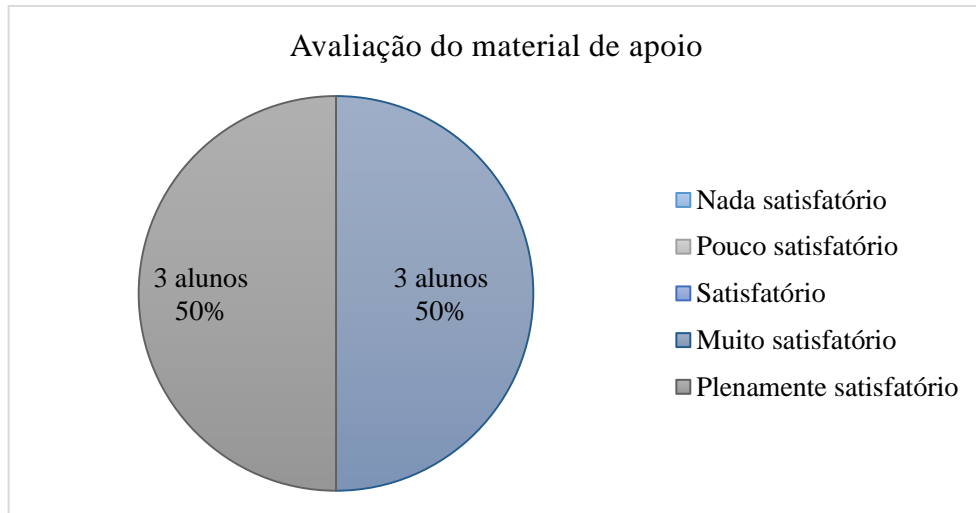


Gráfico 10: Avaliação do roteiro

Fonte: Dados da pesquisa.

As respostas dos alunos foram, de certa forma homogênea, onde 3 alunos (50%) cada, consideraram muito e plenamente satisfatório respectivamente, o que nos permite notar um reflexo do nível de aprendizagem desses alunos, pois quando o equipamento está integrado com o roteiro de experimentação, obtém-se uma aprendizagem coerente ao esperado.

Ao final têm-se três questões abertas, para que o aluno entrevistado possa expor alguns pontos pertinentes à aplicação do trabalho. A primeira questão aborda sobre a dificuldade enfrentada pelo estudante na execução do kit experimental; as respostas dos envolvidos não seguiram um padrão, por exemplo, o aluno E2 citou sua dificuldade em relação a recordação dos nomes e o aluno A2 apresentou a dificuldade de visualizar a iluminação dos hemisférios em diferentes épocas do ano. Os demais alunos, não citaram suas dificuldades ou não responderam à questão.

A segunda questão objetivou averiguar se houve alguma mudança de hipótese sobre a explicação de algum fenômeno demonstrado pelo equipamento. Nesta indagação, três estudantes citaram temas prévios, e uma mudança de posicionamento após a aplicação do material; o aluno C2 e E2 indicaram respectivamente: “*Sim, em relação sobre a sombra dentro de casa e épocas distintas*” e “*Sim, em relação a posição das sombras de casa*”, já o aluno A2 citou sobre a questão das estações do ano. Os outros três alunos não se declararam sobre essa questão, nem tampouco também descreveram sobre os fenômenos abordados no questionário inicial.

A última questão busca entender por meio do ponto de vista dos alunos, o que eles modificariam no equipamento, e para isso foi lançada novamente uma pergunta aberta, visando a obtenção de respostas leais provindas dos alunos. Somente um aluno respondeu (E2) descrevendo sobre a mobilidade dos equipamentos para torná-los mais eficientes, resposta essa dada por serem dois equipamentos com tamanho relativamente grande, dificultando assim o transporte do material.

7.8 Aplicação do material experimental em aula

Para a aplicação do kit experimental em uma aula de Física, decidiu-se a não utilização de coleta de dados, como feito anteriormente. Preferiu-se efetuar uma análise ampla da sala de aula, visando a heterogeneidade das turmas e a regionalidade das escolas, pois um resultado obtido com uma turma, pode não se repetir em outra.

A aplicação obteve um índice proveitoso em sala de aula, pois o tema sobre astronomia é um assunto que naturalmente desperta curiosidade nos alunos, somando com o fato de ser relacionado ao seu cotidiano. A atenção mantida no professor proporcionou foco dos alunos ao tema, pois em alguns momentos os mesmos se organizaram automaticamente para que pudessem acompanhar a explicação de forma rica e significativa. Todos os alunos conseguiram visualizar tais fenômenos, e alguns deles relatou ter visto na internet tal acontecimento ou relacionaram com um episódio que ocorreu na Rússia (região próxima ao Polo Norte) onde ocorria um evento esportivo mundial de futebol, citando que alguns jogos ocorriam por volta das 21 horas (horário local) e o ambiente em que se passava, o estádio, ainda se encontrava com luz solar.

Outro ponto considerado foram as dúvidas da turma, em que alguns alunos apresentaram na aula, questões sobre as estações do ano, solstícios e equinócios, e posição relativa solar. Ao fim, ao manusear os equipamentos, dúvidas diversas foram geradas e sucessivamente, tanto o professor quanto os alunos buscavam compreender as indagações promovendo um ambiente de discussão sobre os temas abordados

8 Considerações finais

Essa dissertação objetivou abordar de forma experimental os fenômenos relacionados à interação Sol-Terra, visto o panorama deste ramo da ciência. Quando voltado à história da astronomia é possível verificar sua importância na sobrevivência do homem primitivo mediante ao inóspito ambiente em que era inserido, analisando a Idade Média com os primeiros astrônomos e refletindo grandes mudanças no panorama científico, partindo de um modelo geocêntrico onde a Terra é o centro do universo, impossibilitando uma explicação simples sobre alguns destes fenômenos, chegando até o modelo heliocêntrico.

Ao analisar o ensino de astronomia no Ensino Médio, verifica-se que o PCN+ recomenda sua abordagem no primeiro ano do EM, inserindo-o entre alguns temas sobre a visão do homem mediante ao universo que o cerca. Ao questionar esses alunos, observa-se que não foram expostos ao conteúdo de maneira correta, refletindo também o aspecto da formação inicial de professores.

Analisando o curso de licenciatura juntamente com sua grade e seus alunos, observaram-se defasagens que esses tiveram durante a Educação Básica e que mesmo após ingressar no ensino superior (e com o auxílio de cursos e projetos de extensões), mantiveram tais erros conceituais.

Visto este cenário, visando uma situação didática disposta de forma experimental, foram desenvolvidos os equipamentos roteirizados para auxiliar a aplicação e focar nos pontos críticos os quais os alunos apresentavam mais confusões e erros, aproximando ao máximo a realidade vivida por eles com a teoria apresentada.

Conclui-se que o trabalho se mostrou viável principalmente pela facilidade de utilização, podendo ser construído com materiais simples ou utilizando outros materiais, como por exemplo, a substituição das bases de MDF por isopor e a Terra por uma esfera de mesmo material. Quando apresentados aos alunos (Educação Básica ou Ensino Superior), mostrou-se instigante a abordagem de forma experimental de tais fenômenos, evidenciando uma relação com a Teoria de David Ausubel que menciona que o todo material aplicado é potencialmente significativo. Destaca-se a autoavaliação efetuada pelos próprios alunos no que se referente à sua aprendizagem comparando anteriormente a atividade desenvolvida demonstrando sua eficiência.

As questões levantadas pelas avaliações mostraram que houve pontos em que os alunos demonstraram dificuldades em visualizar e interpretar alguns dos fenômenos ali apresentados, indicando que tanto os equipamentos quanto o roteiro experimental devem ser aprimorados, para que posteriormente possam ser utilizados em outras oportunidades. De modo global a elaboração, a aplicação e os dados obtidos pelo material mostraram-se proveitosos, criando a oportunidade de utilização com outros alunos e turmas, independentemente do nível de escolarização ou graduação.

Em sua essência, o uso de experimentação na astronomia proporciona o uso de aulas diferenciadas em seu ensino, abordando desde uma contextualização histórica juntamente a evolução da ciência e suas dificuldades ao longo dos tempos. Deste modo, podendo trazer um novo ponto de vista para os envolvidos, motivando-os e auxiliando-os a entender corretamente o mundo que os cerca. Sua aplicabilidade mostra-se promissora, uma vez que o professor que for utilizar os equipamentos pode construí-los e aplicá-los junto a uma metodologia diferenciada em sua turma, seja ela na Educação Básica ou Ensino Superior para com suas aulas.

Referencial Bibliográfico

AFONSO, Germano Bruno. *Mitos e estações no céu Tupi-Guarani*. Revista Scientific American Brasil, São Paulo: Duetto, Edição Especial, n. 14, p. 46-55, 2006.

_____, Germano Bruno. *Astronomia Indígena*. Anais da 61ª Reunião Anual da SBPC. Manaus, Anais da 61ª Reunião Anual da SBPC Jul. 2009.

ARAÚJO, Diones Charles Costa. *Astronomia No Brasil: Das Grandes Descobertas À Popularização* - Brasília - DF 2010 Tese (Monografia Física da Universidade Católica de Brasília)

BRASIL - *Lei de Diretrizes e Bases*. Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996

_____, PCN+ Ensino Médio: *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias* (MEC/SEMTEC, Brasília, 2002).

BRASÍLIA 2009 - *Coleção Explorando O Ensino Fronteira Espacial Parte 1 -Volume 11*.

Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009. Disponível em:

http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=4232-colecaoexplorandoensino-vol11&category_slug=marco-2010-pdf&Itemid=30192 Acesso em: 02 de mar. 2016.

CANALLE, João Batista Garcia. *Oficina de Astronomia* (Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

CANIATO, Rodolpho. *Com ciência na educação: ideário e prática de uma alternativa brasileira para o ensino de ciência*. Campinas. Papyrus, 1987.

COSTA, Francisco José. SILVA, Severino Domingos. *Mensuração e Escalas de Verificação: uma Análise Comparativa das Escalas de Likert e Phrase Completion*. Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia, v. 15, p. 1-16, out. 2014.

DAMINELI, Augusto. STEINER, João. *O Fascínio do universo*. São Paulo. Ed. Odysseus, p. 97-98, 2010.

DARROZ, Luiz. Marcelo. *“Uma proposta para trabalhar conceitos de astronomia com alunos concluintes do curso de Formação de Professores na modalidade Normal”*.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

DATAMEX. *Aldeia indígena tupinambá*. Disponível em:

http://www.datamex.com.py/guarani/taanga/marandeko/staden_aldea_tupinamba.jpg. Acesso em: 01 de mai. 2016.

FARIA, Romildo Póvoa. *Fundamentos de Astronomia*. 10ª ed. São Paulo: Papirus, p. 183-203, 2009.

GARCIA, Carlos Marcelo. *Formação de professores – para uma mudança educativa*. Portugal, Porto. 1999.

GERHARDT, Tatiana Engel. SILVEIRA, Denise Tolfo. *Métodos de Pesquisa*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1ª edição, 2009.

IACHEL, Gustavo. *Um estudo exploratório sobre o ensino de Astronomia na formação continuada de professores*. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, Unesp, Bauru, 2009.

LANGHI, Rodolfo. *Ensino de astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências*. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 24, n. 1: p. 87-111, abr. 2007.

LANGHI, Rodolfo. *Educação em astronomia: repensando a formação de professores*. São Paulo: Escrituras, 2012.

LANGHI, Rodolfo. NARDI, Roberto. *Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da astronomia*. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, n. 2, p. 75-92, 2005.

LANGHI, Rodolfo. NARDI, Roberto. *Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 4, 2009.

LIMA, Flávia Pedroza. MOREIRA, Ildeu de Castro. *Tradições astronômicas tupinambás na visão de Claude D'Abbeville*. Revista da SBHC, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, jan./jun. 2005.

MORAES, Abrahão. *A Astronomia no Brasil* (com a colaboração de A. Szulc), As Ciências no Brasil, São Paulo: Edições Melhoramentos, 2ª edição em 1994, Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1955

MORAES, Ronny Machado. *A teoria da aprendizagem significativa – tas*. Disponível em: <http://www.construirnoticias.com.br/a-teoria-da-aprendizagem-significativa-tas/> Acesso em: 02 de março de 2017.

MOREIRA, Marco Antonio. *Teorias de Aprendizagem*. Editora Pedagógica e Universitária Ltda. (E.P.U.), São Paulo, Brasil. 1999.

_____, Marco Antonio. *O Que É Afinal Aprendizagem Significativa?* Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2010.

MOREIRA, Ildeu de Castro. *A Inclusão Social e a Popularização da Ciência e Tecnologia no Brasil*. *Revista Inclusão Social*. V. 1, n. 2, 2006. Disponível em: <http://revista.ibict.br/inclusao/index.php/inclusao/article/view/29/50>. Acesso em: 08 de nov. 2016.

MOURÃO, Ronaldo Rogério de Freitas. *Astronomia do Macunaíma*. Belo Horizonte: Itatiaia, p. 85. 2000.

_____, Ronaldo Rogério de Freitas. *Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, p. 956 1987.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. *Astronomia & Astrofísica*. 2ª ed. São Paulo: Livraria da Física. p.557, 2004

PEREZ, Everton Piza. *Caixa experimentoteca: uma proposta para o ensino de astronomia*. 2015 Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Faculdade de Ciências e Tecnologia Unesp. Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

NARDI, Roberto. *Ensino de ciências e matemática, I: temas sobre a formação de professores*. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. Disponível em: <http://static.scielo.org/scielobooks/g5q2h/pdf/nardi-9788579830044.pdf> Acesso em: 22 de fevereiro de 2017

PENA, Rodolfo Alves. *Estações do ano*. Disponível em: <http://brasilescola.uol.com.br/geografia/estacoes-ano.htm> Acesso em: 25 de junho de 2015

PINTEREST, Terraço Imperial Observatório, Morro do Castelo. Disponível em: <https://www.pinterest.com/pin/545428204848089896/> Acesso em 1 de jan. de 2016.

PORTO, C.M. e PORTO, M.B.D.S.M.. *A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna*. Rev. Bras. Ensino Fís. vol.30, n.4. 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v30n4/v30n4a15.pdf> Acesso em 06 de jan. 2015.

PONCZEK, Roberto Leon. *Da Bíblia a Newton: uma visão humanística da mecânica*. In: Rocha J.F. M. *Origens e evolução das ideias da Física*. Salvador/BA: Edufba, 2002.

PRUDENTE, Lucas Alves da Silva. *Elaboração E Aplicação. Simulador Sol-Terra Seus Fenômenos Para Alunos Do Ensino Médio*. Monografia de Conclusão de Curso de Licenciatura em Física. Unesp, Presidente Prudente. 2016

SBF, Sociedade Brasileira de Física. Disponível em:

<http://www1.fisica.org.br/mnpef/?q=sobre-o-mnpef> Acesso em: 20 de janeiro de 2017

SERAFIM, Mauricio Custódio. *A Falácia da Dicotomia Teoria-Prática* Rev. Espaço Acadêmico, 2001. Disponível em: www.espacoacademico.com.br Acesso em: 04 de outubro de 2016

SILVA, Leonardo Dantas. *João Maurício de Nassau e os livros*. Disponível em:

<http://www.revistadehistoria.com.br/secao/capa/colonizadores-da-america>. Acesso em 06/09/2017.

SILVA, Pedro Henrique Ciucci da - *O tratado da esfera de Jonhannes de Sacrobosco* - Revista Pandora Brasil - Nº 46 Setembros de 2012, 2012. Disponível em:

http://revistapandorabrasil.com/revista_pandora/filosofia_natureza/tratado.pdf Acesso em 30 de nov. 2017.

SOUZA, Claudia. *Monumentos Megalíticos*. Disponível em

<http://www.infoescola.com/arquitetura/monumentos-megaliticos/> Acesso em 12 de março de 2016

SOUZA, Gustavo Rainer. *Os jesuítas no Brasil*. Disponível em:

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/historiadobrasil/os-jesuitas-no-brasil.htm> Acesso em: 20 de setembro de 2016

VIDAL, Egnaldo Pinheiro Junior. *O Ensino De Astronomia No Ensino Médio: Uma Proposta De Oficina De Apoio Ao Professor* - Fortaleza – Ceará, 2010.

Apêndice I – Elaboração do simulador Sol-Terra

Para a confecção do equipamento mostrou-se necessário utilizar alguns discos e uma placa quadrada para a base. Com a ajuda de um marceneiro foram efetuados cortes nas medidas citadas a seguir, além de um furo central de 1cm de diâmetro em todas as peças, conforme a figura 23.



Figura 23: Materiais necessários para construção da base.

Materiais necessários:

- Uma placa quadrada de MDF nas medidas de 29x29cm;
- Dois discos de MDF com 19,5cm de diâmetro;
- Um disco de MDF com 22cm de diâmetro;
- Quatros discos de MDF com 17cm de diâmetro;
- Um cano de PVC com diâmetro de 20cm;
- Uma barra circular vazada com 20cm de altura e 1cm de diâmetro;
- Dois parafusos de 4cm de comprimento e suas respectivas porcas;
- Uma barra de alumínio de 20cm dobrada no formato de “L”;
- Dois metros de fio paralelo;
- Um soquete de lâmpada;
- Papeis coloridos nas cores rosa, amarelo e azul.

Inicialmente o disco de 19,5cm de diâmetro (que será o guia para o cano de PVC) foi parafusado na base quadrada, conforme a figura 24.

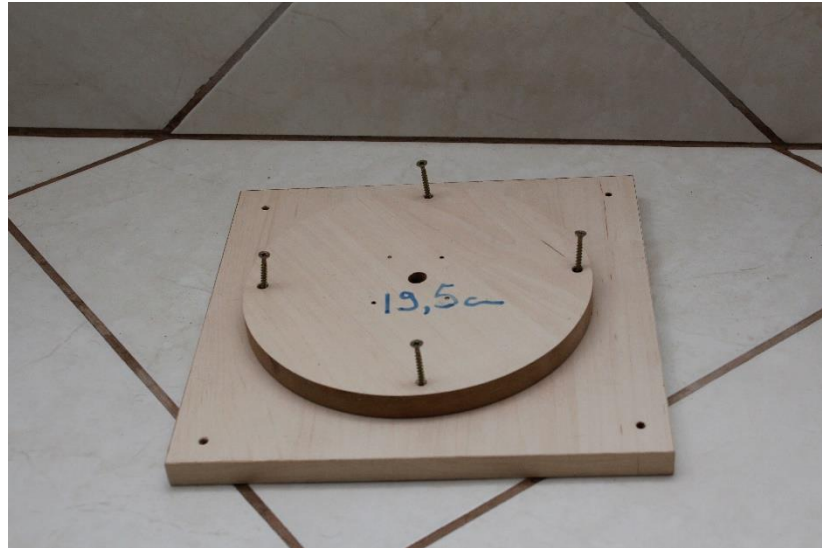


Figura 24: Base com a primeira placa circular.

Em seguida, os quatro discos 17cm de diâmetro (que são responsáveis pelo espaçamento entre o primeiro e o segundo disco de 19,5cm) foram parafusados, conforme a figura 25.



Figura 25: Placas espaçadoras sendo fixadas.

Posteriormente, a barra de alumínio dobrada em “L” foi parafusada ao cano de PVC. Para auxiliar a fixação entre eles foram feitos dois furos tanto na barra quanto no cano; que em seguida foram parafusados entre si, conforme a figura 26.



Figura 26: Barra sendo parafusada na lateral do cano PVC.

Assim encaixado o cano de PVC na base para que ele possa rotacionar, o outro disco de 19,5cm foi fixado, conforme a figura 27.

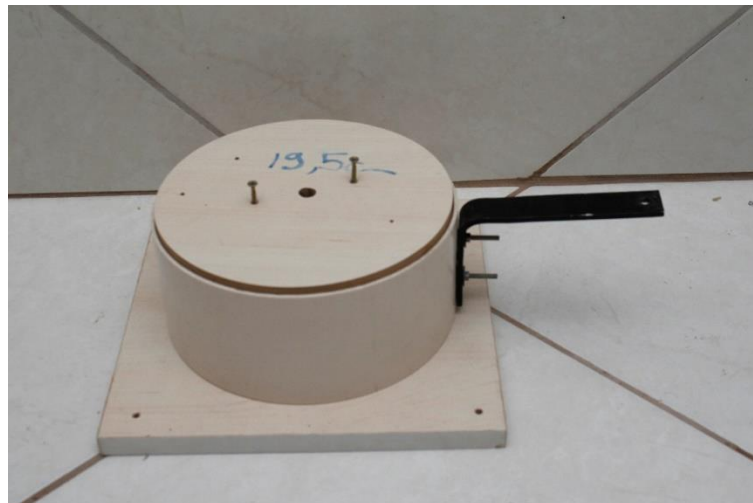


Figura 27: Cano de PVC fixado na base.

Para evitar que o cano se deslocasse verticalmente, foi parafusado o disco de MDF de 22cm de diâmetro sobre o de 19,5cm. Em seguida, foi encaixada uma barra circular no furo central e colado o papel colorido seguindo uma ordem, para que representasse as estações do

ano. A cor rosa representa o outono e a primavera, a cor azul o inverno e a cor amarela o verão, tendo como ponto de vista o hemisfério sul, conforme a figura 28.

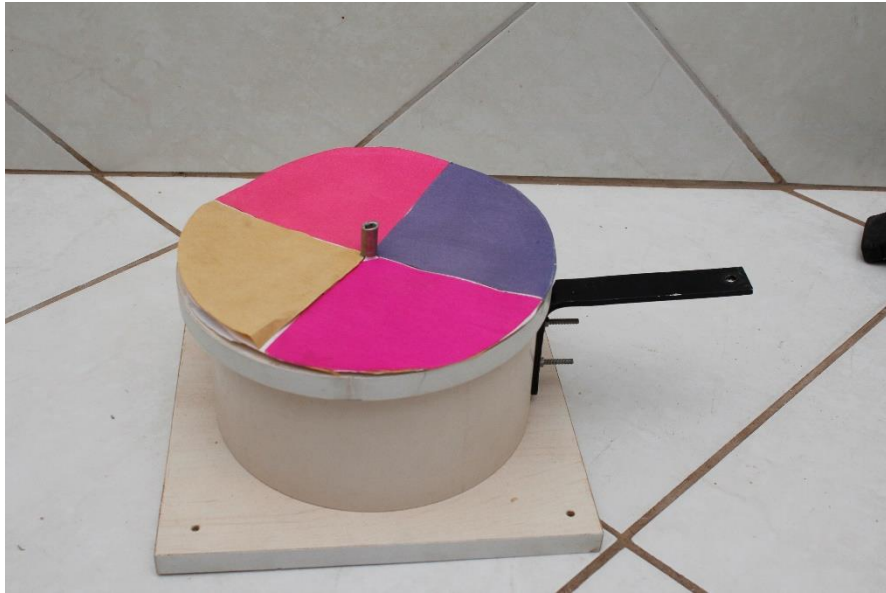


Figura 28: Base com sistema de cores colado.

Finalizando a base, o fio paralelo foi introduzido ao centro e em seguida o soquete e a lâmpada foram conectados a ele, conforme a figura 29.

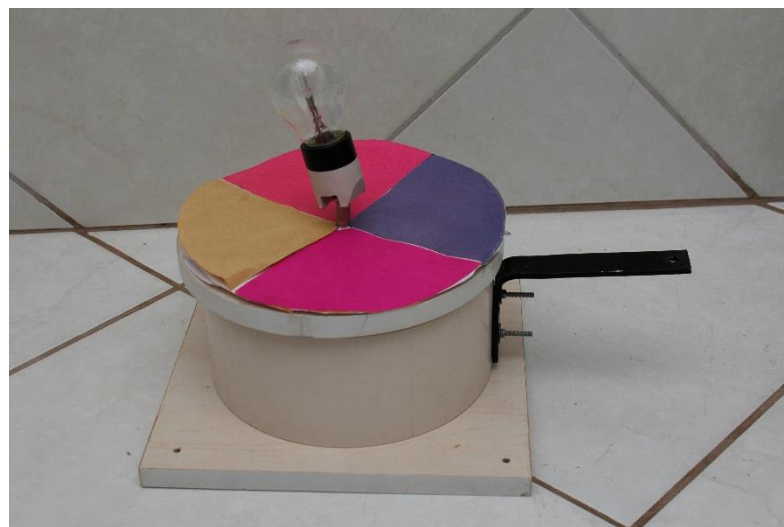


Figura 29: Parte elétrica incluída na base.

O próximo passo foi a montagem da base na qual o globo terrestre se fixaria. Os materiais necessários foram discos, parafusos, um globo terrestre e duas barras circulares de mesmo diâmetro da utilizada na primeira parte, conforme a figura 30.



Figura 30: Discos de MDF para a base de fixação do globo terrestre.

Materiais necessários:

- Um disco de MDF com 15cm de diâmetro;
- Um disco de MDF com 10cm de diâmetro;
- Duas barras circulares com 6cm de comprimento e 1cm de diâmetro;
- Dois parafusos de 12cm de comprimento e suas respectivas porcas;
- Uma folha em EVA na cor preta;
- Um globo terrestre com 15cm de diâmetro.

Foram efetuados dois furos com o auxílio de um marceneiro (um central e outro ao lado formando um ângulo de aproximadamente 23° em relação ao plano vertical) em ambos os discos para que se passassem as barras circulares por eles, conforme a figura 31.

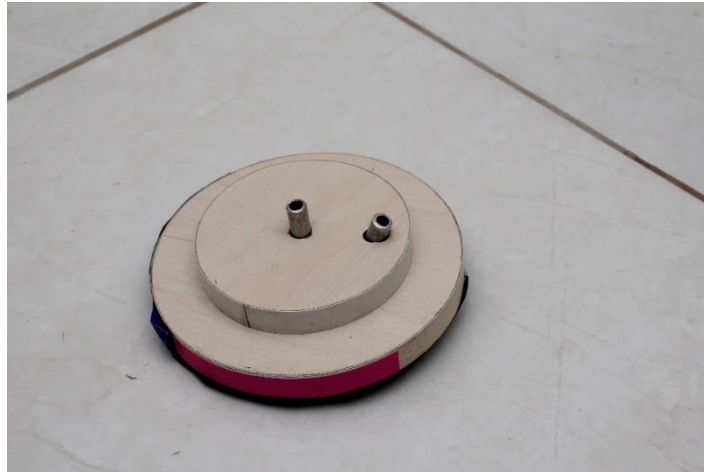


Figura 31: Base já montada e presa com as barras circulares.

Em seguida os parafusos de 12cm foram inseridos na parte interna das barras. O ideal é que eles fiquem livres para que assim possam rotacionar. O parafuso central serve para fixação na outra base e o parafuso lateral para fixar o globo terrestre na base menor. Para evitar reflexos, a utilização do EVA preto colado a base foi necessário, conforme a figura 32.



Figura 32: Base completa já com o globo terrestre fixado.

Por fim, o parafuso central da base menor foi fixado na haste da base maior. O mesmo padrão de cores utilizado na base maior foi implementado à base menor, conforme a figura 33.

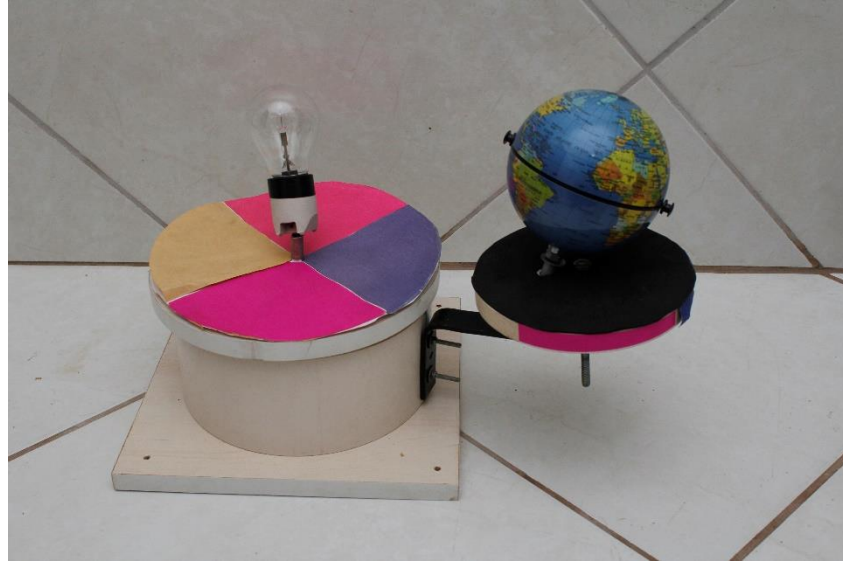


Figura 33: Simulador Sol-Terra finalizado.

Este simulador possibilita trabalhar fenômenos que ocorrem durante o ano, como: as estações do ano, dias e noites, solstícios e equinócios, o significado dos trópicos de câncer e capricórnio dentre outros fenômenos.

Apêndice II – Maquete sobre o movimento relativo solar

Para a construção da maquete foram necessárias algumas placas de MDF, conforme a figura 34.



Figura 34: Placas de MDF utilizadas.

As placas seguem as seguintes medidas:

- Duas placas de MDF nas medidas de 29x10cm;
- Duas placas de MDF nas medidas de 29x07cm;
- Uma placa de MDF nas medidas de 29x29cm;
- Uma placa de MDF nas medidas de 29x32cm;
- Uma placa de MDF nas medidas de 35x14cm vazada com um furo de 11mm.

Para o funcionamento do sistema proposto, foram utilizados:

- Uma barra circular de alumínio (retirada de uma antena);
- Um metro de arame liso com 1mm de diâmetro;
- Um LED branco *alto brilho*;
- Um suporte de pilhas;
- Duas pilhas AA;
- Duas presilhas metálicas com parafusos;
- Uma placa de isopor na medida de 32x29cm;
- Moldes de casas feitos a mão.

Para a construção da base, parafusaram-se as placas de 29x10cm e 32x07cm, conforme a figura 35.

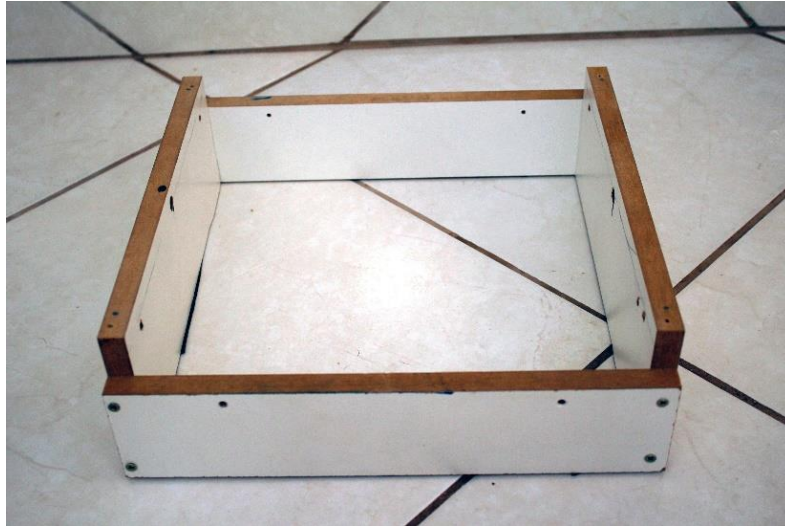


Figura 35: Base parafusada.

Com o auxílio de uma furadeira e uma broca de 10mm, foi efetuado um furo não vazante (como destacado pela seta amarela) nas placas de 29x10cm na altura de 8cm da base e a 14,5cm da lateral, conforme a figura 36.



Figura 36: Furo não vazante.

Em seguida foi possível parafusar a placa de 29x29cm na parte central da base, conforme a figura 37. Ela é necessária para a sustentação da estrutura do equipamento mesmo não ficando exposta.

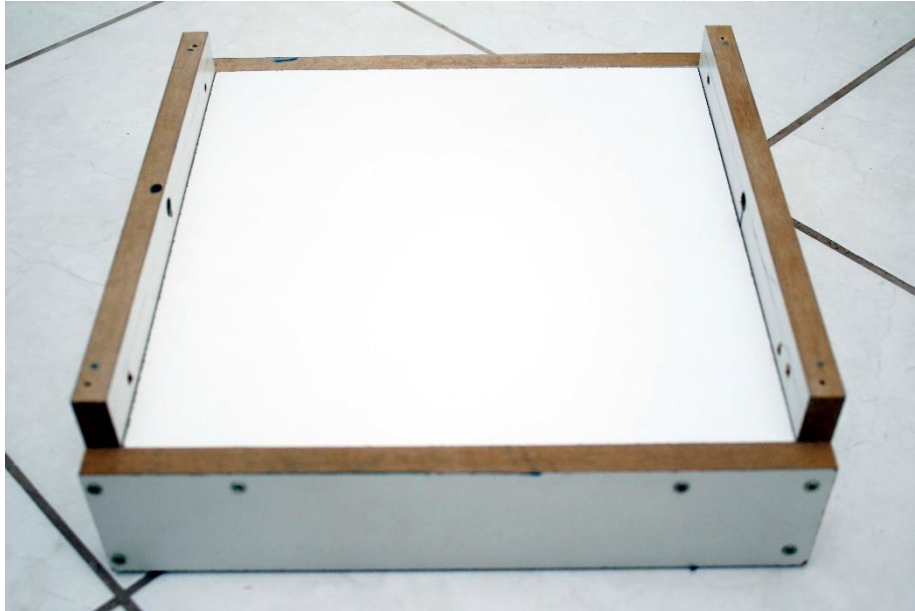


Figura 37: Placa de sustentação da base.

Em seguida na placa de 35x14cm com um furo vazante de 12mm no seu centro foi introduzida a barra de alumínio, conforme a figura 38.

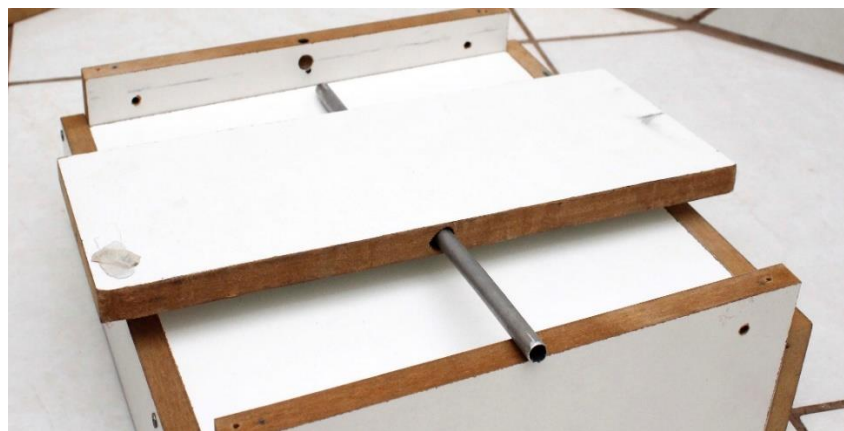


Figura 38: Barra de alumínio encaixada na placa de 35x14cm.

A barra foi fixada no furo não vazante da base permitindo que a placa de 35x14cm se movimente de um lado ao outro de maneira orientada, conforme a figura 39.

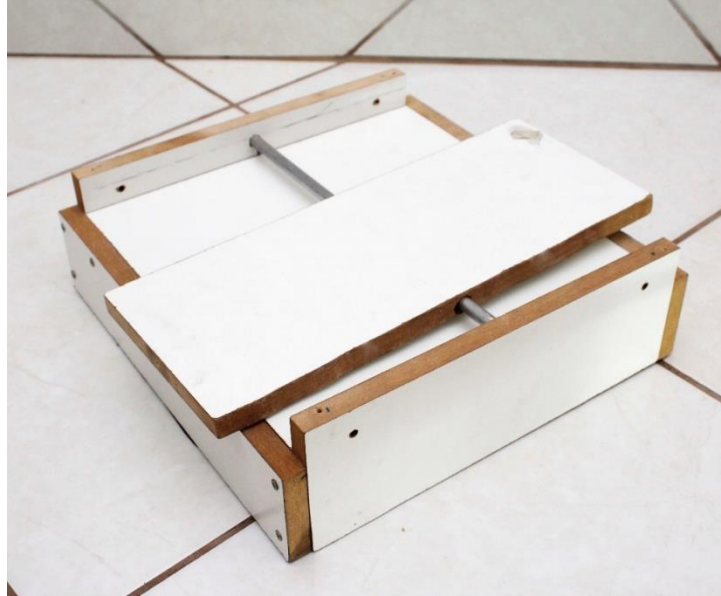


Figura 39: Barra circular encaixada nos furos efetuados na lateral interna.

A última placa, na medida de 29x32cm foi parafusada na parte superior da base, conforme a figura 40.

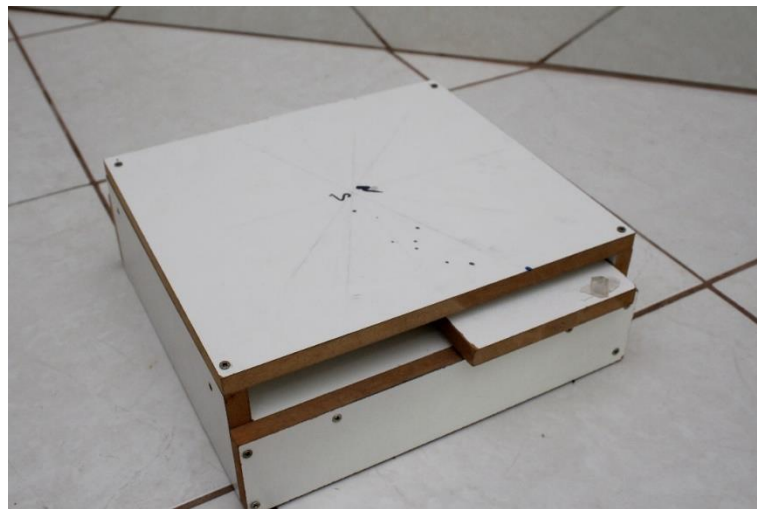


Figura 40: Tampa fixada a base.

Para a criação do circuito que simulará a trajetória solar, foram parafusadas as duas presilhas (cada uma em um lado da placa móvel) e em seguida foram fixados os arames com suas extremidades isoladas eletricamente, prendendo os fios do suporte de pilhas no arame, conforme a figura 41.

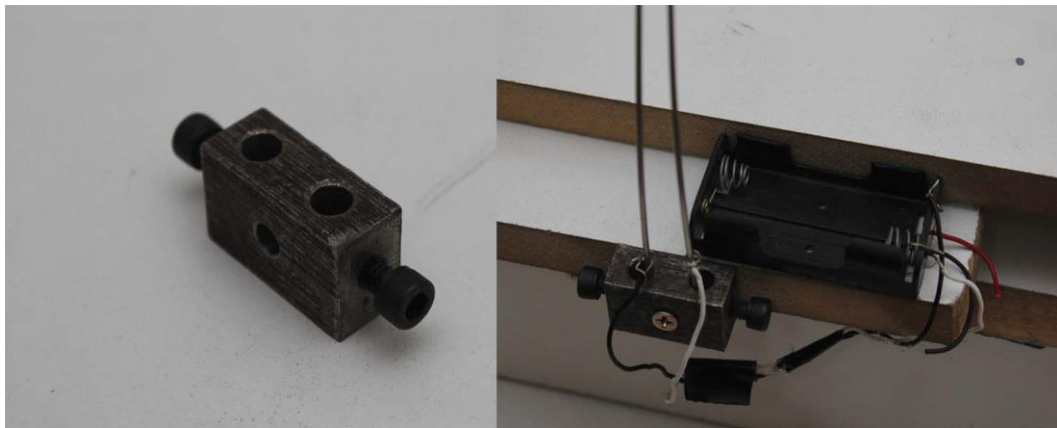


Figura 41: Presilhas laterais.

Na extremidade oposta à base das pilhas foi acomodada uma placa de madeira com quatro orifícios vazantes: dois para acomodar o LED e os outros dois para os arames que simulam o movimento solar, conforme a figura 42.

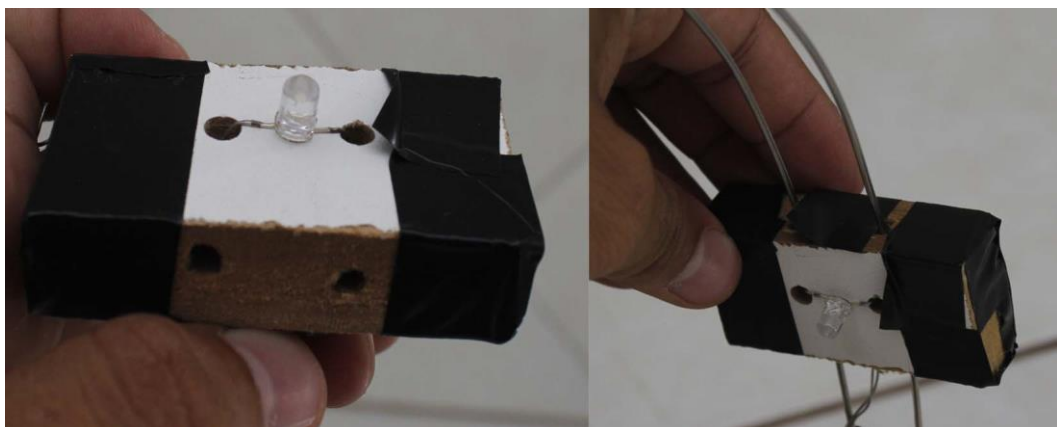


Figura 42: Fixação do Led no arame.

Para a conclusão do equipamento, foi criada uma maquete representando uma cidade com prédios, casas e postes com o objetivo de simular a relação de sombras e iluminação que o Sol cria. Este experimento proporciona um conjunto de situações que se relacionam com o outro equipamento a acerca da relação orbital Sol-Terra. Por este motivo, foi colado o mesmo padrão de cores aplicado no equipamento anterior, além de inclinar o arame aproximadamente 22° com o eixo vertical, simulando os fenômenos que ocorrem na cidade de Presidente Prudente - SP, conforme a figura 43.

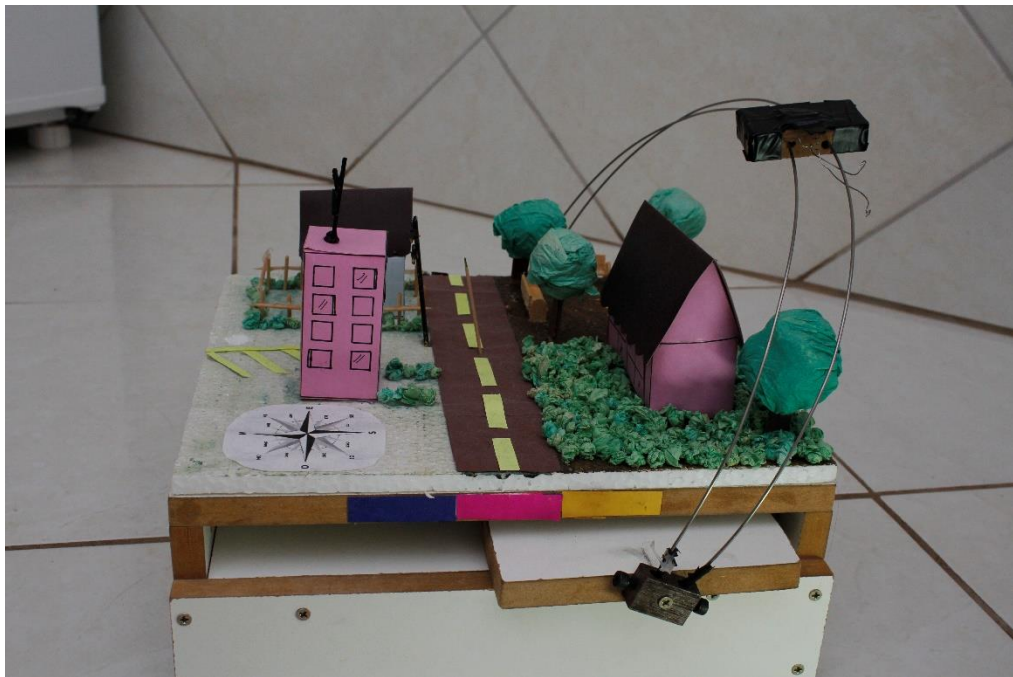


Figura 43: Maquete do movimento aparente solar.

Apêndice III - Questionário inicial – Ensino Superior

Nome: _____ **RA:** _____

- 1) Você teve contato com o conteúdo de astronomia no Ensino Médio? Se sim, como foi sua experiência?

- 2) Após ingressar no Ensino Superior, até esse momento quais foram seus contatos com astronomia?

- 3) Você acha importante o ensino de Astronomia no Ensino Médio? Por que?

- 4) A grade do Curso de Licenciatura em Física foi modificada e a disciplina de Astronomia Básica foi incluída como obrigatória. Você concorda com essa mudança? Por que?

- 5) O uso de experimentação para exemplificação dos fenômenos astronômicos é válido? Você conhece algum? Se sim, cite-o e dê uma breve explicação do seu funcionamento.

- 6) Quais movimentos estão associados à relação Terra-Sol? Explique-os.

- 7) Você já ouviu a respeito dos trópicos de Câncer e Capricórnio? O que eles representam?

- 8) Qual a causa das estações do ano?

- 9) O que são solstícios e equinócios e por que eles ocorrem?

- 10) Existe uma constância no que se refere a duração nos dias do ano? Justifique.

- 11) Caso seja inverno no Hemisfério Sul, qual estação do ano é no Hemisfério Norte?

- 12) E em Presidente Prudente, o Sol tem um movimento aparente, por que isso ocorre?

- 13) Qual direção cardinal o Sol nasce em Presidente Prudente? É sempre a mesma? Por que?

- 14) O fenômeno “Sol a Pino” (onde os corpos não produzem sombra) e acontece ao meio dia ocorre em Presidente Prudente?

Apêndice V Roteiro experimental – Ensino Superior

Nome: _____ RA: _____

- 1) Trabalhando com o Simulador Sol-Terra quando se ligam as cores correspondentes o que acontece com cada hemisfério se relacionado com a quantidade da incidência luminosa no hemisfério Sul.

Azul _____ Rosa _____ Amarelo _____

E no hemisfério norte.

Azul _____ Rosa _____ Amarelo _____

- 2) Com a observação efetuada, qual relação se tem entre a incidência de luz solar e as estações do ano?
- 3) Quando efetuado na cor Azul e Amarela, qual o ponto da Terra perpendicular ao Sol? Você conseguiu visualizar qual linha imaginária ficou ‘à frente’?
- 4) Pegue dois pontos em hemisférios diferentes, com a mesma latitude. Verifique a incidência de luz e a duração dos dias. O que foi observado em cada cor?
- 5) Ligue a cor amarela, em seguida observe o Polo Norte, o que você pode concluir com a passagem dos dias nesse ponto e ao Polo Sul?
- 6) Observe o equador agora, em qual época do ano o Sol fica perpendicular a este país? Quantas vezes ao ano? E o restante dos países, fora desta linha imaginária?

Presidente Prudente, SP - está localizado no Hemisfério Sul do planeta situado a uma latitude de $22^{\circ} 07' 32''$, próximo ao trópico de Capricórnio ($23^{\circ} 43'$). A maquete do movimento aparente do Sol, foi desenvolvida para representar ao máximo possível o movimento aparente do Sol, na cidade de Presidente Prudente. Comparando o padrão de cores entre os equipamentos responda as seguintes perguntas.

- 7) Modificando as cores na maquete, é possível visualizar a variação da posição do nascer e pôr-do-sol? Qual a variação de graus em relação ao ponto cardinal Leste?

- 8) Em qual estação do ano, o Sol nasce exatamente ao leste?

- 9) Comparando a maquete ao simulador, ao estar na Primavera (Sol perpendicular ao equador), neste momento o Sol estará em qual posição ao meio dia na maquete?

- 10) Em qual estação do ano o Sol estará a pino com a maquete? E na linha do equador (observar o simulador)? Quantas vezes ao ano o Sol estará a pino?

- 11) Observando a maquete, certas partes de algumas casas, serão iluminadas o ano inteiro? Por que?

- 12) Se o lugar for de latitude maior que a dos Trópicos, ele terá “Sol a pino”? Por que?

Apêndice VI- Roteiro experimental – Ensino Médio

1) Ligue as cores amarelo e em seguida azul e por último as cores rosas. Descreva qual região da Terra fica à frente em cada uma das cores.

Azul _____

Amarelo _____

Rosa _____

2) Ligue a cor Amarelo e observe os polos norte e sul. Qual a incidência de luz em cada polo quando os dias se passam?

3) Com a maquete do movimento aparente solar, observe o ponto central. Em qual cor, durante a passagem do ano, não há sombra aparente? _____
Quais estações ela representa? _____

4) Observe a passagem dos meses (Passe pelas cores – Azul – Rosa e Amarelo). Cite em qual ponto cardeal o Sol nasce em cada cor.

5) Ligue a cor Rosa em ambos os equipamentos e observe a Linha do Equador. Como está a sombra projetada no simulador? Nesta mesma cor existem sombras na maquete?

Apêndice VII Questionário final – Ensino Superior

- 1) Qual o nível de Aprendizagem obtido através dos equipamentos:
- a. () Nada satisfatório
 - b. () Pouco satisfatório
 - c. () Satisfatório
 - d. () Muito satisfatório
 - e. () Plenamente satisfatório
- 2) O uso de experimentação para exemplificar os fenômenos envolvendo o Sol é:
- a. () Não é importante
 - b. () Pouco importante
 - c. () Razoavelmente importante
 - d. () Importante
 - e. () Muito importante
- 3) Possível replicação para utilização em aulas:
- a. () Improvável
 - b. () Pouco provável
 - c. () Provável
 - d. () Razoavelmente provável
 - e. () Muito provável
- 4) Material de apoio (roteiros):
- a. () Nada satisfatório
 - b. () Pouco satisfatório
 - c. () Satisfatório
 - d. () Muito satisfatório
 - e. () Plenamente satisfatório

5) Clareza na identificação dos fenômenos demonstrada pelos equipamentos:

- a. Nada satisfatório
- b. Pouco satisfatório
- c. Satisfatório
- d. Muito satisfatório
- e. Plenamente satisfatório

6) Construção dos equipamentos:

- a. Nada satisfatório
- b. Pouco satisfatório
- c. Satisfatório
- d. Muito satisfatório
- e. Plenamente satisfatório

7) Aplicação no Ensino Básico (Fundamental e Médio)

- a. Não possível
- b. Pouco possível
- c. Possível
- d. Razoavelmente possível
- e. Muito possível

Apêndice VIII - Questionário Final – Ensino Médio

1) Sua aprendizagem foi:

- a. Nada satisfatório
- b. Pouco satisfatório
- c. Satisfatório
- d. Muito satisfatório
- e. Plenamente satisfatório

2) Clareza na identificação dos fenômenos demonstrada pelos equipamentos:

- a. Nada satisfatório
- b. Pouco satisfatório
- c. Satisfatório
- d. Muito satisfatório
- e. Plenamente satisfatório

3) Material de apoio (roteiros):

- a. Nada satisfatório
- b. Pouco satisfatório
- c. Satisfatório
- d. Muito satisfatório
- e. Plenamente satisfatório

4) Em todo o processo de aplicação qual foi sua maior dificuldade?

5) Os equipamentos desmistificaram algumas de suas hipóteses anteriores? Quais?

6) O que você modificaria nos equipamentos? Justifique.

Apêndice IX – Plano de Aula

Plano de Aula
<p>Instituição de Ensino: Etec Prof. Dr. Antônio Eufrásio de Toledo.</p> <p>Duração da atividade: Duas aulas.</p> <p>[] Ensino Fundamental [x] Ensino Médio [] Ensino Superior</p> <p>Série ou Período: 1º Ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Florestas.</p> <p>Conteúdos: Astronomia Básica.</p> <p>Disciplinas envolvidas: Física.</p>

Objetivos
<p>Objetivo Geral</p> <ul style="list-style-type: none">• Relacionar o conteúdo de astronomia básica ao cotidiano do aluno. <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Identificar e interpretar os fenômenos entre a interação orbital Sol-Terra;• Observar as estações do ano e sua real causa;• Constatar o que significa os trópicos de Câncer e Capricórnio;• Contextualizar a formação das sombras durante o ano e relacionar com a posição da Terra em reação ao Sol.

Conteúdos
<ul style="list-style-type: none">• Terra e o Sistema solar;

- Inclinação do Eixo Terrestre;
- Estações do ano;
- Linhas imaginárias;
- Sol da meia noite;
- Posição relativa do Sol (Analema).

Método aplicado

Aula expositiva. Sala de aula organizada em semicírculo, para que os alunos possam ficar ao redor dos equipamentos e o professor possa ministrar os conceitos de forma expositiva e dialogada com espaço aberto à questionamento por parte dos educandos. Esse ambiente propiciará a dinâmica necessária para o desenvolvimento da aula e o manuseio do kit pelos alunos do final da aula.

Recursos

- Kit experimental;
- Sala de aula escura com acesso à energia elétrica.

Avaliação

Por ser uma atividade que envolve uma dinâmica diferenciada, mostra-se necessária uma avaliação indireta, com os seguintes critérios: participação dos alunos, questionamentos e atenção às explicações.

Bibliografia

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira.

Astronomia & Astrofísica. 2ª ed. São Paulo: Livraria da Física. p.557, 2004

FARIA, Romildo Póvoa. *Fundamentos de Astronomia*. 10ª ed. São Paulo: Papirus, 2009.

