Pós-Graduação em Astronomia
MESTRADO PROFISSIONAL
UEFS

GLEIDSON ANDRADE DE AMORIM

REPRODUÇÃO DE EXPERIMENTOS LIGADOS ÀS DISTÂNCIAS EM ASTRONOMIA: INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE OS ENSINOS DE MATEMÁTICA E ASTRONOMIA

.

FEIRA DE SANTANA - BA
2018

GLEIDSON ANDRADE DE AMORIM

REPRODUÇÃO DE EXPERIMENTOS LIGADOS ÀS DISTÂNCIAS EM ASTRONOMIA: INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE OS ENSINOS DE MATEMÁTICA E ASTRONOMIA

Dissertação apresentada Pós-Graduação em Astronomia, Mestrado Profissional, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Astronomia.

Orientadora:
Profa. Dra. Vera Ap. Fernandes Martin (DFIS/UEFS)

FEIRA DE SANTANA - BA

2018

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CANDIDATO (A): GLEIDSON ANDRADE DE AMORIM

DATA DA DEFESA: 21 de DEZEMBRO de 2018 **LOCAL:** Sala 03 do LABOFIS - UEFS

HORÁRIO DE INÍCIO: 10:15h

MEMBROS DA BANCA		FUNÇÃO	TÍTULO	INSTITUIÇÃO DE ORIGEM
NOME COMPLETO	**CPF**			
VERA APARECIDA FERNANDES MARTIN	104.421.058-35	Presidente	DR	DFIS - UEFS
PAULO CÉSAR DA ROCHA POPPE	926.229.257-00	Membro Interno	DR	DFIS - UEFS
JOÃO JOSÉ DA SILVA CARRILHO	147.915.795-34	Membro Externo	ME	CAT

TÍTULO DEFINITIVO DA DISSERTAÇÃO*:

REPRODUÇÃO DE EXPERIMENTOS LIGADOS ÀS DISTÂNCIAS: INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE OS ENSINOS DE MATEMÁTICA E ASTRONOMIA.

*Anexo: produto(s) educacional(is) gerado(s) neste trabalho.

Em sessão pública, após exposição de 48 min, o(a) candidato(a) foi argüido(a) oralmente pelos membros da banca, durante o período de 35min. A banca chegou ao seguinte resultado**:

(X) APROVADO(A)
( ) INSUFICIENTE
( ) REPROVADO(A)

** Recomendações[1]:

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata, que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima relacionada, pelo candidato e pelo coordenador do Programa de Pós-Graduação em Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Feira de Santana, 21 de dezembro de 2018

Presidente: Vera A. F. Martin

Membro 1: Poppe

Membro 2: João José da Silva Carrilho

Membro 3:

Candidato (a): Gleidson Andrade de Amorim

Coordenador do PGAstro: [illegible]

---

[1] **O aluno deverá encaminhar à Coordenação do PGAstro, no prazo máximo de 60 dias a contar da data da defesa, os exemplares definitivos da Dissertação e do Produto Educacional, após realizadas as correções sugeridas pela banca.**

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

ANEXO DA ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO:

PRODUTO(S) EDUCACIONAL(IS) GERADO(S) NO TRABALHO FINAL DE CURSO

CANDIDATO (A): GLEIDSON ANDRADE DE AMORIM

DATA DA DEFESA: 21 de DEZEMBRO de 2018 **LOCAL:** Sala 03 do LABOFIS - UEFS

HORÁRIO DE INÍCIO: 10:15h

Manual ⇒ Oficinas para o cálculo de distâncias em Astronomia: raio da Terra, Terra-Lua e Terra-Sol.

Feira de Santana, 21 de dezembro de 2018.

Presidente: Vera A. F. Martin.
Membro 1: [signature]
Membro 2: José José da Silva Carvalho
Membro 3:
Candidato (a): Gleidson Andrade de Amorim
Coordenador do PGAstro: Ana Paula P. Bittencourt

Local para a Ficha Catalográfica.
Estamos aguardando a ficha para ser inserida neste local.
Assim que estivermos de posse da ficha substituiremos esta presente versão.

Dedico este trabalho aos meus estudantes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que, de alguma forma, me ajudaram a chegar na conclusão deste trabalho. Vários percalços foram vencidos para que pudesse haver esse fruto. Em especial, agradeço à minha orientadora, Profa. Vera Martin, pela paciência e ajuda incondicional. Agradeço também ao Prof. Paulo Poppe pelas várias críticas construtivas ao trabalho. Agradeço às (aos) avaliadores nos Seminários de Qualificação do curso que me ajudaram a melhor delinear este trabalho. Agradeço a secretaria do curso que sempre esteve à disposição quando precisei.

“A leitura após certa idade distrai excessivamente o espírito humano das suas reflexões criadoras. Todo o homem que lê de mais e usa o cérebro de menos adquire a preguiça de pensar.”

Albert Einstein.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS E TABELAS

RESUMO

Este trabalho teve o propósito de evidenciar a importância da divulgação da Astronomia, e de promover discussões em sala de aula sobre *como, onde, quando e qual o motivo* de se trabalhar com a seguinte questão: “Como os antigos resolviam distâncias na Astronomia?”. Mediante este questionamento procurou-se, mediante a aplicação de atividades experimentais, provocar a discussão em sala de aula e a constatação dos métodos antigos para o cálculo de distâncias astronômicas, baseando-se na interdisciplinaridade evidente com a Matemática e a Astronomia. O produto educacional é um manual que tem como uma das metas a evidenciação da interdisciplinaridade da Astronomia com a Matemática por intermédio de experimentos. Tal produto poderá ser utilizado por professores em suas salas de aula ou em espaços não formais de ensino.

Palavras-chave: cálculo de distâncias – distâncias em Astronomia - Geometria

.

ABSTRACT

This paper aimed to highlight the importance of the dissemination of Astronomy and to promote discussions in the classroom about how, where, when and why to work with the following question: "How did the ancients solve distances in Astronomy?" . Through this questioning, through the application of experimental activities, we tried to provoke the discussion in the classroom and the verification of the ancient methods for calculating distance in Astronomy, based on the evident interdisciplinarity with Mathematics and Astronomy. The educational product is a “book” that has as one of the goals the evidence of the interdisciplinarity of Astronomy with Mathematics (Geometry), through experiments. Such a product may be used by teachers in their classrooms or in non-formal teaching spaces.

Key words: distance calculation - distances in Astronomy - Geometry

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

É natural entrar em contato com o tamanho e a forma dos objetos desde criança. Inicialmente, de forma bem rudimentar, como por exemplo, quando uma criança diz que um brinquedo, figura, letra, é maior ou menor do que outro. Com o passar dos anos, passamos a entender que uma das propriedades comuns aos objetos é o comprimento. Percebemos na escola que as figuras de duas dimensões (as figuras planas) possuem duas dimensões e que, a depender do ponto de vista, podem ser comprimento e altura. Surge, também, o círculo, que possui uma medida muito importante, que é a medida da distância que vai do seu centro à qualquer ponto da circunferência que delimita o círculo, chamada de raio. Mais adiante, com as figuras de três dimensões, os sólidos geométricos, surge mais uma medida de comprimento, que é a largura ou espessura. Também, temos a esfera com seu raio associado de forma semelhante ao círculo.

Todas estas medidas, tanto nas figuras planas quanto nos sólidos geométricos, são medidas de comprimentos. E, costumeiramente, fazemos suas medições utilizando a comparação com alguns instrumentos simples, onde existem algumas marcações com pequenas distâncias regulares. Com estes, podemos fazer a leitura direta ou simplesmente contar os espaços para obtermos os comprimentos. Estes instrumentos usados para se medir pequenos comprimentos são a régua, a fita métrica, a escala métrica e a trena, dentre outros. Eles nos permitem, em geral, fazer medidas de comprimentos contidos em uma reta suporte e,portanto, medir os comprimentos de pequenos segmentos de retas. Logo, como são segmentos de retas e estes possuem um ponto inicial e outro final, trata-se de medidas de comprimentos entre dois pontos contidos em uma reta suporte. Desta forma, ao se medir o comprimento de um segmento de reta, estamos medindo a distância entre dois pontos bem específicos, o inicial e o final. Mas não é uma distância qualquer, e sim, a menor distância entre estes dois pontos. Logo, medir comprimentos contidos em uma reta suporte, nada mais é, senão, do que medir distâncias.

Para a estruturação do conceito de distância, reproduziremos experimentos realizados ao longo da história relacionados à definição do raio da Terra e das distâncias Terra-Lua e Terra-Sol, como também diâmetro da Lua e do Sol. Teremos como público alvo estudantes do ensino médio (3º ano), devido ao fato de, provavelmente, os alunos nesta série possuirem os conhecimentos básicos necessários para o desenvolvimento das atividades propostas.

Este trabalho teve o propósito de evidenciar a importância da divulgação da Astronomia para o desenvolvimento científico das antigas civilizações, e de provocar discussões sobre *como, onde, quando e qual o motivo* de se trabalhar com a seguinte questão: “Como os antigos resolviam distâncias na Astronomia?”. Para atingir tal propósito, a ideia central consiste em mostrar para os estudantes do ensino médio a interdisciplinaridade entre Matemática e Astronomia por meio da elaboração de experimentos didáticos. Com isso, os alunos do ensino médio foram estimulados a perceberem que podemos realizar cálculos envolvendo grandes distâncias, impossíveis de serem realizados diretamente, utilizando-se matemática básica e estratégias adequadas.

As principais distâncias trabalhadas nas atividades experimentais foram: o raio de uma esfera, e a distância do centro de uma circunferência à uma esfera que a orbita em velocidade constante. Portanto, o objetivo deste trabalho é revelar como as observações realizadas na antiguidade (pelos gregos, por exemplo) permitiam calcular, com razoável precisão, distâncias através de métodos matemáticos. Dentre elas estão: o raio da Terra; a distância média entre a Terra e a Lua; a distância média entre a Terra e o Sol e os diâmetros da Lua e do Sol. Um dos experimentos envolvendo distâncias em Astronomia foi elaborado, mas ainda não foi aplicado e se encontra-se no final deste trabalho.

O Produto Educacional desta Dissertação de Mestrado é um manual que tem como uma das metas a evidenciação da interdisciplinaridade da Astronomia com a Matemática por intermédio de experimentos didáticos, passíveis de serem reproduzidos em sala de aula. Esperamos que o Produto Educacional, além de ser utilizado como fonte de informações acerca da aplicação da Matemática para o cálculo de distâncias em Astronomia, seja utilizado por professores em suas salas de aula do Ensino Médio ou em espaços não formais de ensino, promovendo,dessa maneira, experiências interdisciplinares e sócio-interativas.

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As atividades práticas ligadas ao ensino assim como os exercícios de raciocínio não passam de meros passatempos caso não haja uma intenção norteando os mesmos. A intenção é apresentada aos estudantes e lhe são mostradas as necessidades de se resolver um determinado problema, por exemplo. Desta forma, o experimento possuirá sentido e importância, os praticantes poderão se envolver de uma maneira mais profunda e reflexiva e, ao final, uma conclusão fundamentada será formada.

Quando necessitamos fazer medições geralmente usamos régua, trena ou fita métrica, desde que tais medições não sejam muito grandes. Para distâncias grandes como a altura de um prédio, largura de um rio, por exemplo, teremos dificuldade em usar tais instrumentos. Desta forma, fazemos uso de outros meios como a triangulação e aplicação da trigonometria, por exemplo, para calcular tais distâncias, ou pelo menos estimar seus valores. Vale lembrar que estaremos, neste trabalho, medindo o comprimento de um segmento de reta em cada experimento, e que se trata da menor distância envolvida em cada caso. Pois, para se medir comprimentos irregulares (ou não lineares), como por exemplo, o litoral de uma cidade, o comprimento da “régua” em que se fizer as medidas poderá influenciar e muito na medida do comprimento final que se deseja obter. Se usarmos uma escala de 100 m, por exemplo, para se medir o comprimento desse litoral, obteríamos um comprimento muito maior do que obteríamos usando uma escala de 1 km, e muito maior ainda se utilizássemos uma escala de 1 cm. Para estas medidas de comprimentos em que se têm particularidades, utiliza-se da Geometria Fractal, que não será tratada neste trabalho.

Em sua "Aula 11: Distâncias Astronômicas", OLIVEIRA FILHO[1] realiza diversas perguntas e propõe suas soluções por meio de artifícios matemáticos e geométricos elementares, onde explana métodos de triangulação e obtenção e definição de diversas paralaxes necessárias para cada cálculo, a depender da distância astronômica a ser determinada. Vale lembrar que se trata de métodos antigos e pouco precisos, dependentes de diversas variáveis como precisão do instrumento utilizado, do olhar do observador e das aproximações feitas durante todo o processo.

---

[1] http://www.if.ufrgs.br/~fatima/fis2010/Aula11-132.pdf), consultado em setembro/2017.

AGOSTINHO[2], explica que a comparação é um método muito importante quando as distâncias envolvidas se tornam muito abstratas e que, mesmo em pequenas distâncias, usamos comparações à todo momento.

Desde alguns séculos antes de Cristo, distâncias enormes são resolvidas por métodos simples, onde se utiliza Matemática básica, aliadas à uma grande engenhosidade.

Na Grécia Antiga, Eratóstenes, Tales, Aristarco, Hiparco e Ptolomeu (dentre outros) nos fornecem através de raciocínio lógico e conhecimentos simples da Matemática, meios de estimar as distâncias tratadas neste trabalho.

Segundo ÁVILA (2004):

> “Os tamanhos do Sol e da Lua e as distâncias desses astros à Terra já eram calculados na antiguidade, séculos antes de Cristo; mas poucas pessoas sabem como eram feitos esses cálculos. Eles se baseiam em ideias que são muito simples e geniais, ao mesmo tempo em que estão intimamente ligadas a noções fundamentais de Geometria - como semelhança de triângulos e proporcionalidade -, servindo, pois, como excelente motivação ao estudo dessa disciplina. Por isto mesmo essas questões devem ser divulgadas, já que elas ainda não aparecem nos livros de ensino fundamental e médio.”

Tratar de expor esses problemas para estudantes e professores, reconstruindo parte desse conhecimento, com construção de mecanismos teóricos e práticos, juntamente com suas realizações, tornaria a interdisciplinaridade entre Matemática e Astronomia uma tarefa interessante e estimuladora.

PEIXOTO (2011) conclui:

> “A astronomia desperta o interesse não apenas dos alunos, mas também dos professores, que demonstram uma enorme vontade em trabalhar esse assunto em suas aulas, mas que, infelizmente, não conseguem fazê-lo devido à falta de segurança que sentem com relação ao tema. E quando o fazem sem a devida preparação buscam as mesmas soluções que obtiveram no seu ensino fundamental e médio, muitas vezes num ensino repleto de erros conceituais, tanto de professores como de livros didáticos e, no caso do conteúdo de física, na maioria das vezes, fortemente ligado a conceitos matemáticos.”

---

[2] http://mail01.oal.ul.pt/~ruiag/distancia.html, consultado em setembro/2017.

A maioria dos professores de ciências, tanto no ensino fundamental como no ensino médio, acreditam que a melhoria do ensino passa pela introdução de aulas práticas no currículo. Apesar disso, a prática concreta dos professores na área ainda é marcada por perspectivas tradicionais de ensino-aprendizagem, seja por motivos políticos e econômicos da própria Educação, seja por problemas na própria formação inicial do professor de Ciências (MARANDINO, 2003; BORGES, 2002). No caso da Matemática, o cenário não é diferente.

De um modo geral, o ensino de Ciências, em sua fundamentação, requer uma relação constante entre a teoria e a prática, entre o conhecimento científico e o senso comum. Estas articulações são de extrema importância, uma vez que a disciplina de Ciências se encontra subentendida como uma ciência experimental, de comprovação científica, articulada a pressupostos teóricos, e assim, a ideia da realização de experimentos é difundida como uma grande estratégia didática para seu ensino e aprendizagem. No entanto, a experiência não deve ser encarada como uma prática pela prática, de forma utilitária e sim uma prática transformadora, adaptada à realidade, com objetivos bem definidos, ou seja, a efetivação da práxis (KOVALICZN, 1999).

De fato, a realização de experimentos em Ciências representa uma excelente ferramenta didática. Neste sentido, a atividade experimental deve oferecer condições para que os alunos possam levantar e testar suas ideias e suposições sobre os fenômenos científicos que ocorrem no seu entorno (BUENO e KOVALICZN, 2017). No nosso caso, os experimentos ficarão a cargo da Astronomia, com a introdução de conceitos matemáticos, embasados historicamente, ligados ao tema de “Determinação de Distâncias”.

2.1. MEDINDO DISTÂNCIAS

Quando precisamos medir distâncias de forma direta, devemos ter acesso à instrumentos citados anteriormente(régua, trena, etc.), e realizar uma comparação direta entre o instrumento e o que se quer medir. O problema começa quando necessitamos medir distâncias cujo acesso não é tão fácil de obter, ou são impossíveis de se medir diretamente. Neste caso, devemos criar estratégias de obter essa medida por métodos indiretos. Um desses métodos faz uso da Trigonometria: a Paralaxe Trigonométrica.

A Paralaxe Trigonométrica nos fornece medidas de distâncias bastante precisas. Consiste em uma triangulação que é feita a partir da base de um triângulo e duas observações feitas, de um alvo bem determinado, em pontos extremos da base do triângulo. Em seguida, fazem-se alguns cálculos relativamente simples e obtêm-se a distância procurada.

Para ilustrar a paralaxe trigonométrica, podemos fazer uso do caso de se saber qual seria a largura de um rio em um ponto específico, estando o observador em uma das margens.

Considere a Figura 01. Um observador deseja saber qual é a largura do rio naquelas imediações. Para isto, basta marcar próximo à margem (A), um ponto em que ele visualize um ponto específico da outra margem do rio sob um ângulo de 90º (C) em relação a um segmento de reta (x) que se prolonga de A até um ponto qualquer B. O observador mede o comprimento do segmento de reta AB e em B olha novamente para o ponto C e mede o ângulo de visada (α) em relação ao segmento AB.

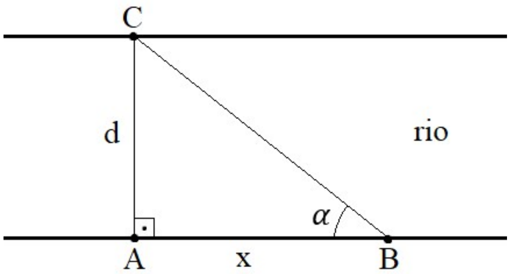


Figura 01. Ilustração para medir a largura de um rio

Com o triângulo retângulo ilustrado acima, basta que o observador use a função trigonométrica tangente, uma vez que dispõe do comprimento x e do ângulo α, da seguinte forma:

$$tg\ \alpha = \frac{d}{x}$$

ou seja,

$$d = x.tg\ \alpha$$

Logo, a distância d pode ser determinada, desde que o observador saiba o valor de $tg\ \alpha$, que pode ser fornecido por uma tabela trigonométrica ou por uma calculadora científica. Vale lembrar que *d* deve ser expressa na mesma unidade que *x*, e que a tangente de um ângulo é adimensional. As medidas angulares devem ser feitas com algum instrumento específico como um transferidor de ângulos por exemplo.

Uma distância muito maior do que a largura de um rio foi medida por Eratóstenes[3] (~240 a.C.). Trata-se do comprimento do raio da Terra, uma distância impossível de ser medida diretamente, mas que foi obtida de forma indireta usando-se geometria com uma aproximação muito grande do valor atualmente aceito.

Sabia-se que em Siena havia um poço que em determinada data e hora era possível que um observador visse a si próprio refletido em suas águas. Eratóstenes obteve a medida da distância entre Siena e Alexandria e também a medida de inclinação dos raios do Sol que incidiam em um gnômon em Alexandria. Usando um axioma apresentado por Tales de Mileto[4]sobre retas paralelas no qual afirma que duas retas paralelas cortadas por uma reta transversal determinam dois ângulos alternos internos e que eles são iguais, é possível obter o ângulo central θ e daí se pode obter o raio da Terra com a equação que fornece o comprimento de um arco, dado o raio e o ângulo central $s = r\theta$, conforme a Figura 02. Logo, podemos escrever:$r = \frac{s}{\theta}$.

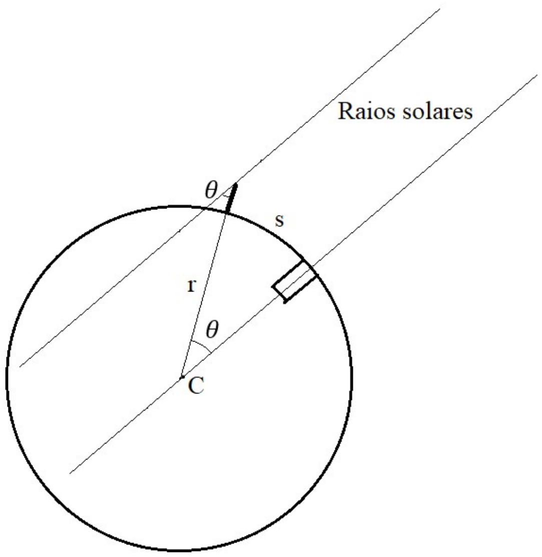


Figura 02. Ilustração fora de escala do experimento empregado para medir o raio da Terra por Eratóstenes.

[3] Eratóstenes de Cirene foi um matemático, gramático, poeta, geógrafo, bibliotecário e astrônomo da Grécia Antiga, conhecido por calcular a circunferência da Terra. Nasceu em Cirene, na África, e morreu em Alexandria. Estudou em Cirene, em Atenas e em Alexandria. Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Erat%C3%B3stenes. Consulta em 19 de Novembro de 2018.

[4]Tales de Mileto, foi um filósofo, matemático, engenheiro, homem de negócios e astrônomo da Grécia Antiga, considerado, por alguns, o primeiro filósofo ocidental.

Eratóstenes conseguiu para θ um valor de 7º. Ele pode, então, perceber que a distância entre as cidades de Siena e Alexandria seria o equivalente a $\frac{1}{50}$da circunferência da Terra, uma vez que essa distância seria de aproximadamente 800 km. Conseguiu, com essas informações, determinar o comprimento da circunferência da Terra como aproximadamente 40.000 km[5]. Sabe-se, atualmente, que esse comprimento possui aproximadamente 40.072 km. Portanto, Eratóstenes conseguiu estimar o raio da Terra como, aproximadamente, 6370 km[6].

Para distâncias muito maiores, podemos utilizar o método da paralaxe trigonométrica, a qual emprega observações em pontos diametralmente opostos na Terra, conforme a Figura 03, ou usando-se pontos opostos na órbita terrestre, conforme a Figura 4. Para usar este último método, as medidas angulares deverão ser feitas em intervalo de seis meses uma da outra.

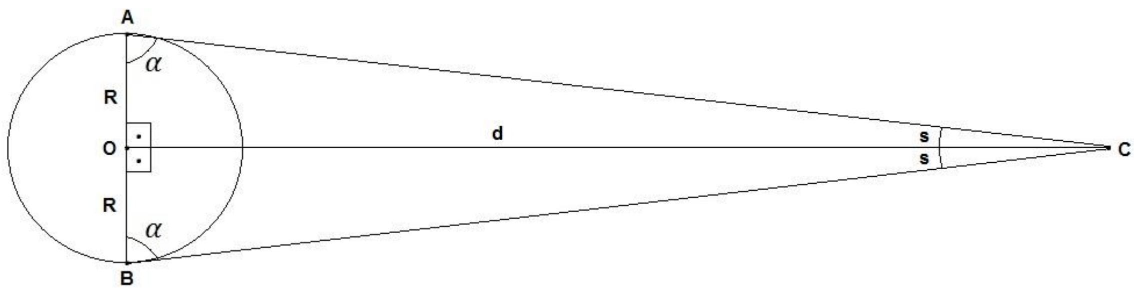


Figura 03. Ilustração fora de escala referente à medida da Paralaxe Trigonométrica – Raio da Terra

Sendo R o raio da Terra e s o ângulo de paralaxe, temos que $tg\ s = \frac{R}{d}$. Daí, $d = \frac{R}{tg\ s}$, determinando-se assim a distância desejada.

Para distâncias ainda maiores, pode ser usada a paralaxe trigonométrica tendo como base a órbita terrestre, conforme a Figura 04.

---

[5] a unidade usada na época não era km e sim " estadium" ou estádio. A distância entre Siena e Alexandria foi estimada em 5.000 estádios e como a circunferência da Terra deveria ser 50 vezes essa distância, foi encontrado um perímetro de 250.000 estádios. Textos posteriores indicaram 252.000 ao invés de 250.000 estádios, talvez para fornecer uma cifra redonda de 700 estádios por grau. Um estádio era próximo de um décimo de milha, assim 252.000 estádios é o mesmo que 24.662 milhas (aproximadamente 37.000 quilômetros) e o diâmetro da Terra foi calculado como 7.850 milhas, apenas 50 milhas a menos que o verdadeiro diâmetro polar.

[6] O valor médio atual adotado é 6.371 km (raio polar = 6.357 km; raio equatorial = 6.378 km).

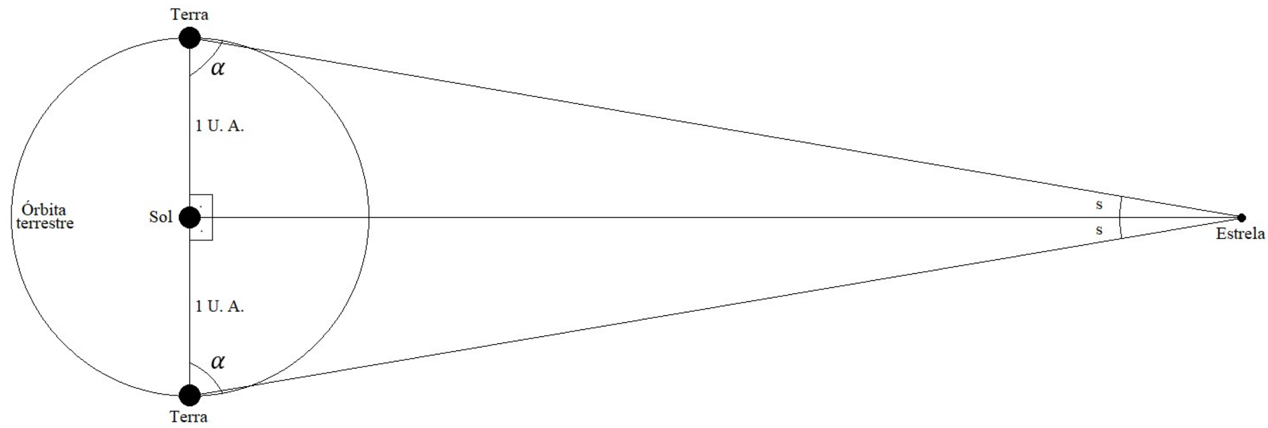


Figura 04. Ilustração fora de escala referente à medida da Paralaxe Trigonométrica – Unidade Astronômica

A paralaxe trigonométrica possui seus limites, uma vez que para distâncias cada vez maiores o ângulo de paralaxe se torna tão pequeno que invalida esse método de medida de distâncias.

Hiparco[7] (190 – 120 a.C), outro importante astrônomo grego, conseguiu obter a distância da Terra à Lua (outra distância impossível de se medir diretamente) usando artifícios geométricos aliados às informações sobre eclipses da Luae o raio da Terra, conforme a Figura 05.

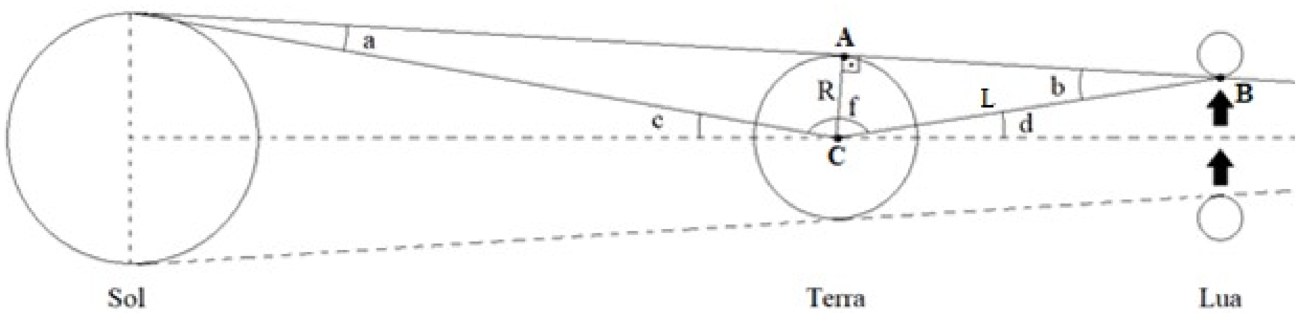


Figura 05. Ilustração fora de escala referente á medida da distância Terra-Lua - Esquema usado por Hiparco.

[7] Hiparco foi um astrônomo grego, construtor de máquinas, exímio cartógrafo e matemático da escola de Alexandria, nascido em 190 a.C. em Niceia, na Bitínia, hoje Iznik, na atual Turquia. Viveu em Alexandria, sendo um dos grandes representantes da Escola Alexandrina, do ponto de vista da contribuição para a mecânica. https://pt.wikipedia.org/wiki/Hiparco. Consulta em 19 de Novembro de 2018.

O ângulo de paralaxe (a) é o ângulo de como um observador no Sol veria o raio da Terra. Ele é muito pequeno pelo fato do Sol estar muito distante da Terra[8]. O ângulo (c) é o semi-diâmetro do Sol (metade do ângulo em que vemos o disco solar daqui da Terra). Usando regra de três simples podemos calcular a medida de (d) com o tempo de uma volta completa que a Lua dá em torno da Terra (T) e com o tempo de duração de um eclipse lunar total (t), da seguinte forma:

$$\frac{360^{\circ}}{T} = \frac{2d}{t}$$

Todo esse esquema geométrico é para a obtenção do valor do ângulo b, e com isso conseguir calcular a distância da Terra à Lua (D). Como $a, b\ e\ f$ são os ângulos internos de um triângulo, a soma de suas medidas é igual a 180 graus. Desta forma,$a + b + f = 180^{\circ}$. Como um ângulo que parte de uma reta, centrado em um ponto C, e que chega à mesma reta do outro lado é um ângulo de meia volta, este ângulo é de 180 graus. Logo, podemos verificar que $c + d + f = 180^{\circ}$. Assim sendo, podemos fazer o seguinte:

$$a + b + f = c + d + f$$
$$a + b = c + d$$
$$b = c + d - a$$

Como o ângulo de paralaxe(a) é muito pequeno, podemos desprezá-lo sem que comprometa a estimativa da distância da Terra à Lua.

Então, $b = c + d$.

Como ABC é um triângulo retângulo, $sen\ b = \frac{R}{L}$. Daí, temos que a distância procurada é $L = \frac{R}{sen\ b}$.

Hiparco conseguiu a distância D em função do raio da Terra como um valor entre 62 R a 74 R. O valor real fica entre 57 R e 64 R.

[8] A unidade de distância, aproximadamente igual à distância média entre a Terra e o Sol, é chamada de Unidade Astronômica.

Aristarco de Samos[9] (310 – 230 a.C.) elaborou um esquema para determinar a distância entre a Terra e o Sol, usando trigonometria no triângulo retângulo, uma vez conhecida a distância da Terra à Lua. Ele sabia que quando a Lua estivesse na fase minguante ou crescente, a Terra, a Lua e o Sol formariam um triângulo retângulo,com o ângulo reto na Lua. Bastaria, então, medir o ângulo cujo vértice se encontra na Terra e, usando trigonometria, conheceria a distância à nossa estrela, conforme a Figura 06.

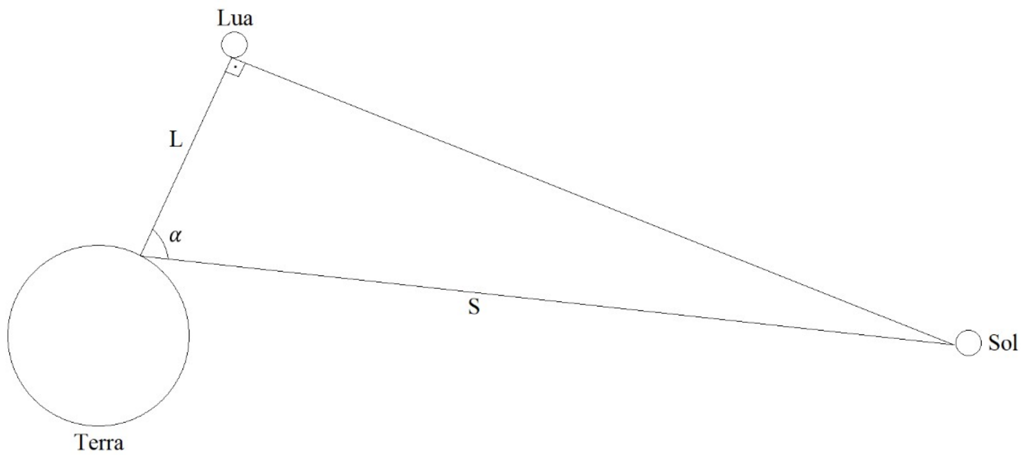


Figura 06. Ilustração fora de escala referente á medida da distância Terra-Sol. Esquema usado por Aristarco.

[9]Aristarco de Samos foi um astrônomo e matemático grego, sendo o primeiro a propor que a Terra gira em torno do Sol e que a Terra possui movimento de rotação.

CAPÍTULO 3. METODOLOGIA

O foco deste trabalho foi reproduzir os experimentos para calcular distâncias usando-se métodos matemáticos, geométricos e observacionais empregados na antiguidade fazendo, assim, a interdisciplinaridade da Astronomia com a Matemática do ensino médio. As principais distâncias a serem resolvidas são: o raio da Terra e a distância média entre a Terra e a Lua.

Houve a preocupação de expor as dificuldades que ocorriam em certas épocas no que se refere aos cálculos de determinadas distâncias em Astronomia, de suas necessidades e de tratar sobre como as mesmas foram resolvidas associando aos conteúdos de Matemática vistos até o 3º ano do Ensino Médio.

A metodologia quali-quantitativa de pesquisa foi adotada: qualitativa no momento da aplicação das atividades experimentais e quantitativa na coleta e análise dos dados advindos de questionário aplicado.

Primeiramente, foi elaborado e aplicado um questionário pré-teste (Anexo 01) com perguntas básicas de Matemática e Astronomia, para levantamento prévio dos conceitos que os estudantes do ensino médio (3º ano) têm a esse respeito. Por motivos alheios as atividades necessitaram ser interrompidas o que gerou 2 aplicações do pré-teste: uma aplicação em uma turma em 2016 e outra em 2017. O pós-teste foi feito apenas com a turma de 2017.

De posse da análise das respostas, foram utilizadas duas intervenções ligadas ao cálculo de distâncias no Sistema Solar mediante experimentos específicos desenvolvidos para cada um dos propósitos apresentados.

3.1. DESCRIÇÃO DOS EXPERIMENTOS

A primeira atividade teve início com a apresentação do método de Eratóstenes para o cálculo do raio da Terra, no qual são utilizadas informações geométricas desenvolvidas por Tales de Mileto e diversas outras concatenadas por Euclides referentes aos ângulos alternos internos, perímetro de uma circunferência, proporcionalidade direta, arco, ângulo central de uma circunferência e alguns cálculos relativamente simples. Para simular esta medida, o autor aplicou uma atividade (Atividade I) onde os alunos fizeram medidas com o auxílio de dois gnômons, uma placa de isopor e uma bola grande de isopor que foram expostos ao Sol. Logo após, foram executados os cálculos específicos.

Antes da aplicação da segunda atividade, foram apresentados os dados do eclipse lunar total (colhidos pelo autor em 27 e 28 de setembro de 2015) e o tempo aproximado de uma volta completa da Lua ao redor da Terra. Logo em seguida foi apresentado o método de Hiparco para se determinar a distância da Terra à Lua.

A segunda atividade consistiu em usar uma maquete eletro-mecânica (construída pelo autor) para simular um eclipse lunar total com velocidade variável controlada por circuito eletrônico. Desta forma, o professor escolheu para cada grupo de alunos uma velocidade orbital da bola (que simulou a Lua) ao redor de uma circunferência (que simulou a Terra). Foi preciso medir o tempo de uma volta completa, como também o tempo em que a "Lua" foi eclipsada, para determinar a distância entre a bola e a circunferência.

A terceira atividade elaborada, entretanto não aplicada, trata da utilização do mesmo aparelho usado na segunda atividade para que os alunos possam manejá-lo de tal forma que as posições relativas entre o centro de uma circunferência e uma bolinha, posicionada a vários metros, seja determinada. Estes entes simulam a Lua, a Terra e o Sol formando um triângulo retângulo com o ângulo reto situado na "Lua". Neste caso, utilizamos o método de Aristarco, onde é dada a distância entre duas bolas (simulando a distância entre a Terra e a Lua), para se encontrar a distância de uma circunferência (Terra) à uma outra bolinha mais distante (Sol). Como atividade extra se pode propor que seja estimado o diâmetro do Sol utilizando uma câmara escura fazendo a relação do tamanho da imagem com o comprimento da caixa.

No Quadro 01 apresentamos um resumo das atividades e os conteúdos específicos em cada uma delas com seus desdobramentos.

Quadro 01. Resumo das atividades desenvolvidas: como as distâncias são tratadas nos experimentos.

ATIVIDADE I **RAIO DE UMA ESFERA**	ATIVIDADE II **DISTÂNCIA DE UMA CIRCUNFERÊNCIA A UMA ESFERA**
Conceitos de Astronomia e Geometria com breve retrospectiva histórica: ● Noções de esfericidade da Terra; ● Modelos predominantes na época; ● Eratóstenes; ● O gnômon; ● Ângulos alternos internos; ● Raio de uma esfera. **Experimento:** Cálculo do raio de uma esfera usando o método de Eratóstenes. **Para além do experimento:** ● Diâmetro e volume da Terra; ● Comprimento da circunferência da Terra em função de seu raio.	**Conceitos de Astronomia e Geometria com breve retrospectiva histórica:** ● Hiparco; ● Eclipse Lunar Total; ● Paralaxe da Lua; ● Semidiâmetro do Sol; ● Paralaxe solar; ● Ângulos suplementares. **Experimento:** Cálculo da distância entre uma circunferência e uma esfera usando o método de Hiparco. **Para além do experimento:** ● Diâmetro e volume da Lua; ● Comprimento da órbita da Lua em função da distância da Terra à Lua.

Após todas as intervenções com os experimentos e discussões pertinentes, foi aplicado novamente o mesmo questionário do pré-teste para averiguação do real significado que tiveram os experimentos para o entendimento dos conceitos envolvidos em cada uma das atividades.

Antes da entrega dos questionários, prévio e posterior, foi solicitado aos alunos que fossem muito sinceros quando não soubessem a resposta de alguma questão e, nesse caso, marcassem a última alternativa descrita por “Não sei”.

Adiantamos que a impressão que tivemos foi a de que no questionário prévio essa sinceridade foi manifestada, ao contrário do questionário posterior, como veremos no Capítulo 4.

3.2. RELATO DO EXPERIMENTO I: Cálculo do raio de uma bola de isopor usando o método de Eratóstenes.

Antes de cada grupo iniciar as medidas, foi exposto o método de Eratóstenes no qual foi mostrado, com um pedaço plano de isopor e com dois palitos fincados perpendicularmente à base plana, que, com a base plana exposta ao Sol, e com a configuração em que a sombra de um palito não fosse visível, implicava no desaparecimento também da sombra do outro palito (Figuras 32 e 33, no Capítulo 4, item 4.4). E, ao se curvar esta base, mantendo-se um dos palitos sem sombra, resultava no aparecimento da sombra do outro palito. Desta forma foi explicado que isso ocorria também com a Terra e que era devido ao fato da mesma ser esférica (Figura 34, no Capítulo 4, item 4.4). Assim, aplicando-se à bola de isopor, seria possível se calcular o raio da bola de forma indireta usando o método de Eratóstenes.

Cada grupo recebeu um roteiro para segui-lo para realizar a tarefa que era a de calcular o raio de uma bola de isopor utilizando-se do método de Eratóstenes. Para isso, foi necessário fincar dois palitos na bola, perpendicularmente, a uma distância aleatória entre 5 e 13 cm e expô-la ao Sol de maneira que a sombra de um palito ficasse embaixo do mesmo e a sombra do outro palito ficasse completamente visível. Desta forma, mediu-se a distância entre os palitos, a altura do palito gerador da sombra e o comprimento desta. De posse dessas medidas, procedeu-se o cálculo do raio da bola.

Para a verificação da perpendicularidade dos palitos fincados à base plana, foi usado um transferidor de ângulos. Para se verificara perpendicularidade dos palitos fincados à bola, observou-se muita dificuldade por parte dos estudantes em usar esse instrumento de medida, uma vez que a base não era plana. Então, para essa finalidade o uso do transferidor de ângulos foi abandonado, restando apenas observar uma aproximação da perpendicularidade e consequentes ajustes confiando apenas na observação direta.

Para a medida da altura do palito usou-se um pedaço de linha pelo fato de a régua não possuir o início das marcações exatamente na sua extremidade. Comparou-se o pedaço de linha com a altura do palito, marcou-se com a unha e finalmente usou-se a régua para obter-se o valor da medida da altura do palito.

A obtenção da medida da distância entre os palitos foi feita inicialmente com o auxílio de uma régua flexível. Mas, observou-se que seria mais cômodo se fazer o uso da linha novamente. Comparou-se a distância entre os palitos com a linha e obteve-se a sua medida com o uso de uma régua.

Os alunos demonstraram dificuldade em realizar as medidas com precisão, como também com o manejo das medidas durante os cálculos. Alguns não conheciam a relação entre comprimento de um arco, o raio e o ângulo central: $s = r\theta$ (Figura 07).

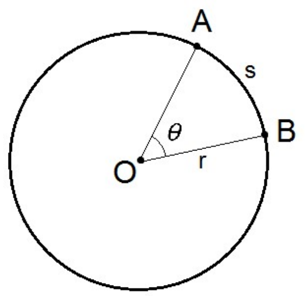


Figura 07. Ilustração que permite relacionar as variáveis da equação $s = r\theta$

A mesma coisa ocorreu com os ângulos alternos internos, tangente, arco tangente e uso da calculadora científica. Essas dificuldades precisaram ser minimizadas durante a atividade, pois até então não foi possível identificá-las.

Outra dificuldade para realizar o experimento I foi devido às nuvens que impediram em vários momentos o andamento da atividade. E, em certa vez, um grupo precisou ir para a área externa ao prédio do colégio para aproveitar a incidência solar naquele momento (aproximadamente às 7:20 h), uma vez que o Sol estava baixo e do pátio do colégio não era possível expor a bola à incidência solar.

O experimento I foi concluído em vários dias, devido às condições climáticas e ao número pequeno de aulas (duas) por semana, uma vez que o mesmo foi aplicado durante as aulas de Física. Após as correções da atividade, foi apresentado pelo professor a medida direta do raio da esfera de isopor usada no experimento com uma aproximação razoável e também o cálculo do raio usando para isso a medida do comprimento da maior circunferência da bola de isopor. A média das medidas obtidas pelos grupos do raio da bola em relação à calculada com o uso do comprimento da circunferência foi de aproximadamente 3,42% menor, o que foi bastante razoável.

Para o experimento I, formaram-se oito grupos de acordo com a Tabela 01:

Tabela 01. Distribuição dos Grupos de Trabalho (Atividade I)

NÚMERO DE GRUPOS	NÚMERO DE ALUNOS EM CADA GRUPO
1	3
6	4
1	5

3.3. RELATO DO EXPERIMENTO II: Cálculo da distância entre uma circunferência e uma esfera usando o método de Hiparco.

Para o experimento II foram usados um aparelho simulador de experimentos idealizado e construído pelo autor, que inicialmente foi usado como um simulador de eclipses lunares, juntamente com uma folha de papel com impressões adequadas para a realização do experimento.

Antes da realização do experimento II, foi explicado como foi possível calcular a distância da Terra à Lua usando o método de Hiparco. Para isso o professor se utilizou de quadro branco e marcador em uma aula expositiva.

Em outro dia, foi entregue um roteiro com os passos a serem seguidos pelos grupos de alunos (Apêndice 5) para que procedessem com a obtenção das medidas necessárias para a realização da tarefa.

O simulador foi mostrado a cada grupo já com o papel e as inscrições adequadas para que, usando o método de Hiparco, calculassem a distância de uma circunferência (simulando a Terra) a uma pequena esfera (simulando a Lua). Esta última foi acoplada a um eixo ligado a um motor dotado de uma caixa de redução e um circuito eletrônico de controle de velocidade que permitia variar a velocidade do giro que a pequena esfera fazia ao redor da circunferência, que, por sua vez, se encontrava com o seu centro coincidente com o centro do eixo do motor. Essa variação na velocidade teve a intenção de provocar alterações na velocidade para os vários grupos e alterar a dificuldade da medida do tempo de uma volta completa da esfera ao redor da circunferência e também do eclipse simulado. Foi necessário introduzir esse controle para que cada grupo se utilizasse apenas das medidas obtidas pelo mesmo, garantindo que nenhum grupo se utilizasse das medidas dos outros.

O eclipse simulado consiste na duração de tempo em que a pequena esfera passa pela faixa que simula o cone de sombra em um eclipse lunar real. Foi desenhado usando-se para isso uma circunferência maior do outro lado, simulando o Sol. A tela que foi acoplada ao aparelho para se realizar esse experimento consiste de um papel com os desenhos de uma circunferência maior (Sol), uma central (Terra) e o cone de sombra simulado por onde a pequena esfera (Lua) o atravessa. Enquanto a pequena esfera se encontra dentro dessa faixa (cone de sombra simulado), ocorre o eclipse lunar total, e a distância procurada no experimento equivale à distância da Terra à Lua.

O professor foi responsável por ligar o aparelho e determinar a velocidade de giro da pequena esfera. Uma vez determinada essa velocidade por meio de um potenciômetro, procedeu-se a obtenção das medidas dos tempos de uma volta completa e do eclipse simulado sem que se alterasse a posição do potenciômetro. Isso ficou claro diante da exposição de que, como a velocidade orbital da Lua é a mesma durante uma volta completa e também durante um eclipse, a velocidade escolhida aleatoriamente para cada grupo deveria ser mantida.

A média da distância buscada neste experimento ficou aproximadamente 2,40% maior do que a medida obtida diretamente com a régua. Mais uma vez, ficou numa faixa de razoabilidade muito boa.

Para o experimento II, formaram-se dez grupos de acordo com a Tabela 02:

Tabela 02. Distribuição dos Grupos de Trabalho (Atividade II)

NÚMERO DE GRUPOS	NÚMERO DE ALUNOS EM CADA GRUPO
1*	3
9	3
1	4

* Este grupo obteve as medidas e não terminou a atividade.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS E ANÁLISE

Apresentaremos a seguir os resultados obtidos da aplicação do questionário (pré e pós-teste) (Tabelas 03, 04 e 05). Tanto no pré como no pós-teste foi utilizado o mesmo questionário (Apêndice 2). Por motivos alheios as atividades necessitaram ser interrompidas o que gerou 2 aplicações do pré-teste: turmas 2016 (item 4.1) e turmas 2017 (item 4.3). O pós-teste foi feito apenas com as turmas de 2017.

4.1. DADOS COLETADOS COM O QUESTIONÁRIO (Pré-teste - 2016)

Os dados foram coletados por intermédio da aplicação de um questionário (Apêndice 2). Na Tabela 3, na coluna vertical estão identificados os discentes (alunos) por 1 número (1 a 35) e na horizontal temos a correção das respostas dadas por cada discente à cada questão (1 a 20,) presente no questionário citado. Dessa forma, C corresponde à resposta “correta”, E corresponde à resposta “errada” e N corresponde a “não sabe”.

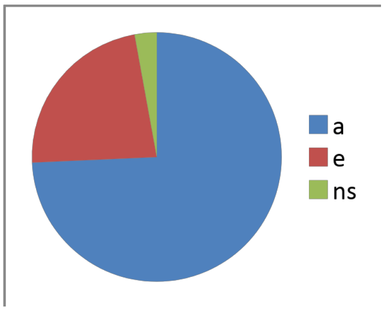
Tabela 03. Respostas às questões do Pré-teste de duas turmas em 2016

		QUESTÕES																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	1	E	C	C	C	E	E	N	N	E	C	C	E	C	C	C	C	E	E	N	N
	2	C	C	C	E	E	E	C	E	N	E	C	E	C	C	E	C	E	E	E	E
L	3	C	C	E	E	E	C	N	C	E	E	E	C	C	C	C	E	E	C	C	N
	4	C	C	C	E	C	N	N	N	N	N	C	E	C	C	N	C	N	E	N	N
U	5	C	E	E	E	C	C	N	C	E	E	C	C	C	C	N	C	E	E	E	C
	6	E	E	C	E	N	C	N	N	N	N	C	C	E	C	E	E	E	N	N	N
N	7	C	E	C	C	E	N	N	E	N	N	N	E	C	C	N	N	C	E	E	N
	8	E	N	E	E	N	N	N	N	N	E	N	N	C	C	N	N	N	E	C	E
O	9	E	C	E	N	N	E	N	N	N	E	N	C	C	E	N	N	C	N	N	C
	10	C	C	C	E	E	N	E	E	N	N	C	C	N	E	E	E	E	E	N	N
S	11	C	N	N	E	N	N	N	N	N	N	N	E	C	E	N	N	N	N	N	N
	12	C	C	C	N	C	N	N	E	N	E	C	E	C	C	E	E	C	E	E	N
	13	C	E	E	E	E	E	N	E	N	C	N	C	C	C	E	N	E	C	E	N
	14	E	E	E	E	C	C	N	N	E	E	N	C	C	N	E	C	N	N	N	E
	15	E	E	C	E	N	N	E	E	N	E	E	E	C	C	N	C	C	E	N	E
	16	C	C	E	E	C	N	N	N	N	N	N	E	C	N	E	C	N	N	E	N
	17	C	C	C	C	E	E	E	C	E	E	C	C	C	C	E	C	C	C	C	C
	18	C	C	C	C	E	N	N	C	N	C	N	C	C	C	N	C	C	C	N	N
	19	C	C	C	C	E	C	E	N	N	N	C	C	C	C	N	C	E	E	N	N
	20	C	C	E	C	E	C	N	N	N	N	E	C	C	C	N	N	N	N	N	N
	21	N	C	C	N	E	N	E	E	E	N	E	N	C	C	N	N	C	N	N	C
	22	C	E	C	N	E	C	C	C	N	C	C	C	E	C	E	E	C	E	E	N
	23	E	C	E	E	E	C	N	E	E	E	C	C	C	C	N	E	E	C	N	E
	24	E	C	E	E	E	C	E	E	E	C	E	C	C	C	C	E	C	E	E	C
	25	C	C	C	E	E	N	N	E	N	E	N	C	C	C	C	N	E	C	N	N
	26	C	E	C	E	N	C	N	E	E	E	E	C	C	E	E	C	E	E	E	N
	27	C	C	E	E	N	N	N	E	N	C	N	C	C	C	N	N	N	N	N	N

	28	C	C	E	N	N	C	C	C	C	C	C	C	C	C	N	N	N	N	N	N
	29	C	C	C	N	N	C	N	E	N	N	N	C	C	E	E	E	C	E	N	C
	30	C	C	E	C	N	E	N	N	E	C	N	C	C	C	N	C	N	E	N	N
	31	C	C	E	C	N	E	N	N	N	N	N	C	C	C	N	C	C	N	N	C
	32	C	C	C	C	N	N	N	N	N	E	N	E	C	C	N	N	C	N	C	N
	33	C	C	C	E	C	E	N	N	N	E	C	E	C	C	N	N	N	C	E	C
	34	C	N	E	E	C	N	E	E	E	E	E	C	C	C	C	E	E	E	N	C
	35	C	C	C	C	C	N	N	N	N	E	N	C	C	C	N	C	C	C	C	E

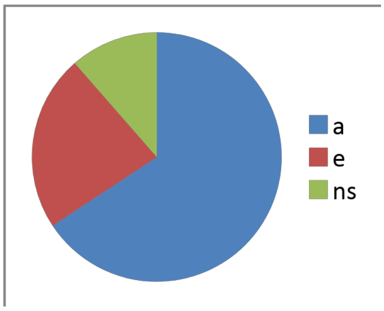
Para uma melhor visualização estruturamos estas respostas obtidas com as turmas 2016 em gráficos “tipo pizza” (Figuras 08 a 27). Nestas, a letra **a** significa acertos, **e** erros e **ns** não souberam.

Figura 08. Resultado questão 1



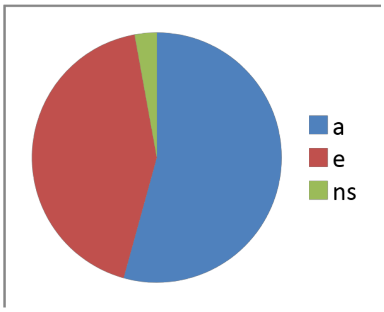
a=26, e=8, ns=1

Figura 09. Resultado questão 2



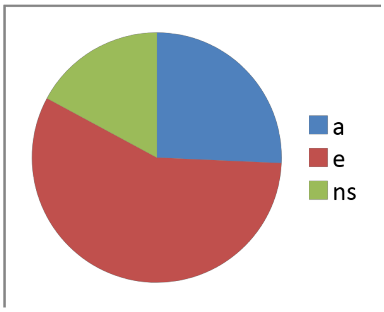
a=23, e=8, ns=4

Figura 10. Resultado questão 3



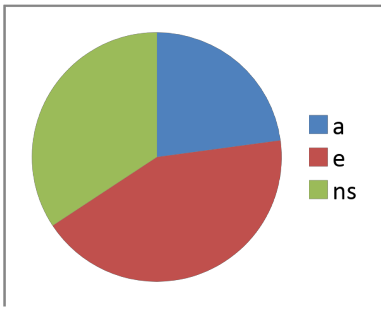
a=19, e=15, ns=1

Figura 11. Resultado questão 4



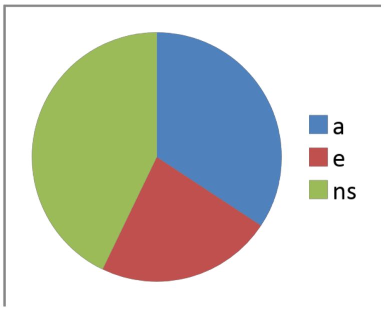
a=9, e=20, ns=6

Figura 12. Resultado questão 5



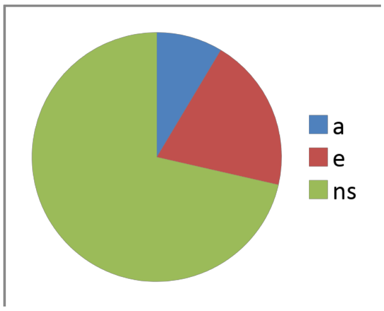
a=8, e=15, ns=12

Figura 13. Resultado questão 6



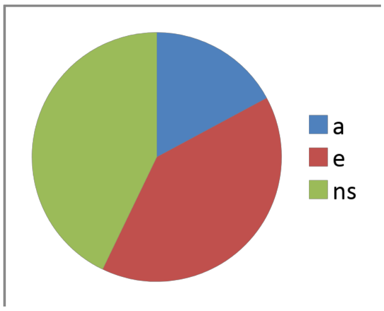
a=12, e=8, ns=15

Figura 14. Resultado questão 7



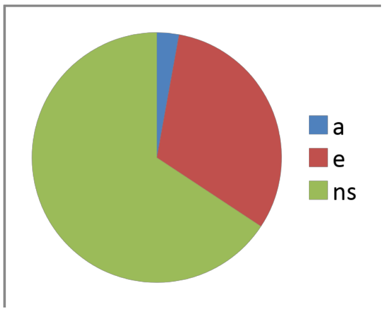
a=3, e=7, ns=25

Figura 15. Resultado questão 8



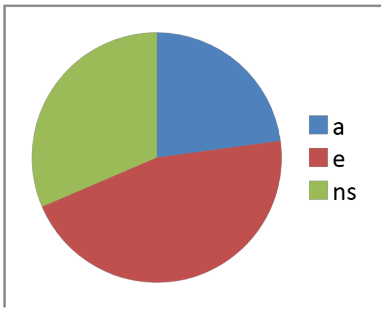
a=6, e=14, ns=15

Figura 16. Resultado questão 9



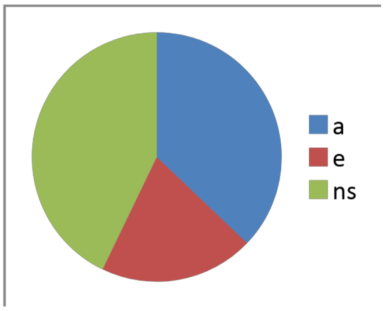
a=1, e=11, ns=23

Figura 17. Resultado questão 10



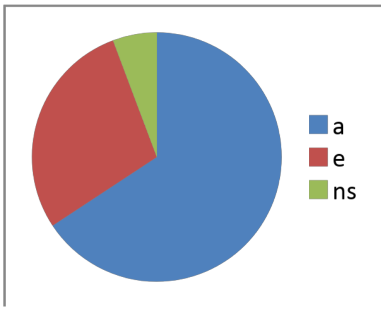
a=8, e=16, ns=11

Figura 18. Resultado questão 11



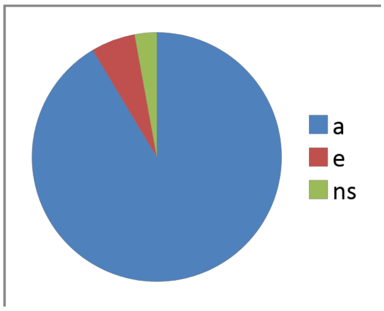
a=13, e=7, ns=15

Figura 19. Resultado questão 12



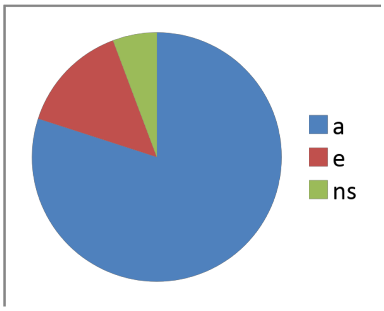
a=23, e=10, ns=2

Figura 20. Resultado questão 13



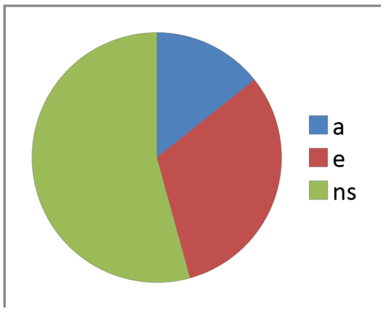
a=32, e=2, ns=1

Figura 21. Resultado questão 14



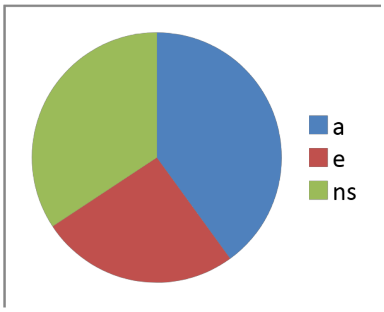
a=28, e=5, ns=2

Figura 22. Resultado questão 15



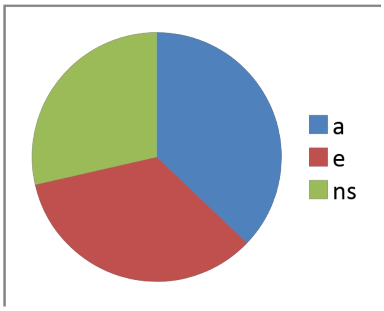
a=5, e=11, ns=19

Figura 23. Resultado questão 16



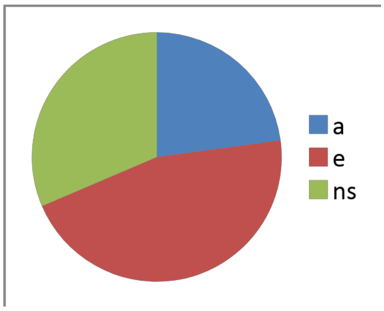
a=14, e=9, ns=12

Figura 24. Resultado questão 17



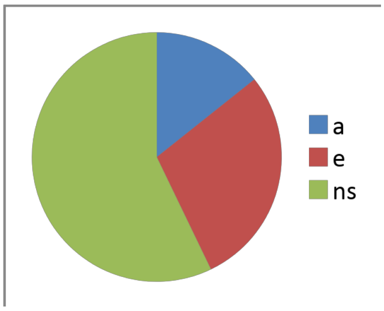
a=13, e=12, ns=10

Figura 25. Resultado questão 18



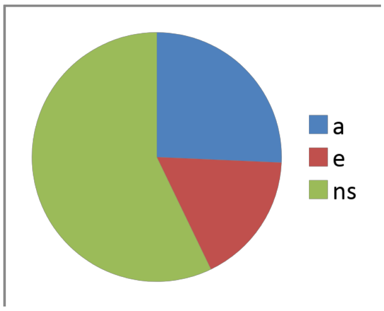
a=8, e=16, ns=11

Figura 26. Resultado questão 19



a=5, e=10, ns=20

Figura 27. Resultado questão 20



a=9, e=6, ns=20

As questões presentes no questionário (Apêndice 2) abordam temas ligados à dinâmica do Sistema Solar, fenômenos celestes tais como fases da Lua e eclipses e, principalmente, assuntos relacionados à geometria aplicada à Astronomia.

Analisando os dados obtidos com a aplicação do questionário nas turmas 2016 (pré-teste) podemos notar que em determinadas perguntas a quantidade de acertos (**a**) supera a quantidade de erros (**e**). Da mesma forma, em algumas questões a quantidade de erros (**e**) supera a de acertos (**a**). Podemos também notar que a resposta não souberam (**ns**) fica bem evidenciada em várias questões. Algumas questões, inclusive, as respostas **ns** praticamente se igualam às **a** e **e**, como por exemplo as questões 8 (**e**e**ns**), 11 (**a** e **ns**), 16 (**a** e **ns**) e 17 (**a**, **e**e**ns**). Estas questões relacionam-se a basicamente à geometria aplicada à Astronomia. A questão 8 aborda a medida do raio da Terra; a questão 11 a medida da linha do equador; a questão 16 está vinculada à medida da distância Terra-Lua. Já a questão 17 está relacionada à utilização da geometria para a medida da largura de um rio.

As questões 1, 2, 12, 13 e 14 tiveram os acertos(a) preponderantes. Tais questões estão relacionadas à dinâmica do Sistema Solar e aos fenômenos celestes tais como fases da Lua e eclipses.

As respostas consideradas como não souberam (ns) se mostraram evidentes nas questões 6, 7, 9, 15, 19 e 20. Tais questões estão relacionadas especificamente à conceitos básicos de geometria e unidades de medidas de distância.

As respostas consideradas erradas (e) foram evidenciadas nas questões 3, 4, 5, 10 e 18. Tais questões estão relacionadas, basicamente, à geometria aplicada à Astronomia tendo como base a forma da Terra, a dimensão da Terra (raio) e distâncias no Sistema Solar, em particular Terra-Sol.

4.2. DADOS COLETADOS COM O QUESTIONÁRIO (Pré-teste - 2017)

Em comparação ao questionário aplicado para as turmas 2016, para as turmas 2017 foram inseridas 2 questões no questionário pré e pós-teste: Questão 21 (O que é diâmetro?) e Questão 22 (Como poderíamos calcular facilmente o diâmetro do Sol?).

Tabela 04. Respostas às questões do Pré-teste de uma turma em 2017

		QUESTÕES																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	1	C	C	E	C	C	C	N	E	C	N	E	C	C	C	C	N	E	C	N	E	N	C
	2	C	N	N	E	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	3	C	E	C	C	E	C	E	C	E	E	E	C	C	C	C	E	E	E	C	C	E	C
A	4	E	C	E	C	N	N	E	E	N	E	C	C	C	E	E	C	E	E	C	N	N	N
	5	C	E	N	C	C	E	E	N	N	E	N	E	N	E	N	E	N	N	N	N	N	N
L	6	E	N	E	N	N	C	C	E	N	E	N	E	N	C	E	E	N	N	C	N	C	E
	7	E	C	E	N	E	E	N	N	N	E	N	E	C	C	N	C	E	N	C	E	E	E
U	8	E	C	C	E	C	N	N	N	N	E	N	N	C	C	N	N	N	N	N	N	C	N
	9	E	E	E	E	E	C	N	N	E	C	C	E	C	C	N	E	E	N	N	C	E	E
N	10	C	C	C	E	C	C	N	C	N	E	E	C	C	C	C	C	N	E	C	N	C	E
	11	E	E	E	C	C	E	C	N	N	E	C	C	E	C	E	N	E	E	E	N	E	N
O	12	C	E	E	C	E	E	N	E	C	N	C	C	C	C	N	N	C	N	C	C	N	N
	13	C	N	E	C	E	E	E	N	N	E	N	C	C	E	N	E	N	N	C	N	C	C
S	14	C	E	E	E	N	N	N	N	N	N	N	C	C	N	N	N	N	N	N	N	C	C
	15	C	C	E	N	E	N	C	N	N	E	C	C	C	E	N	E	E	N	E	E	C	N
	16	C	C	C	C	C	N	N	N	N	N	C	C	N	C	N	N	E	N	C	N	N	N
	17	E	C	E	E	N	C	N	E	N	N	C	E	C	E	N	E	C	N	N	N	C	N
	18	C	C	C	N	N	C	N	E	N	E	C	E	E	E	N	N	C	N	E	N	C	E

	19	E	N	C	E	N	N	N	N	N	N	N	C	C	N	N	N	E	N	N	N	C	N
	20	C	C	E	C	C	E	C	C	N	E	N	C	C	C	E	C	C	E	C	N	E	C
	21	C	E	E	E	E	C	N	N	N	N	E	C	C	E	N	C	N	N	C	E	N	N
	22	E	E	C	C	N	C	N	N	N	E	N	E	C	N	C	C	E	N	N	N	N	N
	23	C	C	C	E	C	N	E	N	N	E	C	C	C	C	N	C	C	N	C	N	N	N
	24	C	C	C	C	C	C	N	N	N	N	N	E	N	N	N	N	E	N	E	N	N	N
	25	E	E	E	E	E	C	E	C	N	C	E	E	E	E	N	E	N	N	C	E	E	N
	26	C	C	C	E	N	N	N	N	N	N	N	E	C	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	27	E	E	E	E	E	N	N	N	C	E	E	E	C	E	N	E	E	N	N	N	E	N
	28	E	N	C	C	N	N	N	N	N	N	N	E	C	C	N	N	E	N	N	N	N	N
	29	C	C	E	E	C	N	N	C	N	E	N	C	C	C	N	N	E	N	C	N	N	E
	30	C	N	E	E	N	N	N	N	N	E	N	E	C	E	N	N	N	N	C	N	C	N
	31	C	C	C	E	E	E	E	N	N	E	E	C	C	C	N	E	C	E	E	N	E	E
	32	E	E	E	E	C	E	E	E	E	E	C	E	E	E	E	C	E	E	C	E	C	E
	33	C	C	N	E	C	N	N	N	N	E	N	C	C	C	N	N	N	N	N	N	E	N
	34	C	C	E	C	N	N	E	N	N	E	N	E	E	C	N	E	E	N	E	N	E	N
	35	C	C	E	C	N	N	E	N	N	N	N	E	C	N	N	C	N	N	C	N	N	N
	36	E	E	E	E	E	N	N	N	E	E	N	E	E	E	N	E	N	N	N	N	N	N

C: correta; E: errada e N: não sabe

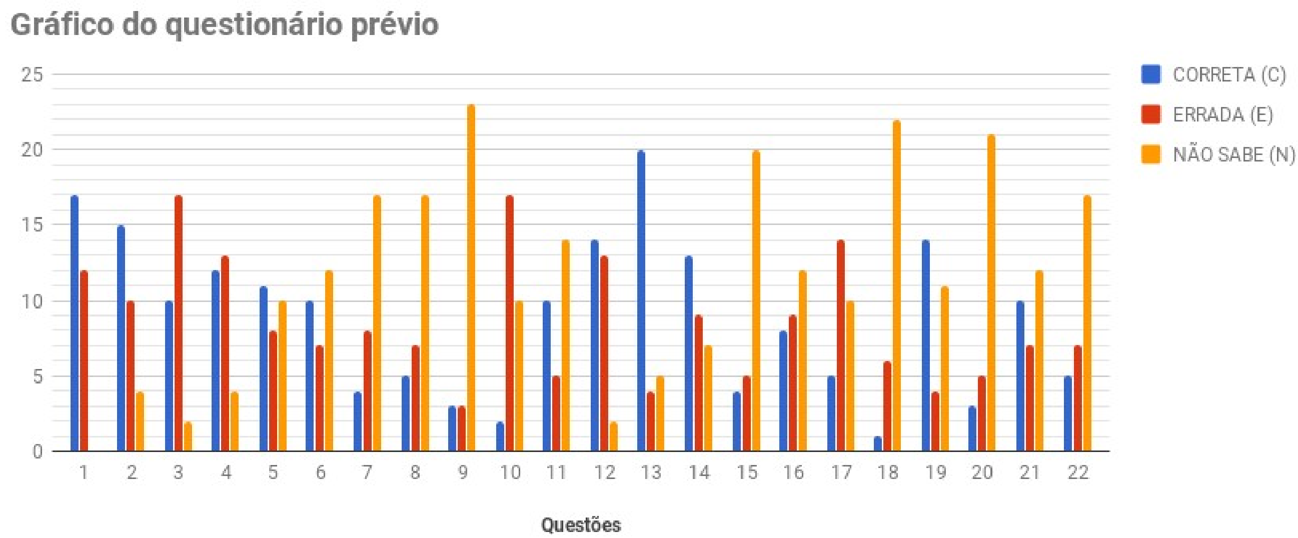
Tabela 05: Quantidade de respostas por categoria e por pergunta (Pré-teste 2017)

QUESTÃO	CORRETA (C)	ERRADA (E)	NÃO SABE (N)
1	17	12	0
2	15	10	4
3	10	17	2
4	12	13	4
5	11	8	10
6	10	7	12
7	4	8	17
8	5	7	17
9	3	3	23
10	2	17	10
11	10	5	14
12	14	13	2
13	20	4	5
14	13	9	7

15	4	5	20
16	8	9	12
17	5	14	10
18	1	6	22
19	14	4	11
20	3	5	21
21	10	7	12
22	5	7	17

Para uma melhor visualização da Tabela 05, estruturamos as respostas em um histograma (Figura 28) As questões estão representadas na abscissa e o número de acertos (C), erros(E) e não sabem (NS) na ordenada.

Figura 28. Histograma com as respostas do Pré-teste: turmas 2017



4.3. DADOS COLETADOS COM O QUESTIONÁRIO (Pós-teste)

No questionário pós-teste não houve a participação de 7 estudantes que participaram do pré-teste. Na Tabela 06 vemos as respostas às questões da turma em 2017.

Tabela 06. Respostas às questões do Pós-teste de uma turma em 2017

		Q U E S T Õ E S																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
A	1	C	C	C	C	C	C	N	N	N	C	E	C	C	C	C	C	C	E	C	N	E	E
L	2	C	C	E	N	E	C	E	C	E	E	E	E	C	N	C	C	E	E	E	E	E	N
U	3	C	C	C	C	E	E	E	E	E	C	C	C	C	C	C	C	C	E	N	C	C	N
N	4	E	N	E	E	E	N	N	N	N	N	C	C	E	C	N	C	C	N	C	N	E	C
O	5	C	C	N	C	N	N	E	N	N	C	N	E	C	E	N	E	N	N	E	N	N	E
S	6	E	E	E	N	N	C	N	E	N	C	N	E	C	C	N	E	N	N	E	N	E	E
	7	C	C	E	N	C	E	N	N	N	C	N	E	C	C	N	E	N	E	E	N	E	E
	8	E	E	E	E	C	N	N	N	N	C	N	N	N	N	C	N	E	C	C	C	C	C
	9	E	C	E	C	N	E	E	N	C	E	E	E	C	C	E	C	E	C	E	C	E	C
	10	C	C	E	E	C	C	E	C	N	C	N	C	C	C	C	C	C	N	C	E	N	E
	11	C	C	E	N	C	C	E	N	N	C	C	C	E	C	N	C	N	N	E	N	E	N
	12	C	C	C	E	N	E	E	E	E	C	E	C	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	13	E	N	C	E	N	N	N	N	N	E	N	C	E	C	N	N	N	N	N	N	N	N
	14	C	C	C	E	E	N	N	N	N	C	N	C	E	C	N	N	N	E	N	N	N	N
	15	C	E	E	N	N	E	E	N	N	E	C	C	C	E	N	E	C	C	E	E	E	N
	16	C	C	C	C	N	N	N	N	N	E	E	C	C	C	N	C	E	N	C	N	C	N
	17	C	C	E	E	C	E	E	C	N	C	N	C	C	C	N	E	C	N	E	E	N	N
	18	C	N	E	E	C	E	N	N	N	N	N	C	E	C	N	C	N	N	C	N	E	N
	19	C	C	C	E	C	E	E	N	N	C	N	C	C	C	N	C	C	N	C	N	E	N
	20	C	E	C	C	C	N	C	C	N	C	N	C	C	C	N	C	C	N	C	N	C	N
	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	22	E	C	E	E	E	C	N	N	N	N	C	C	C	N	C	C	E	E	N	N	N	N
	23	C	E	C	E	C	E	N	E	N	C	C	C	C	C	C	C	E	C	C	N	E	E
	24	C	C	C	C	N	N	C	N	N	N	N	C	E	E	N	C	N	N	N	N	C	N
	25	E	N	N	E	N	N	N	N	N	N	N	E	E	E	N	N	N	N	N	N	N	N
	26	C	C	E	E	C	N	N	N	N	C	N	C	C	N	E	N	C	E	E	C	C	N
	27	C	C	E	C	E	C	E	N	N	E	E	E	C	E	N	C	E	N	C	N	E	E
	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	29	C	C	E	C	C	E	N	N	N	C	E	C	C	C	N	C	C	N	N	N	E	N
	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	32	C	C	E	E	N	N	N	E	N	N	N	N	E	E	E	N	N	E	E	N	E	N
	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	35	C	C	E	N	N	N	N	N	N	N	N	C	C	E	N	N	N	N	C	N	E	E
	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

C: correta; E: errada; N: não sabe

Na Tabela 07 estão as respostas do pós-teste (turma 2017).

Tabela 07: Quantidade de respostas por categoria e por pergunta (Pós-teste 2017)

QUESTÃO	CORRETA (C)	ERRADA (E)	NÃO SABE (N)
1	22	7	0
2	20	5	4
3	10	17	2
4	9	14	6
5	12	6	11
6	7	10	12
7	2	11	16
8	4	5	20
9	1	3	25
10	16	6	7
11	6	7	16
12	20	7	2
13	19	9	1
14	17	8	4
15	7	4	18
16	16	6	7
17	10	8	11
18	16	9	16
19	11	11	7
20	4	5	20
21	6	16	7
22	3	9	17

Para uma melhor visualização da Tabela 07, estruturamos as respostas em um histograma (Figura 29). As questões estão representadas na abscissa e o número de acertos (C), erros(E) e não sabem (NS) na ordenada. A Figura 30 mostra a análise conjunta dos dois gráficos.

Figura 29. Histograma com as respostas do Pós-teste: turmas 2017

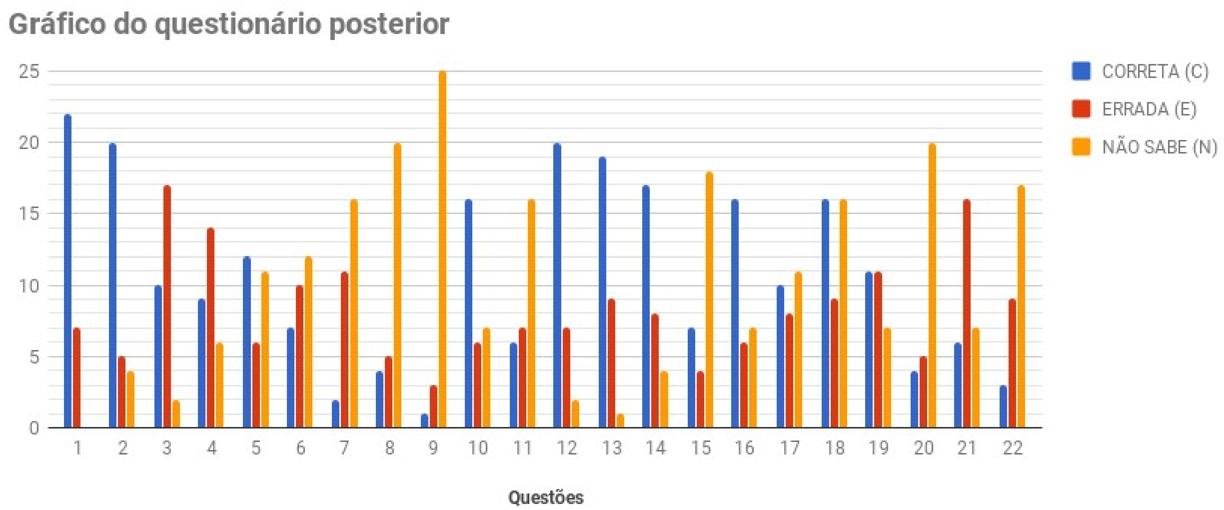
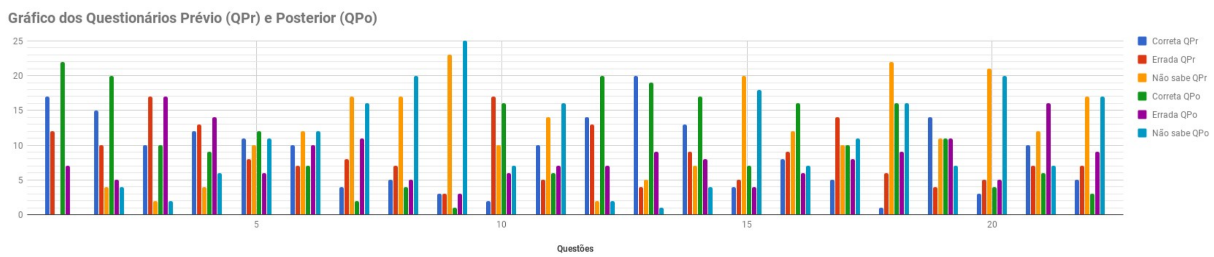


Figura 30: Análise dos dois gráficos em conjunto:



Acerca dos acertos e erros dos questionários prévio e posterior, pudemos verificar que em 11 questões os acertos aumentaram, em outras 10 os acertos diminuíram e em 1 questão houve um empate nos acertos e erros.

Nas questões 10, 16 e 18, os acertos posteriores foram bem evidentes. A primeira trata-se de uma questão sobre como poderíamos estimar o raio da Terra, a segunda versa sobre a distância entre a Terra e a Lua e a última sobre a distância média entre a Terra e o Sol, tópicos fundamentais deste trabalho. Isto mostra que as interferências feitas entre os dois questionários surtiram um bom efeito, mesmo não tendo sido possível aplicar o experimento relativo à distância entre a Terra e o Sol.

O número de acertos nos questionário prévio e posterior foi o mesmo na questão 2, acerca de instrumentos usados para se medir comprimentos.

Dos resultados em que no questionário posterior ficou evidente uma diminuição do número de acertos em relação aos acertos do questionário prévio temos as questões 11 e 21, ambas envolvendo conceitos matemáticos. A primeira, sobre ângulos complementares, suplementares e replementares; a segunda, sobre diâmetro

4.4. APLICAÇÃO DA ATIVIDADE I

Antes de cada grupo iniciar as medidas, além de ter sido exposto o método de Eratóstenes no quadro em aula anterior, foi mostrado também, com um pedaço plano de isopor com dois palitos fincados perpendicularmente à base plana, que, com a base plana exposta ao Sol, e com a configuração em que a sombra de um palito não fosse visível, implicava no desaparecimento também da sombra do outro palito. E, ao se curvar esta base, mantendo-se um dos palitos sem sombra, resultava no aparecimento da sombra do outro palito. Desta forma foi explicado que isso ocorria também com a Terra e que era devido ao fato da mesma ser esférica. E como tal, aplicando isso tudo à bola de isopor, seria possível se calcular o raio da bola de forma indireta usando o método de Eratóstenes.

Cada grupo recebeu uma folha contendo as instruções de forma detalhada (vide anexo), bastando segui-las para realizar a tarefa que era a de calcular o raio de uma bola de isopor utilizando-se do método de Eratóstenes. Para isso, foi necessário fincar dois palitos na bola, perpendicularmente, a uma distância aleatória entre 5 e 13 cm e expô-la ao Sol de maneira que a sombra de um palito ficasse embaixo do mesmo e a sombra do outro palito ficasse completamente visível. Desta forma, mediu-se a distância entre os palitos, a altura do palito gerador da sombra e o comprimento desta. De posse dessas medidas, procedeu-se o cálculo do raio da bola.

Para a verificação da perpendicularidade dos palitos fincados à base plana, foi usado um transferidor de ângulos, o qual se prestou muito bem. Mas, para se verificar a perpendicularidade dos palitos fincado à bola, observou-se muita dificuldade em usar esse instrumento de medida, uma vez que a base não é plana. Então, para essa finalidade o uso do transferidor de ângulos foi abandonado, restando apenas observar uma aproximação da perpendicularidade e consequentes ajustes confiando apenas no olhar.

Para a medida da altura do palito usou-se um pedaço de linha pelo fato de a régua não possuir o início das marcações exatamente na sua extremidade. Comparou-se o pedaço de linha com a altura do palito, marcou-se com a unha e finalmente usou-se a régua para obter-se o valor da medida da altura do palito.

A obtenção da medida da distância entre os palitos foi feita inicialmente com o auxílio de uma régua flexível. Mas, observou-se que seria mais cômodo se fazer o uso da linha novamente. Comparou-se a distância entre os palitos com a linha e obteve-se a sua medida com o uso de uma régua.

A seguir apresentamos imagens (fotos do arquivo pessoal do autor – Figuras 31 a 35) que ilustram a aplicação da Atividade I, assim como os resultados obtidos (Tabela 08).

Figura 31. Material para a realização da Atividade I

Figura 32. Base plana com os palitos (gnômons)

Figura 33. Base plana e a identificação da sombra (igual tamanho)

Figura 34. Bola de isopor representando a Terra e a sombra desigual

Figura 35. Realização da Atividade I em sala de aula (cálculos)

Tabela 08. Valores Encontrados (cm) – Atividade I

GRUPO 1	10,39
GRUPO 2	10,56
GRUPO 3	14,71
GRUPO 4	10,40
GRUPO 5	15,71
GRUPO 6	11,47
GRUPO 7	12,10
GRUPO 8	11,74
MÉDIA ARITMÉTICA	12,14
VALOR MEDIDO DIRETAMENTE USANDO O COMPRIMENTO DA CIRCUNFERÊNCIA	12,57
ERRO PERCENTUAL ENTRE A MÉDIA E O VALOR MEDIDO DIRETAMENTE	~ -3,42%

Foram verificadas grandes variações no valor do raio medido diretamente e usando o comprimento da circunferência. Isto se deve aos erros de medidas e aproximações feitas por cada grupo de alunos. O autor fez algumas intervenções em alguns momentos, mas em outros deixou de fazê-las, propositalmente, para tratar posteriormente dos erros.

Após as correções da atividade, foi apresentada pelo autor a medida direta do raio da esfera de isopor usada no experimento, com uma aproximação razoável e também o cálculo do raio usando para isso a medida do comprimento da maior circunferência da bola de isopor. A média das medidas obtidas pelos grupos do raio da bola, em relação à calculada com o uso do comprimento da circunferência, foi de aproximadamente 3,42% menor, o que foi bastante razoável.

4.4.1. Dificuldades encontradas na aplicação da Atividade I

Como já mencionado (item 3.2), os alunos demonstraram dificuldade em realizar as medidas com precisão, como também com o manejo das medidas durante os cálculos. Alguns não conheciam a relação entre comprimento de um arco, o raio e o ângulo central: $s = r\theta$.

O mesmo ocorreu com os ângulos alternos internos, tangente, arco tangente e uso da calculadora científica. Essas dificuldades precisaram ser minimizadas durante a atividade, pois até então não foi possível identificá-las.

Outra dificuldade para realizar o experimento I foi devido às nuvens que impediram em vários momentos o andamento da atividade. E, em certa vez, um grupo precisou ir para a área externa ao prédio do colégio para aproveitar a incidência solar naquele momento (aproximadamente às 7:20 h), uma vez que o Sol estava baixo e do pátio do colégio não era possível expor a bola à incidência solar.

O experimento I foi concluído em vários dias, devido às condições climáticas e ao número pequeno de aulas (duas) por semana, uma vez que o mesmo foi aplicado durante as aulas de Física.

4.5. APLICAÇÃO DA ATIVIDADE II

A seguir apresentamos imagens (fotos do arquivo pessoal do autor – Figuras 36 a 41) que ilustram a aplicação da Atividade II, assim como os resultados obtidos (Tabela 09).

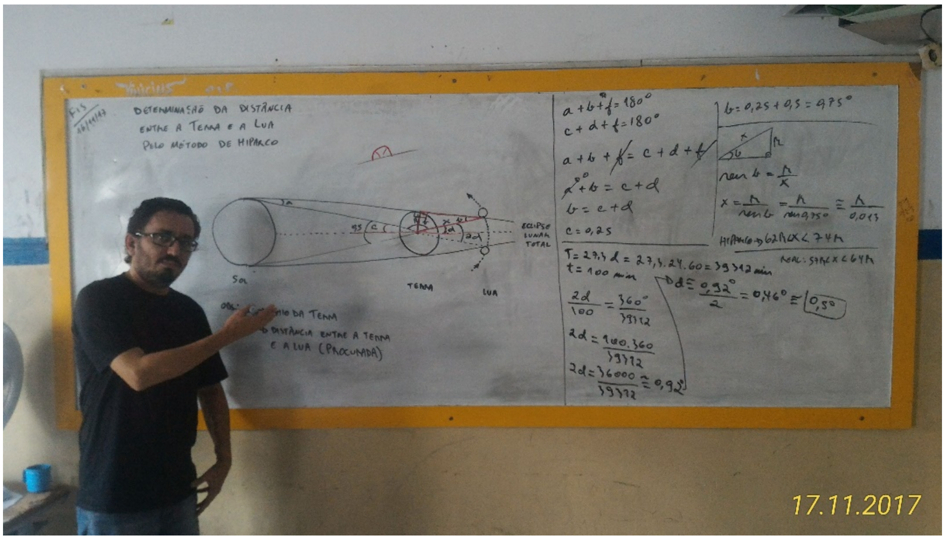


Figura 36. Aula sobre o método de Hiparco

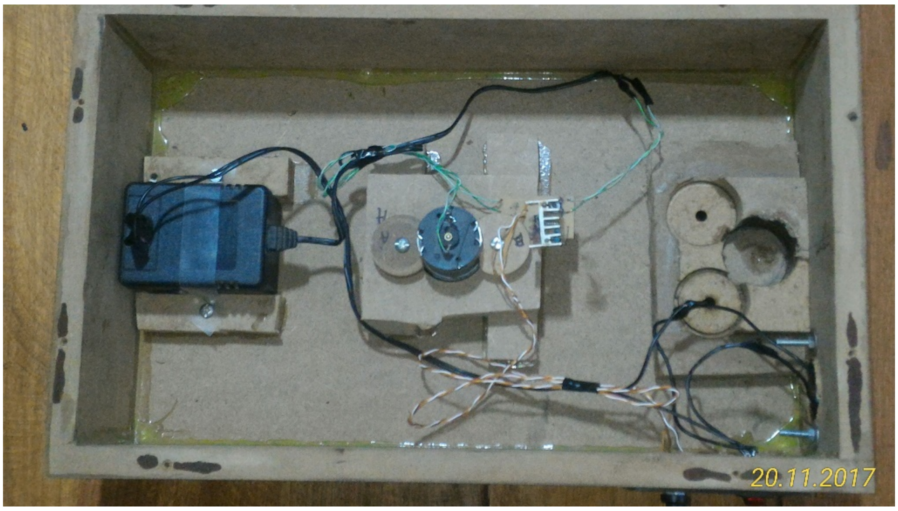


Figura 37. Maquete eletro-mecânica utilizada (parte interna)

Figura 38. Maquete eletro-mecânica pronta para ser utilizada na Atividade II

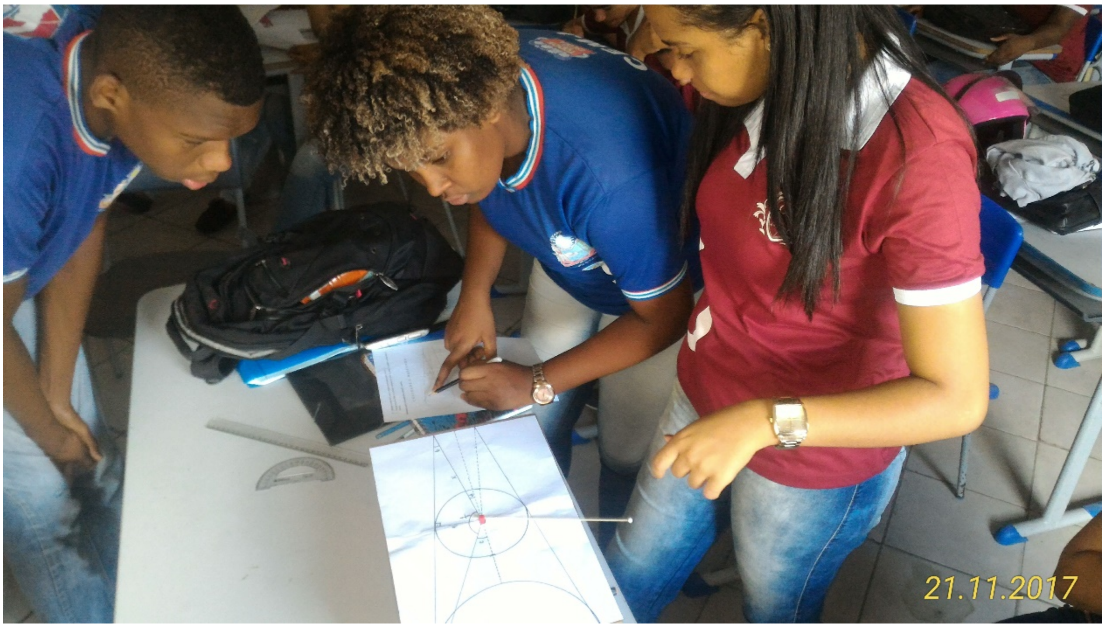


Figura 39. Realização da Atividade II (observação e medidas)

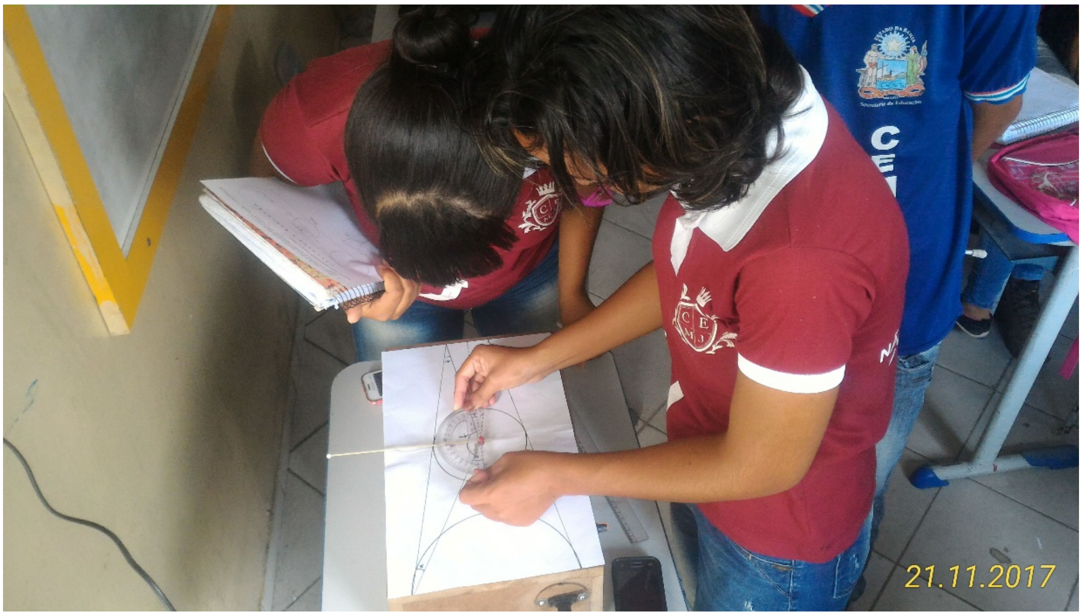


Figura 40. Realização da Atividade II (medida com transferidor)

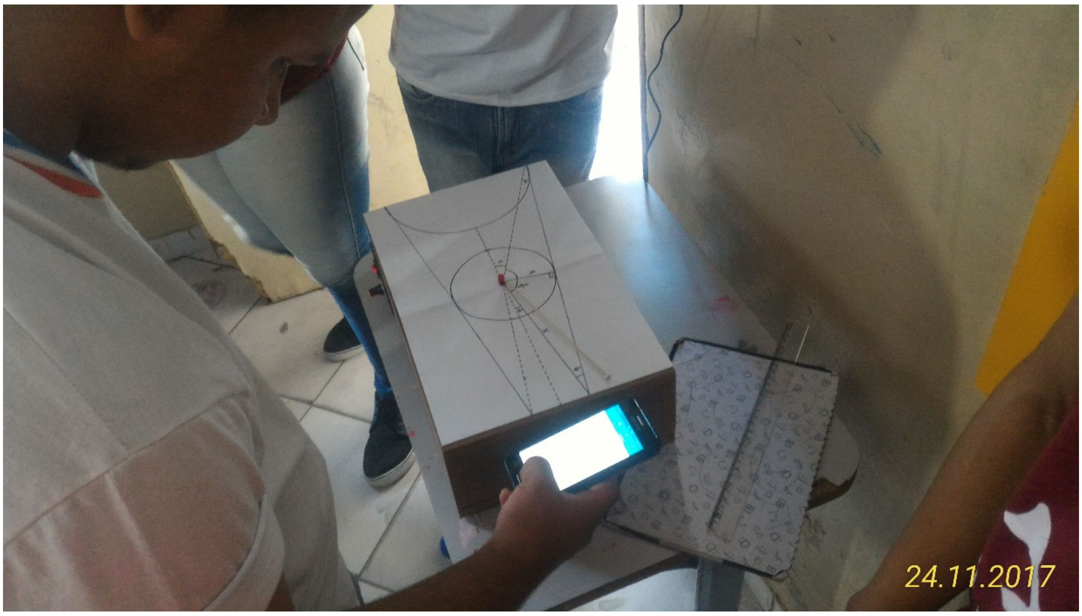


Figura 41. Realização da Atividade II (medida do tempo)

4.5.1. Dificuldades encontradas na aplicação da Atividade II

Durante a obtenção das medidas dos ângulos, do comprimento do raio e da medida dos tempos, alguns alunos mostraram dificuldades na manipulação do cronômetro de aplicativos diversos instalados no *smartphone* e na utilização do transferidor de ângulos. Outros fizeram confusão de como iriam medir um ângulo com a régua e até se mediriam o tempo com o transferidor ou com a régua. Diante disso, o professor precisou fazer interferências adequadas. Um aluno, ao tentar medir o tempo de uma volta completa da pequena esfera, diante de um tempo muito curto devido à alta velocidade de giro, utilizou-se da estratégia de medir o tempo de 10 voltas e depois dividi-lo por 10 para melhorar a precisão. Esse mesmo aluno, para resolver o problema da obtenção do tempo do “eclipse”, resolveu filmar esse evento e pode precisar melhor o seu tempo, eliminando o problema da imprecisão em alta velocidade.

O experimento transcorreu em vários dias pela inerente demora de se obter as medidas e de ser resolver pequenos problemas nessas aquisições. A parte dos cálculos também foi um pouco demorada pela pouca habilidade demonstrada pelos alunos (maioria) também como a interpretação dos passos, o que demandou interferências por parte do professor levando-o a ter que explicar detalhes que era de se esperar que uma turma de 3° ano do Ensino Médio conhecesse muito bem, como a regra de três simples e o seno de um ângulo em um triângulo retângulo.

Tabela 09. Valores Encontrados (cm) – Atividade II

Grupo 1	20,00
Grupo 2	20,69
Grupo 3	19,67
Grupo 4	22,50
Grupo 5	18,75
Grupo 6	16,76
Grupo 7	20,69
Grupo 8	22,22
Grupo 9	19,06
Grupo 10	14,76*
Grupo 11	22,22
MÉDIA ARITMÉTICA (cm)	19,76
VALOR MEDIDO DIRETAMENTE USANDO UMA RÉGUA (cm)	19,30
ERRO PERCENTUAL ENTRE A MÉDIA E O VALOR MEDIDO DIRETAMENTE	+2,40%

* Este resultado foi obtido pelo professor com as medidas feitas pelo grupo.

A média da distância buscada neste experimento ficou aproximadamente 2,40% maior do que a medida obtida diretamente com a régua. Mais uma vez, ficou numa faixa de razoabilidade muito boa.

Foi programada mais uma atividade, entretanto esta não foi possível de ser aplicada em sala de aula. Construímos o roteiro da atividade apresentado no Apêndice 6. Trata-se do cálculo da distância Terra-Sol pelo método de Aristarco.

CAPÍTULO 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

O presente trabalho dissertativo objetiva mostrar aos estudantes do 3º ano do Ensino Médio as relações e conexões existentes entre a Matemática (Geometria e Trigonometria) e Astronomia, no qual permitiu os primeiros cálculos de distâncias no planeta Terra e no Sistema Solar. É importante destacar que a noção de esfericidade da Terra já era compreendida desde o século VI a.C., a exemplo da sombra projetada da Terra na superfície lunar, durante os eclipses. O aspecto circular da projeção sobre a Lua permitiu a conclusão de a Terra ser esférica. Embora tenhamos tecnologias que permitam com bastante facilidade reproduzir tais evidências (computador, celular, etc.), é importante que os estudantes tenham essa percepção investigativa de observar e questionar os fenômenos da natureza. A escola possui esse papel e é preciso aguçar esse espírito crítico nos estudantes, caso contrário, continuaremos a ter um ensino livresco baseado no ato de decorar.

Como contribuição a esse importante questionamento, desenvolvemos como Produto Educacional associado a esta Dissertação de Mestrado, um conjunto de atividades de baixo custo que permitem abordar as inquietudes do ser humano em questionar e buscar resposta para diversas questões. A determinação do raio da Terra, a compreensão das fases da Lua, da geometria dos eclipses e da medida da distância Terra à Lua, elaboradas séculos antes de Cristo, são partes deste esforço que continuamente realizamos em sala de aula para motivar e resgatar o valor da Matemática e da ciência aos estudantes, abordando aspectos científicos dentro de um contexto interdisciplinar, muitas vezes ignorado.

Nesse sentido, ficou bastante evidente a deficiência, por parte dos alunos do 3° ano do ensino Médio, no uso de instrumentos de medida como o transferidor de ângulos, régua e cronômetro. Mesma evidência foi notada no traquejo matemático envolvendo regra de três simples, trigonometria no triângulo retângulo, funções trigonométricas inversas, radianos, graus, raio, comprimento de arco, ângulo central, ângulos alternos internos, comprimento de uma circunferência, regra de aproximação e no uso de calculadora científica. Essas observações podem servir como um parâmetro de alerta para professores de matemática nesse nível de ensino.

Finalmente, temos a perspectiva de dar continuidade a esta pesquisa acadêmica, aprimorando as atividades e os testes realizados, além de elaborar um artigo para ser publicado em revista científica educacional com os experimentos realizados e os resultados obtidos. Outra atividade programada é a criação de um minicurso, envolvendo o produto educacional deste trabalho (manual), podendo este ser ministrado, por exemplo, nos CBA (Curso Básico de Astronomia) promovidos anualmente pelo CAAFS (Clube de Astronomia Amadora de Feira de Santana) no Observatório Astronômico Antares e também nas Semanas de Física e Matemática da UEFS.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, Rui Jorge. Distância em astronomia. "**Distância em astronomia**". Lisboa, Portugal: Dptº de Física da Faculdade de Ciências de Universidade de Lisboa. (http://mail01.oal.ul.pt/~ruiag/distancia.html), consultado em setembro/2017.

ÁVILA, Geraldo. "**A geometria e as distâncias astronômicas na Grécia Antiga**". *In:* ÁVILA, Geraldo *et. al.*. Explorando o ensino da matemática, V. II. S/l, pp. 39-46, 2004.

BOCZKO, Roberto. **Conceitos de astronomia**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1984.

BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Cad. Brás. Ens. Fís., v. 19, n.3: p.291-313, 2002.

BOYER, Carl, **MERZBACH**, Uta. **História da matemática**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 2012.

BUENO, R. e **KOVALICZN**, R., **O Ensino de Ciências e as Dificuldades das Atividades Experimentais**.
(http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/23-4.pdf), consultado em setembro/2017.

GASPAR, A. e **MONTEIRO**, I.C.C., **Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: Uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky** em "Investigações em Ensino de Ciências", vol. 10(2), PP. 227-254, (http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID130/v10_n2_a2005.pdf), 2005.

GONÇALVES, Fátima Isabel Rodrigues, MAGALHÃES, Liliana Manuela Alves, PEREIRA, Susana Cristina Ribeiro. "**Astronomia no ensino da matemática**". *In:* Matemática na astronomia. Braga, Portugal: Universidade do Minho - Dptº de Matemática, 2007.

KOVALICZN, R. A. **O professor de Ciências e de Biologia frente as parasitoses comuns em escolares** (Dissertação). Mestrado em Educação. UEPG, 1999.

MARANDINO, M. A **Prática de Ensino nas Licenciaturas e a Pesquisa em Ensino de Ciências.**Cad.Bras.Ens.Fís.,v.20, n.2: p.168-193, 2003.

MILONE, André de Castro *et. al*.. "**A astronomia no dia-a-dia**". *In:* MILONE, André de Castro. Introdução à astronomia e astrofísica. São José dos Campos: INPE, 2003.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza, **SARAIVA**, Maria de Fátima. **Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2013.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza, **SARAIVA**, Maria de Fátima, MÜLLER, Alexei Machado. "**Aula 11: distâncias astronômicas**"(http://www.if.ufrgs.br/~fatima/fis2010/Aula11-132.pdf), consultado em setembro/2017.

PEIXOTO, Denis Eduardo, RAMOS, Eugenio Maria de França. "**Formação do professor de física para o ensino de astronomia: algumas possibilidades e reflexões**". *In:* I simpósio nacional de educação em astronomia. Rio de Janeiro, 2011.

APÊNDICE 1. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

PARA O(A) ALUNO(A):

Você aluno(a) está sendo convidado(a) a participar, **como voluntário(a)**, de uma atividade de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Astronomia, Mestrado Profissional, da Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS.

O título da Pesquisa é "REPRODUÇÃO DE EXPERIMENTOS LIGADOS ÀS DISTÂNCIAS EM ASTRONOMIA ABORDANDO A INTERDISCIPLINARIDADE COM A MATEMÁTICA E A GEOMETRIA**"** e tem como objetivo produzir o trabalho de conclusão de curso do mestrando/pesquisador **Gleidson Andrade de Amorim**.

Os resultados desta pesquisa e imagem do(a) aluno(a), poderão ser publicados e/ou apresentados em encontros e congressos sobre Ensino e Astronomia. As informações obtidas por meio dos relatos (anotações, questionários ou entrevistas) serão confidenciais e asseguramos sigilo sobre sua identidade. Os dados serão publicados de forma que **não** seja possível a sua identificação.

É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento, bem como a participação nas atividades da pesquisa. Em caso de dúvida **sobre a pesquisa** você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável.

PARA OS PAIS OU RESPONSÁVEIS:

Após ler com atenção este documento e ser esclarecido(a) de quaisquer dúvidas, caso aceite a participação do menor na pesquisa preencha o parágrafo abaixo e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável.

Eu, ____, responsável pelo(a) aluno(a) ____, nascido(a) em ____/_____/______, autorizo a participação do(a) aluno(a) na pesquisa, e permito gratuitamente, à **Gleidson Andrade de Amorim**, responsável pela pesquisa, o uso imagem do(a) referido(a) aluno(a), em trabalhos acadêmicos e científicos, bem como autorizo o uso ético da publicação dos relatos provenientes deste trabalho. Declaro que recebi uma cópia do presente Termo de Consentimento. Por ser verdade, dato e assino em duas vias de igual teor.

______ de ___________________ de 2016(7)

____

Assinatura do responsável pelo(a) aluno(a)

Contatos: Orientadora Responsável: **ProfªDrª Vera Aparecida Fernandes Martin**.
E-mails: vmartin@uefs.br, gleyddson@hotmail.com.
Endereço: Av. Transnordestina, S/N. Bairro Novo Horizonte. CEP: 44036-900. Feira de Santana Bahia. **Telefone:** (75) 31618289.
Assinaturas: _________________(Orientadora: **ProfªDrª Vera Aparecida Fernandes Martin**).

__________________(Mestrando: **Gleidson Andrade de Amorim**).

APÊNDICE 2. QUESTIONÁRIO (PRÉ E PÓS-TESTE)[10]

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
OBSERVATÓRIO ASTRONÔMICO ANTARES
MESTRADO PROFISSIONAL EM ASTRONOMIA
MESTRANDO: Gleidson Andrade de Amorim
ORIENTADORA: ProfªDrª Vera Aparecida Fernandes Martin

QUESTIONÁRIO[11]

1- O Sol gira ao redor da Terra, ou é a Terra quem gira ao redor do Sol?

a) O Sol gira ao redor da Terra, pois ele nasce no lado Leste e se põe no lado Oeste.
b) A Terra gira ao redor do Sol, como todos os outros planetas do Sistema Solar.
c) O Sol gira ao redor da Terra, ao contrário dos outros planetas que giram ao redor do Sol.
d) A Terra gira ao redor do Sol e os outros planetas do Sistema Solar giram ao redor da Terra.
e) Não sei.

2- Se você acha que é a Terra quem gira ao redor do Sol, como explicaria o fato de vermos, quase todos os dias, o Sol nascendo no lado Leste, se deslocando no céu e se pondo no lado Oeste?

a) A Terra não gira ao redor do Sol.
b) A translação é a responsável por este movimento.
c) Isto se deve ao movimento de rotação da Terra sobre seu próprio eixo.
d) Este movimento só ocorre no hemisfério Sul, e é devido à rotação e à translação.
e) Não sei.

3- Quais os recursos que usamos comumente para medirmos comprimentos ou distâncias?

a) Fita métrica, velocímetro, cronômetro e trena.
b) Escala, régua, balança e termômetro.
c) Trena, régua, fita métrica e barômetro.
d) Régua, trena, fita métrica e escala.
e) Não sei.

[10] As respostas estão destacadas

[11] Considerar as distâncias utilizadas como aproximadas

4- Para você, a Terra é esférica?

a) A Terra é perfeitamente esférica.
b) Não, pois tem a forma oval.
c) Não, pois é muito achatada nos pólos.
d) A Terra é aproximadamente esférica.
e) Não sei.

5- Como podemos ter a certeza da "esfericidade" da Terra?

a) Observando eclipses lunares ou barcos surgindo ou sumindo no horizonte, por exemplo.
b) Observando eclipses solares e fases da Lua.
c) Utilizando telescópios e sombras no solo.
d) A Terra não é perfeitamente nem aproximadamente esférica.
e) Não sei.

6- O que são ângulos alternos internos?

a) São o mesmo que ângulos opostos pelo vértice.
b) São ângulos que estão entre duas retas paralelas cortadas por outra reta, e em lados opostos desta reta.
c) São ângulos externos de um triângulo qualquer.
d) São os ângulos internos de um triângulo retângulo.
e) Não sei.

7- Qual é a lei matemática que nos fornece o comprimento de uma circunferência C, dado o seu raio r?

a) $\boldsymbol{C = 2\pi r}$
b) $C = \frac{2\pi}{r}$
c) $C = 2\pi^2$
d) $C = \pi r^2$
e) Não sei.

8- Qual é a distância adotada da superfície da Terra ao centro desta?

a) 10.000 km.
b) 1.200 km.
c) 6.370 km.
d) 333 km.
e) Não sei.

9- Qual é o comprimento aproximado da linha do equador terrestre?

a) 6.250 km.
b) 40.000 km.
c) 12.500 km.
d) 150.000 km
e) Não sei.

10- Como seria possível estimar facilmente o comprimento do raio da Terra?

a) Utilizando a sombra de duas varetas perpendiculares ao solo, de maneira bem específica.
b) Perfurando a Terra até o seu centro e medindo a profundidade do buraco.
c) Medindo o comprimento da linha do equador terrestre e usando a fórmula do comprimento da circunferência.
d) Fazendo observações noturnas.
e) Não sei.

11- O que são ângulos complementares, suplementares e replementares, respectivamente?

a) São todos ângulos opostos pelo vértice.
b) Ângulos retos; ângulos opostos pelo vértice;
c) Ângulos internos dos triângulos equilátero, isósceles e escaleno.
d) Dois ângulos cuja soma é igual a 90º; dois ângulos cuja soma é igual a 180º; dois ângulos cuja soma seja 360º.
e) Não sei.

12- Quais são as fases da Lua? E por que a Lua se apresenta em fases no decorrer do mês?

a) Crescente, Decrescente, Minguante e Cheia. Isso é devido às estações do ano.
b) Cheia, Escura, Minguante e Nova. Isso é devido à rotação da Terra.
c) Nova, Crescente, Cheia e Minguante. Isso é devido à posição relativa do observador na Terra, do Sol e da Lua.
d) Total, Parcial, Minguante e Nova. Isso é devido ao movimento que a Terra faz ao redor do Sol.
e) Não sei.

13- O que é um eclipse?

a) É quando o Sol se “apaga”.
b) É quando um corpo celeste é ocultado por outro corpo celeste.
c) É quando a Lua deixa de ser vista.
d) É quando o Sol e a Lua deixam de ser vistos de dia.
e) Não sei.

14- Quais são os tipos de eclipses mais fáceis de serem observados da Terra?

a) Estelares e Solares.
b) Terrestres e Solares.
c) Lunares e Terrestres.
d) Lunares e Solares.
e) Não sei.

15- Qual é a distância, tabelada, entre a Terra e a Lua?

a) 384.000 km.
b) 555 km.
c) 10.352 km.
d) 1.000.000 km.
e) Não sei.

16- Como poderíamos medir a distância entre a Terra e a Lua?

a) Utilizando foguetes.
b) Usando telescópios.
c) Observando um eclipse lunar total e fazendo algumas observações e cálculos simples.
d) Fazendo uso de observações ao por do Sol.
e) Não sei.

17- Se você estiver à margem de um rio, largo e profundo o suficiente para que você não possa usar uma corda ou algo similar para medir a sua largura, e que também não disponha de algum veículo para lhe auxiliar nesta medida, como poderia determiná-la, a partir do ponto em que você está?

a) Usaria dois pontos fixos de um lado do lago, juntamente com um ponto fixo situado do outro lado do lago e trigonometria no triângulo retângulo.
b) Atravessando o lago a nado e medindo o tempo da travessia.
c) Gritaria para alguém que estivesse na outra margem e calcularia o tempo que o som levaria para chegar à outra pessoa. Com isso, calcularia a distância envolvida.
d) Jogaria uma pedra com bastante força para a outra margem e mediria o tempo até a pedra atingir a outra margem. Com o tempo de viagem da pedra, calcularia a distância entre as margens.
e) Não sei.

18- Qual é a distância, aproximada, entre a Terra e o Sol?

a) 1.000.000 km.
b) 350.000.000 km.
c) 150.000.000 km.
d) 200.000.000 km.

e) Não sei.

19- Como poderíamos medir a distância entre a Terra e o Sol?

a) Enviando uma nave espacial direto para o Sol.
b) Medindo o tempo entre o nascer e o por do Sol.
c) Usando um laser de grande potência e apontando-o para o Sol.
d) Fazendo observações durante o Quarto Crescente ou durante o Quarto Minguante, juntamente com a distância entre a Terra e a Lua e trigonometria no triângulo retângulo.
e) Não sei.

20- O que é a Unidade Astronômica e o Parsec?

a) São unidades de distância.
b) São unidades de velocidade.
c) São unidades de tempo.
d) São unidades de aceleração.
e) Não sei.

21- O que é diâmetro?

a) É a mesma coisa que aresta.
b) É três vezes o comprimento do raio.
c) É o raio multiplicado pela circunferência.
d) É duas vezes o comprimento do raio.
e) Não sei.

22- Como poderíamos calcular facilmente o diâmetro do Sol?

a) Com uma câmera fotográfica analógica, apontando para o Sol e registrando uma fotografia.
b) Com uma câmara escura e alguns conhecimentos de geometria envolvendo óptica.
c) Com uma luneta e conhecimentos astronômicos envolvendo a distância entre a Terra e o Sol.
d) Medindo sua circunferência obtida diretamente com um potente telescópio.
e) Não sei.

APÊNDICE 3. ROTEIRO PARA A ATIVIDADE I (aluno)

COLÉGIO ESTADUAL MENINO JESUS DE PRAGA
DISCIPLINA: Física **SÉRIE:** 3º Ano **TURMA:** A **TURNO:** Matutino
PROFESSOR: Gleidson Andrade de Amorim **DATA:** /03/16
ALUNOS(AS): **NOTA:**

ATIVIDADE I

Cálculo do raio de uma bola de isopor usando o método de Eratóstenes.

Material fornecido à turma pelo professor:

- 1 bola de isopor grande
- 2 palitos de dente
- 1 pedaço grande de isopor plano

Material que cada grupo deve ter disponível:

- 1 régua de 30cm (de preferência flexível, ou fita métrica)
- 1 esquadro pequeno
- 1 calculadora científica
- Caneta
- Lápis
- Borracha

Passos que devem ser seguidos por cada grupo:

1. Fincar dois palitos de dente na bola de isopor em um meridiano qualquer, afastados entre 3 a 13 cm.
2. Ajustar os palitos de dente com o auxílio do transferidor de ângulos para que os palitos fiquem aproximadamente perpendiculares, ou seja, formem 90º com o local onde foram fincados.
3. Expor a bola de isopor ao Sol, de maneira que a sombra de um dos palitos não fique visível.
4. Medir e anotar o comprimento da sombra do outro palito (x).
5. Medir e anotar a altura do palito no qual se mediu sua sombra (h).
6. Medir e anotar a distância entre os palitos (s).
7. Calcular a tangente do ângulo ▯ entre a sombra e a ponta de cima do palito. Para isto, usar a fórmula da tangente, onde: $tg\ \theta = \frac{x}{h}$
8. Verificar se a calculadora científica foi configurada para exibir os ângulos em radianos.
9. Calcular, usando a calculadora científica, o ângulo ▯. Usar a fórmula do arco tangente, onde: $\theta = arc\ tg\ \frac{x}{h}$.
10. **Calcular o raio da bola**, usando a fórmula que relaciona o comprimento de um arco (s), o raio da circunferência (r) e ângulo central (θ): $s = r\theta$. Logo, $r = \frac{s}{\theta}$.
11. Entregar esta atividade ao professor (assinada por todos do grupo) e aguardar a continuidade da atividade.

Cálculo do Raio da bola:

APÊNDICE 4. ROTEIRO PARA A ATIVIDADE I (professor)

ATIVIDADE I

Cálculo do raio de uma bola de isopor usando o método de Eratóstenes.

Público: turmas do Ensino Médio (3º ano)

Material

- 1 régua de 30cm (de preferência flexível, ou usar fita métrica)
- 1 esquadro pequeno
- 1 calculadora científica
- 1 bola de isopor grande
- 2 palitos de dente
- 1 pedaço grande de isopor plano
- 1 caneta de ponta porosa vermelha de 2mm
- 1 caneta de ponta porosa azul de 2mm
- 1 caneta de ponta porosa preta de 2mm

Passos

1. Explanar para a turma o cálculo da estimativa do raio da Terra feito por Eratóstenes, no séc. III a.C., esboçando e discutindo o método e os cálculos empregados;
2. Formar grupos de 5 alunos;
3. Fincar dois palitos de dente na placa de isopor de forma que fiquem bem afastados;
4. Ajustar os palitos com o auxílio do esquadro para que fiquem perpendiculares à placa de isopor;
5. Levar a placa preparada ao sol, com os alunos, e explicar que se a Terra fosse plana (como a placa), ao se mover a placa, de forma que o lado em que estão fincados os palitos fique exposto ao sol, de maneira que um dos palitos fique paralelo à incidência dos raios solares, Eratóstenes obteria um resultado semelhante, ou seja, o gnômon em Siena, no momento em que em Alexandria fosse possível ver o reflexo do Sol no fundo de um poço, não teria sombra visível. Evidenciar isso mostrando que o outro palito, no nosso experimento, também fica sem sombra;
6. Voltar para a sala de aula e desenhar uma linha, em vermelho, na junção das partes que formam a bola de isopor, simulando a linha do Equador. Logo após, fazendo medidas adequadas, determinar e marcar na bola de isopor, em preto, onde se localizariam os pólos Sul e Norte terrestres. Finalmente, riscar com a caneta azul um ou mais meridianos na bola de isopor;
7. **Solicitar** que cada grupo, um de cada vez, finque os dois palitos perpendicularmente em um meridiano, não muito distantes um do outro e, exponha a bola de isopor ao sol de forma que a bola fique com o eixo que liga seus polos, aproximadamente alinhado com o eixo Norte/Sul terrestre. Depois ajustar a bola de isopor de maneira que um dos palitos não fique com a sua sombra visível. Nesse momento, medir e anotar o comprimento da sombra do palito e também a distância entre os palitos.

APÊNDICE 5. ROTEIRO PARA A ATIVIDADE II

COLÉGIO ESTADUAL MENINO JESUS DE PRAGA

DISCIPLINA: Física **SÉRIE:** 3º Ano **TURMA:** U **TURNO:** Matutino

PROFESSOR: Gleidson Andrade de Amorim **DATA:** 21/11/17

ALUNOS(AS): ....NOTA.......

ATIVIDADE II

Cálculo da distância entre uma circunferência e uma esfera usando o método de Hiparco.

Material fornecido à turma pelo professor:

- Simulador eletro-mecânico de eclipse lunar
- 1 transferidor de ângulos
- 1 régua
- 1 smartphone com um aplicativo de cronômetro e calculadora científica

Material que cada grupo deve ter disponível:

- Caneta
- Lápis
- Borracha

Passos que devem ser seguidos por cada grupo:

1. Medir e anotar as medidas dos ângulos a e c.
2. Medir e anotar o comprimento do raio R da circunferência central.
3. Medir e anotar o tempo T de uma volta completa da esfera ao redor da circunferência central (obviamente, com o simulador ligado e com uma velocidade pré-definida pelo professor).
4. Medir e anotar o tempo t que a esfera entra na parte referente ao cone de sombra até estar completamente fora dela (com a mesma velocidade do passo anterior, ou seja, sem mexer no potenciômetro).
5. Utilizar o verso desta folha com o desenho das informações geométricas para compreender o raciocínio dos passos seguintes, para rascunho e cálculos. Transcrever todos os ângulos do simulador para a figura. Utilizar o desenho do triângulo retângulo para visualizar a aplicação da função seno.
6. Determinar o valor da medida do ângulo d, utilizando a regra de três simples, lembrando de que uma volta é equivalente a 360^{o}:

$$\frac{360^{o}}{T} = \frac{2d}{t}$$

7. Como a, b e f são os ângulos internos de um triângulo, a soma de suas medidas é igual a 180 graus. Desta forma, $a + b + f = 180°$. Como um ângulo que parte de uma reta, centrado em um ponto C, e que chega à mesma reta do outro lado é um ângulo de meia volta, este ângulo é de 180 graus. Logo, consultando o desenho da atividade, verificamos que $c + d + f = 180°$. Assim sendo, podemos fazer o seguinte:

$$a + b + f = c + d + f$$

$$a + b = c + d$$

$$b = c + d - a$$

8. **Calcular o valor de D**, que é a distância procurada, usando: $sen\ b = \frac{R}{D}$.
9. Entregar esta atividade ao professor (assinada por todos do grupo) e aguardar a continuidade da mesma.

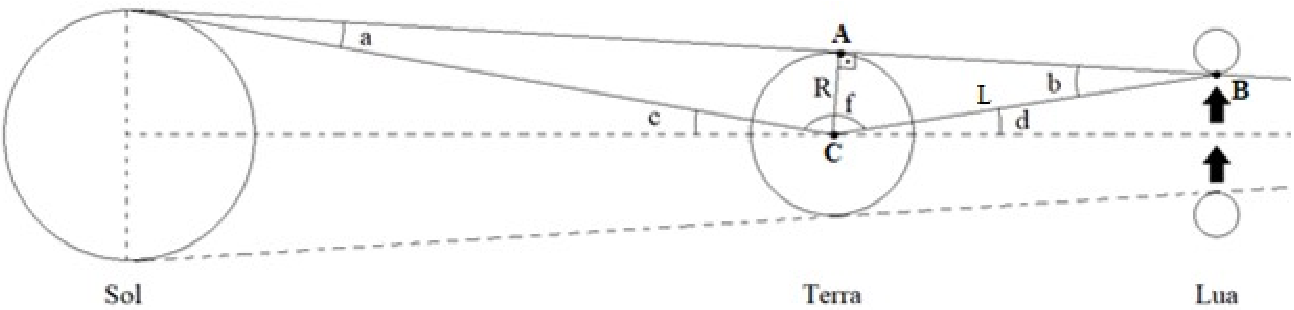


Ilustração fora de escala referente á medida da distância Terra-Lua - Esquema usado por Hiparco

C Á L C U L O S   E   R A S C U N H O

APÊNDICE 6. ROTEIRO PARA A ATIVIDADE III

ATIVIDADE III - DISTÂNCIA TERRA-SOL

(Cálculo da distância usando método de Aristarco)

Material fornecido à turma pelo professor:

- 1 transferidor de ângulos
- 1 régua

Material que cada grupo deve ter disponível:

- Caneta
- Lápis
- Borracha

Passos que devem ser seguidos por cada grupo:

- Para o cálculo da distância Terra-sol, usamos a trigonometria no triângulo retângulo, uma vez conhecida a distância da Terra à Lua: quando a Lua estiver na fase minguante ou crescente, a Terra, a Lua e o Sol formam um triângulo retângulo, com o ângulo reto na Lua. Basta, então, medir o ângulo cujo vértice se encontra na Terra e, usando trigonometria, conheço a distância à nossa estrela (S).

$$S = L.\cos\alpha$$

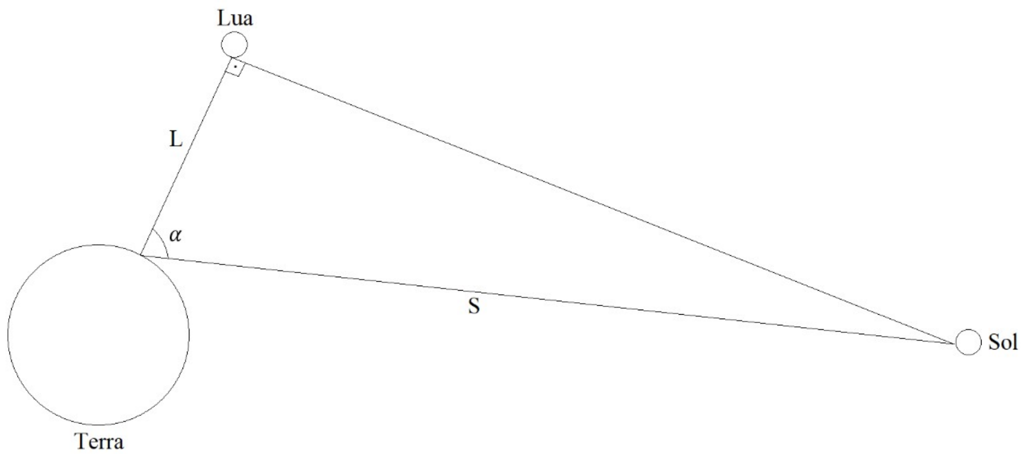


Ilustração fora de escala referente á medida da distância Terra-Sol. Esquema usado por Aristarco.

C Á L C U L O S E R A S C U N H O

ANEXO 1. ESPECIFICAÇÕES DO TRANSISTOR TIP 32

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR™

TIP32 Series(TIP32/32A/32B/32C)

Medium Power Linear Switching Applications

- Complement to TIP31/31A/31B/31C

TO-220

1.Base 2.Collector 3.Emitter

PNP Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings T_C=25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage : TIP32 : TIP32A : TIP32B : TIP32C	- 40 - 60 - 80 - 100	V V V V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage : TIP32 : TIP32A : TIP32B : TIP32C	- 40 - 60 - 80 -100	V V V V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	- 5	V
I_C	Collector Current (DC)	- 3	A
I_{CP}	Collector Current (Pulse)	- 5	A
I_B	Base Current	- 3	A
P_C	Collector Dissipation (T_C=25°C)	40	W
P_C	Collector Dissipation (T_a=25°C)	2	W
T_J	Junction Temperature	150	°C
T_{STG}	Storage Temperature	- 65 ~ 150	°C

Electrical Characteristics T_C=25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Max.	Units
V_{CEO}(sus)	* Collector-Emitter Sustaining Voltage : TIP32 : TIP32A : TIP32B : TIP32C	I_C = - 30mA, I_B = 0	-40 -60 -80 -100		V V V V
I_{CEO}	Collector Cut-off Current : TIP32/32A : TIP32B/32C	V_{CE} = - 30V, I_B = 0 V_{CE} = - 60V, I_B = 0		- 0.3 - 0.3	mA mA
I_{CES}	Collector Cut-off Current : TIP32 : TIP32A : TIP32B : TIP32C	V_{CE} = - 40V, V_{EB} = 0 V_{CE} = - 60V, V_{EB} = 0 V_{CE} = - 80V, V_{EB} = 0 V_{CE} = - 100V, V_{CE} = 0		- 200 - 200 - 200 - 200	µA µA µA µA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current	V_{EB} = - 5V, I_C = 0		- 1	mA
h_{FE}	* DC Current Gain	V_{CE} = - 4V, I_C = - 1A V_{CE} = - 4V, I_C = - 3A	25 10	 50	
V_{CE}(sat)	* Collector-Emitter Saturation Voltage	I_C = - 3A, I_B = - 375mA		- 1.2	V
V_{BE}(sat)	* Base-Emitter Saturation Voltage	V_{CE} = - 4V, I_C = - 3A		- 1.8	V
f_T	Current Gain Bandwidth Product	V_{CE} = - 10V, I_C = - 500mA	3.0		MHz

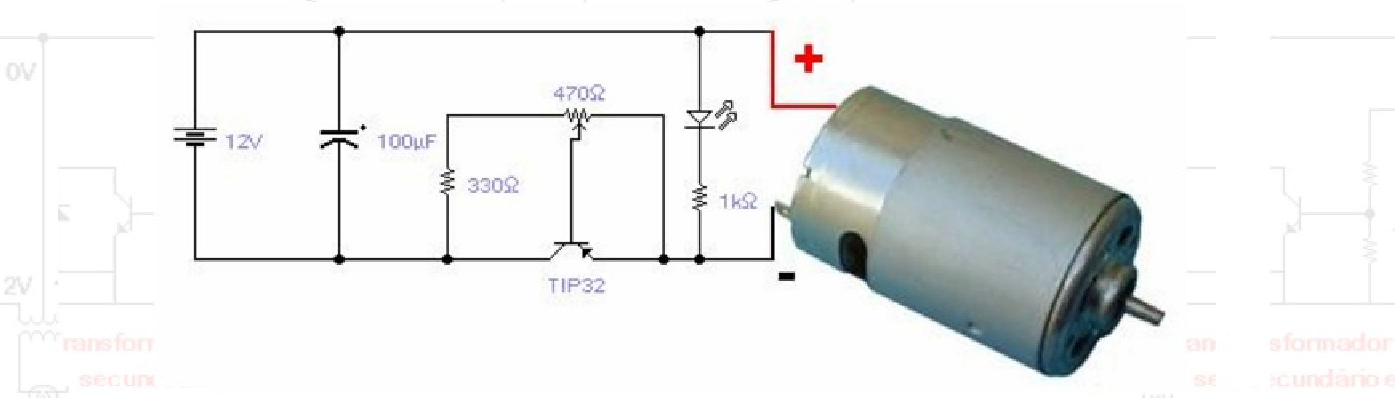
* Pulse Test: PW≤300µs, Duty Cycle≤2%

ANEXO 2.ESQUEMA DO CIRCUITO ELÉTRICO

Controle de velocidade para motores DC a 12 volts

Este pequeno circuito de controle de velocidade para motores dc a 12 volts pode ser adaptado em pequenos painéis de instrumentos, electrodomésticos, ou até nos seus próprios circuitos electrónicos. Basta apenas usar a vossa imaginação. A intenção deste circuito é de regular a velocidade de pequenos motores eléctricos como por exemplo uma mini drill para furar placas de circuito impresso mas pode também servir para controlar o brilho de pequenas lâmpadas ou pequenos elementos de aquecimento até 1A de corrente. O transístor TIP32 deve ser dotado de um dissipador de calor. O condensador C1 deve ter uma tensão de trabalho de pelo menos 16 volts, o potenciómetro P1 é comum linear e o seu valor pode ficar entre 470 ohm a 1k sem problemas. A resistência R1 deve ser de 1/2 watt e o conjunto pode ser alojado numa pequena caixa plástica.

Vejam aqui em pormenor o diagrama completo do circuito



Lista de componentes:

1 fonte de $12v$ x $1{,}5A$

1 capacitor eletrolítico de $100\mu F$ x $16v$

1 resistor de 330Ω x 1/2W

1 resistor de $1k\Omega$ x 1/8W

1 potenciômetro linear de 470Ω a $1k\Omega$

1 transistor TIP 32 com dissipador de calor

1 LED vermelho redondo de $10mm$