

Anderson Giovani Trogello
Marcos Cesar Danhoni Neves
Sani de Carvalho Rutz da Silva

OBJETOS DE APRENDIZAGEM:

PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia, do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Tecnologia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR – Campus de Ponta Grossa).

Orientador: Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves

Co-orientador(a): Sani de Carvalho Rutz da Silva

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	4
OBJETOS DE APRENDIZAGEM PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA.....	6
1. ESFERA CELESTE DIDÁTICA (ECD).....	9
1.1. Materiais e equipamentos	9
1.2. Construção	12
1.3. Possibilidades e contextualizações	20
1.3.1. História da Astronomia	21
1.3.2. Simulação do ambiente.....	21
1.3.3. Movimentação aparente dos corpos celestes	22
2. MAQUETE TERRA-SOL.....	25
2.1. Materiais e equipamentos	25
2.2. Construção	26
2.3. Possibilidades e contextualizações	35
2.3.1. Localização espacial	35
2.3.2. Rotação e fuso horário	36
2.3.3. Estações do ano	37
3. PLANETÁRIO ANELAR.....	41
3.1. Materiais e equipamentos	41
3.2. Construção	41
3.3. Possibilidade e Contextualizações	45
4. PROJETOR SOLAR	51
4.1. Materiais e equipamentos	51
4.2. Construção	51
4.3. Possibilidades e contextualizações	52
5. FOGUETE FRIO.....	54
5.1. Materiais e equipamentos	54
5.2. Construção	54
5.3. Possibilidades e contextualizações	57
6. CARRETEL PLANETÁRIO	59
6.1. Materiais e equipamentos	59
6.2. Construção	60
6.3. Possibilidades e contextualizações	64
7. MAQUETE LUNAR.....	68
7.1. Materiais e equipamentos	69
7.2. Construção	69
7.3. Possibilidades e contextualizações	70
8. ESFERA DE ARAME.....	72
8.1. Materiais e equipamentos	72
8.2. Construção	73
8.3. Possibilidades e contextualizações	78

8.3.1. Contextualizando o movimento aparente do Sol em detrimento das latitudes	79
8.3.2. Heliocentrismo ou geocentrismo	80
8.3.3. Nascente e ponte do Sol	80
9. GNÔMON	86
9.1. Materiais e equipamentos	86
9.2. Construção	86
9.3. Possibilidades e Contextualizações	87
10. COPO GIRATÓRIO	91
10.1. Possibilidades e Contextualizações	92
11. SIMULADOR DO MOVIMENTO APARENTE DO SOL (SMAS).....	93
11.1. Materiais e equipamentos	93
11.1. Construção	94
11.2. Possibilidades e Contextualizações	95
Referências	96

INTRODUÇÃO

O ensino de Astronomia ainda é bastante aguardado entre os estudantes da educação básica. Seja pelas notícias jornalísticas, filmes, documentários, ou mesmo pelas observações primeiras da imensidão celeste.

No entanto, em sala de aula os conceitos astronômicos são em muitas das vezes renegados no planejamento docente. Seja por problemas na formação acadêmica e continuada, ou pela falta de materiais didáticos adequados, é certo que os educandos carregam muitas concepções alternativas. É fácil reconhecer entre os estudantes aqueles que acreditam que as estações do ano ocorrem devido a uma suposta grande aproximação e afastamento ao Sol. Ou ainda aqueles que confirmam que o Sol nasce e se põe diariamente na mesma posição - leste e oeste.

Deste modo, a aprendizagem em Astronomia necessita de atividades que corroboram para a assimilação dos conceitos. Deste modo, este trabalho direcionou seus esforços no desenvolvimento de objetos de aprendizagem que simulam vários fenômenos astronômicos.

Ao todo foram desenvolvidos onze objetos. Com eles é possível trabalhar conceitos como: estações do ano; esfera celeste; solstício e equinócio; movimento aparente dos astros e em especial do Sol; nascimento e ponte solar; horizonte, linhas imaginárias, gravidade; propriedade de astros do sistema solar; leis de Newton, dentre outros.

Todos os equipamentos contam com montagem facilitada e reúnem materiais e equipamentos de baixo custo, ou ainda recicláveis. Os quais são descritos em cada apresentação dos objetos de aprendizagem. Além desta abordagem, para os onze objetos é proposto ao final de sua apresentação algumas possibilidades. No entanto, não é objetivo destes recursos esgotar as possibilidades de intervenções em Astronomia, mas sim corroborar para a construção de tais conceitos.

Estes e outros projetos podem ser averiguados também no Blog: <http://ensinodeastronomia.blogspot.com.br/>, o qual certamente publicará futuros objetos de aprendizagem.

Deste modo, as intervenções propostas aqui, pretendem disseminar a realização de assimilações e demonstrações que possam contribuir para a construção de conceitos sobre Astronomia.

OBJETOS DE APRENDIZAGEM PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA

Os fenômenos astronômicos intrincados na natureza e observados pelos estudantes são de difícil assimilação. Para o aluno perceber que o planeta Terra é esférico e revoluciona em torno do Sol, ou ainda, esta em rotação é uma tarefa complicada, uma vez que não visualiza fatos concretos destes fenômenos.

Neste sentido, Kawamura e Hosoume (2003) acordam que as aulas de física necessitam desvincular-se de usar somente o 'quadro e giz' e propor metodologias que propiciem maior participação dos alunos durante o processo de ensino e aprendizagem. Ficar somente na memorização de conceitos cotidianos e visuais é incorrer em erros.

Transpor um novo conteúdo de caráter científico, em lugar de um conhecimento empírico, aquilo que o indivíduo "já sabe", é uma tarefa que necessita de estratégias adequadas. Apresentar metodologias que fogem da simples memorização é dispor oportunidades para a significação e logo, construção de conceitos.

Considerando as falas de Pedrochi e Danhoni Neves (2005) ao afirmam que o trabalho docente nesta área de ensino deve priorizar a aproximação da explicação com a assimilação do fenômeno exposto, é proposto aqui a utilização dos objetos de aprendizagem.

Os objetos de aprendizagem são caracterizados como modelos que apresentam características do fenômeno sistematizado. Além disso, tem a característica de ser reutilizado (TAVARES, 2010) e podem ser categorizadas como atividades práticas demonstrativas (KRASILCHIK, 2005). Desta forma, esta atividade pode representar uma oportunidade significativa de construção de conhecimento.

Em revisão a literatura, vários termos foram encontrados para se direcionar aos objetos de aprendizagem (TAVARES, 2010), tais como: experimento ou experimento didático (LABURÚ; SILVA; BARROS, 2008; DUARTE, 2012); material, modelo didático, modelo tridimensional ou ainda

material manipulável (SILVA; CATELLI; GIOVANNINI, 2010; VAZ, *et al*, 2012; SOBREIRA, 2012); atividade experimental ou investigativa (ZÔMPERO; LABURÚ, 2012); ferramentas táteis (FERNANDES; HEALY, 2010); equipamento, artefato ou instrumento (CATELLI, *et al*, 2009); simulador (SARTORI; LORETO, 2008); objeto (CATELLI; LIBARDI, 2010; SOUZA, FRANCO, 2012), materiais, material lúdico-manipulativo (TAXINI, 2012; MUNHOZ; STEIN-BARANA; LEME, 2012) e maquete (CAMARGO; NARDI, 2008).

Salvo as exceções, muitos dos trabalhos citados no parágrafo anterior mencionam a utilização de recursos alternativos, de baixo custo na elaboração do objeto de aprendizagem. Simular os movimentos celestes com esferas de isopor; registrar o movimento dos astros com um gnômon; demonstrar os eclipses com bolas e uma lâmpada ou representar o sistema solar em escala, ou ainda utilizar materiais mais elaborados, são propostas potencialmente significativas ao ensino de Astronomia. “Modelos com esferas e pequena fonte de luz, simulando o sistema Terra-Sol-Lua, podem ser feitos da maneira como grupos de alunos os conceberem, ajudando-os a explicar suas próprias ideias” (BRASIL, 1998, p.64).

A produção de objetos de aprendizagem que auxiliem o trabalho docente no ensino de Astronomia é incentivada em algumas pesquisas. Caniato (1973) é apontado como precursor da utilização desses recursos em aulas de Astronomia. Um de seus objetos mais lembrados é a denominada *Esfera de Pobre*, na qual a vidraria balão de fundo esférico, semipreenchido de água com corante, permite representar o solo e a esfera celeste em diferentes latitudes. Já Canalle (1999) utilizou-se de bolas de isopor para esquematizar os movimentos da Terra, Lua e Sol. Também Longhini (2009) desenvolveu um trabalho para representar o universo em uma caixa; e Saraiva *et al* (2007) com a representação das fases da Lua numa caixa de papelão.

Ambos os trabalhos dão conta que os objetos de aprendizagem se apresentam com características favoráveis às melhorias no ensino de Astronomia, principalmente pelo fato de propiciar o contato com o fenômeno, mesmo que de forma analógica.

O fundamental no processo é a criança estar em contato com a ciência, não remetendo essa tarefa a níveis escolares mais adiantados. O contato da criança com o mundo científico, mesmo que adaptado a sua linguagem, pode ser justificado em termos da necessidade de aproximação da criança com as situações vivenciadas por ela, cuja natureza curiosa e investigativa lhe permite explorar os fenômenos naturais (ROSA; PEREZ; DRUM, 2007, p. 1).

Pelo exposto até aqui, percebe-se que os objetos de aprendizagem podem contribuir para o ensino de Astronomia, pois permite a simulação, a analogia de um fenômeno. Demonstrar um objeto manipulável, dimensional, colorido, ou com outra característica é intencionalmente proposto ao educando para facilitar a assimilação do fenômeno tão difícil de ser interpretado, como a alternância das estações do ano (objeto de estudo desta pesquisa).

Neste sentido, ao longo deste trabalho são expostos alguns objetos de aprendizagem que podem ser utilizados em sala de aula, em diversos conteúdos de Astronomia. Embora a boa quantidade de objetos seja disponibilizada com o intuito de proceder a diversos conteúdos astronômicos, é bom deixar claro que não é objetivo esgotar todas as possibilidades. Deixando ao leitor a possibilidade de construção, aperfeiçoamento e até mesmo de novas construções.



Esfera Celeste Didática (ECD)

Este objeto é produzido com materiais de fácil aquisição e com baixo custo. Mesmo com aparente simplicidade ele vem com o objetivo de representar fielmente os fenômenos celestes. Deste modo, a utilização deste recurso permite, entre outras coisas, simular e prever o movimento aparente do Sol em qualquer data do ano e em qualquer latitude terrestre. Além disso, representa diversas constelações astronômicas.

1. ESFERA CELESTE DIDÁTICA (ECD)

A esfera celeste e os fenômenos intrincados nela sempre despertaram curiosidade e fascinação da humanidade. Neste sentido o homem procurou registrar tais fenômenos procurando finalidade para a vida cotidiana. Neste sentido objetos foram construídos ao longo dos tempos com o objetivo de prever os eventos celestes e possibilitar ações sociais programadas.

Um dos instrumentos construído foi a Esfera Armilar a qual durante séculos contribuiu para o desenvolvimento das sociedades. Com este instrumento é possível, dentre outras coisas, simular o movimento do Sol em diferentes datas e em diferentes latitudes.

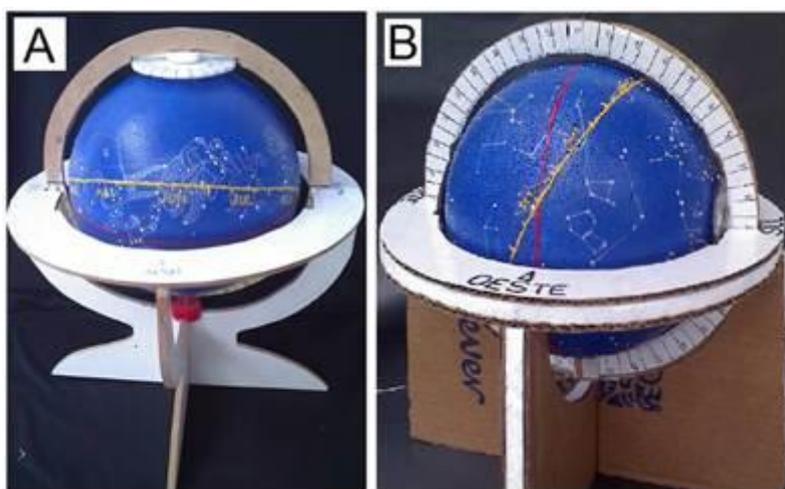
Neste sentido e por se tratar de um objeto simulador é plausível sua utilização no ensino de Astronomia, pois permite a realização de investigações e demonstrações que podem contribuir para a aprendizagem. Sobretudo facilita a assimilação dos conceitos de forma diferenciada, se afastando de metodologias tradicionais.

1.1. Materiais e equipamentos

No processo de desenvolvimento da Esfera Celeste Didática (ECD), foram desenvolvidos dois projetos (Fotografia 1).

Ambos os projetos apresentaram baixo custo de materiais. No entanto o

primeiro projeto (Fotografia 1A) se mostrou com montagem mais onerosa e necessitava de ferramentas e ou equipamentos mais sofisticados que porventura os professores e alunos não teriam acesso. Uma vez, que a madeira, material base da estrutura daquela ECD, mesmo de baixo custo necessita de serras e habilidade para o seu corte.



Fotografia 1: Desenvolvimento de Esfera Celeste Didática. A) Primeiro produto, com estrutura de madeira. B) Segundo Produto, com materiais de fácil acesso e manuseio. Fonte: Autoria própria.

Neste sentido, uma pesquisa de materiais foi realizada, objetivando a facilitar a montagem desta esfera. Desta forma, na sequência deste trabalho são relatados os materiais (Tabela 1), os equipamentos e o processo de construção da ECD (Fotografia 1B).

Tabela 1: Relação de materiais e local de aquisição.

Material	Quantidade	Onde procurar?
Arruela - com aprox. 2 cm de diâmetro	02 un.	Autopeças / Mecânica em geral
Auto falantes pequenos de computador / Imã de geladeira (estilo adesivo) / fita de imã.	02 un.	Reciclável / loja de manutenção de computadores / refrigeração / brindes
Barbante	1 metro	Papelaria / Reciclável
Bola de isopor – 20 cm diâmetro	01 un.	Papelaria
Caixa de papelão (30 cm/30 cm/30 cm)	02 un.	Reciclável

Tabela 1: Relação de materiais e local de aquisição.

(conclusão)

Material	Quantidade	Onde procurar?
Caneta Esferográfica - Azul	01 un.	Papelaria
Caneta esferográfica - Preta	01 un.	Papelaria
Capa de encadernação A4	1 un.	Papelaria
Cartolina Branca	01 un.	Papelaria
Cola branca de papel	01 un.	Papelaria
Cola de isopor	01 un.	Papelaria
Cola de madeira	01 un.	Papelaria
Fita adesiva transparente larga	01 un.	Papelaria
Folha de isopor 1 cm de largura	01 un.	Papelaria
Lápis	01 un.	Papelaria
Marcador permanente - Preto	01 un.	Papelaria
Palito de churrasco grande	02 un.	Papelaria / mercado
Palito de churrasco pequeno	06 un.	Papelaria / Mercado
Palito de dente	02 un.	Mercado
Papel Contact	1 metro	Papelaria
Tinta acrílica para tecido - Azul	01 un.	Papelaria
Tinta acrílica para tecido - Vermelho	01 un.	Papelaria
Tinta Dimensional 3D – Amarela	01 un.	Papelaria

Fonte: Autoria própria

Como se pode observar, dos materiais arrolados na “Tabela 1”, vários são atrelados às atividades escolares (caneta, lápis, cola branca, fita adesiva e marcador). Já outros como as colas de isopor e madeira, os palitos de dente e churrasco e as tintas, não esgotaram seu produto, podendo ser utilizados em outro evento. Assim, apesar de uma lista extensa, os preços dos materiais sugestionados aqui enquadram a ECD como um artigo de baixo custo.

Com relação aos equipamentos, foram utilizados os seguintes: transferidor de 180° ou 360°; régua escolar de 30 cm; esquadro retângulo; tesoura; estilete; compasso escolar e pincel de pintura. E finalmente a construção da ECD, envolveu o seguinte processo.

1.2. Construção

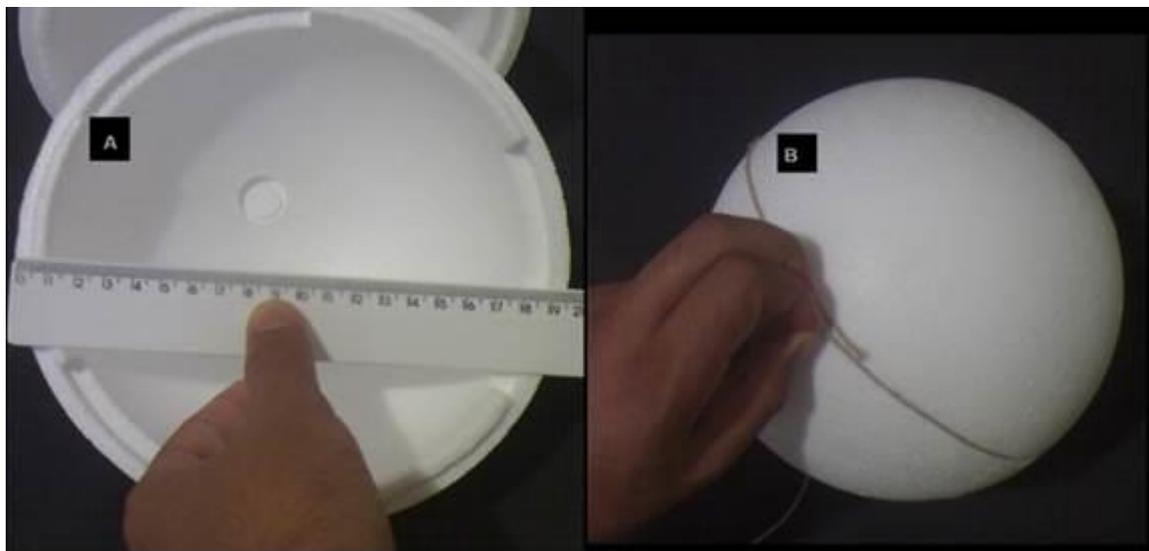
A construção da ECD é orientada aqui em duas frentes. Uma orienta a montagem da base (estrutura de sustentação da esfera) e outra a da esfera (a qual abriga informações celestes). Desta forma, é apresentada na sequência a confecção da base, a qual esta organizada nas seguintes etapas:

1ª etapa: Meça o diâmetro da *bola de isopor*, com auxílio de uma régua (Fotografia 2A). Ou ainda, meça a circunferência da bola de isopor utilizando um barbante (Fotografia 2B), o resultado compile no lugar da incógnita “x” na Equação (1):

$$\delta = \frac{x}{\pi}$$

δ = Diâmetro; π = constante valor de 3,14.

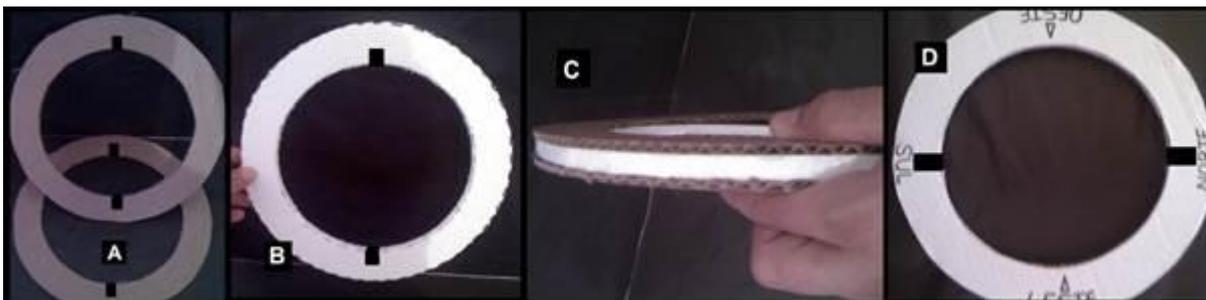
Para fins didáticos é recomendável uma bola de isopor com no mínimo 20 cm de diâmetro, para não exprimir as informações que devem ser impressas na esfera ao longo deste roteiro.



Fotografia 2: Aferição do diâmetro da bola de isopor. A: medindo com auxílio de régua. B: Medindo com barbante e levando em consideração a relação entre diâmetro e circunferência.

Fonte: Autoria própria.

2ª etapa: Nesta etapa ocorre a orientação da construção da *argola horizontal* (Fotografia 3) a qual tem importante papel de dimensionar o horizonte de observação da esfera celeste.



Fotografia 3: Construção da Argola Horizontal. A) Argolas de papelão. B) Argola de isopor; C) Perfil da colagem da argola de isopor em meio das de papelão. D) Visão frontal das argolas, em detalhe a argola de cartolina com as marcações dos pontos cardeais (Norte, Sul, Leste e Oeste).

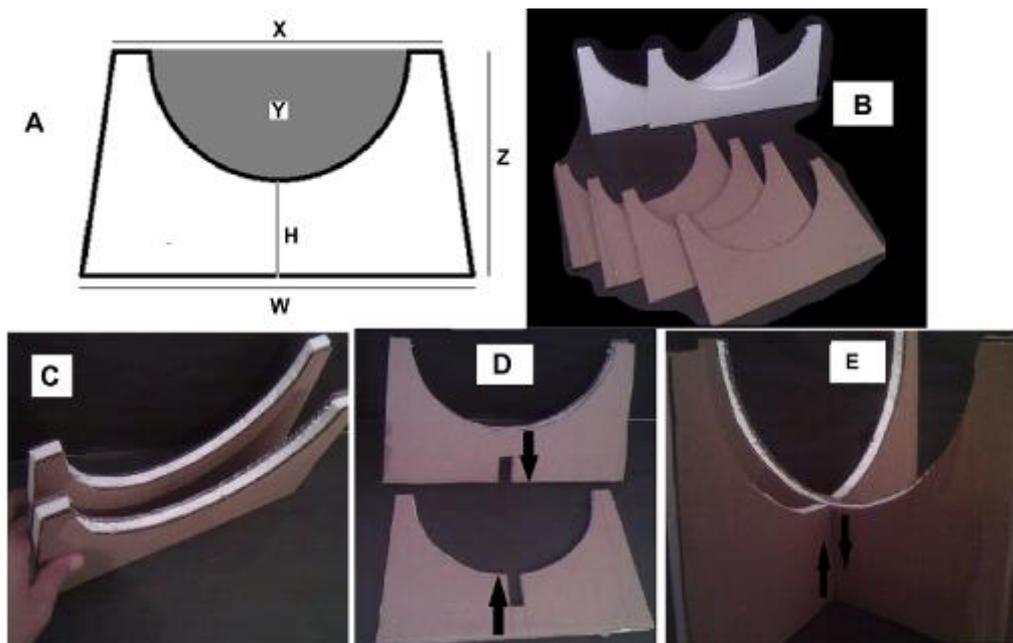
Fonte: Autoria própria.

Para isso, é necessária a construção de quatro argolas, sendo duas de papelão (caixa de papelão), uma de isopor (folha de isopor de um centímetro de largura) e uma de cartolina branca. Cada uma com quatro centímetros de largura e orifício dois centímetros maior que o diâmetro de sua bola de isopor (Fotografia 3).

Na argola de cartolina, demarque os pontos cardeais e na parte interna, junto aos pontos Sul e Norte, faça uma cava de dois centímetros quadrados, utilizando tesoura ou mesmo estilete (Fotografia 3D). Este corte também deve ser realizado nas outras argolas (Fotografia 3A e 3B). Depois utilizando a cola de isopor cole a argola de isopor em meio as de papelão. Em seguida cole a de cartolina sobre um dos lados de papelão. Cuide para que os cortes realizados na parte interna de cada argola fiquem justapostos (Fotografia 3D).

Para manter a qualidade deste produto é recomendável que se encape com papel contact a superfície em que esta gravada os pontos cardeais.

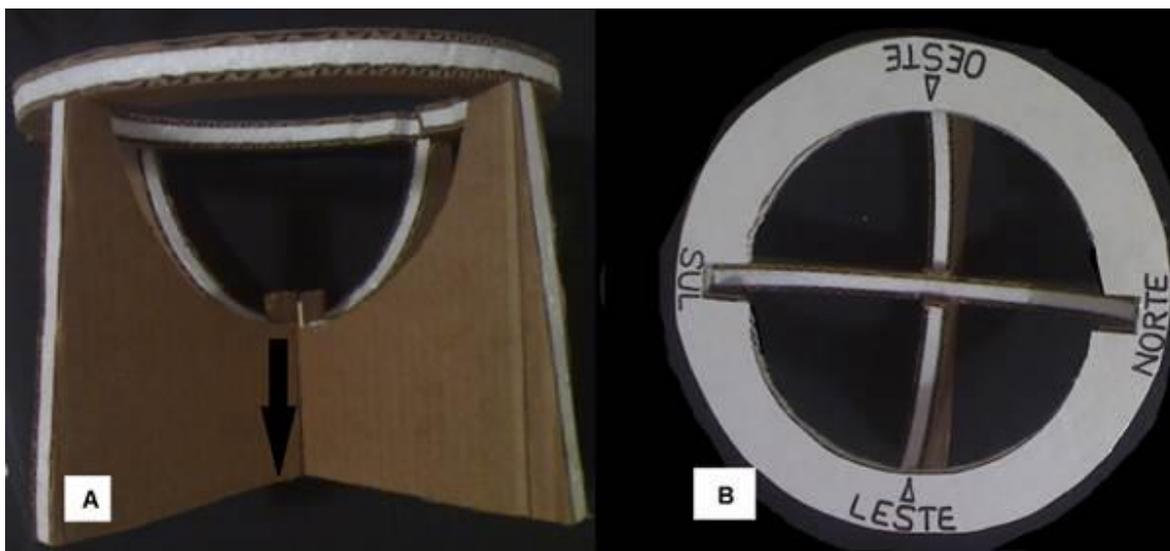
3ª etapa: Agora é construída a *estrutura de sustentação*. Para ela produza seis placas, quatro de papelão e duas de isopor (Fotografia 4A). Tais placas são então coladas sobrepostas e com auxílio da cola de isopor para formar duas *placas compostas*, cada uma com duas de papelão e uma de isopor (Fotografia 4C).



Fotografia 4: Estrutura de sustentação. A) Orientação de construção de cada placa (X= comprimento da argola horizontal; Y= diâmetro bola de isopor + seis centímetros; Z= raio de Y + H; W= X + 4 centímetros; H= ou > que quatro centímetros); B) Imagem de duas placas de isopor e quatro de papelão; C) Detalhe da colagem das placas compostas; D) Em detalhe as placas compostas com as cavidades; E) Estrutura de sustentação, formada pelas duas placas compostas e encaixadas perpendicularmente; Flechas pretas - Indicam a direção de encaixe das placas compostas. Fonte: Autoria própria.

Agora estas devem ser unidas perpendicularmente (Fotografia 4E). Para isso, em cada uma das duas estruturas faça uma cavidade de metade do comprimento do trecho H (Fotografia 4A), entretanto cada cavidade é orientada em sentidos opostos (Fotografia 4D). Para fixar as placas cole-as com cola de isopor e também com cola branca.

4ª etapa: Completando a montagem da base é necessário que se cole a *argola horizontal* com *estrutura de sustentação*. Para isso a argola deve ser colada sobre as pontas da estrutura, além disso, oriente a colagem a fim de que as indicações dos pontos cardeais fiquem voltadas para cima. Também oriente a colagem para que as cavidades da argola próximas dos pontos cardeais Norte e Sul fiquem posicionadas sobre as pontas da placa composta que foi encaixada de cima para baixo (Fotografia 5).



Fotografia 5: Base completa. A) Vista lateral. Flecha escura indica a placa composta na qual deve ser alojada os pontos cardeais Norte e Sul. B) Vista superior.
Fonte: Autoria própria.

Agora se inicia o processo de construção da *esfera*.

5ª etapa: Nesta a primeira atividade é orientada a construção do *eixo de rotação* da esfera celeste. Assim, utilize dois palitos de churrasco grande, encostando-os com a parte sem ponta formando um palito maior e com duas pontas. Para fixá-los retilmente, cole seis pequenos palitos de churrasco, com auxílio da cola de madeira, sobre a região de contato dos palitos grandes. É importante que a colagem produza um eixo de rotação retilíneo (Figura 1).

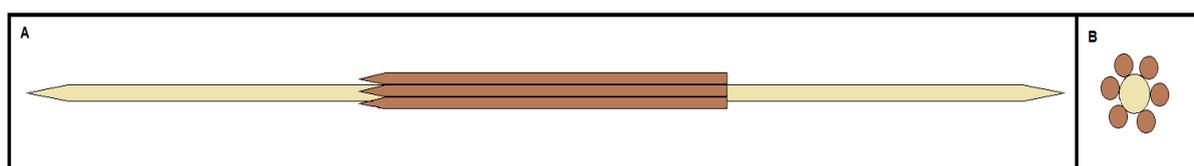
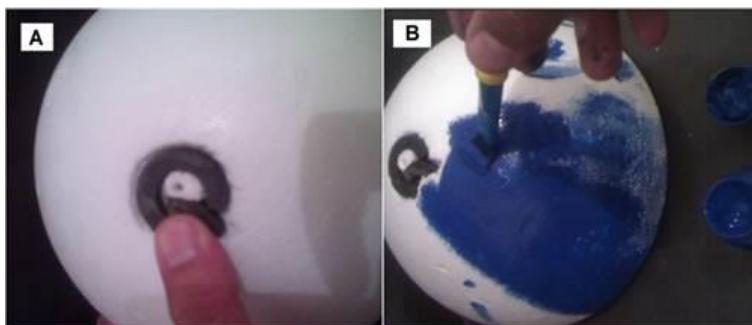


Figura 1: Eixo de rotação. A) Ilustração panorâmica de dois palitos de churrasco grande envoltos e fixados com seis palitos de churrasco pequeno. B) Ilustração de perfil dos palitos grandes de churrasco ao centro e os pequenos ao seu redor.
Fonte: Autoria própria.

Em seguida coloque o eixo de rotação na bola de isopor, orientando que a região de encaixe dela fique exatamente perpendicular aos palitos de churrasco. Entretanto retire o eixo da bola deixando apenas o sinal de perfuração.

6ª etapa: Acople ao redor de cada furo (ocasionados pelo eixo de rotação), um ímã (pequenos autofalantes) ou um pedaço de fita de ímã (refrigeração ou de brinde de geladeira) (Fotografia 6). Caso necessário, utilize

o estilete ou outro material pontiagudo para confeccionar pequenas valetas onde serão inseridos os ímãs.

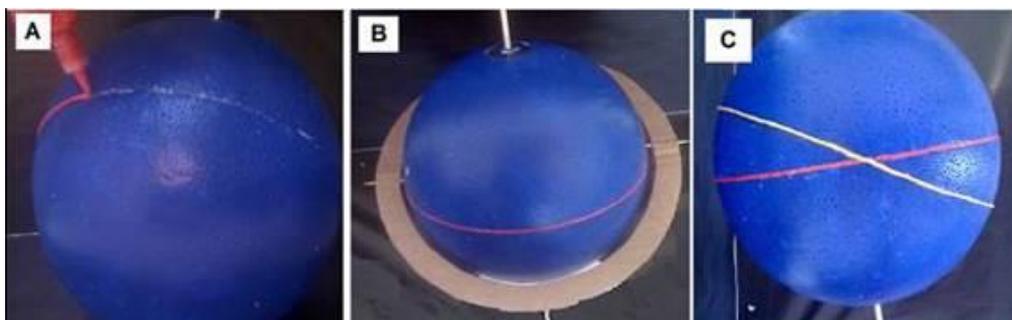


Fotografia 6: Fixação dos Ímãs. A) Acoplamento de ímã ao redor do furo demarcado pelo eixo de rotação. B) Colorindo a bola de isopor de azul, já com pedaços de ímã fixados.
Fonte: Autoria própria.

7ª etapa: Utilizando pincel, pinte toda a bola de isopor com a tinta acrílica para tecido azul (Fotografia 6B). Espere alguns minutos para que ela possa secar, para adiantar este processo exponha ela a luz solar ou a luz artificial.

8ª etapa: Instale agora, de forma definitiva, o eixo de rotação encaixando as duas partes da bola de isopor e colando-as com a cola de isopor. As pontas do palito de churrasco, que extravasam da bola de isopor, são denominadas aqui como Polo Celeste Sul e Polo Celeste Norte (PCS e PCN).

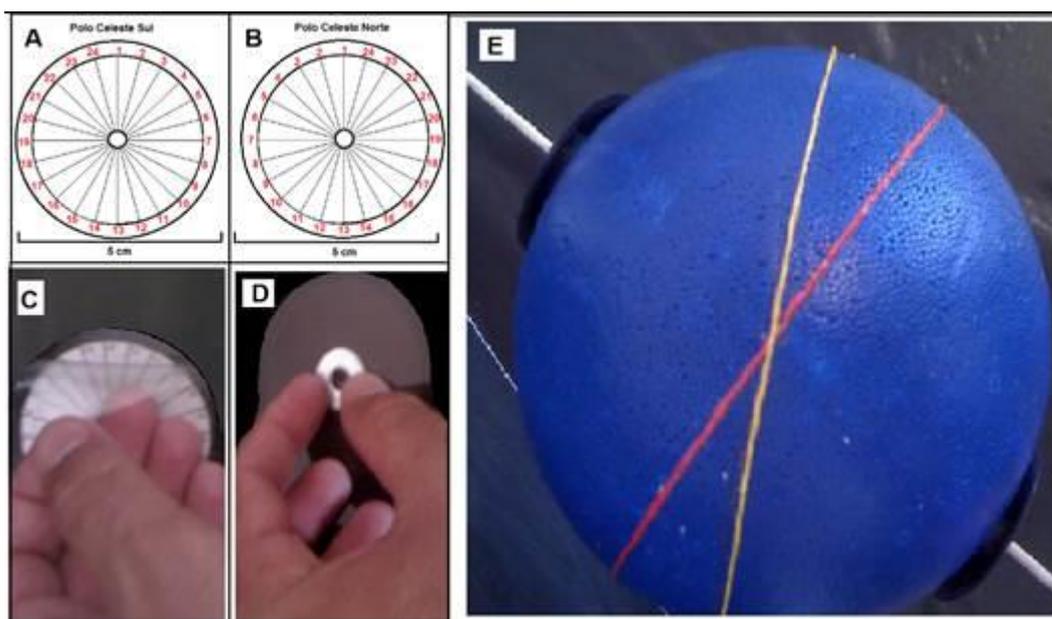
Depois utilizando a tinta dimensional 3D vermelha, pinte uma linha sobre a região de encaixe (Fotografia 7A). Esta marcação representará a linha do Equador Celeste.



Fotografia 7: Marcação da Linha do Equador Celeste e da Eclíptica. A) Pintando a linha do equador celeste. B) Proposta para sinalizar a região da linha eclíptica. C) Linha amarela, simbolizando a eclíptica, inclinada 23,5° (vinte e três graus e meio) em relação a linha vermelha.
Fonte: Autoria própria.

9ª Etapa: Agora utilizando a tinta dimensional 3D amarela, pinte uma linha inclinada $23,5^\circ$ (vinte e três graus e meio) em relação a linha vermelha. Esta nova marcação representa a linha da Eclíptica (Fotografia 7C). Para facilitar esta marcação, use outra argola de papelão posicionando-a sobre a linha do Equador (linha vermelha) e fixada (pendurada) por dois palitos de dente (fincados em regiões opostas da bola de isopor). Assim, incline a argola até o desejado e realize a dita marcação (Fotografia 7B).

10ª Etapa: Em cada polo celeste é posicionado um *disco horário*. Para confeccioná-lo, recorte, de uma capa plástica para encadernar, dois discos de cinco centímetros de diâmetro e um de orifício. Em um deles cole o disco referente ao Polo celeste Sul (Fotografia 8A) e no outro cole o referente ao Polo Celeste Norte (Fotografia 8B), com auxílio do papel contact ou mesmo fita adesiva larga (Fotografia 8C).

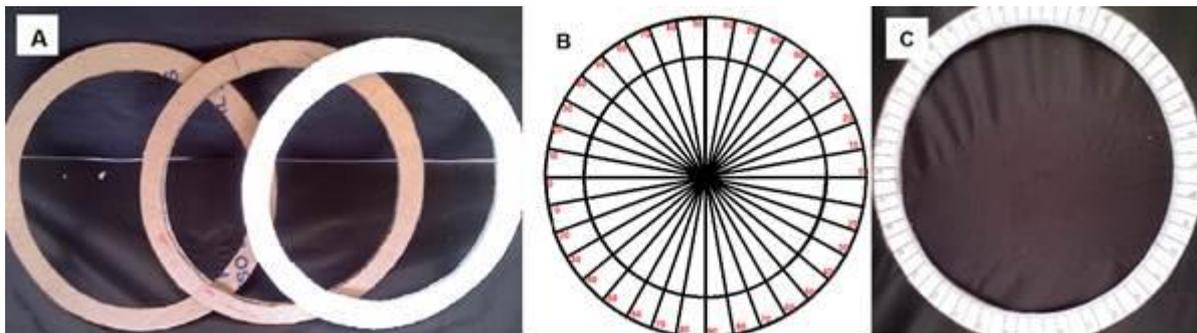


Fotografia 8: Produção e fixação do Disco Horário. A) Disco horário de cartolina do Polo Celeste Sul. B) Disco Horário de cartolina do Polo Celeste Norte. C) Colagem do disco de cartolina sobre o disco de capa de encadernar com auxílio de papel contact ou fita adesiva larga. D) Colagem da arruela. E) Visão dos discos horários alojados no eixo de rotação e em cada extremo da bola de isopor.

Fonte: Autoria própria.

11ª etapa: Construa outras quatro argolas, sendo duas de papelão, uma de isopor (Fotografia 9A) e uma de cartolina (Fotografia 8C). Ambas com dois centímetros de largura e orifício com diâmetro dois centímetros maior que

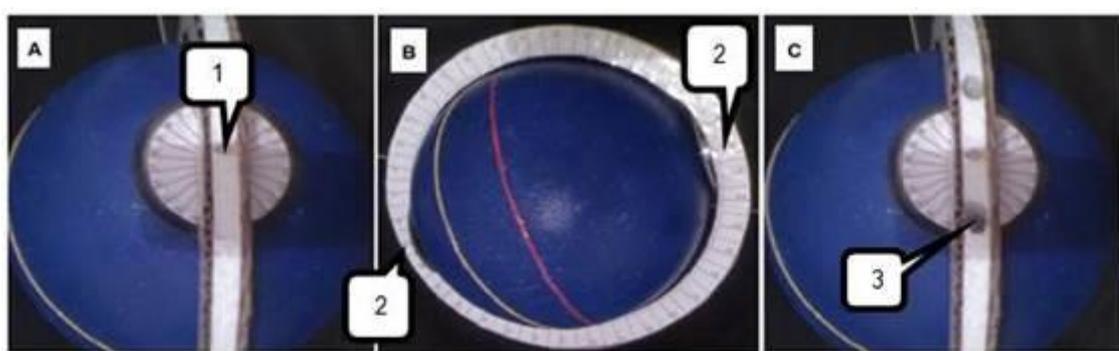
o da bola de isopor. Na argola de cartolina, demarque os ângulos decenais com o auxílio de um transferidor (Fotografia 8B e 8C).



Fotografia 9: Argola Latitudinal. A- Duas argolas de papelão e uma de isopor. B- Instruções para a marcação de ângulos na argola de cartolina, para isso recomenda-se que sejam marcados de dez em dez graus e antes do corte do orifício. C- Argola de cartolina pronta.

Fonte: Autoria própria.

Tais argolas constituirão a *argola latitudinal* (Fotografia 9C) na qual será fixado o *eixo de rotação* e logo a Esfera Celeste. Para isso, cole a argola de cartolina em uma de papelão (deixando as informações angulares visíveis) e esta sobre uma de papelão. Agora, faça duas cavidades com auxílio de um estilete, sobre a argola de isopor (já colada), de largura igual ao do eixo (palito de churrasco) e exatamente na posição das latitudes de noventa graus. Depois, cole a última argola de papelão sobre o isopor de forma a fixar o eixo na argola latitudinal (Fotografia 10C). Desta forma a bola de isopor, ou mesmo a esfera celeste tem seu eixo aprisionado na argola latitudinal. No entanto, perceba que a bola de isopor pode receber movimentos circulares.



Fotografia 10: Esfera posicionada na argola latitudinal. 1- Eixo de rotação. 2- Latitude de noventa graus. 3- Orifícios. A) Detalhe do eixo de rotação. B) Eixo de Rotação disposto longitudinalmente a latitude de 90°. C) Orifícios para visualização do disco horário.

Fonte: Autoria própria.

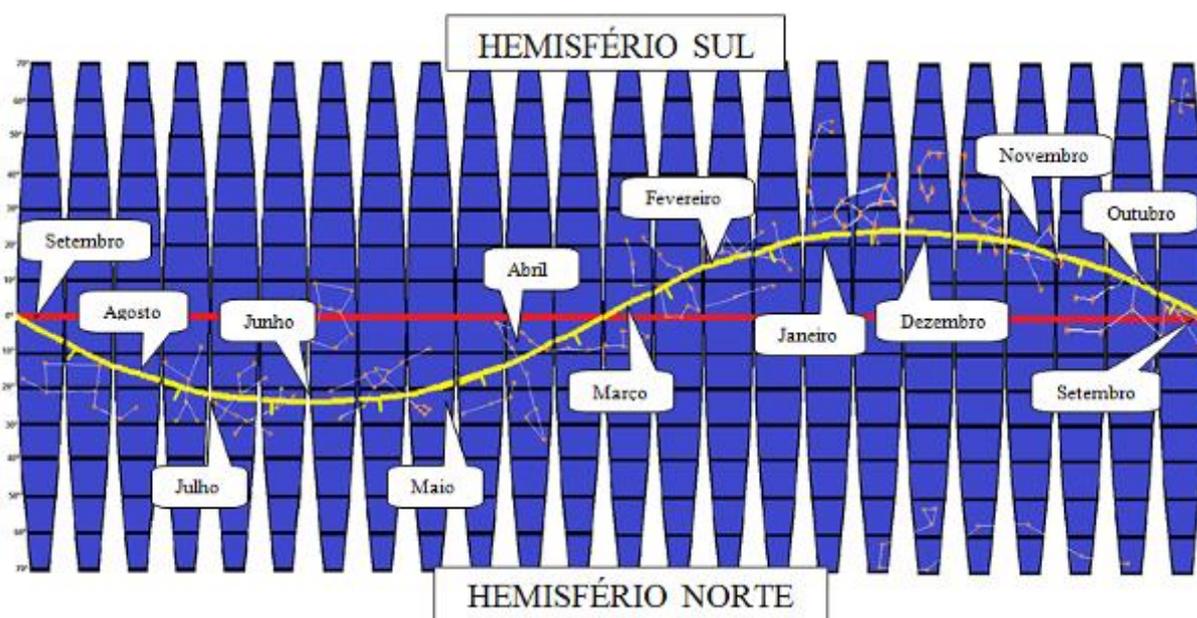
Com estilete ou mesmo tesoura, recorte os possíveis excessos do eixo de rotação.

Agora com a ponta mais fina da tesoura, faça dois orifícios no isopor sobre cada disco horário, de forma que as perfurações atravessem toda a espessura do isopor e coincidam com a região numérica de cada disco horário (Fotografia 10C).

12ª etapa: Junte as duas estruturas (Esfera e Base), encaixando a argola latitudinal em meio as cavidades da argola horizontal (Fotografia 11). Observe que argola latitudinal fica apoiada sobre as estruturas de sustentação. Entretanto a argola não fica rígida, permitindo que ela seja movimentada circularmente sobre a base.

13ª etapa: A parte final do projeto é destinada a marcação dos meses, sobre a linha da eclíptica. Sendo assim, divida o valor da circunferência (encontrado na 1ª etapa) pelo número de meses do ano. Na sequência, escreva os nomes ou mesmo as abreviações dos meses (Figura 2).

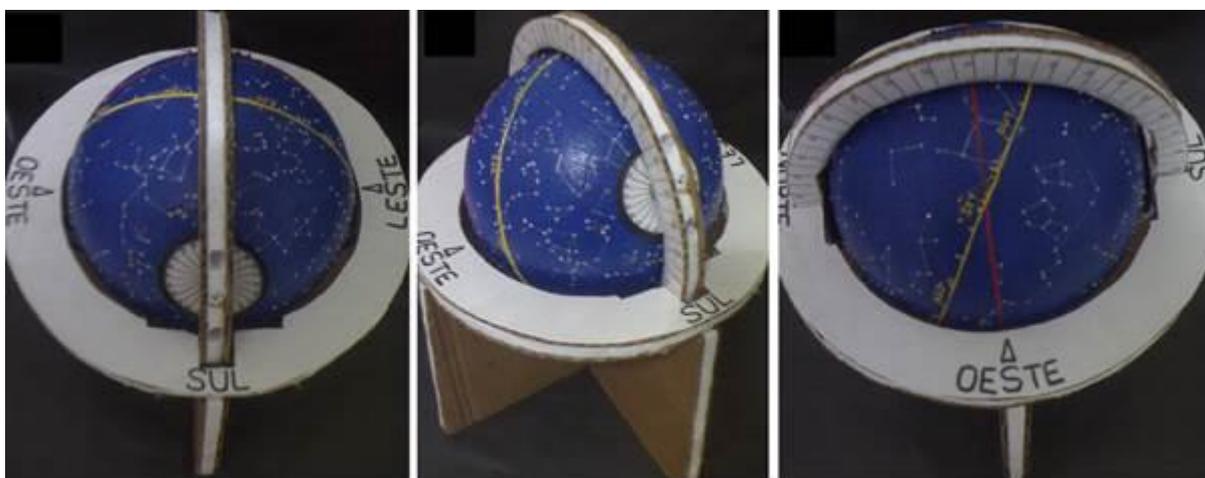
Desta forma, o arco da eclíptica tende para o Hemisfério Sul nos meses de outubro a março. Ou seja, pode-se inferir que nesses meses o movimento aparente do Sol acontece ao Sul do equador celeste. Sendo que o extremo deste fato ocorre em meados do mês de dezembro, no dia do solstício de verão para esta região (Figura 22).



**Figura 2: Esquema dos meses do ano, ao longo da eclíptica. (Fonte: Autoria Própria).
Fonte: Autoria própria.**

Inúmeras constelações também podem ser inseridas na superfície da bola de isopor, aumentando a similaridade do objeto com os fenômenos

celestes e as atividades que podem ser contextualizadas com este material. No entanto, as orientações destas demarcações, não são abordadas neste trabalho. Cabe ao construtor desta esfera decidir se transcrever tais informações é importante para seu trabalho. É válido ressaltar que tais representações podem ser obtidas com base em diversas fontes, tais como: sítios da internet (www.skymaps.com; drifted.in/space/app/index.xhtml); softwares como o Stellarium (<http://www.stellarium.org/pt/>) e aplicativos como o Planetarium (play.google.com/store/apps/details?id=com.lavadip.skeye&hl=pt_BR) e o Sky Map (groups.google.com/forum/?fromgroups#!forum/google-sky-map). Na “Fotografia 11” é demonstrada em três imagens a ECD já pronta em com diversas constelações representadas em seu corpo.



**Fotografia 11: Imagens da Esfera Celeste Didática.
Fonte: Autoria própria.**

1.3. Possibilidades e contextualizações

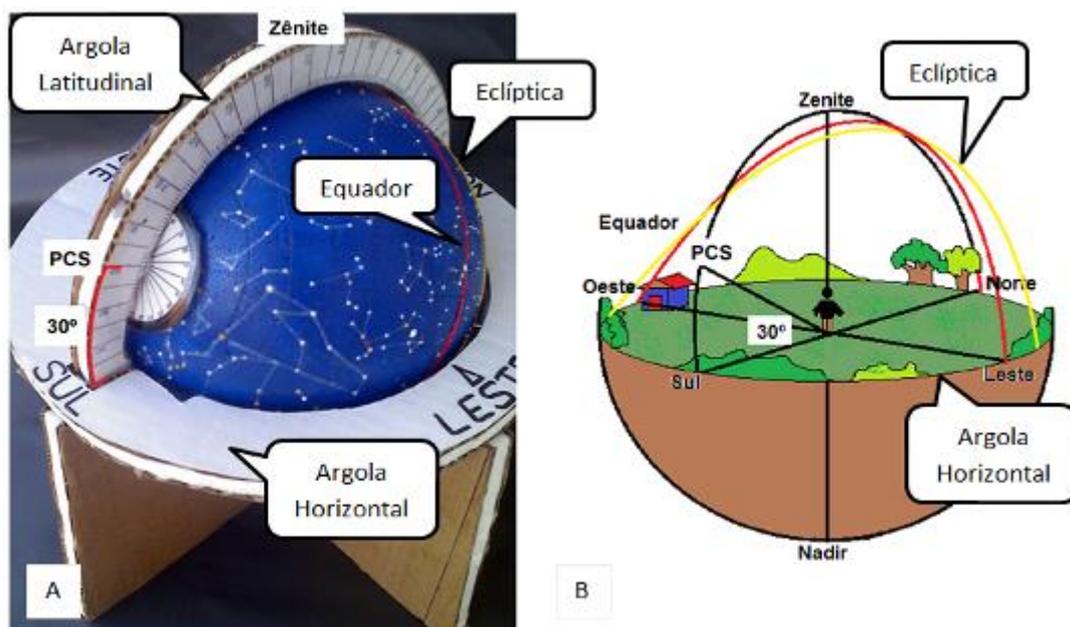
A contextualização deste objeto com o ambiente do aluno - com a esfera celeste que o envolve, permite relacionar alguns conceitos astronômicos. Os próximos parágrafos trazem algumas possibilidades, no entanto não objetiva esgotar todas as possibilidades.

1.3.1. História da Astronomia

A ECD quando apresentada aos educandos, não deve ser firmada como uma nova tecnologia, mas como um instrumento muito utilizado pelos povos há milênios. Constituir este modelo didático como um processo histórico, de construção coletiva é importante para o processo de ensino e aprendizagem em astronomia, pois caracteriza esta ciência como não neutra e elaborada por diversas mãos.

1.3.2. Simulação do ambiente

A Esfera Celeste Didática (ECD) visa representar e descrever fenômenos celestes. Tornando-se um instrumento utilizável durante o ensino de Astronomia. Uma vez, que ela representa a esfericidade (aparente) do céu. Desta forma, a argola horizontal representa a intersecção do horizonte de um observador com a abóboda celeste (Fotografia 12). Deste modo, o docente pode inicialmente contextualizar a posição do observador, sabendo onde fica o horizonte para aquele objeto.



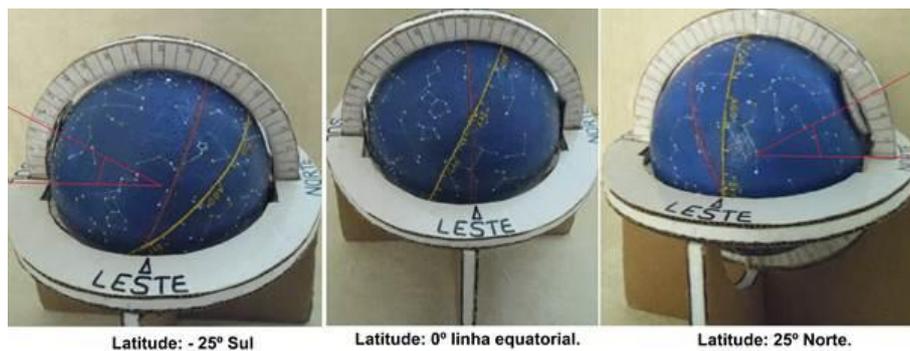
Fotografia 12: Contextualização da Esfera Celeste Didática e o observador. A) Esfera Celeste Didática. B) Observador.
Fonte: Autoria própria.

Além disso, esse instrumento simula: a abóboda celeste (bola de isopor pintada de azul); o Equador Celeste (linha vermelha); a Eclíptica (linha amarela); o Zênite e o Nadir do observador; o Horizonte do observador; Polo Sul e Norte; Eixo de Rotação; Latitude (argola latitudinal) e os Pontos Cardeais (Fotografia 12).

A bola de isopor pintada de azul representa a aparente esfericidade do céu. A qual os observadores terrestres veem os astros celestes como se estivessem à mesma distância e dispostos em um fundo esférico. Quando pintadas as constelações sobre a bola de isopor o educador pode chamar atenção, ao considerar um observador ao centro daquela esfera todas as estrelas apresentam-se equidistantes do indivíduo.

1.3.3. Movimentação aparente dos partícipes celeste

Aproveitando a linha da eclíptica (linha amarela) (Fotografia 13) é possível destacar onde o Sol se encontra em um determinado dia. Para contextualizar ao ambiente do educando, basta posicionar regular para a latitude do local onde se encontram e verificar o dia e horário.

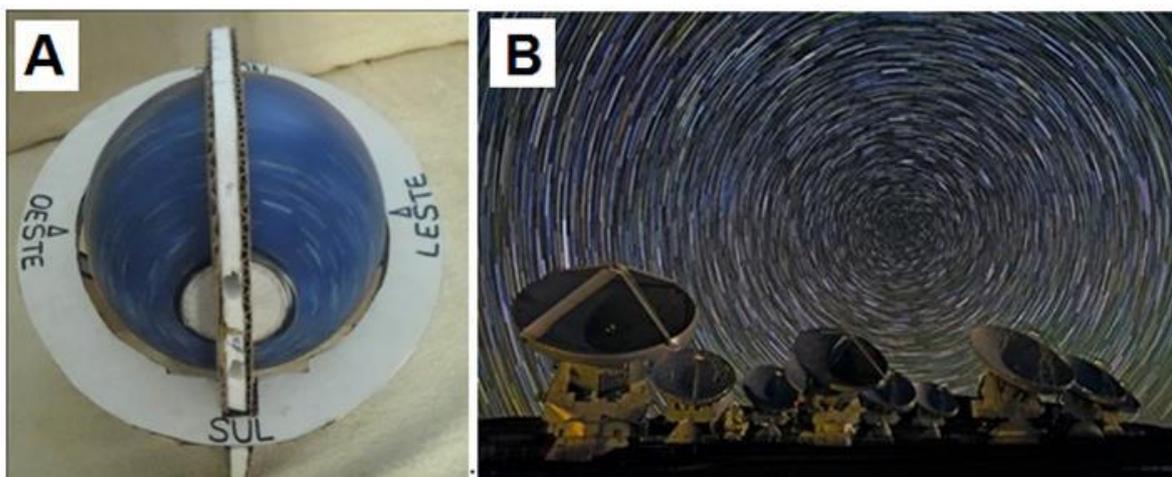


Fotografia 13: Disposição da Esfera Celeste didática, regula para diferentes latitudes.
Fonte: Autoria própria.

Com esta metodologia é possível comparar o movimento do Sol em diferentes datas; relacionar o nascimento e pônte do Sol a pontos do horizonte; demonstrar como o Sol passa ao longo do ano em relação ao zênite de um determinado local; ou ainda comparar o movimento do Sol para um ou distintos dias em detrimento de diferentes latitudes (Fotografia 13).

Com relação a esfera como um todo, é possível demonstrar quais as constelações os indivíduos de uma determinada latitude podem observar. Ou ainda demonstrar que pessoas alocadas sobre a linha equatorial observam ambos os polos celestes e todas as estrelas do céu.

Ou ainda girando o globo azul é possível simular o movimento aparente das demais estrelas. Aumentando a frequência de giros é possível ainda representar a posição dos Polos Celestes (Fotografia 14).



Fotografia 14: Movimento aparente das estrelas. A: ECD girada rapidamente de leste para oeste, simulando o movimento aparente da esfera celeste e demonstrando o polo celeste sul. B: fotografia de longa exposição com base no ponto de vista de um observador demonstra o movimento aparente das estrelas na abóboda celeste – nesta o sentido é de oeste para leste.
Fonte: Autoria própria.

Tais eventos podem corroborar para a compreensão da alternância das estações e dos eventos de solstícios e equinócios. Pois se o Sol esta “passando” mais ao Sul, logo este hemisfério receberá mais iluminação solar e logo mais calor, enquanto que no hemisfério norte acontece o contrário. Já, quando o Sol incide diretamente sobre o equador, a iluminação solar privilegia em igualdade, ambos os hemisférios, ocasionando as estações de clima ameno (outono e primavera).

Como acordado anteriormente estas possibilidades não findam com este texto, o objeto é mais amplo e certamente, quando construído pode gerar diferentes oportunidades de investigações, contextualizações e discursos construtivistas entre professores e alunos.



A relação Terra e Sol é por vezes conflitante à assimilação humana. Conceber um sistema heliocêntrico estando habituado como aparente imobilidade terrestre e movimentação celeste é uma situação que exige estratégias diversificadas e significativas.

Neste sentido esta maquete vem a auxiliar a configuração de fenômenos celestes, tais como: movimento de rotação terrestre e solar; movimento de translação terrestre; movimento de translocação terrestre; nascimento e poente do Sol; alternância das estações do ano; pontos cardeais; solstícios e equinócios e a identificação e representação de linhas imaginárias.

Além disso, esta atividade se apresenta com montagem simples e com custo baixo, facilitando a construção pelos professores e ou alunos em diferentes ambientes formativos.

2. MAQUETE TERRA-SOL

Este objeto se apresenta com baixo custo e com montagem simples. Também não envolve equipamentos e materiais sofisticados. No entanto mesmo com aparente simplicidade este recurso pode ser significativo ao ensino de Astronomia, pois representa e aproxima diversos fenômenos da concepção humana.

2.1. Materiais e equipamentos

Tabela 1: Relação dos materiais e equipamentos

Materiais	Onde conseguir?
Papelão	Reciclável / papelaria
8 Palitos de churrasco	Papelaria / Mercado
16 clips	Papelaria
8 bolas de isopor c/ 5cm de diâmetro	Papelaria
1 lâmpada 60W	Mercado / Construção Civil
1 Soquete	Mercado / Construção Civil
2 metros de fio duplo	Construção Civil
1 tomada macho	Mercado / Construção Civil
Equipamentos	
	Tesoura
	Fita Larga ou crepe
	2 canetas de distintas cores
	Régua
	Cola branca
	Transferidor
	Chave Philips ou de fenda

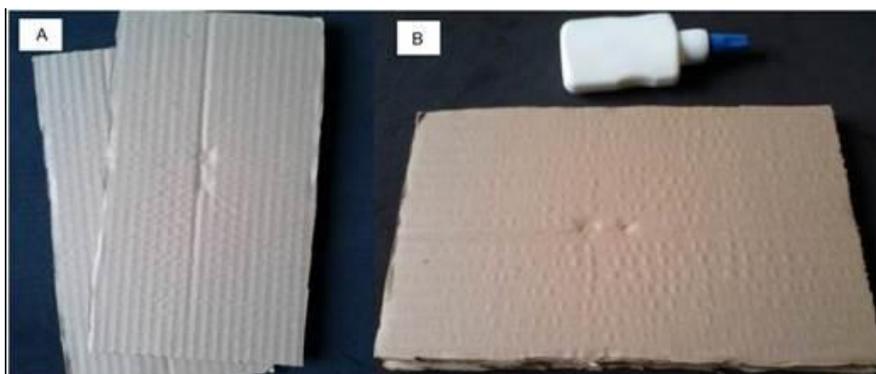
Fonte: Autoria própria.

2.2. Construção

A constituição deste equipamento segue as seguintes etapas:

1ª Etapa: Neste primeiro momento, é construído o Sistema de Iluminação, o qual representa a iluminação solar. Deste modo, recorte 2 pedaços de papelão de 10x15cm (Fotografia 1A).

2ª Etapa: Cole ambos os pedaços, utilizando cola branca e ou fita larga (Fotografia 1B).



Fotografia 1: Estrutura de sustentação da lâmpada. A: Placas de papelão de 10x15cm. B: Placas de papelão de 10x15cm coladas com cola branca.
Fonte: Autoria própria.

3ª Etapa: Desencepe cerca de 1 cm das quatro pontas do fio duplo, com ajuda de uma tesoura e instale em uma ponta a tomada e na outra o soquete, utilizando aqui uma chave Philips ou de fenda (Fotografia 2A).



Fotografia 2: Fio duplo conectado nas extremidades ao interruptor macho e ao soquete.
Fonte: Autoria própria.

4ª Etapa: Os soquetes comercializados trazem na embalagem parafusos (geralmente com rosca sem fim) para a fixação do mesmo. Desta

forma obtenha os parafusos (Fotografia 3A e 3B) e fixe o soquete, com auxílio de chave philips ou de fenda, sobre a região central das placas de papelão coladas na etapa 2. Instale também a lâmpada de 60W no soquete (Fotografia 3C).

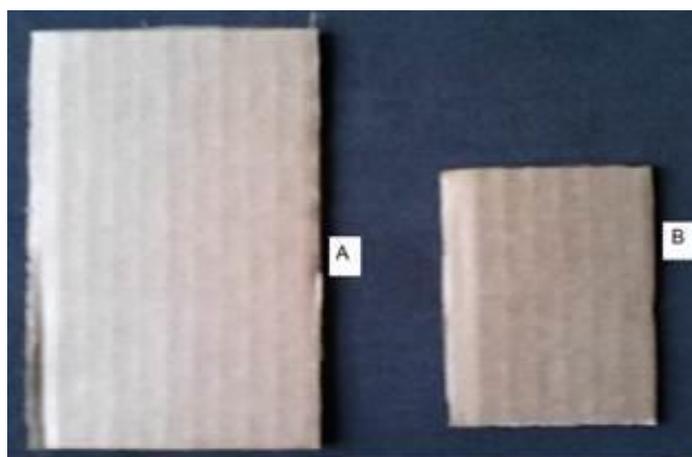


Fotografia 3: A: Vista lateral do soquete. B: Vista superior do soquete. C: Soquete com a lâmpada instalado nas placas de papelão.
Fonte: Autoria própria.

Nas próximas etapas é desenvolvida a construção de um modelo de representação planetária, neste caso do planeta Terra.

5ª Etapa: As próximas etapas constituem o processo de construção da estrutura de sustentação. A qual é formada por uma *Base* e uma *Coluna*. Deste modo, recorte 8 pedaços de papelão de 7x10cm, os quais serão denominados Base (Fotografia 4A).

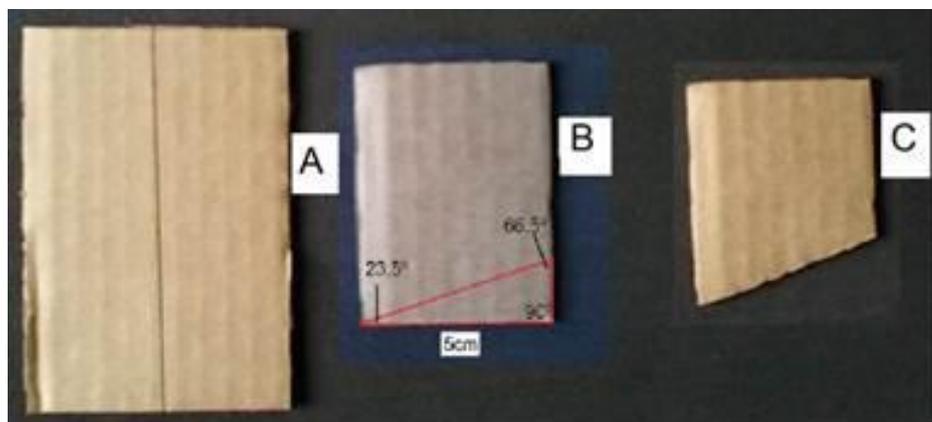
6ª Etapa: Recorte também 8 pedaços de papelão de 5x6cm, no qual o lado maior seja cortado longitudinalmente aos furos internos do papelão, tais pedaços serão denominados de Colunas (Fotografia 4B).



Fotografia 4: Cortes de papelão. A: Base de 7x10cm. B: Coluna de 5x6cm.
Fonte: Autoria própria.

7ª Etapa: Em cada Base, com auxílio da régua e caneta, faça uma linha média paralela ao segmento de 10 cm (Fotografia 5A).

8ª Etapa: Em cada Coluna e utilizando a tesoura, caneta e transferidor, desenhe (Fotografia 5B) e recorte um triângulo reto com ângulos de 90° ; $23,5^\circ$ e $66,5^\circ$ (Fotografia 5C).



Fotografia 5: A: Base com linha média de 10 cm. B: representação do triângulo reto. C: Coluna já com o triângulo cortado e eliminado.

Fonte: Autoria própria.

9ª Etapa: Para cada Base e Coluna utilize agora 2 clips, os quais devem ser abertos em ângulos de 90° (Fotografia 6A).



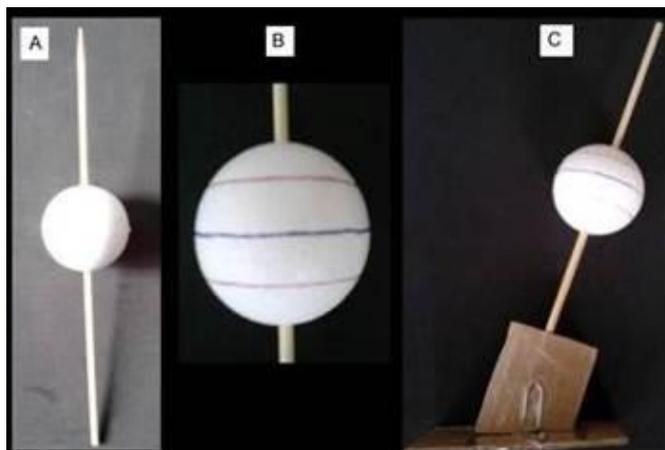
Fotografia 6: A: Clips abertos formando um L. B: Detalhe do clips prendendo a Coluna à Base. C: Estrutura de Sustentação, formada por Coluna fixada à Base por Clips de ambos os lados.

Fonte: Autoria própria.

10ª Etapa: Junte uma Base e uma Coluna, formando assim a estrutura de sustentação (Figura 6C). Deste modo, fixe a Coluna apoiando em cada lado os clips abertos em forma de "L" (Fotografia 6B). Detalhe, a Coluna deve ser posicionada sobre a Base com o segmento que foi originado com o corte do triângulo reto na etapa anterior.

11ª Etapa: Perfure cada bola de Isopor com um palito de churrasco. Caso a esfera possua uma linha média, resultante de sua produção, cuide para que a perfuração aconteça perpendicularmente a esta marcação (Fotografia 7A e 7B). Uma dica é inserir o palito primeiramente em uma ponta, avançar até o

meio e retirar o palito para recomeçar na outra extremidade, mas agora terminando o serviço.



**Fotografia 7: A: Detalhe da bola de isopor perfurada pelo palito de churrasco. B: Representação das linhas tropicais e equador. C: Posicionamento do “eixo de rotação terrestre” em um dos furos do papelão (Coluna).
Fonte: Autoria própria.**

Entretanto, caso a esfera não possua uma linha mediana, basta configurar uma marcação perpendicular ao palito de churrasco, com uma das canetas (Fotografia 7B). Desta forma, o palito de churrasco representa o eixo de rotação e a bola de isopor o planeta Terra.

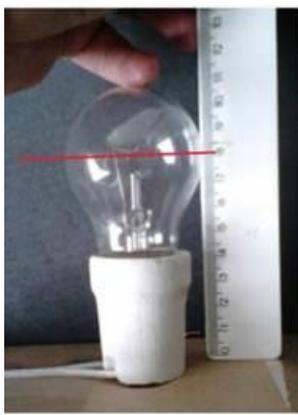
12ª Etapa: É necessário também que as esferas sejam posicionadas a mesma distância das pontas dos palitos de churrasco. Ou seja, o polo da esfera que fica voltado para a região pontiaguda do palito de churrasco deve ser posicionado a mesma distância em ambos os casos. Esta distância é chamada aqui de “Y”, a qual é precisada levando em consideração a altura em que se encontra a região equatorial da lâmpada posicionada no soquete (sistema de iluminação) e obtida da seguinte forma:

$$Y = H - r$$

Sendo:

H – Altura da região equatorial da lâmpada presa ao soquete (Fotografia 8);

r – Raio da bola de isopor.



Fotografia 8: Mensuração de H , a altura em que se encontra a região equatorial da lâmpada presa ao soquete.

Fonte: Autoria própria.

13ª Etapa: Em cada bola de isopor faça também as seguintes marcações: Hemisfério norte e sul; Trópicos de Câncer e Capricórnio. Para estas últimas marcações podem ser utilizadas as seguintes dicas:

Realize uma marcação (círculo) a norte (Trópico de Câncer) e outra a sul (Trópico de Capricórnio) da linha equatorial. Ambas as linhas devem ficar a uma distância “ x ” do equador (Fotografia 7B). Esta distância pode ser calculada da seguinte forma:

$$X = (D \cdot \pi / 4) / 90 \cdot 23,5$$

Sendo:

D – Diâmetro da bola de isopor.

Ou ainda, as marcações de cada globo podem ser obtidas por meio da colagem de um globo em gomos (APÊNDICE A) sobre a esfera de isopor.

14ª Etapa: Posicione cada eixo de rotação em um dos furos centrais da coluna, fazendo com que o palito de churrasco fique inserido em toda a extensão do mesmo (Fotografia 7C). Utilize a ponta mais estreita do palito para realizar a perfuração. Cuide para os hemisférios estejam voltados para o mesmo sentido, ou seja, caso tenhas escolhido por colocar o hemisfério sul voltado para a estrutura de sustentação, faça isto com todas as bolinhas – as “Terras”. Aqui, é indicado para que o hemisfério norte seja voltado para a estrutura de sustentação, pois tal situação pode colocar o aluno em situação conflitante, pois não há nenhuma necessidade de este ou aquele hemisfério esteja voltado “para cima” ou “para baixo”. Embora, devido a uma concepção norte americana, ou mesmo europeizada, observar o hemisfério norte voltado

“para baixo” é para muitos um conceito errôneo, acreditam que este deve sim estar voltado para cima.

Como se pode observar mesmo o texto objetivar a instrução, em vários momentos há o incentivo às ações próprias, procurando assim valorizar a autonomia do professor e fomentar novas discussões.

Desta forma, é válido ressaltar que esta montagem é dedicada a explicar fenômenos terrestres. No entanto, montagens semelhantes podem ser consideradas para os demais planetas, para a abordagem de outros conteúdos. Deste modo, na figura 1 é demonstrada a inclinação dos planetas solares, objetivando desta forma fomentar futuras iniciativas. Todavia este novo desafio é apenas lançado aqui e não inteiramente abordado, ressaltando assim a necessidade de demais trabalhos que enfoquem esta temática.

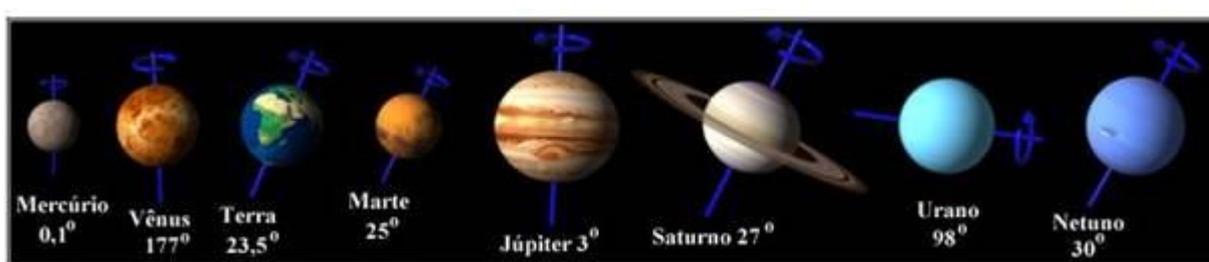


Figura 1: Inclinação do eixo de rotação dos planetas solares.

Fonte: In: <<http://astro.if.ufrgs.br/ssolar.htm>>.

Seguindo com a construção deste objeto, tem-se agora a tarefa de posicionar as representações do planeta Terra ao redor da lâmpada, que representa a iluminação solar. Mas como fazer isso? As terras devem ficar posicionadas com o eixo de rotação em que direção? Neste objeto, como devem estar dispostas as estruturas de sustentação (Fotografia 6C) em relação ao Sol? Estas perguntas podem ser instigadas aos participantes, aos alunos, para promover discussão e construção de conhecimentos. Após esta abordagem é iniciado a construção da elipse que orienta o posicionamento das representações terrestres ao redor do Sol.

15ª Etapa: Como já comprovado por Johannes Kepler: “Todo o Planeta descreve uma órbita elíptica ao redor do Sol, estando este num dos focos da elipse”. Mas como realizar a confecção da Elipse? Aliás, o que é uma elipse?

“Define-se elipse como um conjunto de pontos cuja soma das distâncias (d_1 e d_2) destes pontos a dois pontos fixos (f_1 e f_2), chamados

focos, é uma constante (k)” (CANALLE e MATSUURA, 2007, p. 102). Deste modo, quanto mais excentricidade tiver a elipse, mais distante será a distancia dos focos e maior será seu achatamento (Figura 2). Já o círculo é uma forma especial de elipse, o qual apresenta excentricidade nula. Ou seja, os focos se encontram em um mesmo ponto.

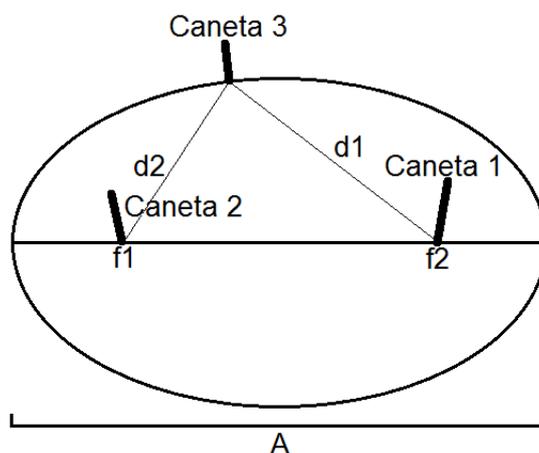


Figura 2: Construção da Elipse pelo método do Jardineiro. A – Eixo maior da elipse. d1 e d2 – barbante esticado. f1 e f2 – focos, nos quais são posicionados as canetas 1 e 2; Caneta 3 – risca a elipse.
Fonte: Autoria própria.

Na construção de uma elipse a distância entre os focos define sua excentricidade. Mas esta distância varia em relação ao tamanho da elipse. Ou seja, a distância dos focos de uma elipse inscrita ocupando todo o espaço de uma cartolina difere de uma elipse desenhada em uma folha A4. Deste modo a elaboração de uma elipse pode seguir os seguintes passos:

- a. Inicialmente descobre-se a distância entre os focos. Em uma região em que se desenharia um círculo com diâmetro de 20cm (como na folha A4), utiliza-se este valor como eixo maior da elipse “A” (Figura 2):

$$F = e \cdot A$$

Sendo:

F – A distância entre os focos da elipse;

e – a excentricidade das órbitas dos planetas (Tabela 2);

A – O eixo maior da elipse.

Tabela 2. Excentricidade das órbitas dos planetas

Planeta	Excentricidade
Mercúrio	0,2
Vênus	0,007

Terra	0,02
Marte	0,09
Júpiter	0,05
Saturno	0,06
Urano	0,05
Netuno	0,009

Fonte: Canalle e Matsuura (2007).

- b. Deste modo, para uma elipse terrestre desenhada em uma folha de A4, temos a seguinte distância entre os focos: $F = 0,02 \times 20\text{cm}$, resultando em $F = 0,4\text{cm}$ ou 4mm . Ou seja, neste caso a distância entre as canetas 1 e 2 (Figura 10) deve ser de 4 milímetros.
- c. Para o desenho propriamente dito, é utilizado aqui o método do jardineiro, no qual se utiliza barbante e a ancoragem de duas canetas (Figura 10). Mas qual o comprimento do barbante? Para isso, basta considerar a seguinte equação:

$$L = F + A$$

Sendo:

L – o comprimento do barbante.

- d. Deste modo, seguindo a construção de uma elipse em uma A4, tem-se $L = 4\text{mm} + 20\text{cm}$, resultando em um pedaço de barbante de $20,4\text{cm}$. Desta forma amarre as pontas do barbante deixando um espaço de barbante de $20,4\text{cm}$, ou seja, será necessário cortar um pedaço um pouco maior que L.
- e. Em seguida, posicione as canetas 1 e 2 na região central da folha A4 e com 4 milímetros de espaçamento. O laço com $20,4\text{cm}$ de barbante deve laçar estas canetas. Uma terceira caneta em seguida estica o barbante e começa a demarcar a elipse (Fotografia 9).



**Fotografia 9: Construção de uma Elipse terrestre em uma mesa de Tênis de Mesa, utilizando o método do jardineiro.
Fonte: Autoria própria.**

No entanto, a representação da órbita terrestre deve ser realizada em um espaço maior que uma folha A4, pois as estruturas de sustentação, ora desenvolvidas (Fotografia 7C) são grandes em relação a tal espaço. Desta forma, um espaço sugerido é o piso da sala de aula ou mesmo uma mesa (Fotografia 9). Assim, para um espaço em que $A = 1$ metro, tem-se $F = 2$ cm.

16ª Etapa: Após a construção de uma elipse maior, posicione o sistema de iluminação, com a região do soquete sobre um dos focos;

17ª Etapa: Já as estruturas de sustentação e logo os eixos de rotação terrestres devem ser posicionados mantendo a mesma inclinação (Fotografia 10). Ou seja, a linha mediana de cada Base (Fotografia 5A) necessita serem posicionadas paralelamente umas das outras e mantendo a inclinação do eixo terrestre para uma mesma direção. Entretanto, se esta atividade for desenvolvida pela turma, pelos alunos, é interessante incentiva-los à posicionarem suas Terras em relação ao Sol, segundo suas concepções. Por exemplo, na fotografia 10, os participantes posicionaram a Terra erroneamente, observem que os eixos de rotação apontam para pontos conflitantes. Já em fotografia 10B, observe que as correções estão sendo realizadas a fim de que os eixos de rotação mantenham uma constante inclinação em torno de sua órbita.



Fotografia 10: Montagem final da Maquete Terra-Sol. A: Inicialmente os alunos foram incentivados a dispor as representações terrestres de acordo com suas concepções, revelando diversos pontos de vista. As retas em vermelho demonstram a direção do eixo terrestre apontando para diversas posições. B: As "Terras" são dispostas em uma mesma direção, na qual as estruturas de sustentação são organizadas paralelamente e com os eixos apontando para mesmas direções.

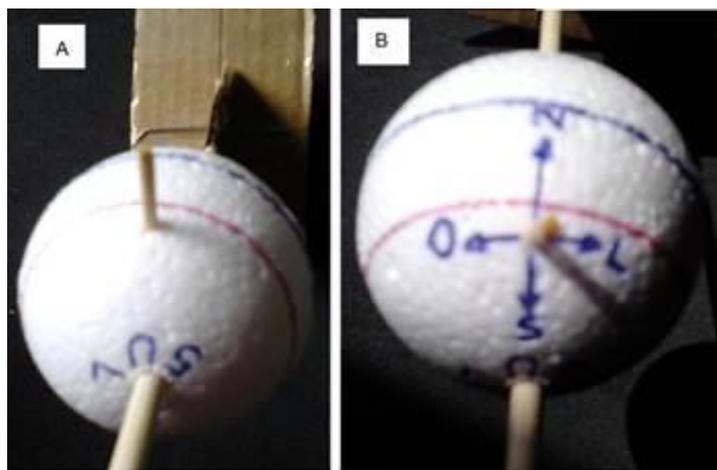
Fonte: Autoria própria.

Neste sentido, espera-se que os envolvidos neste projeto tenham conseguido construir este objeto de aprendizagem e possam agora partir para o desenvolvimento de conceitos, muito embora a própria construção já tenha abordado alguns.

2.3. Possibilidades e contextualizações

2.3.1. Localização espacial

Com o objeto montado o docente pode lançar um desafio aos alunos, o de identificarem a região de seu município sobre aquela esfera. Para isto pode ser entregue aos alunos um meio palito de dente ou mesmo um alfinete pra representar uma pessoa de sua cidade (Fotografia 11A).



Fotografia 11: Posicionamento de um palito, representando um observador na latitude de 25° sul. A: Posicionamento do palito; B: Pontos cardeais em relação ao observador.
Fonte: Autoria própria.

Seguindo tais procedimentos, outra proposta é a dos alunos demarcarem os pontos cardeais referente a posição do palito ou do alfinete. Esta demarcação pode ocorrer com auxílio de uma caneta (Fotografia 11B).

Novamente a discussão pode ser aprofundada com outros questionamentos, tais como: *Como seria a demarcação dos pontos cardeais para o prolongamento do eixo de rotação no polo sul?* Pois neste ponto em todas as direções estão voltadas para o ponto cardinal norte. *E no polo norte?*

2.3.2. Rotação e fuso horário

Com a utilização da outra metade do palito, contextualizações quanto ao fuso horário torna-se possível. O segundo “observador” fincado no globo terrestre, em diferentes posições do primeiro, pode favorecer comparações quanto as horas de cada um deles, trabalhando assim a questão dos fusos horários.

O processo de rotação, girando o globo terrestre em relação a lâmpada (“Sol”) é outra atividade. Segurando a base do globo o professor pode girar o globinho e comparando os pontos cardeais do palito com o que ocorre no horizonte. Chamar a atenção ao fato de que o Sol nasce no lado leste e põe-se no lado oeste e a partir daí investigar qual o sentido correto da rotação.

Aprofundando a questão do nascimento e ocaso solar pode demonstrar utilizando diferentes globinhos ou diferentes posições ao longo da

elipse, para demonstrar que tais eventos ocorrem em diferentes pontos do horizonte. Realizando a rotação é possível verificar que em determinado mês, ao amanhecer o indivíduo estático na bola de isopor verá o Sol em determinada direção que altera meses depois, em outra posição ao redor da lâmpada.

2.3.3. Estações do ano

A alternância das estações do ano ocasionam muitas dúvidas e concepções alternativas entre os estudantes da educação básica. Este objeto vem justamente retratar tais distorções.



**Fotografia 12: Maquete Terra-Sol, demonstrando a incidência da luz nos globinhos simbolizando a Terra.
Fonte: Autoria própria.**

Utilizando os globinhos ao redor da lâmpada e todos dispostos corretamente (Fotografia 12), é possível verificar que a iluminação incide em diferentes porções de cada globo terrestre. Um olhar mais atento pode observar que a luz solar atinge em um determinado globo a região do trópico de capricórnio (Fotografia 13A). Este globo, representando a Terra na data

(aproximada) de 23 de dezembro, representa o início da estação verão para o hemisfério sul e do inverno para o hemisfério norte.



Fotografia 13: Simulação da iluminação solar em globos terrestres. A: Luz incidindo sobre o trópico de capricórnio (aprox. 23 de dezembro – solstício); B: Luz incidindo sobre o trópico de câncer (aprox. 20 de junho – solstício).

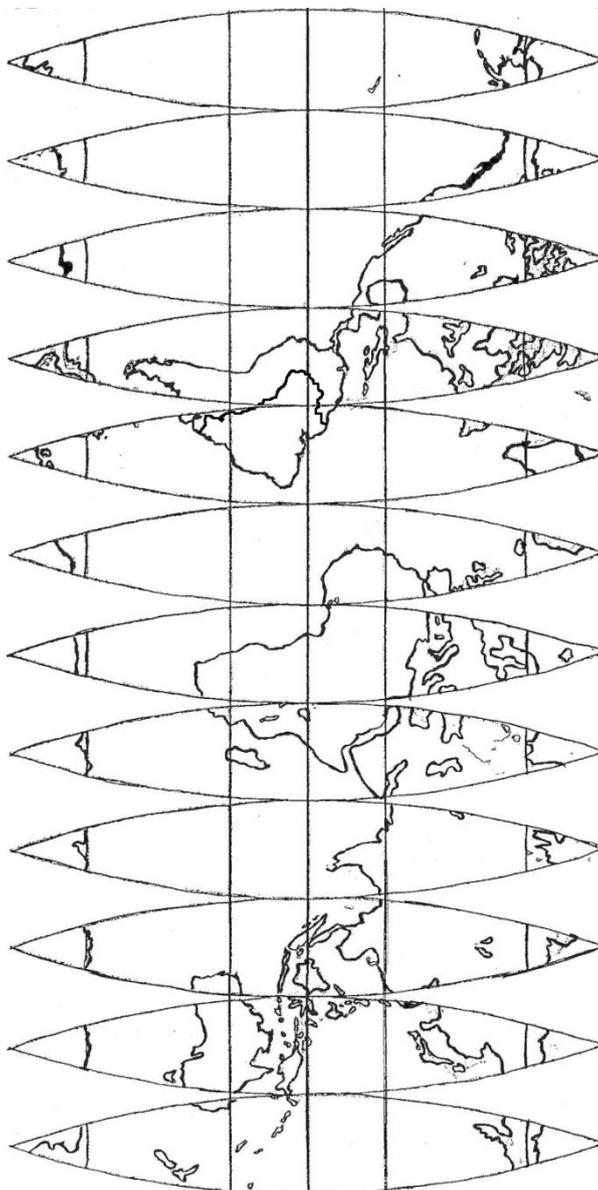
Fonte: A autoria própria

Seis meses depois, do outro lado em relação a Terra do dia 23 de dezembro, tem-se outro globo representando o planeta terrestre em 20 de junho (aproximadamente). Para este globo a iluminação incide diretamente sobre o trópico de capricórnio, é o início de verão para o hemisfério norte e de inverno ao hemisfério sul.

Utilizando os demais globos ou reposicionando os existentes ao redor da lâmpada, é possível demonstrar como ocorrem as alterações da incidência solar sobre a Terra considerando o período anual. Permitindo investigações e a construção de conceitos mais esclarecidos, possibilitando até a destituição da concepção alternativa que considera as estações do ano ocasionadas pelo afastamento e aproximação da Terra ao Sol.

APÉNDICE

APENDICÊ A – Mapa em gomo para uma esfera de isopor de 50 mm de diâmetro.





Este objeto de aprendizagem é produzido com materiais alternativos, de baixo custo e de fácil montagem. Simula os processos de rotação e translação, sendo um bom recurso do sistema Terra-Sol.

3. PLANETÁRIO ANELAR

Recurso semelhante ao objeto Maquete Terra-Sol, este tem a vantagem de maior praticidade e menor custo de montagem, podendo ainda ser montado para cada aluno.

3.1. Materiais e equipamentos

Tabela 1: Relação dos materiais e equipamentos

Materiais	Onde conseguir?
Caixa de Papelão	Reciclável / papelaria
8 Palitos de dente	Papelaria / Mercado
1 garrafa 2L Pet vazia e limpa	Reciclável
4 bolas de isopor de 25 mm de diâmetro	Papelaria
1 bola de isopor de 5cm de diâmetro	Papelaria
2 Clips metálicos	Papelaria
Tinta amarela (guache, de tecido)	Papelaria
Fita Larga	Mercado / Papelaria
Pistola e Bastão de cola quente	
1 Palito de churrasco	Mercado / Papelaria
Cola branca	Mercado / Papelaria

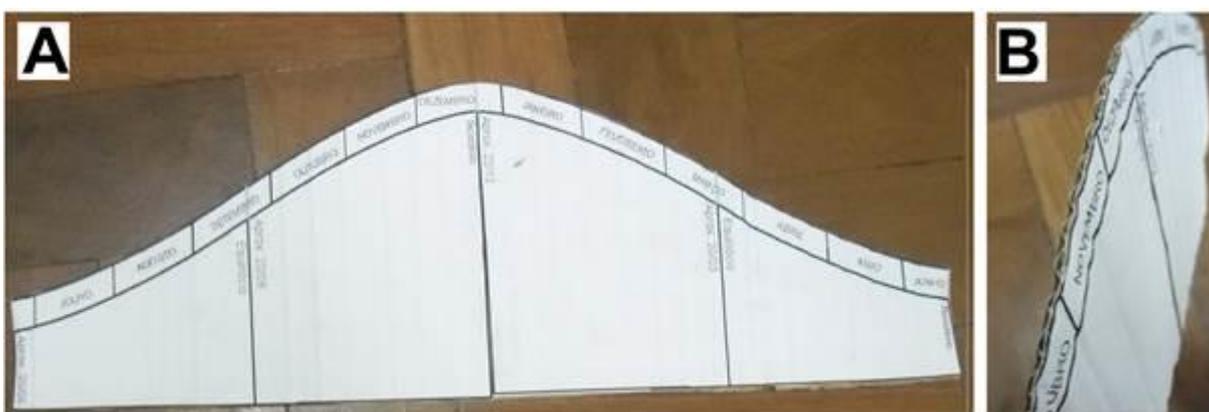
Fonte: Autoria própria.

3.2. Construção

1ª Etapa: Da caixa de papelão recorte uma das abas que possua pelo menos 40 cm de comprimento e 14

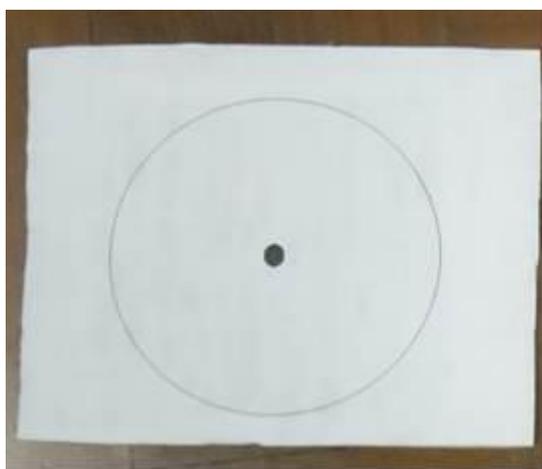
cm de altura. Recorte também um quadrado de 15cmx15cm.

2ª Etapa: Recorte as figuras expostas no Apêndice A e cole-as, unindo-as sobre a aba, formando assim a Coluna do Planetário anelar (Fotografia 1A). O papelão é formado por três folhas de papel, a do meio ondulada cria orifícios. Ao colar a coluna, cuide para que eles fiquem paralelos as linhas de “solstícios” e “equinócios” (Fotografia 1B).



Fotografia 1: Montagem da Coluna do Planetário anelar. A: Coluna colada e com os excessos de papelão aparados. B: Detalhe dos furos do papelão paralelos à linha do solstício e perpendicular à base da coluna.
Fonte: Autoria própria.

Recorte também o exposto no Apêndice B e cole-o sobre o quadrado de papelão, formando assim a “Base” do Planetário (Fotografia 2).



Fotografia 2: Detalhe da Base do Planetário anelar.
Fonte: Autoria própria.

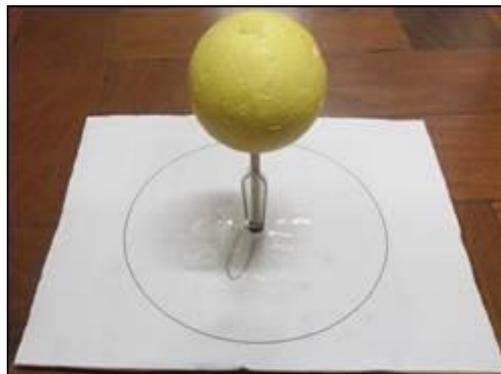
3ª Etapa: Una as duas pontas formando uma espécie de tubo, com uma parte reta e outra ondulada (Fotografia 3).



**Fotografia 3: Extremidades da Coluna do Planetário anelar unidas formando um tubo.
Fonte: Autoria própria.**

É válido ressaltar que a ondulação do tubo simula a inclinação da órbita terrestre em relação ao Sol, de $23^{\circ} 26'$.

4ª Etapa: Pinte a esfera de 5 cm de amarelo e a espete no palito de churrasco, esta representará o Sol. Quando secar a tinta, fixe a estrutura perpendicular à Base e no ponto preto da figura do Apêndice B (Fotografia 4).



**Fotografia 4: Esfera representando o Sol, colada ao centro da elipse. Detalhe para o clip aberto em formato de "L" utilizado na fixação do palito de churrasco à Base.
Fonte: Autoria própria.**

5ª Etapa: Cole o tubo, com a parte reta sobre a elipse da base (Fotografia 5).



**Fotografia 5: Tubo colado à Base do Planetário anelar e sobre o traçado da elipse.
Fonte: Autoria própria.**

6ª Etapa: Espete cada palito de dente em uma esfera de 25 mm, simbolizando o eixo de rotação e a Terra. Em cada esfera faça círculos paralelos representando o equador (ao centro da esfera), o trópico de câncer e trópico de capricórnio (Fotografia 6).



**Fotografia 6: Esferas de isopor com o palito de dente simbolizando o eixo de rotação e as linhas imaginárias (vermelha: equador; azul: trópicos).
Fonte: Autoria própria.**

7ª Etapa: Posicione cada globo nos furos do papelão voltados para cima, encerrando assim a construção deste objeto (Fotografia 7).

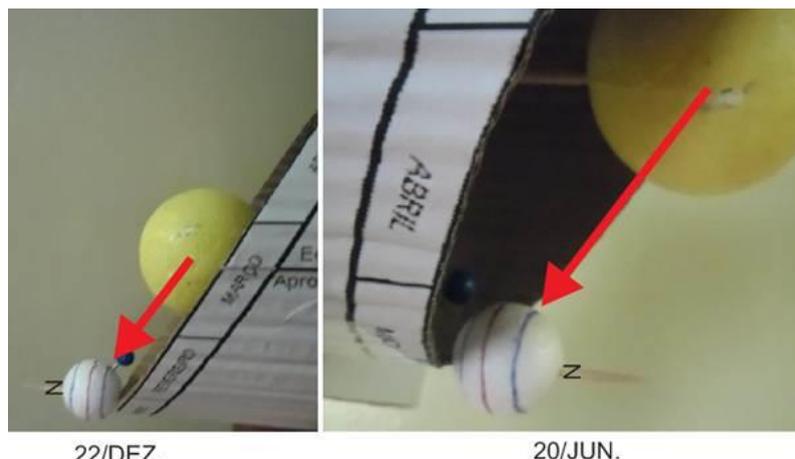


Fotografia 7: Planetário anelar.
Fonte: Autoria própria.

3.3. Possibilidade e Contextualizações

Este objeto tem finalidade semelhante ao da Maquete Terra-Sol, com ele é possível:

- Demonstrar o processo de rotação girando os globos terrestres e investigando o sentido de rotação;
- Fincar alfinetes sobre os globos e representar a posição do Sol para aquele objeto em diferentes épocas do ano.
- Simular a incidência dos raios solares em diferentes porções da Terra em relação à época anual, abordando assim as causas das estações do ano (Fotografia 8).

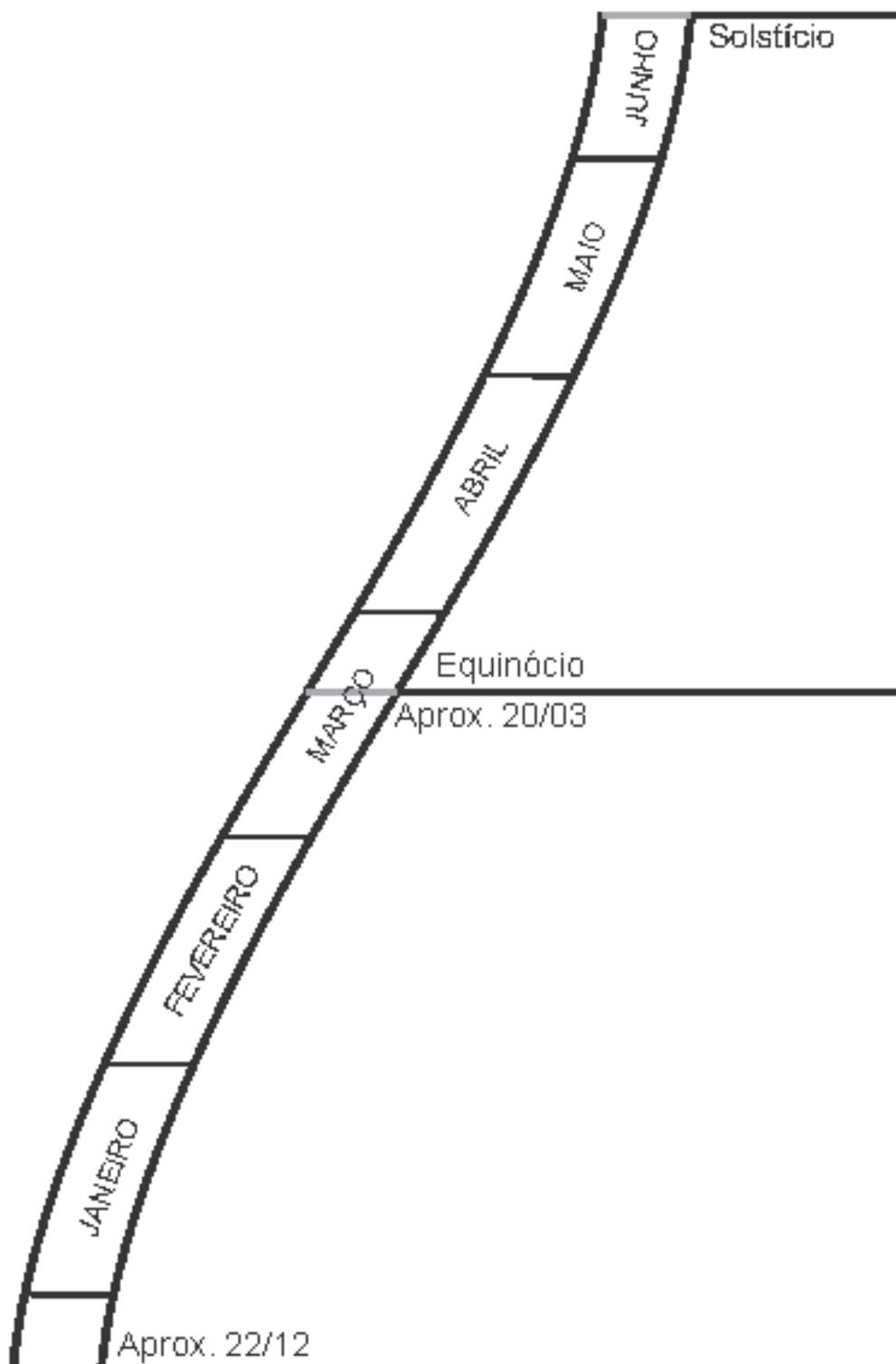


**Fotografia 8: incidência do Sol para um mesmo local e mesmo horário (meio dia), mas diferentes épocas.
Fonte: Autoria própria.**

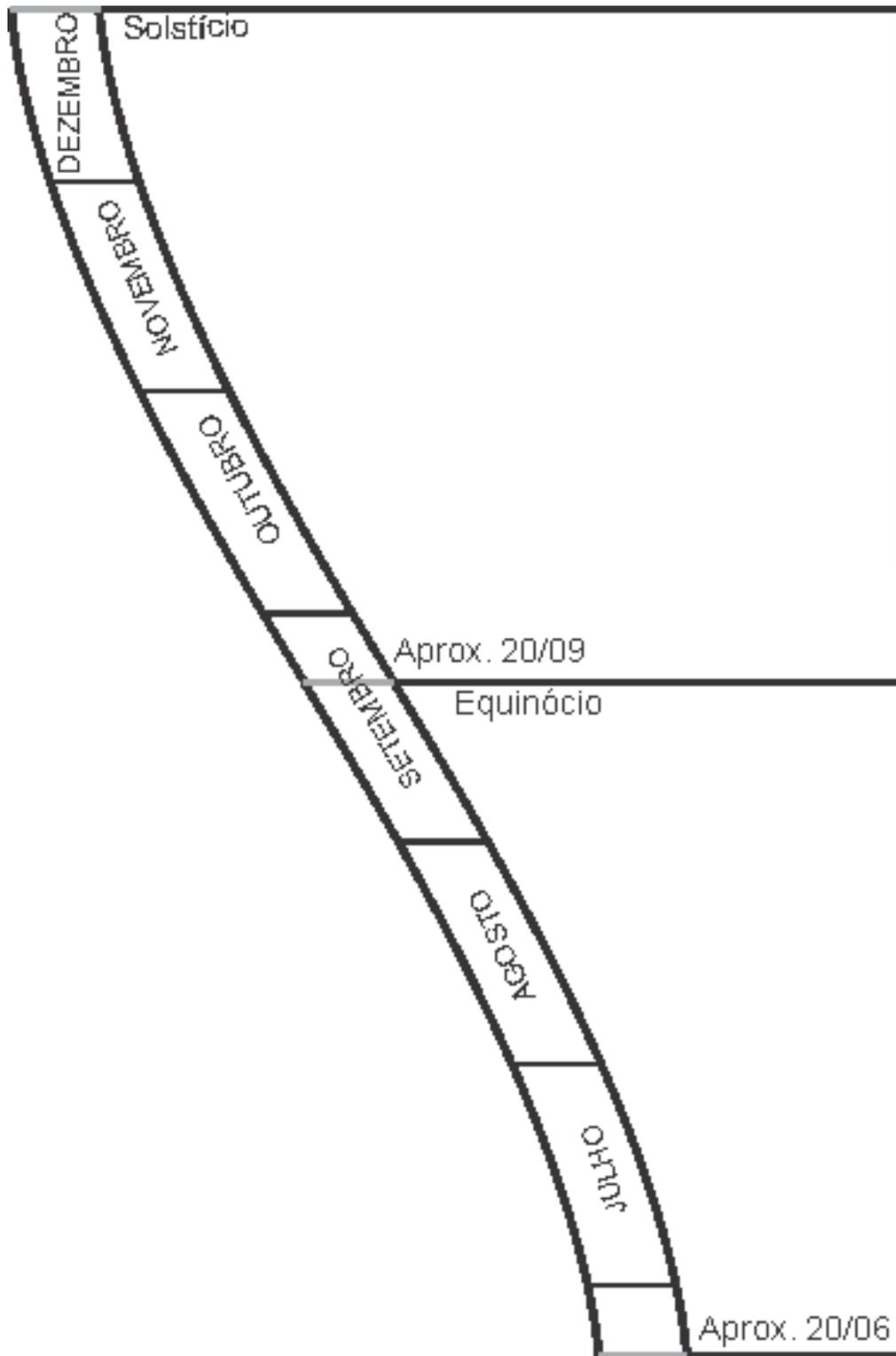
Girando o planetário em diferentes direções e posicionando o globo terrestre em diferentes datas é possível demonstrar como é a incidência solar. Na Figura 8, esta ação é demonstrada. Nela um alfinete é colocado em latitude semelhante à da capital paranaense, ao mês de dezembro (dia 22) o Sol em um dia de solstício atinge diretamente o trópico de capricórnio, para o hemisfério onde esta cidade ocorre então o verão, ao passo que no hemisfério norte tem-se o inverno. Já em Junho os raios solares incidem o trópico de capricórnio: verão no hemisfério norte e inverno no hemisfério Sul. Com tais demonstrações é interessante abordar os acontecimentos cotidianos, chamar a atenção para a alternância do Sol na abóboda celeste.

APÊNDICES

APÊNDICE A – ESTRUTURAS DO PLANETÁRIO ANELAR.



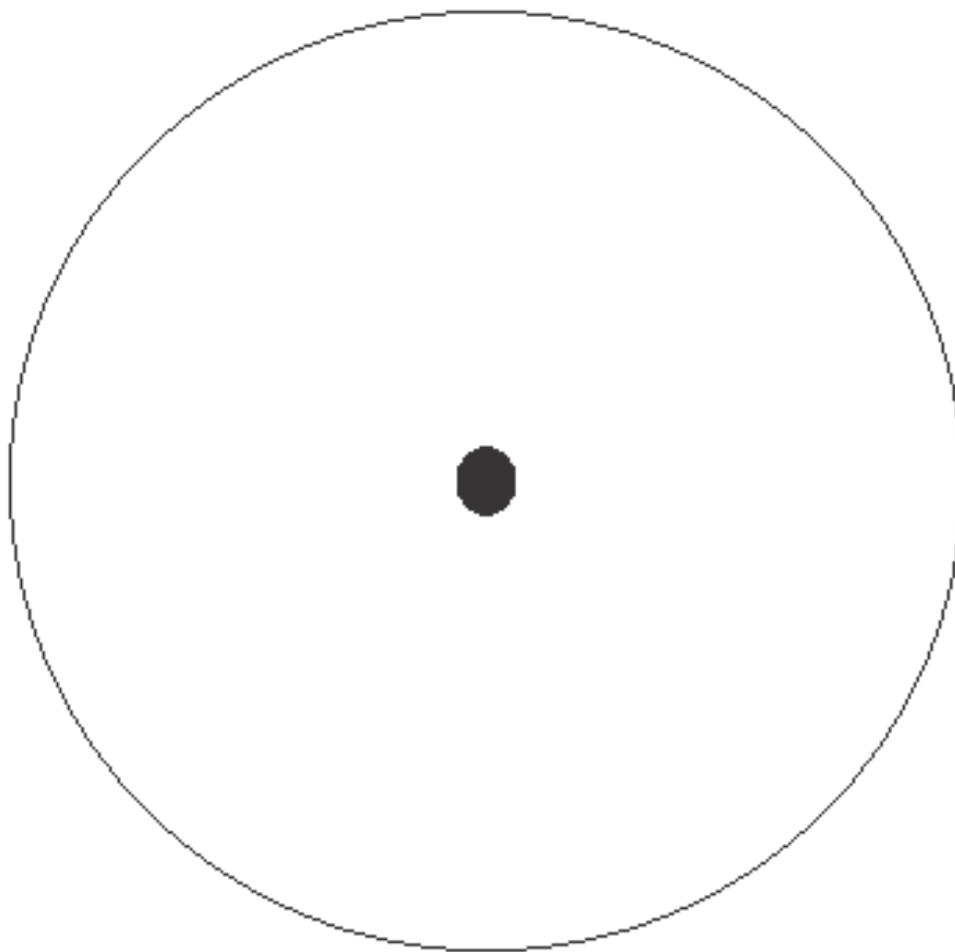
ESTRUTURA A



ESTRUTURA B

Instruções:

- Recorte as estruturas A e B e as cole sobre um pedaço de papelão (transversalmente aos furos do papelão) juntando-as e dando sequência aos meses expressos em ambas as estruturas.

APÊNDICE B – BASE DE COLAGEM DO PLANETÁRIO ANELAR



Esta atividade inclui recursos de aquisição dificultada, pois utiliza uma luneta (telescópio refrator) e um suporte universal. Com este recurso é possível projetar o Sol em uma folha de papel possibilitando a demonstração de manchas solares e seu formato esférico.

4. PROJETOR SOLAR

O Sol desde os primórdios despertou o interesse dos povos. Fonte de energia e mantenedor da vida terrestre este astro despertou crenças e admiração. No entanto sua observação direta a olho nu é perigosa e não aconselhada. Deste modo o presente trabalho, propõe a observação do Sol por meio da Projeção Solar (refração). Este método foi utilizado inicialmente a mais de quatro séculos. Galileu Galilei foi um dos primeiros cientistas a utilizar este recurso, ficando surpreso a verificar que o Sol não era aquela esfera homogênea e perfeita como se acreditava até então. Aquele astro possuía manchas escuras que estavam a girar de acordo com a rotação do Sol.

4.1. Materiais e equipamentos

Os materiais utilizados neste objeto não são de fácil aquisição. Utiliza o equipamento Galileoscópio (objeto óptico) disponibilizado para inúmeras escolas pela Comissão da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA). Os demais materiais são: pedaço de papelão de 25cmx25cm; suporte universal; garra metálica e folha de papel em branco (Fotografia 1).

4.2. Construção

1^o Etapa: Faça um orifício na região central do pedaço de papelão de diâmetro igual ao da parte frontal do Galilescópio.

2^a Etapa: Acople o pedaço de papelão no

Galileoscópio.

3ª Etapa: Posicione o Galileoscópio no suporte universal, com auxílio da garra metálica (Fotografia 1).



Fotografia 1: Projetor Solar. A) Galileoscópio; B) Placa de papelão; C) Suporte universal com garra metálica; D) Folha de papel coletora de luz.
Fonte: A autoria própria.

4ª Etapa: Direcione o instrumento ao Sol, baseado em sua sombra e NUNCA OBSERVANDO DIRETAMENTE.

Com uma folha de papel em branco colete a luz da refração do Sol, podendo desta forma demonstrar manchas solares e eclipses (Fotografia 1).

4.3. Possibilidades e contextualizações

As imagens reproduzidas por este objeto são de ótima qualidade, possibilitando sim investigações esclarecidas. Deste modo, o professor pode estar contextualizando a refração solar em diferentes dias, observando a movimentação de manchas (Fotografia 2).

É válido novamente ressaltar a periculosidade de estar observando o Sol diretamente com este equipamento. Deste modo outros modelos também são incentivados nos trabalhos de Catelli *et. al.* (2009); Livi (2009); Reis, Garcia e Baldessar (2012), dentre outros.



Fotografia 2: Imagens do Projetor do Sol e de projeções realizadas; percebe-se o formato do Sol e a presença de manchas solares.
Fonte: Autoria própria.



O lançamento de um objeto como o foguete, desperta bastante curiosidade e até mesmo empolgação entre os estudantes da educação básica. Pensando nisso, este objeto construído com materiais recicláveis e com reagentes de fácil acesso pretende promover atividades relacionadas ao tema.

FOGUETE FRIO

O tema “Foguetes” correlato à conceitos físicos e químicos também aguçam a curiosidade dos estudantes. Realizar a construção e o lançamento de um destes artefatos motivam os educandos e possibilita a abordagem de diversos conceitos, mesmo que o voo alcance poucas dezenas de metros e alguns segundos no ar.

5.1. Materiais e equipamentos

O desenvolvimento do objeto de aprendizagem proposto aqui é realizado com materiais e equipamentos de baixo custo.

O foguete construído é denominado aqui de “frio” é uma analogia à reação química endotérmica de bicarbonato de sódio e vinagre, utilizada como “combustível” do equipamento. Também este título é designado para desvencilhar concepções prévias quanto ao material explodir liberando calor e ou fogo.

Além dos reagentes combustíveis, o Foguete frio necessita de: uma garra Pet (500 ml a 2L); massa de modelar; guardanapo; papel cartão; rolha de cortiça; balde de areia ou pedrisco (ou apenas um monte de areia ou pedrisco de cerca de trinta cm de altura) e tesoura e fita larga.

5.2. Construção

Este objeto de aprendizagem tem em sua montagem o incentivo a investigação, por apresentar inúmeras variáveis de construção que interferem no desenvolvimento e logo pode ser aproveitada pelo docente como desafios aos educandos. Variar o bico do foguete, suas asas, o tamanho da garrafa PET ou mesmo a quantidade de reagentes vai interferir provocando diferentes voos.

De um modo geral o Foguete pode ser montado seguindo o seguinte esboço (Figura 1):

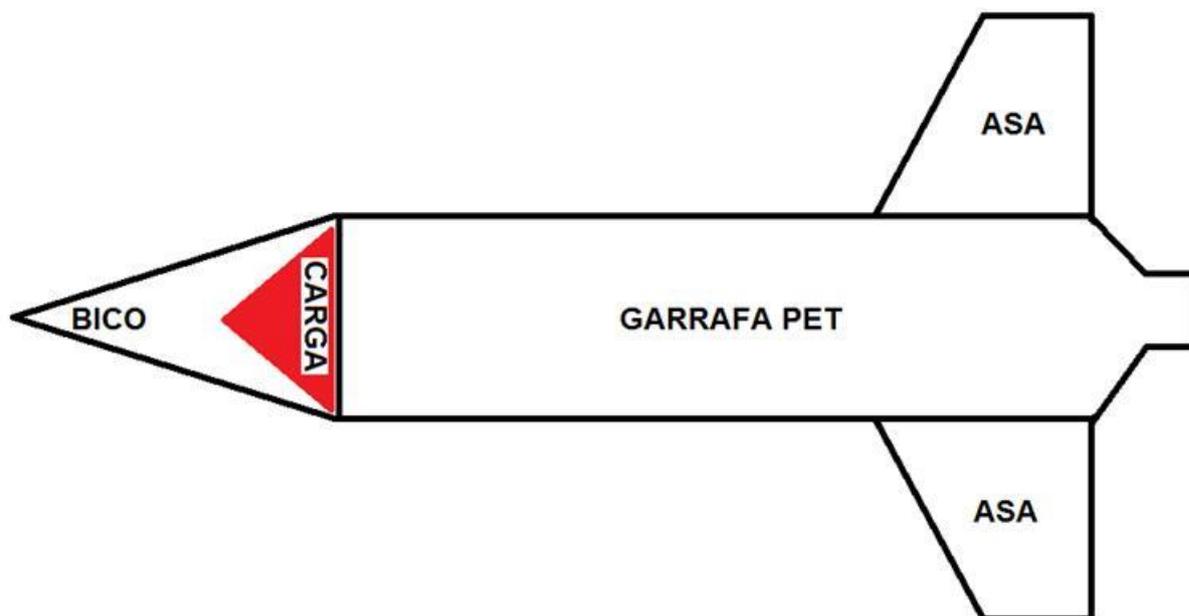


Figura 1: Esquema de montagem do Foguete frio.
Fonte: Autoria própria

Após limpar a garrafa pet, retirando o rótulo e possíveis sujeiras, acople nela, com auxílio da fita larga o bico e asas. No caso do bico coloque em seu interior um pouco de massa de modelar para formar uma espécie de carga útil do foguete.

Lembrando que as medidas não são definidas aqui, com o intuito de que o leitor investigue quais as melhores proporções. Será que um bico ou asa maior ou menor reagirá positivamente no voo deste foguete? Ou será que a carga esta muito pesada? Ou muito leve?

Trabalhos semelhantes à este podem ser averiguados em Souza (2007) e OBA (2013), o que certamente contribuem para o saneamento de dúvidas quanto a construção e lançamento.

Seguindo com a construção, prepare a base de lançamento que neste caso será o balde de arei ou pedrisco, o qual pode ser substituído por um

montinho de areia ou pedrisco. Junte no pátio, onde serão lançados os foguetes um pouco de areia ou pedrisco formando uma estrutura de cerca de trinta centímetros de altura.

Pronto, agora é a vez de preparar os reagentes primeiro coloque no foguete cerca de 200 ml de vinagre. Em seguida prepare um “charuto” de bicarbonato de sódio enrolado com guardanapo (Figura 2).

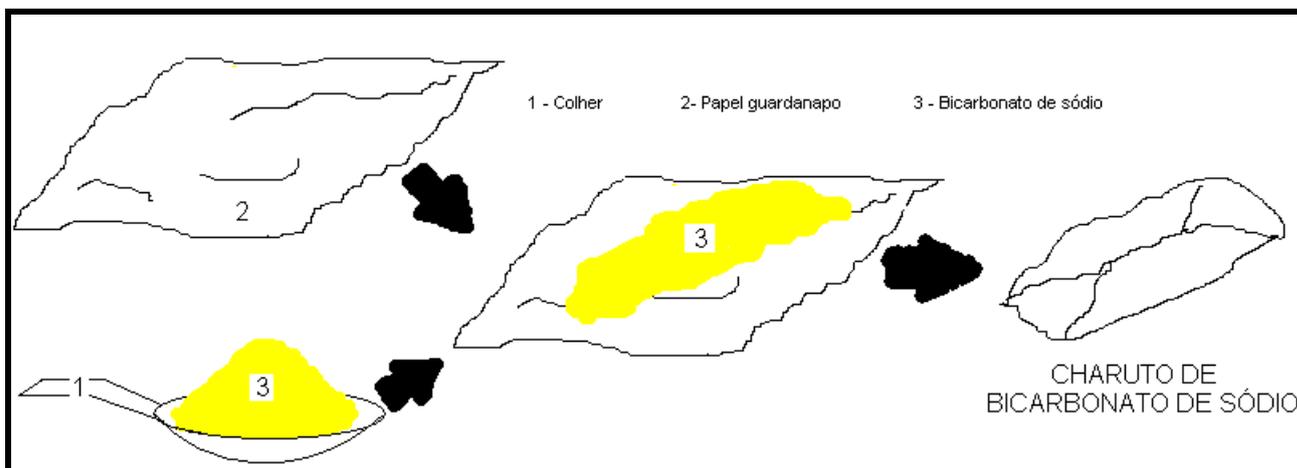


Figura 2: Esquema de montagem do charuto de bicarbonato de sódio e guardanapo.
Fonte: Autoria própria.

O charuto produzido deve ter diâmetro que possibilite sua passagem pelo orifício da garrafa Pet. Como ressaltado anteriormente, a quantidade de reagentes pode ser alterada com a finalidade aumentar o desempenho do equipamento.

Após depositar o vinagre e o charuto de bicarbonato de sódio no Foguete, tampe-o rapidamente com a rolha de cortiça e posicione-o enterrando o bico da garrafa (região posterior do Foguete) no balde cheio de areia e pedrisco (ou montinho) (Fotografia 1).



**Fotografia 1: Foguete frio, posicionado em monte de pedrisco.
Fonte Autoria própria.**

Outras bases de lançamento são possíveis como descritas Souza (2007) e OBA (2013), no entanto esta proposta é destacada aqui pela facilidade de sua construção.

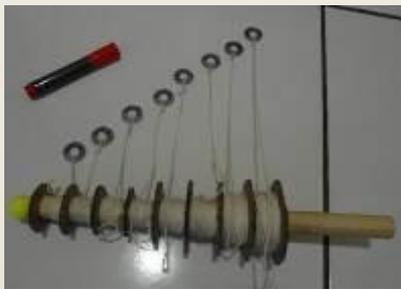
5.3. Possibilidades e contextualizações

A proposta de investigação, de testes das variadas partes do foguete, talvez seja o principal ponto a ser ressaltado nesta seção. Os alunos, principalmente os da educação básica pouco conhecem sobre pesquisas científicas, entendendo-as como prontas e finalizadas. No entanto, desenvolver esta criticidade, de testes, de dúvidas, do próprio método científico pode sim favorecer o ensino.

Além disso, o conteúdo de ação e reação, inércia, força, gravidade, entre outros da mecânica, podem ser contextualizadas neste objeto de aprendizagem.

O Foguete funciona, pois da reação endotérmica é produzido bastante gás carbônico que comprime o volume da garrafa até a rolha não suportar mais segura-lo e sai da garrafa liberando a pressão. Esta por sua vez

desempenha uma força na base de lançamento, a qual “reage” com uma força contrária ocasionando a viagem do foguete.



Este recurso permite a demonstração e contextualização do Sistema Solar em escala. Contrário à outros mecanismos este possibilita a representação do movimento dos planetas e de sua representação em uma área pequena, como uma quadra de esportes ou pátio da escola.

6. CARRETEL PLANETÁRIO

Compreender a vastidão do universo quando se está habituado com a vastidão do solo terrestre é uma tarefa inglória. Os educandos estão acostumados com uma Terra grande, com concepções geocêntricas, com ilustrações de livros didáticos que salientam o Sol enorme com os planetas também grandes, com raras comparações em escala (TREVISAM, LATTARI, CANALLE, 1997).

Mas qual o tamanho da Terra em relação aos outros astros celestes? Estas e outras questões podem enaltecer o trabalho com o objeto proposto aqui. Uma vez, que objetiva relacionar o tamanho dos planetas do sistema solar e o Sol quanto a volume, órbita e distância entre eles. Outra questão abordada é que a escala do sistema foi reduzida ao máximo para que se possa demonstrar tais fenômenos em um ambiente com espaço reduzido como uma quadra de esportes. Talvez esta seja a principal diferença para outros trabalhos que enfocam esta questão, tais como: (CANALLE, OLIVEIRA, 1994; TREVISAM, LATTARI, CANALLE, 1997;).

6.1. Materiais e equipamentos

Para a construção deste objeto de aprendizagem foram utilizados vários materiais de baixo custo e acessíveis (Tabela 1).

Tabela 1: Relação dos materiais e equipamentos

Materiais	Onde conseguir?
Papelão	Reciclável / papelaria
Uma bola de isopor de 1 cm de diâmetro	Papelaria / Mercado
40 cm de cabo de vassoura	Reciclável
Rolo de Barbante	Papelaria
Tinta guache amarela	Papelaria
Equipamentos	
Tesoura	
Fita Larga ou crepe	
Régua	
Cola de madeira	
Estilete	
Pincel	

Fonte: Autoria própria.

6.2. Construção

1ª Etapa: Pinte a bola de isopor com a tinta guache amarela e deixe-a secando.

2ª Etapa: Recorte oito discos de papelão, com orifício de 21 mm (Apêndice A).

3ª Etapa: Acople cada disco de papelão no cabo de vassoura (Fotografia 1).

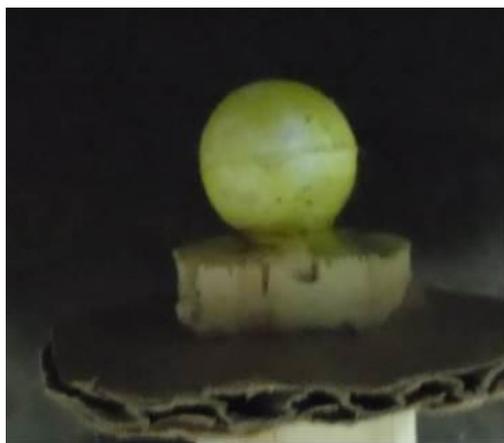


Fotografia 1: Acoplamento dos discos de papelão ao pedaço de cabo de vassoura.

Fonte: autoria própria.

Utilize a cola de madeira para fixar os discos de papelão ao pedaço de cabo de vassoura. Deixe um centímetro entre a ponta e o disco “A” (Apêndice A) e entre os demais dois centímetros.

4ª Etapa: Cole a bola de isopor, já pintada e seca na extremidade próxima do disco de papelão “A” (Fotografia 2).



Fotografia 2: Esfera de isopor amarela grudada a extremidade do cabo de vassoura, próxima ao disco de papelão “A”.
Fonte: Autoria própria.

5ª Etapa: Recorte oito pedaços de barbante. Atenção uma extremidade do barbante vai ser anexada no cabo de vassoura e a outra na arruela, isto para cada planeta para representar a distância dele ao Sol (esfera amarela). Deste modo, ao cortar o barbante proceda adicionando 10 cm em cada extremidade, para mercúrio o pedaço de barbante deve ser 10 cm em cada extremidade mais os 41,6 cm que simbolizam a distância dele ao Sol, resultando em um barbante de 61 cm. Faça o mesmo procedimento com os demais planetas (Tabela 2).

**Tabela 1: Sistema solar em escala: diâmetro e distâncias proporcionais do Sol e os planetas solares.
Escala 1 = 139000000000.**

Astro	Diâmetro Real (Km)	Diâmetro nesta escala (mm)	Distância ao Sol Real (Km)	Diâmetro ao Sol nesta escala (cm)
Sol	1.390.000	10	-----	-----
Mercúrio	4.879,4	0,03	57.910.000	41,6
Vênus	12.103,6	0,08	108.200.000	78
Terra	12.756,28	0,09	149.600.000	107,6
Marte	6.794,4	0,04	227.940.000	164
Júpiter	142.984	1,02	778.330.000	560
Saturno	120.536	0,9	1.429.400.000	1028
Urano	51.118	0,4	2.870.990.000	2065
Netuno	49.492	0,3	4.504.300.000	3240

Fonte: Autoria própria.

6ª Etapa: Amarre cada extremidade dos pedaços de barbante em cada arruela.

7ª Etapa: No orifício de cada arruela cole um pedaço de papel com o tamanho exato de cada planeta (Fotografia 3).



**Fotografia 3: Imagens dos volumes de cada planeta fixado em cada arruela de metal.
Fonte Autoria própria.**

8ª Etapa: Amarre a extremidade de cada barbante no cabo de vassoura. Entre o disco “A” e “B” (Apêndice A) amarre o barbante que segura a arruela com o desenho de Mercúrio e entre os discos “B e “C” (Apêndice A) amarre o de Vênus e assim sucessivamente.

Ao amarrar cada barbante ao cabo de vassoura deixe uma folga mínima para que quando esticado o barbante possa girar entorno do cabo de vassoura.

Para transportar e guardar o objeto de aprendizagem enrole o barbante no cabo de vassoura, formando uma espécie de “carretel” e encerrando a construção deste objeto (Fotografia 5).



Fotografia 5: Carretel Planetário.
Fonte: Autoria própria.

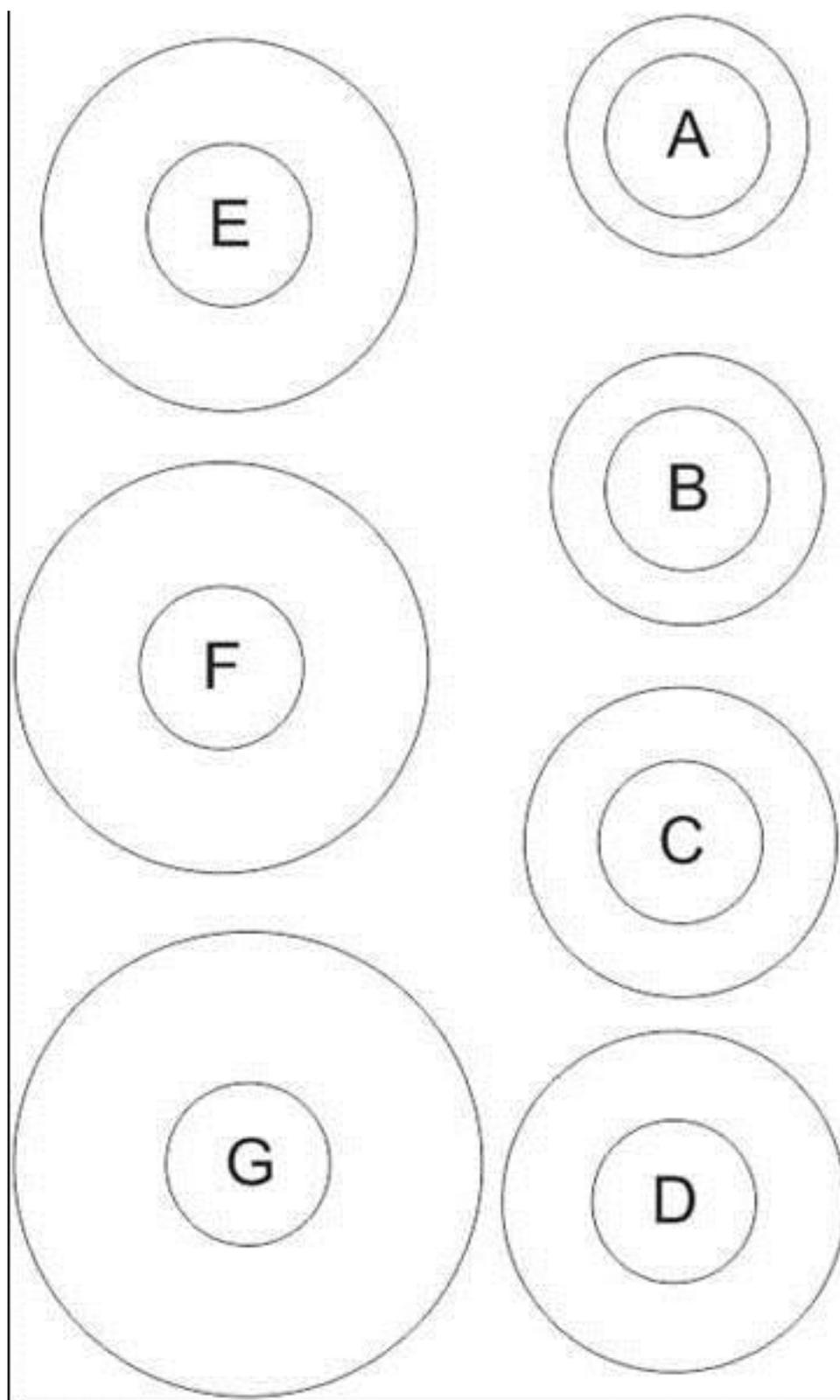
6.3. Possibilidades e contextualizações

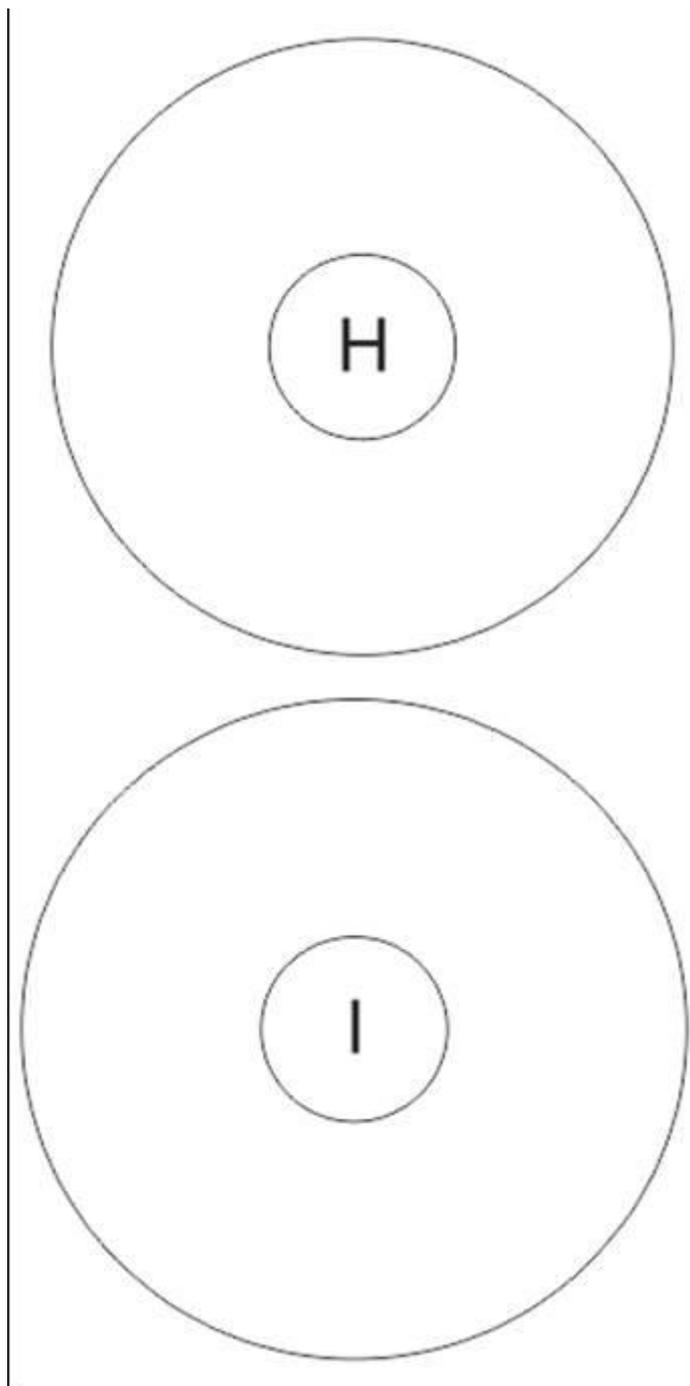
A principal característica deste objeto de aprendizagem é a de simular com base em uma escala os volumes e as distâncias relativas aos planetas e estrela do sistema solar.

Também a contextualização das elipses planetárias com baixa excentricidade, embora não sendo circular como é descrita no objeto, é tácito inferir que muitos educandos a compreendem com alta excentricidade. Deste modo, o objeto corrobora para uma mudança paradigmática e como tal deve ser incentivado pelo educador. Mostrar que os planetas ficam equidistantes (com o mínimo de afastamento e aproximação) ao Sol é uma simulação importante ao processo de ensino e aprendizagem em Astronomia.

Este objeto pode ser utilizado em sala de aula, no entanto não possibilitara a simulação de todos os planetas, devido ao espaço físico da sala de aula. É recomendável que esta atividade seja realizada em uma quadra de esportes ou num bosque, praça, enfim área externa. Segurando o cabo de vassoura o barbante com as arruelas podem ser esticados e girando ao redor d Sol simulado a translação planetária.

APÊNDICE

Apêndice A – Gabarito dos discos do Carretel Planetário





Este mecanismo possibilita a representação da Lua e seu relevo constituído de inúmeras crateras, vales e montanhas.

7. MAQUETE LUNAR

Compreender a lua como um objeto esférico, com crateras e montanhas hoje em dia com tecnologias ópticas é bastante aceitável. No entanto, no entanto muitos alunos ainda apresentam concepções alternativas quanto ao formato, a superfície lunar, compreendendo-a como discos (BISCH, 1998).

Atividades que favoreçam o reconhecimento das características físicas não observadas a olho nu são essenciais na transposição de concepções alternativas.

A preocupação de compreender a Lua em suas particularidades, aquém da esfera mítica é antiga. Um dos primeiros a obter sucesso em suas conclusões foi o cientista Galileu Galilei, ao observar diretamente o satélite terrestre com um telescópio (*perspicillum galileano*), averiguando crateras e montanhas (DANHONI NEVES *et. al*, 2010).

Atualmente muitas das escolas ainda não contam com um aparelho óptico, como um aparelho óptico que permita a observação das crateras e montanhas lunares, mesmo a 400 anos após intervenções científicas de Galileu.

Além disso, há aqueles educandos com dificuldades especiais que o impossibilita de atividades observacionais telescópicas. Deste modo, o presente trabalho propõe a construção de um objeto de aprendizagem de baixo custo para representar as características da Lua aos educandos.

7.1. Materiais e equipamentos

A confecção deste objeto envolve: uma bola de isopor (qualquer tamanho), papel cartão preto e um pincel, encontrados em papelarias; 500 ml de massa corrida e lixa de revestimento, encontradas em lojas de materiais de construção e espátulas.

7.2. Construção

Inicialmente é necessária a escolha da bola de isopor. Neste trabalho foi escolhida uma de 150 mm de diâmetro. No entanto, como a atividade procederá com o intuito demonstrativo é recomendável uma esfera maior ainda.

Com espátulas ou mesmo pincel espalhe a massa corrida sobre a esfera de isopor, deixando a superfície da bola homogênea. Com o material de revestimento ainda úmido, desenhe crateras, simbolizando as da Lua (Fotografia 1).



Fotografia 1: Desenhando crateras lunares com pincel em meio a massa corrida ainda úmida.

Fonte: Autoria própria.

Ao secar a massa corrida pode apresentar muitas imperfeições, as quais podem ser corrigidas utilizando a lixa.

O educador pode ainda construir um cone de papel cartão simbolizando o cone de sombra que se forma por ocorrência da iluminação solar e que ocasiona eclipses solares (Fotografia 2).

Para acoplar o cone à lua é necessário utilizar um palito de churrasco (papelaria) ou uma barra de ferro rosqueada (materiais de construção) que atravessem a bola de isopor (Lua) e o cone de sombra (Fotografia 2).



Fotografia 2: Luas com os cones de sombra.
Fonte: Autoria própria.

7.3. Possibilidades e contextualizações

A principal referência de uso deste objeto está na própria demonstração. Mostrar aos alunos que a Lua é uma superfície sólida, com crateras e montanhas são intervenções importantes ao ensino de Astronomia.

O professor pode usufruir deste objeto abordando a contextualização história, pois antes dos trabalhos de Galileu e posteriores, os povos pensavam a Lua com uma superfície sem imperfeições.

Contextualizações com relação a escala do sistema Sol, Terra e Lua também são validas. Qual tamanho teria a Terra, ou o Sol em relação a esta Lua? Lembrando que para uma Lua de 10 cm, a Terra seria de aproximadamente 36 cm e estariam distantes a 11 metros (Tabela 1).

**Tabela 1: Sistema Sol-Terra-Lua: escala considerando uma Lua com 10 cm de diâmetro.
Escala 1 = 34750000.**

	Diâmetro Real (Km)	Diâmetro nesta escala (cm)	Distância Real	Distância nesta escala (m)
Sol	1.390.000	4000	_____	
Terra	12.756,28	36,5	149.600.000 (ao Sol)	4305
Lua	3.475	10	384.399 (à Terra)	11

Fonte: Autoria própria.



Esta representação da Esfera Celeste permite simular a posição do indivíduo em diferentes latitudes. Desta forma abre possibilidades para contextualização do movimento celeste e as posições do planeta.

8. ESFERA DE ARAME

A esfera de arame é outro objeto de aprendizagem construído com materiais alternativos e propõe a contextualização geocêntrica e heliocêntrica.

8.1. Materiais e equipamentos

Tabela 1: Relação dos materiais e equipamentos

Materiais	Onde conseguir?
Rolo de arame	Construção Civil
1 bola de isopor 5 cm de diâmetro	Papelaria
Barra roscada	Construção Civil
8 poucas da barra roscada	Construção Civil
4 arruelas da barra roscada	Construção Civil
1 bola de isopor de 2,5 cm de diâmetro	Papelaria
Fita adesiva vermelha	Papelaria
Fita adesiva azul	Papelaria
Fita adesiva preta	Papelaria
Fita adesiva amarela	Papelaria
Papel cartão	Papelaria
Tinta guache amarela	Papelaria
Pedaço de imã	reciclável
Equipamentos	
Alicate	
Fita Larga e tesoura	
Trena	
Cola de isopor	
Transferidor	

Fonte: Aturia própria.

8.2. Construção

1ª Etapa: Recorte o mapa em gomos (Apêndice A) e cole sobre a bola de isopor de 5 cm de diâmetro.

O referido mapa pode ser pintado com a cor que o construtor desejar. Após a secagem atravesse a barra roscada pelo globo terrestre, entrando e saindo pelos polos norte e sul (Fotografia 1).

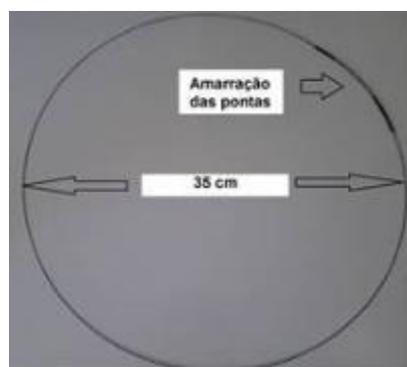


Fotografia 1: Globo terrestre de isopor perfurado nos polos pela barra roscada.
Fonte: Autoria própria.

2ª Etapa: Esta é primeira etapa da construção do globo de arame que irá envolver o globo terrestre, simbolizando a esfera celeste. Seu tamanho pode ser alterado de acordo com as pretensões do educador.

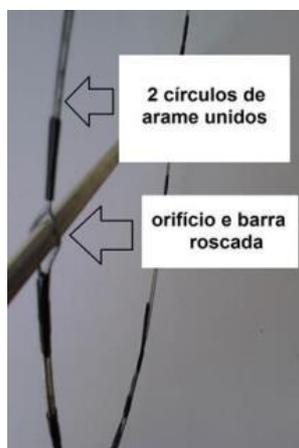
Aqui, será disposta a metodologia para a construção de uma esfera celeste de aproximadamente trinta e cinco centímetros de diâmetro.

Faça dez círculos de 35 cm de diâmetro. Para cada estrutura serão necessários 120 cm de arame (110 cm da circunferência e mais 10 cm para a amarração). Uma as pontas com elas sobrepostas e com fita adesiva ou isolantes.



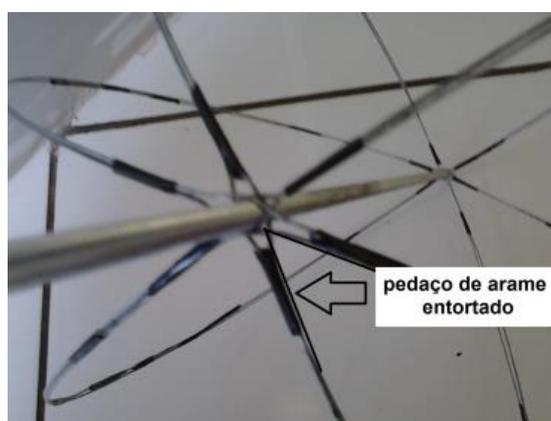
Fotografia 2: Círculo de arame.
Fonte: Autoria própria.

3ª Etapa: Uma os círculos de arame em duplas, para deixar a esfera celeste mais reforçada. Deste modo, serão produzidas cinco estruturas. Em três delas, ao realizar a amarração deixe dois orifícios diametralmente opostos para passar a barra roscada (Fotografia 3).



Fotografia 3: Círculos de arame unidos, com orifício para passagem de barra roscada.
Fonte: Autoria própria.

As três estruturas com orifício podem ser revestidas com fita adesiva preta. Ainda com elas, faça a junção de ambas à barra roscada (Fotografia 4).

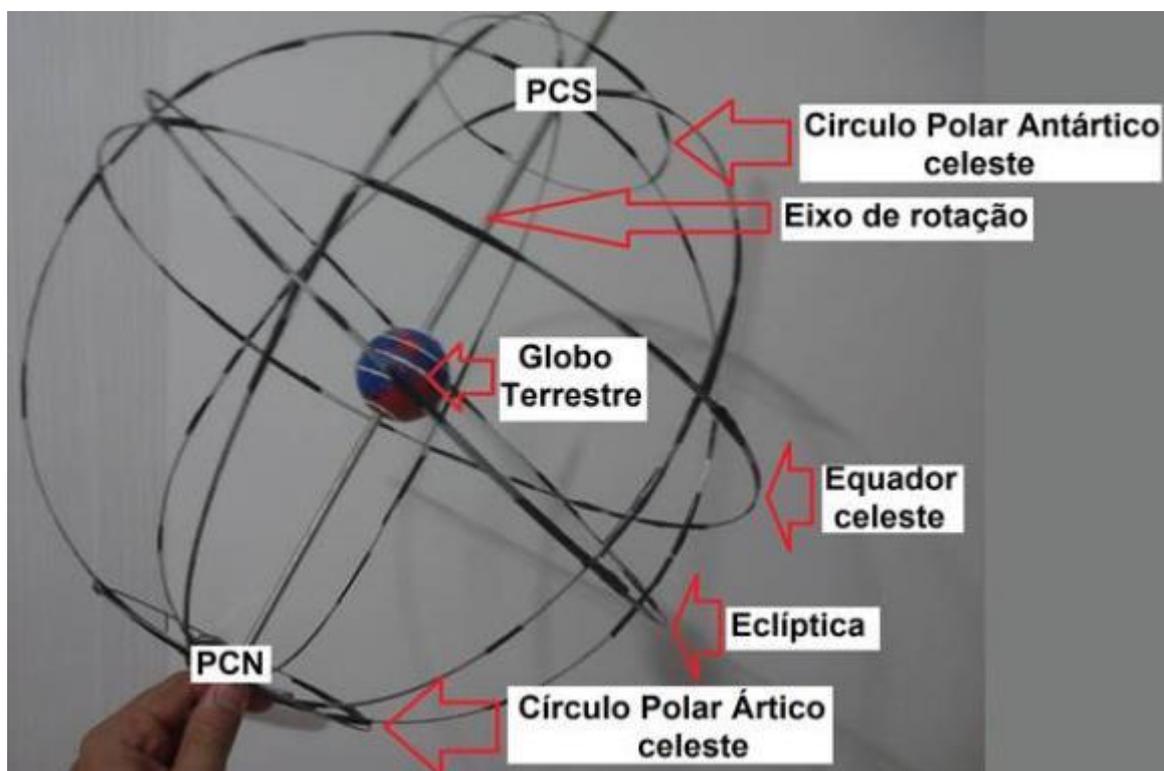


Fotografia 4: As três estruturas com orifício acopladas à barra roscada e esquema de pedaço de arame para reforçar a amarração.
Fonte: Autoria própria.

Para reforçar a amarração, corte pedaços de arame de cerca de 10 cm e entorte-os em cerca de sessenta graus e uma os círculos vizinhos (Fotografia 4).

4ª Etapa: Acople outro círculo duplicado na região equatorial dos outros três já emendados. Esta estrutura será o equador celeste (Fotografia 5).

5ª Etapa: Acople o último círculo duplicado representando a eclíptica. Para isto, fixe-o com fitas a 23,5 graus de inclinação em relação ao equador celeste (Fotografia 5).

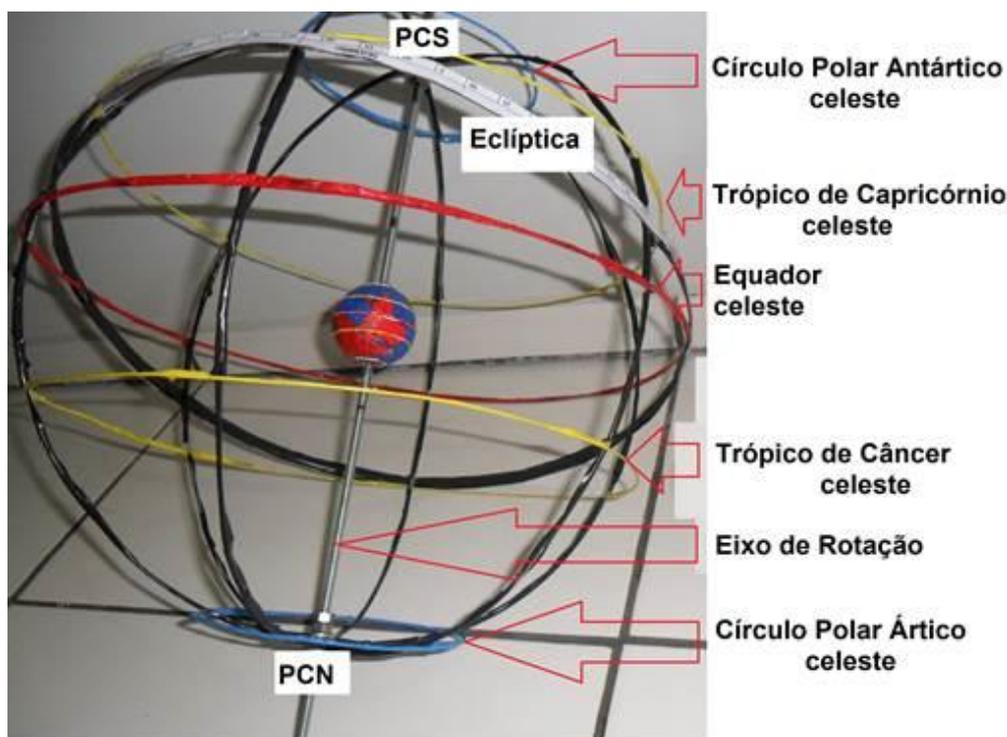


Fotografia 5: Esfera de Arame: componentes da esfera celeste. PCN: Polo Celeste Norte; PCS: Polo Celeste Sul. Fonte: Autoria própria.

6ª Etapa: Construa outros dois círculos duplicados com diâmetro de 14 cm. Estes acoplados à esfera celeste representarão os Círculos Polares Celestes (Fotografia 5).

7ª Etapa: Construa outros dois círculos duplicados com diâmetro de 33 cm. Estes acoplados à esfera celeste representarão o Trópico de Capricórnio Celeste e Trópico de Câncer Celeste (Fotografia 6).

Enrole os Círculos Polares Celestes de fita adesiva azul; os Trópicos Celestes de fita amarela e o Equador Celeste de fita vermelha (Fotografia 6).



Fotografia 6: Esfera de Arame.
Fonte: Autoria própria.

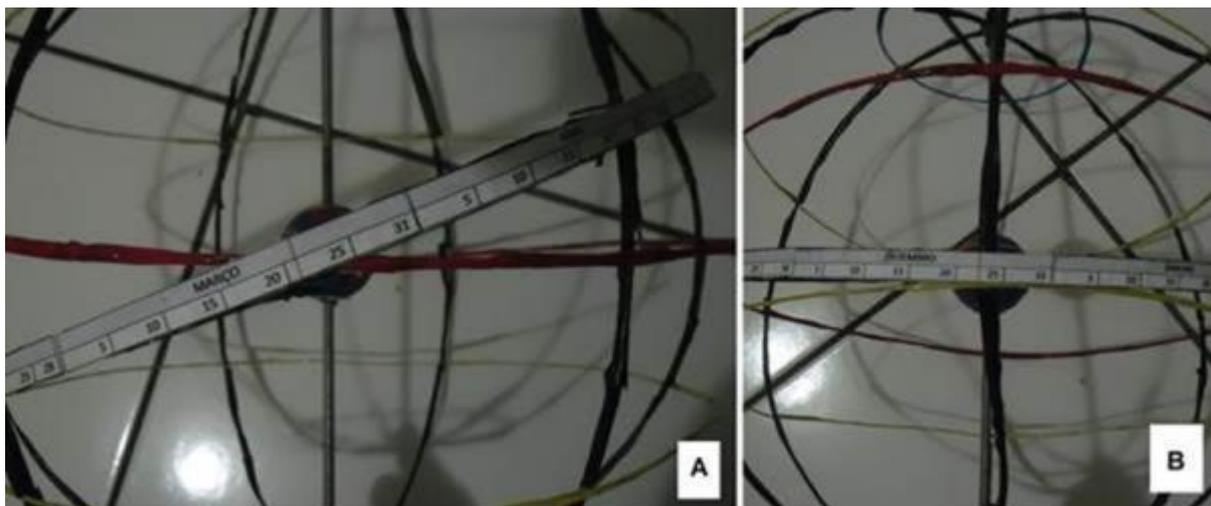
8ª Etapa: Centralize a esfera celeste para que ela coincida com as linhas imaginárias do globo terrestre. Após, fixe a esfera com as poucas e arruelas nas regiões de intersecção entre o eixo de rotação e a esfera celeste (Fotografia 7).



Fotografia 7: Detalhe das poucas e arruelas amarrando a esfera celeste, na intersecção do eixo de rotação e esfera celeste.
Fonte: Autoria própria.

9ª Etapa: Construa uma fita de papel cartão de 115 cm por 1 cm de largura. Sobre ela coloque os desenhos que trazem informações sobre os meses anuais (Apêndice B).

Fixe a fita de papelão sobre o círculo de arame que representa a Eclíptica, cuide para que as marcações em vermelho (Apêndice B) dos meses de março e setembro fiquem diametralmente opostas e sobre as intersecções da Eclíptica com o equador celeste (Fotografia 8A). Já as marcações em vermelho dos meses de junho e dezembro devem ser fixadas respectivamente nas intersecções da eclíptica com o Trópico de Câncer Celeste e Trópico de Capricórnio Celeste (Fotografia 8B).



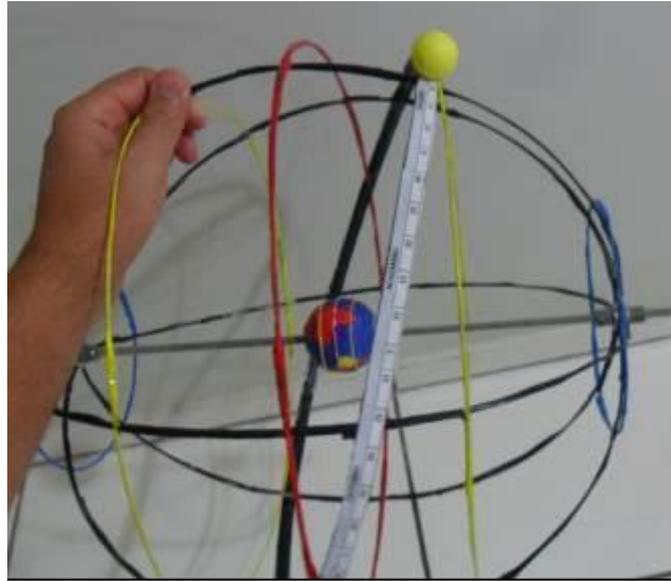
Fotografia 8: Fita dos meses sobre a Eclíptica. A: Marcação vermelha do mês de março sobre o Equador Celeste. B: Marcação vermelha do mês de dezembro sobre o Trópico de Capricórnio Celeste.
Fonte: Autoria própria.

10ª Etapa: Pinte a bola de isopor de 2,5 cm de diâmetro com a tinta amarela. Espere secar e insira nele um pedaço de imã, o qual pode ser obtido em autofalantes pequenos de brinquedos ou aparelhos danificados. Este recurso representara o Sol (Fotografia 9).



Fotografia 9: O Sol. Bola de isopor com um pedaço de imã.
Fonte: Autoria própria.

Posicionando o Sol sobre a fita da Eclíptica tem-se o objeto de aprendizagem Esfera de Arame (Fotografia 10).



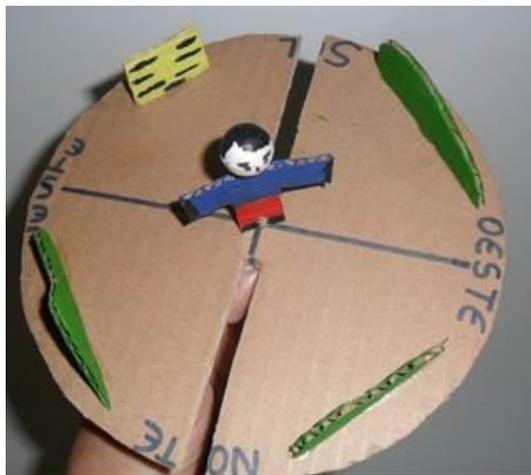
Fotografia 10: Esfera de Arame com o Sol “magnetizado” posicionado na eclíptica.
Fonte: Autoria própria.

8.3. Possibilidades e contextualizações

A esfera celeste em seu corpo abrange a demonstração das linhas imaginárias celestes (Equador, Trópicos, Círculos Polares e Polos Celestes). Em seu globo terrestre também estão descritos linhas imaginárias do equador, trópicos e círculos polares. Entretanto este mecanismo não se restringe apenas á estas marcações geográficas e observacionais.

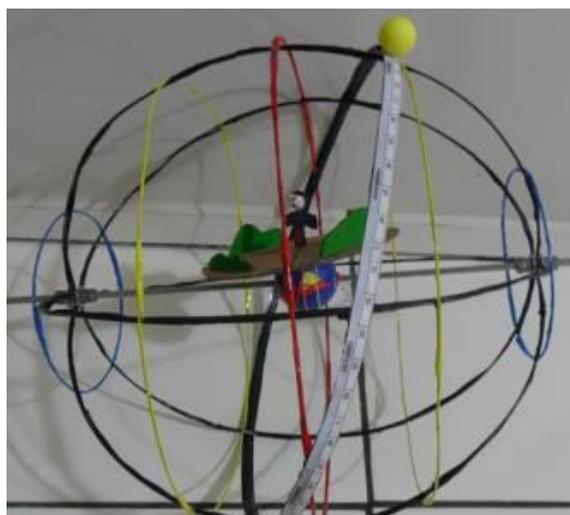
8.3.1. Contextualizando o movimento aparente do Sol em detrimento das latitudes

A produção de um observador e horizonte fictício (Fotografia 11).



Fotografia 11: Observador colocado em um horizonte fictício.
Fonte: Autoria própria.

Com estes materiais, mas sem eles também, é possível mostrar ao aluno que o Sol na posição de uma determinada data é visto ao mesmo de diferentes formas para pessoas localizadas em diferentes pontos do globo (Fotografia 12).



Fotografia 12: Observador e horizonte fictício sobre a linha do equador no dia 23 de dezembro.
Fonte: autoria própria.

O observador colocado em diferentes posições permite demonstrar que a observação ao Sol varia.

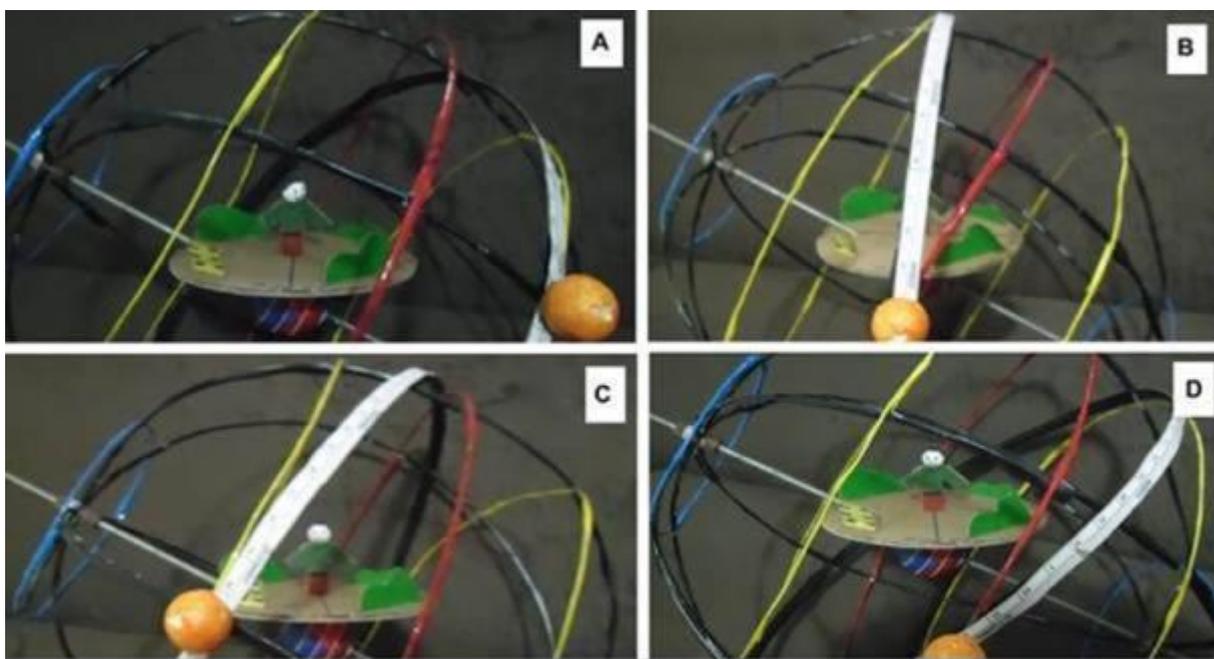
8.3.2. Heliocentrismo ou geocentrismo

Segurando a barra roscada (eixo de rotação) é possível girar a esfera em um procedimento geocêntrico. Já segurando a esfera é possível girar o eixo de rotação e o observador grudado nela, simulando a rotação terrestre.

Com estas ações é possível discutir as teorias geocêntricas e heliocêntricas. O que está girando, a Esfera celeste? O Sol? A Terra?

8.3.3. Nascente e poente do Sol

Um observador em um determinado ponto do globo terrestre terá o Sol ao longo do ano nascendo e se pondo em pontos diferentes do horizonte. Com este recurso é possível demonstrar e até mesmo prever, a posição onde o Sol estará aparecendo para o observador e findando seu movimento ao final do dia (Fotografia 13).



Fotografia 13: O Sol ao longo do ano para um curitibano. A: em 20 de junho; B: em 22 de setembro; C: em 22 de dezembro; D: em 20 de março.

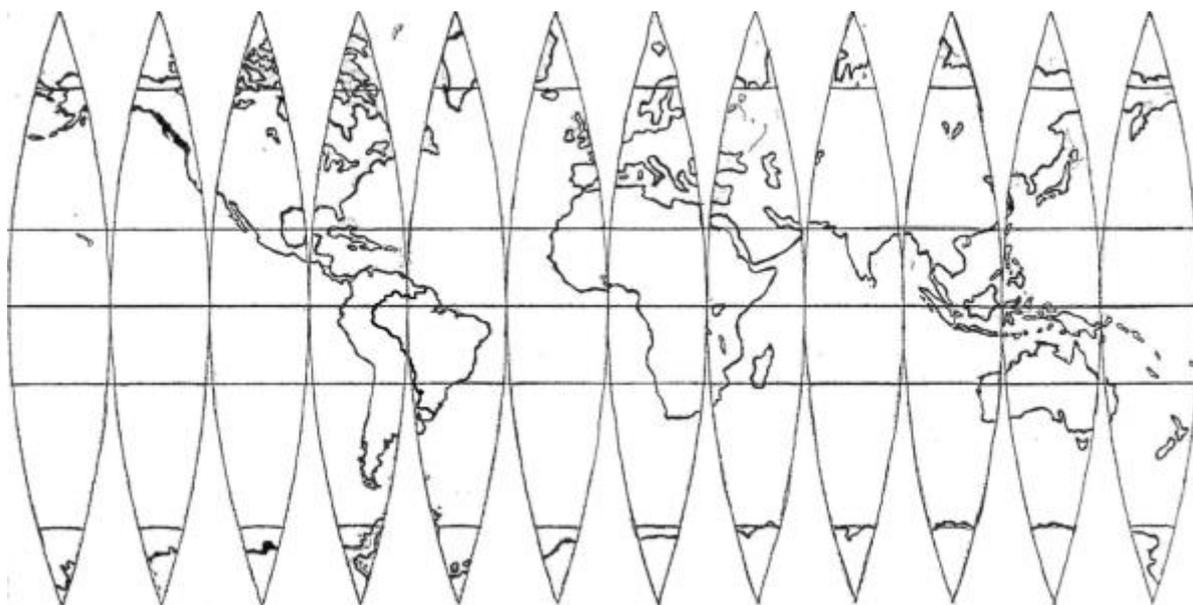
Fonte: Autoria própria.

Um cidadão da capital paranaense ou em latitude semelhante ao longo do globo terá as seguintes observações do Sol ao longo do ano

(Fotografia 13). Em junho, começo do inverno o Sol nasce ao norte no ponto cardeal leste (Fotografia 13A). Já no equinócio de setembro o Sol nasce exatamente na direção leste (Fotografia 13B). No dia 22 de dezembro o Sol nasce a sul do ponto cardeal leste (Fotografia 13C) e novamente em março ele nasce exatamente ao leste para aquele indivíduo curitibano (Fotografia 13D).

APÊNDICES

APÊNDICE A – Globo terrestre em gomos.



APÊNDICE B – Informações para a fita da eclíptica.

5	10	15	20	25	31
JANEIRO					

4	09	14	19	24	28
FEVEREIRO					

5	10	15	20	25	31
MARÇO					

5	10	15	20	25	30
ABRIL					

5	10	15	20	25	31
MAIO					

5	10	15	20	25	30
JUNHO					

5	10	15	20	25	31
JULHO					

5	10	15	20	25	31
AGOSTO					

5	10	15	20	25	30
SETEMBRO					

5	10	15	20	25	31
OUTUBRO					

5	10	15	20	25	30
NOVEMBRO					

5	10	15	20		25	31
DEZEMBRO						



Uma vareta fincada verticalmente no chão iluminado pelos raios solares. Assim é constituído um Gnômon, equipamento utilizado desde os primórdios e que possibilita o estudo, dentre outros conceitos: do movimento aparente do Sol e dos pontos cardeais.

9. GNÔMON

O Gnômon é um objeto exposto à luz solar, como uma vareta fincada verticalmente ao solo e do qual é possível observar e registrar o movimento de sua sombra.

Sua utilização é creditada aos povos antigos para orientação horária, espacial e temporal. De fácil construção e materiais de baixo custo o presente texto vem a considerar o uso do gnômon no ensino de Astronomia.

9.1. Materiais e equipamentos

Tabela 1: Relação dos materiais e equipamentos

Materiais	Onde conseguir?
Cabo de vassoura	Reciclável
Rolo de barbante	Papelaria
Estacas de madeira	Reciclável
Equipamentos	
	Martelo
	Enxada

Fonte: Autoria própria.

9.2. Construção

1ª Etapa: Escolha um terreno plano onde os raios solares iluminem sua área durante todo o dia. A quadra de esportes sem cobertura é um bom exemplo para a instalação deste equipamento.

Caso o terreno apresente ervas daninhas ou um pouco de declividade, procure limpar e aplainar a área.

2ª Etapa: Finque na região central da área escolhida o cabo de vassoura, deixando em pé e

verticalmente ao solo a altura desejada (Fotografia 1).



Fotografia 1: Gnômon montado em utilização.
Fonte: Autoria própria.

9.3. Possibilidades e Contextualizações

A observação e o registro da sombra é o principal atributo deste objeto. Reconhecer que no começo da manhã a sombra do gnômon projeta-se na direção do lado oeste; ao meio dia solar a sombra assume seu menor tamanho e ao entardecer ela é projetada na direção do lado leste, são contextualizações que podem ser inseridas no processo de ensino e aprendizagem em Astronomia.

Utilizando estacas de madeira é possível anotar a posição da sombra em um determinado horário e a partir daí realizar comparações quanto a movimentação aparente do Sol em diferentes datas, meses e estações (Fotografia 2).

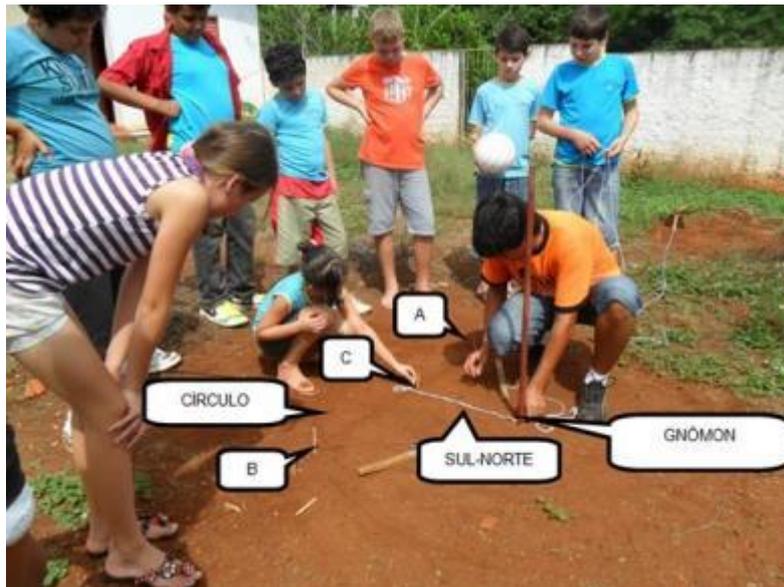


Fotografia 2: Gnômon: marcações da sombra no equinócio (março) e no solstício (junho).

Fonte: Autoria própria.

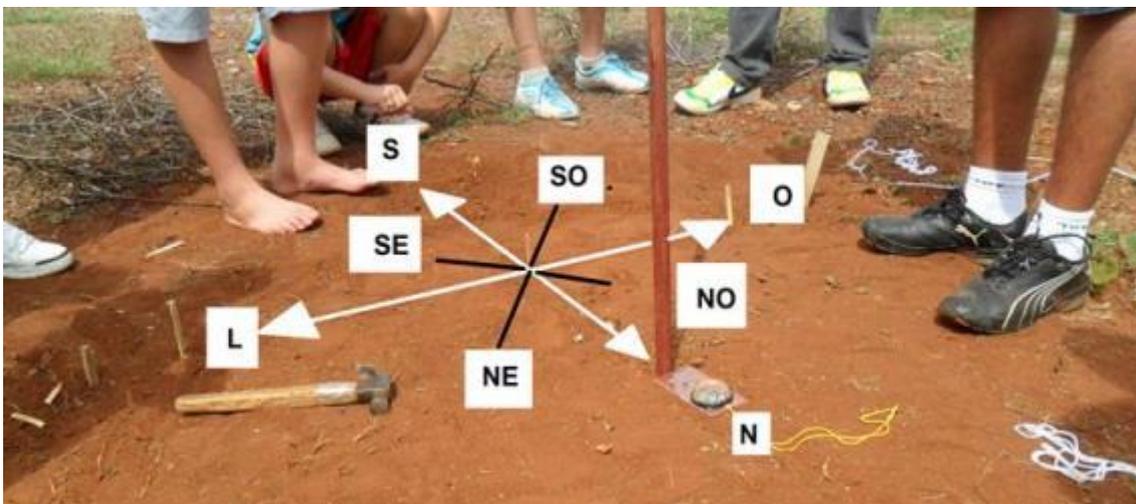
Após anotar a posição da sombra ao longo de um determinado dia, passa um barbante entre as marcações demonstrando a variação dela para aquele dia. Tal resultado pode ser comparado então com os obtidos em outras datas (Fotografia 2).

Seguindo a metodologia proposta por Afonso (1996) e OBA (2009) é possível também com este objeto identificar os pontos cardeais para o local onde está posicionado o gnômon. Tal procedimento consiste em marcar a posição da sombra em um horário próximo às dez horas da manhã (ponto A). Feito isso, é calculado a distância entre a marcação e a base do gnômon e a partir dela marcar um círculo tendo como centro a própria base do gnômon. No período vespertino outra marcação é realizada quando a sombra incide novamente sobre a marcação circular (ponto B). O próximo passo trata da identificação de um ponto equidistante entre A e B, o qual é denominado ponto C. Este ponto interligado retilinearmente com a base do gnômon indica a linha Sul – Norte e o meridiano daquele gnômon (Fotografia 3).



**Fotografia 3: Identificação da linha norte – sul, utilizando a sombra do gnômon. A: marcação da sombra pela manhã. B: marcação da sombra do mesmo tamanho que em “A” mas no período vespertino. C: ponto médio entre “A” e “B”.
Fonte: Autoria própria.**

Identificada a linha que apontava para os pontos sul e norte, bastou traçar uma perpendicular sobre ela para a identificação dos pontos cardeais leste e oeste. A partir daí se deu também apontamentos quanto às direções sudoeste (SO), sudeste (SE), nordeste (NE) e noroeste (NO) (Fotografia 4).



**Fotografia 4: Pontos cardeais identificados pela sombra do gnômon.
Fonte: Autoria própria.**

A atividade do gnômon também pode ser realizada em um espaço menor, como em uma folha de papelão na qual é disposto verticalmente um pedaço de palito de churrasco (Fotografia 5). Com este mecanismo também é possível realizar as intervenções citadas nos últimos parágrafos, no entanto a posição onde foi posicionada o objeto deve ser marcada para comparações com resultados futuros.



**Fotografia 5: Gnômon montado em um pedaço de papelão.
Fonte: autoria própria.**



Um equipamento simples, com possibilidades de contextualização. Esta parece a melhor forma de apresentação deste objeto, que utiliza poucos materiais e de fácil montagem, mas que surpreende os educandos a cada movimento, a cada giro sem deixar a água cair.

10. COPO GIRATÓRIO

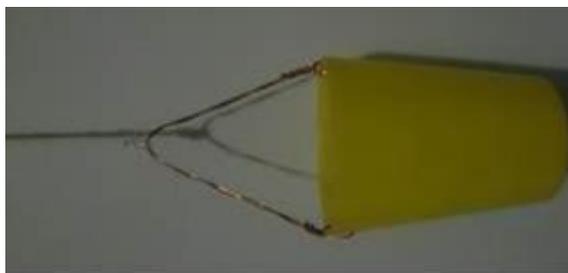
Este objeto de aprendizagem utiliza em sua construção os seguintes: um copo de plástico; 30 cm de fio de cobre e 150 cm de barbante.

A montagem segue a facilidade de obtenção dos materiais. No copo realize dois furos diametralmente opostos e próximos da borda. Neles será engatado o fio de cobre, formando assim um pequeno balde (Fotografia 1).



Fotografia 1: Alça de fio de cobre instalada no copo plástico.
Fonte: Autoria própria.

Na alça metálica enrole a ponta do barbante (Fotografia 2). Pronto. Este recurso já pode ser utilizado em abordagens de conceitos físicos e astronômicos.



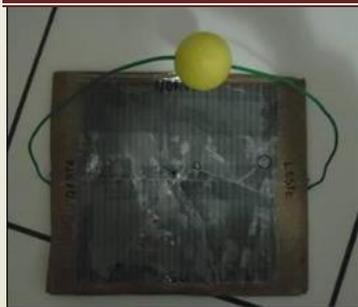
Fotografia 2: Copo giratório.
Fonte: Autoria própria.

10.1. Possibilidades e Contextualizações

Poderíamos utilizar este objeto movimentando-o para contextualizar a questão da translação da Terra ao redor do Sol, abordando assim a interação gravitacional do Sistema Terra – Sol. A Terra tem sua trajetória permanentemente modificada devido a um corpo mais massivo, o próprio Sol. Sabemos hoje que a velocidade média de translação é de 107 mil quilômetros por hora.



Fotografia 3: Copo girando.
Fonte: autoria própria.



Um pedaço de papelão, outro de arame e uma bola de isopor e está pronto um objeto de aprendizagem que permite simular o movimento aparente do Sol para um determinado local.

11. SIMULADOR DO MOVIMENTO APARENTE DO SOL (SMAS).

O movimento aparente do Sol passa por vezes despercebido. As observações e registros que ocorrem não suprimem a ocorrência de concepções alternativas. A compreensão que o Sol passa ao zênite dos indivíduos, ou que o nascimento dele ocorre sempre a leste e o poente sempre a oeste, são obstáculos aos conceitos hodiernamente aceitos.

Deste modo, são imprescindíveis as assimilações, como esta proposta.

11.1. Materiais e equipamentos

Tabela 1: Relação dos materiais e equipamentos

Materiais	Onde conseguir?
Papelão (30 cm x 15 cm)	Reciclável
Bola de isopor de 35 mm de diâmetro	Reciclável
Tinta amarela ou vermelha tipo guache	Papelaria
60 cm de fio sólido ou arame	Construção civil
Equipamentos	
	Alicate
	Fita Larga
	Transferidor
	Pincel

Fonte: Autoria própria.

1.1. Construção

1ª Etapa: Cole sobre o papelão uma imagem (obtida via internet pelo Google Maps®) ou mapa do local onde está localizada a escola - ou o local onde ocorre esta atividade.

2ª Etapa: Pinte a bola de isopor com a tinta guache amarela ou vermelha. Após secar a tinta, atravesse o fio metálico pela bola, esta estrutura vai representar o Sol (Fotografia 1).

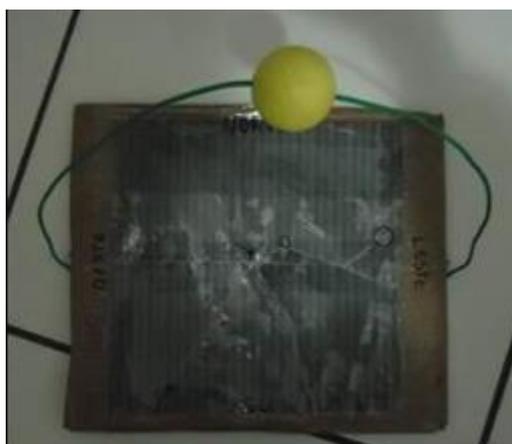
3ª Etapa: Utilizando o alicate dobre o arame, formando em cada ponta um triângulo (Fotografia 1).



Fotografia 1: Fio sólido atravessando a Bola de isopor pintada de amarelo representando o Sol

Fonte: Autoria própria.

4ª Etapa: Dobre cada triângulo das pontas do arame 90° e em seguida dobre toda a estrutura metálica formando um arco (Fotografia 2).



Fotografia 2: Arco com o “Sol” constituindo o Simulador do Movimento Aparente do Sol (SAMS).

Fonte: Autoria própria.

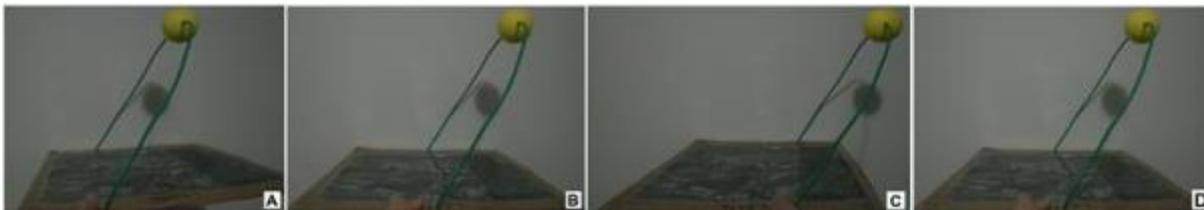
Posicione o arco metálico com o “Sol” sobre mapa colado no papelão e está pronto para ser utilizado este objeto de aprendizagem.

11.2. Possibilidades e Contextualizações

Inicialmente com o objeto apostado o educador pode chamar a atenção para a delimitação dos pontos cardeais para aquele mapa, incentivando os alunos a interpretarem aquele recurso visual (Fotografia 2).

Outro ponto importante é procurar relacionar o sentido do movimento aparente do Sol. Correlacionado a bola de isopor com a paisagem retratada na imagem ou mapa. Em que direção o Sol nasceu hoje, tomando o ponto desta escola?

Dobrando arame na inclinação correta, de acordo com a latitude do local é possível demonstrar como vai “passar” o Sol para cada época do ano. por exemplo: uma cidade localizada a 25° ao Sul, o arco em relação ao plano do papelão deve ser inclinado igualmente à esta latitude (Fotografia 3)



Fotografia 3: Representação do SMAS em diferentes épocas do ano para uma cidade à 25° de latitude ao Sul. A: Solstício – 23 de dezembro; B: Equinócio – 20 de março; C: Solstício – 20 de junho; D: Equinócio – 23 de setembro.

Fonte: Autoria própria.

A representação do movimento solar em diferentes épocas do ano é importante, pois contextualiza as diferentes trajetórias desenvolvidas pelo Sol na abóboda celeste. Bem como demonstra como o Sol se comporta em relação ao zênite e nascimento e ocaso solar. Para latitude de 25° ao Sul é observável que o Sol nasce e se põe em diferentes pontos do horizonte e nunca passa sobre o zênite para os indivíduos da cidade retratada no experimento.

Referências

- AFONSO, Germano. B. Experiências simples com o gnômon. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo (SP), v.18, n.3, p. 149–154, set. 1996.
- BISCH, Sérgio. M. **Astronomia no ensino fundamental: natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores**. 1998. 301 f. Doutorado (Tese). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
- BRASIL, **Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências Naturais/Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília, DF, MEC/SEF, 1998.
- CAMARGO, Eder. P.; NARDI, Roberto. O emprego de linguagens acessíveis para alunos com deficiência visual em aulas de Óptica. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Santa Maria (RS), v. 14, n. 3, p. 405-426, set. 2008.
- CANALLE, João. B. G. Explicando Astronomia básica com uma bola de isopor. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis (SC), v.16, n.3, p. 314-331, 1999.
- CANALLE, João. B. G.; OLIVEIRA, I. A. G. Comparação entre os tamanhos dos planetas e do Sol. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis (SC), v. 11, n. 2, p. 141-144, 1994.
- CANIATO, Rodolpho. **Um projeto brasileiro para o ensino de física**. Dissertação (Mestrado) – apresentada à UNESP, 1973.
- CATELLI, Francisco. *et al.* Instrumentação para o ensino de astronomia: projetando a imagem do sol. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, Limeira (SP), n.7, p. 7-13, set. 2009.
- CATELLI, Francisco. *et al.* **Instrumentação para o ensino de astronomia: projetando a imagem do Sol**. Disponível em: <http://www.relea.ufscar.br/num7/A1_n7.pdf>. Acessado em: 15 fev. 2013.
- CATELLI, Francisco. LIBARDI, Helena. CDs como lentes difrativas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo (SP), v. 32, n. 2, p. 2307, jul. 2010.
- DANHONI NEVES, Marcos. C. *et al.* **Da Terra, da Lua e além**. Maringá (PR): SBPC/Massoni, 2010.
- DUARTE, Sergio E. Física para o Ensino Médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis (SC), v. 29, p. 525-542, 2012.
- FERNANDES, Solange. H. A. A., HEALY, Lulu. Matemática: explorando área, perímetro e volume através do tato. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 23, n. 37, p. 1111–1135, 2010.
- KAWAMURA, M. R. D.; HOSOUME, Y. A contribuição da Física para um novo Ensino Médio. **Física na Escola**, Porto Alegre (RS), v.4, n. 2, p.22-27, 2003.

- KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. São Paulo (SP): Edusp, 2005.
- LABURÚ, C. E., SILVA, O. H. M., BARROS, M. A. Laboratório caseiro – Para-raios: um experimento simples e de baixo custo para a eletrostática. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis (SC), v. 25, n. 1, p. 168-182, 2008.
- LIVI, Sílvia H. B. Eclipse solar total: 3 de novembro de 1994. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis (SC), v. 10, n. 3, p. 262-268, 2009.
- LONGHINI, Marcos. D. O universo representado em uma caixa: introdução ao estudo da astronomia na formação inicial de professores de física. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, Limeira (SP), n. 7, p. 31-42, 2009.
- MUNHOZ, Deisy P., STEIN-BARANA, Alzira C. M. LEME, Cristiane S. Localizando pedacinhos do céu: constelações em caixas de suco. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, Florianópolis (SC). v. 29, n. 1, p. 130-144, 2012.
- Olímpiada Brasileira de Astronomia e Astronáutica. **Atividades práticas da XII OBA**. Disponível em: <<http://www.oba.org.br/site/index.php?p=conteudo&idcat=11&pag=conteudo&m=s>>. Acesso em: 13 abr. 2013.
- PEDROCHI, Franciana, DANHONI NEVES, Marcos C. Concepções astronômicas de estudantes no ensino superior. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 4, n.2, 2005.
- REIS, Norma T. O; GARCIA, Nilson M. D.; BALDESSAR, Pedro S. Métodos de projeção para observação segura de eclipses solares. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis (SC), v. 29, n. 1, p. 81-113, 2012. Disponível em: <<http://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-R&q=M%C3%89TODOS+DE+PROJE%C3%87%C3%83O+PARA+OBSERVA%C3%87%C3%83O++SEGURA+DE+ECLIPSES+SOLARES&btnG=&lr=>>>. Acesso em: 15 fev. 2013.
- ROSA, Cleci; PEREZ, Carlos A. S.; DRUM Carla. Ensino de Física nas séries iniciais: concepções da prática docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre (RS), v.12, n.3, p.357-368, 2007.
- SARAIVA, Maria. F. O. *et al.* As fases da lua numa caixa de papelão. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, Limeira (SP), n 4, p. 9-26, 2007.
- SARTORI, Paulo H. S.; LORETO, Élgion L. S. Simulação da visão das cores: decodificando a transdução quântica-elétrica. **Química nova na escola**, São Paulo (SP), v. 31, n.2, 2008, p. 55-57.
- SILVA, Fernando S.; CATELLI, Francisco; GIOVANNINI, Odilon. Um modelo para o movimento anual aparente do Sol a partir de uma perspectiva geocêntrica. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, Florianópolis (SC), v. 27, n. 1, p. 7-25, 2010.

SOBREIRA, Paulo H. A. Aplicação de modelos tridimensionais para o ensino de fusos horários. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**. Limeira (SP), n. 13, p. 7-30, 2012

SOUZA, João. A. Um foguete de garrafa PET. **A Física na Escola**, v. 8, n. 2, p. 4-11, 2007.

SOUZA, Simone; FRANCO, Valdeni S. F. Geometria na educação infantil: da manipulação empirista ao concreto piagetiano. **Ciência e Educação**, Bauru (SP), v. 18, n.4, p. 951-963, 2012.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. **Revista Brasileira de informática na educação**, Porto Alegre (RS), v. 18, n.2, p. 4-16, 2010.

TAXINI, Camila L. *et al*, Proposta de uma sequência didática para o ensino do tema “estações do ano” no ensino fundamental. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte (MG), v.14, n. 1, p.81-97, mar. 2012.

TREVISAN, Rute H.; LATTARI, Cleiton J. B.; CANALLE, João B. G. Assessoria na avaliação do conteúdo de astronomia dos livros de ciências do primeiro grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis (SC), v. 14, n. 1, p. 7-16, jun.1997.

VAZ, José. M. C., *et al*, Material didático para ensino de biologia: possibilidades de inclusão. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo (SP), v.12, n. 3, p. 81-104, set. 2012.

ZÔMPERO, Andréia F., LABURÚ, C. E. Implementação de atividades investigativas na disciplina de ciências em escola pública: uma experiência didática. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre (RS), v.17, n.3, p. 675-684, set. 2012.