

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

unesp
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

 **SBF**
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

**CAIXA EXPERIMENTOTECA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE
ASTRONOMIA.**

EVERTON PIZA PEREZ

PRESIDENTE PRUDENTE- SP

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

EVERTON PIZA PEREZ

**CAIXA EXPERIMENTOTECA: UMA PROPOSTA PARA O
ENSINO DE ASTRONOMIA.**

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

2015

CAIXA EXPERIMENTOTECA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE
ASTRONOMIA.

EVERTON PIZA PEREZ

Orientador:

Prof. Dr ANGEL FIDEL VILCHE PEÑA

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

Aprovado por:

Prof. Dr. Celso Xavier Cardoso

Prof. Dra. Agda Eunice de Souza Albas

Prof. Dr. Renivaldo José dos Santos

Presidente Prudente, Novembro de 2015.

“ A Astronomia compele a alma a olhar para o alto e nos transportar deste mundo para outro.”

Platão

Agradecimentos

Aos professores da banca examinadora, em especial ao Prof. Dr Angel Fidel Vilche Peña pela dedicação à ciência e ótima orientação, a CAPES-Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- pelo auxílio financeiro concebido através de bolsa de estudo na vigência do mestrado e a SBF- Sociedade Brasileira de Física.

Resumo

A visão de um céu estrelado numa noite límpida tem fascinado a Humanidade desde os tempos pré-históricos. O homem começou a “fazer ciência” a partir do momento em que se perguntou o que eram as estrelas e porque estavam ali, desenhando a aparência do céu e tentando predizer os fenômenos celestes. A partir do momento em que Galileu apontou sua luneta para o céu, iniciou-se uma estreita relação entre a evolução dos instrumentos astronômicos, a tecnologia, a história e a ciência. Seu ato deu suporte às ideias de Nicolau Copérnico, que nos tirou da idade das trevas e nos guiou ao Renascimento, culminando com a teoria da Gravitação Universal de Newton.

Atualmente, muitas pesquisas têm sido realizadas dentro da temática da melhoria do ensino de Ciências. No entanto, a História da Ciência ensinada nos Ensinos Fundamental e Médio, e até no superior, apresenta problemas, como erros factuais e conceituais.

A fim de proporcionar melhor compreensão do fenômeno, este trabalho pretende-se explorar a utilização de uma caixa de experiências através da utilização de um material didático para a Astronomia, chamado de Caixa Experimentoteca, relacionado com a teoria da Astronomia que é ensinada no Ensino Médio.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Astronomia, Experimentos, Ensino Médio, Instrumentos Ópticos.

Abstract

The sight of a starry sky on a clear night has fascinated humanity since prehistoric times. The man began to “do science” from the moment we wondered what were the stars and why they were there, drawing the appearance of the sky and trying to predict the celestial phenomena. From the time when Galileo pointed his telescope to the sky, began a close relationship between the evolution of astronomical instruments, technology, history and science. His act gave guided us to the Renaissance, culminating in the theory of universal gravitation Newton.

Currently, many researches have been conducted within the theme of improving the teaching of science. However, the History of Science taught in Elementary and High School, and even on top, presentes problems as factual and conceptual errors.

In order to provide better understanding of the phenomenon, this study intends to explore the use of a box of experiences through the use of educational material for Astronomy, called Experimentoteca case, related of astronomy that is taught in high school.

KEYWORDS: Astronomy teaching, Experiments, Hight School, Optical Instruments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Posições do Sol na eclíptica no início de cada estação.....	20
Figura 2. Objeto didático: Simulador do Movimento Solar.....	21
Figura 3. Arame alinhado com a eclíptica do globo terrestre.....	22
Figura 4. LED representando o Sol ao Nascer.....	23
Figura 5. LED representando o Sol no equador as 12 horas.....	23
Figura 6. Montagem do Relógio do Sol.....	26
Figura 7. Relógio Solar pronto.....	27
Figura 8. Luneta de Cano de PVC com lentes.....	29
Figura 9. Luneta de cano de PVC.....	30
Figura 10. Kit de comparação do tamanho dos planetas e o Sol	31
Figura 11. Comparando o tamanho de planetas e o Sol.....	32
Figura 12. Comparando o diâmetro de planetas e suas distâncias.....	33
Figura 13. A esfera Celeste.....	35
Figura 14. Círculos fundamentais da esfera celeste.....	37
Figura 15. Movimento dos astros em diferentes latitudes.....	37
Figura 16. Montagem do Planetário de Pobre.....	38
Figura 17. Comparação de arcos de estrelas.....	40
Figura 18. Caixote de compensado naval.....	42
Figura 19. Retângulo de compensado naval de 5mm de espessura.....	43
Figura 20. Distribuição dos experimentos na caixa experimentoteca.....	43
Figura 21. Distribuição dos experimentos na caixa experimentoteca.....	44

Figura 22. Armazenamento dos roteiros experimentais.....	44
Figura 23. Demonstração da Caixa experimentoteca de Astronomia.....	46
Figura 24. Modelo de roteiro experimental utilizado.....	47
Figura 25. Placa de compensado naval que representa o horizonte.....	56
Figura 26. Instalação das Barras roscadas e base para pilhas.....	56
Figura 27. Furos na peça retangular na parte superior.....	56
Figura 28. Furo na peça retangular na parte frontal	57
Figura 29. Furo roscado na peça retangular na parte lateral.....	57
Figura 30. Peça retangular colocada no disco circular de compensado naval..	57
Figura 31. Arame curvado.....	58
Figura 32. LED de alta potência soldado nos terminais circulares.....	58
Figura 33. Parte inferior do disco de compensado naval com pilhas.....	58
Figura 34. Simulador do Movimento Solar montado	59
Figura 35. Peça retangular de compensado naval.....	61
Figura 36. Furos na placa retangular de compensado naval	61
Figura 37. Formação de um triângulo retângulo para cálculo do tamanho da Barra roscada	61
Figura 38. Barra roscada em diferentes tamanhos	62
Figura 39. Peças da luneta de PVC	64
Figura 40. Lente de 2 graus positivo.....	64
Figura 41. Lente com 50mm de diâmetro.....	64
Figura 42. Monóculo colocado na luva de redução.....	65
Figura 43. Encaixe dos tubos de 50mm e 40mm de diâmetro.....	65

Figura 44. Ajuste do monóculo no tubo H.....	66
Figura 45. Luneta de PVC pronta.....	67
Figura 46. Encaixe do plugue.....	67
Figura 47. Balão gigante representando o Sol	69
Figura 48. Comparação de planetas.....	69
Figura 49. Comparação do Sol com os planetas.....	69
Figura 50. Comparação das distâncias dos planetas em escala	70
Figura 51. Marcando o polo Sul Celeste no Balão Volumétrico.....	71
Figura 52. Ponto marcado para o nível de água	72
Figura 53. Marcação da Linha de nível de água.....	73
Figura 54. Linha da Eclíptica	73

SUMÁRIO

Lista de Ilustrações.....	3
Capítulo 1 - Introdução.....	9
Capítulo 2 - Justificativa.....	10
2.1 - Objetivos Gerais.....	12
2.2 – Objetivos Específicos.....	13
Capítulo 3 - Fundamentação Teórica.....	14
Capítulo 4- Metodologia.....	17
4.1 – Simulador do Movimento Solar.....	18
4.1.1 – Resumo Teórico.....	18
4.1.2 – Montagem experimental: Simulador do Movimento Solar.....	21
4.1.3 – Proposta Experimental para o Simulador do Movimento Solar.....	22
4.2 – Relógio do Sol.....	25
4.2.1 - Resumo Teórico.....	25
4.2.2 - Montagem experimental: Relógio do Sol.....	26
4.2.3 - Proposta Experimental para o Relógio do Sol.....	27

4.3- Luneta de PVC com lente de óculos.....	28
4.3.1 - Resumo Teórico	28
4.3.2 - Montagem experimental: Luneta de PVC com lente de óculos.....	29
4.3.3 - Proposta Experimental para a Luneta de PVC com lente de óculos.....	30
4.4 – Comparando os tamanhos dos planetas e o Sol.....	31
4.4.1 - Resumo Teórico	31
4.4.2 - Montagem experimental: Comparando os tamanhos dos planetas e o Sol.....	32
4.4.3 - Proposta Experimental para a Comparação dos tamanhos dos planetas e Sol.....	33
4.5 – Planetário de Pobre.....	35
4.5.1 - Resumo Teórico.....	35
4.5.2 - Montagem experimental: Planetário de Pobre.....	39
4.5.3 - Proposta Experimental para o Planetário de Pobre.....	40
4.6 – Caixa Experimentoteca de Astronomia.....	42
4.6.1 – Utilização da Caixa Experimentoteca de Astronomia.....	45

Capítulo 5- Resultados e Discussão.....	46
5.1- Análise de Resultados.....	48
Capítulo 6- Conclusão.....	52
Referências Bibliográficas.....	53
Apêndice A- Construção do Experimento: Simulador do Movimento Solar.....	55
Apêndice B- Construção do Experimento: Relógio Solar.....	60
Apêndice C- Construção do Experimento: Luneta de PVC com Lentes de Óculos.....	63
Apêndice D- Construção do Experimento: Comparação de Planetas.....	68
Apêndice E- Construção do Experimento: Planetário de Pobre.....	71

Capítulo 1 - Introdução

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997) de ciências naturais são bem específicos quanto aos temas que devem ser abordados pelos educadores no ensino de ciências. Dentre esses temas, encontramos uma série de tópicos sobre Astronomia. No entanto, os professores, principalmente da rede pública, não têm subsídios teóricos suficientes para esta abordagem.

Deste modo, temos grande necessidade de suprir a falta de material didático de ensino e conhecimentos teóricos de astronomia para o Ensino Fundamental e Médio.

Esse trabalho, através da pesquisa na literatura escrita e na mídia eletrônica, tem o intuito de produzir um material didático de fácil manuseio, que aborda uma parte relevante do ensino de Física e sua relação com a tecnologia.

O projeto teve como base a Experimentoteca do Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) da USP de São Carlos, sob a supervisão do Prof. Dietrich Schiel, teve início em 1979 com material desenvolvido para o Ensino Básico. Entre 2003 e 2005, desenvolveram também material para o Ensino Médio, nas áreas de Física, Química, Biologia e Matemática. Fora uma luneta distribuída a todas as unidades participantes do projeto, nenhuma intervenção nessa linha foi considerada.

Como uma forma de completar a proposta deste projeto e tendo em vista a presença mais intensa dos conteúdos de Astronomia nos Currículos escolares e também nos PCN (BRASIL, 1997) e PCN+ (BRASIL, 2002), decidimos criar nossa própria proposta de uma Caixa Experimentoteca de Astronomia voltada para os alunos do Ensino Médio, seguindo uma proposta pedagógica elaborada para este propósito.

Capítulo 2 - Justificativa

A justificativa deste trabalho está na carência de material experimental de fácil acesso para professores da rede de Ensino Médio. Para isso, pretendeu-se desenvolver um material didático através da construção de uma caixa contendo experimentos de Astronomia e sua possível utilização no Ensino Médio regular.

Espera-se que alguma empresa tenha interesse em produzir este material, possibilitando que todas as experiências possam ser feitas em horário escolar, exceto a utilização da luneta.

Com isso procurou-se assegurar ao aluno a Aprendizagem Significativa no ensino de astronomia, que segundo Moreira (2008), não é a aprendizagem que nunca se esquece, a que mais emociona, agrada ou aquela considerada correta, mas sim a, “aprendizagem com atribuição de significados, com compreensão, com incorporação não-arbitrária e não-literal, de novos conhecimentos à estrutura cognitiva por meio de um processo interativo”. (AUSUBEL, 2000; MOREIRA, 2006)

Duas condições básicas são necessárias para a ocorrência da Aprendizagem Significativa. A primeira, é que o aprendiz tenha em sua estrutura cognitiva, conhecimentos prévios adequados que dê suporte ao novo saber, à essa concepção prévia, dá-se o nome de subsunção. Porém, quando o conteúdo a ser aprendido é completamente novo para o sujeito, isto é, não há subsunções para tal aprendizagem, é necessário que se crie condições para que o novo conhecimento se firme. A segunda condição, é que o sujeito esteja predisposto a aprender significativamente. Não se trata exatamente de motivação para aprender, mas sim, de realizar um esforço em querer relacionar conhecimentos novos com conhecimentos prévios.

De acordo com Ausubel (2000) e Moreira (2006), a aprendizagem significativa somente será possível a partir do momento em que o professor, como um investigador, passe a compreender não apenas as fragilidades, mas também as potencialidades de seus estudantes em atribuir significados aos conceitos científicos que se deseja ensinar, embasados naqueles presentes na sua estrutura cognitiva. Estes conceitos, significativos para o estudante, podem

tornar-se possíveis subsunções que interagirão com os novos conceitos da matéria de ensino.

Por exemplo, o conceito de Sol é amplamente significativo para qualquer estudante das séries iniciais. Quando lhe perguntamos: *Qual é o tamanho do Sol?*, todo estudante é capaz de dizer que é gigante (*aprendizagem representacional*), mas poucos têm ideia de que o Sol é uma estrela bem próxima de nós, por isso nos parece tão grande (gigante) e muito menos conseguem explicar cientificamente o que aconteceria aqui na Terra se o Sol deixasse de existir.

Quando em nível de escolarização mais avançada, o conceito de Sol pode ser modificado pelo estudante, por meio do processo de assimilação (*aprendizagem conceitual*). Esse processo, de acordo com Ausubel (2002, p. 26), acontece mediante o uso, em novas combinações, de referentes já existentes e disponíveis na estrutura cognitiva do estudante.

Torna-se fundamental, nesse sentido, o entendimento do professor acerca desse processo, que envolve, também, a construção desejada de uma proposição. Em virtude disso, o estudante passa a ampliar significados, sendo capaz de argumentar que o Sol é uma estrela e, como toda estrela, emite luz, iluminando a Terra; sem essa luz, os animais, que necessitam dela para sobreviver, como nós, seres humanos, provavelmente morreríamos (*aprendizagem proposicional*).

2.1 - Objetivos Gerais

Desenvolver material experimental para o Ensino de Astronomia.

Contextualizar alguns instrumentos de observação no cenário histórico-cultural-científico.

Montar unidades de ensino de Astronomia para serem utilizadas no Ensino Médio.

2.2 - Objetivos Específicos

Projetar montagens de Astronomia que possam ser organizadas numa caixa padrão Experimentoteca.

Testar as unidades de ensino de Astronomia no Ensino Médio, visando melhorias no texto e na própria montagem.

Capítulo 3 - Fundamentação Teórica

Quando buscamos subsídios teóricos, a proposta apresentada fundamentou-se, pedagogicamente na Teoria da Aprendizagem Significativa elaborada por Ausubel. A escolha por este referencial teórico se deve ao fato de entender que ele estabelece condições suficientes para sustentar os objetivos indicados: o que o aluno já sabe é ponto de partida para a aprendizagem significativa e o material a ser aprendido, deve ser relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA e OSTERMANN 1999a).

A teoria acima afirma que, a partir de conceitos e dos conteúdos presentes na estrutura cognitiva do aluno se dá a aprendizagem. Nesse preceito, a estrutura cognitiva é compreendida como o conjunto de conteúdo, ideias, conceitos, pensamentos e a forma como estão organizados na mente de uma pessoa (DARROZ, 2010). Nesse sentido, a aprendizagem significativa é o processo pelo qual um novo conhecimento é articulado a uma determinada estrutura cognitiva prévia, denominada de subsunçor, que é um conceito ou uma ideia já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de sustentação a uma nova informação que terá significado para o aprendiz (MOREIRA e OSTERMANN, 1999b).

Conforme Moreira, a aprendizagem só é significativa se o conteúdo descoberto ligar-se a conceitos subsunçores relevantes, já existentes na estrutura cognitiva, quer por recepção ou por descoberta. Nessa probabilidade, a aprendizagem preconizada por Ausubel ocorrerá quando o novo conteúdo interagir com conceitos subsunçores relevantes presentes na estrutura cognitiva do estudante e se incorporar a tal mecanismo de forma não-arbitrária e não literal (MOREIRA, 1999, p.154).

Para ocorrer a aprendizagem significativa, Ausubel salienta que duas condições devem ser satisfeitas: A primeira é que o material a ser aprendido tenha estruturação lógica e possa ser relacionado com a estrutura cognitiva do estudante, de maneira não-arbitrária e não literal, isto é, que o material seja potencialmente significativo. Daí a importância de se averiguar o conhecimento prévio dos estudantes sobre a astronomia e ensinar a partir deles. Porém, independentemente do material ser ou não potencialmente representativo, o

discente deve estar predisposto a aprender de forma significativa. Essa é a segunda condição para a ocorrência da aprendizagem.

A aprendizagem significativa ocorre com mais facilidade quando se faz uso de organizadores prévios; eles são materiais propostos antes da utilização da aprendizagem, e ligam o conhecimento prévio e ao assunto que se pretende ensinar. O próprio autor citado, explica que a principal função do organizador prévio é a de servir como ponte entre o que o autor já sabe e o que ele deve saber, para que o material possa ser aprendido de forma significativa. Percebe-se, com isso, que os organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas”. (MOREIRA, 1999, p. 155)

Surge então uma questão que utilizando organizadores prévios, materiais potencialmente significativos e aplicando o estudo com um grupo de estudantes predispostos, como evidenciar se a aprendizagem ocorrida é significativa?

Para responder a essa pergunta, Ausubel argumenta que os conceitos adquiridos devem estar claros, precisos e deve haver competência ao desenvolvê-los e transferi-los a novas situações. O fato de o estudante conseguir definir conceitos, dissertar sobre eles ou resolver problemas não é evidência conclusiva da ocorrência da aprendizagem significativa. O pesquisador argumenta que uma longa experiência em fazer provas ou exames faz com que os discentes se habituem a memorizar não só proposições e fórmulas, mas também causas, exemplos, explicações e memórias de resoluções de problemas ditos típicos (MOREIRA, 1999).

Essas premissas permitiram a elaboração da proposta que originou a experiência relatada, a qual levou em consideração a concepção de que assuntos de astronomia fazem parte da curiosidade do senso comum, sendo que os alunos já detêm uma grande quantidade de informações sobre os astros e seus movimentos. Nota-se, dessa forma, que conceitos referentes à astronomia, já estão incorporados à estrutura cognitiva do aluno e se formam ao longo da sua vivência em um mundo onde fenômenos astronômicos são observados no cotidiano, como a ocorrência periódica dos dias e das noites, das estações do

ano, das fases da Lua, além da imensa quantidade de informações que chegam a população pelos meios de comunicação.

Dentro dessa teoria, acreditou-se que a construção e aplicação da caixa experimentoteca proporcionará ao aluno, a aprendizagem significativa no ensino de Astronomia, exigindo uma transformação do seu conhecimento adquirido.

Capítulo 4 - Metodologia

Para o desenvolvimento desta proposta, foram elaboradas algumas atividades estruturadas a partir de uma sequência pedagógica, com o objetivo de criar uma sequência didática que conduzisse o aluno a uma reflexão sobre a Astronomia, do movimento solar e a influência da latitude local. Este procedimento se confirmou através da construção de uma caixa experimentoteca e por fim, a discussão dos resultados levantados.

Foi também utilizada, uma análise qualitativa, utilizando alguns indicadores de desempenho dos alunos na realização dos experimentos.

Os materiais experimentais foram introduzidos e integrados à exposição teórica com a intenção de conduzir o aluno a estabelecer relações entre os fenômenos astronômicos presentes no seu cotidiano e também um possível conhecimento prévio sobre o assunto.

A montagem dos materiais utilizados para o desenvolvimento das atividades experimentais foi realizada pelo professor, armazenando-os na caixa experimentoteca. Os alunos receberam os roteiros experimentais contendo um texto com fundamentação teórica, explicitação dos procedimentos de montagem, e a situação-problema através de um conjunto de questões a serem respondidas.

Para a utilização destes materiais, e de acordo com o padrão Experimentoteca, os alunos foram separados em 10 grupos, cada um com seu próprio material e roteiro, viabilizando a interação, a discussão e troca de informações entre eles.

A seguir são apresentadas as cinco montagens experimentais que foram incorporadas a Caixa Experimentoteca de Astronomia.

4.1 - Simulador do Movimento Solar

4.1.1- Resumo Teórico

Movimento diurno do Sol

Como um dia é definido como uma volta completa do Sol ao redor da Terra, isto é, o Sol percorre 360° em 24 horas, a velocidade aparente é de:

$$V_{\text{aparente}} = \frac{360^\circ}{24 \text{ horas}} = 15^\circ / \text{h}$$

O movimento diurno do Sol, como de todos os astros, é de leste para oeste, pois é reflexo do movimento de rotação da Terra em torno do próprio eixo. Mas, ao contrário das “estrelas fixas”, que mantêm o círculo diurno com declinação constante ao longo do ano, o círculo diurno do Sol varia de dia para dia, pois afastando-se do equador celeste dependendo da época do ano. A declinação do círculo diurno do Sol varia, no ciclo de um ano, entre -23,5° e +23,5°.

A Lua e os planetas também variam sua posição entre as estrelas ao longo do ano e, portanto, também não mantêm o círculo diurno fixo.

Movimento anual do Sol

Devido ao movimento de translação da Terra entorno do Sol, o Sol aparentemente se move entre as estrelas, ao longo do ano, descrevendo uma trajetória na esfera celeste chamada de eclíptica. A eclíptica é um círculo máximo que tem uma inclinação de 23°27' em relação ao equador celeste. Essa inclinação provoca as estações do ano.

Estações do ano

Uma observação simples que permite ver o movimento do Sol durante o ano é através do gnômon. Um gnômon nada mais é do que uma haste vertical fincada no solo. Durante o dia, a haste, ao ser iluminada pelo Sol, forma uma sombra cujo tamanho depende da hora do dia e da época do ano. A direção da

sombra ao meio-dia real local nos dá a direção norte-sul. Ao longo de um dia, a sombra é máxima no nascer e no ocaso do Sol, e é mínima ao meio-dia. Ao longo de um ano, a mesma hora do dia, a sombra é máxima no solstício de inverno, e mínima no solstício de verão. A bissetriz marca o tamanho da sombra nos equinócios. Foi observando a variação do tamanho da sombra do gnômon ao longo do ano que os antigos determinaram o comprimento do ano das estações, ou ano tropical.

Posições características do Sol

Durante o ano, o Sol ocupa quatro posições características na eclíptica:

- Equinócio de março: o Sol cruza o equador celeste, indo do hemisfério sul (HS) para o hemisfério norte (HN) ; na Terra, incide diretamente sobre o equador. O dia claro e a noite duram 12 horas em toda a Terra, sendo que nos polos 24 horas de crepúsculo. No HS, é equinócio (lat: equi= igual + nox= noite) de outono e no HN é equinócio de primavera.

- Solstício de junho: Sol está na máxima declinação norte e incide diretamente na região do Trópico de Câncer. O dia claro é mais curto no HS sendo solstício de inverno e mais longo do ano no HN, sendo solstício de verão. No pólo Sul, ele está sempre abaixo do horizonte e no pólo Norte, acima do horizonte.

- Equinócio de setembro: o Sol cruza o equador, indo do hemisfério norte para o hemisfério sul. Na Terra, incidência direta da luz solar sobre o equador. O dia claro e a noite duram 12 horas em toda a Terra, já nos pólos 24 horas de crepúsculo. No HS é equinócio de primavera, no HN é equinócio de outono.

- Solstício de dezembro: Sol está na máxima declinação sul incidindo diretamente na região do trópico de Capricórnio na Terra. O dia é mais longo no HS, sendo solstício de verão, e mais curto no HN, solstício de inverno. No pólo Sul, dia claro de 24 horas e no polo norte, noite de 24 horas.

Estações em diferentes Latitudes

Embora a órbita da Terra em torno do Sol seja uma elipse, e não um círculo, a distância da Terra ao Sol varia somente 3%, sendo que a Terra está

mais próxima do Sol em janeiro. Vale lembrar que o Hemisfério Norte da Terra também está próximo do Sol em janeiro, mas é inverno lá.

A causa das estações é a inclinação do eixo de rotação da Terra com relação ao eixo perpendicular à sua órbita. Esse ângulo, chamado de obliquidade da eclíptica, é de $23^{\circ}27'$. Devido a essa inclinação, que se mantém praticamente constante à medida que a Terra orbita o Sol, os raios solares incidem mais diretamente em um hemisfério ou em outro, proporcionando mais horas com luz durante o dia a um hemisfério ou a outro e, portanto, aquecendo mais um hemisfério do que outro, de acordo com a Figura 1.

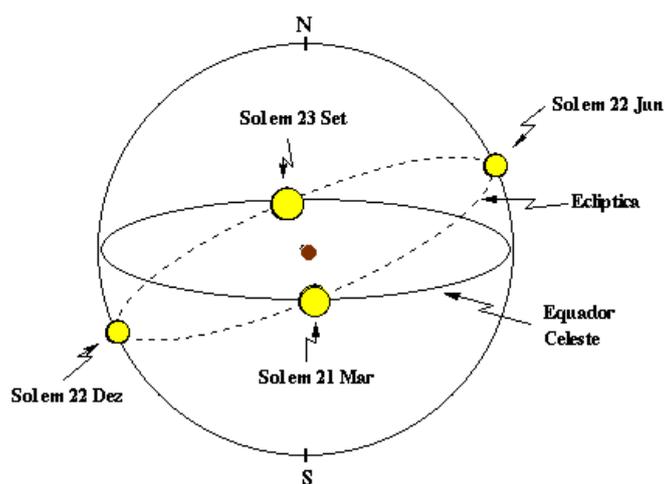


Figura 1- Posições do Sol na eclíptica no início de cada estação.

Em latitudes próximas ao equador da Terra, todas as estações são muito parecidas: todos os dias do ano o Sol fica praticamente 12 horas acima do horizonte e 12 horas abaixo dele. A única diferença é a altura do Sol: no solstício de junho o Sol cruza o meridiano $23^{\circ}27'$ ao norte do Zênite, no solstício de dezembro o Sol cruza o meridiano $23^{\circ}27'$ ao Sul do Zênite e, no resto do ano, cruza o meridiano entre esses dois pontos, sendo que nos equinócios ele passa exatamente no Zênite. Portanto, a altura do meio-dia no equador não muda muito ao longo do ano, e a duração do dia claro se mantém sempre a mesma, por isso não existe muita diferença entre inverno, verão, primavera ou outono.

À medida que se afasta do equador, as estações ficam mais acentuadas e as diferenças tornam-se máximas nos polos.

4.1.2 - Montagem Experimental: Simulador do Movimento Solar

Realizando uma pesquisa literária e de materiais a serem utilizados, construiu-se o Simulador do Movimento Solar, tendo como finalidade de estudo, a Astronomia de posição para o movimento diurno do Sol. Tal trabalho, resultou na confecção do objeto didático mostrado da Figura 2.



Figura 2- Objeto didático: Simulador do Movimento Solar

Constituído basicamente por uma base plana de compensado naval, peças retangulares metálicas, arame, LED de alta potência, meio globo terrestre e pilhas, este experimento possibilita ao aluno a observação do movimento solar durante o dia.

4.1.3 - Proposta experimental para o Simulador do Movimento Solar

Objetivo

Observar o movimento aparente do Sol.

Público alvo: Alunos da 1ª série do Ensino Médio.

Materiais: Giz, lousa, papel sulfite, simulador do movimento solar.

Procedimento:

1ª Parte: Posicionar o LED de alta potência alinhado com a linha da eclíptica do globo terrestre, conforme a Figura 3.



Figura 3- Arame alinhado com a eclíptica do globo terrestre

- Ligue o interruptor que está abaixo do simulador.
- Movimente o LED pelo arame, simulando o movimento solar.
- Verifique as sombras que são formadas nos gnômon (pregos) em diferentes cidades.

Nascimento do sol às 7horas

Com o LED de alta potência encontrando-se no Nascer do Sol, verifica-se a sombra projetada pelos pregos sem cabeça nas diferentes cidades do globo terrestre. Veja na Figura 4.

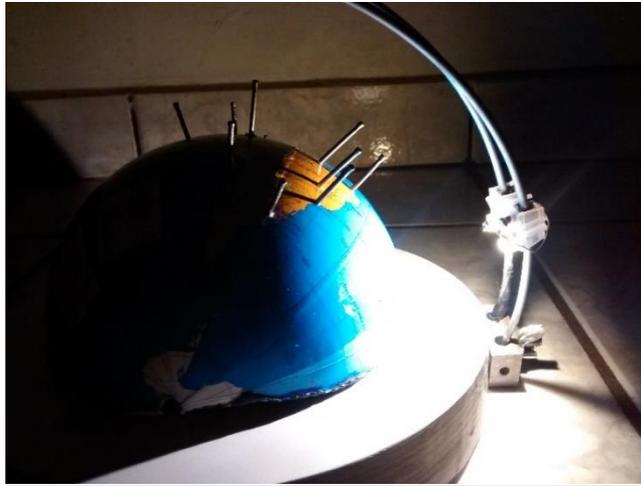


Figura 4– LED representando o Sol ao Nascer

Sol às 12 horas

Direcionando o led de alta potência ao meio do arame, representando a posição do Sol às 12horas, observa-se as sombras projetadas nas diferentes cidades. (Figura 5).



Figura 5– LED representando o Sol às 12 horas

Conforme vimos na atividade prática a sombra do gnômon representada pelo prego, varia de posição de acordo com a latitude local.

Questões para análise dos dados:

- 1-) Para que o LED simule o movimento aparente do Sol, deve-se deslocá-lo em qualquer direção?
- 2-) As sombras projetadas pelo gnômon em diferentes cidades são iguais? Justifique.
- 3-) Quando o Led se posicionar no Hemisfério Sul, e no meio do arame, estará representado qual evento astronômico solar?

4.2 - Relógio do Sol

4.2.1 - Resumo Teórico

A Terra gira em torno ao Sol, levando um ano para completar uma volta. O eixo da Terra por razões ainda pouco explicadas, teve uma inclinação de $23,5^\circ$ no seu eixo de rotação; esta inclinação associada ao movimento de translação da Terra em torno ao Sol, criou as estações do ano, ciclo das águas, etc, que permitiram a vida na Terra.

A inclinação do eixo de rotação da Terra tem como consequência que cada local da Terra receba a luz do Sol de forma distinta, como pode ser verificado acompanhando as sombras de um gnômon colocado em algum local ensolarado. Para uniformizar a observação das sombras, devemos inclinar o gnômon num ângulo igual à latitude do local onde faremos nossa leitura das horas; para isso temos suportes do relógio de Sol de diferentes comprimentos, que foram calculados para inclinar o gnômon na latitude do local escolhido.

Além dessa inclinação do relógio de Sol, o gnômon (haste do relógio) deverá ficar apontado para o Sul geográfico, assim este ficará paralelo com o eixo de rotação da Terra; portanto, o disco com as horas ficara paralelo ao plano do equador terrestre e o ponteiro ficando sempre paralelo ao eixo de rotação terrestre.

4.2.2 - Montagem experimental do Relógio do Sol

Sugere-se na Figura 6 a construção simples de um Relógio do Sol.



Figura 6– Montagem do Relógio do Sol

Constituído por uma peça retangular de compensado naval, de barras roscadas de tamanhos diversos, e de um eixo de arame, o Relógio do Sol tem por finalidade a observação da sombra do eixo do arame e a verificação do horário local.

4.2.3 - Proposta experimental para o Relógio Solar Equatorial

Objetivo

Construir um relógio solar equatorial analisando a variação da sombra da haste ao longo do dia

Procedimento:

1ª Parte: Antes de utilizar o relógio solar é preciso encontrar a meridiana local, ou sejam, a direção norte-sul local. Para fazer isto, pode-se utilizar um gnômon e através de sua sombra da manhã e à tarde, encontrar o meridiano local.

2ª Parte: Coloque o relógio solar sobre o meridiano, de modo que a haste esteja apontada para o Sul. Automaticamente, o ponteiro do relógio solar estará paralelo ao eixo de rotação da Terra e a sombra dele projetará sobre um dos semicírculos horários, a hora solar verdadeira a qual difere um pouco da hora civil marcada no relógio de pulso (Figura 7).

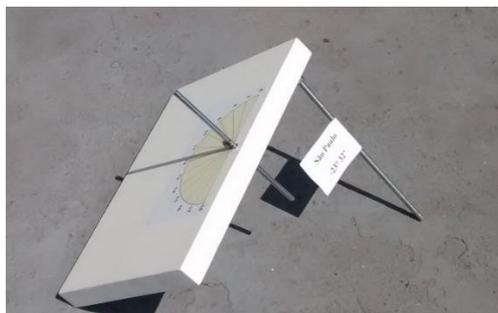


Figura 7– Relógio Solar pronto

3ª Parte: Utilizando a sombra da haste, determine a hora local e compare com a hora do seu relógio.

4ª Parte: Troque as barras rosqueadas, alterando o ângulo de inclinação do Relógio de Sol.

Questões para análise dos dados:

- 1-) O Relógio do Sol funciona em qualquer direção?
- 2-) Por que o eixo de metal do relógio deve apontar para o Polo Celeste Sul afim de obter a hora certa?
- 3-) Qual a necessidade de alterar o tamanho da barra roscada do Relógio do Sol em relação com a Latitude Local?

4.3 - Luneta de PVC com lente de óculos.

4.3.1 - Resumo Teórico

A principal ferramenta de trabalho do astrônomo é o telescópio. O manuseio dele é sempre motivo de enorme curiosidade por parte dos alunos. Visando o acesso dos alunos, foi proposta a confecção de uma luneta de baixo custo a partir de lente de óculos de 2 graus positivos (CANALLE, 1994).

Nesta atividade mostra-se como construir uma luneta construída com lente de óculos de 2 graus positivo, monóculos de fotografia e canos de PVC.

A construção da luneta será muito útil para professores e alunos, pois permite em condições adequadas a observação de crateras lunares.

4.3.2 - Montagem experimental da Luneta de PVC com lente de óculos.

Na Figura 8, temos a montagem da Luneta de cano de PVC com lentes de óculos.



Figura 8– Luneta de cano de PVC com lentes

Esta luneta reproduz as condições de observação da luneta construída por Galileu, por volta do ano de 1600, com o qual ele observou as crateras lunares.

4.3.3 - Proposta experimental para a Luneta com lentes de óculos

Objetivo

Construir uma luneta e observar as crateras da Lua.

Procedimento:

1ª Parte: Esta luneta permite ver as crateras lunares e seu relevo, principalmente quando a observação é feita durante as noites de lua crescente ou minguante. Com a distância focal da luneta de 50cm, o aumento desta é de apenas 12,5 vezes.

E esta luneta poderá desmitificar a complexidade da construção da luneta astronômica e o professor terá um experimento didático que despertará a curiosidade dos alunos para o tema de Astronomia que estiver sendo estudado. Além disso, devido ao baixíssimo custo de sua construção, nada impede que os alunos interessados possam fazer sua própria luneta (Figura 9).



Figura 9– Luneta de cano de PVC

4.4 - Comparando os tamanhos dos planetas e o Sol.

4.4.1 - Resumo Teórico

Nosso Sistema Solar está composto pela nossa estrela, o Sol, pelos oito planetas com suas luas e anéis, pelos planetas anões, pelos asteroides e pelos cometas. Todos os planetas giram em torno do Sol aproximadamente no mesmo plano e no mesmo sentido, e quase todos os planetas giram em torno de seu próprio eixo no sentido de translação em torno do Sol.

Existem dois tipos básicos de planetas, os terrestres e os jovianos. Os planetas terrestres compreendem os quatro planetas mais próximos do Sol: Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. Os jovianos compreendem os quatro planetas mais distantes: Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

Quando os livros didáticos abordam o tema “Sistema Solar”, geralmente apresentam uma figura esquemática do mesmo. Nesta figura o Sol e os planetas são desenhados sem escala e isto não é escrito no texto o que proporciona ao aluno imaginar que o Sol e os planetas são proporcionais aqueles discos desenhados.

Para que os alunos possam visualizar corretamente a proporção dos tamanhos dos planetas e do Sol, executando a comparação entre os tamanhos dos planetas e o Sol através de esferas.

4.4.2 - Montagem do Experimento de Comparação do tamanho dos planetas e o Sol.

Sugere-se nas Figuras 10 e 11 a seguir a construção do Kit experimental de comparação entre o tamanho dos planetas e o Sol.



Figura 10- Kit de comparação do tamanho de planetas e o Sol.



Figura 11- Comparando tamanho de planetas e o Sol.

Para representação dos planetas utilizou-se de isopor e papel alumínio e o Sol foi representado por uma bexiga amarela de aniversário. Com a realização deste experimento, o aluno teve a possibilidade de visualizar corretamente a proporção de tamanhos dos planetas e o Sol.

4.4.3 - Proposta experimental para a Comparação do tamanho dos planetas e o Sol.

Objetivo

Verificar a diferença de volume e distância existente entre o Sol e os planetas.

Procedimento:

1ª Parte: Coloque os planetas em seus respectivos lugares na folha, comparando os tamanhos, conforme o apêndice na página 68.

2ª Parte: Pegue o barbante que está marcando as distâncias dos planetas e estique-o. Coloque os planetas de alumínio nos respectivos lugares e observe (Figura 12). Aproveite a ocasião para falar de escalas de representações.



Figura 12– Comparando o diâmetro de planetas e sua distância.

Questões para análise dos dados:

1-) Quais características comuns você nota nos 4 primeiros planetas e nos 4 últimos planetas?

2-) Relacione os tamanhos e densidade dos planetas (equivalente ao seu peso) com a distância ao Sol

3-) Cite algumas diferenças e semelhanças que você observou entre os planetas do Sistema Solar. Por exemplo, temperatura na superfície, densidade do planeta, tamanho, etc.

4.5 - Planetário de Pobre

4.5.1 - Resumo Teórico

A Esfera Celeste

Observando o céu em uma noite estrelada, num lugar de horizontes amplos, é comum termos a impressão de estarmos no meio de uma grande esfera incrustada de estrelas. Essa impressão inspirou, nos antigos gregos, a ideia da esfera celeste. (Figura 13)

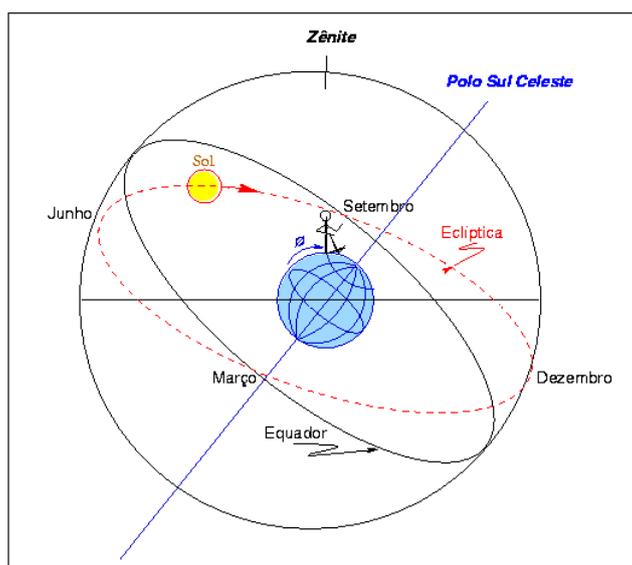


Figura 13 - A Esfera Celeste

Com o passar das horas, os astros se movem no céu, nascendo a leste e se pondo a oeste. Isto causa a impressão de que a esfera está girando do leste para oeste, em torno de um eixo imaginário, que intercepta a esfera em dois pontos fixos, os polos celestes. Na verdade, esse movimento, chamado movimento diurno dos astros, é um reflexo do movimento de rotação da Terra que se faz de oeste para leste. O eixo de rotação da esfera celeste é o prolongamento do eixo de rotação da Terra, e os polos celestes são as projeções no céu, dos polos terrestres.

Os antigos gregos definiram alguns planos e pontos na esfera celeste, que são úteis para a determinação da posição dos astros no céu. São eles: (Figura 14)

-Horizonte: plano tangente à Terra e perpendicular à vertical do lugar em que se encontra o observador. A vertical do lugar é definida por um fio de prumo. Como o raio da Terra é pequeno frente ao raio da esfera celeste, considera-se que o plano do horizonte intercepta a esfera celeste em um círculo máximo, ou seja, passa pelo centro.

-Zênite: ponto no qual a vertical do lugar intercepta a esfera celeste acima do observador.

-Nadir: ponto diametralmente oposto ao Zênite.

-Equador Celeste: círculo máximo em que o prolongamento do equador da Terra intercepta a esfera celeste.

-Polo Celeste Norte: ponto em que o prolongamento do eixo de rotação da Terra intercepta a esfera celeste, no hemisfério norte.

-Polo Celeste Sul: ponto em que o prolongamento do eixo de rotação da Terra intercepta a esfera celeste, no hemisfério sul.

-Círculo vertical: qualquer semicírculo máximo da esfera celeste que contem a vertical do lugar. Os círculos verticais começam no Zênite e terminam no Nadir.

-Círculos de altura: círculos da esfera celeste paralelos ao horizonte, também chamados almocântaras, ou paralelos de altura.

-Círculos horários ou meridianos: semicírculos da esfera celeste que contém os dois polos celestes. O meridiano que passa também pelo Zênite se chama meridiano local.

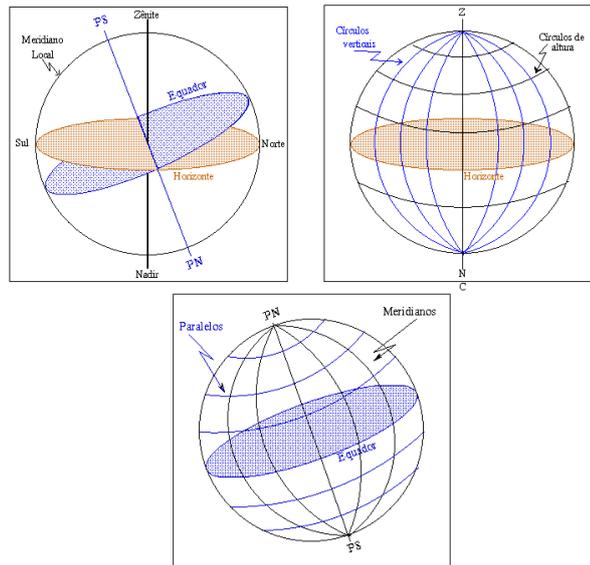


Figura 14 - Círculos fundamentais da Esfera Celeste

Movimento Diurno dos Astros

O movimento diurno dos astros, de leste para oeste, é um reflexo do movimento de rotação da Terra, de oeste para leste. Ao longo do dia, todos os astros descrevem no céu arcos paralelos ao equador. A orientação desses arcos em relação ao horizonte depende da latitude do lugar. (Figura 15)

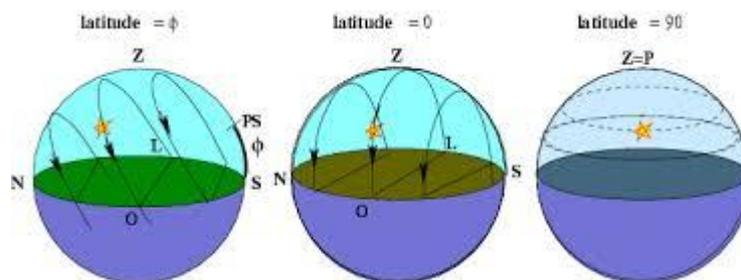


Figura 15 - Movimento dos astros em diferentes latitudes

-Nos polos: ($\Phi = \pm 90^\circ$): todas as estrelas do mesmo hemisfério do observador permanecem 24h acima do horizonte (não tem nascer nem ocaso) e descrevem no céu círculos paralelos ao horizonte. As estrelas do hemisfério oposto nunca podem ser vistas.

-No equador ($\Phi = 0^\circ$): todas as estrelas nascem e se opõem, permanecendo 12h acima do horizonte e 12h abaixo dele. A trajetória das

estrelas são arcos perpendiculares ao horizonte. Todas as estrelas do céu podem ser vistas ao longo do ano.

- Em um lugar de latitude intermediária: algumas estrelas tem nascer e ocaso, outras permanecem 24h acima do horizonte outras 24h abaixo do horizonte. As estrelas visíveis descrevem no céu arcos com certa inclinação em relação ao horizonte, a qual depende da latitude local.

Fenômenos do movimento diurno

Nascer e ocaso de um astro

O nascer e o ocaso de um astro são os instantes em que ele aparece no horizonte, respectivamente. Nesses instantes, por definição, a altura do astro é zero, e sua distância zenital é 90° .

Passagem meridiana de um astro

Chama-se passagem meridiana ao instante em que o astro cruza o meridiano local. Durante o seu movimento diurno, o astro realiza duas passagens meridianas, ou duas culminações: a culminação superior, ou passagem meridiana superior, ou ainda máxima altura, e a passagem meridiana inferior, ou culminação inferior.

Estrelas circumpolares

Estrelas circumpolares são aquelas que não tem nascer nem ocaso, descrevendo todo seu círculo diurno acima do horizonte. Portanto, as estrelas circumpolares fazem duas passagens meridianas acima do horizonte. Para uma certa estrela com declinação δ ser circumpolar em um lugar de latitude Φ deve se cumprir a relação:

$$|\delta| \geq 90^\circ - |\Phi|$$

Com δ e Φ de mesmo sinal. Se tal relação se cumpre, mas δ e Φ tem sinais contrários, a estrela é circumpolar num local de latitude $-\Phi$.

4.5.2 - Montagem do Experimento Planetário de Pobre

Sugere-se a montagem do experimento de forma simples e barata, conforme a Figura 16.



Figura 16 - Montagem do Planetário de Pobre

Utilizando um balão volumétrico de fundo redondo, água com corante, tripé e uma rolha, o experimento tem como finalidade reproduzir o movimento da esfera celeste.

4.5.3 - Proposta experimental para o Planetário de Pobre

Objetivo

Simular e entender o movimento da abóbada celeste com uma montagem simples e barata.

Procedimento:

1ª Parte: Gire o balão, segurando-o pelo pescoço, no sentido horário. Assim você estará simulando o movimento diário aparente do céu para um observador que esteja à mesma latitude que você. Observe então, que enquanto o céu gira as estrelas mantêm posições umas em relação as outras. Algumas mantêm-se mais tempo acima do horizonte desde o nascer até o ocaso (Figura 17).

Compare os arcos diários descritos por duas estrelas e observe se são iguais. Ainda observe se existem estrelas que estão sempre visíveis e se há algumas que nunca são visíveis.



Figura 17– Comparação de arcos de estrelas

Questões para análise dos dados:

1-) Posicione o balão de vidro de modo a reproduzir a esfera celeste vista do polo Sul terrestre. Nesta posição, ela gira no sentido horário ou anti-horário?

2-) Como é o movimento aparente do Sol no polo Norte terrestre, quando é solstício de verão?

3-) Compare os arcos diários descritos por duas estrelas e observe se são iguais. Observe se existem estrelas que estão sempre visíveis e se têm algumas que nunca são visíveis.

4.6- Caixa de Experimentoteca de Astronomia

Materials

- Placa de Compensado Naval
- 2 dobradiças pequenas

Montagem do experimento.

Com a placa de compensado, fabricar um caixote medindo 62 cm de comprimento, 60 cm de largura e 26 cm de profundidade, contendo as repartições necessárias para colocar os experimentos produzidos. Na tampa da caixa instale três elásticos para o armazenamento dos roteiros experimentais. Veja a representação da caixa na Figura 18.



Figura 18 – Caixote de compensado naval

Para aproveitamento do espaço interno, faça um retângulo em compensado naval de 5mm de espessura medindo 58 cm de comprimento por 56,5 cm de largura, servindo de separador para os experimentos conforme a Figura 19.



Figura 19 – Retângulo de compensado naval de 5mm de espessura

Após a construção da caixa experimentoteca, acomoda-se sete simuladores do movimento solar, dez conjuntos da comparação dos planetas e o Sol e a luneta de PVC em seu interior conforme a Figura 20.

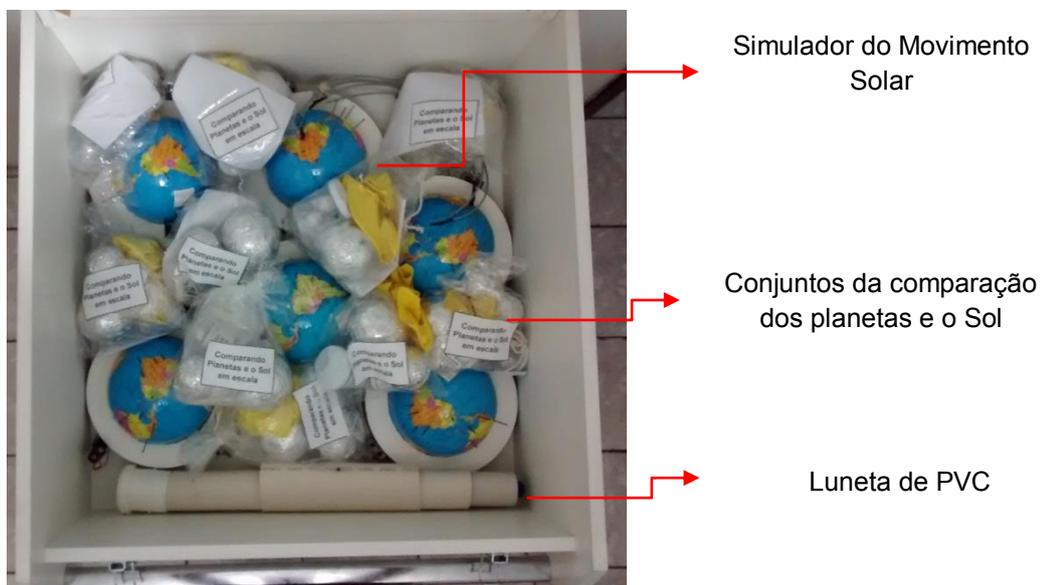


Figura 20– Distribuição dos experimentos na caixa experimentoteca

A seguir, coloca-se o retângulo de compensado naval de 5mm, e acomoda-se em cima três simuladores do movimento solar, dez planetários de pobre, e dez relógios do Sol, como mostra a Figura 21.



Figura 21– Distribuição dos experimentos na caixa experimentoteca

Na tampa da caixa ficará armazenada uma pasta com todos os roteiros experimentais facilitando o seu manuseio, de acordo a Figura 22.



Figura 22 – Armazenamento dos roteiros experimentais

Com a montagem desta Caixa Experimentoteca, o professor teve a facilidade de aplicar os experimentos sem se preocupar em procurar os materiais em seu laboratório. Com isso, o tempo será reduzido apenas para demonstrar o experimento na sala de aula.

4.6.1 - Utilização da Caixa Experimentoteca de Astronomia

Neste trabalho realizou-se uma pesquisa de caráter qualitativo.

No decorrer das aulas, foram propostas atividades experimentais de assuntos relevantes a Astronomia. Cada atividade existiu uma pequena discussão a respeito do desenvolvimento da aplicação.

Os procedimentos e instrumentos metodológicos utilizados foram a observação do participante e análise de questionários de opinião.

A observação do participante consistiu em verificar a motivação e o envolvimento do aluno nas aulas durante a aplicação dos experimentos.

Após a realização dos roteiros experimentais, solicitou-se aos alunos que respondessem a um questionário de opinião, com o objetivo de obter informações a respeito das atividades desenvolvidas, bem como se eles aprovaram a mudança de rotina durante as aulas do semestre.

Capítulo 5 - Resultados e discussão

Os participantes desta pesquisa foram 69 alunos de duas turmas da 1ª série do Ensino Médio da Escola Estadual Lucia Silva de Assumpção, localizada na cidade de Pirapozinho, Diretoria de Ensino de Presidente Prudente, em 10 horas-aula no segundo semestre de 2015. As informações da pesquisa foram obtidas a partir da resolução de roteiro experimental para cada experimento.

Na Figura 23, apenas para fins de comparação de tamanhos, mostra-se o professor da disciplina segurando a Caixa Experimentoteca de Astronomia.



Figura 23– Demonstração da caixa experimentoteca de astronomia

Os roteiros experimentais foram aplicados contendo objetivo geral, introdução teórica, materiais, montagem experimental e três questões para análise de dados sobre o assunto trabalhado, conforme a Figura 24.

Nome: _____
Escola: _____
Série: _____ Período _____ Data: _____
<u>ROTEIRO EXPERIMENTAL: SIMULADOR DO MOVIMENTO SOLAR</u>
<u>Objetivo Geral:</u>
Observar o movimento do Sol.
<u>Introdução:</u>
Movimento diurno do Sol
O movimento diurno do Sol, como de todos os astros, é de leste para oeste, pois é reflexo do movimento de rotação da Terra em torno do próprio eixo. Mas, ao contrário das “estrelas fixas”, que mantem o círculo diurno com declinação constante ao longo do ano o círculo diurno do Sol varia de dia para dia, pois afastam-se do equador celeste dependendo da época do ano.

Figura 24 – Modelo de roteiro experimental utilizado

Para responderem o roteiro experimental, o professor solicitava aos alunos que as respostas fossem colocadas de acordo com o que aprenderam na aula, sem a preocupação de acertá-las por completo.

5.1 - Análise dos resultados

Os sessenta e nove alunos envolvidos na pesquisa realizaram os experimentos e responderam às questões dos roteiros experimentais.

Ao aplicar o experimento do Simulador do movimento solar aplicou-se três questões para análise.

Quando perguntados sobre a simulação do movimento aparente do Sol, o LED deveria se deslocar em qualquer direção, observou-se que 65 alunos (94,2%) responderam que não, mas que o LED teria que se movimentar do Leste do globo terrestre para o Oeste, porém 4 alunos (5,8%) responderam que não existira importância na direção do movimento do LED.

Ao serem questionados quanto a igualdade das sombras projetadas pelo gnômon nas diferentes cidades, os 69 alunos (100%) responderam que as sombras eram diferentes devido fatores como o movimento solar, a inclinação da Terra, da latitude e longitude das cidades.

Quando perguntados sobre qual o evento astronômico do Sol, ao posicionar o LED no meio do arame sobre o hemisfério sul, 45 alunos (65,22%) responderam como o solstício de verão, e 24 alunos (34,78%) afirmaram como equinócio de primavera. Neste questionamento pode se observar que a maioria possui conhecimento sobre o tema.

Para a prática experimental do Relógio do Sol foram aplicadas três perguntas.

Na primeira perguntou-se se o Relógio do Sol funciona em qualquer direção. A análise de registro evidenciou que 46 alunos (66,7%) que não se deve apontar o relógio do sol em qualquer direção, e 23 alunos (33,3%) não souberam responder.

Com a segunda questão, foi perguntado o porquê do eixo de metal do relógio deve apontar para o Sul a fim de ter a hora certa. Verificou-se que 46 alunos (66,7%) responderam que devido o movimento aparente do Sol sendo do lado leste para o lado oeste, e 23 alunos (33,3%) não responderam a questão.

Na terceira questão perguntou-se qual a necessidade de alterar o tamanho da barra roscada do Relógio do Sol em relação com a latitude local. Conforme registrado, 46 alunos (66,7%) responderam para que o eixo do relógio do sol fique paralelo ao eixo de rotação terrestre e de acordo a latitude local, e 23 alunos (33,3%) não responderam a questão.

Após a atividade experimental, verificou-se que a maioria dos alunos reconheceram o funcionamento do Relógio do Sol e o comportamento da sombra em diferentes latitudes.

Durante a aplicação da prática da comparação dos tamanhos dos planetas e o Sol constatou-se que 51 alunos (73,91%) foram capazes de identificar que os quatro primeiros planetas são menores e que os quatro últimos do sistema solar são maiores, porém 18 alunos (26,09%) não responderam a questão.

Ao relacionar os tamanhos dos planetas com a distância ao Sol, identificou-se que 51 alunos (73,91%) responderam que quanto maior a distância do planeta ao Sol, maior será o diâmetro do planeta, porém de menor densidade. Mas 18 alunos (26,09%) não conseguiram responder a questão.

Analisando as diferenças e semelhanças entre os planetas do Sistema Solar, 51 alunos (73,91%) tiveram facilidade em observar as variações de densidade e temperatura devido a distância ao Sol, apesar de 18 alunos (26,09%), não responderem a questão.

Neste experimento, percebeu-se que o índice de erro foi menor, verificando que a maioria dos alunos compreenderam a diferença de volume existente entre o Sol e os planetas.

Para a prática experimental Planetário de Pobre foram propostas três questões.

Na primeira questão perguntou-se o sentido do movimento da esfera celeste para o hemisfério Sul. A análise das respostas determinou que 31 alunos (44,93%) responderam no sentido horário acertando a questão. Mas 24 alunos

(34,78%) responderam no sentido anti-horário, e 14 alunos (20,29%) não responderam.

Para a segunda questão, perguntou-se como seria o movimento aparente do Sol no pólo Norte terrestre, quando for solstício de verão. Conforme registrado 30 alunos (43,48%) afirmaram o movimento anti-horário, 22 alunos (31,88%) responderam o sentido horário e 17 alunos (24,64%) não responderam a questão.

Na terceira pergunta, pediu-se aos alunos para analisarem os arcos descritos por duas estrelas, e observarem se existem estrelas sempre visíveis e outras nunca visíveis. A análise das repostas determinou que 48 alunos (69,56%) responderam que a visualização das estrelas depende da latitude local, sendo que nem todas as estrelas estarão visíveis para os dois hemisférios. Já, 21 alunos (30,44%) não responderam a questão.

Percebeu-se que a maioria dos alunos tiveram dificuldade para compreender o que os fenômenos envolvidos na Esfera Celeste do experimento planetário de pobre.

Após a aplicação da caixa experimentoteca, foi entregue aos alunos um questionário de opinião com a seguinte questão: “O que você achou dos experimentos utilizados na caixa experimentoteca de Astronomia nas aulas de Física?”. Veja alguns depoimentos:

“Eu gostei muito dos experimentos da caixa experimentoteca de astronomia, e das aulas práticas. Eles auxiliaram o meu conhecimento e aprendizado nas aulas de Física”.

“Acho que outros professores deveriam utilizar este método experimental, porque possibilita a atração da atenção dos alunos durante as aulas”.

“Os experimentos realizados nas aulas de Física foram essenciais para nossa compreensão. Além de ser uma forma dinâmica de aprendizagem, foi uma ótima oportunidade para os alunos vivenciarem o conteúdo estudado”.

“Os experimentos nos ajudaram a aumentar nossos conhecimentos sobre o movimento aparente do Sol”.

Com os depoimentos dos alunos, pode se verificar que ocorreu a compreensão do conteúdo apresentado e a aprendizagem realizada, foram indicadas como pontos positivos.

Outros efeitos observados, foram o aumento da atenção e concentração dos alunos durante as aulas, demonstrando maior interesse, comparados com alunos da mesma série que em anos anteriores estiveram submetidos a uma abordagem tradicional no ensino de Astronomia. Um grande número de perguntas foram feitas por parte dos estudantes, em geral, apresentando concepções ingênuas e contraditórias às novas informações expostas durante as aulas.

Segundo a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, que fundamenta essa proposta, no processo de assimilação, os conceitos prévios existentes na estrutura cognitiva sofrem modificações e adquirem novos significados.

Com isso verificou-se uma alteração dos conceitos subsunçores que se reelaboraram, originados na aprendizagem significativa aplicada na astronomia.

Capítulo 6 - Conclusão

Neste trabalho discutimos uma maneira de despertar os estudantes para o estudo e práticas de Astronomia. Procuramos observar com cuidado os fenômenos diários como o movimento aparente do Sol e suas consequências. Os tópicos que foram apresentados contemplam os PCNs (BRASIL, 1997) e o currículo do estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2010).

De modo geral, acredita-se que os alunos se mostraram satisfeitos com a abordagem experimental utilizada para tratar da elaboração de alguns instrumentos de observação astronômica.

Quanto ao tema abordado, conclui-se que os experimentos de astronomia armazenados na caixa experimentoteca, demonstraram instigantes, pois durante as atividades, os envolvidos se mostraram receptivos, participativos e altamente motivados. Dessa maneira, ficou fortalecida a concepção da metodologia estruturada na Teoria da Aprendizagem significativa colaborando para a aquisição de significados práticos do que foi estudado.

Assim, considerou-se que a sequência desenvolvida apresentou mais aspectos positivos do que negativos, auxiliando na compreensão dos conceitos envolvidos na observação astronômica, portanto demonstrou ser adequada para os objetivos pretendidos. A apresentação da caixa experimentoteca com os instrumentos de observação astronômica será capaz de fazer uma ligação entre o que os alunos já conheciam e o que foi abordado na sequência.

Efetuuou-se nesta pesquisa a ligação histórico-científica, utilizando os conhecimentos científicos advindos da observação e análise de dados astronômicos e, assim, entendendo os principais conceitos físicos envolvidos. Pelos índices obtidos nos diferentes instrumentos de avaliação aplicados durante o desenvolvimento da proposta, considerou-se que a proposta foi proveitosa, podendo ser repetida com estudantes do Ensino Médio.

Em suma, além de educar e ajudar o entendimento da Astronomia, a história da observação astronômica alimenta nossa curiosidade e ajuda a desvendar o Universo em que vivemos.

Referências Bibliográficas

AUSUBEL, D. P, **“The aquisition and retention of Knowledge: a cognitive view.** Dordrecht, Kluwer Academic Pubishers, 2000.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL, **Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais/ Secretaria da Educação Fundamental.** Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **“PCN+: Ensino Médio: orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza Matemática e suas tecnologias”.** Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BOCZKO, R., **“Conceitos de Astronomia”**, Ed. Edgard Blucher, 1984.

CANALLE, J. B. G., **“A luneta com lente de óculos”.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.11, n.3, pág. 212-220, dez 1994.

CANIATO, Rodolpho. **“O céu”.** São Paulo: Ática, 1993.

DARROZ, L. M. 2010. **“Uma proposta para trabalhar conceitos de astronomia com alunos concluintes do curso de Formação de Professores na modalidade Normal”.** 2010. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MOREIRA, M A, **“Teorias de Aprendizagem”**, Ed. EPU, 1999

MOREIRA, M. A. **“Aprendizagem significativa: condições para a ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos”.** São Paulo: Vetor, 2008.

MOREIRA, M. A. **“ A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula”.** Brasília: Editora da UNB. 2006

MOREIRA, M. A; OSTERMANN, F. **“A Física na Formação de Professores do Ensino Médio”.** Porto Alegre: Ed. Universitária/ UFRGS, 1999a. 151p.

MOREIRA, M. A; OSTERMANN, F. **“Teorias construtivistas”.** Porto Alegre: Gráfica do Instituto de Física- UFRGS, 1999b. 62p.

OBA – Olimpíada Brasileira de Astronomia. “**Atividades práticas da XII Olimpíada Brasileira de Astronomia**” (OBA), 2009.

<<http://www.oba.org.br/cursos/astronomia/tabelacomosdiametrosequatoriais.htm>>. Acesso em 3 de setembro de 2015.

S. O. KEPLER, “**Astronomia e Astrofísica**”, São Paulo, Editora Livraria da Física, 2004.

SÃO PAULO (ESTADO) SECRETARIA DA EDUCAÇÃO, **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias/ Secretaria da Educação**; coordenação geral, Maria Inês Fini; coordenação de área, Luis Carlos de Menezes. São Paulo: SEE, 2010.

Apêndice A- Construção do Experimento: Simulador do Movimento Solar

Materiais

- Disco de Compensado Naval de 20 cm de diâmetro e 3cm de espessura
- LED de alta potência de 1W 3V
- interruptor
- Arame liso
- Base para pilhas AA
- Pilha AA
- Soldador e solda de estanho
- Cola quente
- Meio globo terrestre de 14cm de diâmetro
- Duas peças metálica retangulares de 30mm x 17mm x 11mm
- Duas porcas tipo borboletas de 1/8"
- Dois parafusos allen com cabeça de 1/8"
- Dois pedaços de barra roscada de 3/16" com 9cm de comprimento
- Pregos sem cabeça
- Fita Isolante

Montagem.

Pegue a placa de compensado naval e faça as ranhuras para colocar as barras roscadas de 1/8" de 9 cm. Faça o orifício para colocar a base para as pilhas AA, conforme a Figura 25.



Figura 25–Placa de compensado naval que representa o horizonte

Corte a placa de compensado naval em formato circular com 20cm de diâmetro. Coloque os dois pedaços de barra roscada nas ranhuras. Solde a base para as pilhas nas barras roscadas, conforme a Figura 26.

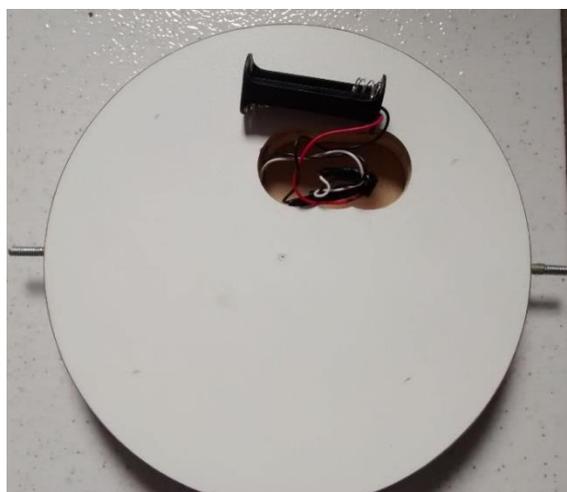


Figura 26 - Instalação das Barras roscadas e a base para pilhas

Pegue as peças metálica retangulares de 30mm x 17mm x 11mm, e efetue a dois furos de 1/8” na parte superior da peça, conforme a Figura 27 .



Figura 27 - Furos na peça retangular na parte superior

Na parte frontal da peça faça um furo central de 1/8", de acordo a Figura 28.



Figura 28 - Furo na peça retangular na parte frontal

Nas laterais da peça metálica, faça furos roscados com 1/8" de diâmetro conforme a Figura 29.



Figura 29 - Furo roscado na peça retangular na parte lateral

A seguir coloque as duas peças metálica retangular na ponta da barra roscada que está no disco circular de compensado naval. Aperte com a porca borboleta, de acordo a Figura 30.



Figura 30 - Peça retangular colocada no disco circular de compensado naval

Corte dois pedaços de arame, curve-os e em uma da pontas coloque fita isolante como indicado na Figura 31.



Figura 31– Arame curvados

Solde o led de alta potência, em dois terminais circulares como indica a Figura 32.



Figura 32 – LED de alta potência soldado nos terminais circulares

Pegue a base para pilha AA e cole com cola quente abaixo do disco de compensado naval conforme a Figura 33.

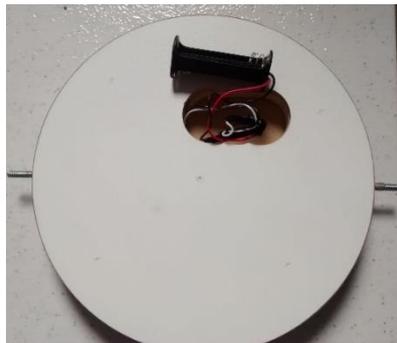


Figura 33 – Parte inferior do disco de compensado naval com pilhas

Encaixe os dois pedaços de arame nas duas peças metálica e coloque o led de alta potência. Utilizando cola quente, cole a metade do globo terrestre no centro do disco circular de compensado naval. A Figura 34 mostra a montagem final do simulador de movimento do Sol.



Figura 34 – Simulador do movimento Solar montado

Apêndice B- Construção do Experimento: Relógio de Sol

Materials

- 1 peça retangular de compensado naval medindo 21cm x15cmx1,8cm
- 1 pedaço de arame
- Cola quente de silicone
- Barra roscada de 3/16"
- 4 porcas de 3/16"
- Trava parafuso e prisioneiro
- 1 régua
- 1 lápis
- 1 transferidor
- Papel A4

Montagem do experimento.

Como o Sol é visível apenas cerca de 12 horas por dia no intervalo de latitudes em que o Brasil está compreendido, será feito dois semicírculos, graduado um de 6 a 18 horas e outro de 18 a 6 horas, cada linha horária separada por 15 graus.

Em seguida, cola-se um adesivo com as horas em cada lado de uma placa retangular de compensado naval, conforme a Figura 35. Faça um furo de 4mm a uma distância de 1cm do alto da placa e ao centro, atravessa-se um pedaço de arame perpendicularmente ao compensado naval, passando pela origem das linhas das horas de ambos os lados da placa.



Figura 35– Peça retangular de compensado naval

Em um dos lados, faça dois furos de 4mm de diâmetro e com 1cm de profundidade, de modo de que não atravesse toda a placa, como mostra a Figura 36. Deste modo todos os furos ficarão a uma distância de 14 cm da base da placa.



Figura 36– Furos na placa retangular de compensado naval

Utilizando as medidas da latitude para as cidades de São Paulo, Porto Alegre, Brasília e Fortaleza calcula-se o tamanho das hastes que inclinam a placa retangular de compensado naval, de acordo a Figura 37, formando um triângulo retângulo. Para obter este valor, efetua-se as seguintes observações:

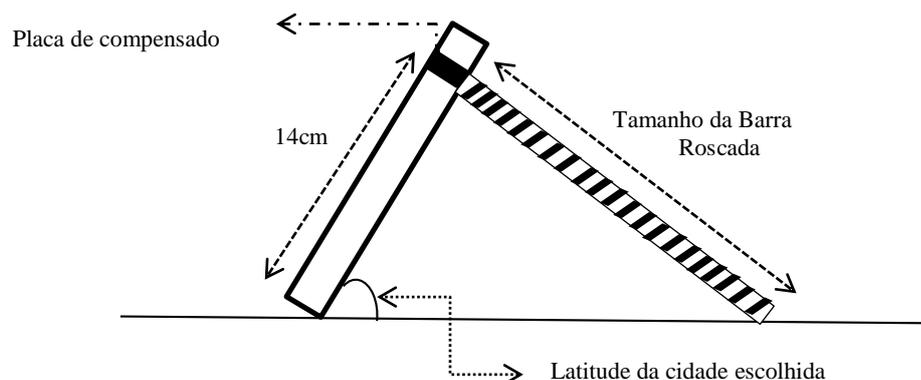


Figura 37– Formação de um triângulo retângulo para o cálculo do tamanho da Barra roscada

Para efetuar o cálculo do tamanho da barra, utiliza-se as seguintes equações:

- São Paulo latitude -23° 32'

$$\text{Tamanho da barra} = \frac{14\text{cm}}{\cos 23^{\circ} 32'}$$

Tamanho da barra= 15,2cm

- Porto Alegre latitude -30° 01'

$$\text{Tamanho da barra} = \frac{14\text{cm}}{\cos 30^{\circ} 01'}$$

Tamanho da barra= 16,16cm

- Brasília latitude -15° 46'

$$\text{Tamanho da barra} = \frac{14\text{cm}}{\cos 15^{\circ} 46'}$$

Tamanho da barra= 14,5cm

- Fortaleza latitude -03° 43'

$$\text{Tamanho da barra} = \frac{14\text{cm}}{\cos 03^{\circ} 43'}$$

Tamanho da barra= 14,02cm

Aos valores encontrados, adiciona-se mais 1cm, de modo que ficará dentro do furo da placa de compensado naval. Caso necessite, coloque uma porca de 3/16" com um pingo de trava rosca, conforme a Figura 38 a seguir.



Figura 38 – Barra roscada com diferentes tamanhos

Apêndice C- Construção do Experimento: Luneta de PVC com Lente de Óculos.

Materials

As letras indicadas em algumas peças estão esquematizadas na Figura 39.

- 1 lente incolor de óculos de 2 graus positivo (letra B)
- 1 luva simples de 50mm, branca, de tubo de esgoto.
- 1 monóculo de fotografia (letra J)
- 1 bucha de redução curta marrom, de 40mm x 32mm (letra II).
- 1 disco de cartolina preto de 50mm de diâmetro com um furo de 25mm de diâmetro (letra C).
- 1 tubo branco de esgoto com diâmetro de 2" ou 50mm, com comprimento de 40cm (letra DE).
- 1 tubo branco de esgoto com diâmetro de 1 1/2" ou 40mm, com comprimento de 40cm (letra FG).
- 1 tubo branco de esgoto com diâmetro de 1 1/2" ou 40mm, com comprimento de 10cm (letra H).
- 1 plugue branco de esgoto de 2" (letra L).
- 1 rolo de esparadrapo de 12mm de largura por 4,5m de comprimento.
- 1 caixa pequena de resina epóxi ou similar.
- Papel color 7 preto
- Spray preto fosco.

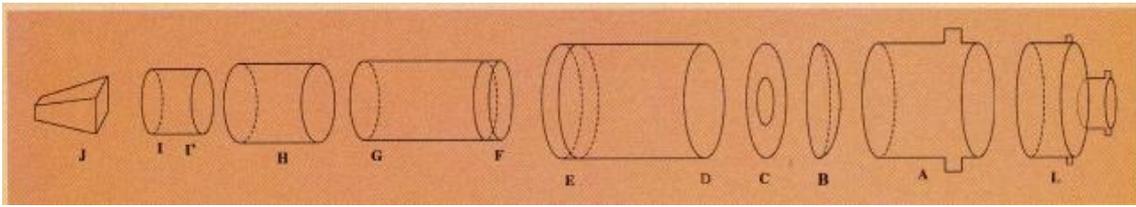


Figura 39- Peças da luneta de PVC.

Montagem do experimento.

1º Passo - As lentes da Luneta e seus encaixes

O diâmetro original da lente é de 65mm, conforme a Figura 40, basta pedir ao vendedor que reduza o diâmetro para 50mm (Figura 41). Como é lente para luneta, ela deve ser incolor e de grau positivo.



Figura 40 – Lente de 2 graus positivo



Figura 41– Lente com 50mm de diâmetro.

A segunda lente da luneta é chamada de ocular, através da qual se forma a imagem. Utiliza-se uma lente contida nos monóculos dentro da bucha de redução, marrom, de 40mm x 32mm.

Depois de revestidas as paredes internas do monóculo com papel color 7 preto e retirada a alça, é só encaixar o monóculo dentro da bucha de redução.

A abertura retangular do monóculo deve ser introduzida na bucha marrom, no mesmo sentido que seria colocado um cano de água, dentro da bucha. A frente retangular do monóculo se encaixa perfeitamente dentro da bucha. (Figura 42)



Figura 42– Monóculo colocado na luva de redução

Para preencher os espaços laterais entre o monóculo e a bucha, use resina epóxi, para que a luz não passe pelas laterais.

Com a lente de óculos no lugar da lente objetiva e a lente do monóculo no lugar da lente ocular, estão improvisadas as partes mais difíceis de serem conseguidas da luneta, sendo apenas questão de encaixá-las nas extremidades de dois tubos que corram um dentro do outro.

2º Passo - A montagem da luneta

Pinte as paredes internas dos tubos DE, FG e H com tinta spray preto fosco. Depois de pintá-los, coloque anéis de esparadrapo na extremidade interna do tubo E. Na extremidade F do tubo FG, coloque tantos anéis de esparadrapos para que este tubo possa passar livremente pelo tubo DE sem precisar muito esforço, conforme a Figura 43.



Figura 43– Encaixe dos tubos de 50mm e 40mm de diâmetro.

Coloque o tubo FG dentro do tubo DE na vertical, com a extremidade D para cima. Sobre esta extremidade coloque o disco de cartolina preta C. A finalidade deste disco é diminuir a aberração cromática. Sobre o disco C coloque a lente com o lado convexo para cima, e então, encaixe a luva A.

O monóculo já está encaixado na bucha marrom II. Pegue agora um pedaço de 10cm de comprimento do próprio tubo branco de 40mm de diâmetro

(H) e encaixe uma extremidade na bucha II, e a outra extremidade na extremidade G do tubo FG. Mas como este pedaço de tubo tem o mesmo diâmetro do tubo FG e mesmo diâmetro da bucha II, temos que serrar a parede deste tubo ao longo do comprimento. Logo após insira a bucha marrom II dentro do cano H e sobreponha cerca de 2cm deste cano H na extremidade G do cano FG (Figura 44).



Figura 44 – Ajuste do monóculo no tubo H

Como a imagem se forma a uns 4cm ou 5cm atrás da lente ocular, há um espaço de aproximadamente 4cm entre a lente da ocular e a extremidade esquerda do tubo H de modo que o observador poderá encostar o olho na extremidade esquerda do tubo H, pois lá estará se formando a imagem.

A imagem é invertida, afinal esta é uma luneta astronômica e, em astronomia, cabeça para baixo ou para cima é só uma questão de referencial.

A aproximação que está luneta proporciona é igual a razão entre a distância focal da objetiva pela distância focal da ocular, portanto: $50\text{cm} / 4\text{cm} = 12,5$. Para duplicar este aumento é só encaixar mais monóculos dentro daquele que está preso na bucha marrom. A Figura 45, mostra a luneta pronta para o uso.



Figura 45– Luneta de PVC pronta

O plugue branco L tem a função de proteger a lente quando a luneta estiver fora de uso (Figura 46).



Figura 46– Encaixe do plugue

Apêndice D- Construção do Experimento: Comparação de Planetas

Materiais

- 1 rolo de papel alumínio
- 1 rolo de barbante
- 1 bexiga tamanho gigante
- 1 folha com os tamanhos dos discos dos planetas.
- 1 régua
- Fita métrica
- Lápis Marcador
- Folha de papel ofício

1° Passo- Amasse um pedaço de papel alumínio no formato de uma esfera até que chegue a forma específica na folha dos discos planetário, presente no site a seguir, repetindo este passo para todos os planetas.

<<http://www.oba.org.br/cursos/astronomia/tabelacomosdiametrosequatoriais.htm>>. Acesso em 3 de setembro de 2015.

2° Passo- Para saber até quando inflar o balão que representa o Sol, recorta-se um pedaço de barbante com 2,51m e amarra-o as pontas. Este será colocado no equador do balão para se saber quando parar de inflar o balão. Quando o barbante circundar completamente o equador este, estará com diâmetro de 80cm (Figura 47).



Figura 47– Balão gigante representando o Sol

3° Passo- Compare o tamanho do Sol com os planetas (Figuras 48 e 49).

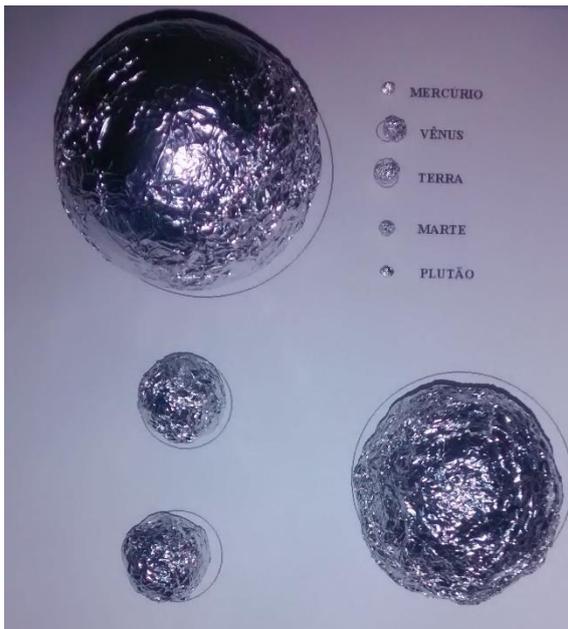


Figura 48– Comparação de planetas



Figura 49– Comparação do Sol com os planetas

4° Passo- Reduzir as distâncias médias dos planetas ao Sol usando uma escala de proporcionalidade, sendo 1: 10 000 000Km, onde teremos:

- Mercúrio a 5,8 cm do Sol.
- Vênus a 10,8 cm
- Terra a 15 cm
- Marte a 22,8 cm
- Júpiter a 77,8 cm
- Saturno a 143 cm
- Urano a 287cm
- Netuno a 450 cm

5° Passo- Num pedaço de barbante de 5 metros, faça marcas para cada planeta e identifique com uma fita de papel o nome dos planetas (Figura 50).



Figura 50– Comparação das distâncias dos planetas em escala

6° Passo- Observe as distâncias que separam os planetas do Sol e entre cada planeta.

Apêndice E - Construção do Experimento: Planetário de Pobre

Materiais

- 1 balão de vidro de fundo redondo de 250ml com tampa.
- 1 Tripé
- Barbante
- Caneta para retroprojektor
- Fita crepe
- Água
- Corante azul

Montagem do experimento.

1º Passo - No fundo do balão de vidro marque um ponto com a caneta para retroprojektor como representado na Figura 51. Tal ponto representará o polo sul celeste. Para marcar este ponto, imagine uma linha que sai desse ponto, percorre o interior do balão e passa ao longo do pescoço do gargalo do balão, emergindo no centro do balão.



Figura 51– Marcando o polo Sul Celeste no Balão Volumétrico.

2º Passo - Com o barbante, meça o tamanho da maior circunferência da parte esférica do balão. Dobre o barbante em quatro partes e marque essa distância a partir do polo sul celeste marcado no passo 1. Veja a representação na Figura 52.

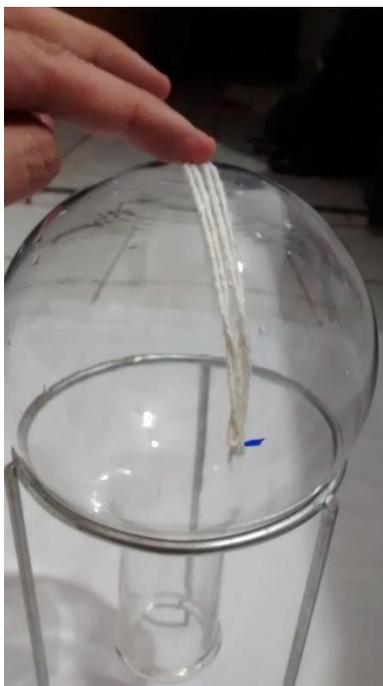


Figura 52– Ponto marcado para o nível de água.

3º Passo - Coloque água no balão de forma que ele atinja o nível da marca feita no passo 2, estando o balão com o pescoço verticalmente para baixo. Ela representará, nesse caso, o plano local de um observador situado sobre a superfície da Terra.

A seguir, passe uma fita crepe um pouco acima do nível da água e outra um pouco abaixo, como mostra a Figura 53. Agora, com a caneta, colora a região entre as fitas para obter uma linha mais visível. Por fim retire as fitas.



Figura 53– Marcação da Linha de nível de água.

Pode-se passar uma fita adesiva sobre a linha marcada para evitar que ela se apague no contato.

4º Passo - A eclíptica representa o caminho aparente do Sol na abobada celeste ao longo do ano. Sobre a superfície do balão, a eclíptica aparecerá como um círculo inclinado de $23,5^\circ$ em relação ao círculo associado ao equador celeste (Figura 54). Mais adiante, mostraremos como foi identificado esse ângulo.

Incline o pescoço do balão até a marca da água atingir um ângulo de $23,5^\circ$ em relação ao equador celeste. Por fim, marque a eclíptica acompanhando o nível da água usando o mesmo procedimento adotado no passo anterior. Passe a fita adesiva sobre a linha.



Figura 54– Linha da Eclíptica.

Faça pontos espalhados pela superfície do balão. Eles representarão as estrelas.

6° Passo- O planetário deve ser colocado de forma que o polo sul celeste possua inclinação, em relação ao horizonte igual a latitude do local em que você está.