



Universidade de Brasília

FACULDADE UNB DE PLANALTINA

LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS

CONSTRUÇÃO DE UM RELÓGIO SOLAR PARA O
MUSEU DE CIÊNCIAS NATURAIS

AUTOR: PEDRO BIRAL RADICA AMARO

ORIENTADOR: PROF. DR. PAULO EDUARDO DE BRITO

Planaltina – DF

Novembro de 2015



Universidade de Brasília

FACULDADE UNB DE PLANALTINA

LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS

CONSTRUÇÃO DE UM RELÓGIO SOLAR PARA O MUSEU DE CIÊNCIAS NATURAIS

AUTOR: PEDRO BIRAL RADICA AMARO

ORIENTADOR: PROF. DR. PAULO EDUARDO DE BRITO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora, como exigência parcial para a obtenção de título de Licenciado do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais, da Faculdade UnB Planaltina, sob a orientação do Prof. Dr. Paulo Eduardo de Brito.

Planaltina – DF

Novembro de 2015

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, a minha Mãe, a minha Avó e minha Família, no qual sempre me apoiaram em tudo. Ao meus amigos e orientador que me acompanharam e auxiliaram durante toda a minha graduação.

“Deus quer, o homem sonha, a obra nasce. ”

(Fernando Pessoa)

Construção de um Relógio Solar para o Museu de Ciências Naturais

Pedro Biral Radica Amaro¹

Paulo Eduardo de Brito²

RESUMO:

Pensando no Museu de Ciências Naturais do campus UnB de Planaltina-DF foi desenvolvido um projeto para a construção de um Relógio Solar para fazer parte do seu acervo. O presente trabalho traz todos os passos e os cálculos que foram desenvolvidos durante a sua montagem, verificando que para o real funcionamento do relógio temos que entender os movimentos do Sol, os fenômenos que o Sol ocasiona ao longo do ano e as referentes coordenadas sobre o lugar onde esse relógio será colocado. Obtendo como resultado um relógio que além de mostrar as horas nos proporciona a época e o mês no qual nos encontramos. Fazendo com que esse projeto seja uma ponte do ensino de astronomia em conjunto com Faculdade UnB de Planaltina.

PALAVRAS-CHAVE: Museu de Ciências Naturais, Relógio Solar, Astronomia.

ABSTRACT:

With the UnB Campus Planaltina's Museum of Natural Sciences in mind, it was developed a project to build a Solar Watch to be a part of its collection. This essay contains all of the steps and calculations developed for its assembly, maintaining that for the Clock to be properly functional, we have to understand the movements of the Sun, as well as the phenomena it causes over the course of the year and the coordinates of the location in which the Clock will be placed. The result of this process is a punctual clock that not only shows us the hours but also the time of the month we are in, thus, making this project a collaborative association of the astronomy education and the Faculdade UnB Planaltina.

KEY-WORDS: Museum of Natural Sciences, Solar Watch, Astronomy.

¹ Licenciatura em Ciências Naturais - UnB

² Universidade de Brasília - UnB

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem o intuito de elaborar um relógio solar para fazer parte do Museu de Ciências Naturais, que será localizado no Campus UnB de Planaltina-DF. O Museu de Ciências tem como um de seus objetivos oferecer uma visão abrangente sobre o universo, mostrando sua evolução até os dias de hoje, envolvendo junto o processo civilizatório da humanidade e também abordando vários aspectos científicos relevantes. Museu que conterà diversas peças a céu aberto e servirá para que os visitantes avaliem, percebam e desenvolvam sua própria visão do mundo (Brito et al, 2010).

O relógio solar é um objeto que mede a sucessão das horas através da incidência solar, onde por meio do seu Gnômon (haste que faz a sombra) as horas são apontadas nas linhas horárias já demarcadas (Magalhães, 2007).

Com o Relógio Solar fazendo parte desse acervo, o visitante terá uma ferramenta para saber a hora e o mês em que se encontra naquele momento. Tal objeto já era usado na pré-história e pode ser aplicado no cotidiano em diversos ensinamentos matemáticos, físicos e astronômicos nos dias de hoje.

A Astronomia se mostra importante desde as culturas pré-históricas até os tempos atuais, sendo fundamental na vida das pessoas. Por meio dessa ciência viemos a conseguir dividir o tempo em dias, meses e anos, criando calendários para ser seguidos e as horas para serem marcadas, sendo na maioria dos casos estudado e desenvolvido pelas observações constantes do céu diurno e noturno. Fazendo ser uma ciência de fundamental importância de conhecimento.

Este trabalho tem por objetivo construir um Relógio Solar para o Museu de Ciências Naturais. Demonstrando como se deu o passo a passo na construção desse aparato, com o intuito de desenvolver um projeto junto ao Museu de Ciências Naturais e visando trabalhar o ensino de Astronomia em sincronia com a Faculdade UnB de Planaltina. Além disso, fazer com que haja uma compreensão sobre quais fatores influenciam o entendimento do funcionamento do Relógio Solar e também expressando que tal montagem é de simples manuseio. Para atingir tal objetivo se fez necessário confeccionar dois relógios solares, um mais simples, para usar como ponto de partida, além de possibilitar a obtenção da direção do trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A Astronomia é uma ciência que investiga o espaço ao nosso redor, sendo uma ciência cercada de grandes tecnologias. Trabalhada nas áreas de Física, Matemática e Biologia, envolvendo variadas observações com o intuito de explicar diversos fenômenos que acontecem dentro e fora do planeta Terra, consistindo de modo geral em uma ciência que estuda toda a matéria que se encontra em nosso Universo (Almeida, 2007). Assim, a Astronomia faz parte do cotidiano das pessoas, influenciando de forma direta ou indiretamente o progresso da humanidade, sendo importante o estudo dela (Puzzo et al, 2004).

Os estudos sobre o Universo são pré-históricos, por esse motivo que a Astronomia é constantemente declarada a ciência mais antiga, com relatos de aproximadamente 3000 a.C. feito pelos chineses, babilônios, assírios e egípcios. Nessa época os céus eram estudados para fins práticos, como por exemplo, medir a passagem do tempo, com o intuito de construir calendários para presumir qual a melhor época para se plantar e colher, ou até mesmo buscando propósitos para relacionar a astrologia e a navegação (Filho et al, 2014).

O ser humano começou a observar que a passagem do tempo ocorria de maneira única e sem interrupções, através de compreensões e percepções de fenômenos naturais (Milone et al, 2003). Fazendo assim, uma necessidade de adotar um sistema de tempo universal que é baseado no movimento de rotação da Terra, onde se organiza na alternância do dia e da noite, obedecendo a posição do Sol e das Estrelas (Nadal et al, 2000).

Um artefato desenvolvido que proporcionou a medição do tempo foi o Relógio Solar (Figura 1), instrumento que através da sombra de um indicador nos mostra as horas naquele momento (Canalle, 2010). O relógio solar foi evoluindo de forma gradativa ao longo de vários séculos, sendo incluído ao redor dos Gnômons marcações simbolizando as unidades de tempo. Com o desenvolvimento da trigonometria pelos gregos as marcações que apontava as horas vieram a ser determinadas, com a geometria e a aritmética trabalhadas juntas para distinguir essa medida de tempo. Assim, possibilitando ao longo das épocas desenvolverem os mais aprimorados relógios de Sol para o cotidiano (Azevedo et al, 2013).

Figura 1 – Relógio Solar em Aço Escovado



Fonte 1: <http://stoa.usp.br/cienciacultura/weblog/83753.html>

Para haver esse desenvolvimento do relógio é necessário empregar vários conhecimentos na sua construção. Conhecimentos que envolvem o movimento do Sol, da Terra, as coordenadas na superfície da Terra e o tempo, fazendo assim uma associação entre esses conceitos. Dessa maneira esses conteúdos foram observados e estudados durante a construção do nosso relógio solar e são apresentados aqui.

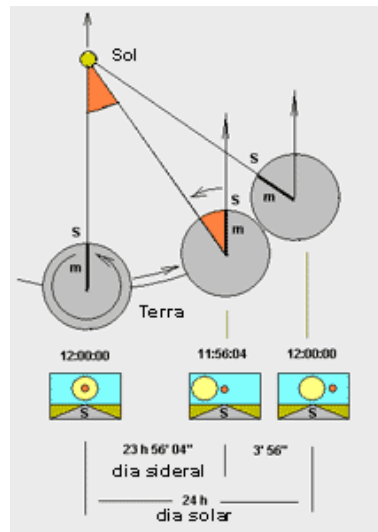
Levado em conta a contagem dos dias em relação ao movimento dos corpos celestes, podemos considerar dois tipos de dias, o dia sideral e o dia solar.

O dia sideral é o intervalo de tempo gasto entre duas passagens sucessivas de uma estrela pelo meridiano celeste local, com uma duração menor que 24 horas (Argüello et al, 1987). Sendo essa duração de tempo aproximadamente de 23 horas, 56 minutos e 4 segundos.

Já o dia solar corresponde ao intervalo de tempo entre duas passagens consecutivas do Sol através do meridiano celeste do lugar, tendo uma linha imaginária que liga os pontos cardeais Norte e Sul passando pelo zênite (ponto imaginário no céu que é interceptado por um eixo vertical, sendo traçado a partir da cabeça do observador), ocasionando um intervalo de tempo de 24 horas (Figura 2), sendo quase 4 minutos a mais de diferença sobre dia sideral (Milone et al, 2003).

Essa diferença horária entre o dia solar e sideral pode ser esclarecida mais precisamente pelo motivo de que em um ano há 365,2422 dias solares e conseqüentemente temos 366,2422 dias siderais, então o dia sideral é igual há $24 \text{ horas} \times \frac{365,2422}{366,2422} = 23,9345 \text{ horas}$, correspondendo a 23 h 56 min 4,09 segundos.

Figura 2 – Diferença entre dia Solar e dia Sideral



Fonte 2: <http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/fisica-sem-misterio/a-luta-cotidiana-contra-o-tempo>

O dia solar pode ser dividido em tempo solar verdadeiro e tempo solar médio. O tempo solar verdadeiro é o ângulo horário do centro do Sol, ângulo este que é medido sobre o equador terrestre desde o ponto no qual se encontra o meridiano do local de medida até o meridiano do astro. Já o tempo solar médio é o ângulo horário do centro do Sol médio, esse Sol médio seria um Sol fictício, no qual se move no decorrer no Equador celeste, com uma certa velocidade angular constante, de maneira que os dias solares médios são iguais entre si (Filho et al, 2014).

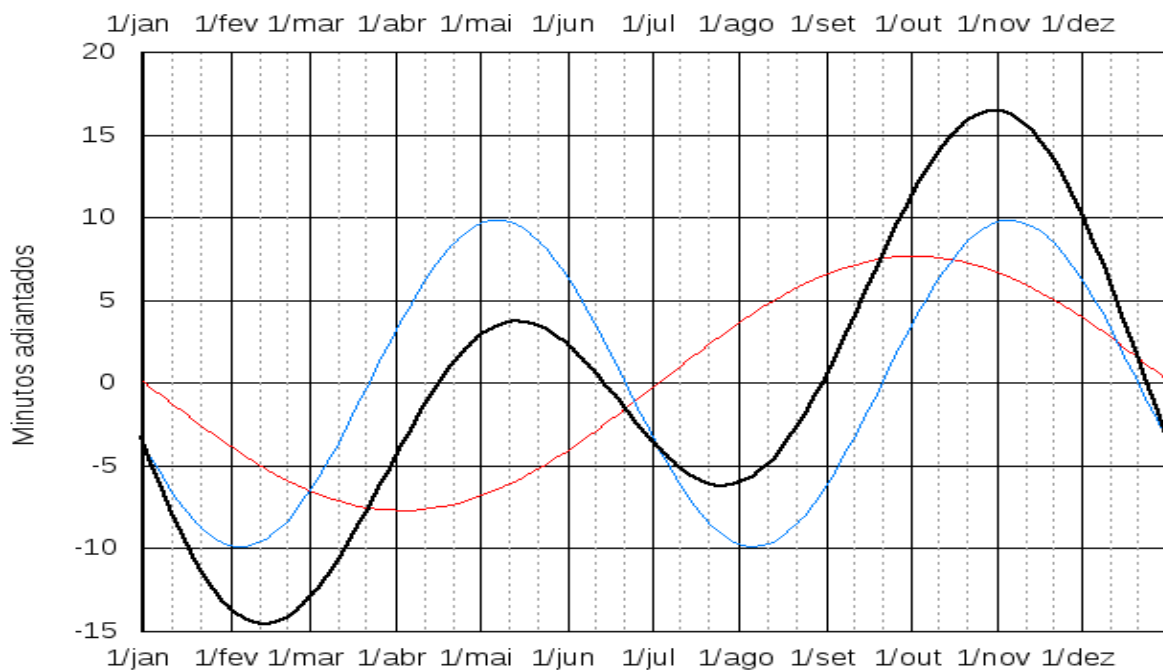
Quando tiramos a diferença de tempo entre o ângulo horário do Sol e o ângulo horário do Sol médio, em determinado instante, para um determinado lugar, obtemos o ângulo horário do Sol igual a $(l_o - \alpha_o) - (l_o - l_0)$, onde l_o é a longitude eclíptica do Sol, α_o é a inclinação do eixo da Terra ($23,45^\circ$) e l_0 é a longitude do Sol médio, essa equação divide o problema em dois termos, sendo o primeiro denominado de Redução ao Equador, no qual leva em consideração o Sol verdadeiro que se move na eclíptica, ao passo que o Sol médio se move no equador, e o segundo termo é chamado de Equação do Centro que leva em consideração a elipticidade da órbita. Assim definimos a Equação do Tempo (Minguens, 1995). Dado por:

$$ET(dia) = 7,68 \operatorname{sen} \left((dia - afélio) \frac{2\pi}{ano} \right) + 9,87 \operatorname{sen} \left((dia - equi1) \frac{4\pi}{ano} \right)$$

Onde, ET corresponde a equação do tempo, variação em minutos em relação ao dia solar médio em função do dia do ano. O dia irá de 1 a 365 no qual a data de primeiro de janeiro corresponda a 1 e 31 de dezembro corresponda a 365. O $afélio$, que acontece no dia 3 de julho, será o centésimo octogésimo quarto dia (184) e o $equi1$, corresponde ao equinócio de outono (22 de março) e será o octogésimo primeiro dia do ano (81).

A correção do tempo pode ser visualizada na figura a baixo (Figura 3):

Figura 3 - Equação do Tempo



Fonte 3: Produzido pelos autores

Onde, a linha vermelha relata a variação do dia devido ao movimento da Terra ser uma elipse, $\left(7,68 \operatorname{sen} \left((dia - afélio) \frac{2\pi}{ano} \right)\right)$, a linha azul corresponde a variação do dia devido a inclinação do eixo terrestre e sua associação com os solstícios e equinócios, $\left(9,87 \operatorname{sen} \left((dia - equi1) \frac{4\pi}{ano} \right)\right)$, e a linha preta é a soma dos dois efeitos.

Essa variação de tempo pode ser explicada pelo formato no qual a órbita da Terra tem e que segundo ALMEIDA (2013) explica que:

Como a órbita da Terra tem a forma de uma elipse, o nosso planeta, ao descrevê-la, passa por uma posição que é a mais afastada possível do Sol (o *afélio*), que ocorre por volta de 4 de julho de cada ano, e por uma outra posição (denominada *periélio*), na qual está à distância mínima da nossa estrela (próximo de 4 de janeiro de cada ano) (ALMEIDA, 2013, p.166).

Visto da Terra o Sol tem o seu movimento no sentido de Leste para Oeste durante o dia, variando sua posição entre as estrelas ao longo do ano. Esse trajeto no qual o Sol faz durante o ano se chama eclíptica, trajetória que contém uma inclinação de $23^{\circ}27'$ em comparação ao equador celeste, sendo esse percurso uma projeção na esfera celeste do plano orbital da Terra (Saraiva et al, 2015).

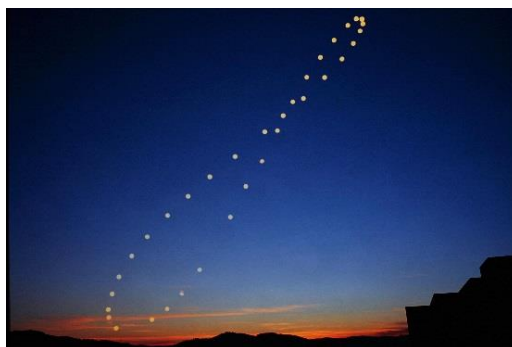
Devido a essa eclíptica a Terra em certas épocas do ano passa por fases em que a intensidade do Sol dura mais tempo ou dura menos tempo ao longo do dia. As extremas transições dessas fases são chamadas de Solstício e Equinócio, fenômenos que ocasionam também as Estações do ano no planeta (Dilão, 1999). Estações do ano que de acordo com LIMA (2006) ocorrem devido a:

Inclinação do eixo de rotação da Terra, e que dependem de duas propriedades de eixo: 1^a) ele estar inclinado com relação a órbita que a Terra faz ao redor do Sol; 2^a) essa inclinação é sempre a mesma ($23,5^{\circ}$ com relação à perpendicular ao plano orbital), ou seja, o eixo aponta sempre para a mesma posição (LIMA, 2006, p.33).

DILÃO (1999), ainda explica que quando nós temos o Equinócio a luz solar incide de maneira igual sobre os dois hemisférios, o dia e a noite tem igual duração. Na época que temos o Solstício a luz solar incide mais no hemisfério sul ou mais no hemisfério norte, variando de acordo com a época do ano.

Quando marcado a posição do Sol através de fotos tiradas do mesmo lugar, no mesmo horário e ao longo de um ano, observa-se que o Sol configura a imagem de um “oito” na esfera celeste que é chamada de Analema (Figura 4), que é ocasionado pela inclinação da Terra e pelo fato da rotação da Terra em torno do Sol ser uma elipse (Neto, 2013).

Figura 4 – Analema



Fonte 4: <http://scienceblogs.com/startswithabang/2009/08/24/a-question-of-why-the-analemma/>

A cada instante do tempo nós nos encontramos em uma posição diferente no Analema, pois a cada momento o Sol está em um lugar diferente no céu. Assim, temos variações na declinação do Sol de acordo com o dia e a Ascensão Reta irá mostrar as variações horarias para o dia observado. Portanto, a altura proporciona o dia do ano e o meridiano a hora do local.

3. METODOLOGIA

Este trabalho tem como objetivo principal a confecção de um relógio solar para o Museu de Ciências Naturais. Para alcançar tal objetivo foi preciso construir dois relógios solares, um relógio solar mais simples que auxiliou o início dos estudos e serviu como ponto de partida para desenvolver o relógio solar mais completo no qual irá fazer parte do Museu de Ciências Naturais. Mostrando assim na metodologia como se deu os passos e os cálculos na elaboração desses medidores de tempo. Os relógios trabalhados aqui foram: o relógio solar de madeira e o relógio solar de garrafa pet.

3.1 – Relógio Solar de Madeira

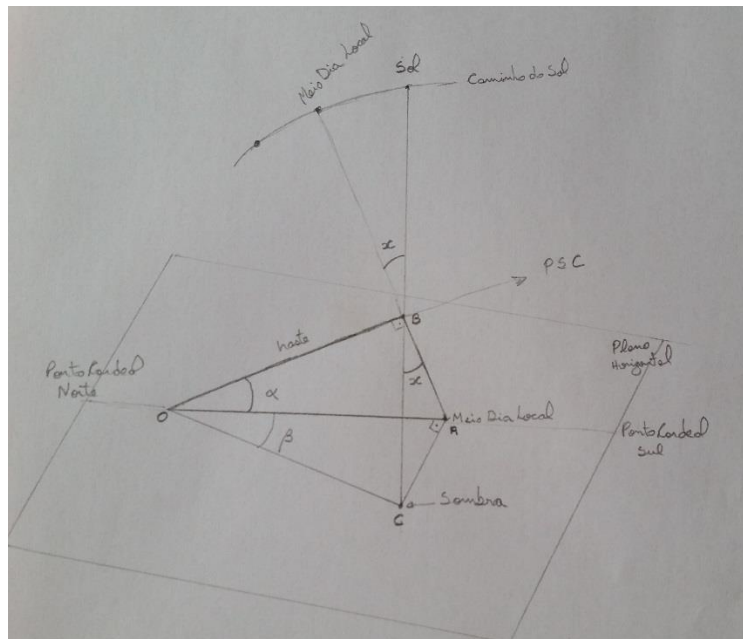
Esse relógio é o modelo que foi utilizado como o ponto de partida na construção do relógio solar de garrafa PET. Sendo que a elaboração deste relógio é simples e bem acessível, podendo ser trabalhada em vários tamanhos.

Os materiais que foram utilizados durante a preparação foram:

- Madeira (90 cm x 90 cm x 3,5 cm)
- Madeira (85 cm x 30 cm x 0,3 cm)
- Régua/ Fita Métrica
- Transferidor
- Caneta/ Lápis
- Arco de Serra (Segueta)/ Serrote

Primeiramente, para confeccionar esse relógio se faz necessário calcular as linhas horárias. Para tal, foi usado cálculos de trigonometria, latitude, longitude e fuso horário local. Assim por meio desses fatores conseguimos calcular os ângulos horários para traçar as linhas. Sendo os ângulos deduzidos de acordo com a Figura 5:

Figura 5 – Dedução dos ângulos horários



Fonte 5: Produzido pelos autores

De modo que $tg \beta = \frac{AC}{AO} = \frac{AC}{AB} \frac{AB}{AO} = tgX \text{ sen } \alpha$, então $\beta = \text{arctg} (tg X \cdot \text{sen } \alpha)$, onde X em $90^\circ = 6$ horas, X em $0^\circ = 12$ horas e X em $-90^\circ = 18$ horas. Assim, podemos deduzir X de modo:

$$X = \text{arctg} \{tg [15^\circ (12 - \text{hora}) + (\text{long} - \text{fuso})] \text{sen} (\text{lat})\}$$

Onde, X é o ângulo que a linha das horas faz com a linha de doze horas, ou a linha meridiana do relógio. $Long$ é a longitude do local, Lat é a latitude do local, $Fuso$ é o fuso horário do local e o 15° representa quantos graus denota uma hora.

Tomando como exemplo a cidade de Planaltina-DF com a latitude de $15,6^\circ$, com a longitude de $47,6^\circ$ e com o fuso horário de 45° , foram obtidos os seguintes resultados na tabela a seguir (Tabela 1):

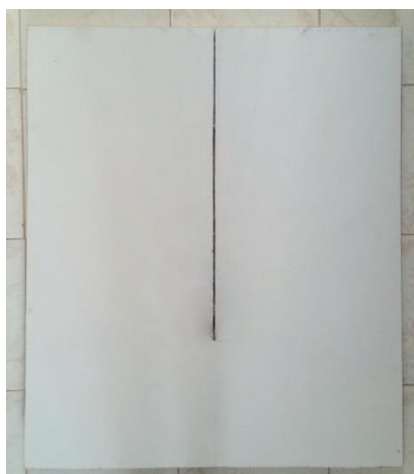
Tabela 1: Relação entre as horas e os respectivos ângulos

Horas	X (ângulos)
05:30	123,5°
06:00	99,6°
06:30	87,5°
07:00	50,7°
07:30	36,6°
08:00	27,4°
08:30	21,8°
09:00	16,4°
09:30	12,7°
10:00	9,7°
10:30	7,1°
11:00	4,8°
11:30	2,7°
12:00	0,6°
12:30	-1,3°
13:00	-3,3°
13:30	-5,5°
14:00	-7,9°
14:30	-10,6°
15:00	-13,7°
15:30	-17,7°
16:00	-22,8°
16:30	-29,8°
17:00	-40,2°
17:30	-56,4°
18:00	-80,4°

O próximo passo foi trabalhar com a madeira maior (90 cm x 90 cm x 3,5 cm) cortando-a com o serrote, no sentido do centro até a borda, fazendo o corte com a espessura

da madeira menor (85 cm x 30 cm x 0,3 cm), de modo que ela possa ser encaixada em outro momento (Figura 6).

Figura 6 – Base de Madeira Cortada



Fonte 6: Produzido pelos autores

A partir desse momento, com a ajuda de um transferidor e de uma régua foram colocadas as linhas das horas com seus respectivos ângulos (Tabela 1). Começando a colocar as horas da direita para a esquerda, a partir do corte feito na madeira. (Figura 7).

Figura 7 - Linhas Horárias



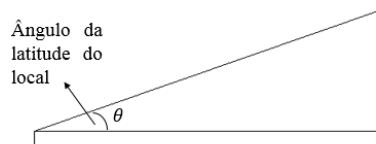
Fonte 7: Produzido pelos autores

Para fazer o ponteiro do relógio usou-se a madeira menor cortando-a de modo que ela tenha o ângulo da latitude do local. Para que quando esse relógio seja apontado para o

ponto cardinal Sul ele fique perpendicular ao plano que o Sol faz no céu no decorrer do dia e para se igualar a linha do Equador (latitude de Planaltina: 15,6°).

Esse ponteiro tem que vir também com uma base de 3 cm (Figura 8), onde ela possa se encaixar na madeira maior logo em seguida (Figura 9).

Figura 8 – Esquema do Ponteiro



Fonte 8: Produzido pelos autores

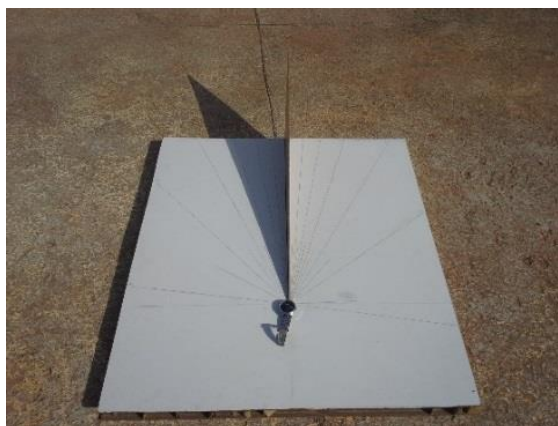
Figura 9 – Ponteiro Pronto



Fonte 9: Produzido pelos autores

Por fim, foi encaixado o ponteiro do relógio e direcionado para o ponto cardinal Sul para que ele funcione de forma adequada. É necessário imprimir uma Equação do Tempo referente ao local, como mostrado na Figura 3, e fixando-a na parte inferior do relógio, para que os observadores vejam as horas certas de acordo com a época do ano. Dessa forma conseguimos ler as horas precisamente (Figura 10).

Figura 10 – Relógio Solar Finalizado



Fonte 10: Produzido pelos autores

3.2 – Relógio Solar de Garrafa Pet

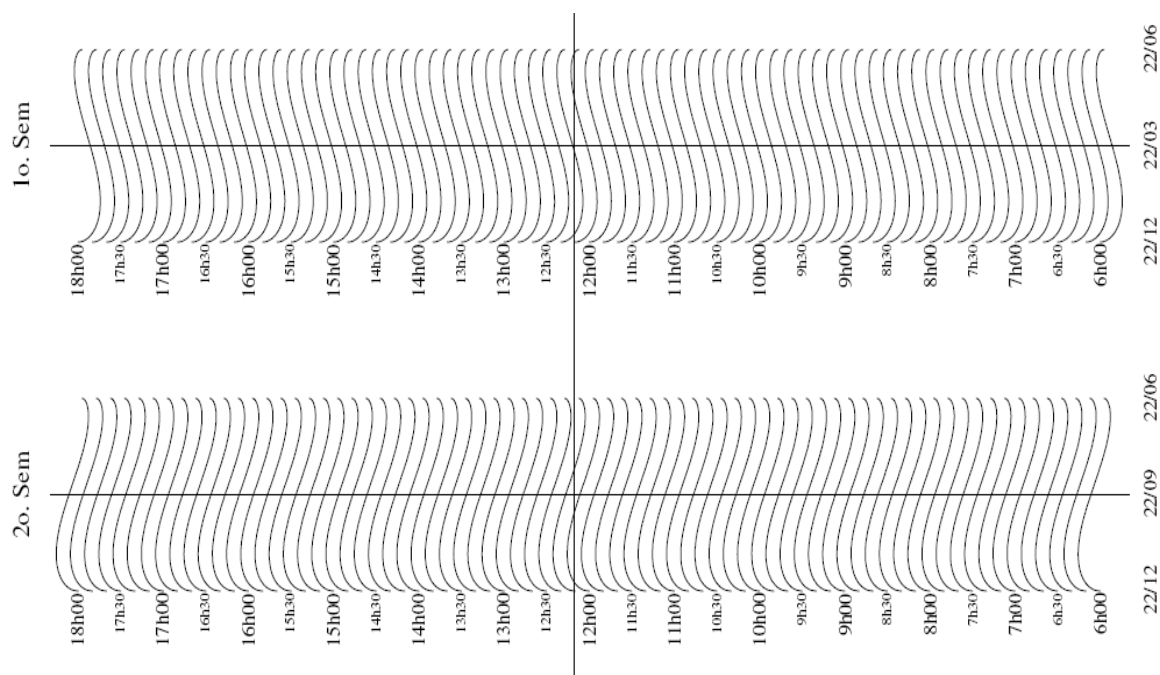
Esse modelo de relógio foi escolhido como a melhor opção para ser desenvolvido no Museu de Ciências, ele será o molde na construção relógio solar em aço escovado (Figura1). Também é um relógio simples e acessível para se construir e sua precisão horária não depende das correções da equação do tempo.

Os materiais utilizados são os listados a baixo:

- Garrafa Pet
- Tesoura/ Estilete
- Papel
- Papelão
- Barbante/ Linha
- Cola/ Fita Adesiva
- Prego
- Transferidor
- Régua
- Prego
- Massa de Modelar

Para desenvolver esse relógio foi necessário inicialmente estabelecer as linhas horárias e as linhas diárias. Essas linhas foram estabelecidas pelo programa desenvolvido pelo Professor Dr. Paulo Eduardo de Brito, no qual o algoritmo básico se encontra no Anexo 1. Onde só é necessário colocar as coordenadas do local desejado que o programa traça as respectivas linhas corretamente. Há uma divisão das linhas horárias e diárias em duas partes, sendo no primeiro e o segundo semestre do ano, pelo fato de haver certas variações horárias em certas épocas do ano, descrita pela equação do tempo e também pelo fato de ser melhor visível e compreensível para observar. Portanto, esse programa já insere as diferentes variações horárias que acontecem durante o ano e transcreve-as para as linhas horárias que serão projetadas (Figura 11). Assim, essas linhas horarias têm o seu tamanho proporcional ao raio da circunferência de onde elas serão fixadas.

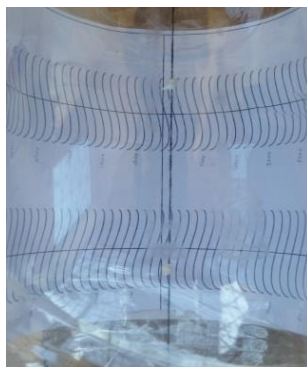
Figura 11 – Linhas horárias



Fonte 11: Produzido pelos autores

Depois de encontrar as linhas horárias, basta imprimir e fixar na garrafa pet e depois confeccionar o ponteiro. O ponteiro desse relógio consiste apenas em uma linha ou barbante que atravessa a garrafa pet por dentro. Para isso, utilizou-se de um prego aquecido para perfurar a tampa e o fundo da garrafa onde a linha irá passar. Mas antes de fixá-la na estrutura é preciso colocar duas bolas pequenas de massa de modelar com uma distância entre elas de 9,2 cm (espaço entre as linhas horárias do primeiro semestre e do segundo semestre do ano), de modo em que elas fiquem centralizadas nas linhas horárias. Também é necessário que a linha esteja bem esticada para depois fixá-la (Figura 12).

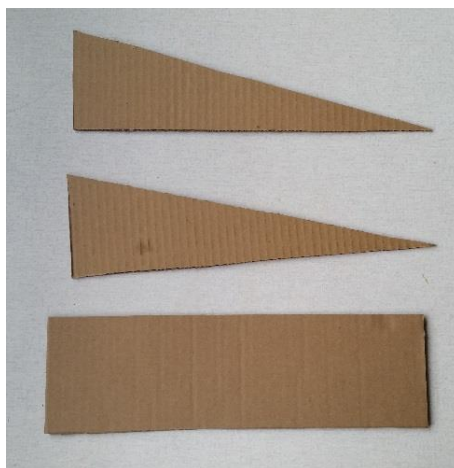
Figura 12 – Linha do Ponteiro Fixada na Garrafa Pet



Fonte 12: Produzido pelos autores

É preciso confeccionar uma base para a garrafa PET. Para isso, o papelão foi usado. Com o auxílio do transferidor e da régua foram feitos dois triângulos e um retângulo com o tamanho aproximado da garrafa pet, observando que os triângulos tenham um ângulo correspondente a latitude do local (Figura 13).

Figura 13 – Materiais Utilizados para Confeccionar a Base do Relógio Solar



Fonte 13: Produzido pelos autores

Assim, basta pegar esses materiais e colá-los com fita adesiva ou cola, usando os triângulos nas laterais da estrutura e o retângulo de papelão aonde a garrafa irá se apoiar na base (Figura 14).

Figura 14 – Base do Relógio Solar Pronta



Fonte 14: Produzido pelos autores

Para finalizar a construção, a garrafa é fixada com barbante, fita adesiva ou cola, verificando se encontra bem presa na base de papelão. Assim desse modo direcione-a apontando para o ponto cardeal Sul. (Figura 15).

Figura 15 – Relógio Solar Finalizado



Fonte 15: Produzido pelos autores

4. RESULTADOS

Os Relógios que foram desenvolvidos nesse trabalho têm suas particularidades e qualidades, a construção de um ajudou a aperfeiçoar o outro.

No Relógio de madeira verificou-se que ele pode ser trabalhado em todos os tamanhos e materiais, onde os resultados obtidos serão os mesmos, ele sempre irá mostrar variações horárias, precisando anexar junto dele uma equação do tempo para corrigir essas variações na medida da hora, que ocorrem no decorrer do ano. Essas alterações podem ser de até 14 minutos a menos e de até 16 minutos a mais. Desse modo, a equação horária pode trazer dificuldades para alguns usuários. Mostrando diretamente que dessa maneira a precisão das horas ou o entendimento da equação horária se faz necessário serem melhor trabalhados. Para que o observador não necessite se atentar as modificações horárias. Sendo preciso desenvolver um novo relógio que respeitasse as diversas oscilações do movimento do Sol, como o relógio solar de garrafa PET.

O Relógio de garrafa PET se mostra mais eficaz em sua precisão de horas e, além de mostrar a passagem do tempo também mostra o mês no qual se encontra. As linhas horárias desse relógio foram divididas em duas partes, uma para o primeiro semestre do ano e a outra para o segundo semestre do ano, para facilitar o entendimento de quem tiver as observando. A leitura das horas no primeiro semestre se dá logo depois do Solstício de verão, por volta da data 22/12, passando pelo Equinócio de outono e indo até o Solstício de inverno, pelo dia

21/06. Já as horas no segundo semestre vai fazendo o caminho inverso, indo do Solstício de inverno, passando pelo Equinócio de primavera e completando seu ciclo no Solstício de verão. A junção das duas imagens das linhas horárias do primeiro e segundo semestre compreende ao caminho que o Sol faz no céu, denominado Analema. Assim, respeitando mais os movimentos do Sol no decorrer do ano conseguimos obter um relógio mais preciso e mais compreensível para o observador, em que pode ser construído no Museu de Ciências Naturais.

O objetivo do trabalho foi alcançado, conseguimos construir um modelo de um relógio solar que pode ser desenvolvido para o Museu. O modelo construído na garrafa PET se mostrou adequado na projeção de horas, mas devido ao fato da garrafa ser um recipiente pequeno não foi possível detalhar os dias. Mas mesmo assim conseguimos ter uma noção do mês através da observação dos Equinócios e dos Solstícios marcados na estrutura. Mas esse problema é resolvido facilmente quando trabalhamos com estruturas maiores, onde há um espaço mais amplo para descrever detalhadamente os dias. Assim, o Relógio para o Museu de Ciências será trabalhado em aço escovado com cerca de 2 metros de comprimento, onde terá dimensões necessárias para detalhar tanto os dias como as horas (Figura 1).

O passo a passo mostrado na metodologia pode ser usado por qualquer professor que se interesse em abordar esse tema em sala de aula. São inúmeros os conteúdos o qual podem ser discutidos durante a montagem dos relógios, oferecendo ao aluno algo diferente, potencializando o seu aprendizado. Os materiais usados são fáceis de se encontrar, sendo viável trabalhá-los em sala de aula e não precisando necessariamente de um laboratório.

Talvez a qualidade desse trabalho poderia ser potencializada com estudos e pesquisas envolvendo o museu como ambiente de aprendizagem e o uso do relógio solar como recurso pedagógico nas escolas, verificando se realmente um novo ambiente e uma aula com novos recursos ajuda o estudante a absorver melhor o conteúdo. Pois, um mecanismo como o relógio solar pode ser explorado em diversas áreas de estudos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho demonstrou uma relevância em promover a Astronomia em conjunto com a Faculdade UnB de Planaltina, utilizando o espaço do Museu de Ciências para despertar e criar estímulos em prol do ensino astronômico. Assim, de acordo com PORTO et al (2010,

p.37), “Museus de ciência são, sem dúvida, instituições educacionais com imenso potencial de aprendizagem”.

A construção desse Relógio Solar no material de aço escovado tem previsão de acontecer durante o primeiro semestre de 2016, sendo fixado no campus UnB de Planaltina, para que todos os alunos e visitantes possam desfrutar desse aparato.

O Relógio construído nesse projeto é apenas um exemplo de inúmeros instrumentos que podem vir a contribuir com o acervo do Museu de Ciências Naturais. Essa iniciativa de enriquecer o acervo do Museu deve continuar, visando atrair os estudantes para o conhecimento científico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Guilherme de. Um Método Simples e Intuitivo Para Determinar a Excentricidade da Orbita da Terra. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 30, n1. 2013.

ALMEIDA, Paula Cristina Pinto de. **O Grupo Local das Galáxias**. Tese de Mestrado. Departamento de Matemática Aplicada. Faculdade de Ciências da Universidade de Porto (FCUP). Porto, Portugal. 2007.

ARGÜELLO, Carlos Alfredo; NEVES, Marcos Cesar Danhoni. Determinação Didática da Duração do Dia Sideral Pela Observação das Estrelas α e β do Centauro. **Revista de Ensino de Física**, vol. 9, n1. 1987.

AZEVEDO, S. S. M.; PESSANHA, M. C. R.; SCHRAMM, D. U. S.; SOUZA, M. O. Relógio Solar com Interação Humana: Uma Poderosa Ferramenta Educacional. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 35, n2. 2013.

BRITO, Paulo Eduardo de (Coordenador), **Implantação do Museu de Ciências Naturais da Faculdade UnB Planaltina (MCN/FUP)**, Projeto segundo Edital MCT/CNPq/SECIS/FAP-DF nº 64/2009-Espaço Científicos-Culturais, Universidade de Brasília, Brasília. 2010.

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

DILÃO, Rui. **Latitudes e Longitudes**. Ciência Viva. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasil. Editora: Eurodois, Lda. 1999.

FILHO, Kepler de Souza Oliveira; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Astronomia e Astrofísica**. Departamento de Astronomia – Instituto de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre. 2014.

LIMA, Everaldo José Machado de. **A Visão do Professor de Ciências Sobre as Estações do Ano**. Tese de Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Universidade Estadual de Londrina (UEL), Paraná. 2006.

MAGALHÃES, Gabriel Maria Vieira da Silva. **Clube de Astronomia: Um Manual de Projetos e Atividades Passíveis de Serem Desenvolvidos Numa Escola do Ensino Básico**. Tese de Mestrado. Departamento de Matemática Aplicada. Faculdade de Ciências da Universidade de Porto (FCUP). Porto, Portugal. 2007.

MIGUENS, Altineu Pires. **Navegação: A Ciência e a Arte**. Marinha do Brasil. Brasil. Volume II. 1995.

MILONE, A. C.; WUENSCHÉ, C. A.; RODRIGUES, C. V.; JABLONSKI, F. J.; CAPELATO, H. V.; VILAS-BOAS, J. W.; CECATTO, J. R.; NETO, T. V. **Introdução à Astronomia e Astrofísica**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Ministério da Ciência e Tecnologia. São José dos Campos, SP. 2003.

NADAL, Carlos Aurélio; HATSCHBACH, Fernando. **Introdução aos Sistemas de Medição do Tempo**. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências da Terra. Departamento de Geomática. Curitiba, PR. 2000.

NETO, Gastão Bierrenbach Lima. **Astronomia de Posição**. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG). Universidade de São Paulo (USP). São Paulo. 2013.

PORTO, F. S.; ZIMMERMANN, E.; HARTMANN, A. Exposições Museológicas Para Aprendizagem de Física em Espaços Formais de Educação: Um Estudo de Caso. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 27, n1. 2010.

PUZZO, D.; TREVISAN, R. H.; LATARI, C. J. B. **Astronomia: a investigação da ação pedagógica do professor**. IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Jaboticatubas, MG. 2004.

SARAIVA, M. F. O.; FILHO, K. S. O.; MÜLLER, A. L. **Movimento Anual do Sol: Estações do Ano**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Física. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/Aula3-141.pdf>. Acesso em: 19 de Outubro de 2015.

ANEXO 1

Algoritmo Básico:

Entrada:

Longitude

M (Número de dias no ano)

N (Número de frações da hora no dia)

R (Raio da garrafa)

Constantes:

$p \leftarrow 3.1415926535897932385$

$\text{ano} \leftarrow 365.25$

$\text{equinocio} \leftarrow 81$ (Dia 22/03)

$\text{afelio} \leftarrow 184$ (Dia 03/07)

$d_0 \leftarrow 23.45$ (Inclinação do eixo da Terra)

Início

para $i \leftarrow 0$ a N **faça**

$\text{min} \leftarrow -360 + i \times 720 / N$ (Minutos do dia dividido em N periodos)

para $j \leftarrow 0$ a M **faça**

$\text{dia} \leftarrow -9 + \text{trunc}(j \times \text{ano} / M)$ (loop onde o ano é dividido em M periodos)

$d \leftarrow d_0 \text{ sen}((\text{dia} - \text{equinocio}) \times 2 \times p / \text{ano}) \times p / 180$

(Inclinação do Sol de acordo com o dia)

$\text{correção} \leftarrow (\text{longitude} - \text{trunc}(\text{longitude} / 15) \times 15) \times 4$

(Correção da longitude em minutos)

$\text{ET} \leftarrow 9.87 \text{ sen}((\text{dia} - \text{equinocio}) \times 4 \times p / \text{ano}) + 7.68 \text{ sen}((\text{dia} - \text{afelio}) \times 2 \times p / \text{ano}) -$

correção

$x \leftarrow (\text{min} + \text{ET}) \times p \times R / 720$

$y \leftarrow R \times \tan(d)$

Imprimir (x y)

Saída

Arquivo com duas colunas (x y)