

CONSTRUÇÃO E APLICAÇÕES DE UMA ESFERA ARMILAR DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA

CONSTRUCTION AND APPLICATIONS OF A LOW-COST ARMILAR SPHERE FOR ASTRONOMY TEACHING

ANDERSON GIOVANI TROGELLO¹, MARCOS CESAR DANHONI NEVES²,
RODOLFO LANGHI³

¹Polo Astronômico Casimiro Montenegro Filho, FPTI/ UNIOESTE, Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática/ SEED/PR, Secretaria Estadual de Educação,
trogello@email.com

²Universidade Estadual de Maringá, UEM, Departamento,
macedane@yahoo.com

³Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Departamento de Física e Meteorologia
prof.langhi@gmail.com

Resumo

A Astronomia vem fascinando a humanidade ao longo dos tempos. O estudo e descrição dos astros permitiu as sociedades já na antiguidade compreender os fenômenos mais corriqueiros, relacionados a agricultura, estações sazonais, alternância de datas, meses e anos, esfericidade da Terra entre outros conceitos. Além disso, durante a história foram desenvolvidos objetos tecnológicos relacionados aos estudos celestes importantes para o desenvolvimento daquelas sociedades; dentre estas ferramentas destaca-se, neste trabalho, a produção da Esfera Armilar. Objeto milenar que foi utilizado para simulações do movimento da esfera celeste. Tal objeto é disposto aqui em uma proposição alternativa e de construção de baixo custo que pode contribuir com educadores na abordagem de diferentes conceitos em sala de aula. Aulas estas que ainda fomentam a consolidação de concepções alternativas relacionadas ao ensino de conceitos astronômicos. Neste sentido, este trabalho vem propor a construção do objeto de aprendizagem denominado Esfera Armilar Didática EAD. O desenvolvimento deste trabalho perfaz-se pela pesquisa bibliográfica e de materiais, bem como o desenvolvimento de protótipos que resultaram em um modelo didático de baixo custo e montagem possível pelo leitor/professor. Além disso, no decorrer deste documento são apresentadas possibilidades de aplicações que favorecem o ensino de vários conceitos relacionados à Astronomia, tais como: movimento aparente do Sol, esfera celeste, predição horária do nascimento e ponte solar para qualquer latitude. Neste sentido, é objetivado que o leitor ao findar o conhecimento desta investigação construa seu próprio objeto e que possa utilizá-lo em ambientes de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: *Ensino de Astronomia, Objeto de aprendizagem, Ensino de ciências, Educação em Astronomia, Concepções Alternativas.*

Abstract

Astronomy has fascinated humanity throughout time. The study and description of the stars allowed societies in ancient times to understand the most common phenomena, related to agriculture, seasonal seasons, alternation of dates, months and years, sphericity of the Earth, among other concepts. Furthermore, throughout history, technological objects related to celestial studies were developed, which were important for the development of those societies; Among these tools, the production of the Armillary Sphere stands out in this work. Ancient object that was used to simulate the movement of the celestial sphere. This object is presented here in an alternative and low-cost construction proposition that can help educators approach different concepts in the classroom. These classes still encourage the consolidation of alternative conceptions related to the teaching of astronomical concepts. In this sense, this work proposes the construction of the learning object called Didactic Armillary Sphere EAD. The development of this work consists of bibliographic and material research, as well as the development of prototypes that resulted in a low-cost teaching model that could be assembled by the reader/teacher. Furthermore, throughout this document, possibilities for applications are presented that favor the teaching of various concepts related to Astronomy, such as: apparent movement of the Sun, celestial sphere, birth time prediction and solar bridge for any latitude. In this sense, the aim is for the reader, upon completing the knowledge of this investigation, to construct their own object and be able to use it in teaching and learning environments.

Keywords: Astronomy Teaching, Learning Object, Science Teaching, Astronomy Education, Alternative Conceptions.

I. INTRODUÇÃO

A humanidade desde seus primórdios observa e é cativada pelos astros celestes (DANHONI NEVES, ARGÜELLO, 2001; FILHO, SARAIVA 2004). Devido a poluição luminosa (OLIVEIRA, LANGHI, 2011) e ao processo de globalização (GARCÍA BARROS, et. al. 1997) estas ações aconteciam com maior naturalidade e frequência em tempos passados (FILHO, SARAIVA, 2004). O fascínio pelos fenômenos celestes levaram os seres humanos a especular e desenvolver ideias astronômicas desde a mais distante Antiguidade (BRASIL, 1998, p.38).

Ainda se atendo a história é possível inferir que dentre os astros observáveis, tenha sido o Sol o que tenha despertado maior interesse. Isto pode ser justificado por ele apresentar brilho intenso, iluminando a Terra em várias horas do dia. Outra justificativa é também encontrada no fato das sociedades antigas observarem o movimento aparente do Sol e reconhecer parâmetros que os auxiliassem em predições do tempo. Ou seja, na antiguidade a humanidade percebeu que o Sol realizava trajetórias que na esfera celeste ocorriam diferentemente a cada dia, mas de tempos em tempos elas voltavam a ocorrer como averiguado anteriormente de forma cíclica (AFONSO, 1996). Além da observação solar o reconhecimento da esfera celeste e seu consequente movimento (aparente) foram conhecimentos importantes permitindo um maior controle dos fenômenos naturais (JACQUES, MARRANGHELLO, 2023). Consequente, tais incursões ajudaram a humanidade a

estabelecer os primeiros mecanismos para medidas de tempo (calendricais e de relojoaria) que marcam a cultura e a civilização humana, propiciando autonomia na agricultura, no registro de dias, meses e anos, navegação, e na vivência de uma maneira geral (CANIATO, 1990; WHITHROW, 1993; AFONSO, 1996; JACQUES, MARRANGHELLO, 2023).

Dentre tais mecanismos destaca-se a Esfera Armilar, o qual tem seu invento, possivelmente, atribuído a Erastótenes de Cirene (276 – 195 a.C.). A esfera armilar é uma representação física da esfera celeste, composta de anéis (armilas) representando os meridianos, trópicos de câncer e capricórnio, linha equatorial, círculos polares ártico e antártico e uma armila representando a linha da eclíptica. Tal esfera está projetada entorno de um globo representando o planeta Terra e pode ser movimentada para qualquer latitude, permitindo ainda realizar o movimento aparente dela (Figura 1).

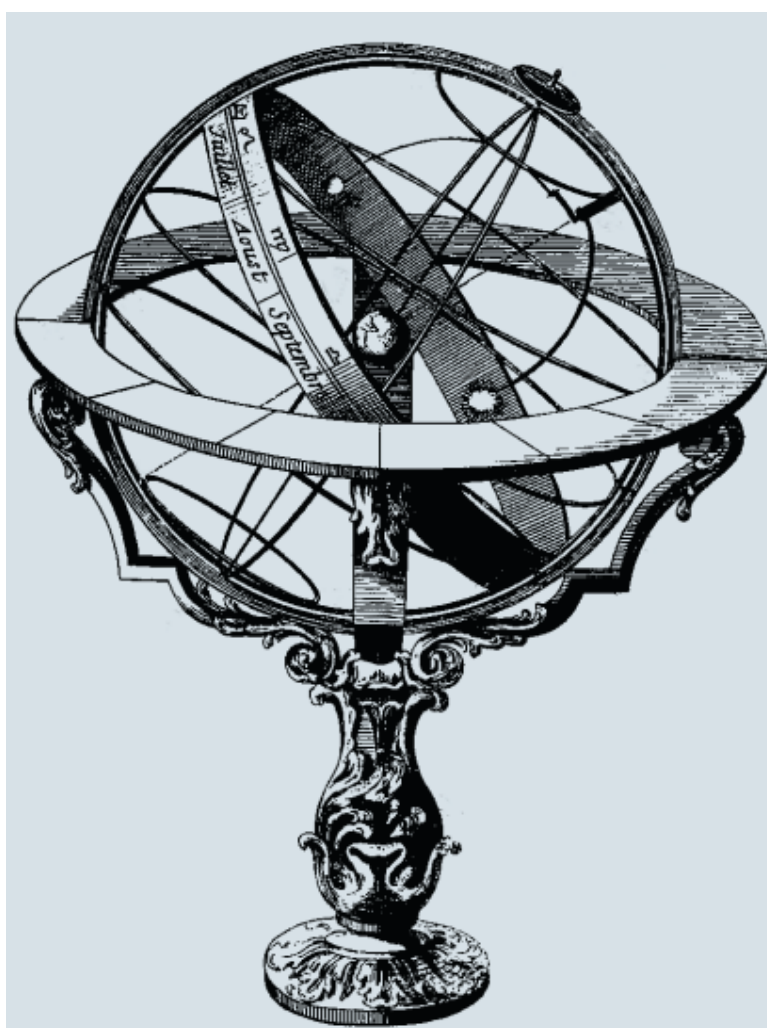


Figura 1: *Esfera Armilar, 1751. Fonte: Gangui, 2013.*

O ensino de conceitos relativos a Astronomia são aguardados pelos alunos da educação básica (OLIVEIRA, VOELZKE, AMARAL, 2007; PRADO, 2019). Entretanto o ensino de Astronomia apresenta dificuldades que resulta na perduração de conhecimentos alternativos, sobretudo em relação a movimentação aparente do Sol e as justificativas da ocorrência das

estações do ano (LANGHI, NARDI, 2005).

O estudo da movimentação aparente do Sol contribuiu diretamente para a construção de conceitos relativos a alternância de dias e noites, e especialmente, das estações climáticas. É fundamental que o educando associe a alvorada e o ocaso do Sol em diferentes pontos do horizonte com a alternância das estações do ano (BRASIL, 1998). Além disso, trabalhar a movimentação aparentes de astros celestes pode contribuir para uma compreensão multidisciplinar de assuntos como: a construção de residências energeticamente sustentáveis (SCHMID, NASCIMENTO, MACHADO, 2008); do posicionamento adequado de painéis para energia solar (ALVES, CAGNON, 2010); do aproveitamento da energia solar em culturas agrícolas (GALVANI, ESCORBEDO, FRISINA, 2010) e até mesmo, do ciclo biológico de partícipes de nossos ecossistemas (KAWASAKI, CERRI, ABDALA, 2000).

Entretanto entender conceitos relativos a aparente movimentação do Sol não é uma tarefa fácil, requer o exercício do raciocínio espacial utilizando relações esféricas e, ao mesmo tempo, aplicado em realidades geralmente cartesianas (SCHMID, NASCIMENTO, MACHADO, 2008, p. 102), ou seja, um indivíduo sobre o solo terrestre deve imaginar-se envolto por uma esfera celeste (sem realidade física) (CANALLE, MATSSURA, 2007), na qual ocorrem os movimentos aparentes dos astros celestes.

Para tanto o uso da esfera armilar é fomentada em Gangui (2013) o qual indica que este instrumento além de engenhoso e que tem imagem atrativa aos educandos e que permite avançar em questões da história da ciência, da geometria e de questões como o movimento aparente do Sol para um determinado ambiente, bem como e explicar a ocorrência das estações do ano. Já Lima, Farias e Martin (2018) abordam a construção de esferas armilares com materiais alternativos e reconhecem que tal recursos pode ser incorporado a sala de aula abordando conceitos astronômicos, matemáticos, geográficos e da história da ciência.

Após esta breve revisão bibliográfica é possível verificar que o ensino de Astronomia aguarda modelos didáticos, como a esfera armilar, para a abordagem de conceitos astronômicos, como o estudo da movimentação aparente da esfera celeste. Neste sentido, o presente texto visa orientar a construção de um objeto de aprendizagem, de baixo custo, denominado Esfera Armilar Didática (EAD). E na parte final vem propor aplicações práticas deste modelo didático em sala de aula, procurando assim, contribuir para a construção de conceitos relativos ao ensino de astronomia, em especial à movimentação aparente do Sol, a alternância das estações climáticas e as características da esfera celeste.

II. CONSTRUÇÃO DO OBJETO DE APRENDIZAGEM ESFERA ARMILAR DIDÁTICA

O termo objeto de aprendizagem não é unanimidade, quanto a denominação para objetos modelos que podem ser manipuláveis para ensinar conceitos científicos (TROGELLO, LANGHI, 2013). No entanto, encontra defesa nos dizeres de Tavares (2010), o qual salienta que tais objetos são ferramentas que apresentam características do fenômeno que se pretende simular. Além disso, tem a característica de ser reutilizado, ou seja, representam um dado fenômeno, ou parte dele, em uma escala reduzida, analógica e até mesmo de forma paralela. É o caso do objeto aqui proposto, a Esfera Armilar Didática (EAD) que pretende simular fenômenos da esfera celeste.

O desenvolvimento deste protótipo iniciou-se com base nas esferas armilares existentes. Este mecanismo foi utilizado por mercadores e navegadores, e possibilitou a predição dos movimentos aparentes dos astros celestes e a orientação espacial e temporal (MARTINS, 2003).

Objetivando a construção simples e a utilização de recursos de baixo custo, o estudo dos materiais se ateve inicialmente no desenvolvimento de um protótipo de madeira, no qual foram utilizadas placas MDF de 3 milímetros e o corte a laser (Figura 2).



Figura 2: *Esfera Armilar Didática de Madeira.* Fonte: Autoria própria.

No entanto, a construção da EAD utilizando as placas de MDF se mostrou com custo considerável. Entretanto, a produção de tal recurso quando desenvolvido por esta via apresenta um mecanismo de excelente qualidade e durabilidade.

No entanto, atendo-se aos objetivos deste trabalho, a investigação buscou a criação de um mecanismo de baixo custo que permita ao leitor e possível educador a construção deste modelo em oficinas, aulas e atividades investigativas diversas. Deste modo, o projeto aqui apresentado refere-se a construção de uma EAD utilizando placas de plástico, as quais foram obtidas das pastas plásticas vendidas nas livrarias/papelarias. Além deste material

a montagem deste recurso envolveu os seguintes materiais: uma tesoura, um estilete, um alicate, 4 folhas A4 adesivas (para imprimir o material em Apêndice), uma cola e um raio de bicicleta de 2 mm ou um palito de churrasco (Figura 3).

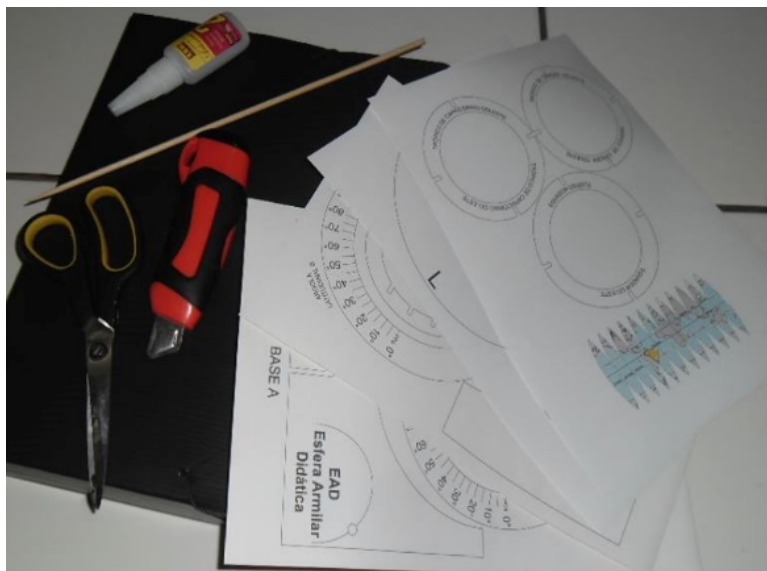


Figura 3: Materiais para a construção da Esfera Armilar Didática EAD. Fonte: Autoria própria.

A primeira etapa deste processo concentra-se na impressão das figuras do apêndice em folhas adesivas A4. Caso não tenha tais folhas o construtor pode substituí-las por folhas de papel A4, no entanto terá que ter uma cola para aderir as figuras na pasta plástica. Esta é no caso o próximo passo desta construção, o de fixar as figuras (exceto a do mapa em gomos) sobre a placa plástica. Para isso, é interessante recortar as figuras do material impresso e quando for realizar a colagem tome cuidado para que as informações contidas na pasta sejam tampadas pelas figuras adesivas (Figura 4). É válido ressaltar que a figura que contém um mapa em gomos não deve ser colada na placa plástica e sim na bola de isopor como será explicado na sequência.

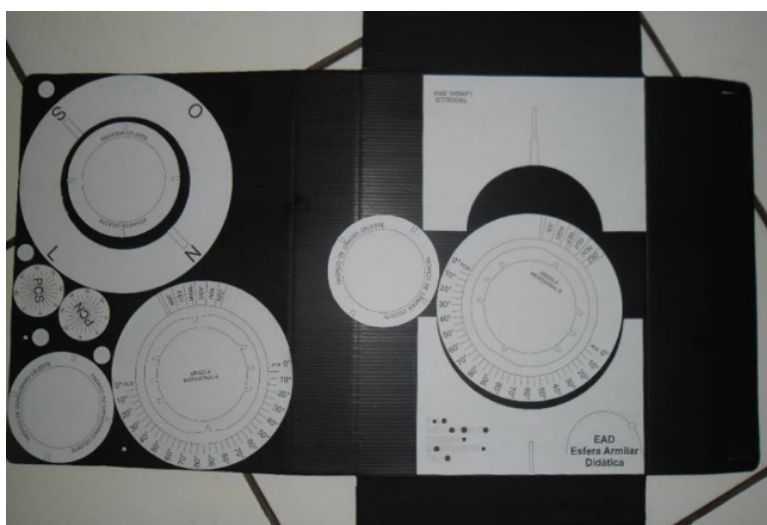


Figura 4: Figuras do Apêndice impressas, recortadas e coladas sobre a pasta plástica. Fonte: Autoria própria.

Na sequência com auxílio de um estilete e ou tesoura recorte todas as peças coladas sobre a pasta plástica.

Agora vem a sequência de etapas da montagem propriamente dita, a qual se inicia com a constituição da Base. Para tanto, pegue os pedaços Base A e B e encaixe-os, observe que ambos possuem uma cava na região central. Deste modo, encaixe a Base A sobre a Base B (Figura 5).



Figura 5: Base A encaixada sobre a Base B. Fonte: Autoria própria.

Concluindo a construção da Base, cole sobre as bases já coladas a Argola Horizontal. Ao colar posicione as letras S e N exatamente sobre as pontas da Base A, ficando as letras L e O dispostas exatamente sobre as pontas mais largas da Base B (Figura 6). Tais letras representaram neste objeto os pontos cardeais (S- Sul, N- Norte, L- Leste e O- Oeste). O disco horizontal vem representar o horizonte de indivíduo em um determinado ponto do globo terrestre, deste modo ele será referência para o estudo do movimento aparente do Sol (Figura 6).

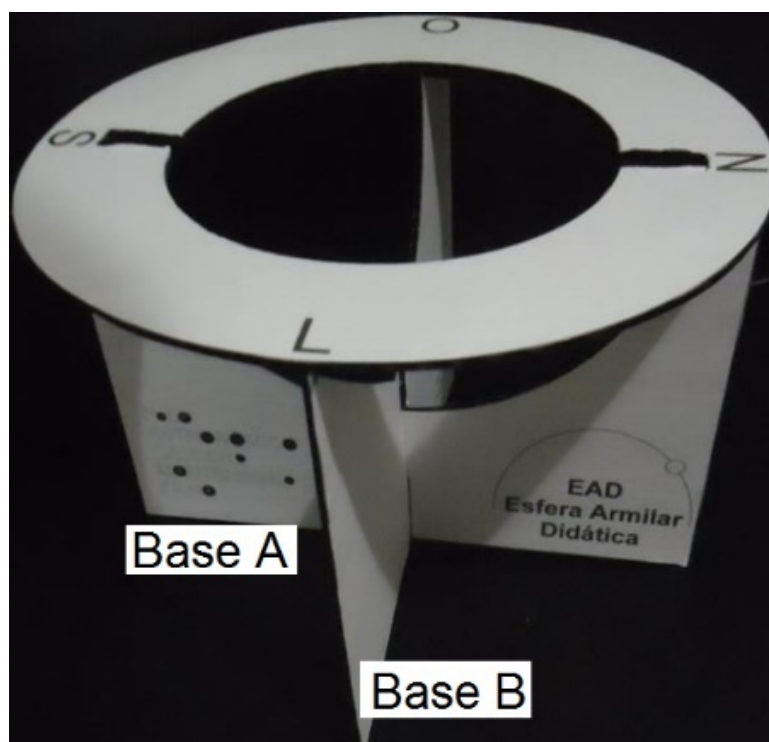


Figura 6: Base da EAD. Fonte: Autoria própria.

Concluída a estrutura da Base, agora é iniciada a montagem do conjunto Terra - Esfera Celeste, onde estão as informações pertinentes ao Movimento Aparente do Sol e dos demais astros. Como já dito anteriormente, a esfera celeste não possui realidade física, mas agrega o conceito de esfericidade, pois aparentemente o indivíduo e logo o planeta Terra está envolto por um globo celeste no qual estão posicionados os astros celestes. De outra forma, tal conceito é possível definir quando se observa o céu e seus partícipes, a profundidade desta matéria é imperceptível e aparentemente todos os astros se encontram a uma mesma distância, posicionados em um pano de fundo em uma cúpula.

Iniciando a construção do conjunto Terra Esfera Celeste, cole as Argolas Latitudinais A e B, uma sobre a outra, de modo que as informações impressas fiquem sobrepostas e voltadas para lados opostos. Tais argolas constituirão apenas uma Argola Latitudinal a qual sustentará o Eixo de Rotação Terrestre, a Esfera Celeste e o Globo Terrestre do objeto Esfera armilar Didática.

Agora realize a construção da Esfera Celeste encaixando as Argolas Meridionais (A e B) e as Argolas dos Trópicos e do Equador Celeste. Para isso, selecione uma das argolas meridionais e acople uma das argolas tropicais (Figura 7A). Em um segundo momento, encaixe a argola do equador (Figura 7B) e na sequência a outra argola tropical (Figura 7C). Procure deixar as informações destas últimas argolas encaixadas para um mesmo lado. E por fim, encaixe a outra argola meridional (Figura 7D). Observe que o encaixe será facilitado de acordo com o material escolhido para a confecção do objeto.

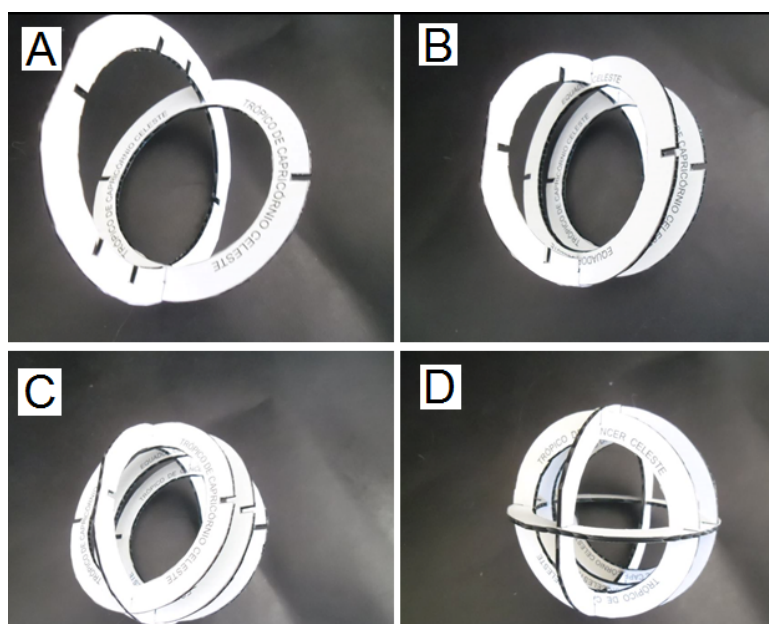


Figura 7: Construção da Esfera Celeste. Fonte: Autoria própria.

Finalizada, o leitor e construtor terá em mãos um pequeno globo subdividido pelo equador celeste, deste modo, na parte do Trópico de Capricórnio Celeste está o Hemisfério Sul Celeste e o Hemisfério Norte Celeste à porção onde fica o Trópico de Câncer Celeste. Ambos os trópicos e o equador celeste tem suas posições em função de prolongamentos das circunferências (imaginárias) posicionadas sobre o globo terrestre.

Agora, do apêndice, recorte o Mapa em gomos e cole-o sobre a bola de isopor de 35 mm, formando um Mini Globo Terrestre. Geralmente nas bolas de isopor, há uma linha média como se fosse uma demarcação equatorial, caso haja esta formação tome-a como referência e inicie a colagem do mapa em gomos por sua região central, posicionando a linha do equador sobre a linha média da bola de isopor (Figura 8).

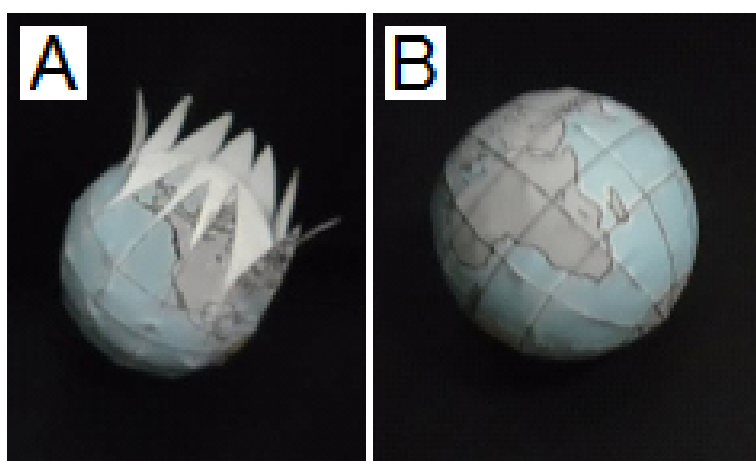


Figura 8: Montagem do Mini Globo Terrestre. A) O mapa em gomos sendo colado. B) Montagem finalizada. Fonte: Autoria própria.

Encerrando a construção do conjunto Terra Esfera Celeste, obtenha de um raio de

bicicleta (ou palito de churrasco) um pedaço retilíneo de 15 cm. Este será o Eixo de Rotação Terrestre deste conjunto e deve ser posicionado de maneira a sustentar a Esfera Celeste e o Mini Globo Terrestre em meio a argola latitudinal (confeccionada com as argolas latitudinais A e B) de acordo com o projetado na Figura 9. Atente-se para que o polo sul da terra esta direcionado para o Polo Celeste Sul e assim o polo norte esteja voltado para o Polo Celeste Norte (FIGURA 9).

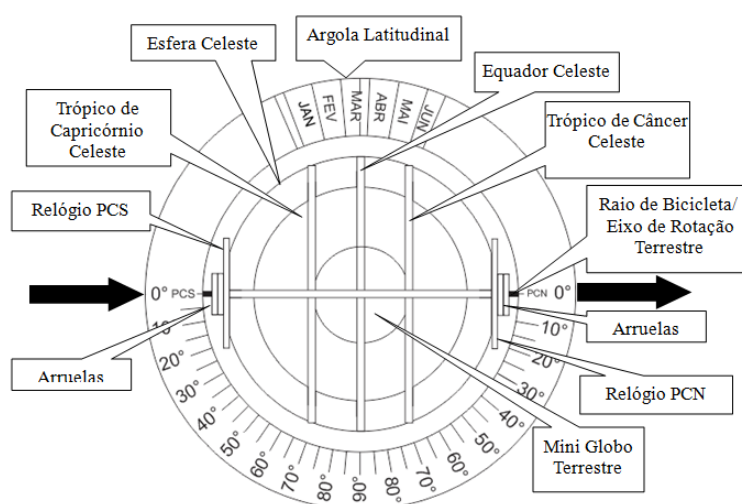


Figura 9: Esquema de montagem do conjunto Terra Esfera Celeste. Fonte: Autoria própria.

Finalizando, continue avançando o pedaço de raio de bicicleta na direção da sigla PCN e logo da borda externa da Argola Latitudinal. Observe que não deve haver sobras de pontas deste raio voltado para qualquer extremidade da argola (Figura 10).

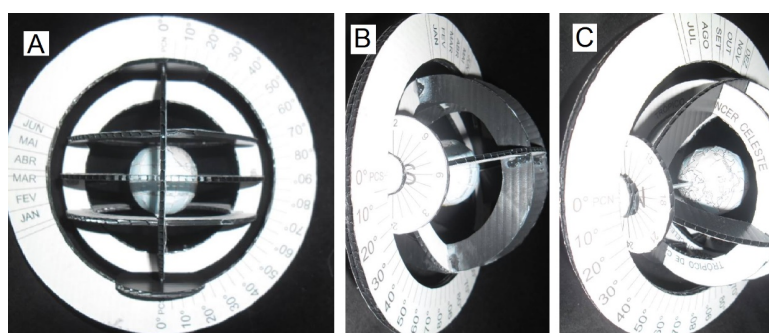


Figura 10: Esfera Celeste. A) Conjunto Terra-Esfera celeste. B) Detalhe da fixação dos relógios PCS deixando o numeral 12 voltado para as abreviações dos meses. C) Detalhe da fixação dos relógios PCN deixando o numeral 12 voltado para as abreviações dos meses. Fonte: Autoria própria.

Encerrando a construção deste objeto, acople a Argola Latitudinal do conjunto Terra Esfera Celeste em meio a Base de Sustentação. Para isso, posicione a Argola Latitudinal (a qual sustenta o conjunto Terra Esfera Celeste) transversalmente à Argola Horizontal da Base de sustentação. Ao acoplar tais partes, considere que o PCS (Polo Celeste Sul) fique na região do ponto cardeal Sul (S da Argola Horizontal), e logo, o PCN (Polo Celeste Norte) voltado para o ponto cardeal norte (N também da Argola Horizontal). Pronto! Está

finalizada a construção deste objeto de aprendizagem, a Esfera Armilar Didática (EAD) (Figura 11).

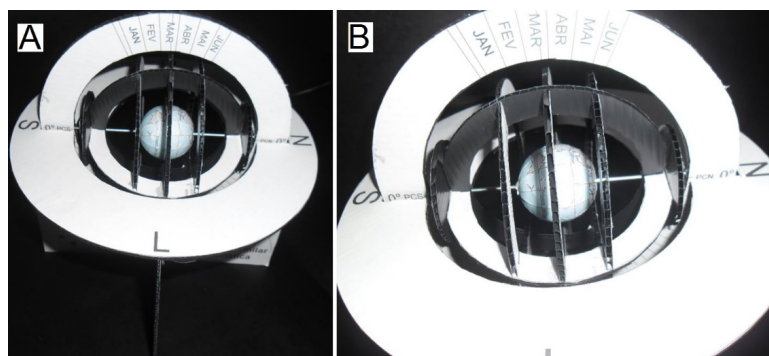


Figura 11: Esfera Armilar Didática (EAD). A) Conjunto Terra Esfera celeste posicionado na base de sustentação. B) Detalhe do acoplamento do conjunto Terra Esfera Celeste na Base de sustentação, observe que o PCS 0° fica voltado para o ponto cardeal Sul e p PCN 0°, voltado para o ponto cardeal N, sendo que as informações dos meses ficam posicionadas na área superior do objeto. Fonte: Autoria própria.

Findado a construção deste objeto partimos para algumas considerações quanto ao uso, deixa-se claro que não objetiva-se aqui exaurir as aplicabilidades deste objeto.

III. APLICAÇÕES DA ESFERA ARMILAR DIDÁTICA NO ENSINO DE ASTRONOMIA

Inicialmente o objeto em questão pode despertar olhares curiosos, e até mesmo de interesse quanto a esta nova figura, à esta linguagem que se apresenta (GAMGUI, 2013). Talvez este seja o primeiro ponto positivo deste modelo didático. No entanto, sua principal característica é a de simular a Esfera Celeste que envolve a Terra. Mas realizando isto com materiais acessíveis, o que antes era confeccionado de metal (Esfera Armilar) agora é proveniente de materiais como o plástico (Esfera Armilar Didática). Deste modo, em um primeiro contato é importante que o professor oriente e demonstre as principais partes deste objeto (Figura 12).

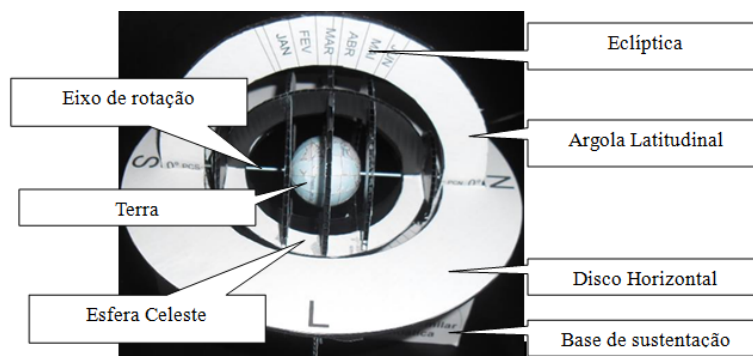


Figura 12: Estruturas representativas da EAD. Fonte: Autoria própria.

A EAD é formada por uma base de sustentação na qual está encaixado o disco horizontal e na parte central há a Esfera Celeste envolvendo o globo terrestre, e ambos estão ligados à argola latitudinal pelo eixo de rotação (Figura 12). A seguir partimos diretamente para considerações ao uso deste modelo didático.

Ao apresentar a EAD em aula é importante colocá-la condizente com os respectivos pontos cardeais do ambiente. Deste modo, é necessário que o professor saiba a localização de tais pontos ou investigue suas posições por meio de um gnômon e (AFONSO, 1996; TROGELLO, DANHONI NEVES, DA SILVA, 2013); com um relógio de ponteiros (DA SILVA, DANHONI NEVES, 2011) ou mesmo com a ajuda de uma bússola.

Ao localizar os devidos pontos cardeais gire a EAD e aponte os pontos cardeais localizados na argola horizontal para os respectivos pontos cardeais do ambiente. Esta ação é importante para situar o modelo ao ambiente da sala de aula e principalmente por favorecer previsões do movimento aparente dos astros (especialmente o do Sol) para o ambiente em questão.

O professor pode neste instante relacionar o nascimento e pôr do Sol em relação ao horizonte real daquele ambiente, deste modo, também é sugerido aqui que tais atividades sejam realizadas em área externa à sala de aula, com uma visão maior do horizonte daquela comunidade, bairro, vila, etc. Deste modo, o docente pode questionar onde ocorre a alvorada e ocaso solar naquele dia, ou naquele ano; verificar se os discentes consideram que o movimento aparente do Sol ocorre de forma fixa, nascendo e ocasionando nas mesmas posições do globo terrestre. A demonstração e comparação do movimento aparente do Sol ao longo do ano serão discutidas ainda nesta seção.

O disco horizontal recebe gravações dos pontos cardeais, pois ele representa a continuação do horizonte para um indivíduo posicionado sobre o globo e com seu zênite e nadir encontrando-se perpendiculares àquele disco (Figura 13). Por sua vez, o zênite é ponto na esfera celeste exatamente acima da cabeça do indivíduo e o nadir é o contrário, exatamente abaixo do indivíduo e em oposição ao zênite. O professor, pode neste instante questionar os alunos da posição de seus zênites e nadires, verificando que cada aluno disposto na sala ou pátio da escola tem os seus.

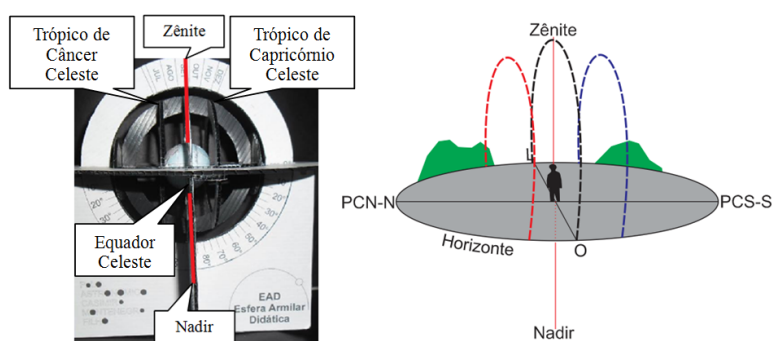


Figura 13: Representação do ambiente em latitude de 0°. Fonte: Autoria própria.

Com isso, cada indivíduo posicionado sobre o globo terrestre terá seu zênite e seu nadir, isto vai depender exatamente de sua posição no globo. Para tanto, é necessário considerar sua longitude (posição no globo em relação ao meridiano de Greenwich) e, especialmente

para tratarmos da movimentação aparente dos astros como o Sol, objetivo deste objeto de aprendizagem, sua latitude (posição no globo terrestre em relação a linha equatorial).

O professor de qualquer local do planeta pode representar por meio da EAD a configuração da esfera celeste daquele ambiente. Para isso basta girar a argola latitudinal para a latitude adequada. Nos exemplos da Figura 14, são representadas a movimentação e a adequação da EAD para as latitudes de 25ºS (Figura 14A) e 25º (N).

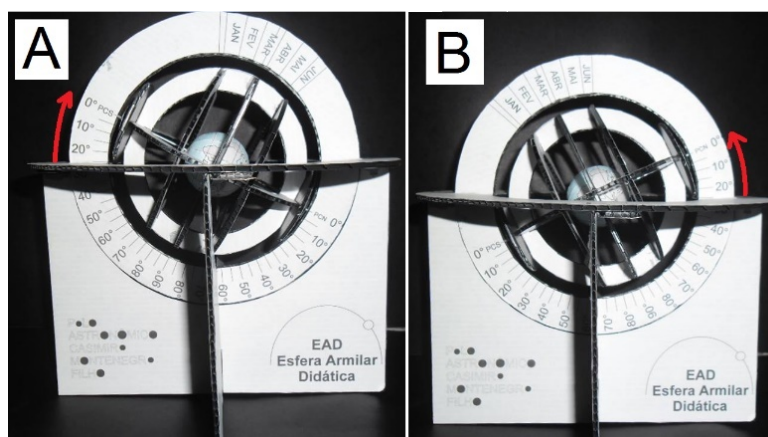


Figura 14: Movimentando a EAD. Fonte: Autoria própria.

A movimentação da argola latitudinal não se prende apenas a estas latitudes (Figura 14 A e B), ela permite a movimentação ampla. No entanto é válido salientar que as latitudes ao Sul como a Norte possuem seu ápice na escala de 90º, exatamente a configuração no qual o PCN ou o PCS ficam alinhados com o zênite local.

Em um determinado ambiente, onde é possível realizar momentos de observações do céu, certamente os observadores concluirão que estão posicionados em um solo (planificado) e envoltos por uma cúpula celeste que está em movimentação. Tal concepção foi disseminada e aceita durante muitos séculos, e atualmente ainda gera concepções alternativas entre os educandos da educação básica (LANGHI, NARDI, 2005). O que torna a abordagem desta questão essencial ao ensino de Astronomia e que pode ser abordada pelo objeto de aprendizagem EAD.

Neste sentido, o professor pode como ponto de partida desta questão, reconhecer o globo terrestre presente no modelo didático em questão. Globo que se encontra centralizado na esfera celeste e suspenso por um pedaço de raio de bicicleta, que aqui simboliza o eixo de rotação terrestre, linha que não existe fisicamente é imaginária. No entanto, é importante deixar claro ao discente que tal representação simboliza o eixo que (assim como na EAD) se prolonga em meio a Terra, passando pelos polos e encaminhando-se às regiões celestes (Figura 15). Também, tal configuração representa a linha pela qual a Terra apresenta seus movimentos de rotação, como se fosse uma bailarina empreendendo giros sobre seu eixo de rotação.

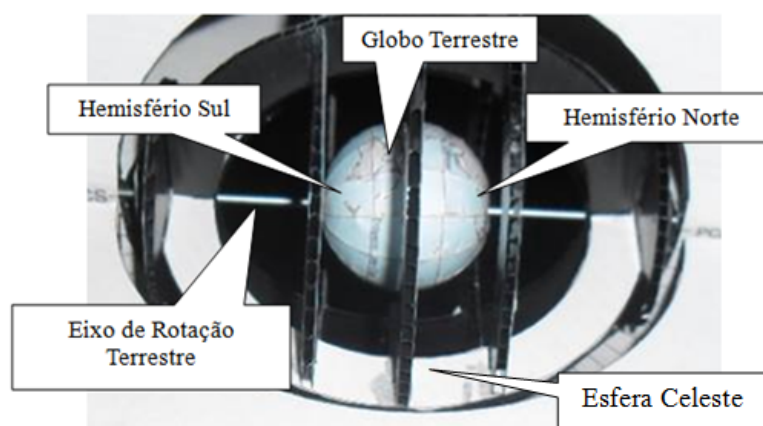


Figura 15: Detalhe do Eixo de Rotação sustentando o globo terrestre Fonte: Autoria própria.

Ainda observando o globo terrestre é possível destacar as linhas imaginárias presente nele: Trópicos de Capricórnio e Câncer e linha do Equador, além das porções do Hemisfério Sul e Hemisfério Norte (Figura 15).

Ao entorno do globo terrestre é observada a esfera plástica a qual simboliza a Esfera Celeste (Figura 15). Observe que esta é proporcional à esfera do globo terrestre, deste modo, as linhas dos trópicos e do equador são também proporcionais as linhas celestes de mesmo nome.

Tratando especificamente da questão da movimentação aparente, comentada no início deste capítulo, o professor pode com base na EAD representá-los, girando a esfera celeste, é possível verificar e simular sua rotação aparente. Além disso, é possível investigar o sentido desta rotação, a qual pode ser contextualizada com a movimentação aparente observada no ambiente. Deste modo, em momentos de observação de astros celestes o observador concluirá que aparentemente astros como o Sol, ou a lua, enfim a esfera celeste realiza movimentação aparente de leste para oeste, o que pode ser demonstrado na esfera celeste girando-a em tal sentido (Figura 16A).

O professor pode ainda questionar se não é a Terra que está realizando tal movimento, provavelmente os educandos em diversos momentos dos cursos científicos já devem ter ouvido, ou lido que é a Terra que está girando, em uma concepção heliocêntrica a qual é aceita hodiernamente como verdade científica. Para tal demonstração, basta girar o globo terrestre e segurando a esfera celeste, deste movimento podem surgir alguns questionamentos quanto a sentido desta movimentação terrestre, será que é de oeste para leste ou de leste para oeste? A resposta desta questão está em avaliar o movimento aparente da esfera celeste, pois o movimento terrestre ocorre no sentido contrário, de oeste para leste (Figura 16B).

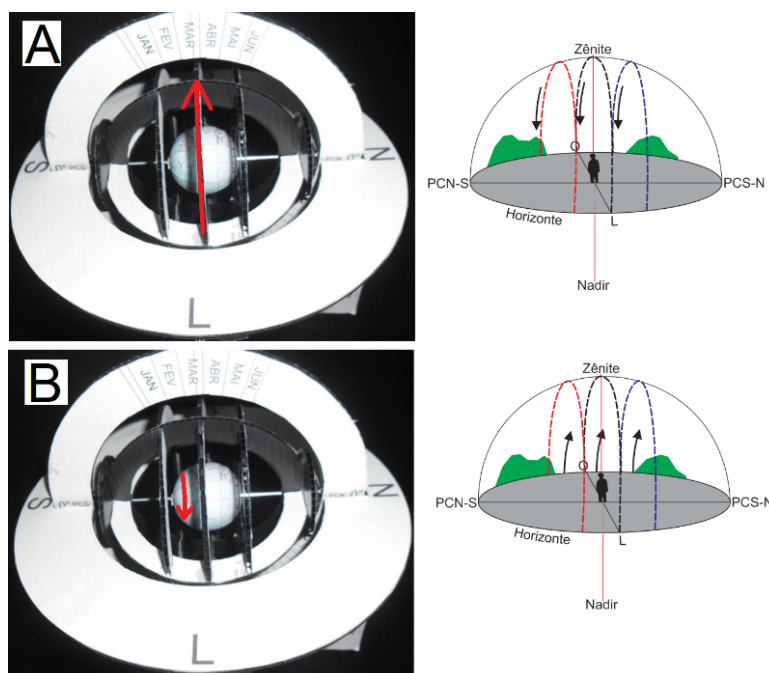


Figura 16: Concepções dos movimentos geocêntrico e heliocêntrico. A) Geocêntrico: movimento aparente da esfera celeste de leste para oeste. B) Heliocêntrico: Movimento terrestre de oeste para leste. Fonte: Autoria própria.

Como se pode observar, os movimentos da esfera celeste e da Terra divergem pelo ponto de referência. Entretanto ressaltam a necessidade de sua abordagem, de sua comparação e principalmente, da não exclusão desta ou daquela teoria, pois considerar as diferentes concepções pode subsidiar a construção de conceitos.

A argola latitudinal colocada perpendicularmente ao disco horizontal, representa também a linha meridional daquele determinado ambiente, ou ainda a linha sul-norte verdadeira (Figura 17A e B). Nesta estrutura também se encontram informações sobre os meses (em ambos os lados) e de forma abreviada (JAN- Janeiro, FEV- Fevereiro, Mar- Março, ABR- Abril, MAI- Maio, JUN- Junho, JUL- Julho, AGO- Agosto, OUT- Outubro, NOV- Novembro e DEZ- Dezembro) formando a Eclíptica reduzida (Figura 17A e C).

Os meses abreviados na argola latitudinal (Figura 17C) representam a posição do Sol na esfera celeste para cada época anual. Considerando a posição das abreviaturas é possível afirmar que aquele ponto representa o meio dia solar, por esta razão os relógios PCS e PCN foram colados com o numeral 12 voltado para cima e coincidindo com o meridiano local. Considerando que o Sol está em diferentes pontos da esfera celeste ao meio dia, é possível inferir sua posição na alvorada e ocaso, concluindo que tais ações ocorrem em diferentes pontos do horizonte (TROGELLO, DANHONI NEVES, SILVA, 2012).

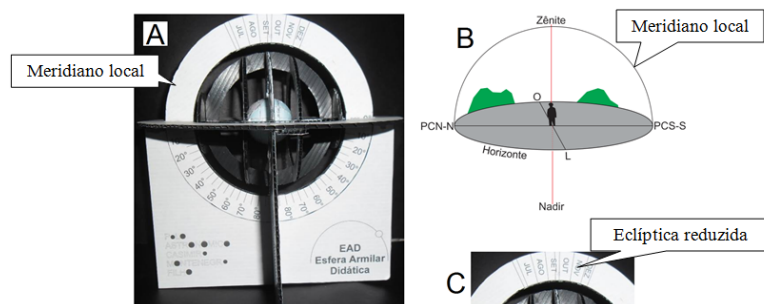


Figura 17: Argola Latitudinal. Fonte: Autoria própria.

Representar a movimentação aparente do Sol de maneira a desconstruir uma concepção de que ela ocorre de maneira fixa (TROGELLO, DANHONI NEVES, SILVA, 2013) é, provavelmente, o principal objetivo deste tipo de intervenção. Deste modo, considerando os pontos que o Sol pode ocupar na esfera celeste ao meio dia solar é possível verificar e até mesmo prever sua posição aparente ao nascer e pôr naquela determinada data. O docente com o objetivo de demonstrar tais fundamentos necessita posicionar o dedo ou outro referencial em uma determinada data da eclíptica reduzida e transcrever sua posição para a esfera celeste (Figura 18A). Em seguida basta girar a esfera celeste em direção a região leste para visualizar a posição do Sol ao nascente e para a região oeste se o interesse for verificar a posição em que o Sol se põe (Figura 18B).

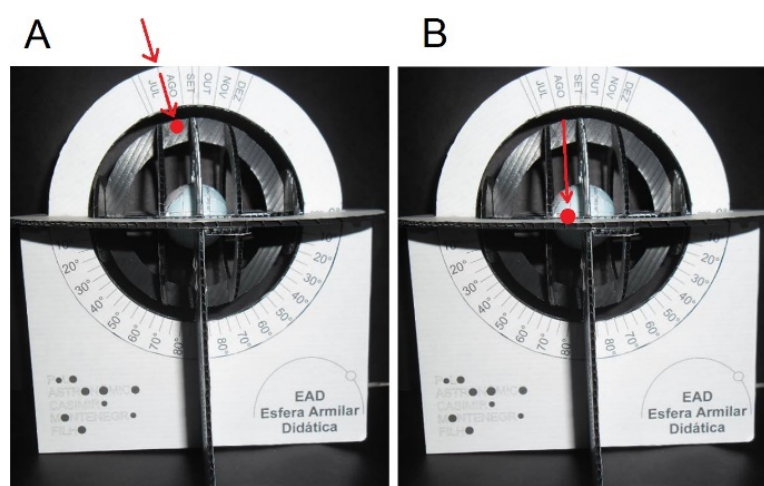


Figura 18: Simulação da movimentação aparente do Sol para a latitude de 0° . Fonte: Autoria própria.

A simulação representada na figura 18 pode ser adaptada para qualquer data do ano, ou seja, caso o professor deseje demonstrar o movimento aparente do Sol para uma data de qualquer mês do ano basta seguir o procedimento supracitado. Além disso, posicionando a esfera celeste para uma determinada latitude é possível observar e representar a movimentação aparente do Sol e esfera celeste para cada região do planeta (Figura 19).

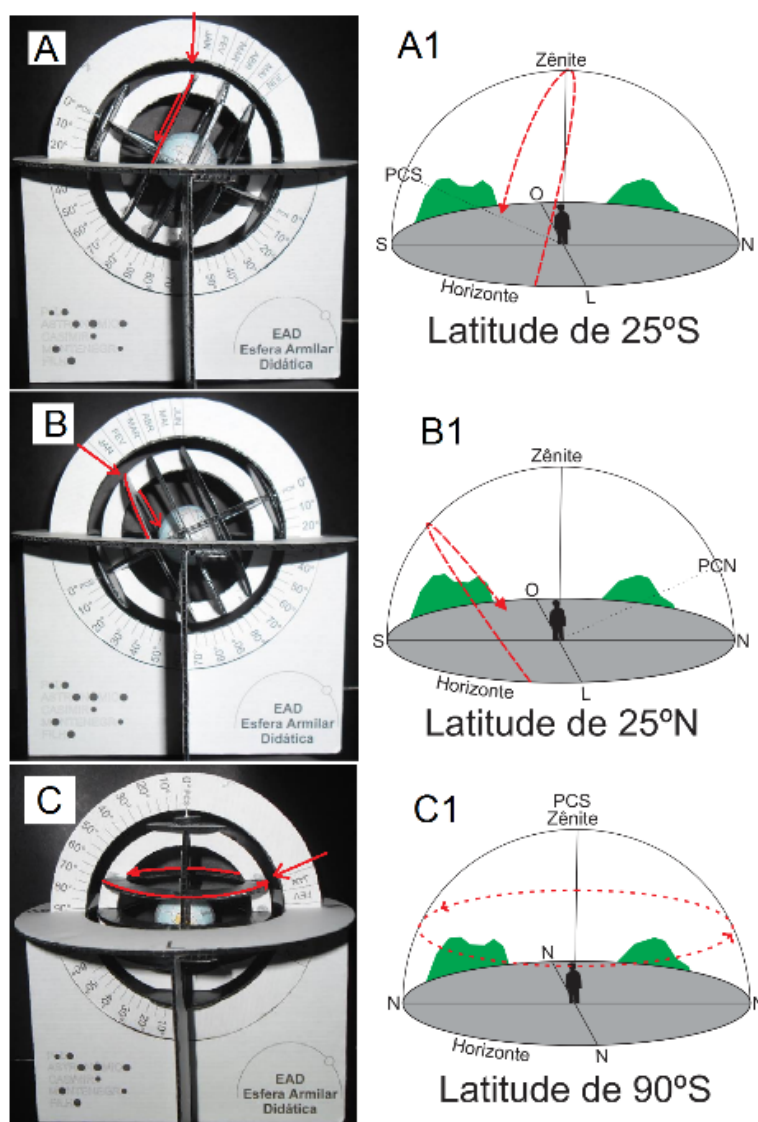


Figura 19: Simulação do movimento aparente do Sol (linhas vermelhas) no dia do solstício verão (hemisfério sul)/ de inverso (hemisfério norte) em diferentes latitudes. Fonte: Autoria própria.

O professor avançando as demonstrações pode correlacionar o movimento aparente do Sol para diferentes épocas do ano e em diferentes latitudes. Tais simulações permitem inferir que o Sol se apresenta na esfera celeste em posições diferentes em uma mesma data para diferentes latitudes (Figura 19).

Ainda com tais demonstrações é possível ainda contextualizar os conceitos relativos a solstícios e equinócios, mostrando o movimento aparente do Sol em tais datas. Correlato a este discurso, com a EAD o professor demonstrador pode simular e prever o horário de nascimento e poente do Sol em diferentes datas e em especial às datas que marcam a passagem das estações (Figura 20). Na latitude de 25°S, é possível verificar o horário (aproximado) do nascimento e ocaso solar, se atendo ao ponto de intersecção do movimento aparente do Sol com o disco horizontal (Figura 20). Realizando esta simulação nos dias do equinócio (março) e dos solstícios de verão (dezembro) e inverno (junho) pode-se inferir que a o Sol nasce mais cedo no início do verão para esta latitude (Figura 20).

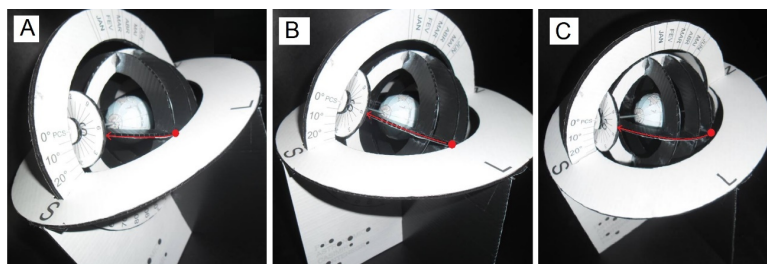


Figura 20: *Predição horária do nascimento do Sol para um ambiente na Latitude 25°S* Fonte: *Autoria própria.*

Tais relações podem ser correlacionadas com o ambiente em questão, por isso é recomendável a simulação de tais fenômenos em ambiente externo, como o pátio escolar no qual se possa observar e referenciar tais eventos com marcos físicos do horizonte. É importante frisar que as simulações e aplicações ora apresentadas não são esgotadas neste trabalho, ficando a cargo do leitor novas incursões e até mesmo readaptações. Além disso, o uso deste objeto de aprendizagem não exime a utilização conjunta com outros objetos (CANALE, 1999; SILVA, CATELLI, GIOVANNINI, 2010; SOBREIRA, 2012;) e ou atividades práticas (AFONSO, 1996; TROGELLO, DANHONI NEVES, SILVA, 2014).

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino dos conceitos astronômicos é, por vezes, de assimilação conflituosa e necessitam de aproximações que extrapolem o, apenas, verbalismo em aulas de ciências. Neste sentido o presente trabalho apresentou a construção e possíveis aplicações do objeto de aprendizagem Esfera Armilar Didática, a EAD.

Ao final da construção, a qual se apresenta com certo grau de dificuldade o professor e ou demonstrador tem em mãos um recurso de baixo custo e que pode auxiliar a assimilação de alguns fenômenos celeste, tais como: contextualização das particularidades da esfera celeste; representação do globo terrestre; linhas imaginárias terrestres e celestes; movimentos da Terra e Esfera Celeste; movimento aparente do Sol; nascente e ocaso solar; estações climáticas; solstícios e equinócios, dentre outros que podem ser investigados e avaliados por futuras investigações.

A apresentação deste objeto pretende ainda a realocação do aluno em situações conflitantes em que se valorizem diálogos entre os conceitos prévios e científicos. Além disso, a demonstração da EAD pode envolver a contextualização dos fenômenos simulados e os observados na esfera celeste local.

Por fim, é desejável explicar que a descrição deste recurso e de suas possíveis aplicações não pretende esgotar suas finalidades. Bem como, o objeto em questão veem corroborar com outros trabalhos já escritos e que serão apresentados por abordarem os conceitos por ora representados. .

REFERÊNCIAS

- ALVES, Alceu Ferreira; CAGNON, José Angelo. DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE POSICIONAMENTO AUTOMÁTICO PARA PAINÉIS FOTOVOLTAICOS. *Energia na Agricultura*, v. 25, n. 2, 2010.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- DA SILVA, Josie Agatha Parrilha; NEVES, Marcos Cesar Danhoni. A perspectiva anamórfica de Hans Holbein: o início da perspectiva preparatória de Galileo e Cigoli no *Sidereus Nuncius*. 2011.
- Gangui, Alejandro. La esfera armilar. *Ciencia en el aula*, v.22, n. 130, 2012, p. 38-41.
- GARCÍA BARROS, S. et al. La Astronomía en textos escolares de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 15, n. 2, 1997, p. 225-232.
- JACQUES, Andressa Melo; MARRANGHELLO, Guilherme Frederico. O Cruzeiro do Sul na sala de aula. *Revista Educar Mais*, v. 7, p. 108-123, 2023.
- LIMA, Melina Silva de; FARIAS, Luiz Marcio Santos; MARTIN, Vera Aparecida Fernandes. A engenharia didática na construção e utilização de esferas armilares: perspectiva histórica no ensino de conceitos de astronomia e de matemática. *Anais V Simpósio Nacional de Educação em Astronomia*, Londrina, PR, 2018.
- LONGHINI, Marcos Daniel; DE DEUS MENEZES, Leonardo Donizette. OBJETO VIRTUAL DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE ASTRONOMIA: ALGUMAS SITUAÇÕES PROBLEMA PROPOSTAS A PARTIR DO SOFTWARE STELLARIUM. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 27, n. 3, 2010.
- OLIVEIRA, Edilene França de; VOELZKE, Marcos Rincon; AMARAL, Luis Henrique. Percepção astronômica de um grupo de alunos do ensino médio da rede estadual de São Paulo da cidade de Suzano. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia-RELEA*, n. 4, 2007, p. 79-99.
- PRADO, A. F. O que há neste Diário? A mobilização de saberes docentes durante um curso de Astronomia para professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho", Bauru, 2019.
- SOBREIRA, P. H. A. Aplicação de modelos tridimensionais para o ensino de fusos horários. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*. N. 13, 2012, p. 7-30.

TROGELLO, Anderson Giovani; NEVES, Marcos Cesar Danhoni; DA SILVA, Sani de Carvalho Rutz. A sombra de um gnômon ao longo de um ano: observações rotineiras eo ensino do movimento aparente do sol e das quatro estações. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, n.16, p.7-26, 2013.

APÊNDICE A

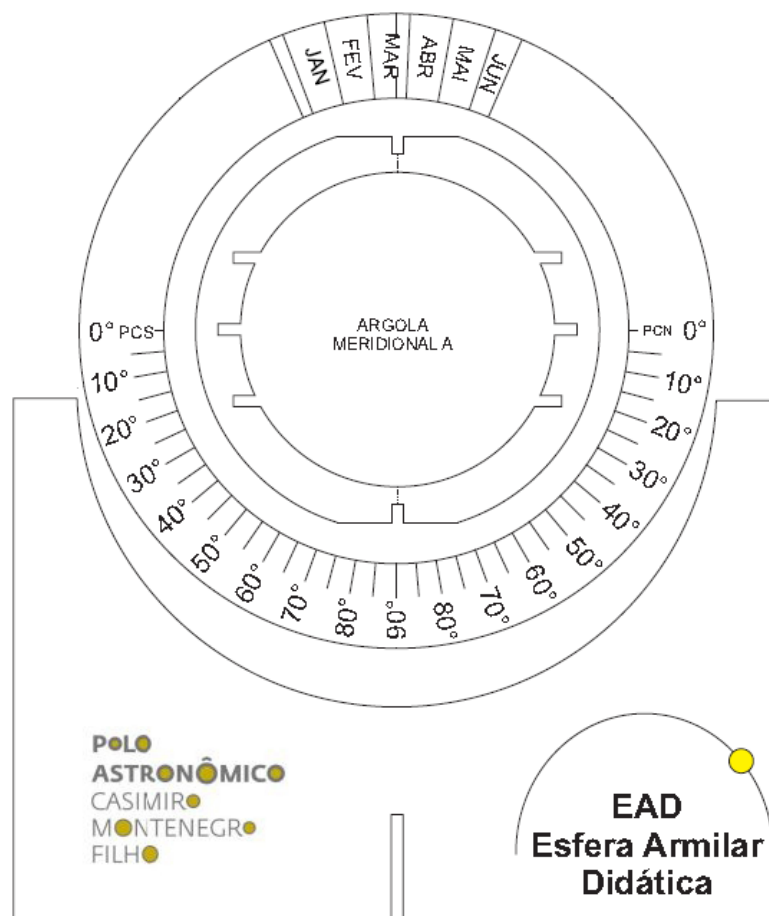


Figura 21: Base A. Fonte: Autoria própria.

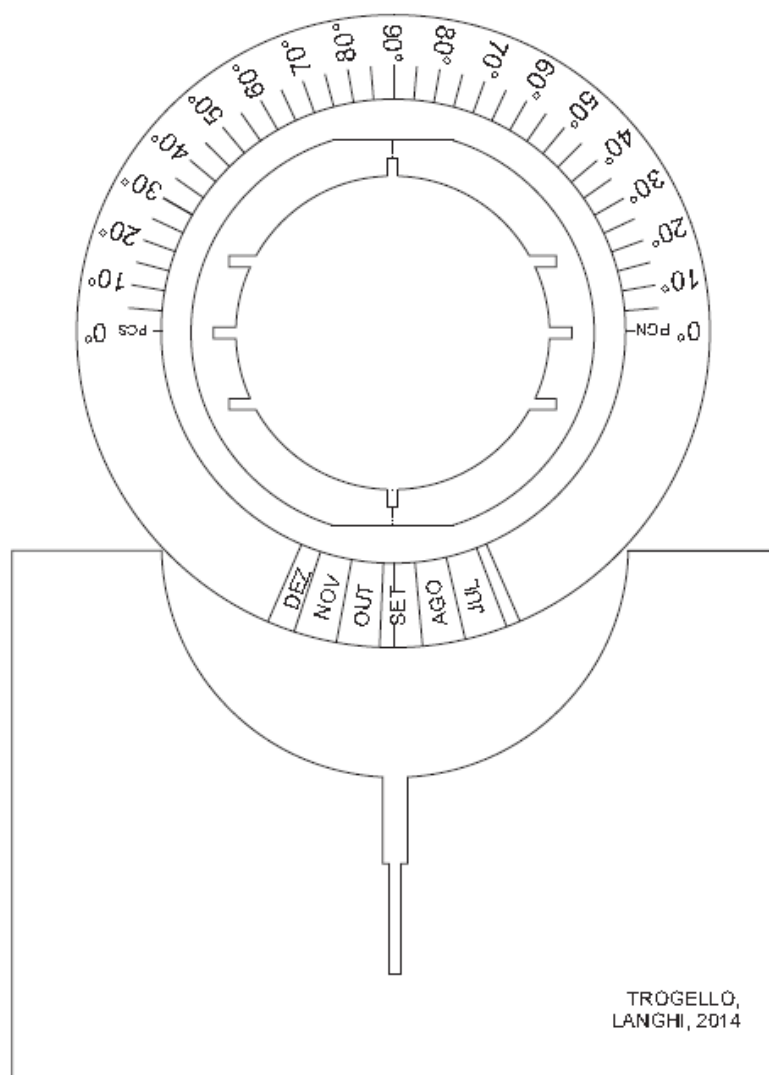
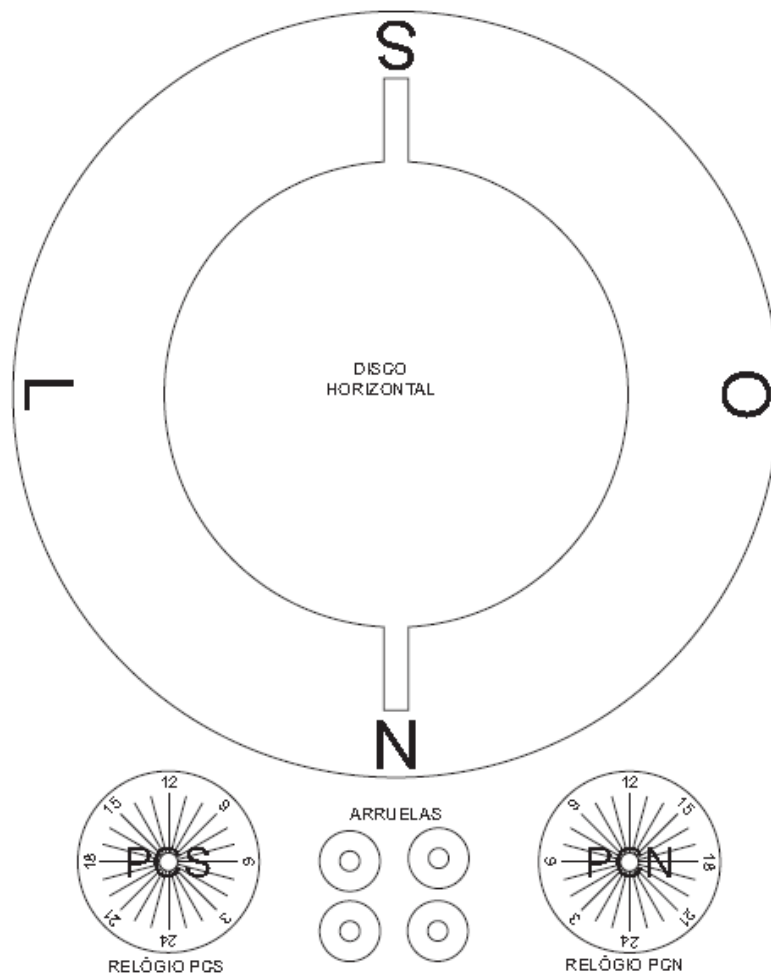


Figura 22: Base B. Fonte: Autoria própria.



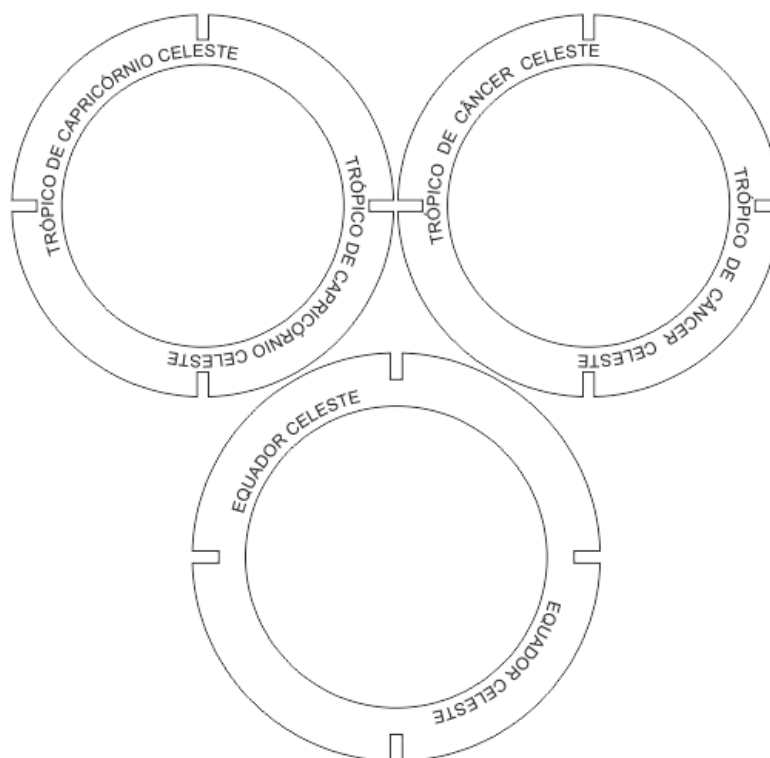


Figura 23: Argolas. Fonte: Autoria própria.

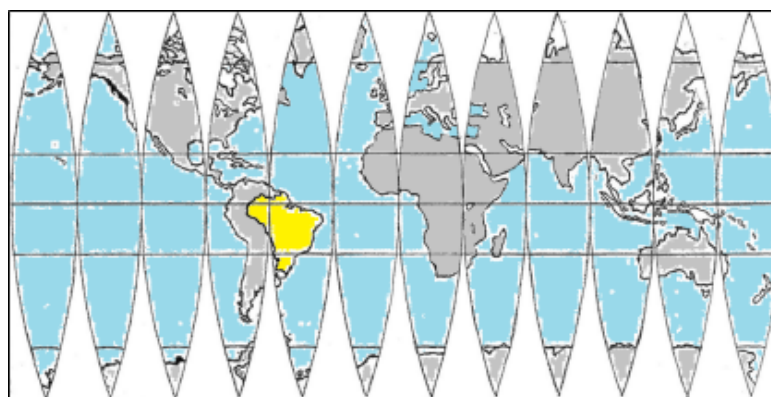


Figura 24: Mapa em gomos. Fonte: Autoria própria.