



Pós-Graduação em **Astronomia**
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS



JORGE LUIS DA COSTA LOPES

**RELÓGIOS DE SOL NAS AULAS DE MATEMÁTICA: CONSTRUÇÃO DO
CONHECIMENTO ATRAVÉS DA PROTOTIPAGEM**

PRODUTO EDUCACIONAL

**Feira de Santana
2017**

JORGE LUIS DA COSTA LOPES

**RELÓGIOS DE SOL NAS AULAS DE MATEMÁTICA: CONSTRUÇÃO DO
CONHECIMENTO ATRAVÉS DA PROTOTIPAGEM**

Produto educacional concebido para a divulgação dos métodos desenvolvidos durante o Mestrado Profissional em Astronomia realizado na UEFS, como auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de temas pertencentes ao estudo da Geometria e da Trigonometria através de ações transversais com a Astronomia.

**Orientador: Prof. Dr. Germano Guedes
Coorientador: Prof. Dr. Marildo Geraldête Pereira**

Feira de Santana

2017

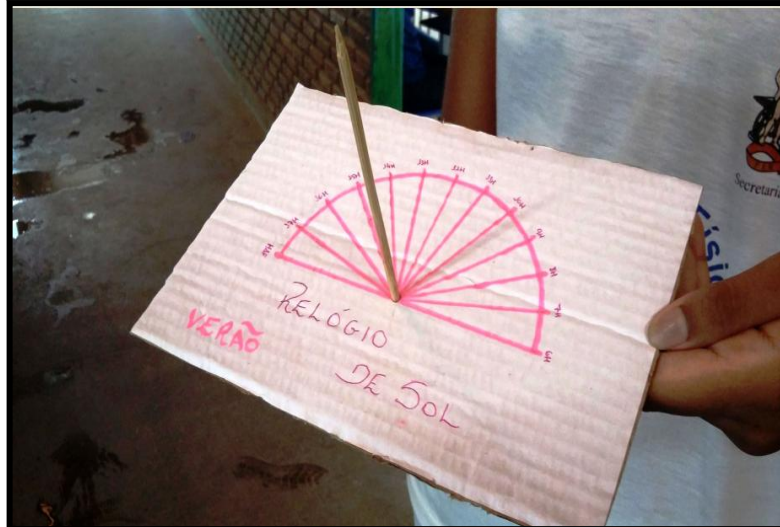
SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO: SEQUENCIAS DIDÁTICAS	1
OBJETIVO	3
PRINCIPAIS TEMAS E DESCRITORES TRABALHADOS.....	3
2 PROCEDIMENTOS	4
OS RELÓGIOS DE SOL E OS FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS	4
A UTILIZAÇÃO DO GNÔMON	5
EQUAÇÃO DO TEMPO.....	6
3 METODOLOGIA	9
3.1 - SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS – MONTAGEM DO RELÓGIO DE SOL EQUATORIAL	9
3.1.1 - SD 1 - Atividade interdisciplinar: Matemática e Geografia - orientação: determinando o meridiano local. Linha Norte – Sul (N-S)	9
3.1.2 - SD 2 - Relógio de Sol – montando o <i>Kit</i> educacional.....	11
3.1.3 - A Matemática nos desenhos dos Relógios de Sol.....	14
4 - DESCRIÇÃO DO KIT DIDÁTICO: RELÓGIO DE SOL EQUATORIAL	16
5 - REFERENCIAS	19
APÊNDICES	22
I - OFICINA COMPLEMENTAR: LUZ E CORES.	22
II - VIDEO: A DANÇA DO SOL	27
III - SD 1 - TERRA E UNIVERSO	28
IV - SD 2 TRIGONOMETRIA E GEOMETRIA	31
V - QUESTIONÁRIO – PRINCIPAIS MOVIMENTOS DA TERRA	33
VI - QUESTIONÁRIO RELÓGIO DE SOL A SER APLICADO AO FINAL DA OFICINA	35
VII - SD ESTUDO DO MOVIMENTO APARENTE DO SOL E FUNÇÃO TRIGONOMÉTRICA	38
VIII – AVALIAÇÃO INTERDISCIPLINAR COM GEOGRAFIA	40

LISTA DE FIGURAS

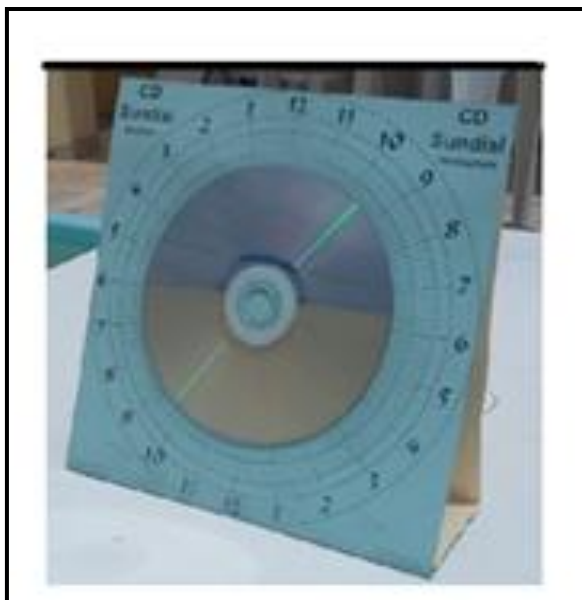
Figura 1– Representação da variação no tamanho da sombra projetada por uma haste na posição horizontal.....	5
Figura 2– Representação da Equação do Tempo.....	7
Figura 3– Determinação da Linha Norte – Sul (N-S).....	9
Figura 4- Esquema lateral do Relógio de Sol Equatorial.....	11
Figura 5–Representação de modelos para mostradores de Relógio de Sol Equatorial para uso na região intertropical do globo.. ..	11
Figura 6– Relógio de Sol Equatorial com gnômon.. ..	12
Figura 7– Relógio de Sol com CD.....	13
Figura 8– Valores para correção do horário apontado no Relógio de Sol em torno da Terra.....	13
Figura 9– Projeto de montagem de um Relógio de Sol Equatorial: relações entre os ângulos e triângulos.. ..	14
Figura 10– Projeto de montagem de Relógio de Sol Equatorial e foto	15
Figura 11– Modelo do Relógio de Sol Equatorial e da régua de latitude.....	16
Figura 12– Modelo do Relógio de Sol com CD/DVD e da régua de latitude.	17
Figura 13– Relógios de Sol montados por estudantes em oficinas.....	17
Figura 14 – Folder utilizado durante as oficinas para montagem do Relógio de Sol.	18
Figura 15– Ondas Eletromagnéticas.	22
Figura 16 – Mapa conceitual abordagem dos conteúdos verificados durante o processo de montagem de espectroscópios e disco de Newton.....	23
Figura 17 – Estudantes montando o disco de Newton.....	23
Figura 18 – Modelo do espectroscópio planejado.	24
Figura 19 – Fotografia do modelo proposto de espectroscópio montado.....	25
Figura 20 – Esquema do espectroscópio de tubo.	25
Figura 21– Esquema lateral mostrando o posicionamento do disco de CD/DVD no tubo em Y.....	26
Figura 22– Espectroscópio feito com tubo de PVC e tripé.....	26
Figura 23 – Imagem do início do vídeo: A dança do Sol.. ..	27

RELÓGIOS DE SOL NAS AULAS DE MATEMÁTICA: CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO ATRAVÉS DA PROTOTIPAGEM



APRESENTAÇÃO

Na tentativa de reduzir possíveis dificuldades no entendimento dos temas relacionados à Trigonometria e Geometria e facilitar a aprendizagem, foram desenvolvidas Sequencias Didáticas que utilizam de forma interdisciplinar e prática, conhecimentos básicos de Astronomia, aliados a conceitos de Geografia com relação às Coordenadas Geográficas e principais movimentos da Terra, para realizar atividades relacionadas à montagem do *kit* educacional: Relógios de Sol do Tipo Equatorial, com estudantes do Ensino Fundamental e Médio, através de: aulas expositivas e de oficinas para montagem e posicionamento dos Relógios de Sol.



1 INTRODUÇÃO: SEQUENCIAS DIDÁTICAS

O ensino da Matemática perpassa por caminhos subjetivos que estimulam o incremento dos conteúdos, com elementos práticos do mundo real do educando. É importante destacar que a subjetividade está presente em todos os processos da vivência em sociedade, portanto, não é exclusividade da matemática. Um conteúdo ao ser transmitido, durante as aulas, ensejará uma aprendizagem de acordo com os seus significados para cada indivíduo. Em relação ao contexto social no qual o estudante está inserido e à sua realidade de vida, “[...] é um equívoco, tentar analisar um sujeito sem considerar aspectos históricos que lhe produziram sentidos subjetivos, assim como o é, também, concebê-lo numa perspectiva de objetividade e previsibilidade.” (CAMPOS, 2016, p. 42).

A influência exercida pelo histórico de vida das pessoas resultará em diversas formas de interação e, conseqüentemente, de interpretação de cada situação matemática apresentada. Já a compreensão, em cada indivíduo, “[...] transforma e é transformada, concede significados, interpreta segundo estruturas preestabelecidas e por ele produzidas, e essa ação de significação e objetivação também faz parte da realidade.” (HERNÁNDEZ, 2005, p. 86).

As sequencias didáticas aqui demonstradas buscam facilitar a assimilação do educando com atividades transversais com a Astronomia, através de seus fundamentos básicos. Para a construção do conhecimento haverá ações interdisciplinares com a Geografia associadas ao cotidiano do estudante, por meio da experimentação.

A opção pela Astronomia como tema transversal se deu pelo fato de que, esta tem forte apelo atrativo.

Um dos objetivos das práticas investigativas é o desenvolvimento de uma postura crítica, responsável e ética no desenvolvimento da pesquisa e em relação aos resultados obtidos. (TIGGEMANN, 2006).

As aplicações práticas e investigativas referentes aos experimentos serão realizadas em sala de aula durante oficinas, quando o estudante, por meio da experimentação, terá a possibilidade de desenvolver e comprovar os conteúdos teóricos.

Dessa forma, o céu é o grande laboratório onde o movimento aparente do Sol proporciona elementos para o estudo da Geometria e Trigonometria, em atividades

interdisciplinares com a Geografia, com base nos principais movimentos da Terra, localização e coordenadas.

Os recursos didáticos disponíveis na escola, como o livro didático, esquadros, projetor e quadro, entre outros, serão utilizados para transmitir os temas. Elementos disponíveis no cotidiano do estudante deverão estar alinhados para dinamizar a compreensão, a experimentação e o desenvolvimento de temas ligados à Geometria e à Trigonometria, na tentativa de proporcionar uma aprendizagem efetiva e com maior significado.

OBJETIVOS

Dinamizar, motivar e dar nova perspectiva aos estudantes, durante a aprendizagem da Geometria e Trigonometria através de oficinas para a montagem de alguns de Relógios de Sol.

A atividade propõe o debate, a pesquisa e a experimentação aos discentes. A investigação científica a ser trabalhada é o estudo dos Relógios de Sol: seu histórico e funcionamento, com aplicações de assuntos correlacionados a sala de aula e promover o uso de instrumentos como compasso, transferidor e esquadros. As oficinas deverão ser realizadas após as aulas teóricas.

Para a montagem do *kit* educacional deverão ser priorizados materiais de baixo custo já disponíveis na escola, de sorte a demonstrar à comunidade escolar uma alternativa para a observação da passagem das horas, durante o dia, de forma simples, como faziam nossos antepassados desde a pré-história.

PRINCIPAIS TEMAS E DESCRITORES TRABALHADOS

Os itens a serem trabalhados além dos descritores e habilidades são os seguintes:

Tema I - Espaço e Forma:

D1 - Identificar figuras semelhantes e relações de proporcionalidade; D2 - Reconhecer aplicações das relações métricas no triângulo retângulo em um problema que envolva figuras planas ou espaciais; D3 - Relacionar diferentes poliedros ou corpos redondos com suas planificações ou vistas; D4 - Identificar a relação entre o número de vértices, faces e/ou arestas de poliedros expressa em um problema; D5 - Resolver problema que envolva razões trigonométricas no triângulo retângulo (seno, cosseno, tangente); D6 - Identificar a localização de pontos no plano cartesiano.

Tema II. Grandezas e Medidas:

D11 - Resolver problemas que envolvem cálculo de área de figuras planas; D12 - Resolver problemas envolvendo o cálculo de perímetro de figuras planas; D13 Resolver problemas envolvendo a área total e/ou volume de um sólido (prisma, pirâmide, cilindro, cone, esfera).

Tema III. Números e Operações/Álgebra e Funções:

D14 - Resolver problemas que envolvam variação proporcional, direta ou inversa, entre grandezas; D15 - Identificar a localização de números reais na reta numérica.

Tema IV. Tratamento da Informação:

D34 - Associar informações apresentadas em listas e/ou tabelas simples aos gráficos que as representam e vice-versa D35 - Resolver problemas envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos.

2 PROCEDIMENTOS

A construção do saber, no âmbito escolar, deve acontecer ao se utilizar problemas do cotidiano para promover no educando uma maior interação com os assuntos abordados. Desse modo, para atingir êxito com o estudante, os temas devem possuir significado não somente com sua história de vida, mas também com suas perspectivas. Esse processo desenvolve a sua capacidade investigativa e facilita o processo de ensino e aprendizagem.

OS RELÓGIOS DE SOL E OS FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS

A fim de sobreviver, os povos primitivos realizavam observações do tempo, para tarefas do cotidiano. Com o desenvolvimento das civilizações, surgiram os calendários, os quais foram aprimorados com o passar do tempo. A identificação das estações do ano, por exemplo, constituía uma das informações fundamentais às civilizações praticantes da agricultura e que dependiam dos fatores climáticos. Paulatinamente, o dia passou a ser fracionado em horas, o que auxiliou a determinação de vários costumes, como rituais de práticas religiosas e outras atividades do cotidiano.

Um das maneiras usadas pelos povos antigos para medir o dia, dividindo-os em etapas, foi por meio dos Relógios de Sol. A sua origem não é estipulada, porém, existem registros que remetem à Mesopotâmia, há cerca de 4.000 anos. Há também informações de que, na China, eram conhecidos e utilizados. Lá, as observações astronômicas se iniciaram na era do imperador Yao, 23 séculos a.C. (MIGUEL, 2009, p. 144-146).

Atualmente, os relógios de Sol são estudados e difundidos no meio acadêmico, em atividades que, muitas vezes, acontecem de forma interdisciplinar, em consonância com diversas disciplinas. A realização das oficinas de relógios de Sol, além do resgate histórico e do uso de conhecimentos básicos de Astronomia e Geografia, é uma ação importante para as aplicações práticas da Trigonometria e da Geometria, através da observação de fenômenos naturais.

Desta forma as sequências didáticas aqui apresentadas, buscam contextualizar conteúdos da Grade Curricular de Matemática, por meio de possibilidades que tornam o processo de aprendizagem da disciplina mais prazeroso e significativo.

Em 1583 a Trigonometria passou a ser empregada na resolução de problemas relacionados à variação na elevação do Sol, resultando na mudança do ângulo que os raios

solares formam com a vara. Essa variação modifica o tamanho da sombra, de acordo com esquema mostrado na Figura 1.

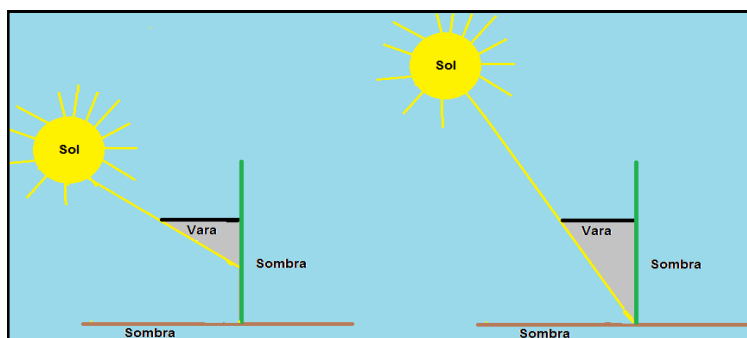


Figura 1– Representação da variação no tamanho da sombra projetada por uma haste na posição horizontal. Fonte: Autor.

Ao receber luz direta do Sol, no decorrer do dia, podemos observar a variação do comprimento da sombra em relação à mudança de posição aparente do Sol. Sob essa perspectiva, vale salientar que as funções trigonométricas são adotadas para solucionar problemas dentro da Trigonometria, sendo a tangente, conforme Lima (1991), uma função usada para calcular o comprimento da sombra produzida por objetos expostos ao Sol. A variação no comprimento das sombras é de grande relevância para o funcionamento dos relógios de Sol. Também serve para calcular a altura de prédios, com base na semelhança de triângulos.

A UTILIZAÇÃO DO GNÔMON

As pesquisas de Afonso (2006) e de Scanduzzi (2000) afirmam que muitas tribos indígenas brasileiras realizam a orientação da direção de suas aldeias e também marcam o tempo pela observação do tamanho e direção de sombras produzidas por gnômon, nas várias épocas do ano, mesmo nos dias de hoje, com os recursos das novas tecnologias, como o GPS. Se tivermos a noção do local da Linha Meridiana e da Latitude Local, podemos construir um dos mais simples relógios de Sol, o de Mostrador Equatorial. O objetivo é apontar um gnômon para o Polo Celeste, no sentido do eixo no qual a Terra rotaciona 360° a cada 24 horas. Admitindo que o movimento de rotação da Terra seja uniforme, durante o dia, graduamos um semicírculo entre 6 e 18 horas, de hora em hora, com intervalos igualmente espaçados de 15°, pois cada rotação da Terra de 15° corresponde a uma hora (SALVADOR, 2009).

Nessa perspectiva, o estudo dos relógios de Sol proporciona a aplicação de vários conteúdos da grade curricular de Matemática, tais como cálculo da bissetriz de um ângulo, circunferência, distâncias de objetos inacessíveis, elipse, medida de ângulos, perpendicularidade, projeção, regra de três, trigonometria, além de guardar semelhança entre outros temas que poderão ser tratados de forma interdisciplinar, como, por exemplo, as coordenadas geográficas.

Dessa forma, para o funcionamento adequado de um Relógio de Sol, é importante o conhecimento da Latitude local, ângulo entre o plano do Equador à superfície de referência. A Latitude é medida para Norte e para Sul do Equador, entre -90° Sul, no Polo Sul, e $+90^\circ$ Norte, no Polo Norte. É a partir da determinação da Latitude local que o gnômon será posicionado em uma superfície plana e com a inclinação igual a essa Latitude.

Os conceitos estudados em trigonometria estabelecem conexão significativa, aliando a teoria e prática através das oficinas para montagem dos relógios de Sol, culminando em uma excelente oportunidade para vivências dinâmicas com a disciplina de matemática, bem como outras afins. Entre elas o emprego de conhecimentos aprendidos em geografia tais como: principais movimentos da Terra e, localização.

EQUAÇÃO DO TEMPO

Para o efetivo funcionamento dos relógios de Sol, são necessários conhecimentos que abrangem os principais movimentos da Terra, como rotação e revolução, movimento aparente do Sol, as coordenadas na superfície da Terra, conceitos básicos da Geometria e noções de Trigonometria, construindo, assim, uma conexão entre esses entendimentos.

A Figura 2, a seguir, representa a equação do tempo. Ao ajustar as diferenças de tempo entre o ângulo horário do Sol e o ângulo horário do Sol Médio, alcançamos o ângulo horário do Sol igual a $(l_o - \alpha_o) - (l_o - l_{\bar{o}})$, onde l_o é a longitude eclíptica do Sol, α_o é a inclinação do eixo da Terra ($23,45^\circ$) e $l_{\bar{o}}$ é a longitude do Sol Médio.

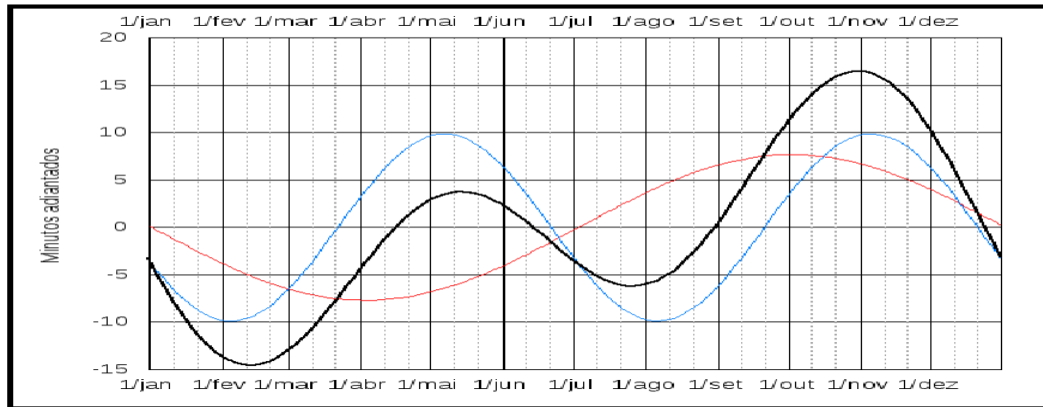


Figura 2– Representação da Equação do Tempo. Fonte: (AMARO, 2015)

A linha vermelha equivale à variação do dia; devido ao movimento da Terra ser uma elipse, $(7,68 \text{ sen } ((\text{dia} - \text{afélio}) \frac{2\pi}{\text{ano}}))$ a linha azul corresponde à variação do dia, devido à inclinação do eixo terrestre e sua associação com os solstícios e equinócios, $(9,87 \text{ sen } ((\text{dia} - \text{equi}) \frac{4\pi}{\text{ano}}))$, enquanto a linha preta é a soma dos dois efeitos. Nesse sentido, essa equação divide o problema em dois termos: o primeiro é denominado Redução ao Equador, levando em consideração o movimento solar na eclíptica, onde o Sol médio possui movimento no Equador. O segundo termo é chamado de Equação do Centro e leva em consideração a órbita elíptica. Desse modo, fica definida a Equação do Tempo (MINGUENS, 1995). Dado por:

$$ET(\text{dia}) = 7,68 \text{ sen } ((\text{dia} - \text{afélio}) \frac{2\pi}{\text{ano}}) + 9,87 \text{ sen } ((\text{dia} - \text{equi}) \frac{4\pi}{\text{ano}}), \text{ onde:}$$

ET = 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 corresponde a 1, e 31 de dezembro corresponde a 365.

O afélio, que acontece no dia 3 de julho, será o centésimo octogésimo quarto dia (184°), ao passo que o *equi* corresponde ao equinócio de outono (22 de março) e será o octogésimo primeiro dia do ano (81°).

Nesse contexto, Almeida explica:

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).

Já Saraiva et al. (2015), sobre a posição da Terra em relação ao Sol, ressaltam que, observada a Terra em relação ao Sol, este tem movimento aparente de Leste para Oeste,

durante os dias. Sua posição varia entre as estrelas, ao longo do ano. Esse percurso, que é realizado pelo Sol, no ano, tem o nome de eclíptica, com inclinação de $23^{\circ}27'$ em relação ao Equador Celeste, sendo esse percurso uma projeção na esfera celeste do plano orbital da Terra.

Nesse sentido, a cada ano – e durante todo o ano –, ocorrem variações de intensidade solar para mais ou para menos, no decorrer do dia. Para essas extremidades, são dados os nomes de Equinócio e Solstício, fenômenos relacionados às estações do ano, no planeta. Assim, de acordo com Lima (2006, p. 33), as estações existem em consequência da

[i]nclinação 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.

3 METODOLOGIA

Com base nos PCN, as SD adotadas empenham atividades interdisciplinares com o objetivo de desenvolver o exercício das habilidades e das competências do educando.

3.1 - SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS – MONTAGEM DO RELÓGIO DE SOL EQUATORIAL

A estratégia visa a contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem de Geometria e de Trigonometria pelo processo de medição do tempo, com a observação de fenômenos naturais, movimento diurno aparente do Sol, por meio da exploração do estudo das semelhanças entre triângulos, para a observação e identificação de ângulos, além de verificar conceitos de grandezas e medidas.

3.1.1 - SD 1 - Atividade interdisciplinar: Matemática e Geografia - orientação: determinando o meridiano local. Linha Norte – Sul (N-S)

O meridiano astronômico do local é o plano vertical contendo o zênite e os polos. Ele evidencia a linha meridiana do local, a linha Norte – Sul (N – S). É nele que está localizado o eixo da esfera celeste, que é o prolongamento do eixo de rotação da Terra, ao redor do qual toda a abóbada celeste aparentemente gira (SALVADOR, 2009).

Sob essa perspectiva, vale destacar que a marcação da linha Norte – Sul poderá ser feita através do seguinte método: coloca-se uma haste na posição vertical em relação ao plano do solo, no período da manhã ou da tarde, e, logo após, faz-se a marcação no plano de hora em hora. Ao marcar a sombra em um horário pela manhã e realizar outra marca pela tarde, podemos obter a linha Norte-Sul. Na Figura 3 temos a representação da determinação da Linha Norte Sul.

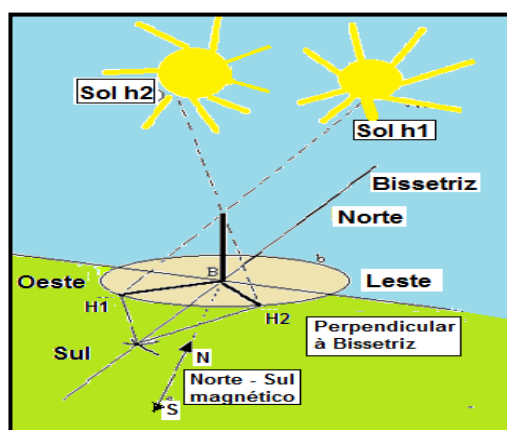


Figura 3– Determinação da Linha Norte – Sul (N-S). Fonte: Autor

Na figura anterior temos a determinação da Linha N-S demonstrando a posição da sombra pela manhã (10h) e pela tarde (14h), projetadas por um gnômon (pino de 5 cm em ângulo de 90° em relação ao solo). Para o sucesso deste experimento, o ideal é que o local receba a luz do Sol entre as dez horas e as 15 horas em média. Nesse sentido foi elaborado um roteiro a ser seguido na oficina: linha N-S, adaptado dos estudos de Bergmann e Faquelli, (2009), através dos seguintes tópicos:

1 - Colocar um pino na vertical (importante: o pino tem que estar na vertical e poderá ser usado um fio de prumo, um nível de bolha ou ainda um esquadro), cravando-o no solo ou usando algum apoio (o ideal é cravá-lo na beirada de um gramado). No experimento, foi utilizado papel A4 com um pino de 8 centímetros.

2 - Verificar a sombra do pino no plano e fazer uma marca com giz, marcador ou carvão, na extremidade da sombra.

3 - Usando o barbante, segurar uma ponta junto ao pé da estaca e traçar um arco de círculo, partindo do ponto marcado anteriormente em direção ao Leste (se não souber para que lado esteja o Leste, espere alguns minutos e observe a sombra novamente: ela deverá ter-se deslocado para Leste).

4 - Aguardar entre 3 e 4 horas, para que o movimento da Terra faça com que a sombra do pino torne a se aproximar do arco de círculo traçado. Quando a sombra tocar novamente o arco de círculo, fazer nova marca nesse ponto.

5 - Verificar a distância entre as duas marcas e fazer uma terceira marca na metade dessa distância.

6- Unindo-se esta última marca com o ponto onde a estaca está cravada, tem-se a linha Norte-Sul verdadeira. Resta saber qual extremidade é o Norte e qual é o Sul. Você já sabe qual é o Leste, quando observou o movimento da sombra no chão, então, colocando o Leste à sua direita, o Norte estará à sua frente, o Oeste à esquerda e o Sul atrás. Marcar os pontos cardeais.

3.1.2 - SD 2 - Relógio de Sol – montando o *Kit* educacional

1 – RELÓGIO DE SOL EQUATORIAL COM GNÔMON

Após determinar o Polo Sul Celeste com o traçado da linha Norte-Sul, fica definida a posição na qual deverá ser instalado o Relógio de Sol. Devido a praticidade, o ideal é optar pelo Tipo Equatorial Polar. A Figura 4 mostra o esquema lateral de um Relógio de Sol Equatorial.

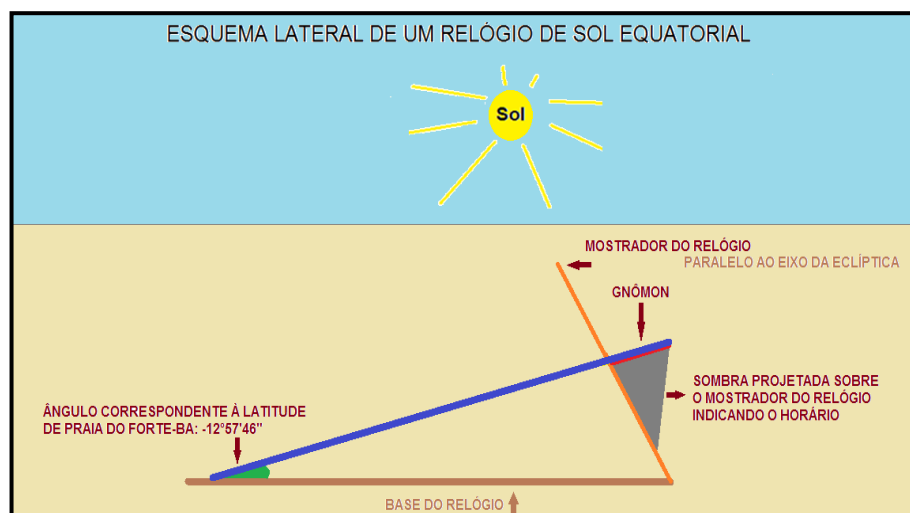


Figura 4- Esquema lateral do Relógio de Sol Equatorial. Fonte: Autor.

O esquema mostrado na Figura anterior representa o modelo geral adotado para a realização das oficinas. Para o mostrador, temos a marcação das horas no *display*, feita nos horários compreendidos entre 6 e 18 horas para qualquer local situado no globo terrestre, exceto se o relógio estiver exatamente no Polo Sul, durante o verão, onde, devido ao fato de o gnômon estar paralelo ao eixo de rotação celeste, haverá a incidência de luz solar durante as 24 horas por dia e, conseqüentemente, projeção de sombra por todo o dia.

No Hemisfério Sul, onde o Sol é visível em média, 12 horas por dia, com maior tempo de luz durante o verão, em função da declinação do Sol, os modelos a serem montados deverão possuir marcação horária entre 6 e 18 horas (Figura 5), separadas por 15° .

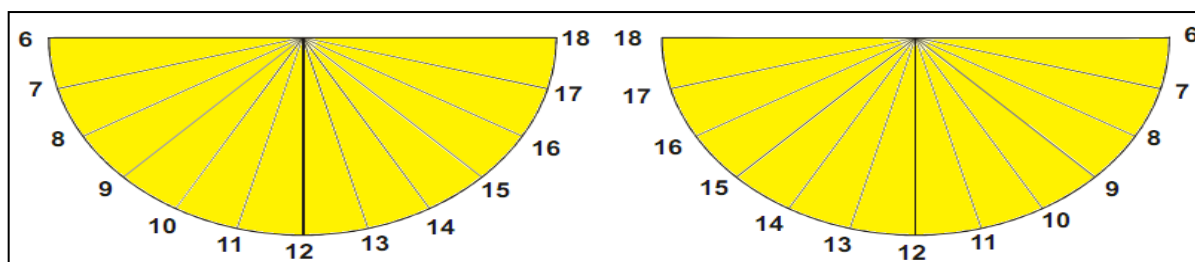


Figura 5– Representação de modelos para mostradores de Relógio de Sol Equatorial para uso na região intertropical do globo. (Adaptado de CANALLE; COELHO, 2007).

Após imprimir ou desenhar os mostradores, colar um mostrador em cada lado de um retângulo de papelão grosso, com dimensões de uma folha A4, ou seja, 210 x 297 mm (8,3 x 11,7 polegadas) e, na extremidade superior da reta vertical referente a 12 horas, atravessar um palito de dente, canudo ou palito para churrasco, perpendicularmente ao papelão (90°), passando pela origem das linhas das horas de ambos os lados da folha de papelão, conforme mostra a Figura 6.

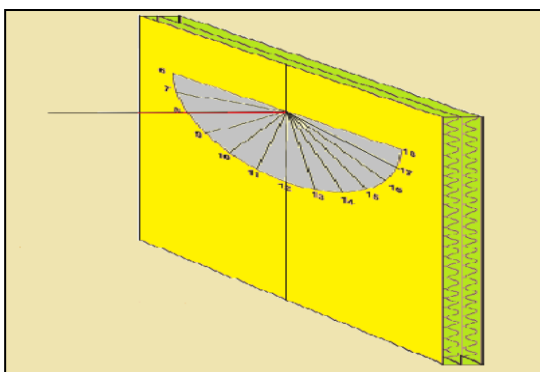


Figura 6– Relógio de Sol Equatorial com gnômon. (Adaptado de CANALLE; 2007).

2 – RELÓGIO DE SOL EQUATORIAL COM CD/DVD

Este modelo de Relógio de Sol tem o seu funcionamento viabilizado devido ao fato de que todo CD/DVD possui, em sua superfície gravável, grade de difração¹. Trata-se de um componente óptico constituído por uma série de ranhuras, paralelas e muito próximas entre si, com ou sem material espelhado entre elas e a superfície do CD/DVD, que são justamente os elementos responsáveis pela difração. O CD/DVD possui um conjunto de fendas paralelas com iguais distâncias e estreitamente espaçadas. Ao passarem, as ondas eletromagnéticas (luz) sofrem modificações na velocidade de propagação dos comprimentos de onda constituintes (ou seja, cores). Nessa situação, a superfície do CD/DVD exerce a função de rede de difração e de reflexão² circular.

Trata-se de um modelo de Relógio de Sol com montagem e utilização simples (Figura 7), onde as horas são percebidas ao se olhar na posição perpendicular ao centro da superfície do CD/DVD. Material necessário: CD ou DVD, papel, cola e uma caixa para manter o relógio inclinado à Latitude local.

¹ Grade de difração é um fenômeno que acontece quando uma onda encontra um obstáculo. Em física clássica, o fenômeno da difração é descrito como uma aparente flexão das ondas em volta de pequenos obstáculos e também como o espalhamento, ou alargamento, das ondas após atravessar orifícios ou fendas o que resulta em frequências diferenciadas, sendo percebido por nós como as diferentes cores.

² Fenômeno no qual a luz volta a ser propagada no meio de origem, após a sua incidência sobre uma superfície ou objeto.

Como atividade complementar, realizar oficina complementar (ver Apêndice).
Produção de alguns modelos de espectroscópios, além da reprodução do disco de Newton.



Figura 7– Relógio de Sol com CD,. Fonte: Autor.

Na Figura, aparece mais de um feixe de luz, pelo fato de que, em ambiente interno, existem mais de uma fonte de luz artificial e cada fonte de luz resulta em um feixe diferente, devido às diferentes posições de cada uma dessas fontes de luz

Ao finalizar a montagem desse modelo de Relógio de Sol, resta apenas calibrar para a Latitude local e o relógio estará pronto para observações das horas.

O Relógio de Sol aponta o horário solar que, geralmente, difere do horário comercial, em valores variáveis ao longo do ano. A diferença é conhecida como Equação do Tempo, vista no item 2.

A seguir, a Figura 8 indica as datas (por aproximação) de quando o Relógio de Sol está atrasado (-) ou adiantado (+), em comparação ao relógio convencional, por um número inteiro de minutos:

Jan 1 3	Jan 29 13	Mar 29 5	Jun 9 -1	Aug 22 3	Sep 22 -7	Nov 17 -15	Dec 15 -5
Jan 3 4	Feb 5 14	Apr 1 4	Jun 14 -0	Aug 26 2	Sep 25 -8	Nov 22 -14	Dec 17 -4
Jan 5 5	Feb 26 13	Apr 5 3	Jun 19 1	Aug 29 1	Sep 28 -9	Nov 25 -13	Dec 19 -3
Jan 8 6	Mar 4 12	Apr 8 2	Jun 24 2	Sep 2 0	Oct 1 -10	Nov 28 -12	Dec 21 -2
Jan 10 7	Mar 8 11	Apr 12 1	Jun 29 3	Sep 5 -1	Oct 4 -11	Dec 1 -11	Dec 23 -1
Jan 12 8	Mar 2 10	Apr 16 0	Jul 4 4	Sep 8 -2	Oct 8 -12	Dec 4 -10	Dec 25 0
Jan 15 9	Mar 16 9	Apr 21 -1	Jul 10 5	Sep 11 -3	Oct 11 -13	Dec 6 -9	Dec 28 1
Jan 18 10	Mar 19 8	Apr 26 -2	Jul 18 6	Sep 14 -4	Oct 15 -14	Dec 8 -8	Dec 30 2
Jan 2 11	Mar 22 7	May 3 -3	Aug 12 5	Sep 17 -5	Oct 20 -15	Dec 11 -7	
Jan 2 12	Mar 26 6	Jun 3 -2	Aug 17 4	Sep 20 -6	Oct 27 -16	Dec 13 -6	

Figura 8– Valores para correção do horário apontado no Relógio de Sol em torno da Terra.

Fonte: <http://www.popastro.com/youngstargazers/projects/sundial/>

Ao trabalhar com os relógios de Sol e, principalmente, o modelo com CD/DVD, poderão surgir questionamentos por parte de alguns estudantes, em relação às propriedades da

luz e das cores. Para responder a esses questionamentos, deverá ser realizada uma oficina complementar, a fim de os orientar, sobre o comportamento das ondas eletromagnéticas. As informações referentes a esta oficina complementar encontra-se no Apêndice I.

3.1.3 - A Matemática nos desenhos dos Relógios de Sol

Na Figura 9, temos informações necessárias aos cálculos para o ajuste da inclinação do gnômon, apontando-o para o Polo Sul Celeste, de forma paralela ao eixo de rotação da Terra. Quanto mais preciso forem os cálculos, mais exata será a determinação do horário.

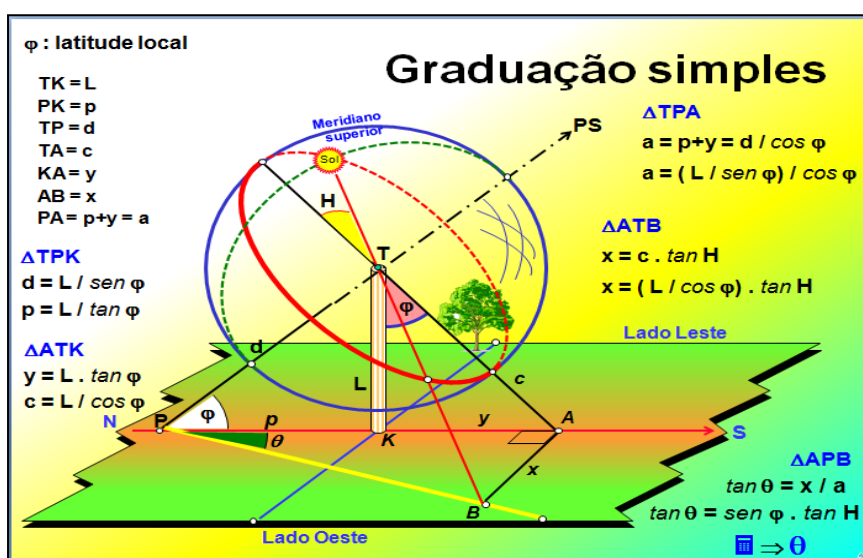


Figura 9– Projeto de montagem de um Relógio de Sol Equatorial: relações entre os ângulos e triângulos. Fonte: BOCZKO (Relógios de Sol – III SeITA/Bauru-SP, 2017).

Assim, na Figura 9, temos a representação do projeto de montagem para o Relógio de Sol Equatorial, onde estão esboçados os ângulos envolvidos com o movimento aparente do Sol e a projeção das sombras de um gnômon ajustado para a Latitude local. Assim poderemos observar os varios ângulos envolvidos na medição das horas, através de um Relógio de Sol.

Na Figura 10, temos representado um Relógio de Sol Equatorial com a graduação de 15° para as horas e o gnômon apontado para o polo Sul celeste, com inclinação de acordo com a latitude local.

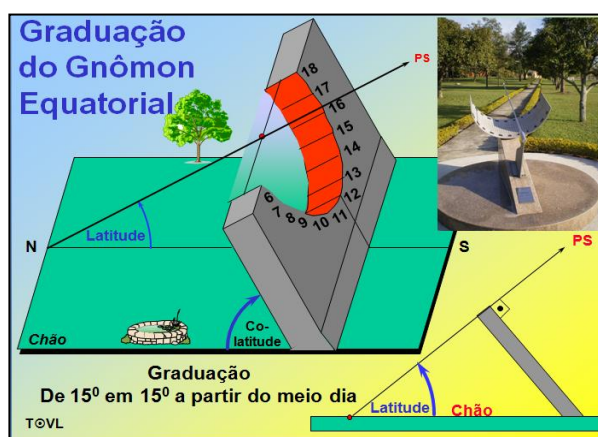


Figura 10– Projeto de montagem de um Relógio de Sol Equatorial e foto do produto final.
 Fonte: BOCZKO (Relógios de Sol – III SeITA/Bauru-SP, 2017).

A Figura anterior aponta a graduação do Relógio de Sol Equatorial, ao longo do semicírculo, além do esquema lateral de seu posicionamento.

4 - DESCRIÇÃO DO *KIT* DIDÁTICO: RELÓGIO DE SOL EQUATORIAL

Trata-se de um modelo de Relógio de Sol que proporciona praticidade na montagem e uso. Pode ser construído com materiais existentes em qualquer escola, não acarreta custos extras para a sua produção, o que o torna acessível para qualquer comunidade escolar.

O protótipo exposto aos estudantes poderá ser obtido através do endereço http://www.mysundial.ca/sdu/sdu_equatorial_sundial.html, onde estão disponibilizados diversos modelos de Relógio de Sol, de forma gratuita, para impressão e montagem.

Para a construção desse modelo, serão necessários: duas folhas de papel *couché* A4 (210 x 297 mm ou 8,3 x 11,7 polegadas), tesoura, cola branca e um palito (do tipo usado para fazer churrascos) que servirá de gnômon. O ajuste de inclinação para a latitude local é feito através do uso da escala de latitude (em graus), impressa junto com os mostradores.

Na Figura 11, temos o modelo equatorial polar impresso através do *site* indicado, onde poderemos perceber o mostrador e a escala de latitude.

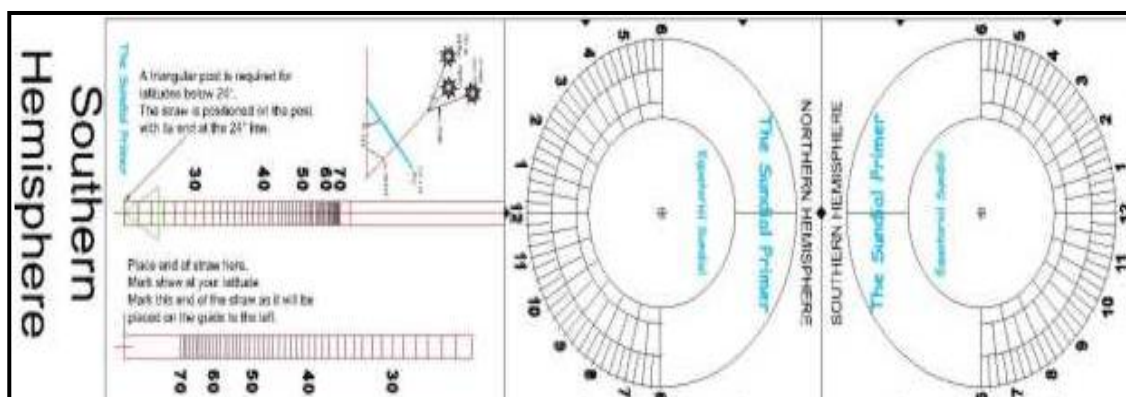


Figura 11– Modelo do Relógio de Sol Equatorial e da régua de latitude. Fonte: http://www.mysundial.ca/sdu/sdu_sundial_kits.html

Este modelo proporciona a possibilidade variada de adaptações e poderá ser adequado às diversas necessidades; inclusive, no caso de não haver o papel apropriado. Poderá ser impresso em papel comum e colado a papelão, isopor ou outro material, o qual proporcione uma base sólida que sustente o relógio na posição necessária ao seu funcionamento.

Na Figura 12, temos o modelo equatorial polar com CD/DVD impresso, pelo mesmo *site*, onde poderemos perceber o mostrador e a escala de latitude. Nesse tipo de Relógio de Sol, o gnômon é substituído pelo CD/DVD, o qual, em função da presença do componente ótico (grade de difração - item 3.1.2), em sua superfície, possibilitará a incidência de uma faixa luminosa direcionada para o horário do dia.

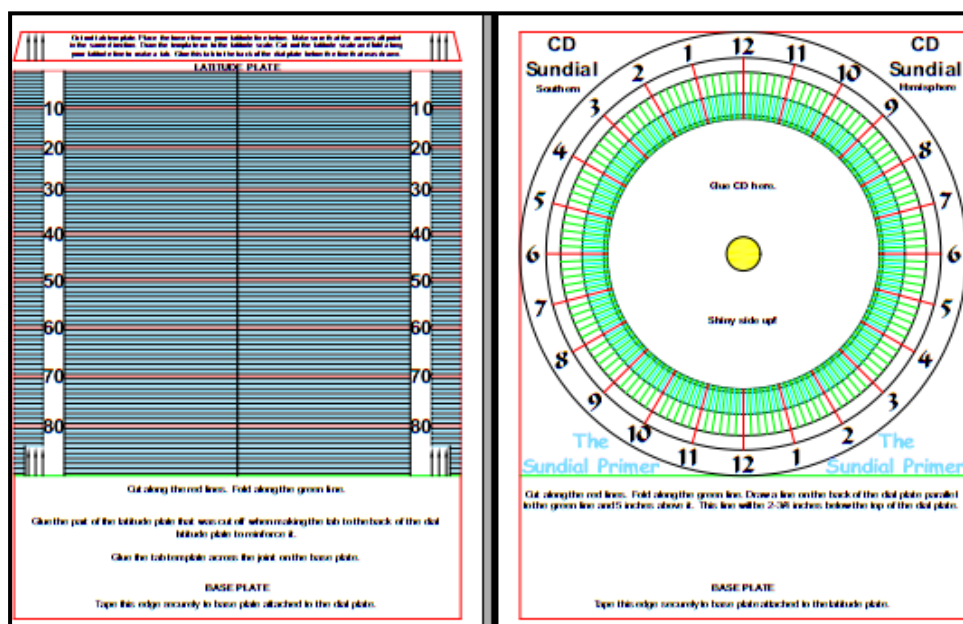



Figura 12– Modelo do Relógio de Sol com CD/DVD e da régua de latitude. Fonte – http://www.mysundial.ca/sdu/sdu_sundial_kits.html

A Figura 13 mostra alguns Relógios de Sol com CD/DVD, montados por estudantes em oficina realizada.



Figura 13– Relógios de Sol montados por estudantes em oficinas. Fonte: Autor.

Na Figura 14 temos o modelo de folder utilizado para orientações durante as oficinas.



REFERÊNCIAS


BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: Reunião Anual da ANPED. Caxambu. Rio de Janeiro: Anais Eletrônicos do ANPED, 2001.

BOCZKO, R., Conceitos de Astronomia, Edgard Blucher, 1998.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa. Brasília: Editora da UnB. In Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente (1999).

SALVADOR, J. A., Ciências e Matemática do Sol e do Gnômon.

PÓS-GRADUAÇÃO EM
ASTRONOMIA
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS




Produção
Jorge Luis da Costa Lopes
JORGELUISLOPES@HOTMAIL.COM
HTTP://WWW.ASTRONOMIAETERRA.BLOGSPOT.COM

Orientação
Prof. Dr. Marildo Pereira
Prof. Dr. Germano Pinto Guedes

Apoio
UEFS/DFIS/MPASTRO
OBSERVATÓRIO
ASTRONOMICO ANTARES
COLÉGIO ESTADUAL ALAOR COUTINHO -
CEAC

ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DE RELÓGIO DE SOL DO TIPO EQUATORIAL COM CDDVD OFICINAS PARA MONTAGEM DE RELÓGIOS DE SOL -2017



“A alegria não chega apenas no encontro do achado, mas faz parte do processo da busca. E ensinar e aprender não pode dar-se fora da procura, fora da boniteza e da alegria”.

(Paulo Freire)

Feira de Santana
2017

APRESENTAÇÃO

O Relógio de Sol é um objeto que mede a passagem das horas do dia, através da incidência dos raios de Sol sobre um Gnômon (haste que faz a sombra).

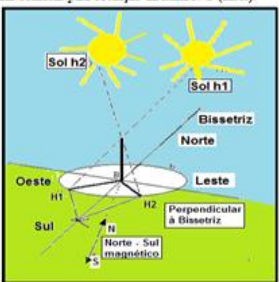
Trata-se de um instrumento de medição das horas do dia utilizado pela humanidade desde a pré-história. Os primeiros relógios de Sol eram simples hastes fincadas no chão.

ORIENTAÇÃO: DETERMINANDO O MERIDIANO LOCAL.


O meridiano astronômico do local é o plano vertical contendo o zênite e os polos. Ele contém a linha meridiana do local, a linha Norte – Sul (N-S). E nele que está localizado o eixo da esfera celeste, que é o prolongamento do eixo de rotação da Terra, ao redor do qual toda a abóbada celeste aparentemente gira (SALVADOR, 2009).

Sob essa perspectiva, vale destacar que a marcação da linha Norte – Sul poderá ser realizado através do seguinte método: Coloca-se uma haste na posição vertical em relação ao plano do solo no período da manhã ou da tarde, e logo após, realizar marcação no plano de hora em hora. Ao marcar a sombra em um horário pela manhã e realizar outra marca pela tarde, podemos obter a linha Norte-Sul.

A imagem a seguir mostra o esquema de marcação das sombras para obtenção da linha N-S (autor).

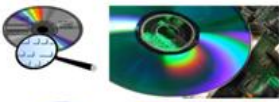


COMO FUNCIONA O RELÓGIO DE SOL COM CDDVD?

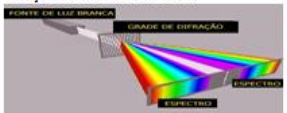


Todo CD possui em sua superfície gravável grade de difração. Trata-se de um Componente óptico constituído por uma série de fendas paralelas muito próximas, com ou sem espelhos entre elas e a superfície - elementos responsáveis pela difração.

As cores em um CD ocorrem por interferência devido a difração



A luz ao passar, sofre modificações na velocidade de propagação dos comprimentos de onda constituintes (ou seja, cores). A superfície do CD exerce a função de rede de difração e de reflexão circular.



RECURSOS NECESSÁRIOS

- 02 folhas de papel A4.
- 01 CD ou DVD.
- 01 rolo de filme plástico transparente.
- 01 tudo de cola.
- 01 tesoura para cortar papel.

COMO CONSTRUIR

- 1 – O modelo do mostrador poderá ser obtido no site: <http://www.mysundial.ca>. Outra opção é desenhar uma circunferência (360°) e dividir por 24 horas, resultando em 15°, ou seja, cada linha horária deverá ter 15°. Lembrando que, por motivos óbvios, o relógio de Sol marca apenas o horário diurno, na presença de luz solar.
- 2 – Após imprimir e recortar o mostrador, colar o CD ou DVD, na parte da etiqueta, deixando a parte gravável exposta.
- 3 – Dobrar a folha com a régua de latitude na linha correspondente à Latitude Local (Feira de Santana $\approx 12^{\circ}27'33''$) e colar na base já dobrada da folha com o mostrador formando a figura de um triângulo.
- 4 – Posicionar o relógio de Sol voltado para o Polo Sul Celeste (como informado no início deste folder).
- 5 – Pronto! O seu relógio de Sol estará pronto para uso.




Figura 14 – Folder utilizado durante as oficinas para a montagem do Relógio de Sol – Autor.

O folder é um instrumento bastante útil para auxiliar os estudantes durante as oficinas, além de servir como instruções a serem distribuídas a outras pessoas interessadas em reproduzirem relógios de Sol com base nos modelos apresentados.

5 - REFERENCIAS

- AFONSO, G. Mitos e estações no céu tupi-guarani. **Scientific American Brasil**, n. 45, p. 38-47, 2006.
- AMARO, P. B. R. **Construção de um Relógio Solar para o museu de Ciências Naturais**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso – UnB – Planaltina, 2015.
- ALMEIDA, P. C. P. de. **O Grupo Local das Galáxias**. 2007. Tese (Mestrado em Matemática) – Departamento de Matemática Aplicada, Faculdade de Ciências da Universidade de Porto (FCUP), Porto, Portugal. 2007.
- AZEVEDO, S. da S. M. **Relógio de Sol Analênico: método pedagógico interdisciplinar**. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Ciências Físicas. Campos dos Goytacazes, 2012.
- BERGMANN, T. S.; FRAQUELLI, H. A. **Construção de um Gnômon e de um Relógio Solar**. 2009. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br>>. Acesso em: Acesso em 03 de outubro de 2016.
- BOCZKO, R., **Conceitos de Astronomia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Fundamental**. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- _____. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 2002.
- _____. **Sistema de Avaliação da Educação Básica - Edição 2015, Resultados**. Brasília: MEC, 2016.
- _____. **Diretrizes Nacionais para Educação**, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/>>. Acesso em: Acesso em 22 de Abril de 2016.
- CANALLE, J. B. G. **Oficina de Astronomia**. Rio de Janeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Física, 2010.
- _____; COELHO, P. M. C. **Relógios de Sol**. 2007. Disponível em: <<http://www.oba.org.br/Pdf/relogtex01>>. Acesso em: 13 de abril de 2016.
- CAMPOS, M. F. D. Ensaio sobre Subjetividade, Aprendizagem e Matemática. **Periódico Científico Projeção e Docência**, v. 7, n. 1, 2016.
- HALLIDAY, D.; trad. de Biasi, Ronaldo Sérgio. **Fundamentos de Física**. vol.4. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

HERNÁNDEZ, O. D. Subjetividade e complexidade: Processos de construção e transformação individual e social. In: GONZÁLEZ R. **Subjetividade, complexidade e pesquisa em Psicologia**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

LIMA NETO, G. B. **Astronomia de Posição** - Notas de Aula – 2013. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas - (IAG), Universidade de São Paulo (USP), 2013.

LOPES, J. L. DA C.; **RELÓGIOS DE SOL NAS AULAS DE MATEMÁTICA: CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO ATRAVÉS DA PROTOTIPAGEM**. UEFS/2017.

MIGUEL, A. et al. **História da Matemática em Atividades Didáticas**. 2. ed. ver. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

MIGUENS, A. P. **Navegação: A Ciência e a Arte**. Brasil: Marinha do Brasil, 1995. (v.II).

OLIVEIRA, N. C. N. **Matemática e astronomia**. 2017. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/matematica/a-presenca-matematica-na-astronomia.htm>>.

Acesso em: 02 de maio de 2017.

PINTO, L. F. M. Funcionamento e traçado do relógio de Sol. **Revista Arquitectura Lusíada**, n. 4, p. 9-35, 2012.

RANGEL, L. dos S.; RAMOS, L. da S. C.; SILVA, I. C. da S.; SOUZA, F. dos S. S. **Construindo Conceitos Trigonométricos através da resolução de problemas**. Disponível em: <<http://www.sinprosp.org.br/.../construindo%20conceitos%20trigonometrico>>. Acesso em: 17 de março de 2017.

SALVADOR, J. A. **Ciências e Matemática do Sol e do Gnômon**. 2009. Disponível em: <http://www2.dm.ufscar.br/profs/salvador/jornada/ciencias_e_matematica_do_sol_e_do_gnomon.pdf>. Acesso em: 14 de setembro de 2016.

SARAIVA, M. F. O.; OLIVEIRA FILHO, K. S.; MÜLLER, A. L. **Movimento Anual do Sol: Estações do Ano**. 2015. 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 out. 2016.

SCANDIUZZI, P. P. **Educação Indígena x Educação Escolar Indígena: Uma Relação Etnocida em uma Pesquisa Etnomatemática**. 2000. Tese (Doutorado) – UNESP, Marília, 2000.

TIGGEMANN, I. S. Práticas investigativas em educação química: relato de uma experiência na disciplina de didática. **Mosaico: Revista de pesq. da área de ciências humanas**. UNIFEV, v.1, n.1, 2006.

Referencias Eletrônicas

<<http://astronomiapratica.blogspot.com.br/2016/05/monte-um-espectroscopio-ou.html>>. Acesso em 03 de janeiro de 2017.

<http://cienciaatual2013.blogspot.com.br/2013/09/sequencia-didatica.html?m=1> acesso em 04 de maio de 2016.
<<http://m3.ime.unicamp.br>>.

<<http://www.observatorio-phoenix.org>>. Acesso em 02 de fevereiro de 2017.

<<http://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article>>.

<<http://www.pontociencia.org.br/files/experimentos/454/movimento-aparente-do-sol-22.jpg>>

<<http://www.relogiodesol.com/historia.php.htm>>. Acesso em 11 de janeiro de 2017.

<<http://relogiosol.blogspot.com.br>>.

<www.sinprosp.org.br/.../CONSTRUINDO%20CONCEITOS%20TRIGONOMÉTRICO>. Acesso em 14 de janeiro de 2017.

<<http://zeca.astronomos.com.br/sci/orientacao.htm>>. Acesso em 21 de janeiro de 2017.

APÊNDICES

I - OFICINA COMPLEMENTAR: LUZ E CORES.

Com o objetivo de proporcionar maior significado da aprendizagem em relação ao funcionamento de um relógio de Sol com CD, há oficina complementar para instruir os estudantes sobre ondas eletromagnéticas. e sobre os raios luminosos refletidos em um CD/DVD.

A luz do Sol é essencial para a vida na Terra, pelo fato de que além de possibilitar os processos físico-químicos nos seres vivos, proporciona a percepção das cores. A energia do Sol ainda é responsável pelo movimento dos oceanos, pela formação dos ventos através do aquecimento do ar e pelo ciclo da água.

Isaac Newton ao realizar o experimento com prismas triangulares expostos a um feixe de luz deduziu que a luz branca, é consequência da associação de várias cores. Na Figura 1, temos a representação dos comprimentos de ondas diferenciadas. Além de fazer o estudo sobre a dispersão da luz, Newton discorre a respeito das cores dos corpos que segundo ele, “o que determina as cores de todos os corpos é ao fato de que eles refletem a luz de certa cor em maior quantidade do que a das outras”.

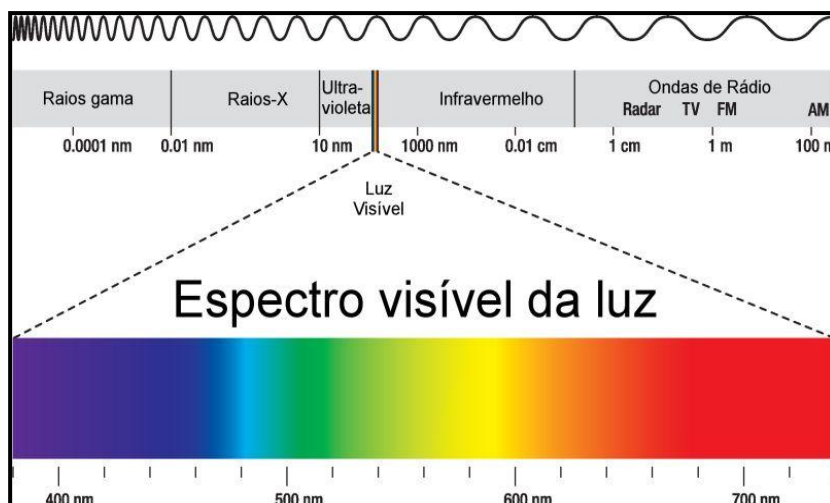


Figura 15– Ondas Eletromagnéticas. Possuem a mesma velocidade no vácuo ($c = 3 \times 10^8$ m/s), se diferenciando pelo comprimento de onda e pela frequência. Fonte: Peter Hermes Furian (Ilustração) / Shutterstock.com Fonte: <http://www.infoescola.com>

A percepção do espectro visível muda de uma pessoa para outra. Nossos olhos atuam em determinada faixa que está situada entre, 400nm e 700nm de comprimento de ondas (luz visível). Neste caso cada cor está relacionada a uma frequência específica de comprimento de

onda, diferenciando-se uma da outra. a luz vermelha por ter menor frequência (menor energia). O violeta possui maior frequência (maior energia).

A relação entre comprimento de onda (λ) e frequência (f), cuja relação é inversamente proporcional, onde o comprimento da onda é dado pela divisão da velocidade da onda (no caso a velocidade da luz ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)), pela frequência da onda, que é representado por: $\lambda = c/f$ (Halliday, 2003). Na Figura 2 temos o mapa conceitual que demonstra os conteúdos examinados durante o experimento de montagem de espectroscópios pelos estudantes.

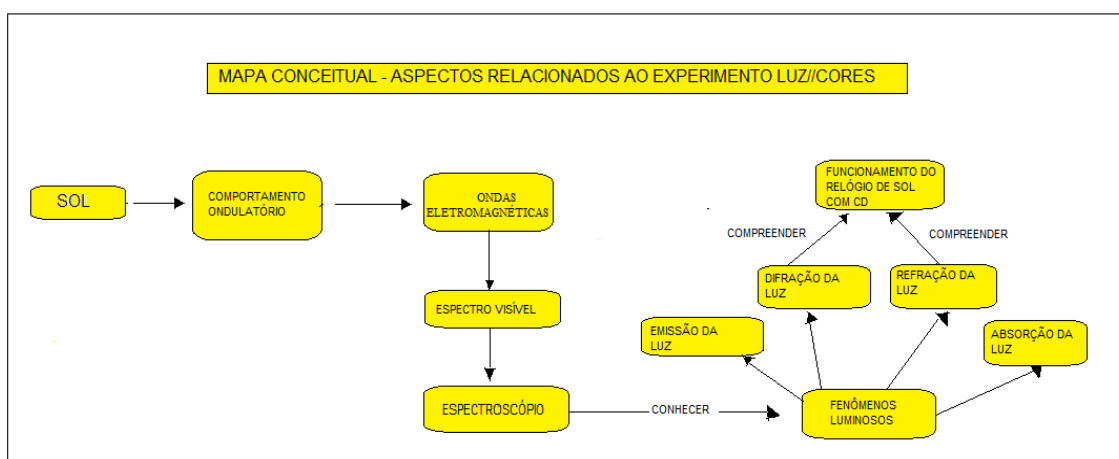


Figura 16 – Mapa conceitual com abordagem dos conteúdos verificados durante o processo de montagem de espectroscópios e disco de Newton. Fonte: autor.

Este mapa conceitual é trabalhado para melhor compreensão do funcionamento do espectroscópio e do disco de Newton.

MONTAGEM DO DISCO DE NEWTON

Para comprovar que a luz branca é composta pelas outras cores do espectro luminoso, utilizamos o disco de Newton. É um disco dividido em 7 ou 8 partes iguais e pintado com as mesmas cores que compõem o espectro da luz. Ao girá-lo com vigor, devido ao fato de que cada cor do disco se sobrepõe na retina do observador, notamos a cor branca substituindo as outras cores do disco. Na Figura 3 temos uma fotografia de estudantes do grupo de tratamento confeccionando um disco de Newton.



Figura 17 – Estudantes montando o disco de Newton. Fonte: autor.

Após realizarmos o experimento com o disco de Newton, fazer o inverso ao decompor a luz, com a utilização de um espectroscópio. O seu princípio de funcionamento se dá através da passagem de um feixe de luz, que ao atravessar a rede de difração, é disperso em seus comprimentos de onda componentes resultando em um espectro luminoso. Se o experimento for realizado com um prisma triangular de cristal, ao colocarmos um segundo prisma na posição invertida, a luz final sairá branca novamente.

MONTAGEM DO ESPECTROSCÓPIO

Antes da montagem dos espectroscópios, os estudantes foram informados de que é através da espectroscopia que a composição de estrelas, nebulosas e até de galáxias são analisadas. Também é um método para determinar a velocidade de corpos celestes e de afastamento das galáxias, o que confirmou a expansão do universo. Além da astronomia, a espectroscopia também é empregada em diversas áreas da ciência.

1 – MODELO FEITO COM PAPEL E CD

O primeiro modelo de espectroscópio proposto para os estudantes foi obtido através do site: <http://astronomiapratica.blogspot.com.br>. Para a sua montagem é necessário apenas de papel ou cartolina, CD/DVD, cola e tesoura. Na Figura 4, temos o desenho com as medidas necessárias. Um detalhe importante está na confecção da fenda. O ideal é utilizar um estilete porque pelo fato de que quanto mais fina for a espessura da fenda, mais eficiente será a qualidade obtida.

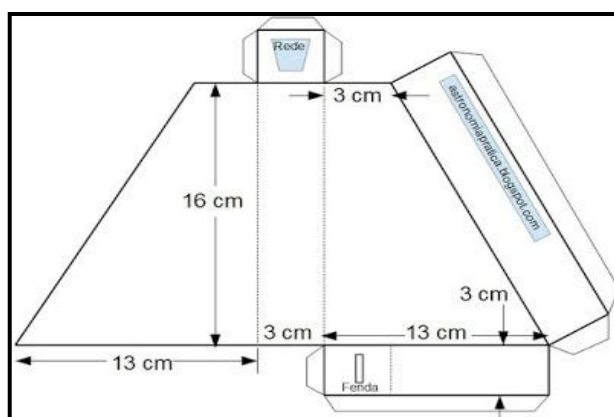


Figura 18 – Modelo do espectroscópio planejado. Fonte: <http://astronomiapratica.blogspot.com.br>

Este modelo a ser reproduzido durante a oficina. É possível realizar adaptações mantendo a qualidade. Na Figura 5, temos fotografias do modelo proposto à esquerda, e de um modelo adaptado feito com caixa.



Figura 19 – Fotografia do modelo proposto de espectroscópio montado, exibindo espectros luminosos, e a direita, uma estudante utilizando um modelo adaptado por ela. Fonte: autor.

2 – MODELO FEITO COM TUBOS DE PVC E CD/DVD

Além do modelo em papel sugerido aos estudantes, também foi apresentado para eles o modelo montado com tubos de PVC de acordo com o modelo disponível no site: <http://www.observatorio-phoenix.org>.

Material necessário para montagem:

- duas lentes de óculos de 3 ou 4 dioptrias (3 ou 4 graus);
- tubo de PVC de 40 mm de diâmetro;
- uma ocular de telescópio ou binóculo;
- T em 45° de PVC 40 mm (derivação em Y);
- disco de CD/DVD sem uso;
- haste de madeira ou de plástico;
- tampa para vedação de tudo (cap).

MONTAGEM

O CD/DVD deverá ser cortado em círculo de 36 mm de diâmetro e colado em uma haste. O tudo deverá ser cortado em dois pedaços. Em uma das extremidades, colocar a tampa já com uma fenda (utilizar estilete). Na outra extremidade deverá ficar a ocular, conforme o esquema da Figura 6.

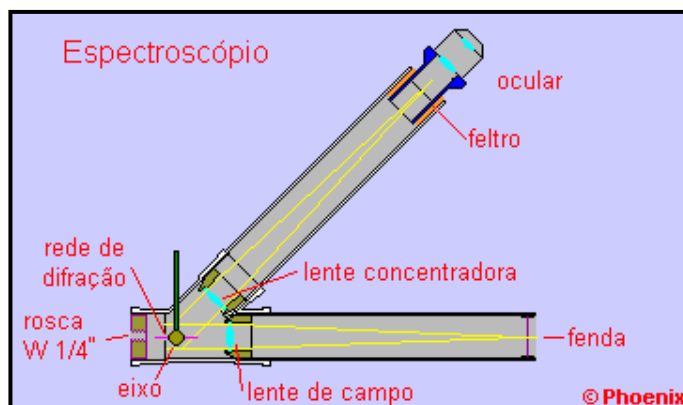


Figura 20 – Esquema do espectroscópio de tubo. Fonte: <http://www.observatorio-phoenix.org>.

A montagem do CD/DVD deverá ser através de um furo no T em Y (Figura 7) no ponto de intersecção das linhas de centro, com uma broca de 13 mm (1/2") e em seguida, colar o disco na haste.

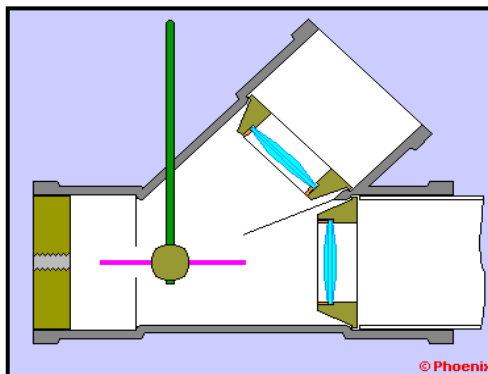


Figura 21– Esquema lateral mostrando o posicionamento do disco de CD/DVD no tubo em Y.
Fonte: <http://www.observatorio-phoenix.org>.

As lentes poderão ser de óculos de leitura, aqueles vendidos por ambulantes. Retire as lentes e arredonde-as com uma lixa e fixe as lentes com cola ou anéis plásticos. Na extremidade de um tubo deverá ficar a fenda, e na extremidade do outro tubo, deverá ficar a ocular com um material deslizante (feltro ou espuma) para permitir a focalização. Pinte a parte interna dos tubos com tinta látex preta ou cinza. Na Figura 8 temos fotografia do espectroscópio de tubo em fase final de montagem.



Figura 22– Espectroscópio feito com tubo de PVC e tripé. Fonte: Autor.

A realização da oficina complementar foi importante, não só para ampliar a visão dos estudantes com relação ao comportamento das ondas eletromagnéticas, mas também para reforçar a compreensão do funcionamento do relógio de Sol com CD.

II - VIDEO: A DANÇA DO SOL

Para ilustrar o movimento aparente do Sol, apresentar para os estudantes o vídeo A dança do Sol, para reforçar o entendimento de um conceito importante para a compreensão do funcionamento dos relógios de Sol. Trata-se de um vídeo com duração de 12 minutos, com linguagem lúdica e que utiliza de forma contextualizada, informações referentes à construção de uma casa com o posicionamento definido pelo movimento aparente do Sol. Na Figura 9 temos a imagem inicial do vídeo.

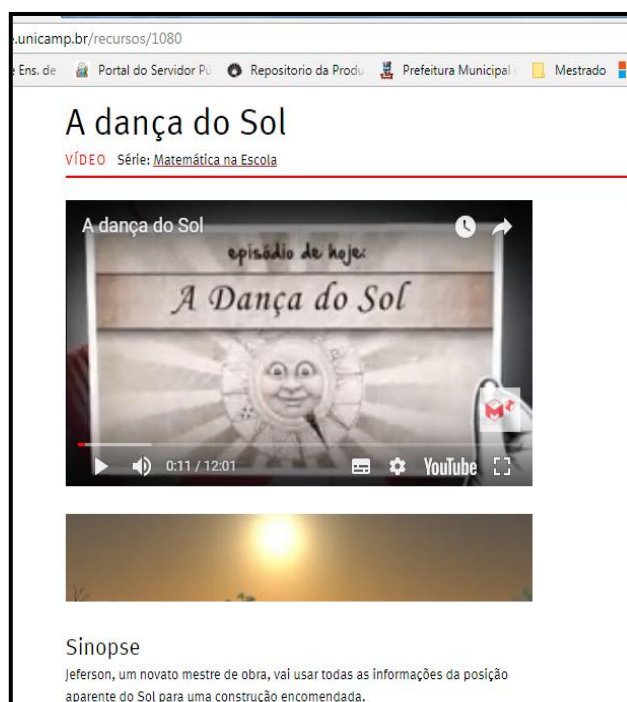


Figura 23 – Imagem do início do vídeo: A dança do Sol. Fonte: <http://m3.ime.unicamp.br>.

A linguagem contextualizada do vídeo reforçou a compreensão dos estudantes quanto ao movimento aparente do Sol.

III - SD 1 - TERRA E UNIVERSO

SEQUENCIA DIDÁTICA

Tema: Terra e Universo (*).

Subtema: Localização dos Pontos Cardeais

Ao ensinar localização através dos pontos cardeais, a importância da localização é demonstrada em situações como estar perdido, ou a necessidade de chegar a um determinado destino. Estes fatos poderão acontecer no cotidiano dos estudantes.

Existem outras situações que também requerem esse conhecimento básico: ao projetar uma casa ou uma escola, por exemplo, o engenheiro usa essas informações de forma a aproveitar a luz ou a sombra de acordo com a necessidade do cliente. Em uma unidade de ensino, janelas e portas estrategicamente colocadas, além da economia de energia, podem evitar transtornos como dificuldades para enxergar na lousa em determinados períodos, perceber com nitidez a tela de um computador em um escritório, ver a imagem da televisão na sala, uma projeção de vídeo ou mesmo a incidência direta da luz do Sol.

Com esta sequência o estudante será estimulado a realizar observações com bases científicas no seu dia a dia, que poderão fazer a diferença na qualidade de sua vida pessoal e profissional.

Duração: seis horas aulas.

Objetivos:

- capacitação do estudante no posicionamento em relação ao meio;
- identificação dos pontos cardeais;
- Leitura e interpretação de mapas, textos e imagens relacionadas aos pontos cardeais;
- Registro de informações através de um blog, descrevendo o percurso de sua trajetória.

Justificativa:

Esta atividade pretende levar o estudante a desenvolver a orientação espacial e identificar o posicionamento dos pontos cardeais.

Sondagens:

Onde o Sol nasce? No percurso que você faz à escola em qual lado o Sol está? E no caminho de volta, está no mesmo lugar? E se fosse noite, o que você usaria como referência de localização? O que você observaria no céu? Como os navios e aviões chegam ao seu destino sem estradas ou sinalizações?

Problematização/Contextualização:

O estudante deverá observar um globo terrestre para identificar a sua localização. Em seguida, será mostrada uma bússola mais um aplicativo bússola para celular e levantada uma situação: “ele está em uma embarcação e após pescaria, ele precisa retornar para casa”. Para que lado deve seguir? Os estudantes devem estabelecer estratégias (discussões de como começar) e o professor media o conhecimento apenas como suporte para que eles mesmos estabeleçam os conhecimentos necessários.

Desenvolvimento:

Análise e Leitura de Texto

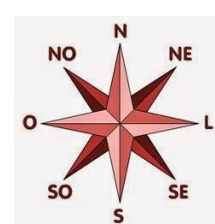
Onde estou e para onde vou?

“Houve uma época, em que as pessoas não contavam com nenhum instrumento que pudesse ajudá-las a se localizar”. Era olhando o céu que elas se orientavam, através da posição do Sol durante o dia, e das estrelas durante a noite. Elas observavam que, pela manhã, o Sol sempre surgia aproximadamente em uma mesma direção, e que à tardinha ele se punha em sentido contrário, como se atravessasse o céu em linha reta. Esses recursos, ainda hoje, são muito utilizados.

Dizemos que o Sol nasce quando ele surge no horizonte pela manhã dizemos que o Sol se põe quando ele desaparece no horizonte à tarde. As palavras nascer e por, são usadas porque os povos antigos acreditavam que a cada dia nascia um novo Sol, e a tarde ele se punha abaixo do horizonte para morrer. Hoje sabemos que isso não é verdade, pois ele nasce e se põe por causa da rotação da Terra, mas por tradição as palavras nascer e por do Sol ainda são usadas.

Um navegador ou um aviador que não sabe achar os pontos cardeais não consegue trabalho em lugar algum. Um pescador que vai para o mar adentro em busca de peixes, não precisa ser doutor em movimentos do céu, mas, com certeza, outros que o ensinaram a pescar certamente lhe ensinaram a achar os pontos cardeais, para poder sair e retornar à mesma praia. Uma pessoa que quer ir ou sair de algum lugar, se estiver perdida, por exemplo, em uma floresta, no meio de uma cidade desconhecida, não conseguirá fazê-lo se não conhecer alguns princípios básicos de orientação.

Observe alguns instrumentos de localização



Os pontos cardeais são pontos de referência e através deles é possível localizar qualquer lugar sobre a superfície da Terra. “São eles: o Norte e o Sul que apontam na direção dos polos terrestre; o Leste e o Oeste que apontam para o lado do nascer e do pôr do Sol, cruzando a linha Norte-Sul”. Coordenadas geográficas - São números que indicam um local sobre a superfície da Terra ou próximo dela com base nos pontos cardeais. (Créditos: Grupo 2 – MGME/Secr. Educ. SP).

Estratégias: atividade coletiva; utilização do corpo como instrumento de medida e orientação; leitura e interpretação de mapa e texto; registro de informações; utilização de software (Google Earth, Stellarium). **Recursos:** mapas, bússola, texto, Google Earth, Stellarium (Android), materiais para registro, lápis de cor, régua, compasso e tesoura.

Avaliação: processual, registros, participação coletiva e construção do relógio de Sol.

(*) Adaptado de Produção de Sequência Didática (curso MGME). Em:

<http://cienciaatual2013.blogspot.com.br/2013/09/sequencia-didatica.html?m=1> acesso em 04 de maio de 2016.

IV - SD 2 TRIGONOMETRIA E GEOMETRIA

SEQUENCIA DIDÁTICA

Tema: Trigonometria e Geometria.

Subtema: Montagem de Relógio de Sol.

História da Matemática

Para auxiliar sua sobrevivência, os povos primitivos realizavam observações do tempo para tarefas do cotidiano. Com o desenvolvimento das civilizações, estas medições resultaram em calendários que foram aprimorados junto com as sociedades e surgiram novas técnicas de observações do tempo. Um exemplo foi a identificação das estações do ano que eram informações fundamentais repassadas às civilizações que praticavam a agricultura, e que dependiam dos fatores climáticos.

Um das maneiras utilizadas pelos povos antigos para medir o dia dividindo-os em etapas, foi por meio dos Relógios de Sol. A origem do Relógio de Sol não é estabelecida, existindo registros que se referem à Mesopotâmia, há cerca de 4.000 anos.

Carga horária: seis horas aula.

Conteúdos: ângulos (medidas e classificação); trigonometria.

Objetivos:

- Confeccionar relógio do Sol utilizando transferidor, régua, papel, cola, tesoura e palitos após revisão de conteúdos trabalhados em aulas anteriores.

- Desenvolver a concentração e o raciocínio dos alunos através da construção do relógio do Sol:

- Utilizar de maneira adequada e correta o transferidor e a partir deste, medir e classificar os ângulos (reto, agudo e obtuso) obtidos pela sombra do sol. Recursos:

- Folhas de cartolina coloridas;
- Transferidor;
- Régua;
- Tesoura;
- Lápis preto;
- Borracha;
- Caneta.

Desenvolvimento: Foi dado para cada aluno uma tira de cartolina colorida, onde os alunos fizeram as medidas e os cortes necessários para a medição dos horários de Sol. De acordo

com o ângulo de inclinação dos raios solares, a sombra projetada indicará as horas do dia. Após marcarem 5 horários diferentes, cada aluno mediu os ângulos e os classificou conforme solicitação. Avaliação: interesse e participação dos estudantes no desenvolvimento da atividade.

Resultados: Alguns estudantes apresentaram dificuldades no manuseio do transferidor e do compasso.

Avaliação: contínua, produzida com diagnóstico das habilidades não atingidas.

Adaptado de # MATEMÁTICA (IDEIAS E DESAFIOS) MORI, I; ONAGA, D.S. São Paulo: Saraiva, 2012. Em <http://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/>

V - QUESTIONÁRIO – PRINCIPAIS MOVIMENTOS DA TERRA

Questionário utilizado para levantar questionamentos na apresentação do Relógio de Sol – Adaptado de Azevedo, S. S. M., Relógio de Sol analêmico: método pedagógico interdisciplinar.

NOME: _____

TURMA: _____

Nas questões abaixo, marque o item que considerar correto:

1. Durante o dia a sombra de uma pessoa muda de posição. Para que isto ocorra, quem muda de posição?

a) () Sol b) () Terra

2. A duração do dia e da noite é a mesma durante todo o ano?

a) () Sim b) () Não

3. Dizemos que o Sol nasce no leste e se põe no oeste. O Sol nasce todos os dias no mesmo lugar?

a) () Sim b) () Não

4. Quais são as estações do ano?

a) () Janeiro, fevereiro, março, abril

b) () Primavera, terça, quarta, quinta

c) () Outono, primavera, verão, inverno

d) () Sexta, sábado, domingo, segunda

5. Quais são as fases da Lua?

a) () Cheia, minguante, grande, pequena

b) () Nova, crescente, cheia, minguante

c) () Grande, pequena, crítica, minguante

d) () Cheia, crescente, novinha, pequena

6. Qual o nome do movimento que a Terra realiza em torno de seu eixo imaginário?

- a) () Revolução
- b) () Translação
- c) () Rotação
- d) () Giramento

7. Qual o nome do movimento que a Terra realiza em torno do Sol?

- a) () Revolução
- b) () Translação
- c) () Rotação
- d) () Giramento

8. Qual o movimento da Terra que dá origem ao dia e a noite?

- a) () Revolução
- b) () Translação
- c) () Rotação
- d) () Giramento

9. Qual o movimento da Terra que origina as estações do ano?

- a) () Revolução
- b) () Translação
- c) () Rotação
- d) () Giramento

10. Você sabe como funciona um Relógio de Sol?

- a) () Sim
- b) () Não

VI - QUESTIONÁRIO RELÓGIO DE SOL A SER APLICADO AO FINAL DA OFICINA

NOME: _____

TURMA: _____

Questionário informativo para os alunos – Adaptado de Azevedo, S. S. M., Relógio de Sol Analêmico: método pedagógico interdisciplinar.

1. O que você achou da utilização do Relógio de Sol nos estudos?

- a) não foi útil
- b) útil
- c) agregou novos caminhos de aprendizagem

2. Você já teve outras aulas neste modelo?

- a) Sim
- b) Não
- c) Não lembro

3. Você gostaria de ter mais aulas utilizando métodos como o Relógio de Sol?

- a) Sim
- b) Não

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

TRIGONOMETRIA NO TRIÂNGULO RETÂNGULO.

1) Você já estudou Trigonometria?

- Sim, mas não lembro de nada.
- Sim, mas lembro muito pouco.
- Sim e lembro-me bastante deste assunto.
- Não.

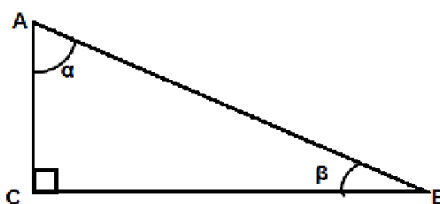
2) Quais dos números abaixo é um exemplo de razão entre dois números:

- $\frac{a}{b}$
- π
- 4
- $\frac{1}{3}$

3) Porque um triângulo pode ser classificado com triângulo retângulo?

- () Têm os dois ângulos da base iguais.
 () Contém pelo menos um ângulo obtuso.
 () Contém um ângulo de 90° (reto) e os outros dois ângulos são agudos.
 () Todos seus ângulos são de 60° .

- Observe o triângulo a seguir:



Ao observar o triângulo retângulo ABC, podemos identificar e nomear os seguintes segmentos e ângulos como: AB = Hipotenusa

AC = Cateto

BC = Cateto

Ângulos agudos α (alfa) e β (beta)

Responda as questões abaixo, de acordo com o triângulo retângulo.

4) Qual é o cateto oposto ao ângulo α ?

- () AC () AB () BC

5) Qual é o cateto adjacente ao ângulo α ?

- () AC () AB () BC

6) Qual é o cateto oposto ao ângulo β ?

- () AB () AC () BC

7) Qual é o cateto adjacente ao ângulo β ?

- () AB () AC () BC

8) $\frac{BC}{AB} = F$, número 'F' obtido pela razão dos segmentos é chamado de que do ângulo α ?

- () $\text{sen } \alpha$

- () $\text{tg } \alpha$

- () $\text{cos } \alpha$

9) Quais das razões abaixo é o $\cos \beta$, no triângulo?

$\frac{AC}{AB}$

$\frac{CB}{AB}$

$\frac{AC}{CB}$

10) Qual das razões abaixo é a $\operatorname{tg} \beta$, no triângulo?

$\frac{AC}{CB}$

$\frac{CB}{AB}$

$\frac{AC}{AB}$

Adaptado do artigo CONSTRUINDO CONCEITOS TRIGONOMÉTRICOS ATRAVÉS DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS, disponível em:

www.sinprosp.org.br/.../CONSTRUINDO%20CONCEITOS%20TRIGONOMETRICO.

VII - SD ESTUDO DO MOVIMENTO APARENTE DO SOL E FUNÇÃO TRIGONOMÉTRICA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ESTUDO DO MOVIMENTO APARENTE DO SOL E FUNÇÃO TRIGONOMÉTRICA

JUSTIFICATIVA:

Devido a dificuldades apresentadas pelos estudantes do ensino médio em interpretar assuntos de Matemática relacionados ao dia a dia e mediante a responsabilidade da escola em desenvolver no educando habilidades e competências necessárias para resolução de problemas do cotidiano, assumindo plenamente autonomia para a cidadania, foi organizada uma sequência didática relacionada ao emprego de funções trigonométricas para promover a aprendizagem.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Contribuir para o ensino contextualizado da função Trigonométrica.
- Estimular a leitura e a construção de gráficos.
- Fazer com que o estudante perceba que o estudo das diferentes funções está diretamente relacionado às situações do nosso cotidiano.
- Consolidar conceitos como: latitude, polo magnético e rotação.
- Interpretar informações que envolvam o movimento aparente do Sol, trazidas de outras fontes distintas do livro didático, tais como: textos científicos, revistas, sites, dentre outros.

DESENVOLVIMENTO:

O desenvolvimento da sequência didática ocorrerá em 6 horas-aula com duração total de 300 minutos (50 minutos cada aula) aplicada às turmas do 1º ano do ensino médio, com atividades sistematizadas, diversificadas e progressivas no grau de dificuldades apresentadas, buscando assim, promover estímulo cognitivo e aprendizagem significativa.

A sequência segue etapas previamente planejadas e definidas para cada aula, como é apresentado a seguir.

Aula 1 – 1º dia (levantamento de conhecimentos prévios):

- Avaliação Diagnóstica.
- Leitura compartilhada de texto abordando a história da utilização do relógio de Sol.

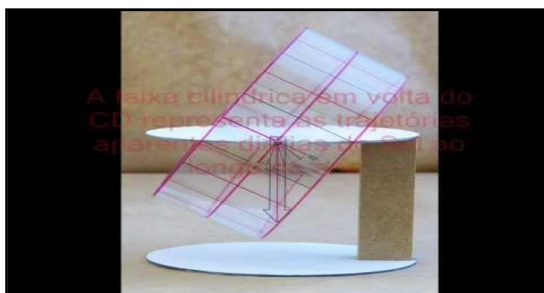
- Socialização das interpretações do texto e construção do conceito de movimento aparente do Sol, partindo da noção intuitiva que perpassa pelas diferentes situações do nosso cotidiano.

- Apresentar aos estudantes diferentes modelos de relógio de Sol.

Aulas 2 e 3 – 2º dia: Movimento aparente do Sol

- Apresentação dos conceitos de longitude e latitude.

- Montagem de modelo de movimento aparente do Sol didático.



<http://www.pontociencia.org.br/files/experimentos/454/movimento-aparente-do-sol-22.jpg>

Aula 4 – 3º dia: Prática.

- Dividir a turma em grupos.

- Distribuir para cada equipe kits contendo cartões com diferentes gráficos desenhados de funções trigonométricas e demonstrar através de animações no Geogebra.

- Realizar exercícios no caderno.

Aula 5 e 6 – 4º dia:

- Solicitar que cada grupo desenvolva um modelo de Relógio de Sol e realize demonstrações geométricas acompanhadas de cálculos. Após montagem cada grupo deverá demonstrar o funcionamento do relógio na área externa da escola.

Adaptado de: SILVA, M. N. P. da. "Funções Trigonométricas "; *Brasil Escola*. Disponível em: <http://brasilecola.uol.com.br/matematica/funcoes-trigonometricas>. Acesso em 15 de novembro de 2016.

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/movimento-aparente-do-sol/>. Acesso em 15 de novembro de 2016.

VIII – AVALIAÇÃO INTERDISCIPLINAR COM GEOGRAFIA

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA (Gabaritada em negrito):

1. (Brasil Escola) A Terra, assim como todos os corpos celestes presentes no universo, não está parada. Ao todo, são dezenas de diferentes formas de deslocamento realizadas pelo nosso planeta. Assinale, entre as alternativas a seguir, aquela que não indica um dos fenômenos de movimentação terrestre:

- a) rotação
- b) nutação
- c) precessão dos equinócios

d) inclinação

e) revolução

2. (Brasil Escola - adaptado) Entre todos os movimentos realizados pela Terra, a rotação e a revolução são consideradas como os dois mais importantes, pois são os que exercem maior influência no cotidiano das sociedades. As consequências principais da rotação e da revolução da Terra são *respectivamente*:

a) a intercalação das atividades solares e a variação cíclica dos climas

b) a ocorrência das estações do ano e a sucessão dos dias e noites

c) a sucessão dos dias e noites e a ocorrência das estações do ano

d) a existência dos solstícios e equinócios e a duração do ano em 365 dias.

e) a duração dos ciclos solares e a diferenciação entre climas frios e quentes.

3. (Brasil Escola - adaptado) O deslocamento do periélio é registrado como um dos movimentos da Terra, mas não é tão lembrado por dois motivos: não exerce uma influência tão grande sobre a vida no planeta e também por apresentar um ciclo muito longo, que totaliza os 21 mil anos. Mas, afinal, o que é o periélio?

a) é a forma com que a Terra se desloca em torno do seu próprio eixo.

b) é o movimento aparente da Terra ao longo do universo.

c) é o eixo da revolução terrestre.

d) é a distância mínima da órbita terrestre em relação ao sol.

e) é a distância máxima da órbita terrestre em relação ao sol.

4. (UTFPR - adaptada) A relação Sol-Terra faz com que em qualquer lugar do planeta existam diferenças no tempo atmosférico. Essas diferenças têm origem em dois fatores principais, que

são os movimentos de rotação e de revolução. Analise as alternativas a seguir e identifique a INCORRETA no que se refere à influência desses movimentos no tempo atmosférico e climas da Terra.

a) É o movimento de rotação que determina os ciclos da produção agrícola e, portanto, indica quando plantar, quando colher, quando guardar e quando descansar.

b) Se a Terra não tivesse o movimento de rotação, a face iluminada seria tórrida e a face escura, gelada, sendo impossível a vida no planeta.

c) O movimento de revolução é que determina a duração do fotoperíodo diário, sendo que, para o hemisfério Sul, a maior duração do dia iluminado ocorre em 22 de dezembro, quando inicia o verão.

d) O movimento de rotação é o responsável pela exposição do planeta à luz solar, fazendo com que haja certo equilíbrio em relação à temperatura, pois gera os dias e noites.

- Depois do exercício concluído pelos alunos, socializar as resoluções e fazer coletivamente uma análise das resoluções apresentadas, construindo através dos erros e acertos a formalização matemática dos conceitos. Considerar: a coerência dos valores calculados, marcação correta dos pontos no plano cartesiano, relação de dependência entre as variáveis.

Adaptado de: <http://exercicios.brasilecola.uol.com.br> - <http://relogiosol.blogspot.com.br>.