



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO MARAJÓ – BREVES
FACULDADE DE CIÊNCIAS NATURAIS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NA
CONTEMPORANEIDADE

MÁRCIO DE SOUZA MENEZES

**INTRODUZINDO A ASTRONOMIA PARA ALUNOS DO ENSINO
FUNDAMENTAL: uma abordagem geométrica.**

BREVES - PA
2018

MÁRCIO DE SOUZA MENEZES

**INTRODUZINDO A ASTRONOMIA PARA ALUNOS DO ENSINO
FUNDAMENTAL: uma abordagem geométrica.**

Monografia, apresentada como requisito parcial para
obtenção do grau de Especialista em Educação em
Ciências na Contemporaneidade, pela Universidade
Federal do Pará

Orientador: Prof. Dr. Leandro Oliveira do Nascimento.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

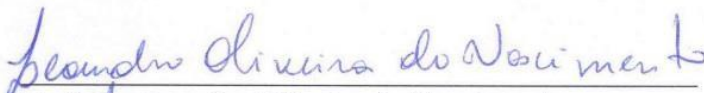
- M541i Menezes, Márcio de Souza.
Introduzindo a Astronomia para alunos do Ensino Fundamental: uma abordagem geométrica. / Márcio de Souza Menezes. — 2018.
46 f. : il.
- Orientador(a): Prof. Dr. Leandro Oliveira do Nascimento
Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - , Campus Universitário de Breves, Universidade Federal do Pará, Breves, 2018.
1. Ensino de Astronomia. 2. Geometria. 3. Atividades Práticas. I. Título.

MÁRCIO DE SOUZA MENEZES

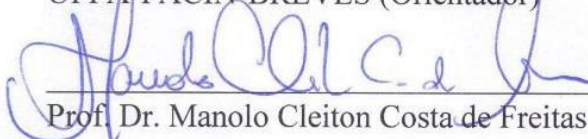
INTRODUZINDO A ASTRONOMIA PARA ALUNOS DO ENSINO
FUNDAMENTAL: UMA ABORDAGEM GEOMÉTRICA.

Monografia apresentada junto à Coordenação do Curso do Programa de Pós-Graduação (*Lato-Sensu*) Educação em Ciências na Contemporaneidade, da Faculdade de Ciências Naturais, do Campus Universitário do Marajó/Breves, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista em Educação em Ciências na Contemporaneidade, aprovado com o conceito EXCELENTE.

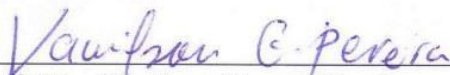
Banca examinadora:



Prof. Dr. Leandro Oliveira do Nascimento
UFPA-FACIN-BREVES (Orientador)



Prof. Dr. Manoel Cleiton Costa de Freitas
UFPA-FACIN-BREVES (Membro)



Prof. Me. Vanilson Gomes Pereira
UFPA-FAMAT-BREVES (Membro)

Breves (PA), 12 de dezembro de 2018.

Para Elayne Menezes, com muito amor.

Parafaseando Sagan (2003): Diante da vastidão do universo e da imensidade do tempo, é uma gigantesca alegria para mim partilhar um planeta, uma época e a vida com Elayne.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Pará Campus Universitário do Marajó Breves pela acolhida e oportunidade de fazer este curso de pós-graduação. À todos os professores da FACIN por me proporcionar o confronto com o conhecimento. A palavra mestre nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais sem nominar terão meus eternos agradecimentos.

Ao Professor Doutor Leandro Oliveira do Nascimento pela orientação, pelo empenho dedicado à mim na elaboração deste trabalho, pela revisão, correção, ajustes, dicas e incentivos na conclusão desta tarefa. Sempre serei grato ao senhor.

À banca avaliadora composta por Prof. Dr. Manolo Cleiton Costa de Freitas e Prof. Me. Vanilson Gomes Pereira, pela aceitação ao convite para analisar este trabalho.

À minha esposa, Elayne Menezes, pessoa com quem amo partilhar à vida. Com você tenho me sentido mais vivo de verdade. Obrigado pelo carinho, ajuda, paciência e pelo apoio e incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço. Sou grato pelo seu amor.

À minha família, pelo amor e apoio incondicional. Sempre me incentivam a caminhar em frente, são espelhos para mim.

Aos meus amigos de turma pela união e colaboração durante a realização deste curso, agradeço imensamente sem citar nomes por serem vários, meus sinceros agradecimentos.

À todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação desde a base escolar até aqui contribuindo de alguma forma para esse desfecho, e à todos que torcem e se alegram por mim. O meu muito obrigado!

Como de praxe, um agradecimento é tão profundo, que eu prefiro fazê-lo numa língua inventada, a Ele (Cristo): *i Eru i or ilyë mahalmar eä tennoio*. (*Único que está acima de todos os tronos para sempre*).¹

¹ "O Único que está acima de todos os tronos para sempre", em élfico, língua criada pelo escritor J. R. R. Tolkien para a saga *O Senhor dos Anéis*.

*“A questão primordial não é o que sabemos,
mas como sabemos.”*

(Aristóteles)

RESUMO

Neste trabalho realizamos um enfoque diferenciado sobre o ensino de astronomia para o ensino fundamental, utilizando uma abordagem geométrica. Tratamos inicialmente sobre as Ferramentas Matemáticas onde discutiremos sobre Triângulo Retângulo: definição deste, soma de seus ângulos internos e Teorema de Pitágoras, além de, Semelhança de Triângulos e Funções Trigonométricas (Cosseno, Seno e Tangente). Dissertamos sobre a temática Fazendo Medidas Astronômicas onde abordamos sobre A Astronomia: sua definição, o que ela estuda, seu histórico, sua importância, ciclo de vida das estrelas, diagrama HR, além das Primeiras Medições: o tamanho da Terra, o tamanho da Lua, a distância Terra-Lua, a distância Terra-Sol e o tamanho do Sol, a distância do Sol até uma estrela: O Método da Paralaxe. No capítulo final descrevemos algumas atividades práticas para entender as primeiras medições.

Palavras-Chave: Ensino de Astronomia. Geometria. Atividades Práticas.

ABSTRACT

In this work we make a differentiated approach on the teaching of astronomy for elementary school, using a geometric approach. We first discuss the Mathematical Tools where we will discuss the Rectangle Triangle: definition of this, sum of its internal angles and Pythagorean Theorem, and Similarity of Triangles and Trigonometric Functions (Cosine, Sine and Tangent). We discussed the issue of Making Astronomical Measures where we discuss about Astronomy: its definition, what it studies, its history, its importance, life cycle of stars, HR diagram, besides the First Measurements: the size of the Earth, the size of the Moon, the distance Earth-Moon, the distance Earth-Sun and the size of the Sun, the distance of the Sun to a star: The Method of the Parallax. In the final chapter we describe some practical activities to understand the first measurements.

Keywords: Teaching of Astronomy. Geometry. Practical Activities.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA – 1	Soma dos ângulos internos de um triângulo	16
FIGURA – 2	Triângulo retângulo.....	16
FIGURA – 3	Caso de semelhança, ângulos correspondentes congruentes.....	17
FIGURA – 4	Caso de semelhança: três lados correspondentes proporcionais.....	18
FIGURA – 5	Caso de semelhança: dois lados proporcionais e ângulo congruente.....	18
FIGURA – 6	Demonstração de fórmulas: cálculos de Seno, Cosseno e Tangente.....	19
FIGURA – 7	Diagrama HR.....	26
FIGURA – 8	Demonstração do experimento de Eratóstenes.....	29
FIGURA – 9	Eclipses solar e lunar, demonstração de como ocorrem.....	31
FIGURA – 10	Escala correta para eclipses lunares e solares.....	31
FIGURA – 11	Demonstração de um exercício com razões.....	33
FIGURA – 12	Demonstração triângulo retângulo Sol-Lua-Terra.....	34
FIGURA – 13	Demonstração imagem do Sol sendo projetada no chão.....	35
FIGURA – 14	Relação Comprimento Vs Raio de um círculo.....	37
FIGURA – 15	Aplicação do Teorema de Pitágoras.....	38
FIGURA – 16	Retas paralelas, ortogonais e com ângulo de 30°	40
FIGURA – 17	Triângulo retângulo com ângulos de 45° , 30° , 60° e ângulo reto de 90° ..	41
FIGURA – 18	Sistema Terra-Sol-Estrela: Método da Paralaxe.....	42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	FERRAMENTAS MATEMÁTICAS.....	15
2.1	O triângulo retângulo.....	15
2.2	Semelhança de triângulos.....	17
2.3	Funções trigonométricas: cosseno, seno e tangente.....	19
3	FAZENDO MEDIDAS ASTRONÔMICAS.....	20
3.1	A Astronomia.....	20
3.1.1	Ciclo de vida das estrelas.....	24
3.1.2	Diagrama HR.....	26
3.2	As primeiras medições.....	28
3.2.1	O tamanho da terra.....	30
3.2.2	O tamanho da lua.....	31
3.2.3	Distância terra-lua.....	33
3.2.4	Distância terra-sol.....	34
3.2.5	O tamanho do sol.....	36
3.3	Distância do sol até uma estrela: o método da paralaxe.....	37
4	ESTRATÉGIAS PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA: ATIVIDADES PRÁTICAS PARA ENTENDER AS PRIMEIRAS MEDIÇÕES - RÉGUA, COMPASSO E TRANSFERIDOR	38
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

O estudo das “coisas” do Universo sempre exerceu fascínio sobre o homem no decorrer da história. Nenhum outro ramo do conhecimento tem estado tão presente e, desde a antiguidade, tão ligado ao desenvolvimento do pensamento humano quanto a Astronomia. Tais conhecimentos envolvem, além de uma grande dose de imaginação e criatividade, a habilidade de fazer observações e interpretar fenômenos naturais (Sagan, 2003).

A astronomia é tida como a ciência mais antiga da humanidade. Sua origem está intimamente ligada aos acontecimentos marcantes da vida humana, pois, através da observação de fenômenos astronômicos e da análise de ciclos naturais foi possível a elaboração de calendários civis e religiosos. Nesse sentido, com a observação dos astros foi possível determinar a época certa para realizar as colheitas, os festivais comemorativos que iniciam as estações do ano e o tempo mais apropriado para a caça e a pesca. Assim, podemos inferir que a Astronomia é a ciência que estuda os corpos celestes como as estrelas, planetas, constelações, dentre outros, além de destacar que ela também estuda os fenômenos que se originam fora da atmosfera da Terra (Mourão, 2005).

Os registros astronômicos mais remotos datam de aproximadamente 3.000 a.C. e são atribuídos aos chineses, babilônios, assírios e egípcios. Eles também foram capazes de precisar os movimentos de rotação e translação dos planetas. A princípio, a astronomia começou através de estudos dos movimentos de corpos celestes e se desenvolveu como um ramo da Matemática precisamente com os gregos, mudando então a forma de pensar sobre os astros celestes, os quais se acreditava ser(em) imutáveis (Mourão, 2005).

Juntamente com os conhecimentos babilônicos, os gregos proporcionaram grandes descobertas, exemplo: a) Previsões de eclipses, como a concebida por Tales de Mileto na década de 580 a.C; b) A conclusão de que a Terra era esférica por Aristóteles, com base na sombra da Terra em um eclipse lunar, onde a sombra da Terra se mostrava circular na Lua; e, c) Medição do diâmetro da Terra por Eratóstenes, em 230 a.C. (Sagan, 2003).

Utilizando cálculos matemáticos, Aristarco de Samos determinou a distância entre a Terra-Sol-Lua, baseando seus cálculos na posição destes astros em um eclipse lunar. Muitos outros grandes astrônomos e matemáticos desenvolveram fórmulas matemáticas afim de desvendar os mistérios do Universo, como destacaremos mais à frente.

A influência da Matemática na Astronomia e vice-versa pode ser notado tanto nos conteúdos mais simples aos mais complexos, como por exemplo, na geometria e trigonometria, em que ambos estão profundamente ligadas aos estudos da Astronomia. Usando semelhanças

de triângulos e relações métricas do triângulo retângulo, pode-se prever determinados fenômenos, como eclipses e medir distâncias.

Até hoje a astronomia desperta a fascinação pela ciências em crianças, jovens e adultos de todo o mundo pois possui assuntos verdadeiramente deslumbrantes, capazes de motivar uma pessoa pela busca e/ou compreensão dos mistérios do Universo. Em contraste, o que ensinamos na escola? Em muitos casos, somente formulas para “decorar” e descrever problemas físicos do dia a dia que, embora devam fazer parte do currículo por sua importância, não são exatamente o que faz o espírito explorador de alguém aflorar (Fróes, 2014).

Neste cenário educacional, Lattari e Trevisan (1999) inferem que, os alunos carregam consigo informações distorcidas e significados incorretos em relação aquilo que veem, ouvem ou leem criando um grande mar de incertezas. Por outro lado, os textos de livros didáticos podem trazer uma pilha de erros conceituais que põem muitas vezes em *xeque* o conhecimento do professor. Para livrar-se desse contexto enigmático, o professor necessita estar atualizado e ter em mente de modo exato o seu objeto de ensino qual seja, a compreensão da realidade pelo indivíduo. Os autores apontam que, é indispensável o questionamento do professor em relação às fontes de informações mostrando que nem sempre são fidedignas. Além disso, exige-se que o docente volte-se para a base, onde está sendo estruturado o conhecimento e dar ênfase aos conceitos fundamentais necessários para a edificação de outros saberes.

Existem diversas propostas de se desenvolver o Ensino de Astronomia no Brasil, alguns trabalhos nos chamam atenção, pois assim como o nosso, reconhecem à Astronomia com um potencial motivador no ensino de ciências. Um exemplo é o trabalho de Mees (2004), onde é relatada a dificuldade de aprendizagem devido à abstração de conceitos físicos através da utilização de métodos tradicionais de ensino, apresentada por alunos da 8ª série (atualmente nono ano do Ensino Fundamental), dificuldades voltadas ao conhecimento matemático. O autor propõe que o Ensino de Física não se inicie no nono ano do Ensino Fundamental pela Mecânica, especificamente pela parte da Cinemática, devido ao rigoroso formalismo matemático, e sim pela Astronomia, principalmente por ser um tema capaz de despertar o interesse à reflexão, de estimular o pensamento, a criatividade, aguçar a curiosidade de crianças, jovens e adultos. O autor também justifica a escolha do tema por ele está presente no cotidiano do aluno, por meio de notícias na mídia, a respeito de novas descobertas do Universo, através das sondas espaciais, telescópios que vagam pelo espaço. Mees (2004), também destaca que a Astronomia é um campo de estudo bastante amplo e que pode ser trabalhado de forma interdisciplinar.

Por se tratar de um tema tão atrativo e interdisciplinar, vários países possuem a astronomia como parte integrante do currículo de ciências devido, entre outros motivos, a sua

função de despertar o interesse dos estudantes pela ciência. No Brasil, o ensino de astronomia obteve uma nova perspectiva na educação básica por meio da LBD/1996, consolidada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Nos documentos citados, em função do nível de abstração que é exigido para sua compreensão, conteúdos de astronomia não são indicados para as primeiras séries da educação fundamental. Já na educação fundamental II (atual 6º ao 9º ano) a astronomia está presente com grande ênfase, chegando a ser identificada com o eixo temático Terra e Universo, direcionada para uma compreensão histórica do desenvolvimento do conhecimento científico e para uma educação científica que valoriza a observação dos fenômenos da natureza na formulação dos modelos explicativos.

Os estudantes devem ser orientados para articular informações com dados de observação direta do céu, utilizando as mesmas regularidades que nossos antepassados observaram para orientação no espaço e na medida do tempo [...]. Dessa forma, os estudantes constroem o conceito de tempo cíclico de dia, mês e ano, enquanto aprendem a se situar na Terra, no Sistema Solar e no Universo. (BRASIL, 1998, p. 40).

Todavia, na contra mão dessas diretrizes, nas primeiras séries do ensino fundamental a maioria dos livros didáticos de Ciências abordam temas como fases da Lua, eclipses da Lua e do Sol. Alguns livros, inclusive, chegam a relacionar marés com fases da Lua, como mostra a pesquisa de Oliveira (2008). A impropriedade destes temas para este nível de ensino também é apontado por Delizoicov & Angotti (1994), ao afirmar:

A evolução gradual da aprendizagem deve obrigatoriamente respeitar as fases de cognição dos alunos. Portanto, determinados assuntos não podem ser assimilados simplesmente porque não são compatíveis com a capacidade (no estágio de compreensão) dos alunos. Um exemplo em ciências naturais: o sistema solar e o heliocentrismo. Rotações de planetas (da Terra inclusive) em torno do Sol só são compreensíveis para alunos que estejam no final da 4ª série (5º ano), mesmo assim nem para todos. Entretanto muitos professores insistem em trabalhar o assunto no início da 3ª série ou mesmo na 2ª (2º e 3º anos, respectivamente), obrigando os alunos a memorizarem “ensinamentos” que em nada contribuem para desenvolver atitudes e formar conceitos. (Delizoicov & Angotti, 1994, p. 92).

De acordo com Levi (1990), ao situar o indivíduo no universo é importante identificarmos historicamente o contexto da astronomia e logo após irmos introduzindo o indivíduo no universo via a sua casa, rua, bairro, cidade, estado, país, continente e planeta, conduzindo-o gradativamente ao sistema solar e a galáxia, daí para o universo conhecido. Todo esse processo refletem positivamente quando acompanhado de técnicas de ensino - aprendizagem que ajudem na fixação dos conceitos fundamentais.

Algumas pesquisas mostram que o conteúdo de astronomia está bastante presente no ensino do 6º ao 9º ano (antiga 5ª à 8ª série) da educação fundamental, embora a astronomia seja abordada na quase totalidade dos livros didáticos de Ciências aprovados no último Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), seu enfoque, na maioria das coleções, é distante de temas que propõem observação direta do céu ou, também, que objetivam a construção de uma visão de Universo.

Para Langhi & Nardi (2009), a aprendizagem da astronomia (e de outros conteúdos científicos) pode também acontecer em diferentes âmbitos como na educação formal, informal, não formal, e além disso em atividades chamadas de popularização da ciência. A educação formal acontece em ambiente escolar ou outros estabelecimentos de ensino, com estrutura própria e planejamento, cujo conhecimento é sistematizado afim de ser didaticamente trabalhado. Já a educação não formal, abrange métodos educativos que vão muito além dos muros de uma escola, nas quais o indivíduo experimenta a liberdade de escolher formas e conteúdo de aprendizagem, a exemplo: museus, meios de comunicação, agências formativas para grupos sociais específicos, organizações profissionais, instituições não convencionais de educação, dentre outros. A educação informal não possui intencionalidade e tampouco é institucionalizada, pois é decorrente de momentos não organizados e espontâneos do dia-a-dia durante a interação com familiares, amigos e conversas ocasionais, embora também haja incertezas quanto a sua concreta significação, seguindo critérios definidos. Quanto a definição de popularização, podemos determinar, para este trabalho, que o seu objetivo vai além da divulgação, pois considera as necessidades e expectativas de seu público-alvo, focando a dimensão cultural desta ciência, embora ainda haja controvérsias a respeito da utilização deste termo.

Uma alternativa bem interessante segundo Damasceno (2016), seria a utilização de recursos computacionais, que possibilitem a realização de observações do céu a qualquer tempo. O uso de materiais didáticos com recursos virtuais (animações, simulações, vídeos), pode facilitar a compreensão de fenômenos astronômicos, devido a sua visualização. Esses materiais didáticos são regularmente chamados de objetos de aprendizagem (OA), ou objetos virtuais de aprendizagem (OVA). Atualmente encontramos na rede mundial de computadores, vários objetos de aprendizagem que são adequados para o ensino de astronomia, como por exemplo, o Celestia, Stellarium, Kstar entre outros. Podemos ainda encontrar na internet diversos sítios onde localizamos inúmeros objetos de aprendizagem. Apenas para exemplificar alguns recursos de simulação, cito o Physics Education Technology (PhET), o compadre

(biblioteca digital), o MERLOT (Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching) e o Rede Interativa Virtual de Educação (Rived), do MEC, com livre acesso.

Assim, neste trabalho discutiremos um enfoque diferenciado para o ensino de astronomia no ensino fundamental, utilizando uma abordagem geométrica. No capítulo 2, analisaremos as *Ferramentas Matemáticas* onde discutiremos sobre Triângulo Retângulo: definição deste, soma de seus ângulos internos e Teorema de Pitágoras, além de, semelhança de triângulos e funções trigonométricas (Cosseno, Seno e Tangente). No capítulo 3 do trabalho dissertaremos sobre o tema *Fazendo Medidas Astronômicas* onde vamos tratar sobre A Astronomia: sua definição, o que ela estuda, seu histórico, sua importância, ciclo de vida das estrelas, diagrama HR, além das Primeiras Medições: o tamanho da Terra, o tamanho da Lua, a distância Terra-Lua, a distância Terra-Sol e o tamanho do Sol, a distância do Sol até uma estrela: O Método da Paralaxe. No capítulo 4, concluiremos o trabalho com algumas *atividades práticas para entender as primeiras medições*.

2 FERRAMENTAS MATEMÁTICAS.

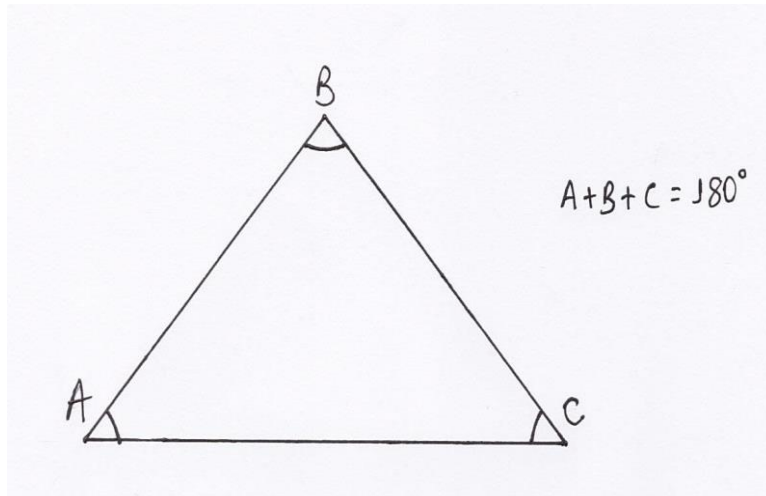
2.1 O Triângulo Retângulo.

Em geometria, podemos definir triângulo retângulo como um triângulo que possui um ângulo reto e outros dois ângulos agudos, assim, basta ter um ângulo reto (90°), pois a soma dos três ângulos internos é igual a um ângulo raso (180°) (Viveiro & Corrêa, 1996).

Triângulo retângulo é uma figura geométrica muito usada na matemática, no cálculo de áreas, volumes e no cálculo algébrico. Em um triângulo retângulo, sabendo-se as medidas de dois lados ou a medida de um lado mais a medida de um ângulo agudo, é possível calcular a medida dos demais lados e ângulos. A área de um triângulo retângulo é dada pela metade do produto dos menores lados. A relação entre os lados e ângulos de um triângulo retângulo é a base da trigonometria (Viveiro & Corrêa, 1996).

Os triângulos são polígonos formados por três lados. Dentro do conjunto de todos os polígonos, os triângulos são os mais simples, por apresentarem menos lados, mas possuem propriedades e características complexas. Uma delas se refere à soma de seus ângulos internos, que é sempre igual a 180° , independentemente do formato do triângulo, de seu tamanho ou de qualquer outra característica. Sendo assim, um triângulo ABC, com ângulos internos a , b e c , possui a seguinte propriedade: $a + b + c = 180^\circ$ (Imenes & Lellis, 2009).

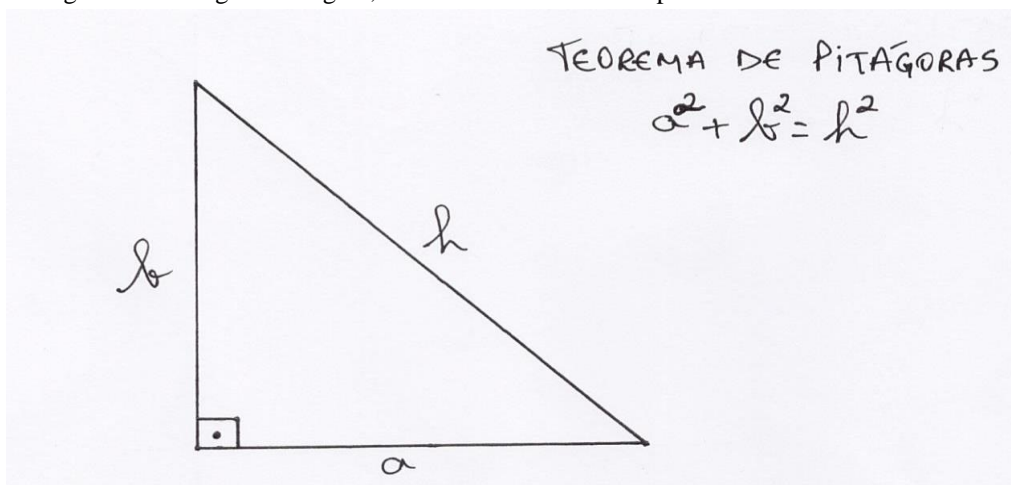
Figura 01: Soma dos ângulos internos de um triângulo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O teorema de Pitágoras é uma expressão matemática que relaciona os lados de um triângulo retângulo, conhecidos como hipotenusa e catetos. Esse teorema é válido apenas para os triângulos retângulos. Nesse sentido, para que um triângulo seja considerado retângulo basta que um de seus ângulos tenha medida igual a 90° , ou seja, que o triângulo tenha um ângulo reto. O lado oposto a esse ângulo é o maior lado do triângulo retângulo e é chamado de hipotenusa. Os outros dois lados menores são chamados de catetos, assim temos a expressão: *o quadrado da hipotenusa é igual à soma dos quadrados dos catetos* (Mori & Onaga, 2009).

Figura 02: Triângulo retângulo, a e b são catetos e h é a hipotenusa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

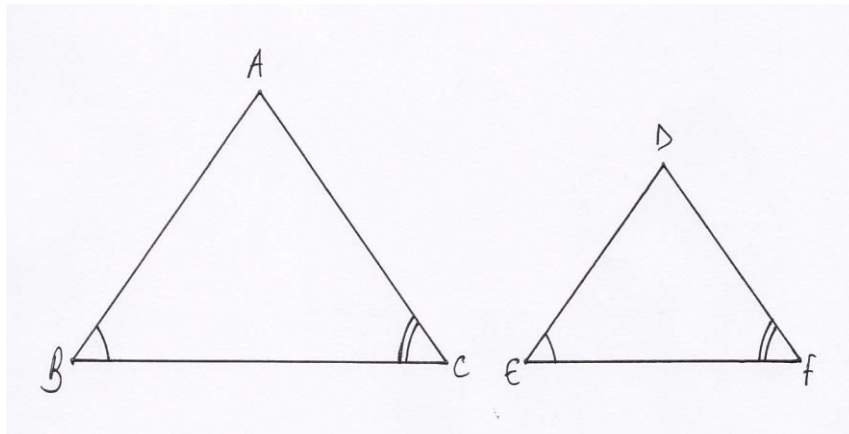
2.2 Semelhança de Triângulos

Dois polígonos, com o mesmo número de lados, são semelhantes quando possuem ângulos correspondentes congruentes e lados correspondentes proporcionais. Em outras palavras, polígonos semelhantes possuem o mesmo formato, mas suas dimensões nem sempre apresentam o mesmo tamanho (Dante, 2009).

Os triângulos são polígonos que possuem o menor número de lados, portanto, é possível criar estratégias para diminuir o trabalho de verificar a semelhança entre eles. Essas estratégias são conhecidas como casos de semelhança de triângulos (Dante, 2009).

1º Caso de semelhança: Ângulo-Ângulo (AA). Sempre que dois triângulos possuírem dois ângulos correspondentes congruentes, eles já serão completamente semelhantes. Perceba que, se dois triângulos possuem dois ângulos congruentes, eles também apresentam o terceiro ângulo congruente. Isso é garantido pela soma dos ângulos internos dos triângulos que sempre será igual a 180° (Iezzi, *et al.*, 2010).

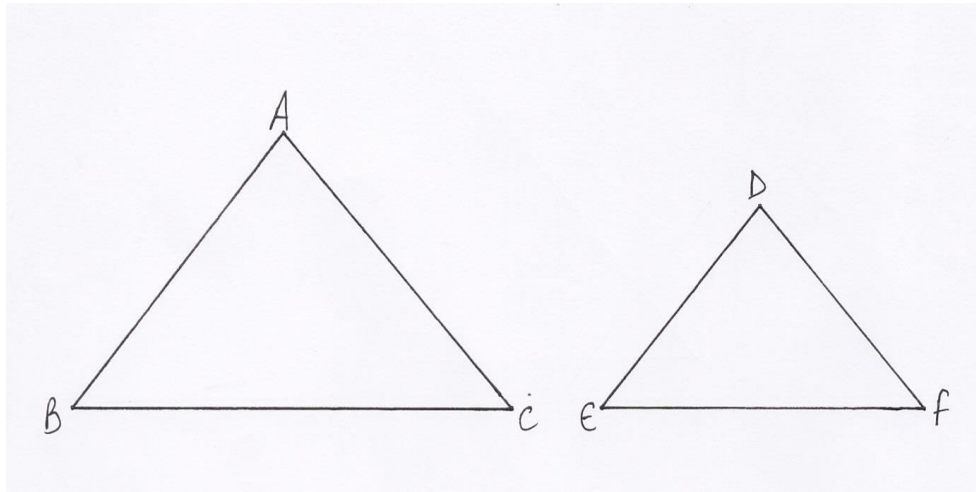
Figura 03: Caso de semelhança, ângulos correspondentes congruentes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

2º Caso de semelhança: Lado-Lado-Lado (LLL). Sempre que dois triângulos possuírem três lados correspondentes proporcionais, então eles serão semelhantes. Em outras palavras, triângulos que possuem três lados proporcionais sempre apresentam os ângulos correspondentes congruentes (Iezzi, *et al.*, 2010).

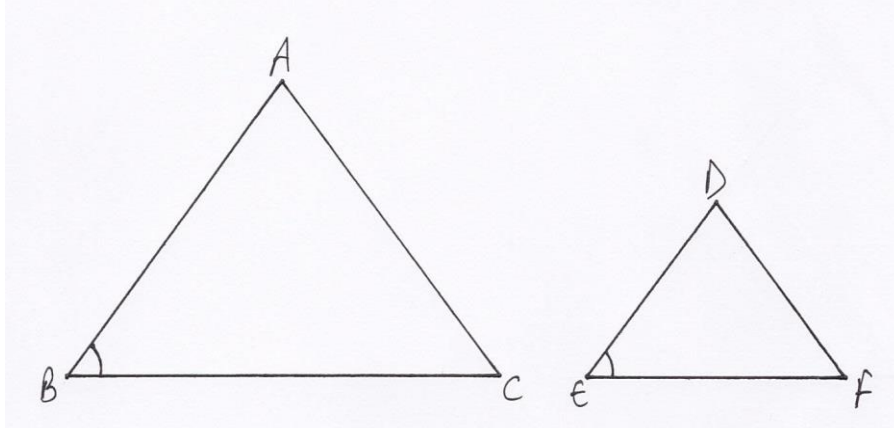
Figura 04: Caso de semelhança: três lados correspondentes proporcionais.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3º Caso de semelhança: Lado-Ângulo-Lado (LAL). Se dois triângulos distintos possuem dois lados proporcionais e o ângulo entre esses lados é congruente, então esses dois triângulos são semelhantes (Iezzi, *et al.*, 2010).

Figura 05: Caso de semelhança: dois lados proporcionais e ângulo congruente.



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3 Funções trigonométricas: Cosseno, Seno e Tangente

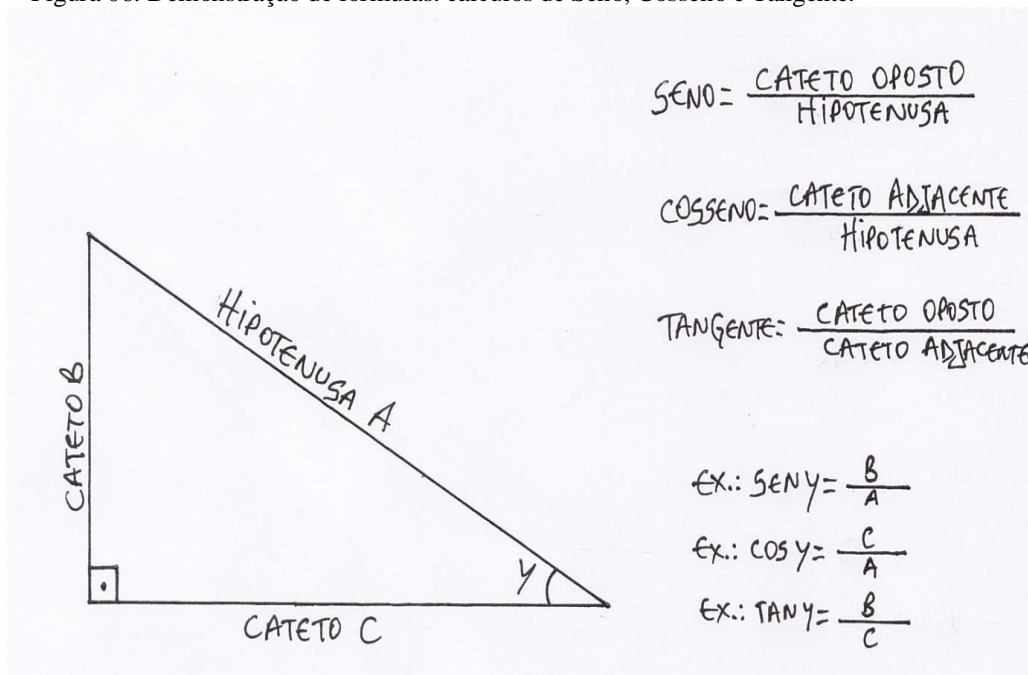
A trigonometria é considerada uma das áreas mais importantes da Matemática e teve seu desenvolvimento relacionado aos estudos de astronomia, na medida que em que surgiu a necessidade de se estudarem as fases da lua, eclipses, distâncias entre planetas, dentre outros. Além disso, a trigonometria possui diversas aplicações nos estudos relacionados com a Física, Engenharia, Navegação Marítima e Aérea, Astronomia, Topografia, Cartografia, Agrimensura,

entre outras (Viveiro & Corrêa, 1996).

Os estudos iniciais sobre a trigonometria são associados ao grego Hiparco, que relacionou os lados e os ângulos de um triângulo retângulo e possivelmente construiu a primeira tabela de valores trigonométricos. Por essa razão, muitos consideram-no o pai da trigonometria. (Freitas, 2016).

Os estudos trigonométricos no triângulo são embasados em três relações fundamentais: seno, cosseno e tangente. No triângulo, os ângulos de 30° , 45° e 60° são considerados notáveis, pois estão presentes em diversos cálculos. Nas situações envolvendo outros ângulos, os valores trigonométricos também podem ser obtidos por intermédio de uma calculadora científica, que dispõe das teclas sen (seno), cos (cosseno) e tan (tangente) (Mori & Onaga, 2009).

Figura 06: Demonstração de fórmulas: cálculos de Seno, Cosseno e Tangente.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3 FAZENDO MEDIDAS ASTRONÔMICAS.

3.1 A astronomia.

Sendo considerada por muitos estudiosos a mais antiga das ciências e a fonte de conhecimentos e questionamentos para o surgimento dos demais saberes, a Astronomia é a ciência que estuda o Universo desde a sua origem e formação dos astros que o compõe e os fenômenos que nele ocorrem (Sagan, 2003).

A Astronomia originou-se a partir da observação dos astros e de seu efeito no cotidiano do ser humano, que desde a pré-história vem utilizando o conhecimento astronômico acumulado durante o tempo para desenvolver as suas atividades. Inicialmente, a astronomia baseava-se fundamentalmente na observação dos astros e fenômenos visíveis a olho nu (o sol, a lua, o dia, a noite, as marés, as fases da lua, entre outros), e se misturavam à religião, às lendas e ao senso comum. Assim, chineses, egípcios, assírios e babilônicos já observavam o espaço para determinar a contagem do tempo, utilizavam o sol e a lua para elaborar seus calendários, definir o melhor período para o plantio e colheita e, também, para determinar sua localização espacial (Mourão, 2005).

Na Grécia Antiga, já existiam pessoas que se interessavam pela astronomia. Pode-se destacar uma grande quantidade de matemáticos que contribuíram com o seu desenvolvimento, nesse sentido, podemos notar que a Astronomia está fortemente ligada a Matemática e mais tarde se voltaria para a Física (Mourão, 2005).

Abaixo, citaremos alguns importantes personagens e suas contribuições:

Tales de Mileto – Foi um filósofo e astrônomo que viveu entre 624 - 546 a.C., para ele a Terra era um disco plano em uma vasta extensão de água. Tales conseguiu prever um eclipse com certa antecedência. Nesta época, o astrônomo era um medidor de tempo e um “profeta” da entrada das estações climáticas e das fases da lua.

Pitágoras de Samos – Foi um filósofo nascido aproximadamente entre 592 e 572 a.C. e falecido entre 510 a 480 a.C. Fundou a Escola de Filosofia e Ciências ao sul da Itália. As teorias desenvolvidas pelos seus últimos discípulos, frequentemente, são atribuídas a ele. Foi o primeiro a perceber que a terra é esférica e não plana, no centro de um universo esférico, com rotação diária. Ele estudou o movimento dos planetas. Criou o teorema mais famoso da matemática o qual recebeu seu nome, Teorema de Pitágoras. Dentre outros feitos de notável relevância.

Aristóteles de Estagira – Filósofo de enorme influência durante muitos anos na Europa. Nasceu em 383 a.C. na cidade de Estagira, Macedônia, e morreu em 322 a.C. Foi tutor de Alexandre, o Grande, e também foi professor em Atenas. Explicou que as fases da Lua dependem de quanto da parte da Lua iluminada pelo Sol está voltada para a Terra. Explicou que um eclipse lunar ocorre quando a Lua entra na sombra da Terra. Afirmava que o Universo é esférico e finito. Dentre outros feitos de notável relevância.

Aristarco de Samos – Foi um astrônomo que viveu aproximadamente entre 310 e 230 a.C. Foi o primeiro, que se tem conhecimento, a afirmar que a terra girava em torno do Sol, assim como em torno de seu eixo, quinze séculos antes de Copérnico, por causa disso foi acusado de perturbar o “descanso dos deuses”.

Eratóstenes de Cirene – Foi um astrônomo e matemático que viveu aproximadamente entre 276-194 a.C., sendo o primeiro a medir o diâmetro da Terra. Ele notou que na cidade egípcia de Siena, no primeiro dia do verão, ao meio-dia, a luz solar atingia o fundo de um poço, ou seja, o Sol estava incidindo perpendicularmente a Terra em Siena, já em Alexandria, situada ao norte de Siena, isso não ocorria. Medindo o tamanho da sombra de um bastão na vertical, Eratóstenes observou que em Alexandria, no mesmo dia e hora, o Sol estava aproximadamente sete graus mais ao sul. A distância entre Alexandria e Siena era conhecida como 5.000 estádios.

Hiparco de Niceia – Foi um dos maiores astrônomos gregos, que viveu aproximadamente entre 190 - 120 a.C. Elaborou o primeiro catálogo estelar, determinou o comprimento do ano trópico, o tamanho e a distância da Lua e tentou fazer o mesmo com o Sol. Descobriu a precessão dos equinócios bem como as irregularidades no movimento da Lua. Aperfeiçoou instrumentos astronômicos. Os resultados de seu trabalho foram preservados no tratado matemático *Almagesto* de Ptolomeu.

Cláudio Ptolomeu – Foi um astrônomo, geógrafo e matemático alexandrino que viveu entre 90 e 160 d.C. No entanto, devido à carência de fontes históricas, é difícil precisar com exatidão os fatos que envolvem a vida de Ptolomeu. Sua principal obra é o *Grande sistema astronômico*, em grego, que ficou conhecido como *Almagesto* na versão árabe. A contribuição mais importante de Ptolomeu foi uma representação gráfica do sistema solar. Nele, a Terra ocupava o centro do mundo e tudo o mais girava em seu redor (Geocentrismo - Teoria Geocêntrica, em que a Terra era o centro do universo). Esse sistema foi inferido a partir da observação do movimento diário aparente dos astros.

Por mais de mil anos, durante o período medieval, a ciência europeia teve muito pouco desenvolvimento. A astronomia continuou se desenvolvendo entre os árabes, de tal maneira, que foram eles que reintroduziram o trabalho de Ptolomeu na Europa. Após o ano 1500, com o renascimento cultural na Europa, pode-se observar o nascimento do método científico na Física e na Astronomia (Lima Neto, 2018).

Nicolau Copérnico – Foi um matemático e astrônomo polonês nascido em Tourum (atual Torun), na Polônia, em 19 de fevereiro de 1473, um dos pais da astronomia moderna, e faleceu em 24 de maio de 1543. É autor da Teoria Heliocêntrica, segundo a qual o Sol é o centro do sistema solar. Até então, a Igreja Católica – que controlava o poder religioso, político e econômico na Idade Média – adotava a Teoria Geocêntrica, em que a Terra era o centro do universo. Copérnico escreveu o livro intitulado *Sobre a Revolução dos Orbes Celestes*, nele consta que o sistema heliocêntrico é proposto de forma simples com o Sol no centro de todo sistema. Apesar da ideia não ser totalmente original, Copérnico foi o primeiro a dar uma forma científica ao sistema heliocêntrico.

Tycho Brahe – Foi um astrônomo dinamarquês nascido em 14 de dezembro de 1546 e faleceu em 24 de outubro de 1601. De origem nobre, muito cedo manifestou gosto pela astronomia. Destacamos como sua primeira e importante observação a descoberta de uma estrela nova em novembro de 1572, na constelação de Cassiopéia, exposta no livro *Sobre a Estrela Nova*, de 1576. Foi Tycho quem primeiro corrigiu suas observações de refração e redigiu um catálogo de estrelas. Em 1601, Kepler entrou para a equipe de Brahe, começando nessa época a elaboração das *Tabelas Rodolfinas* (1627). As observações do movimento do planeta Marte efetuadas por Brahe permitiram o estabelecimento das três leis de Kepler, que reformularam toda a Astronomia.

Johanes Kepler (1571-1630) – Foi um matemático e astrônomo alemão, nascido em 27 de dezembro de 1571 e faleceu em 15 de novembro de 1630. Na Universidade de Tuebingen, entrou em contato com as ideias de Copérnico a respeito do movimento do planeta em torno do Sol, assim, tornou-se um entusiástico defensor do heliocentrismo. Aos 23 anos, aceitou o convite para lecionar Astronomia na Universidade de Graz, da qual foi expulso por recusar-se a se converter ao catolicismo e, em seguida, foi trabalhar com Tycho Brahe em Praga. Depois da morte de Tycho em 1601, Kepler continuou as observações astronômicas e sob sua orientação foram cuidadosamente estudadas mais de 228 estrelas. A análise dos dados de Brahe levou Kepler a formular as “Leis do Movimento Planetário”, que Isaac Newton explicou pela gravidade. Além de descobrir que os planetas se movem em torno do Sol em órbitas ovais,

Kepler também registrou que cada planeta muda de velocidade enquanto percorre a órbita. À medida que a órbita elíptica aproxima o planeta do Sol, ele ganha velocidade. Kepler calculou o tempo que um planeta leva para dar a volta ao Sol. Os que estão mais próximo do Sol levam menos tempo do que os que estão mais distantes. Johannes Kepler contribuiu também para as áreas correlatas da ciência, dentre outros feitos de notável relevância.

Galileu Galilei – Foi um astrônomo, físico e matemático italiano nascido em 18 de fevereiro de 1564 e falecido em 8 de janeiro de 1642. Considerado um marco da revolução científica nas áreas da física e da astronomia, os estudos de Galileu foram fundamentais para o desenvolvimento da mecânica (movimento dos corpos) e a descoberta sobre os planetas e os satélites. Seu pai, Vincenzo Galilei, decidiu enviá-lo para a Universidade de Pisa, para estudar medicina. Contrariando a vontade do pai, abandonou o curso em 1585 e resolveu se dedicar aos estudos da matemática clássica. Suas teorias serviram de apoio e inspiração às ideias posteriores de Isaac Newton. Podemos citar as três Leis dos Movimentos dos Corpos (princípios da inércia, dinâmica, ação e reação) e a Lei da Gravitação Universal. Interessado pelos estudos dos escritos de Arquimedes, inventou uma balança romana hidrostática, assim como elaborou teoremas relativos aos centros de gravidade dos sólidos. Em 1588, ocupou-se de estudos literários sobre Dante, Tasso e Ariosto. Seus conhecimentos em matemáticas lhe valeram a indicação, em 1589, para professor em Pisa, apesar de sua oposição às ideias aristotélicas.

Isaac Newton – Foi um físico, matemático, astrônomo inglês, nascido em 25 de dezembro de 1642 (calendário Juliano, na época em vigor na Inglaterra, no calendário Gregoriano, atualmente adotado, o dia 4 de janeiro de 1643 é o aceitável que Newton nasceu). Morreu em 20 de março de 1727 (data do calendário Juliano). Deixou importantes contribuições, principalmente na Física e na Matemática, dentre elas, seu método rigoroso de investigação experimental associado a uma precisa descrição matemática, tornou-se um modelo de metodologia de investigação para as ciências. Famoso por sua *Lei da gravitação universal*, enunciou ainda as Leis do Movimento. Descreveu os fenômenos óticos: cor dos corpos, natureza da luz, decomposição da luz. Desenvolveu o cálculo diferencial e integral, importante ferramenta matemática utilizada em diversa áreas do saber. Foi ainda, o primeiro a construir um telescópio de reflexão, em 1668. Dentre outros feitos de notável relevância.

Com o passar do tempo a Astronomia se afastou do senso comum e das religiões, desenvolvendo-se a partir da incorporação de novos conhecimentos obtidos da interação com outras ciências, como por exemplo a Física, a Química, a Biologia, a Geografia e das novas tecnologias, que passaram a ter um papel fundamental na observação dos astros e nas

investigações dos fenômenos astronômicos. Hoje essa ciência está dividida em vários ramos (Astrofísica, Cosmologia, Astrobiologia, Planetologia, etc.), e ainda influencia muitas outras ciências, uma vez que o interesse pelo espaço não está restrito à Astronomia e a resposta de muitas perguntas nas demais ciências depende do conhecimento do espaço (Lance, 2017).

Além disso, com o desenvolvimento das novas tecnologias, essa ciência se tornou informatizada, possuindo telescópios capazes de fotografar milhares de estrelas e gerar imagens muito nítidas, sondas vasculham o espaço próximo, produzindo uma série de informações que elevam a qualidade da pesquisa astronômica. Sendo assim, a Astronomia atualmente é uma ciência bastante consolidada no mundo contemporâneo, principalmente nos estudos dos astros e do universo, que sempre despertou na humanidade o interesse e a curiosidade de desvendar os mistérios do mundo e do espaço e a tecnologia atual favorece a busca de conhecimento sobre ele (Lance, 2017).

3.1.1 Ciclo de vida das estrelas

As estrelas são astros celestes que, desde a Antiguidade, despertam a curiosidade das pessoas. Mas, o que muitos não sabem é que, assim como nós, elas nascem, crescem e morrem. Estes corpos celestes que estão em constante processo de modificação, fenômeno este que se caracteriza como evolução estelar, consiste na observação das transformações das estrelas durante seu ciclo de vida. Essa sequência de mudanças ocorre de forma vagarosa e pode levar muitos anos, portanto, os estudos se baseiam em análises elaboradas em modelos computacionais (Viegas & Oliveira, 2004).

A primeira etapa da evolução estelar é o nascimento de uma estrela. Normalmente, esse fato ocorre numa região denominada berçário estelar, onde há gigantescas nuvens moleculares formadas por gás e poeira. Em virtude da força gravitacional, as moléculas vão sendo atraídas umas pelas outras, ficando bem próximas, o que faz com que a nebulosa tenha uma redução de tamanho e contraia-se. A contração dos gases causa aumento na temperatura, que aumenta mais e mais. Quando a temperatura é alta o suficiente, essa enorme bola de gás começa a emitir luz e o hidrogênio começa a queimar. Esse processo é chamado de fusão nuclear e libera muita energia. De tal modo, essa sequência de fenômenos caracteriza o início da vida de uma estrela. (Teixeira, 2018).

Durante a fusão nuclear, os átomos de hidrogênio fundem-se, dando origem ao Hélio. A queima do Hélio dá origem ao Lítio e assim por diante, cada vez originando elementos mais pesados. Conforme o combustível é consumido, a temperatura vai aumentando e a estrela sofre uma expansão. Nessa fase, ela é chamada de Gigante vermelha. Após esse estágio, a força gravitacional passa a prevalecer e a estrela começa a encolher. No interior das estrelas, a temperatura é muito alta. O núcleo do Sol, por exemplo, chega a 15 milhões de graus Celsius (Viegas & Oliveira, 2004).

As fusões nucleares não cessam e são responsáveis pela mudança estrutural das estrelas. O hidrogênio é o principal “combustível” para as reações nesses corpos celestes, porém, quando ele acaba, o hélio passa a desempenhar tal função, provocando a expansão e o aumento de energia no interior das estrelas. Com o núcleo bastante aquecido, elas aumentam o tamanho e ficam com luminosidade avermelhada, sendo conhecidas como gigante vermelha (Francisco, 2018).

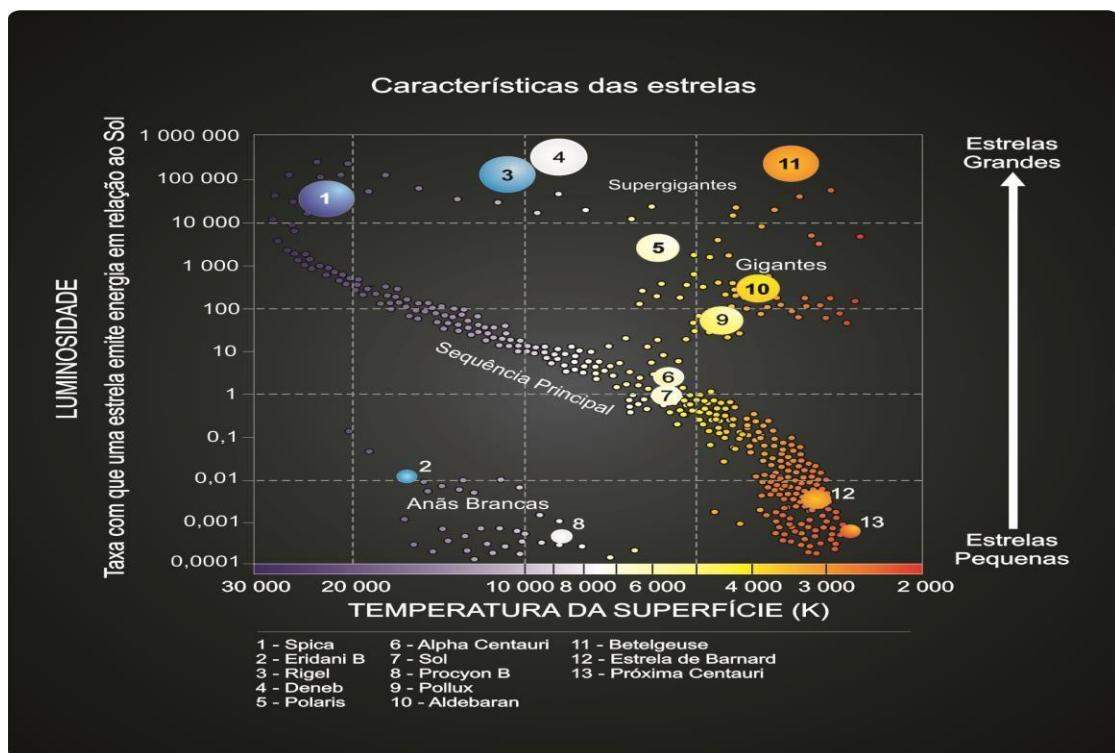
O tempo que uma estrela viverá dependerá da sua massa. Quanto maior a massa, mais calor e luz ela liberará. Sua morte acontece quando já tiver queimado todo o combustível. Como essa queima origina elementos mais pesados, ela termina apenas quando passa a produzir ferro, que é um processo que consome energia. A partir de então, ela resfria e diminui drasticamente de tamanho, transformando-se completamente em ferro (Teixeira, 2018).

Com essa contração, as partículas que estavam na superfície da estrela vão a altíssimas velocidades em direção ao centro, quando se chocam com o núcleo e são ejetadas para o espaço, originam elementos mais pesados que o ferro. Os gases que são liberados no espaço dão origem a uma nova nebulosa, de onde podem surgir novas estrelas. Se a massa da estrela for considerada pequena, cerca de um terço do Sol, ela virará uma estrela de nêutrons. Já se a massa for maior, ela se transformará em um buraco negro. Em seguida, o tamanho será determinante para o destino dessas estrelas. Para aquelas com massa igual à do Sol, o fim do ciclo é a transformação em uma estrela anã branca, formada de carbono e oxigênio. Para os corpos celestes com tamanho superior ao do Sol, o fim do ciclo de vida poderá ter dois desfechos diferentes: a explosão termonuclear da estrela pode ocasionar o surgimento de um buraco negro ou originar estrelas de nêutrons (Viegas & Oliveira, 2004).

3.1.2 Diagrama HR

Os astrônomos Einar Hertzsprung e Henry Norris Russell propuseram um diagrama que consiste em graficar a luminosidade e a temperatura efetiva de um aglomerado estelar. Desta forma, é possível mostrar que estrelas de diferentes massas ocupam posições bem distintas devido às diferentes taxas de evolução estelar. Assim, eles desenvolveram uma técnica para mensurar a magnitude absoluta de uma estrela em função do tipo espectral.

Figura 07: Diagrama HR, demonstra a luminosidade e a temperatura das estrelas.



Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/estrelas/node2.htm>.

Comparando-se esse diagrama com as previsões teóricas é possível determinar a idade desses aglomerados estelares com grande precisão. Tais diagramas, chamados de diagrama Hertzsprung-Russell ou, simplesmente, diagrama HR, demonstram a luminosidade no eixo dos Y e a temperatura estelar no eixo dos X.

O diagrama HR é um instrumento essencial para o estudo da evolução estelar. Estrelas iniciam sua evolução na sequência principal, tornam-se gigantes ou supergigantes e se extinguem como anãs brancas ou, em casos mais raros, de forma explosiva e peculiar, como estrelas de nêutrons e buracos negros, que não podem ser graficados no diagrama HR. Note que as escalas não são lineares. Estrelas quentes ocupam o lado esquerdo do

diagrama, estrelas frias estão no lado direito. Estrelas luminosas estão no topo e as de baixa luminosidade embaixo.

Nosso Sol é uma estrela ordinária e se encontra na parte do meio. A maior parte das estrelas é de mais baixa luminosidade e mais fria do que o Sol. Há também um grupo de estrelas vermelhas (bem frias) e muito luminosas (chamadas de supergigantes vermelhas) e algumas estrelas quentes, mas pouco luminosas chamadas de anãs brancas (Saraiva *et al.* 2010).

As estrelas iniciam sua existência na faixa diagonal que corre do topo à esquerda para a base à direita (chamada de sequência principal) e evoluem mudando de posição no diagrama HR. As estrelas mais luminosas, por exemplo, são chamadas de supergigantes. Estrelas acima e à direita da sequência principal (portanto mais luminosas e mais frias) são denominadas de gigantes vermelhas. Estrelas da sequência principal são por vezes chamadas de anãs e às vezes simplesmente de estrelas "normais" (por serem as mais comuns). E as estrelas pouco luminosas e relativamente quentes da parte inferior esquerda são as anãs brancas (Saraiva *et al.* 2010).

3.2 As Primeiras Medições

Quando o homem começou a construir suas habitações e a desenvolver a agricultura, precisou criar meios de efetuar medições. O Homem sempre teve curiosidade em saber quanto mede um objeto qualquer, muitas vezes sem haver uma razão para tal interesse. Medir um objeto é algo relativamente fácil se esse objeto não for nem muito grande, nem muito pequeno. É claro que não se trata de medições diretas, mas sim indiretas, ou seja, obtidas através de cálculos os quais usam medidas diretas de outras variáveis (Hewitt, 2015).

De acordo com Ronam (1983), a necessidade de medir é tão antiga quanto a de contar. Quando o homem começou a construir suas habitações e a desenvolver a agricultura, teve a necessidade de criar meios para efetuar medições. Nos dias atuais, dispomos de vários instrumentos que nos possibilitam medir grandes distancias, porém há muito tempo atrás eles não existiam. As primeiras grandezas cujas medições foram realizadas: o comprimento, o volume, a massa e o tempo, cujo transcorrer já nas mais antigas civilizações era calculado pelos períodos dos movimentos da Lua e (aparente) do Sol ao redor da Terra. As unidades de comprimento que eram utilizadas no passado, variavam de um lugar para o outro e de uma época para outra, tinham algo em comum: fundamentavam-se quase sempre nas dimensões de partes do corpo humano, padronizadas pelos comprimentos do seu pé, polegar, palmo, braço, mão, dedo, entre outras.

As medidas são um indicador da boa ciência, o quanto você sabe sobre algo depende de quão bem você pode medi-lo. Isso foi claramente expresso pelo famoso físico Lord Kelvin, no século XIX: “Digo frequentemente que, quando se pode medir algo e expressá-lo em números, alguma coisa se conhece sobre ele. Quando não se pode medi-lo, quando não se pode expressá-lo em números, o conhecimento que se tem dele é estéril e insatisfatório. Ele pode até ser um início para o conhecimento, mas ainda se avançou muito pouco em direção ao estágio da ciência, seja ele qual for”. As medidas científicas não são algo novo, remetem aos tempos antigos. No terceiro século a.C., por exemplo, foram feitas medidas bastante precisas dos tamanhos da Terra, da Lua e do Sol, bem como das distâncias entre eles (Hewitt, 2015).

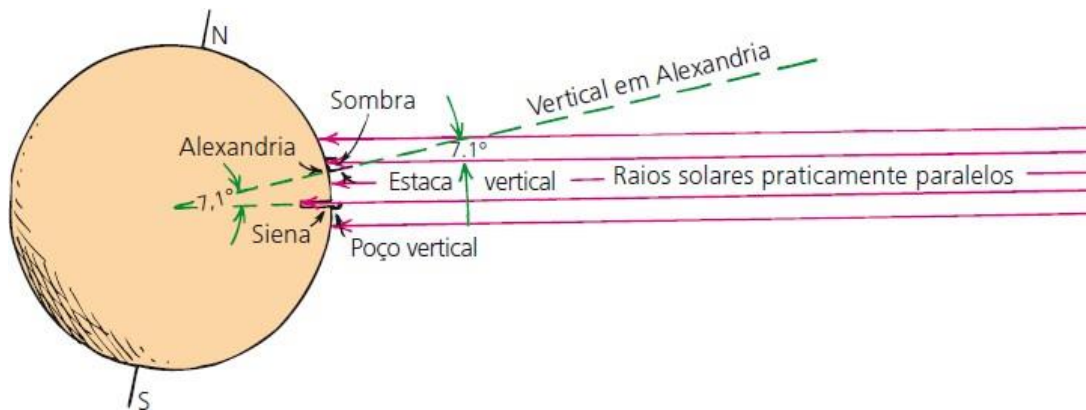
Para realizar medidas o homem tomava a si próprio como referência, utilizava como padrões determinadas partes de seu corpo e foi dessa maneira que surgiram: a polegada, o palmo, o pé, a jarda, a braça, o passo, sendo que alguns desses padrões continuam sendo usados até hoje. Há cerca de 4.000 anos, os egípcios usavam como padrão de medida de comprimento, o cúbito: que é a distância do cotovelo à ponta do dedo médio. Como as pessoas têm tamanhos diferentes, o cúbito variava de uma pessoa para outra, ocasionando as maiores confusões nos resultados das medidas. Os egípcios resolveram então fixar um padrão único: em lugar do próprio corpo eles passaram a usar em suas medidas barras de pedra com o mesmo comprimento. Foi assim que surgiu o cúbito-padrão (Nobre, 2014).

Como a civilização egípcia desenvolveu-se às margens férteis do Rio Nilo, cultivadas por agricultores que pagavam anualmente um imposto ao faraó, estas terras precisavam ser medidas, pois o imposto era cobrado de acordo com a extensão de terra. Como não era possível medir grandes extensões usando bastões de comprimento igual a um cúbito, os agrimensores do faraó utilizavam cordas. Elas continham nós igualmente espaçados. O intervalo entre dois nós podia corresponder, por exemplo, a 5 cúbitos. Esticando essas cordas, era possível medir facilmente grandes distâncias. Foram essas que originaram as trenas que usamos hoje em dia. (Corrêa, 2009).

3.2.1 O Tamanho da Terra

Curiosamente a primeira medição foi feita muito antes de toda a humanidade estar convencida que de fato a Terra era redonda. O tamanho da Terra foi medido pela primeira vez no Egito pelo geógrafo e matemático Eratóstenes, cerca de 235 a.C. Eratóstenes calculou o comprimento da circunferência da Terra da seguinte maneira: ele sabia que o Sol está em sua posição mais alta no céu ao meio-dia de 22 de junho, o solstício de verão. Nesse momento, a sombra de uma estaca vertical se apresenta com comprimento mínimo. Se o Sol estiver diretamente acima, a estaca não projetará sombra alguma, o que ocorre em Siena, cidade ao sul de Alexandria. Eratóstenes descobriu que o Sol estava diretamente acima de Siena usando as informações da biblioteca, que registravam que naquele momento a luz do Sol cairia diretamente sobre um poço profundo em Siena e se refletiria para cima novamente. Eratóstenes raciocinou que o prolongamento dos raios do Sol naquela localidade, para o interior da Terra, deveria passar pelo seu centro. Da mesma forma, uma linha vertical em Alexandria (ou qualquer outro lugar) que fosse prolongada em direção ao interior da Terra deveria também passar pelo centro do planeta (Sagan, 2003).

Figura 08: Demonstração do experimento de Eratóstenes.



Fonte: Hewitt, 2015, p. 4.

Ao meio-dia do dia 22 de junho, Eratóstenes mediu a sombra projetada por uma estaca vertical em Alexandria e descobriu que ela tinha um oitavo da altura da estaca (conforme Figura 08, acima). Isto corresponde a um ângulo de $7,1^\circ$ formado entre os raios do Sol e a estaca. Uma vez que $7,1^\circ$ é $7,1/360$, ou $1/50$ de um círculo, Eratóstenes concluiu que a distância entre Alexandria e Siena deveria ser $1/50$ da circunferência da Terra. Logo, a circunferência terrestre

é igual a 50 vezes a distância entre essas duas cidades. Tal distância, em terreno completamente plano e percorrida frequentemente, tinha sido medida pelos agrimensores como igual a 5.000 estádios (atualmente, 800 quilômetros). Assim, Eratóstenes calculou a circunferência terrestre em 50 x 5.000 estádios 250.000 estádios. Este valor está muito próximo do valor atualmente aceito para a circunferência da Terra que é de 40.075km (Costa, 2000).

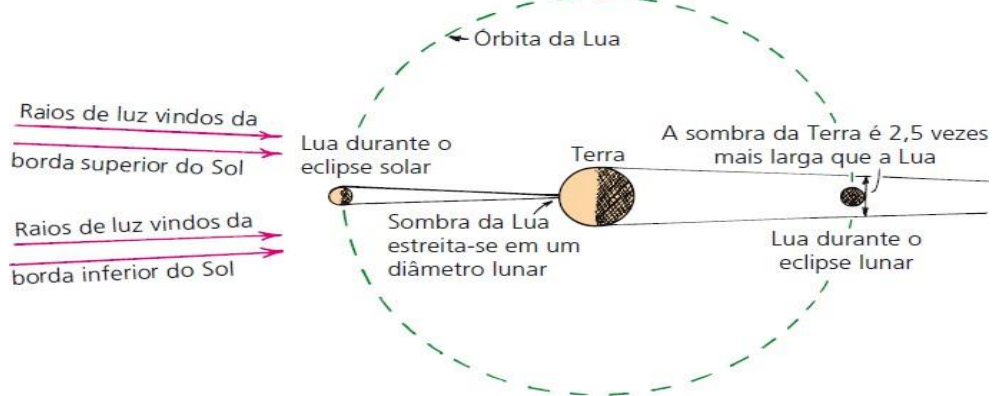
Chegamos ao mesmo resultado ignorando completamente os ângulos e comparando o comprimento da sombra da estaca com sua altura. O raciocínio geométrico revela, com boa aproximação, que a razão comprimento da sombra/altura do vareta é igual à razão entre a distância entre Alexandria e Siena/raio da Terra. Assim, como a estaca é oito vezes maior que sua sombra, o raio da Terra deve ser oito vezes maior do que a distância entre Alexandria e Siena. Uma vez que o diâmetro de um círculo é 2 multiplicado por seu raio ($D = 2.r$), o raio terrestre é seu diâmetro dividido por 2. Para medirmos a circunferência basta aplicarmos a seguinte fórmula: $C = 2 . r . \pi$. Em unidades modernas, o raio da Terra vale 6.370 quilômetros e sua circunferência mede 40.003,6 km (Hewitt, 2015).

Eratóstenes supôs, e bem, que o Sol está muito distante da Terra e como tal os “raios” de luz chegam à Terra praticamente paralelos, sendo assim pôde fazer um cálculo relativamente simples, tendo em conta que sabia quantos quilômetros separavam Siena de Alexandria, que eram cerca de 800km. O ângulo que os “raios” de luz faziam em Alexandria com a perpendicular já era fácil de medir a está altura para Eratóstenes: o ângulo medido foi de $7,1^\circ$. Como o círculo tem 360° , surge então uma “regra de três simples” evidente para determinar o perímetro da Terra: se 7,1 está para 800, então 360 está para $360 \times 800 / 7,1$, ou seja, cerca de 41.142km. Como o perímetro (comprimento) é $2 . r . \pi$, então o raio é igual a cerca de 6 mil e 500 quilômetros, o valor correto é 6378 km (Alfonsi *et al.*, 2006).

3.2.2 O tamanho da Lua

A Lua tem aproximadamente 27% do tamanho da Terra, além de ser a quinta maior lua do Sistema Solar. Aristarco foi o primeiro a sugerir que a Terra gira diariamente em torno de um eixo, o que explicava o movimento diário das estrelas. Ele também especulou que a Terra movia-se em torno do Sol numa órbita anual, como os outros planetas. Ele mediu corretamente o diâmetro lunar e sua distância até a Terra. Tudo isso foi realizado cerca de 240 a.C., dezessete séculos antes dessas descobertas se tornarem completamente aceitas (Lima Neto *et al.*, 2010).

Figura 09: Eclipses solar e lunar, demonstração de como ocorrem.



Fonte: Hewitt, 2015, p. 5.

Aristarco comparou os tamanhos da Lua e da Terra assistindo a um eclipse da Lua. A Terra, como qualquer corpo iluminado pelo Sol, projeta uma sombra. Um eclipse da Lua é o evento no qual a Lua passa por dentro dessa sombra. Aristarco estudou cuidadosamente este evento e descobriu que a largura da sombra da Terra sobre a Lua era 2,5 vezes maior do que o diâmetro lunar. Isto parecia indicar que o diâmetro lunar era 2,5 vezes menor que o da Terra. Mas, devido ao enorme tamanho do Sol, a sombra da Terra se estreita, o que é evidenciado por um eclipse solar, a figura 09 ilustra isso, no entanto, fora de escala (Hewitt, 2015).

Durante o fenômeno, a Terra intercepta a sombra da Lua – mas apenas numa região muito pequena de sua superfície. A sombra da Lua se estreita até quase se tornar um ponto sobre a superfície da Terra, uma evidência de que o estreitamento da sombra da Lua ao longo de sua distância até a Terra é de um diâmetro lunar. Assim, durante um eclipse lunar, a sombra da Terra, cobrindo a mesma distância, deve também estreitar-se em um diâmetro lunar. Levando em conta o estreitamento do feixe de raios de luz do Sol, o diâmetro da Terra deveria ser (2,5 1) vezes maior do que o diâmetro da Lua. Desta maneira, Aristarco mostrou que o diâmetro da Lua é $1/3,5$ do da Terra. O valor correntemente aceito para o diâmetro da Lua é de 3.640 km, o que difere em menos de 5% do valor calculado por Aristarco (Hewitt, 2015).

Figura 10: Escala para eclipses lunares e solares, ilustração do raro alinhamento entre o Sol, a Lua e a Terra.



Fonte: Hewitt, 2015, p. 5.

O raio médio da Lua é de 1.737,5 quilômetros e seu diâmetro médio é de 3.475 quilômetros. Já a sua circunferência é de 10.917 quilômetros. A superfície lunar tem aproximadamente 38 milhões de quilômetros quadrados, o que é menor que o continente asiático, que tem 44,5 milhões de quilômetros quadrados (Hewitt, 2015).

A massa do nosso satélite é de $7,35 \times 10^{22}$ quilogramas, cerca de 1,2% da massa da Terra. Dizendo de outra forma, a Terra pesa 81 vezes mais do que a Lua. A densidade da Lua é de $3,34 \text{ g/cm}^3$, 60% da densidade do nosso planeta. Nossa lua é a segunda mais densa do Sistema Solar, atrás apenas de Io (Saturno), com $3,53 \text{ g/cm}^3$. A força gravitacional lunar é de apenas 17% da existente na Terra. Na Lua, uma pessoa que consegue pular 3 metros pularia cerca de 18 metros por lá (Canalle & Matsuura, 2007).

Como a Lua não orbita a Terra em uma órbita circular, em alguns momentos ela fica mais perto de nós do que em outros. Quando a lua cheia coincide com o perigeu (ponto da órbita lunar em que ela fica mais perto da Terra), temos o que é chamado de super lua, onde ela parece 14% maior e 30% mais brilhante do que o habitual. Um efeito óptico pouco compreendido pode fazer a Lua parecer maior quando está se elevando atrás de objetos distantes no horizonte. Este efeito, conhecido como ilusão lunar, é observado desde os tempos antigos, mas ainda não tem uma explicação plenamente aceita (Canalle & Matsuura, 2007).

3.2.3 Distância Terra-Lua

Fixe uma pequena moeda no vidro de uma janela e olhe-a com um dos olhos de maneira que ela bloqueie exatamente a Lua toda. Isto acontece quando nosso olho está a uma distância aproximadamente igual a 110 vezes o diâmetro da moeda. Nesta situação, a razão diâmetro da moeda/distância da moeda é cerca de $1/110$. Por meio de um raciocínio geométrico, usando semelhança de triângulos, pode-se mostrar que esta é também a razão diâmetro da Lua/distância da Lua (Figura 11, abaixo). Logo, a distância da Lua vale 110 vezes o diâmetro lunar. Os gregos antigos sabiam disso. As medidas calculadas por Aristarco para o diâmetro lunar era tudo o que se precisava para calcular a distância Terra-Lua. Assim, os gregos antigos descobriram tanto o tamanho da Lua como sua distância da Terra (Hewitt, 2015). Dispondo dessa informação, Aristarco mediu a distância Terra-Lua.

Figura 11: Demonstração de um exercício com razões (a figura não está em escala).



$$\frac{\text{Diâmetro da moeda}}{\text{Distância da moeda}} = \frac{\text{Diâmetro da Lua}}{\text{Distância da Lua}} = \frac{1}{110}$$

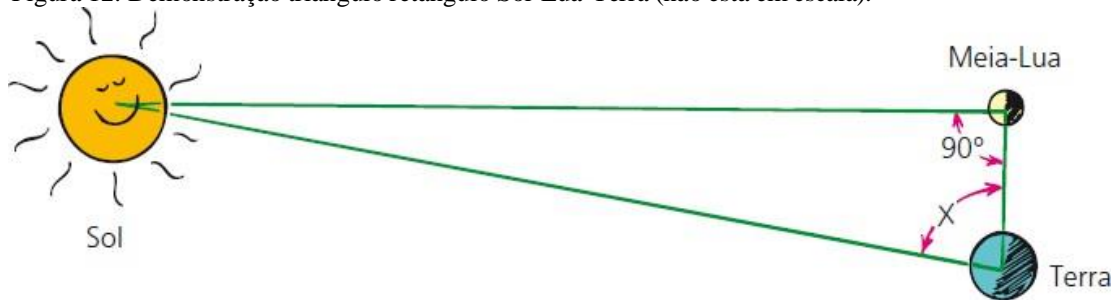
Fonte: Hewitt, 2015, p. 6.

3.2.4 Distância Terra-Sol

Aristarco de Samos acreditava que a Terra se movia em volta do Sol e estudava um modo de medir a distância do Sol e o tamanho da Lua. Na mesma época de Eratóstenes, Aristarco usou uma geometria elegante e de extrema simplicidade para medir a distância Terra-Sol, já conhecendo a distância da Terra à Lua. O que nos leva a imaginar o quanto da sabedoria antiga se perdeu ao longo da história (Costa, 2000).

Se você repetisse o exercício moeda-sobre-janela-e-Lua para o caso do Sol (o que seria perigoso, por causa do brilho do Sol), adivinhe o que encontraria: que a razão diâmetro do Sol/distância do Sol é também 1/110. Isso porque o Sol e a Lua aparentam, ao olho, ser de mesmo tamanho. Ambos subentendem o mesmo ângulo (cerca de 0,5°). Assim, embora a razão do diâmetro para a distância fosse conhecida dos gregos antigos, o diâmetro ou a distância teria de ser determinado de alguma outra maneira. Aristarco encontrou uma maneira de fazê-lo e propôs uma estimativa. Eis o que fez: Aristarco observou a fase da Lua quando ela estava exatamente metade cheia, com o Sol sendo ainda visível no céu. Nesta situação, a luz solar devia estar incidindo sobre a Lua em ângulo reto com a linha de visão dele. Isso significava que as linhas entre a Terra e a Lua, entre a Terra e o Sol e entre a Lua e o Sol formavam um triângulo retângulo, conforme figura Figura 12 (Hewitt, 2015).

Figura 12: Demonstração triângulo retângulo Sol-Lua-Terra (não está em escala).



Fonte: Hewitt, 2015, p. 6.

Um teorema da trigonometria estabelece que, se você conhece todos os ângulos de um triângulo retângulo, mais o comprimento de um de seus lados, pode calcular o comprimento de qualquer dos outros lados. Aristarco sabia qual era a distância da Terra à Lua. Na época da meia-lua, ele igualmente conhecia um dos ângulos, 90° . Tudo que ele tinha de fazer era medir o segundo ângulo entre sua linha de visão para a Lua e a linha para o Sol. Então, o terceiro ângulo, muito pequeno, vale 180° menos a soma dos dois primeiros ângulos, vale lembrar que a soma dos ângulos internos de qualquer triângulo é igual a 180° (Silveira, 2005).

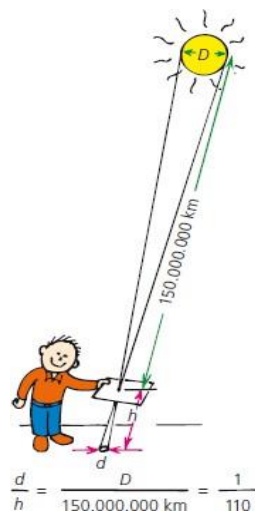
Medir o ângulo entre as linhas de visão para a Lua e para o Sol é difícil sem um moderno teodolito. Por outro lado, tanto o Sol como a Lua não são pequenos pontos, são astros relativamente grandes. Ele precisava dirigir a visão para os seus centros, ou ambas as bordas, e medir o ângulo entre eles – um ângulo grande, quase um ângulo reto! Pelos padrões modernos, sua medição foi muito grosseira. Ele mediu 87° , quando o valor verdadeiro era $89,8^\circ$. Ele calculou que o Sol estivesse a uma distância 20 vezes maior que a da Lua, quando de fato ele está 400 vezes mais distante que ela. Assim, embora seu método fosse engenhoso, suas medidas, oriundas desse método, não o eram. Hoje sabemos que o Sol está a uma distância média de 150.000.000 de quilômetros. Fica um pouco mais próximo em dezembro, (147.000.000 km), Periélio, e um pouco mais afastado em junho (152.000.000 km), Afélio. Talvez Aristarco achasse difícil crer que o Sol estivesse tão distante, “errando para menos”. É provável que nós jamais saberemos (Hewitt, 2015).

3.2.5 Tamanho do Sol

O Sol é a estrela central do sistema solar e possui um diâmetro de 1.392.000 km. Todos os outros corpos do sistema solar, como planetas, planetas-anões, asteroides, cometas e poeira, bem como todos os satélites associados a estes corpos, giram ao seu redor. O Sol é responsável por 99,86% da massa do Sistema Solar. Sua massa é 333.000 vezes maior que a da Terra. Seu raio médio é de 696.000 km, cerca de 109 vezes o raio da Terra. O volume do Sol é 1.304.000 vezes maior que o do nosso planeta. O nosso sol é uma estrela da sequência principal de classe G, ou Anã Amarela. Na verdade, o Sol – como outras estrelas do tipo G – é branco, mas parece amarelo através da atmosfera da Terra (Canalle & Matsuura, 2007).

Uma vez que se conheça a distância até o Sol, a razão 1/110 do diâmetro/distância possibilita uma medida do diâmetro do Sol. Outra maneira de medir a razão 1/110, além do método da Figura 12, é medir o diâmetro da imagem solar projetada através de um furo de alfinete. Você poderia tentar: faça um pequeno furo numa cartolina opaca e deixe a luz solar incidir sobre ela. A imagem arredondada projetada sobre uma superfície abaixo é de fato uma imagem do Sol. Você verá que o tamanho da imagem não dependerá do tamanho do furo, mas de quão afastado este está da imagem. Furos maiores tornam a imagem mais brilhante, não maior. É claro que, se o furo for muito grande, não se formará imagem alguma. Medições cuidadosas mostraram que a razão entre o tamanho da imagem e a distância dela até o furo é 1/110 – a mesma que a razão diâmetro do Sol/distância Terra-Sol, conforme Figura 13.

Figura 13: Demonstração imagem do Sol sendo projetada no chão através de furo em papel.



Fonte: Hewitt, 2015, p. 7.

3.3 Distância do Sol até uma estrela: O Método da Paralaxe.

Uma maneira de fazer a medição de distâncias é o uso da paralaxe, se você olha para um quadro na parede, seus olhos vêem o quadro sob ângulos diferentes. Se você puser um dedo na frente enquanto olha para o quadro, vai ver duas imagens do dedo. Isto é devido à distância que existe entre seus olhos, que chamamos de linha de base. Se usarmos uma linha de base maior poderemos medir distâncias maiores com mais precisão. Usando linhas de base de milhares de quilômetros os astrônomos conseguiram medir a distância da Lua, mas como o Sol está muito mais longe, presumia-se, que as medidas estavam sempre erradas. Sabendo a distância da Lua, eles puderam calcular o seu tamanho, e usando os ângulos de suas fases, puderam fazer as primeiras estimativas da distância do Sol (Kerber, 2007).

A Paralaxe é utilizada, na astronomia, para definir a diferença na posição aparente de um objeto visto por observadores que se encontram em locais diferenciados. A palavra Paralaxe tem sua origem no idioma grego e significa alteração. Na astronomia, o termo corresponde à alteração da posição angular que ocorre entre dois pontos estacionários relativos quando vistos por um observador em movimento. Isto significa que ocorre uma aparente alteração em relação à posição de um objeto quando um observador varia o fundo de observação (Teixeira *et al.*, 2000).

Uma utilização prática da Paralaxe na astronomia é referente ao cálculo feito para medir a distância das estrelas tendo como base o movimento da Terra em sua órbita, é a chamada paralaxe estelar. Já a paralaxe anual tem sua definição a partir da diferença de posição de uma estrela tendo como ponto de referência o Sol e a Terra. É importante para os cálculos que determinam distância em anos-luz. Calcula-se então o parsec que corresponde à distância para a qual a paralaxe anual é de um segundo de arco, também chamado arcseg. Cada parsec equivale a 3,6 anos-luz (Damineli *et al*, 2011).

Para entendermos melhor a paralaxe, façamos a seguinte experiência: primeiramente levante o dedo indicador, estique o braço. Com um olho fechado observe o seu dedo e veja o fundo atrás dele. Sem movimentar o dedo, feche o olho que estava aberto e abra o outro. Perceba que seu dedo se deslocou em relação ao fundo. A paralaxe estelar é realizada da mesma maneira, só que ao invés de utilizar um dedo ela utiliza uma estrela e ao invés de utilizar os olhos ela se beneficia do movimento de rotação da Terra em torno do Sol. Assim, definimos a paralaxe como sendo a diferença na posição aparente de um objeto visto por dois observadores em pontos diferentes (Hewitt, 2015).

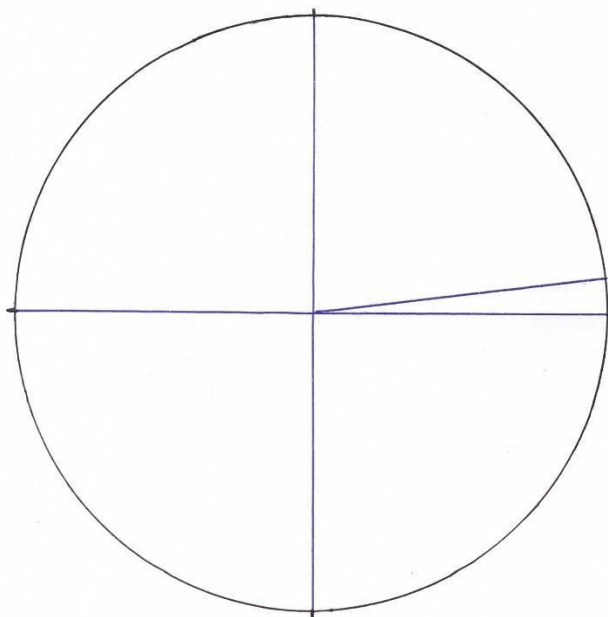
Podemos realizar a medida da distância de uma estrela tomando por base o Sol: essa medida é chamada de paralaxe anual ou heliocêntrica. Ela é mais usada para medir a distância de estrelas mais próximas. De acordo com o fato de a Terra girar ao redor do Sol, podemos realizar a medida da direção de uma estrela em relação às estrelas de fundo, quando a Terra está de um lado do Sol; e tornarmos a fazer a medida seis meses mais tarde, quando a Terra está do outro lado do Sol. A metade do desvio total na posição da estrela corresponde à paralaxe heliocêntrica. Algumas estrelas já conhecidos são utilizados para julgar estas distâncias (Damineli *et al*, 2011).

A paralaxe é usado para ver objetos em três dimensões, a distância entre os nossos dois olhos nos permite avaliar a distância, este é o sistema de observação que os astrônomos utilizam para medir distâncias de estrelas. Os astrônomos medem o ângulo de paralaxe, medindo a posição de uma estrela de uma posição da Terra em sua órbita, e medir novamente seis meses depois, quando a Terra está do outro lado do Sol (Damineli *et al*, 2011).

4 ESTRATÉGIAS PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA: ATIVIDADES PRÁTICAS PARA ENTENDER AS PRIMEIRAS MEDIÇÕES - RÉGUA, COMPASSO E TRANSFERIDOR.

- Desenho demonstrativo da relação Comprimento Vs Raio de um círculo.

Figura 14: Relação Comprimento Vs Raio de um círculo.



$r =$ raio
 $D =$ diâmetro ($2 \cdot r$) $C =$
 Circunferência Temos, então:

$$\pi = \frac{C}{D} \cong 3,14.$$

Como exemplo, o círculo ao lado possui, hipoteticamente, um $r = 5$ cm, assim, vamos calcular sua circunferência. Temos, então:

$$\pi = \frac{C}{D} ; - \text{ como } r = 5 \text{ cm, então,}$$

$$D = 2 \cdot 5 = 10 \text{ cm. Assim,}$$

$$\frac{C}{10} \cong 3,14 \text{ cm}$$

$$C = 10 \cdot 3,14 \text{ cm}$$

$$C = \mathbf{31,4 \text{ cm}}$$

Fonte: Elaborado pelo autor.

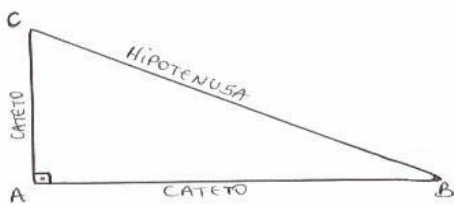
Nessa atividade o aluno é incentivado a medir o comprimento de um pedaço de fio e em seguida construir um círculo mais perfeito possível. Após isso, ele é orientado a dividir o comprimento do fio pelo diâmetro do círculo, assim obtém-se a seguinte fórmula: $C \cong 3,14$ que D é aproximadamente o valor do número irracional π . Como isso é válido para todos os círculos, torna o número π um dos números mais importantes de toda a matemática!

Temos como objetivo fazer o estudante perceber que essa divisão é sempre constante e o valor será $\cong 3,14$. Provavelmente, o aluno irá encontrar variações ao redor do valor de π , assim, o educando será motivado a tentar entender e explicar essas variações. Nesse sentido, espera-se introduzir também uma discussão sobre erros experimentais, nesse caso estarão relacionados aos aparelhos usados e ao manuseio deles. A régua, por exemplo, terá algum máximo de precisão.

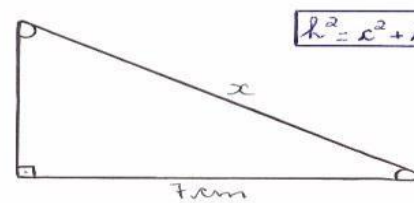
- Desenho demonstrativo do Teorema de Pitágoras.

Figura 15: Aplicação do Teorema de Pitágoras.

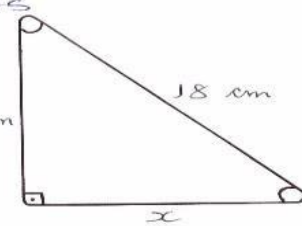
TRIÂNGULO RETÂNGULO



TEOREMA DE PITÁGORAS

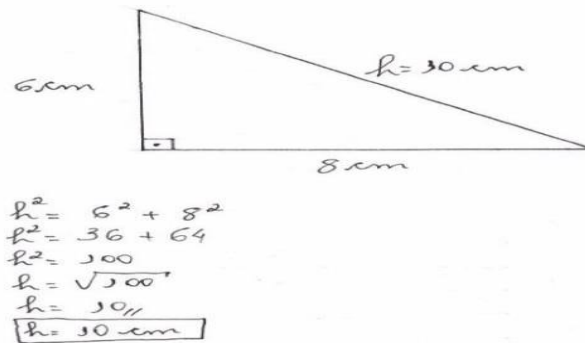


$x^2 = 3^2 + 7^2$
 $x^2 = 9 + 49$
 $x^2 = 58$
 $x = \pm\sqrt{58} \rightarrow -\sqrt{58}$ não convém
 $x = \sqrt{58} \text{ cm}$



$18^2 = x^2 + 10^2$
 $324 = x^2 + 100$
 $x^2 = 324 - 100$
 $x^2 = 224$
 $x = \sqrt{224}$
 $x = \sqrt{2^3 \cdot 2 \cdot 7}$
 $x = 4\sqrt{14} \text{ cm}$

$x^2 = c^2 + e^2$

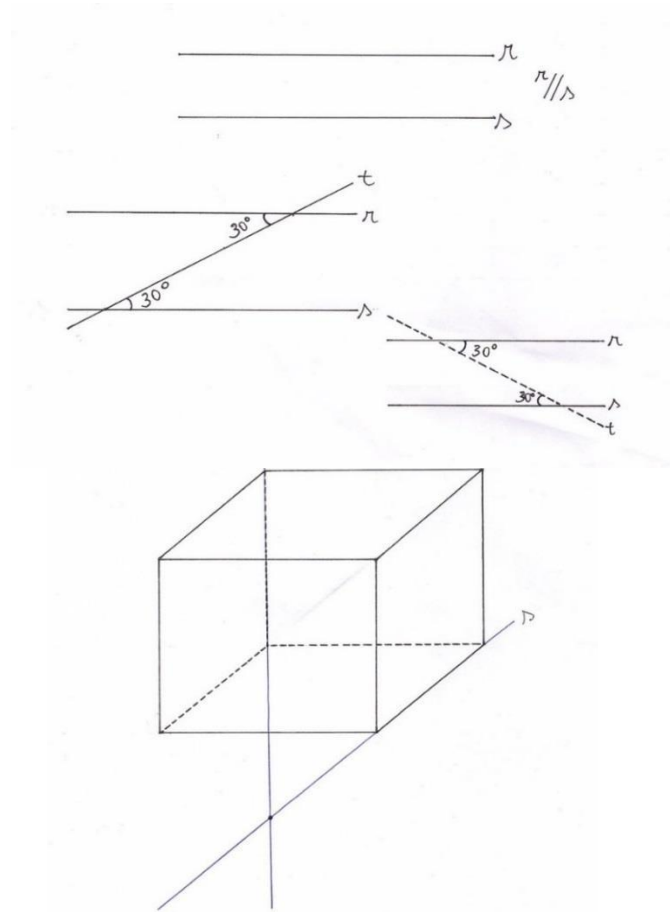


Fonte: Elaborado pelo autor.

Nessa atividade o aluno é apresentado ao Teorema de Pitágoras e deverá ser incentivado a desenhar e medir um triângulo retângulo. O objetivo é fazer o aluno perceber a relação que os elementos *hipotenusa* e *catetos* possuem entre si, convém lembrar que esse teorema é válido apenas para os triângulos retângulos. Nesse sentido, espera-se que o discente perceba, também, que para um triângulo ser considerado retângulo basta que um de seus ângulos tenha medida igual a 90° , ou seja, que o triângulo tenha um ângulo reto. Espera-se ainda que o educando atente que a soma dos ângulos internos que será de 180° e, também, desejamos que os estudantes exercitem a busca para encontrar caminhos diferentes afim de obter os mesmos resultados.

- Desenho demonstrativo de retas paralelas, ortogonais e com ângulo de 30° .

Figura 16: Retas paralelas, ortogonais e com ângulo de 30°



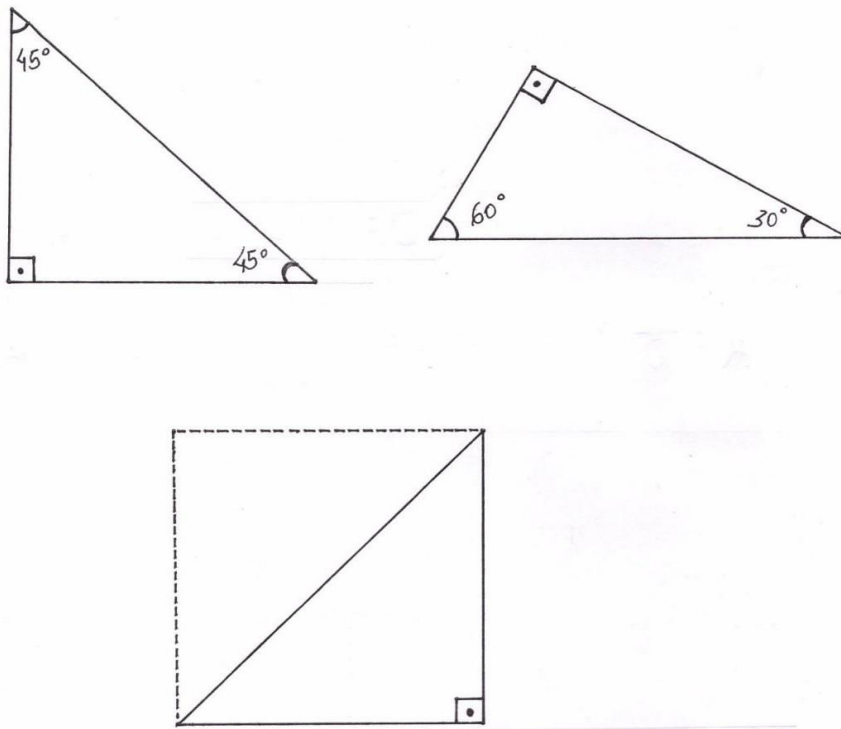
Fonte: Elaborado pelo autor.

Nessa atividade o aluno é estimulado, com o uso de transferidor e régua, a desenhar retas paralelas, ortogonais e com ângulo de 30° . O objetivo é fazer o aluno perceber um dos pontos do raciocínio que Eratóstenes teve ao descobrir a medida da circunferência da Terra. Conforme vimos nas páginas 30 e 31, partindo de deduções que os raios solares estavam incidindo perpendicularmente o nosso planeta, Eratóstenes percebeu que na cidade de Siena, ao meio dia, no solstício de verão, dia mais longo do ano, as colunas não projetavam sombras e o Sol brilhava diretamente no fundo de um poço, diferente do que acontecia na cidade de Alexandria, que ao fincar uma vara ele percebeu que esta projeta uma sombra de $7,1^\circ$ grau. Assim, deduziu que se traçasse retas no poço (Siena) e na vareta (Alexandria) até o centro da Terra, elas faria um intercessão de $7,1^\circ$ grau. Portanto, Eratóstenes mediu a circunferência da Terra que, convertida no sistema métrico moderno, corresponderia a cerca de 39 700 km, muito

semelhante ao valor correto (40 008 km), ressaltamos que, esta é uma ótima dedução para um cálculo que aconteceu há cerca de 2200 anos.

- Desenho demonstrativo de triângulos retângulos com perspectivas e ângulos variados.

Figura 17: Triângulo retângulo com ângulos de 45° , 30° , 60° e ângulo reto de 90° .

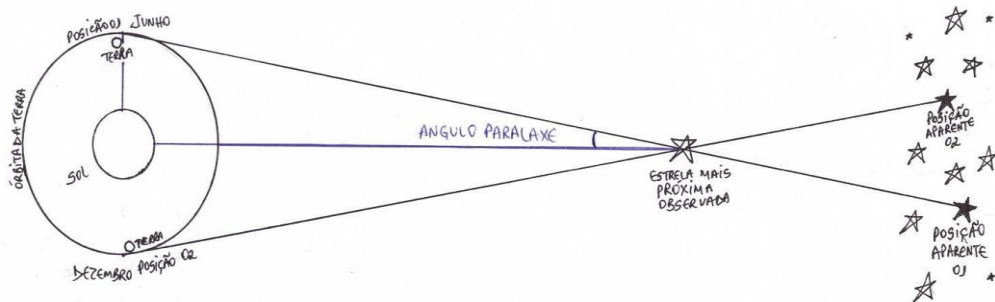


Fonte: Elaborado pelo autor.

Nessa atividade o aluno é apresentado aos os ângulos de 30° , 45° e 60° que são considerados notáveis, uma vez que estão presentes em diversos cálculos que os estudantes encontrarão no decorrer de suas vidas. O objetivo é fazer o aluno perceber a relação que existe entre os ângulos notáveis. Assim, o estudante será motivado a montar a tabela dos referidos ângulos e encontrar o seno, cosseno e tangente dos mesmo. Além de reproduzir os desenhos acima, sugerimos que o educando, usando o compasso, faça um círculo e identifique os ângulos de 30° , 45° e 60° em seu desenho. Nesse sentido, espera-se inferir conceitos básicos ao estudante, mas muito usados em áreas como a engenharia, e que fazem parte do dia-a-dia das pessoas. Deste modo, sugere-se que o professor valorize cada resposta dos alunos, estimulando a criatividade, auto-confiança e valorização de cada um, indistintamente.

- Desenho demonstrativo do Sistema Terra-Sol-Estrela para usar o Método da Paralaxe.

Figura 18: Sistema Terra-Sol-Estrela: Método da Paralaxe.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nessa atividade o aluno é apresentado ao Método da Paralaxe que, na astronomia, permite determinar a distância de uma estrela até o Sol. Ao observar essa estrela com seis meses de intervalo podemos medir o seu deslocamento aparente em relação a outras estrelas muito mais distantes. Além dessa utilização, o método de paralaxe é utilizado para definir a diferença na posição aparente de um objeto visto por observadores que se encontram em locais diferenciados, além de possibilitar a medição de distâncias.

Para exemplificarmos melhor o fenômeno da paralaxe, façamos a seguinte experiência: o aluno deverá inicialmente levantar o dedo indicador e esticar o braço. Com um olho fechado observar o seu dedo e ver o fundo atrás dele. Sem movimentar o dedo, deverá fechar o olho que estava aberto e abrir o outro. O objetivo é fazer o estudante perceber que seu dedo se deslocou em relação ao fundo. A paralaxe estelar é realizada da mesma maneira, só que ao invés de utilizar um dedo ela utiliza uma estrela e ao invés de utilizar os olhos ela se beneficia do movimento de rotação da Terra em torno do Sol.

Como já vimos na página 38 deste trabalho, Hewitt (2015) define a paralaxe como sendo a diferença na posição aparente de um objeto visto por dois observadores em pontos diferentes, outra utilização do método da paralaxe é ver objetos em três dimensões. Os astrônomos medem o ângulo de paralaxe, medindo a posição de uma estrela de uma posição da Terra em sua órbita, e medir novamente seis meses depois, quando a Terra está do outro lado do Sol. Espera-se que este experimento desperte a curiosidade dos discentes e que eles formulem prováveis explicações para essas variações de deslocamento do objeto observado.

REFERÊNCIAS

ALFONSI, L. G.; FECHI, R. F. & FERRARESI, F. H. **A Geometria e a Astronomia na Grécia Antiga**. UNICAMP 2006.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CANALLE, J. B. G. & MATSUURA, O. T. **Lua e Planetas: movimento aparente**. UERJ, 2007.

CORRÊA, I. C. S. **A História da Agrimensura**. 2009. Disponível em: http://www.overmundo.com.br/download_banco/historia-da-agrimensura. Acesso em: 30 de outubro de 2018.

COSTA, J. R. V. **Aristarco de Samos e a distância Terra-Sol**. Astronomia no Zênite, 2000. Disponível em: <http://www.zenite.nu/aristarco-de-samos-e-a-distancia-terra-sol/>. Acesso em: 30 de outubro de 2018.

COSTA, J. R. V. **Eratóstenes e a circunferência da Terra**. Astronomia no Zênite, 2000. Disponível em: <http://www.zenite.nu/eratostenes-e-a-circunferencia-da-terra>. Acesso em: 30 de outubro de 2018.

DAMASCENO, J. C. G. **O ensino de Astronomia como facilitador nos processos de ensino e aprendizagem**. Dissertação de mestrado, páginas 33-40, 2016.

DAMINELLI, A.; MOLINA, E. C.; PICAZZIO, E. LIMA NETO, G. B.; GREGORIO-HETEM, J.; COSTA, R.; CAPOZZOLI, U.; JATENCO, V. & MACIEL, W. **O céu que nos envolve: introdução à astronomia para educadores e iniciantes**. Editora Odysseus, 2011.

DANTE, L. R. **Matemática, volume único**. 1ª edição. São Paulo: Ed. Ática, 2009.

DELIZOICOV, D. & ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. 3ª reimpressão. São Paulo: Editora Cortez, 1994.

Diagrama HR. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/estrelas/node2.htm>. Acesso em: 29 de outubro de 2018.

FRANCISCO, W. C. **Evolução Estrelar**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/evolucao-estrelar.htm>. Acesso em: 29 de outubro de 2018.

FRÓES, A. L. D. Astronomia, astrofísica e cosmologia para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, p. 3504, 2014.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 2ª edição. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2015.

IEZZI, G.; DOLCE, O.; DEGENSZAJN, D.; PÉRIGO, R. & ALMEIDA, N. de. **Matemática: ciência e aplicações**, volume I. 6ª edição. São Paulo: Ed. Saraiva, 2010.

IEZZI, G.; DOLCE, O.; DEGENSZAJN, D.; PÉRIGO, R. & ALMEIDA, N. de. **Matemática: ciência e aplicações**, volume II. 6ª edição. São Paulo: Ed. Saraiva. IMENES, 2010.

KERBER, L. O. 2007. **Medindo Distâncias através da Paralaxe**. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/oei/exp/paralaxe.htm>. Acesso em: 29 de outubro de 2018.

L. M. & LELLIS, M. **Matemática**. 2ª edição. São Paulo: Ed. Moderna, 2012.

LANCE, S. **Introductorio Astronomiae by Sara Lance**. 2017.

LANGHI, R. e NARDI, R. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, 4402, 2009.

LIMA NETO, G. B.; HETEM, J. G. & PEREIRA, V. J. **Astronomia**. Departamento de Astronomia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo. 2010.

LIMA NETO, Gastão Bierrenbach, **Astronomia de Posição** Disponível em: http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/astroposicao.html. Acesso em: 29 de outubro de 2018.

LIVI, S.H.B. A Terra e o Homem no Universo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 7, p.7, 1990.

MEES, A. A. **ASTRONOMIA: motivação para o Ensino de Física na 8ª Série**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Ensino de Física. Mestrado profissionalizante em Ensino de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física. 132 pp. 2004.

MORI, I. & ONAGA, D. S. **Matemática: ideias e desafios**. 15ª edição. São Paulo: Ed. Saraiva, 2009.

MOURÃO, R. R. F. **O livro de ouro do universo**. Rio de Janeiro: Ed. Ediouro, 2005.

NOBRE, A. **História da Metrologia**. 2014. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/slideshow/historia-metrologia-41749348/41749348#1>. Acesso em: 13 out., 2018

RONAM, C. A. **História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge**. São Paulo: Círculo do Livro, 1983.

SAGAN, C. **Cosmos**. 6. ed. Portugal: ed. Gradiva, 2003.

SARAIVA, M. F. O.; OLIVEIRA FILHO, K. & MÜLLER, A. M. **Classes de luminosidade e Diagrama HR**. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/oei/stars/hr/diag_hr.htm. Acesso em: 29 de outubro de 2018.

SILVEIRA, F. L. As primeiras medidas das dimensões do Sistema Solar. *In*: ENCONTRO ESTADUAL DE ENSINO DE FÍSICA, 1., 2005, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: Instituto de Física, UFRGS 2005.

TEIXEIRA, H.; LAURINDO SOBRINHO & DRUMOND, C. **Medição de Distâncias pelo Método de Paralaxe**. Grupo de Astronomia. Universidade da Madeira, Portugal, 2000.

TEIXEIRA, M. M. **Ciclo de vida das estrelas**. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/ciclo-vida-das-estrelas.htm>. Acesso em: 29 de outubro de 2018.

TREVISAN, R.H.; LATTARI, C.J.B. **Metodologia para o ensino de Astronomia: uma abordagem construtivista**, 1999. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enepec/ii-enpec/trabalhos/G13.pdf>. Acesso em 06/06/2018.

VIEGAS, S. M. M. & OLIVEIRA, F. de. **Descobrimos o universo**. 1. ed. São Paulo: Ed. EDUSP, 2004.

VIVEIRO, T. C. N. G. & CORRÊA, M. L. P. **Manual compacto de matemática: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Ed. Rideel, 1996.