

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ  
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL - PROFMAT

ALMIR SARDINHA MENDES

**RELÓGIO DE SOL: PROPOSTA DE ENSINO PARA O ESTUDO DE  
ANGULOS NO ENSINO FUNDAMENTAL**

MACAPÁ-AP  
2017

ALMIR SARDINHA MENDES

**RELÓGIO DE SOL: PROPOSTA DE ENSINO PARA O ESTUDO DE  
ANGULOS NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT da Universidade Federal do Amapá - UNIFAP, como requisito necessário para obtenção do grau de Mestre em Matemática. Orientador: Prof. Dr. Guzmán Eulálio Isla Chamilco

MACAPÁ-AP  
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá

---

Almir Sardinha Mendes RELÓGIO DE SOL: PROPOSTA DE ENSINO PARA O ESTUDO DE ÂNGULOS NO ENSINO FUNDAMENTAL/ Almir Sardinha Mendes. – Macapá, Amapá, 2017- 49 p. : il.(alguma color.); 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Guzmán Eulálio Isla Chamilco  
– , 2017.

1. Geometria. 2. Relógio de sol. 3. Ângulos. 4. Ensino Aprendizagem. 5. Matemática Aplicada. I. Orientador: Guzmán Eulálio Isla Chamilco. II. Universidade Federal do Amapá. III. Coordenação do Curso de Licenciatura em Matemática. IV. RELÓGIO DE SOL: PROPOSTA DE ENSINO PARA O ESTUDO DE ÂNGULOS NO ENSINO FUNDAMENTAL  
CDU 02:141:005.7

---

ALMIR SARDINHA MENDES

**RELÓGIO DE SOL: PROPOSTA DE ENSINO PARA O ESTUDO DE  
ÂNGULOS NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT, na Universidade Federal do Amapá - UNIFAP, como requisito necessário para obtenção do grau de Mestre em Matemática, submetida à aprovação da banca examinadora composta pelos seguintes membros:

**AVALIADORES**

---

Dr. Guzmán Eulálio Isla Chamilco - Unifap  
(Orientador)

---

Dr. Erasmo Senger - Unifap

---

Ms. Hilton Bruno Pereira Viana - Ifap

---

Dr. José Walter Cárdenas Sótil - Unifap

Dedico esta tese a minha mãe Sr<sup>a</sup>. Maria  
Emília Barbosa Sardinha e a minha esposa  
Marinete Ramos Pires.  
A meu pai Augusto Filho Moraes Mendes  
(in memoriam).

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, a minha família e amigos, por todo o apoio que me deram. Ao meu orientador professor Dr. Guzmán Eulálio Isla Chamilco, pela sua atenção, disponibilidade e paciência. Aos meus colegas de curso pela ajuda recebida durante o curso

*“Mas há uma outra razão que explica a elevada reputação das Matemáticas, é que elas levam as ciências naturais exatas uma certa proporção de segurança que, sem elas, essas ciências não poderiam obter. ”*

(Albert Einstein)

## RESUMO

Este estudo monográfico desenvolveu uma proposta de ensino com intuito de introduzir a geometria de uma forma diferente da tradicional e usual, sendo que este inicia-se com alguns fatos históricos relacionados à matemática para que posteriormente fosse desenvolvida a relação entre a geometria e o relógio de sol. O relógio de sol é uma forma didática de difundir o ensino da geometria seja para o Ensino Fundamental II ou Ensino Médio. Este trabalho foi desenvolvido por meio de revisão de literatura e teve como objetivo analisar a importância da utilização do relógio de sol como ferramenta de ensino a geometria. Constatou-se que a inserção do relógio de sol no ensino da geometria permite a integração e a interação entre professor e aluno, além de ser um recurso que promove a facilitação do processo de ensino-aprendizagem da geometria.

**Palavras Chaves:** Geometria. Matemática. Relógio de Sol. Processo de Ensino-aprendizagem.

## ABSTRACT

This monographic study developed a teaching proposal with the purpose of introducing geometry in a way different from the traditional and usual, and this one begins with some historical facts related to mathematics so that later the relation between the geometry and the clock of Sun. The sundial is a didactic way of spreading the teaching of geometry, whether it be for Basic Education II or High School. This work was developed through a literature review and aimed to analyze the importance of using sundial as a teaching tool to geometry. It was verified that the insertion of sundial in the teaching of geometry allows the integration and interaction between teacher and student, besides being a resource that promotes the facilitation of the teaching-learning process of geometry.

**Keywords:**Geometry. Mathematics. Sundial. Teaching-learning process.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Templo da Grécia antiga . . . . .	13
Figura 2 – Sol ilumina rosto de Ramsés . . . . .	14
Figura 3 – Imagem dos dedos das mãos . . . . .	14
Figura 4 – Imagem circunferência da terra . . . . .	17
Figura 5 – Estaca e sombra . . . . .	19
Figura 6 – Latitudes . . . . .	21
Figura 7 – Meridiano de Greenwich . . . . .	22
Figura 8 – Relógio de sol do antigo Egito descoberto no Vale dos Reis . . . . .	25
Figura 9 – Relógio de sol . . . . .	25
Figura 10 – Gnomon . . . . .	26
Figura 11 – Relógio de sol no polo e em outras latitudes . . . . .	28
Figura 12 – Relógio de sol no hemisfério sul . . . . .	28
Figura 13 – Mostrador paralelo ao plano do equador . . . . .	29
Figura 14 – Mostrador paralelo ao plano do equador-Equinócios e estações . . . . .	29
Figura 15 – Ângulo horário no mostrador e projeção horizontal . . . . .	29
Figura 16 – Marcando pontos médios do quadrado. . . . .	31
Figura 17 – Posicionamento do transferidor . . . . .	32
Figura 18 – Marcação de ângulos sobre a circunferência . . . . .	32
Figura 19 – Intervalo das horas . . . . .	33
Figura 20 – Escrevendo as horas . . . . .	33
Figura 21 – Inserindo o gnomon . . . . .	34
Figura 22 – Abertura do clipe . . . . .	34
Figura 23 – Inserindo o clipe . . . . .	35
Figura 24 – Posicionando o relógio de sol . . . . .	35

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO</b> . . . . .	11
<b>2</b>	<b>CONTRIBUIÇÃO SOLAR AO DESENVOLVIMENTO DA MATEMÁTICA</b> . . . . .	13
2.1	TALES DE MILETO . . . . .	15
2.2	ERATÓSTENES E A MEDIÇÃO DO RAIOS DA TERRA . . . . .	16
2.3	SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS . . . . .	18
2.4	PONTOS CARDEAIS . . . . .	18
2.5	FORMAS DE LOCALIZAR O NORTE-SUL DA TERRA . . . . .	19
2.6	COMO DETERMINAR A LATITUDE LOCAL . . . . .	21
2.7	PRÁTICA PEDAGÓGICA . . . . .	23
2.8	RELÓGIOS DE SOL . . . . .	24
2.9	A UTILIZAÇÃO DO RELÓGIO DE SOL NO ENSINO DA GEOMETRIA . . . . .	27
<b>3</b>	<b>ROTEIRO DE CONSTRUÇÃO DO RELÓGIO DE SOL PARA IMPLEMENTAÇÃO EM SALA DE AULA</b> . . . . .	31
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> . . . . .	36
<b>5</b>	<b>PROPOSTA DE ENSINO</b> . . . . .	38
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b> . . . . .	43
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> . . . . .	46
	<b>REFERÊNCIAS</b> . . . . .	48

## 1 INTRODUÇÃO

Desde sua criação a escola é um espaço destinado para auxiliar o aluno no processo de construção do conhecimento e essencial para que ocorra o processo de ensino-aprendizagem, logo, o professor deve buscar métodos de ensino que possibilite a facilitação da aprendizagem dos alunos em sala de aula, principalmente, no que concerne o estudo da geometria que para alguns é complexo e pode até ser considerado difícil.

O docente que insere novas ferramentas que auxiliam na aprendizagem em sala de aula possibilita ao aluno que possui dificuldades aprender quaisquer conteúdo desenvolvido na disciplina de matemática. Deste modo, as aulas são elementos motivacionais, por despertar no aluno a vontade de aprender o conteúdo que está sendo abordado.

As aulas de matemática devem possibilitar o questionamento dos conteúdos e ferramentas trabalhadas em sala, discutir os mecanismos utilizados no processo de ensino-aprendizagem e refletir sobre as dificuldades e/ou facilidades apresentadas pelos alunos no processo de aprendizagem. Ressalta-se que a Matemática é uma disciplina que está enfrentando grandes dificuldades na sua difusão, pois sua abordagem no ensino fundamental I e II e no ensino médio concentram-se em cálculos que muitas das vezes dificultam o processo de aprendizagem dos alunos, por exemplo, qual é a utilidade de aprender geometria, principalmente, se o aluno no ensino fundamental II deseja seguir uma carreira que não exige tais habilidades, logo, o professor de matemática para auxiliar e facilitar o processo de aprendizagem do aluno deve motivá-lo a aprender mesmo que na vida adulta sua profissão não necessite da aplicabilidade de tais conhecimentos.

Isto é, o professor de quaisquer disciplina deve motivar o aluno para que exista o interesse em aprender os conteúdos desenvolvidos em sala, deste modo, a inserção de ferramentas de facilitação da aprendizagem torna-se fundamental para que o processo de ensino-aprendizagem seja eficiente. Uma das ferramentas pedagógicas que pode ser utilizada pelo professor de matemática para motivar, atrair e facilitar a aprendizagem de seus alunos sobre a geometria é o relógio de sol.

Porém, para que o ensino da geometria ocorra de forma satisfatória torna-se necessário que a escola busque alternativas que aproximem professor e aluno, e façam do processo ensino-aprendizagem um momento em que o aluno seja o foco principal, assim, a escola deve incentivar a implantação de ferramentas que auxiliem o professor no processo de ensino-aprendizagem, bem como contribua para o crescimento cognitivo do educando.

No capítulo 2, fazemos um breve histórico de como o sol influenciou o desenvolvimento econômico de alguns povos, bem como a divisão do tempo em intervalos

menores de tempo. Além, é claro, de como este astro influenciou em alguns conhecimentos geométricos que hoje nos são triviais. Ainda neste capítulo trabalhamos os conhecimentos geográficos necessários para a implantação de um relógio de sol com mostrador paralelo ao plano do equador. No capítulo 3 apresentamos um roteiro que usa materiais simples para auxiliar na construção e implementação deste trabalho em sala de aula. No capítulo 4, apresentamos conhecimentos e autores que dão suporte metodológico à implementação em sala de aula deste trabalho. No capítulo 5, segue a proposta de ensino com algumas atividades que podem ser trabalhadas com os alunos do ensino fundamental e adaptadas conforme a necessidade dos alunos e criatividade dos professores. O capítulo 6, traz a discussão dos objetivos a serem alcançados e dos autores que fundamentam a aplicação de práticas pedagógicas diferenciadas ao ensino de matemática.

## 2 CONTRIBUIÇÃO SOLAR AO DESENVOLVIMENTO DA MATEMÁTICA

A história da matemática se confunde com a história do homem. Desde o início da humanidade o homem tenta entender como as coisas funcionam, buscar padrões e repetições. Antecipar um fato é uma forma de ter controle sobre ele. Grandes civilizações conseguiram se estabelecer sobre a terra e desenvolveram tecnologias primitivas que até hoje os estudiosos ficam admirados com a precisão, a beleza e de como foi possível a tais feitos, principalmente na construção de grandes templos, como os feitos pelos povos egípcios, maia, incas, e vários outros.

Figura 1 – Templo da Grécia antiga



Fonte: Wikipédia,2017

Uma das formas de tentar obter controle foi estudar e observar os astros na abóboda celeste, sol, lua, estrelas, constelações. Entender o tempo e a forma como as mudanças afetavam a agricultura tornou as civilizações mais prósperas, plantar no tempo certo, prever cheias e inundações fizeram com que houvesse menor escassez de alimento, deste modo tornou-se imprescindível a qualquer civilização prever o início das estações. Grandes templos (figura 1) foram erguidos para que os sacerdotes pudessem fazer as previsões e saber quando terminava e iniciava outra estação e até mesmo fazer rituais religiosos. No antigo Egito quando o rosto de Ramsés é iluminado pelo sol em outubro é dado início a temporada agrícola (figura 2). Este fenômeno ocorre duas vezes ao ano e foi uma das formas de usar o sol como um marcador de tempo ou para início de uma estação.

Figura 2 – Sol ilumina rosto de Ramsés



Fonte: G1.

Mesmo assim, a menor divisão de tempo era o anoitecer e amanhecer, entre esses períodos não haveria outro marco a não ser o momento em que o sol atingisse seu ponto mais alto no céu ao meio dia. Tudo começou a mudar com a divisão do dia em intervalos menores e a criação de formas de medir o tempo. A criação do relógio de sol foi um avanço na marcação do tempo. Há muitas controvérsias sobre o motivo da divisão do dia em 24 horas, 12 diurnas e 12 noturnas. Mas, porque 12 e não 10?

Hoje é muito comum e natural que se conte de 10 em 10, ou seja, hoje usamos quase que exclusivamente o sistema decimal para a matemática e a maioria das escalas de medição, como o metro e o litro, essa concepção (baseada em usar os 10 dedos das mãos para contar) é relativamente recente (figura 3), considerando-se a idade da humanidade, mesmo assim ainda usamos, ainda que pouco, o sistema de numeração duodecimal (base 12), que tem como base as articulações dos dedos, um exemplo é quando se vai a feira comprar banana ou ovos, essa compra é feita em um grupo de 12 unidades (dúzia).

Figura 3 – Imagem dos dedos das mãos



Fonte: Google,2017.

Uma das primeiras sociedades que se tem notícia a separar o dia em pequenas partes é a dos egípcios. Eles dividiam o tempo em dois períodos de 12 horas: 12 horas para o dia e 12 horas para a noite. Essa passagem do tempo diurno era percebida por

meio de um relógio de sol, cuja movimentação da sombra indicava a passagem do tempo que já estava dividido em 12 horas. Essa observação era fácil durante o dia, se o tempo não estivesse nublado, para o período noturno esse controle era feito de outras formas.

Os egípcios basearam as horas no movimento dos céus. Eles acompanharam uma série de 36 pequenas constelações, conhecidas como “decanos”, que surgiam no horizonte aproximadamente a cada 40 minutos, um após o outro. O surgimento de cada decano marcava o início de uma nova hora. E, a cada dez dias, a noite acabava com um decano diferente: 36 decanos se alternavam, de 10 em 10 dias, logo antes do amanhecer.

Usando o aparecimento regular desse grupo de estrelas para criar um calendário anual unificado. Seus 36 períodos de 10 dias constituíam o ano egípcio de 360 dias. O novo sistema mostrou ser preciso o bastante para antever com precisão a cheia anual do rio Nilo quando surgia a estrela Sirius, mesmo que a duração real de cada hora variasse de acordo com a estação.

Com dia e noite divididos em duas partes iguais de 12 horas, nascia o conceito de que um dia tem 24 horas. Isso perdurou de 1500 AC até 150 AC. Foi nesse período que, pela primeira vez, alguém sentiu a necessidade de dividir também as horas em intervalos de tempo menores. Essa sugestão partiu do astrônomo grego Hiparco de Nicéia (190-120 a.C.).

Juntamente com outros astrônomos, Hiparco usou um sistema de cálculo criado pelos babilônios que consistia em uma base de 60 – e não se sabe por que os babilônios escolherem o número 60 para ser base do sistema de cálculo deles. Posteriormente, o astrônomo Cláudio Ptolomeu (90-168) expandiu esse trabalho e batizou a primeira divisão de “partes minutae primae” e a subdivisão desses períodos de “partes minutae secundae”, apesar da divisão, essa técnica foi deixada de lado e somente no século XVI o conceito foi retomado.

## 2.1 Tales de Mileto

Tales de Mileto (624-547 a.C.) foi um matemático da antiga Grécia no século VI a.C (antes de Cristo). Ao perceber que os raios solares são paralelos entre si quando incidem a Terra, Tales pôde medir a altura de uma pirâmide no Egito, sem a necessidade de escalá-la, Ele notou que havia uma proporcionalidade entre as medidas da sombra da pirâmide e de uma estaca que ele havia fincado próximo à essa pirâmide. Tales então descobriu que se existe uma proporcionalidade entre as sombras desses objetos, há também uma proporcionalidade relacionada às alturas dos mesmos. Logo, sabendo a medida das sombras da estaca e da Pirâmide, que foram formadas à partir dos raios de sol que eram paralelos entre si, e sabendo também a altura da estaca, ele então poderia descobrir a altura da pirâmide à partir dessa relação, sem necessariamente escalá-la.

## 2.2 Eratóstenes e a medição do raio da terra

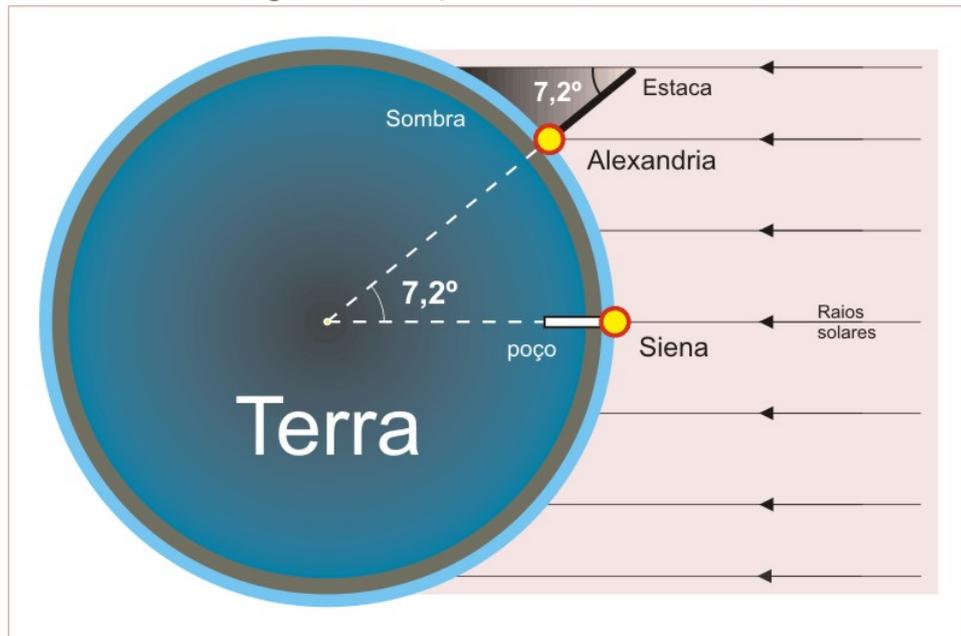
Não se sabe bem quando penetrou na matemática o uso sistemático do círculo de 360 graus, mas parece dever-se em grande parte a Hiparco de Nicéia através de sua tabela de cordas. É possível que ele tomou de Hipsicles, que anteriormente tinha dividido o dia em 360 partes, subdivisão que pode ter sido sugerida pela astronomia babilônica (BOYER, 2010).

Pode-se também remeter esta divisão ao fato de que acreditava-se que o ano tinha 360 dias, e que o sol percorria uma parcela dessa órbita a cada dia para ser mais exato  $1/360$ , a esse arco fez-se corresponder um ângulo de 1 grau.

Eratóstenes (276-174) nasceu em Cirene, Grécia, e morreu em Alexandria, Egito, no terceiro século a.C. Ele era bibliotecário-chefe da famosa Biblioteca de Alexandria. Eratóstenes observou que ao meio dia de um solstício de verão a luz solar brilhava diretamente para dentro de um poço na cidade de Assuã (ou Syene, no grego antigo) e que na mesma data ao meio dia, o sol não estava exatamente no zênite na cidade de Alexandria, a norte de Siena; o Sol projetava uma sombra tal que ele pode determinar o ângulo de incidência de seus raios de aproximadamente  $7^\circ$ , correspondendo a aproximadamente  $\frac{1}{50}$  de um círculo (figura 4). Conhecendo a distância entre as duas cidades ele conseguiu estimar a circunferência da terra nos meridianos. Como a distância era de umas 500 milhas que equivalem hoje a 804,5 km (na direção norte-sul), o Terra deveria ter  $50 \times 804,5 \text{ km} = 40225 \text{ km}$  (BOYER, 2010).

A precisão de medida de Eratóstenes é incrível considerando-se todas as aproximações embutidas no seu cálculo. Siene na verdade não está exatamente no trópico de Câncer (ou seja, os raios solares não são estritamente perpendiculares à superfície no solstício de verão), sua distância a Alexandria é de 453 milhas (ao invés de 500 milhas) e as duas cidades não estão alinhadas na direção norte-sul.

Figura 4 – Imagem circunferência da terra



Fonte: Faculdade UFRS,2017

Pode-se afirmar que naquele tempo já se sabia que a terra não era plana e tinha sim um formato semelhante a uma esfera. Erastóstenes utilizou-se deste conhecimento para seus cálculos. A Terra tem a forma aproximada de uma esfera com  $6,37 \times 10^3$  km de raio, e conhecendo seu raio aproximado podemos determinar seu volume e sua superfície.

A circunferência da Terra será:

$$C = 2\pi r = 2\pi(6,37 \times 10^3) = 4,00238... \times 10^4$$

$$C \cong 4 \times 10^4 km$$

A área da superfície da Terra será:

$$S = 4\pi r^2 = 4\pi(6,37 \times 10^3 km)^2 = 5,099904... \times 10^8$$

$$S \cong 5,1 \times 10^8 km^2$$

O volume da Terra será:

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi(6,37 \times 10^3)^3 = 1,08269... \times 10^{12} km^3$$

$$V \cong 1,08 \times 10^{12} km^3$$

Observamos que a forma usado por Erastóstenes para medir a circunferência da terra é bastante simples, um pouco do conhecimento sobre circunferências e um pouco de conhecimento do teorema de Tales.

### 2.3 SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS

Para extinguir a divergência em relação aos diferentes sistemas de unidades de medida em cada região que interferia de forma significativa no cálculo de certas unidades fundamentais, como por exemplo, a força e velocidade que por ser medida de forma diferente em cada região apresentava diferentes resultados (SILVA, 2011). Em 1971 com o intuito de extinguir essa divergência foi criado o Sistema Internacional de Unidades que determina uma unidade para cada grandeza, isto é, na conferência que permitiu a criação do Sistema Internacional foram selecionadas unidades básicas que são: metro, quilograma, segundo, ampère, kelvin, mol e candela que correspondem as seguintes grandezas fundamentais: comprimento, massa, tempo, intensidade de corrente elétrica, temperatura, quantidade de matéria e intensidade de luminosidade (SILVA, 2011).

Entretanto, o Sistema Internacional de Unidades também estabeleceu os símbolos das unidades derivadas, unidades suplementares e prefixos, sendo que a tabela 1 mostra as unidades bases do Sistema Internacional e seus respectivos símbolos (tabela 1).

Tabela 1 – Sistema internacional de medidas

GRANDEZA	NOME	SÍMBOLO
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	Kg
Tempo	segundo	s
Intensidade de corrente elétrica	ampere	A
Temperatura	Kelvin	K
Quantidade de matéria	mol	mol
Intensidade luminosa	candela	cd

FONTE: Autor

### 2.4 Pontos Cardeais

Os Pontos Cardeais são pontos de orientação no espaço terrestre os quais estão relacionados com a posição do sol. O sol aparece todas as manhãs no mesmo lado do horizonte e se põe ao entardecer, no lado oposto.

Tomando por base esses dois lados como referência, foram estabelecidos os pontos cardeais: norte, sul, leste e oeste, assim determinados:

Leste (L): o lado onde o sol aparece no horizonte pela manhã indica o leste.

Oeste (O): o lado onde o sol desaparece no horizonte indica o oeste.

Norte (N): o lado que fica a sua frente ao estender o braço direito na direção em que o sol nasce.

Sul (S): o lado que fica em suas costas ao estender o braço direito na direção em que o sol nasce.

Existem dois nortes o norte verdadeiro que é dado pelo eixo de rotação da terra e o norte magnético, estes dois não são coincidentes e dependendo da localização no globo pode dar uma diferença muito grande. Esse ângulo formado entre a direção geográfica e a magnética é definido para cada lugar para cada época. No caso da cidade de Santana no estado do Amapá esta diferença chega a aproximadamente  $19^\circ$

Figura 5 – Estaca e sombra



Fonte: Silva,2011

Existem diferentes métodos para se determinar a linha norte sul da terra que serão descritos no item 2.2.1, entretanto, um bem simples é através da sombra projetada por uma estaca fincada perpendicularmente ao solo (figura 5) .

Entre o nascer do sol e o meio dia ocorre o movimento de ascensão do sol, nascendo no horizonte a sombra projetada pela estaca vai diminuindo e na parte da tarde volta a aumentar, logo em algum momento as sombras projetadas pela parte da manhã e pela parte da tarde serão iguais, a marcação desses dois momentos formará um ângulo que dividido ao meio (bissetriz do ângulo) teremos uma reta que é justamente a linha norte sul.

## 2.5 Formas de localizar o norte-sul da terra

Como citado anteriormente existem inúmeras formas de localizar o norte-sul, no entanto, este item se aterá em discorrer sobre as principais. A primeira forma de localizar o norte-sul é através da identificação de uma estrela, conhecida como Estrela do Norte (DORET, 2010). A estrela Polar é um dos corpos celestes mais brilhosos no céu da Terra e por estar localizada próxima do polo Norte torna-se útil para os indivíduos que precisam de orientação para navegar.

Para identificar a Estrela do Norte deve ser encontrada a constelação Ursa Maior no céu, sendo que a estrela Polar é a última estrela desta constelação, posteriormente deve ser desenhada uma linha imaginária da estrela Polar até o chão, esta linha indicará a localização aproximada do norte verdadeiro, bem como o sul estará atrás da linha, o leste à direita e o oeste à esquerda (DORET, 2010).

Entretanto, no Hemisfério Sul, a constelação Cruzeiro do Sul pode ser utilizada para identificar o sul, sendo que esta é composta por cinco estrelas e quatro delas formam uma cruz, para localizar o sul deve ser encontrada duas estrelas que compõem a porção longitudinal da cruz e visualize uma linha que se estenda por cinco vezes o comprimento total da cruz, sendo que ao alcançar o fim da linha imaginária, visualize outra até o solo e está apontará para o sul (DORET, 2010).

Considera-se a construção de uma bússola um método para localizar o norte-sul, sendo que este é um instrumento que identifica e localiza todos os pontos cardeais, bem como determina a posição de um indivíduo, porém são necessários alguns materiais para sua construção da bússola caseira, tais como:

- 01 Agulha de costura;
- 01 ímã;
- 01 pote;
- 01 copo com água;
- 01 alicate;
- 01 tesoura;
- 01 rolha.

Ao reunir todos os materiais deve se esfregar a agulha contra o ímã, sendo necessário que essa instrução deve ser realizada pelo menos 12 vezes ou até que esteja magnetizada a agulha, posteriormente corte a rolha e arranque a ponta dela, criando um disco com cerca de 0,5 cm de largura, em seguida utilize o alicate para enfiar a agulha através do disco (DORET, 2010). Ao finalizar a etapa anterior coloque a rolha no centro de um potinho com água, deste modo a agulha estará livre para girar na água alinhando-se com os polos magnéticos do planeta, após alguns minutos a agulha parará alinhada com a linha norte-sul, ressalta-se que quando a bússola aponta para o norte ela está indicando a direção do norte magnético.

No entanto, o método mais confiável de identificação do norte-sul é através de um Sistema de Posicionamento Global- GPS que utiliza os satélites para triangular a localização de qualquer pessoa no planeta, assim, o dispositivo pode auxiliar na criação de rotas para locais específicos e monitorar a movimentação de quem estiver portando o aparelho, além de mostrar as latitudes e longitudes da localização atual.

Conquanto, os três métodos de identificação norte-sul são eficientes se forem levados em consideração suas características, capacidades e limitações, assim, se analisado a precisão e celeridade nos resultados de latitudes e longitudes o GPS que é melhor opção,

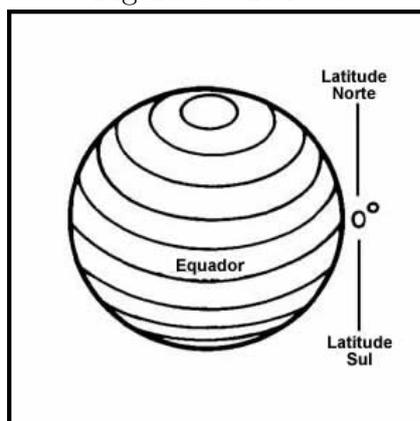
porém se uma pessoa estiver em um local sem conectividade com a internet o método mais eficiente é a orientação pelas constelações Estrela Polar e Cruzeiro do Sul.

## 2.6 COMO DETERMINAR A LATITUDE LOCAL

As coordenadas geográficas são um sistema de paralelos e meridianos, dos quais se pode determinar valores em graus: latitude, no caso dos paralelos e a longitude, no caso dos meridianos. Tomaz; David (2010, p. 10) comenta que o paralelo principal é a linha do Equador, que possui latitude  $0^\circ$  e divide o globo terrestre em dois hemisférios: Norte e Sul.

Com base nesse comentário pode-se afirmar que a latitude é a distância em graus de qualquer ponto da superfície terrestre em relação à linha do Equador, logo a latitude (Figura 6) pode ser Norte (N) ou Sul (S) e vai de  $0^\circ$  até  $90^\circ$ .

Figura 6 – Latitudes



Fonte:Tomaz;David, 2010.

A Latitude é a coordenada geográfica ou geodésica definida na esfera, no elipsóide de referência ou na superfície terrestre, sendo que ela é o ângulo entre o plano do equador e a normal à superfície de referência. Tomaz; David (2010) cita que a latitude mede-se para norte e para sul do equador, entre  $90^\circ$  sul, no Polo Sul (ou polo antártico) de forma negativa e  $90^\circ$  norte, no Polo Norte (ou polo ártico) de forma positiva.

Ressalta-se que a definição de latitude depende da superfície de referência utilizada que podem ser: esférico, elipsoidal ou ângulo entre a vertical do lugar. Deste modo, no modelo esférico da Terra a latitude de um lugar é o ângulo que o raio que passa por esse lugar faz com o plano do equador, ou seja, por o raio de curvatura da esfera ser constante, esta quantidade é semelhante à medida angular do arco de meridiano entre o equador e o lugar (TOMAZ; DAVID, 2010).

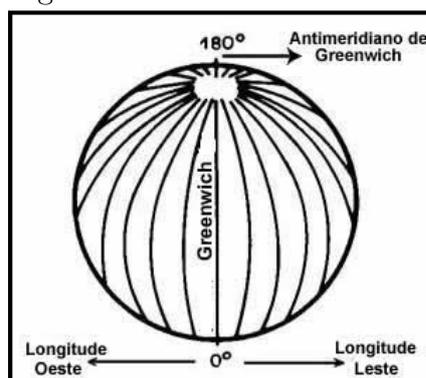
Em um modelo elipsoidal da Terra a latitude geodésica é o ângulo que a normal ao elipsóide nesse lugar faz com o plano do equador, logo, diferente do que ocorre

com o modelo esférico da Terra, as normais ao elipsóide nos vários lugares não são todas concorrentes no centro da Terra, porém em razão de os meridianos não serem circunferências, mas sim elipses, a latitude não pode ser confundida, como na esfera, com a medida angular do arco de meridiano entre o equador e o lugar, pois as latitudes dos lugares representados nos mapas são latitudes geodésicas (TOMAZ; DAVID, 2010).

Como citado anteriormente, a latitude também pode ser definida pelo ângulo entre a vertical do lugar (direção do fio-de-prumo) e o plano do equador, sendo que este método para identificar a latitude, latitude astronômica ou natural é, na maioria das vezes, diferente da latitude descrita nos mapas (CANALLE, 2010).

O meridiano de Greenwich (Figura 7) é o meridiano principal, sendo que esse é igual a  $0^\circ$  e seu anti-meridiano igual a  $180^\circ$ , porém ambos dividem o globo terrestre em dois hemisférios: Leste (oriental) ou Oeste (ocidental), assim, a longitude pode ser definida como a distância em graus de qualquer ponto da Terra em relação ao meridiano de Greenwich. Segundo Tomaz; David (2010), a longitude pode ser Leste (L) ou Oeste (O) e vai de  $0^\circ$  a  $180^\circ$ .

Figura 7 – Meridiano de Greenwich



Fonte: Tomaz; David, 2010.

A interseção ou o cruzamento de um paralelo e de um meridiano indica a coordenada geográfica de um ponto sobre a superfície terrestre, logo, essas informações possibilitam que sejam identificadas a latitude e a longitude de determinado local. Segundo Tomaz; David (2010), ao serem identificadas a latitude e a longitude será possível determinar com precisão a localização de algo ou de um indivíduo na superfície terrestre, mesmo que esteja em um continente, ilha ou oceano.

Conquanto, a latitude é a distância ao Equador medida ao longo do meridiano de Greenwich, sendo que esta distância mede-se em graus que pode variar entre  $0^\circ$  e  $90^\circ$  para Norte ou para Sul, enquanto a longitude é a distância ao meridiano de Greenwich medida ao longo do Equador, sendo que esta distância mede-se em graus que pode variar entre  $0^\circ$  e  $180^\circ$  para Leste ou para Oeste.

## 2.7 PRÁTICA PEDAGÓGICA

O professor deve trabalhar na materialização de sua prática, deste modo, cabe a ele trabalhar com conteúdos de naturezas diversas que englobem certos cuidados essenciais com conhecimentos específicos, principalmente, o docente de matemática, porém, para que tenha uma postura polivalente sua formação deve ser ampla, além de estar em constante capacitação, até mesmo porque, não pode ser introduzida qualquer tipo de prática pedagógica em sala de aula, principalmente, quando os alunos estão em processo de aprendizagem e estudando geometria.

De acordo com Zabala (2010, p. 13) “um dos objetivos de qualquer bom profissional consiste em ser cada vez mais competente em seu ofício”. Deste modo, essa competência é construída pelo docente mediante do conhecimento, da experiência e da investigação, logo, a competência da atuação dos professores no desenvolvimento de conteúdos está relacionada com o processo de formação profissional, dos saberes adquiridos e das experiências vivenciadas.

Conquanto, a prática docente voltada para o ensino da geometria deve englobar uma pedagogia que respeite o aluno e a sua diversidade para que ela possa reencontrar sua identidade como ser humano por meio do respeito à individualidade dos colegas de classe.

Zabala (2010, p. 16), faz a seguinte afirmação “necessitamos de meios teóricos que contribuam para que a análise da prática seja verdadeiramente reflexiva”. Desta forma, toda prática é também teórica, ambas se apoiam e são eixos norteadores do trabalho pedagógico com intencionalidades para um determinado objetivo, para uma determinada finalidade, logo, o professor deve buscar introduzir em sala de aula novas ferramentas ou práticas pedagógicas que facilitem a aprendizagem do aluno.

No ensino da geometria o professor deve considerar para a implementação de suas práticas pedagógicas o nível de conhecimento de seus alunos que, geralmente, são decorrentes das mais variadas experiências sociais, afetivas e cognitivas, logo o professor deve detectar os conhecimentos prévios do aluno para que possa estabelecer estratégias didáticas que promovam o desenvolvimento e a aprendizagem.

Contudo, o desenvolvimento do aluno é resultado de uma ação conjunta da práxis pedagógica que é originada de experiências formais e não formais que ela vai experimentando no decorrer de sua vida nos contextos culturais. Todavia, a prática pedagógica na perspectiva das especificidades e necessidades do ensino fundamental II e médio devem ser organizadas de forma que possibilitem o aperfeiçoamento das capacidades expressivas e instrumentais do aluno.

Assim, a prática pedagógica pode ser compreendida como uma ação processual, coletiva, individual e interdisciplinar que exige dos sujeitos princípios, organização,

conteúdos e diferentes abordagens no fenômeno educativo. Isto é, a prática pedagógica é o ensino nas diferentes dimensões que norteiam o olhar, a análise e as estratégias adotadas pelo professor em sala de aula.

Nessa perspectiva, Souza (2007, p. 201), sugere:

Uma análise, organização e realização da práxis pedagógica escolar exige examinar: o polo da complexidade professor, da complexidade aluno, da complexidade gestor, da complexidade conhecimento, em suas interrelações no interior de uma instituição, que se organiza a partir de um contexto econômico, social, político, institucional e interpessoal, numa palavra cultural.

No ensino da geometria as estratégias surgem através de uma prática pedagógica dinâmica e humanizadora que possibilita ao docente uma ação mediadora nas relações entre professor e aluno. Deste modo, a prática docente deve contribuir para o desenvolvimento da aprendizagem, por meio de uma atuação na sala de aula que contemple os objetivos e necessidades de seus alunos.

Logo, o professor pode inserir nas aulas de geometria o relógio de sol que é uma ferramenta simples, de caráter interdisciplinar, lúdico que viabiliza a participação ativa dos alunos. Portanto, o docente deve agregar novas práticas pedagógicas no ensino da geometria à seus alunos, pois ao mesclar técnicas, ferramenta e práticas torna-se possível atender as especificidades de cada discente, além de maximizar sua compreensão do conteúdo explanado pelo professor.

## 2.8 RELÓGIOS DE SOL

Relógio de sol é um dispositivo utilizado para padronizar a passagem das horas ou do tempo por meio da visualização da sombra e do modo de como a luz solar incide na terra em diferentes posições e é justamente essa variação que fornece as horas. A necessidade de conhecer as horas é algo pertencente exclusivamente ao homem em virtude de um convívio social, uma vez que os animais e plantas apesar de terem uma relação com o tempo não necessitam dessas informações. Um dos mais antigos indícios da divisão do dia é proveniente de um relógio de sol egípcio datando da 19<sup>a</sup> dinastia (figura 8), ou século 13 AC, ele foi encontrado no chão da cabana de um trabalhador, no Vale dos Reis, o local de sepultamento dos governantes do período do Império Novo do Egito (cerca de 1550 a 1070 AC).

Figura 8 – Relógio de sol do antigo Egito descoberto no Vale dos Reis



Fonte: Ciência on-line

A cerca de 700 a.C, o Velho Testamento descreve um relógio de sol, o “relógio de Acaz”, que é mencionado em nos livros de 2 Reis e Isaías. Vitruvius, o escritor romano, lista uma série de relógios de sol conhecidos naquele tempo. O astrônomo Giovanni Padovani(1516-?) publicou uma dissertação sobre o relógio de sol em 1570, no qual, ele dava instruções para a construção e posicionamento de relógios de sol verticais e horizontais. Em 1620, o astrônomo e matemático, Giuseppe Biancani (1566 – 1624) escreveu o seu “Constructio instrumenti ad horologia”, que ensinava as técnicas para a criação de um relógio de sol perfeito.

Um relógio de Sol é um dispositivo obsoleto, que serve para determinar a hora do dia, usando como referência a sombra de uma haste projetada pela posição do Sol. Os tipos de relógios mais comuns, conhecidos como relógios de jardim, feitos sobre um desenho horizontal, o Sol projeta sua sombra sobre a superfície com linhas que indicam as horas do dia. Uma haste com uma ponta fina, ou afiada, é colocada de certa forma sobre o relógio, para que, quando o Sol se mova, a sombra da haste se alinhe com as diferentes linhas das horas (figura 9).

Figura 9 – Relógio de sol



Fonte: CANALLE, 2010

Todos os relógios de sol devem ser alinhados com o eixo de rotação da Terra, para que produza uma medição precisa da hora correta. Na maioria dos estilos de relógio, ele precisa ser apontado em direção do norte verdadeiro (ao invés do magnético), ou seja, o

ângulo horizontal precisa ser igual à latitude geográfica da posição em que está localizado o relógio de Sol para que a haste esteja paralela o eixo terrestre.

Para Souza et al. (2003), o princípio fundamental para a construção de um relógio de sol é o de que o ponteiro (gnômon) que irá projetar a sombra sobre o mostrador deve ser posicionado de forma a ficar paralelo ao eixo de rotação da terra.

Para a construção de um relógio de sol com mostrador horizontal é necessário encontrar a direção do norte magnético com o auxílio de uma bússola, sendo importante conhecer a declinação magnética do local, além de determinar utilizando um pino vertical (figura 10) fixado no centro de circunferências concêntricas e por fim estabelecer a latitude do local (CANALLE, 2010).

Figura 10 – Gnomon



Fonte: CANALLE, 2010

De acordo com Canalle (2010, p.34), para a construção do relógio de sol são necessários os seguintes materiais:

- Mostrador (que pode ser uma placa plana de pedra, concreto ou outro material rígido) em formato de um círculo ou retângulo;
- Pino ou placa para servir como ponteiro (gnômon), porém a placa deve ser cortada em forma de triângulo retângulo com um dos ângulos agudos de medida igual à latitude do local comprimento do pino ou da hipotenusa do triângulo deve ser ligeiramente menor ou igual ao raio do mostrador. Segundo Souza et al. (2003), para a montagem do relógio de sol devem ser seguidas as instruções abaixo descritas:
- Fixar o pino ou placa no mostrador, com orientação no eixo norte-sul e inclinação relativa ao plano horizontal igual a latitude do local
- Marcar as linhas das horas utilizando um dos seguintes procedimentos: realizar a marcação em um dia ensolarado com auxílio de um relógio convencional ou

utilizando um desenho gerado por um programa de computador, sendo que este último método tem a vantagem de permitir que as linhas dos equinócios e solstícios sejam incluídas no mostrador.

## 2.9 A UTILIZAÇÃO DO RELÓGIO DE SOL NO ENSINO DA GEOMETRIA

A Matemática por seu caráter instrumental mais amplo deve auxiliar o aluno no desenvolvimento de suas habilidades e competências, logo a geometria seja no Ensino Fundamental II ou no Ensino Médio contribui de forma significativa para a evolução das capacidades e descoberta de novas habilidades dos alunos, no entanto, o professor deve ter em vista que o desenvolvimento de conteúdos em sala de aula pode ser realizado através da adoção de novas práticas pedagógicas, bem como a reanálise da importância da implantação da interdisciplinaridade em sala de aula.

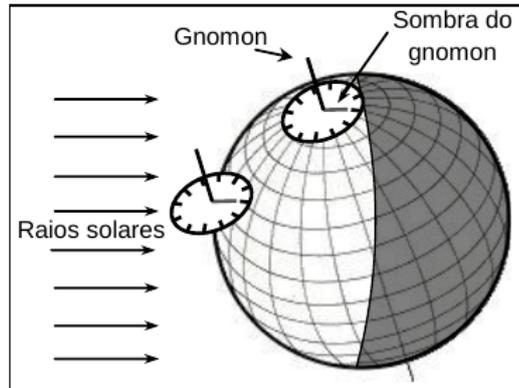
O desenvolvimento de habilidades e competências são os objetivos do ensino da Matemática, assim, existe a necessidade do professor romper com algumas práticas tradicionais de ensino em razão de o ensino disciplinar na maioria das vezes se mostrar ineficaz, porém, mudar a metodologia não basta se os conteúdos da Matemática continuam restritos a definições, exemplos e exercícios de fixação e aplicações (ANDRADE, 2005a).

No ensino da geometria, por exemplo, o aluno pode ter dificuldade em compreender a necessidade de estudar o conteúdo, logo, se o professor compreender a importância de implementar práticas pedagógicas que tornem a geometria algo familiar e do cotidiano do aluno será possível perceber que o processo de ensino-aprendizagem foi facilitado em razão dessa modificação.

Diante do exposto, o relógio de sol pode ser utilizado pelo docente das seguintes disciplinas: geografia, física e matemática, porém os professores podem utilizá-lo de forma interdisciplinar por meio de projetos e ações integradas ou separadamente. Ressalta-se que a utilização seja de forma conjunta ou separada traz os mesmos resultados, pois em ambas o resultado final será a integração, dinamização e facilitação do processo de ensino-aprendizagem (CANELLE, 2010).

O relógio de sol pode obter o mesmo funcionamento em latitudes distintas, porém para que seja alcançado esse resultado o gnômon deve permanecer paralelo ao eixo de rotação da terra como mostra a Figura 11.

Figura 11 – Relógio de sol no polo e em outras latitudes

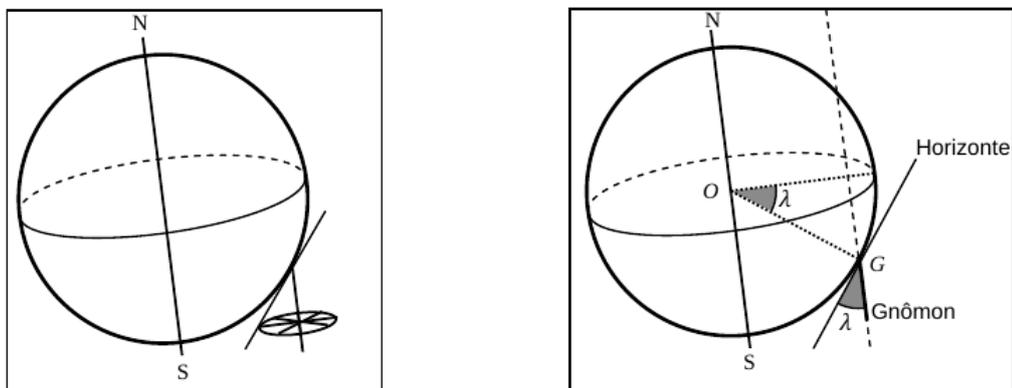


Fonte: Tomaz; David, 2010.

A figura 11 mostra que para se obter o mesmo funcionamento em diferentes latitudes, o gnômon deve permanecer paralelo ao eixo de rotação terrestre, sendo que o gnômon deve apontar para o polo norte celeste quando estiver no hemisfério norte e para o polo sul celeste quando estiver localizado no hemisfério sul.

Abaixo a figura 12 mostra um relógio de mostrador equatorial instalado no hemisfério sul e a latitude do local.

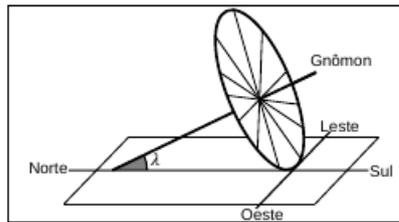
Figura 12 – Relógio de sol no hemisfério sul



Fonte: CANALLE, 2010

A figura 12 mostra o ângulo de inclinação do gnômon em relação à linha do horizonte de modo que este esteja paralelo ao eixo de rotação terrestre e  $\lambda$  a representação da latitude do local, sendo que ao observar a figura lado direito e esquerdo percebe-se que a reta com o gnômon está paralela ao eixo de rotação da Terra, assim, calcula-se que o ângulo formado entre a linha do horizonte e o gnômon  $\lambda$  é a latitude do lugar. Abaixo a figura 13 mostrará o mostrador paralelo ao plano do equador.

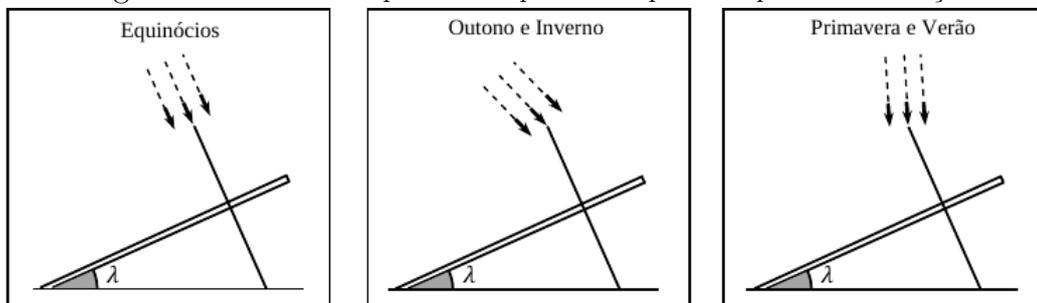
Figura 13 – Mostrador paralelo ao plano do equador



Fonte: CANALLE,2010

Na figura 13 o mostrador paralelo ao plano do equador permite que os raios solares incidam paralelamente ao mostrador e possibilita que a leitura das horas seja realizada na parte de trás e da frente do mostrador. Abaixo a figura 14.

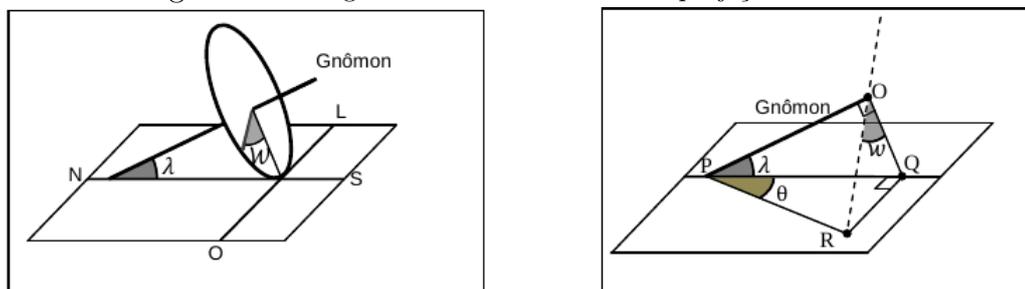
Figura 14 – Mostrador paralelo ao plano do equador-Equinócios e estações



Fonte: CANELLE,2010

Entretanto, no outono e inverno a leitura das horas é realizada na parte de trás do mostrador (Figura 14), enquanto na primavera e verão a leitura das horas é feita na parte frontal do mostrador (Figura 14).

Figura 15 – Ângulo horário no mostrador e projeção horizontal



Fonte: CANELLE,2010

Nas aulas de geometria o professor pode utilizar o relógio de sol para medidas de ângulos, figuras geométricas planas ou para unidades de medidas, deste modo, na figura 15  $w$  é o ângulo formado entre o raio de sol e a projeção vertical do gnômon, sendo que a cada  $15^\circ$  corresponde à uma hora, entretanto a sombra  $PR$  projetada do gnômon a cada ângulo  $w$  corresponde um ângulo  $\theta$ , assim para determinar  $\theta$  em função de  $w$  observa-se o tetraedro  $POQR$  que deve ser comparado as relações trigonométricas de suas faces

planificadas constituídas pelos triângulos retângulos POQ, RQO e PQR (BARROSO, 2006). No triângulo POQ retângulo em O, verifica-se as seguintes relações:

$$(1)\text{sen}(\lambda) = \frac{OQ}{PQ}, (2)\text{cos}(\lambda) = \frac{PO}{PQ} \text{ e } (3)\text{tan}(\lambda) = \frac{OQ}{PO}$$

Observa-se que o triângulo PQR nos dá a tangente da abertura  $\theta$ ;

$$\text{tan}(\theta) = \frac{QR}{PQ}$$

O triângulo RQO, retângulo em Q, temos que:

$$\text{tan}(w) = \frac{RQ}{QO}$$

Ao multiplicar e dividir a  $\text{tan}(\theta)$  pelo tamanho do segmento OQ, escrevemos a tangente do ângulo  $\theta$  no plano horizontal com relação à sombra do meio dia, como:

$$\text{tan}(\theta) = \frac{QR}{PQ} \cdot \frac{OQ}{OQ} = \frac{QR}{OQ} \cdot \frac{OQ}{PQ}$$

Utilizando a expressão para a  $\text{tan}(w)$  e  $\text{sen}(\lambda)$  na expressão anterior, temos:  $\text{tan}(\theta) = \text{tan}(w) \cdot \text{sen}(\lambda)$ . Assim o ângulo  $\theta$  pode ser dado por:

$$\theta = \arctan(\text{tan}(w) \cdot \text{sen}(\lambda))$$

Compreende-se que para cada ângulo  $w$  do mostrador equatorial, teremos um ângulo  $\theta$  correspondente no mostrador horizontal, bem como se for calculado  $\theta$  para  $w = 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ$  e  $90^\circ$  em que  $0^\circ$  corresponderá ao meio dia solar verdadeiro e  $90^\circ$  às 6h da manhã, sendo que depois do meio dia solar verdadeiro repetimos os ângulos de  $\theta$  simétricos em relação à linha norte-sul.

### 3 ROTEIRO DE CONSTRUÇÃO DO RELÓGIO DE SOL PARA IMPLEMENTAÇÃO EM SALA DE AULA

O relógio de sol é utilizado para medir o ângulo horário do Sol, sua projeção horizontal ou vertical, entretanto, este dispositivo quando implementado em sala de aula torna-se instrumento facilitador do processo de ensino-aprendizagem da geometria. Assim sendo, um roteiro simples de construção de relógio de sol é fundamental para que as práticas pedagógicas utilizadas no ensino da geometria não sejam dificultadas com a utilização de um modelo de construção mais complexo, isto é, será descrito um roteiro que pode ser construído tanto individualmente quanto em grupo nas aulas de geometria.

Deste modo, o modelo de relógio de sol feito com materiais simples e acessíveis é ideal para o bom andamento das atividades de construção em sala de aula, usaremos então um pedaço de papelão quadrado com medidas  $15 \times 15$ , palito de churrasco, transferidor, esquadro, régua, canetas e clipe de papel grande.

#### ROTEIRO

- Com auxílio da régua marcamos os pontos médios dos lados e o centro do quadrado de papelão usando o ponto de intersecção de suas diagonais (figura 16).

Figura 16 – Marcando pontos médios do quadrado.



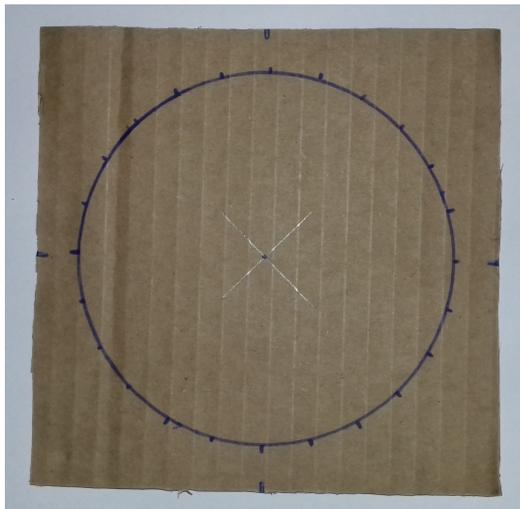
- Posicionamos o transferidor no centro do papelão com os ângulos de  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  e  $270^\circ$  na direção dos pontos médios e fazemos a marcação da circunferência do transferidor e também destes pontos (figura 17).

Figura 17 – Posicionamento do transferidor



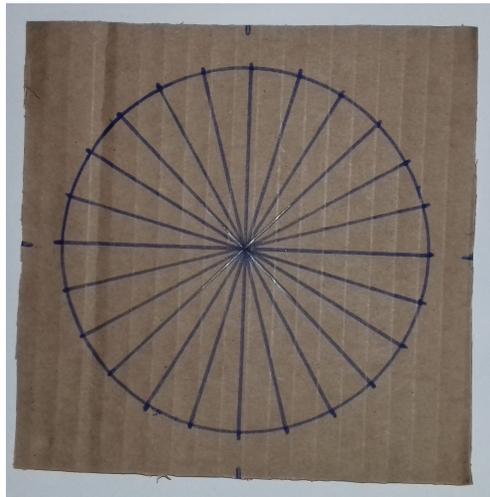
- Usando o transferidor e marcamos os ângulos a cada  $15^\circ$  a partir de  $0^\circ$  sobre a circunferência (figura 18).

Figura 18 – Marcação de ângulos sobre a circunferência



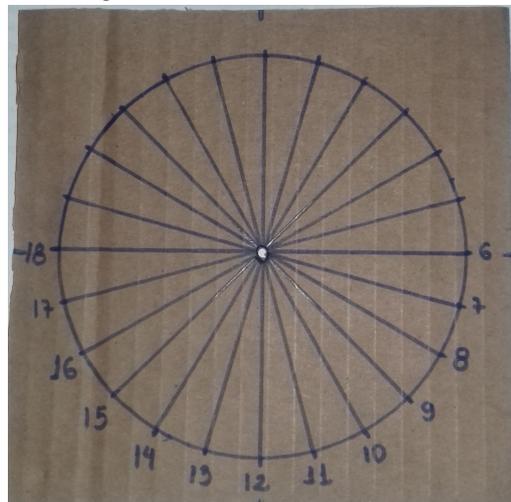
- Ligamos estes pontos ao centro da circunferência, formando o intervalo entre as horas (figura 19).

Figura 19 – Intervalo das horas



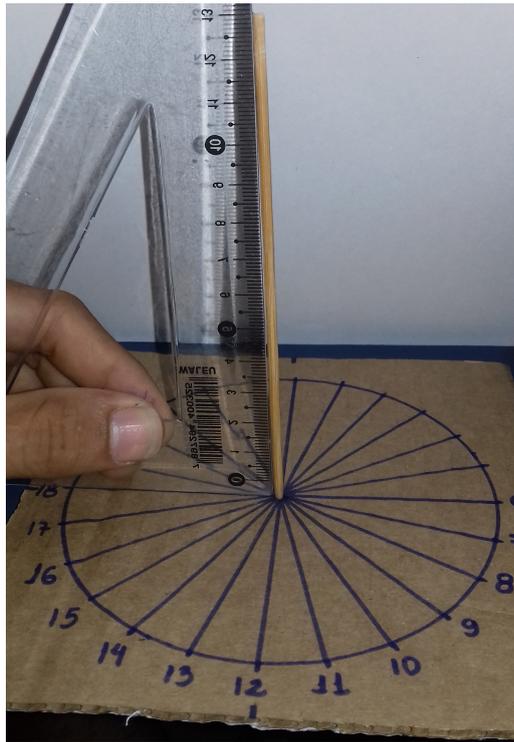
- Repetimos o mesmo procedimento na outra face do quadrado.
- Em um dos pontos marcados alinhados com o ponto médio do lado do quadrado colocamos o 6 (seis) horas e continuamos a numeração para cada ponto marcado até as 18 (dezoito) horas (figura 20). Fazemos o mesmo procedimento do outro lado de modo que horas iguais estejam em direções iguais.

Figura 20 – Escrevendo as horas



- Com o auxílio do esquadro atravessamos perpendicularmente o centro do quadrado de papelão com o palito de churrasco (figura 21).

Figura 21 – Inserindo o gnomon



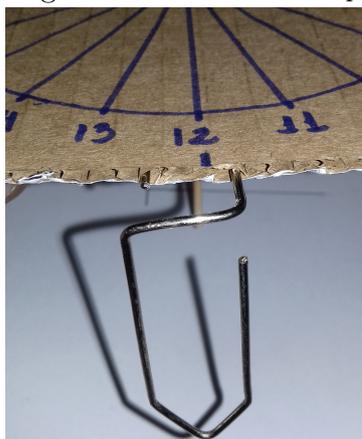
- Abra o clipe com um ângulo igual ao complemento do ângulo da latitude local(figura 22).

Figura 22 – Abertura do clipe



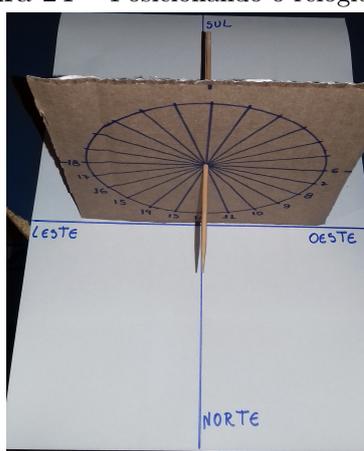
- Insira o clipe no papelão entre as faces do relógio para servir de apoio ao mostrador, de modo que a abertura do clipe esteja voltada para o hemisfério oposto em que está o relógio(figura 23).

Figura 23 – Inserindo o clipe



- Posicione o relógio de modo que a marcação das 6 horas fique para o lado oeste e o palito de churrasco alinhado sobre o eixo norte-sul geográfico(verdadeiro)(figura 24).

Figura 24 – Posicionando o relógio de sol



Com base nesse roteiro o professor após a construção do relógio de sol deve encontrar um lugar plano para colocar os dispositivos, deste modo, todos os alunos terão acesso aos relógios, principalmente, para as aulas de geometria, porém podem ser utilizados em outras disciplinas com o intuito de possibilitar o fortalecimento da interdisciplinaridade.

## 4 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica de caráter qualitativo com busca em artigos e livros. Sendo que a revisão bibliográfica “(...) permite a orientação sobre o que é e o que não é conhecido, confirmando qual a pesquisa que pode trazer melhor contribuição ao conhecimento” (Pádua, 2008).

O andamento metodológico deste estudo se fundamenta em Marconi e Lakatos (2007), que descrevem as oito fases da pesquisa bibliográfica: escolha do tema, elaboração do plano de trabalho, identificação, localização, compilação, fichamento, análise e interpretação e redação final.

A construção de um relógio de sol não é a única finalidade deste estudo, e sim apenas uma etapa de uma metodologia que os professores podem lançar mão para levar o processo de ensino aprendizagem ao educando de maneira diferenciada e fazer com que estes vejam, analisem e deduzam conhecimentos sobre ângulos. A utilização de transferidor e da bússola principalmente torna o trabalho mais atraente e significativo para os alunos, pois muitos não têm acesso a este mecanismo apesar de poderem construir uma com materiais simples.

Antes da construção de relógio de sol é proposto que o professor converse com seus alunos e conte um pouco sobre a história desta tecnologia primitiva, como alguns povos utilizaram, como foi desenvolvida e alguns conhecimentos necessários para que que este funcione de forma correta. Deste modo torna-se necessário que o docente faça o estudo e planejamento sua aula tendo em vista as possíveis dificuldades dos alunos quanto ao manuseio dos instrumentos envolvidos, régua, transferidor, esquadro, bússola, entre outros.

Para isto torna-se essencial que o professor dê ênfase a questão dos ângulos e explique como posicionar de forma correta o instrumento como colocá-lo na inclinação adequada e a cada novo termo apresentado ao aluno, o educador explique um pouco de maneira simples e sucinta e em outro momento, se necessário, desenvolva o conteúdo da forma que achar conveniente.

Para que se obtenha melhor aproveitamento deste trabalho, o ideal é que o professor/aluno construam o relógio de sol desde o início passo a passo juntos e não simplesmente use o trabalho já pronto para a visualização pois é importante atividades práticas de construção em sala de aula pois estimulam a curiosidade e o interesse de alunos, permitindo que se envolvam mais, ampliem a capacidade de resolver problemas, compreender conceitos básicos e desenvolver habilidades.

É necessário que o professor direcione toda a atividade de construção e explicação

passo a passo para que o trabalho em si não perca o sentido e se torne somente uma construção conforme afirmam FIORENTINI e MIORIM (1996),

O professor não pode subjugar sua metodologia de ensino a algum tipo de material porque ele é atraente ou lúdico. Nenhum material é válido por si só. Os materiais e seu emprego sempre devem estar em segundo plano. A simples introdução de jogos ou atividades no ensino da matemática não garante uma melhor aprendizagem desta disciplina (p.9)...

A proposta de utilização do relógio de sol para o estudo de geometria é desafiador pois perpassa a alguns conteúdos que fogem um pouco ao que o professor de matemática está acostumado, a preparação da aula e elaboração do material é algo que aparenta ser simples mas deve-se tomar cuidado para o bom andamento das atividades. Ao construírem o trabalho os alunos passam do processo experimental à formalização, generalização e desenvolvimento teórico interdisciplinar. Isso mostra que o conhecimento matemático perpassa por outras áreas. A utilização deste material favorecerá a visualização de ângulos e muito mais que isso o fortalecimento da interdisciplinaridade principalmente com a disciplina de geografia.

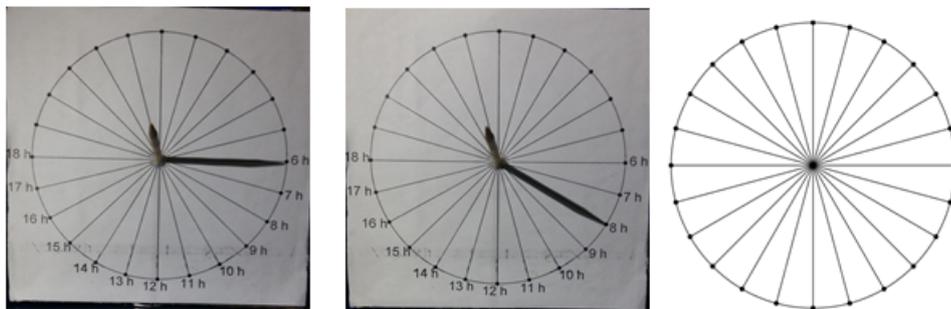
## 5 PROPOSTA DE ENSINO

### ATIVIDADES PARA ANGULO

Quanto a classificação.

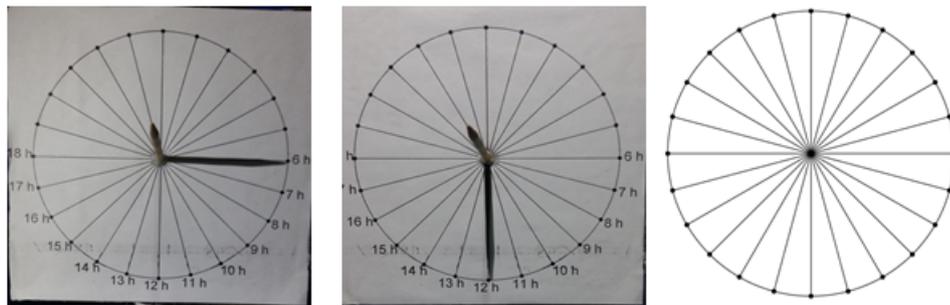
#### **Ângulo agudo**

Como podemos classificar o ângulo formado entre a sombra do gnômon projetada as 6 horas e a sombra projetada as 8 horas?



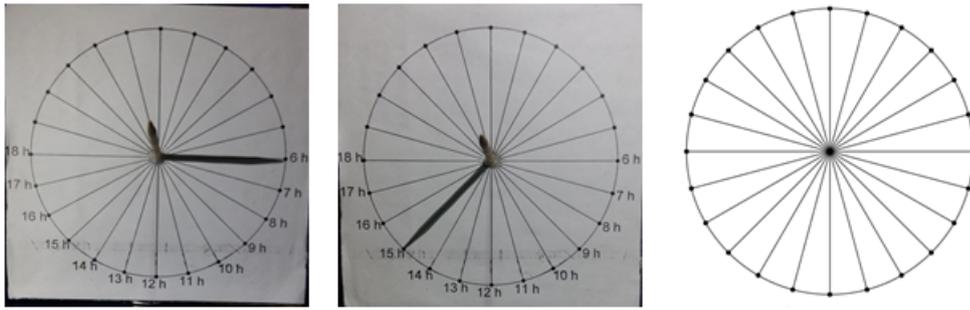
#### **Ângulo reto**

Como podemos classificar o ângulo formado pela sombra projetada pelo gnômon as 6 horas e as sombra projetada 12 horas?



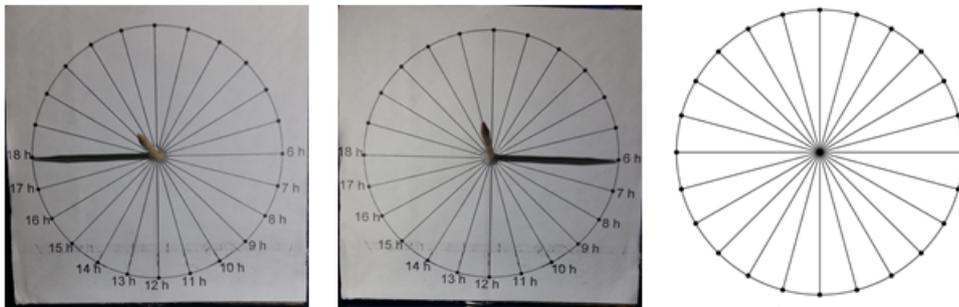
#### **Ângulo obtuso**

Como podemos classificar o ângulo formado pela sombra projetada pelo gnômon as 6 horas e a sombra projetada as 15 horas?



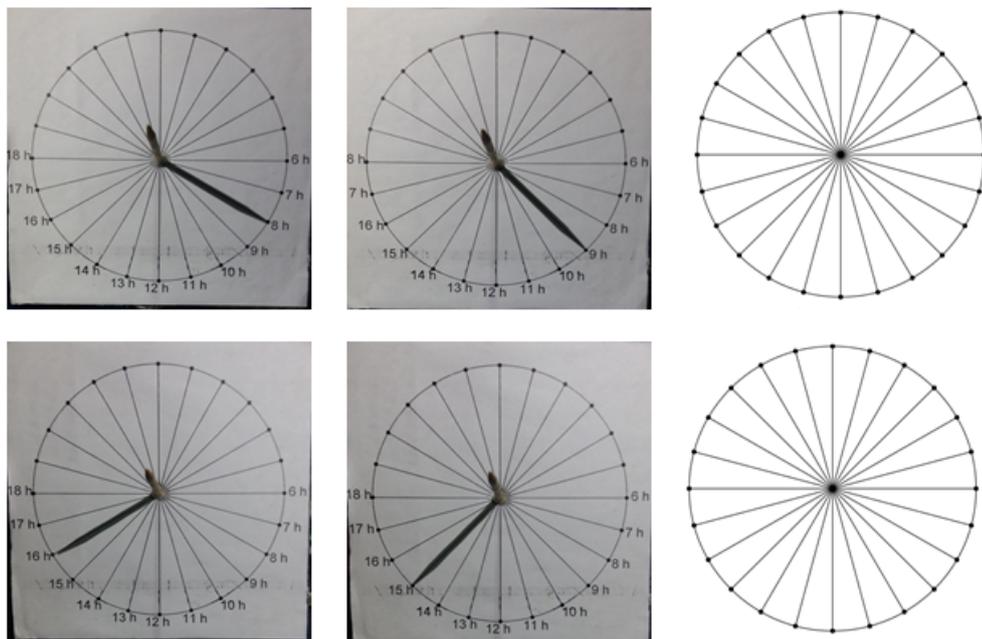
### Ângulo raso

Como podemos classificar o ângulo formado pela sombra projetada pelo gnômon as 6 horas e a sombra projetada as 18 horas?

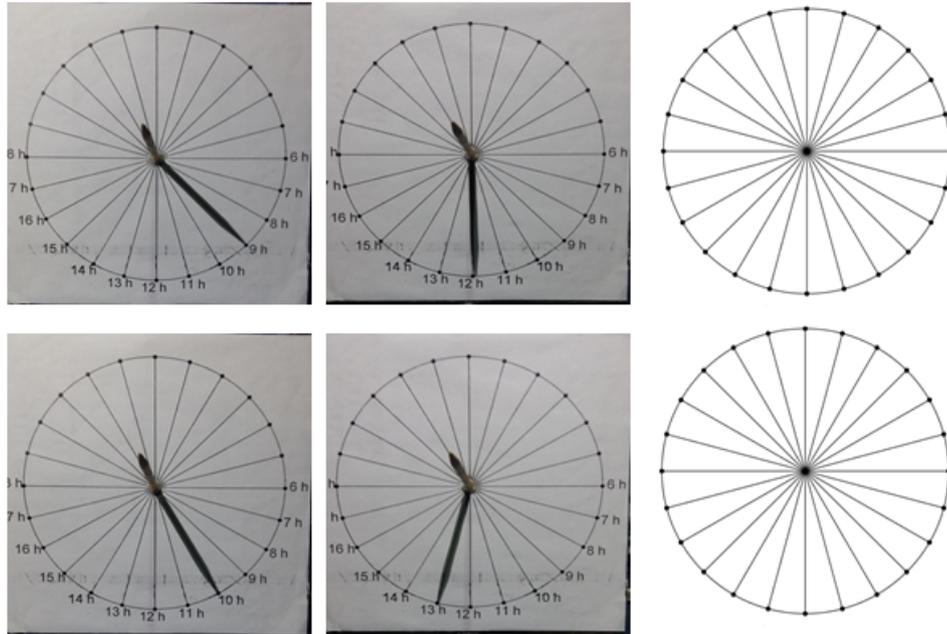


### Congruência

O ângulo formado pela sombra projetada pelo gnômon as 8h e as 9h é congruente ao ângulo formado pela projeção da sombra do gnômon as 15h e as 16h?

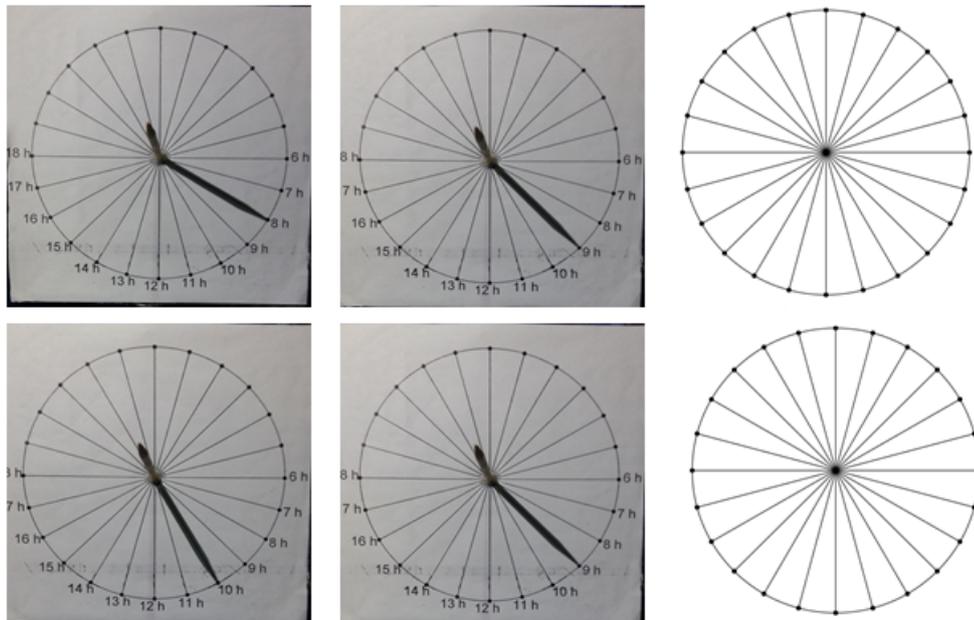


O ângulo formado pela projeção da sombra do gnômon as 9 h e as 12h é congruente ao ângulo formado entre as 10h e as 13h.



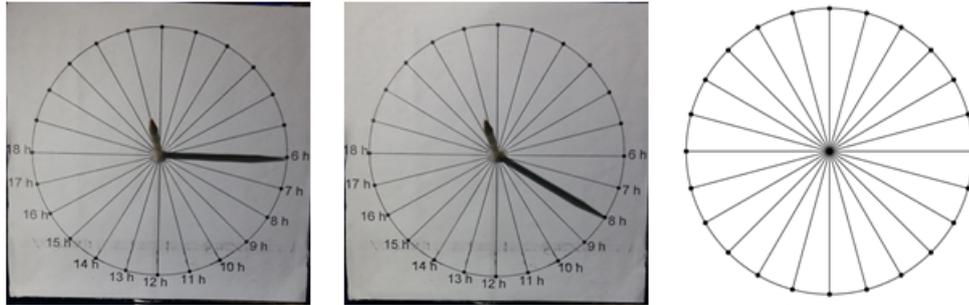
### Adjacentes

O ângulo formado pela projeção da sombra do gnômon as 8h e 9h é adjacente ao ângulo formado pela projeção da sombra do gnômon as 9h e as 10h?



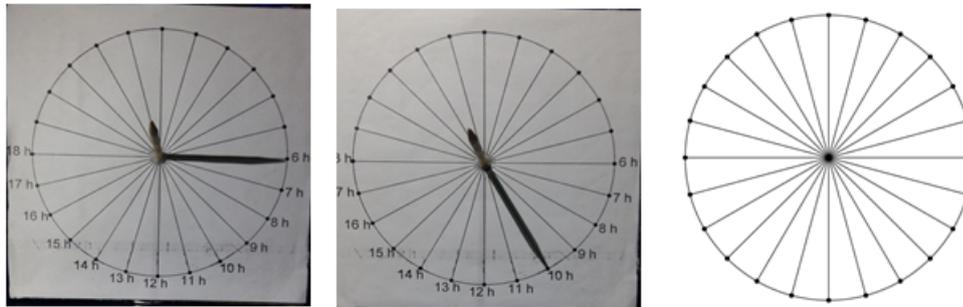
### Ângulos complementares

Qual o complemento do ângulo formado pela sombra do gnômon projetada as 6 horas e a sombra projetada as 8 horas?



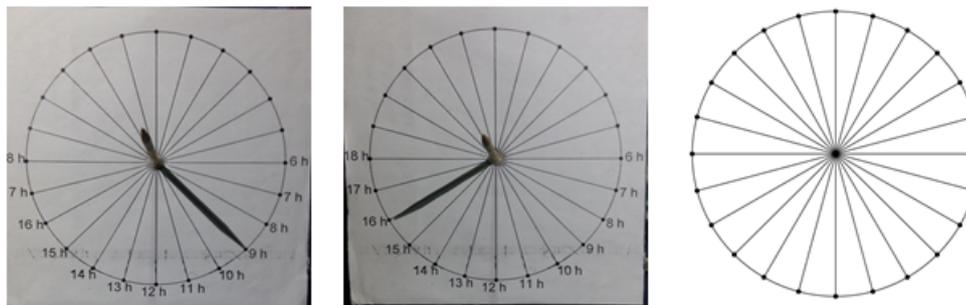
### Ângulos suplementares

Qual o suplemento do ângulo formado pela sombra do gnômon projetada as 6 horas e a sombra projetada as 10 horas?



### Ângulos replementares

Considere o ângulo formado pela sombra projetada pela gnômon das 9 h as 16. Qual o replemento deste ângulo ?

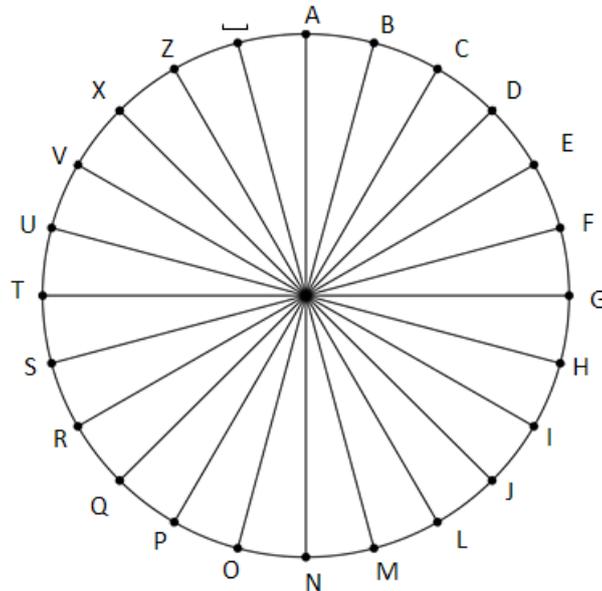


### Ângulos opostos pelo vértice

Considere o segmento de reta que liga as 18h as 6h e a reta que liga a sombra projetada pelo sol e o sol. No ponto de intersecção da reta e o segmento se encontra a gnômon. O ângulo formado entre a semireta que liga a posição do sol e o gnômon e o segmento de reta que liga o gnômon e as 18 horas é igual ao ângulo formado pela sombra do gnômon e o segmento de reta que que liga o gnômon e as 6h para qualquer horário em que o sol esteja visível no céu? Justifique e faça um exemplo

### Código em ângulos

Para esta atividade teremos um círculo dividido em 24 partes cada segmento relacionado a uma letra do alfabeto português seguindo sempre no sentido horário forme as palavras ou frases seguindo as orientações



Partindo da letra M determine a palavra desconhecida:  $195^\circ$ ;  $270^\circ$ ;  $150^\circ$ ;  $105^\circ$ ;  $195^\circ$ ;  $270^\circ$ ;  $210^\circ$ ;  $270^\circ$ ;  $330^\circ$

$\overline{M}$   $\overline{195^\circ}$   $\overline{270^\circ}$   $\overline{150^\circ}$   $\overline{105^\circ}$   $\overline{195^\circ}$   $\overline{270^\circ}$   $\overline{210^\circ}$   $\overline{270^\circ}$   $\overline{330^\circ}$

## 6 DISCUSSÃO

O ensino da matemática sempre foi realizado de forma tradicional em que os professores transmitiam os conteúdos por meio de aulas expositivas ou com o auxílio dos livros didáticos e os alunos apenas reproduziam as informações sem questionamentos ou indagações. Com o passar do tempo o docente percebeu a necessidade de implementar em sala de aula novos métodos de ensino, práticas pedagógicas ou ferramentas que possibilitassem uma maior interação entre professor e aluno, além de viabilizar a facilitação do processo de ensino-aprendizagem.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (2002) antigamente o conhecimento científico era considerado um saber neutro, isento e a verdade científica, tida como inquestionável. Logo, a qualidade do ensino era definida pela quantidade de conteúdos trabalhados, sendo que o principal recurso de estudo e avaliação era o questionário, ao qual os estudantes deveriam responder com base nas ideias e explicações contidas nas apostilas, conteúdos ou livros indicados pelo docente.

Com o passar dos anos o sistema de ensino foi modificado tendo como base a criação de novas leis que passaram a regulamentar as diretrizes que o professor deve seguir no processo de ensino-aprendizagem, principalmente, no que concerne a implantação de práticas pedagógicas em sala de aula. Assim, as aulas passam a ser mais didáticas, interativas, inclusivas e formadoras de alunos com pensamento mais crítico, porém o principal objetivo da nova legislação é possibilitar ao discente um ensino eficaz que vise a facilitação da aprendizagem.

E essa nova percepção de ensino contribuiu para que as atividades práticas e novos recursos de ensino passassem a ser utilizados pelo professor em sala de aula, principalmente, os professores de matemática. Ao se adotar novos recursos de ensino o docente incentiva o aluno a perceber que a matemática está presente em seu cotidiano e conseqüentemente enxergar sua importância para a sociedade.

Ávila (2010, p. 02) afirma que a geometria foi introduzida e descoberta na astronomia por Eratóstenes, ao calcular a circunferência da Terra e por Aristarco ao calcular a distância Terra-Sol. A Geometria é um ramo da matemática que trabalha questões de formas, tamanhos e posições de figuras com as propriedades do espaço, além de relacionar observações do mundo real com representações e essas representações com princípios e conceitos geométricos.

Nesta perspectiva, o ensino da geometria não deve ser considerado diferente dos demais conteúdos da matemática, considerando que o aluno possui as mesmas dificuldades na aprendizagem de um conteúdo com figuras e cálculos que muitas das vezes este não

compreende o porque de aprender a geometria e qual é a importância de saber realizar os cálculos. E por esta razão a inserção do relógio de sol nas aulas de geometria pelo docente pode tornar o processo de ensino-aprendizagem mais prazeroso, eficiente, interativo e dinâmico.

Zabala (2010, p.45) afirma que o ato de adotar novas práticas em sala de aula é fundamental para que o professor alcance seu principal objetivo, que é ensinar. Com base nesta afirmação o docente deve estar aberto para utilizar novos métodos em sala de aula, logo ao adotar o relógio de sol como recurso facilitador nas aulas de geometria, este torna o processo de ensino-aprendizagem mais eficiente e motivador, pois seus alunos passaram a olhar a geometria com outros olhos, principalmente, aqueles que não conseguiam ver a importância em aprender este conteúdo.

Cabe ao professor aproveitar novos recursos para despertar o interesse de seus alunos pela geometria e ao utilizar o relógio de sol são incentivados no aluno os questionamentos sobre este conteúdo e o que ele representa para a sociedade. Deste modo, existe a necessidade do professor adotar um currículo que não se atenha apenas aos conhecimentos propostos e preestabelecidos, isto é, práticas que visem favorecer a implementação de novos recursos de ensino, bem como promover a facilitação da aprendizagem (ANDRADE, 2005b).

Diante do exposto, a aprendizagem do aluno não pode se ater a sala de aula, ou seja, ela deve abranger seu cotidiano, até mesmo por que não basta que os alunos saibam apenas certos conteúdos escolares e que em outros apresentem grandes dificuldades. Torna-se necessário priorizar a qualidade no processo de ensino dos alunos para que sejam capazes de conhecer esses conteúdos, reconhecê-los em seu cotidiano, construir novos conhecimentos a partir de sua vivência e utilizá-los em situações com as quais possam se defrontar ao longo de sua vida.

De acordo com Carvalho et al. (2010, p. 05), “a educação escolar deixa de ter a obrigação de explorar apenas os assuntos de cada disciplina e precisa formar os alunos para viver em sociedade”. Assim sendo, o professor pode ensinar a geometria de modo interligado visando contribuir para que o processo de ensino-aprendizagem seja mais amplo e que ultrapasse o ambiente escolar.

Apesar de a geometria ser um ramo importante da Matemática, principalmente por servir de base para outras áreas do conhecimento, os professores da disciplina apresentam dificuldades no processo de ensino-aprendizagem, bem como os alunos possuem dificuldades em aprender de forma adequada e eficiente a geometria (MACHADO, 2007).

Essa dificuldade no processo de ensino-aprendizagem deve ser resultado da utilização de práticas inadequadas no ensino da geometria, ou seja, o objetivo da prática pedagógica é facilitar a aprendizagem e não complicar ou inviabilizar a compreensão

do conteúdo. Para Santos (2010, p. 03), os conhecimentos em geometria e desenho se encontram através de quatro disciplinas escolares desde o ensino fundamental que são: matemática, arte, geografia e ciências (física, química e biologia).

Neste aspecto, a interdisciplinaridade pode ser uma ferramenta adotada pelo docente no ensino da geometria e ao utilizar o relógio de sol pode unir o ensino de diversas disciplinas em um único recurso pedagógico, ressalta-se que a interdisciplinaridade possibilita ao aluno uma nova forma de aprender, pois este passa a compreender o conteúdo desenvolvido como um “todo” e não como uma atividade separada.

Alves et.al (2004, p. 142) define a interdisciplinaridade como a arte do aprofundamento com sentido de abrangência para dar conta ao mesmo tempo da particularidade e da complexidade do real.

A interdisciplinaridade possibilita a cooperação no processo de ensino-aprendizagem de determinado conteúdo, principalmente da geometria, dentro desse contexto, o professor ao realizar uma atividade experimental que consiste na construção de um relógio de sol possibilita explorar a interdisciplinaridade ao estudar conceitos de física e matemática.

Conquanto, ao introduzir o relógio de sol no ensino da geometria o professor desperta o interesse dos alunos e os motiva através do processo de análise, construção do relógio de sol e observação, deste modo, para que a aprendizagem de certos conteúdos seja satisfatória o professor deve perceber que na maioria das vezes mostrar a aplicação de determinado assunto viabiliza a facilitação da compreensão do que está sendo explicado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de aprendizagem possibilita ao aluno o desenvolvimento de suas habilidades intelectuais, além de contribuir para a compreensão dos conteúdos, exemplos e atividades desenvolvidas em sala de aula. No Ensino Fundamental II e Ensino Médio o aluno é um sujeito ativo, curioso que interage com o mundo a sua volta e que exige do professor um conhecimento especializado, assim, este deverá ser capaz de trazer novos recursos e/ou ferramentas que possibilitem a facilitação do processo de ensino-aprendizagem.

Desta forma, o professor de matemática quando desenvolve conteúdos relacionados à geometria pode adotar novos recursos de ensino, como por exemplo, a inserção do relógio de sol no ensino da geometria que viabiliza a real integração, interação e dinamização da aprendizagem, isto é, o relógio de sol permite que o aluno compreenda que a geometria está relacionada a seu cotidiano, rotina e atividades.

Este estudo possibilitou a compreensão de que a inserção de novas práticas pedagógicas no processo de ensino é fundamental para que o aluno veja a importância da geometria em seu cotidiano. Sendo que o objetivo deste estudo foi analisar a importância da utilização do relógio de sol como ferramenta de ensino na geometria e verificar como esta ferramenta pode ser inserida pelo professor nas aulas de geometria.

Foi possível identificar por meio de revisão de literatura que o relógio de sol pode ser utilizado como um recurso que contribui para a implementação de novas práticas em sala de aula, além de permitir que alunos e professores vejam a importância do ensino da geometria. Percebe-se que as práticas pedagógicas contribuem para a maximização dos resultados nos processos de ensino e aprendizagem do aluno, bem como auxilia o docente na implantação de novas ferramentas no ensino.

Diante do exposto o professor deve ser atuante e ter aprendido em sua formação inicial a cuidar dos saberes que fundamentam a formação teórica no que diz respeito ao processo de ensino de qualquer conteúdo, especialmente, a geometria. Assim, o professor precisa reconstruir as teorias aprendidas, reformular e melhorar a sua prática para que possa permitir a facilitação da aprendizagem do aluno.

Todavia, para que sejam alcançadas a maximização no processo de ensino-aprendizagem os docentes devem refletir antes, durante e depois a respeito das práticas pedagógicas implementadas, pois o verdadeiro aprendizado é aquele que transforma o aluno em um indivíduo que percebe a importância de cada conteúdo desenvolvido em sala de aula. Portanto, o relógio de sol é um recurso pedagógico que motiva o aluno, aumenta sua interação e curiosidade sobre o conteúdo abordado e conseqüentemente,

o faz perceber a importância de ser desenvolvida a geometria em conjunto com outros recursos.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Railda F.; BRASILEIRO, Maria do Carmo E.; BRITO, Suerde M. de O. **Interdisciplinaridade: Um Conceito em Construção**. Revista Episteme, Porto Alegre, n. 19, p. 139-148, jul./dez. 2004.

ANDRADE, Doherty; NOGUEIRA, Clélia Maria Ignatius. **Educação Matemática e as Operações Fundamentais** – Formação de Professores EAD n.21. Maringá: EDUEM, 2005a.

ANDRADE, Doherty. **Grandezas e Medidas: Encaminhamentos Metodológicos para as Séries Iniciais do Ensino Fundamental**. Formação de Professores EAD n.22. Maringá: EDUEM, 2005b.

ÁVILA, Geraldo Severo de Souza. **Várias faces da Matemática**. 3 ed. São Paulo SP: Editora Blucher, 2010.

BARROSO, Juliana Matsubara. **Projeto Araribá: matemática-5ª série / obra coletiva**. Editora Moderna, 1. ed. - São Paulo: Moderna, 2006.

BOYER, C. **História da Matemática**. tradução Elza Gomide. 36 ed. São Paulo - SP: Edgar Blucher. 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, v. 2, p. 37, 2002.

CANALLE, J.B. G. **Oficina de Geometria**. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Física, Rio de Janeiro, 2010.

CARVALHO, A. M., VANNUCCHI, A. I., BARROS, M. A., GONÇALVES, M. E.; REY, R. C. **Ciência no ensino fundamental: o Conhecimento físico**. 12 ed. São Paulo, Scipione, 2010.

DORET. Relógios de Sol. Publicado em: 10/03/2010. Disponível em: <http://www.relogiodesol.com/historia.php.htm>. Acesso em: 20 de jan. 2017.

FIORENTINI, Dário, MIORIM, Maria A. **Uma reflexão sobre o uso de materiais concretos e jogos no ensino da matemática.** Boletim SBEM , São Paulo, v.4, n.7, 1996.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico.** 9.ed. Editora Atlas São Paulo. 2007.

MACHADO, Nilson José. **Vivendo a matemática:** medindo comprimentos, 25<sup>a</sup> edição. São Paulo. Editora Scipione, 2007.

PÁDUA, Elisabete Matallo Marchesini de. **Metodologia da pesquisa:** abordagem teórico-prática. 14 ed. rev. e atual. Campinas: Papyrus, 2008.

SANTOS, Maria Regina Ferreira Lima dos. **O Ensino de Geometria no Ensino fundamental.** Publicado em: 25/06/2010. Disponível em: <http://www.artigonal.com/ciencia-artigos/oensino-de-geometria-no-ensino-fundamental-2726919.html>. Acesso em: 26 jan. 2017.

SILVA, Antonio Marmo de; SILVA, Agostinho – **Curso de Matemática Moderna Lisa**– São Paulo: Editora Lisa S/A, s/d PARANÁ, Secretaria do Estado da Educação. Diretrizes Curriculares da Rede Pública na Educação Básica do Estado do Paraná– Matemática. Curitiba: SEED, 2010.

SOUZA, M. O. ; PESSANHA, M. C. R. ; MACHADO, J. A. F. **Um Programa para auxiliar a construção de Relógios de Sol.** In: XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2003, Curitiba. XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2003.

SOUZA, M. O. ; PESSANHA, M. C. R. ; MACHADO, J. A. F. **Construção de Relógios de Sol em sala de aula.** Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

SOUZA, João Francisco de. **Prática pedagógica e formação de professores.** Recife: Bagaço, 2007.

TOMAZ, Vanessa.S; DAVID, Maria M.M. **Interdisciplinaridade e aprendizagem da Matemática em sala de aula.** 12 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa:** como ensinar. Editora: Artmed. Porto Alegre. 2010.