

Vitruvian Cogitationes - RVC

O DIÂMETRO DA LUA A PARTIR DO DIÂMETRO DA TERRA - DE ERASTÓTENES A ARISTARCO DE SAMOS

EL DIÁMETRO DE LA LUNA DEL DIÁMETRO DE LA TIERRA - DESDE ERASTOTENES HASTA ARISTARCA DE SAMOS

THE DIAMETER OF THE MOON FROM THE DIAMETER OF THE EARTH - FROM ERASTOTHENES TO ARISTARCH OF SAMOS

Yudi Cirilo Harano

Colégio Anglo Maringá - NUPINA, yudicharano@gmail.com

Gabriel Augusto Pereira

Colégio Anglo Maringá - NUPINA, gabriel.galup@gmail.com

Anna Julia Carnelossi Carvalho

Colégio Anglo Maringá - NUPINA, ajcanlossi071006@gmail.com

Pedro Augusto de Barros Marinho

Colégio Anglo Maringá - NUPINA, nupinanasredessociais@gmail.com

Vinicius Daihan Kim

Colégio Anglo Maringá - NUPINA, nupinanasredessociais@gmail.com

Giovanna Costa de Oliveira

Colégio Anglo Maringá - NUPINA, nupinanasredessociais@gmail.com

Julia Laham

Colégio Anglo Maringá - NUPINA, nupinanasredessociais@gmail.com

Claudio Ichiba

Colégio Anglo Maringá - NUPINA (orientador), claudio.ichiba@gmail.com

Resumo: Numa época em que a desinformação é abundante aos nossos sentidos, via meio digital, sempre ressurgem questionamentos baseados em evidências frágeis que não se sustentam como o terraplanismo. Todavia, respostas contundentes podem ser resgatadas pela ciência em especial a Física e a Astronomia, originadas desde uma época em que a razão passou a fazer parte da cultura humana. Essa resposta pode surgir dos trabalhos de Eratóstenes e Aristarco de Samos, personagens icônicos da ciência da antiguidade, no cálculo da circunferência terrestre, seu diâmetro e do diâmetro lunar. É isso o que pretendemos mostrar,

o trabalho de um (Eratóstenes) servirá de base para o trabalho do outro (Aristarco). Mesmo tendo passado milênios, os resultados, mas principalmente a técnica que eles desenvolveram continua válido.

Palavras-chave: Terra plana. Eratóstenes de Cirene. Aristarco de Samos.

Resumen: *En un momento en que la desinformación abunda en nuestros sentidos, a través de los medios digitales, las preguntas siempre resurgen basadas en evidencias frágiles que no se sostienen como la tierra plana. Sin embargo, las respuestas contundentes pueden ser rescatadas por la ciencia, especialmente la Física y la Astronomía, originadas en una época en que la razón pasó a formar parte de la cultura humana. Esta respuesta puede surgir del trabajo de Eratóstenes y Aristarco de Samos, personajes icónicos de la ciencia antigua, en el cálculo de la circunferencia de la tierra, su diámetro y el diámetro lunar. Esto es lo que pretendemos mostrar, la obra de uno (Eratóstenes) servirá de base para la obra del otro (Aristarco). A pesar de que han pasado milenios, los resultados, pero principalmente la técnica que desarrollaron, siguen siendo válidos.*

Palabras-clave: *Tierra plana. Eratóstenes de Cirene. Aristarco de Samos.*

Abstract: *At a time when misinformation is plentiful to our senses, via digital media, questions always resurface based on fragile evidence that do not hold up like flat earth. However, strong answers can be rescued by science, especially Physics and Astronomy, originated from a time when reason became part of human culture. This answer may arise from the work of Eratosthenes and Aristarchus of Samos, iconic characters of ancient science, in the calculation of the earth's circumference, its diameter and the lunar diameter. This is what we intend to show, the work of one (Eratosthenes) will serve as a basis for the work of the other (Aristarchus). Even though millennia have passed, the results, but mainly the technique they developed, are still valid.*

Key words: *flat Earth. Eratosthenes of Cirene. Aristarchus of Samos.*

1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências, entre elas a Física e a Astronomia, é desafiador principalmente numa era de “fake news”. Em pleno Século XXI, na qual a informação está literalmente ao alcance das mãos, somos atingidos por um turbilhão de desinformação. A ciência e a educação não escapam disso (AZEVEDO, 2020). Entretanto, é sempre bom lembrar que independentemente daquilo que se diga sobre a Ciência, qualquer conhecimento constituído por ela - um paradigma (KUHN, 2012) - é verificável. Isto acontece tanto teoricamente, quanto experimentalmente.

Na segunda década deste século, vimos ressurgir um crescente questionamento sobre a forma da Terra baseando-se em “teorias das conspirações” que apresentavam provas “irrefutáveis” da sua planicidade. Ao longo da história, a concepção de uma Terra Plana é recorrente (SILVEIRA, 2017). Desta vez, as provas eram apresentadas e registradas na internet, principalmente na rede social Facebook, no canal YouTube e no canal de Streaming Netflix com o documentário *Behind the Curve*. Os argumentos e as ditas provas de uma Terra plana, ou convexa (DÁKILA, 2018) como alguns disseram, foram e têm sido refutadas por meio da própria mídia digital, como por exemplo pelo Centro de Referência para o Ensino de Física (SILVEIRA, 2015), pelo site da revista eletrônica e impressa Super Interessante

(ELER; VERSIGNASSI, 2017), ou pelo canal eletrônico da BBC NEWS BRASIL (BBC, 2018).

O presente trabalho irá abordar o tema na mesma forma em que o saudoso Carl Sagan (1934 – 1996) fez em sua famosa série televisiva *Cosmos* e livro homônimo (SAGAN, 1989). Nela e no impresso, Sagan apresentou o cálculo do comprimento da circunferência da Terra feita por Eratóstenes no Século II antes da era cristã na cidade de Alexandria ao norte do Egito. A curvatura da Terra já era conhecida desde que Aristóteles explicou que o eclipse lunar era formado pela projeção da sombra da Terra na Lua no Século IV a.C. (BRONSTEIN, 2010). O resultado disso, será utilizado para calcular o diâmetro lunar segundo a 5ª Hipótese de Aristarco de Samos que viveu no Século III a.C. na obra *Sobre os tamanhos e as distâncias do Sol e da Lua* (SAMOS, 2016, tradução de Rubens E. G. Machado).

O nosso objetivo, é mostrar que mesmo após a passagem de milênios, o conhecimento desenvolvido com rigor autossustentável, pode ser verificado mais uma vez. Além disso, propor uma experiência que se utiliza de recursos simples para medir o raio da Terra como aqueles utilizados por Eratóstenes, “permite incluir suprimentos metodológicos que consiste em auxiliar o entendimento dos alunos em sala de aula tal como fornecer ferramentas para que o professor possa trabalhar com mais autonomia.” (ANTONIO; LANGHI, 2015, p. 1.). Além disso, poder verificar a validade das hipóteses de Aristarco de Samos, tanto tempo depois, utilizando as ferramentas digitais atuais é mais um alento (uma demonstração para os alunos) em um período conturbado. Principalmente, num momento em que o conhecimento científico é questionado por qualquer um que se baseia em pressupostos que são facilmente refutados (SILVEIRA, 2019).

Este trabalho é fruto do projeto do Núcleo de Pesquisa Interdisciplinar do Colégio Anglo Maringá (NUPINA). Projeto que busca levar o aluno do Ensino Fundamental e Médio a Iniciação Científica em temas como Física, Astronomia, Biologia e ciências afins.

2 DESENVOLVIMENTO

Você sabia que há mais de 2100 anos atrás um homem chamado Eratóstenes, calculou o raio da Terra sem uso de tecnologia. Como ele fez isto?

Utilizando apenas os raios solares, uma vareta e sua força de vontade, Eratóstenes tornou-se uma das primeiras pessoas a explicar a medição da Terra.

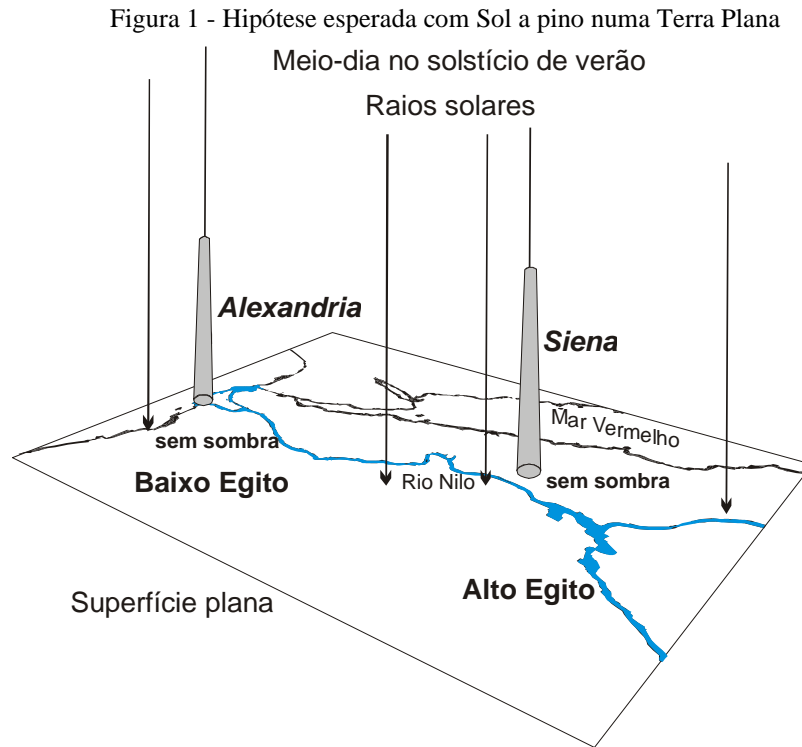
No século III a.C., Eratóstenes de Cirene, foi a primeira pessoa, em que se tem registro (SAGAN, 1989), a calcular a circunferência terrestre em um valor próximo ao atual. Ele mediu a circunferência após ter lido num papiro na Grande Biblioteca de Alexandria, na qual, ele era diretor, que em uma cidade ao sul da cidade, chamada de Siena (atual Ansuã), que no dia mais longo do ano (solstício de verão), ao meio-dia, colunas e varetas verticais não projetavam sombra, e naquele mesmo horário, no fundo de um poço se podia ver o reflexo do Sol na superfície da água.

Eratóstenes concluiu que o Sol, com seus raios paralelos deveria se encontrar diretamente acima de Siena ao meio-dia, e resolveu verificar se o mesmo aconteceria em Alexandria.

O resultado foi que não. Ao meio-dia as colunas e varetas verticais projetavam sombras indicando que o Sol não se encontrava exatamente acima dessa cidade. Por consequência, ele se perguntou: como poderia o Sol não se encontrar verticalmente acima de Alexandria e estar diretamente acima de Siena no mesmo horário?

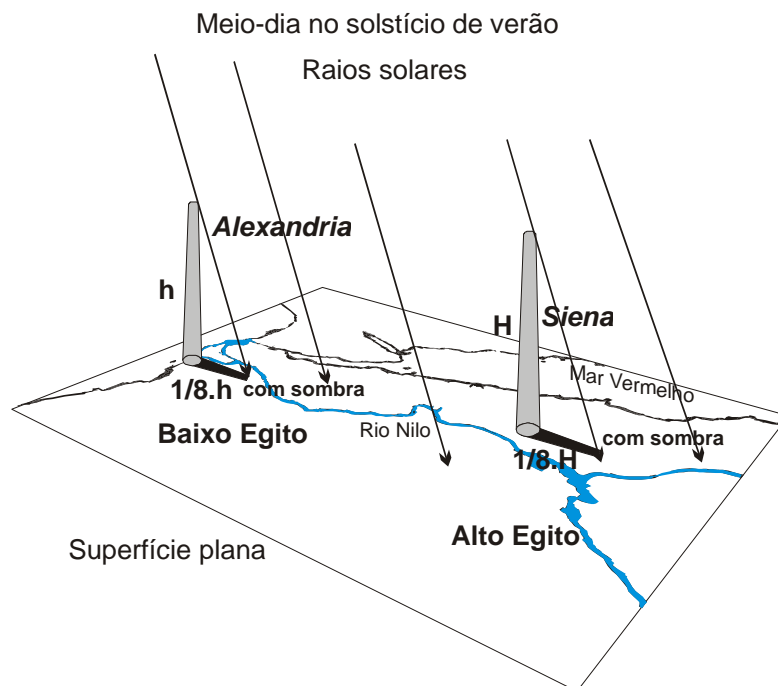
Para responder a essa pergunta primeiramente considere a seguinte situação: se a observação do obelisco sem sombra feita em Siena também fosse verificada em Alexandria no solstício de verão ao meio-dia, então a superfície da Terra seria plana (Figura 1), pois os

objetos verticais estariam paralelos uns aos outros em ambas as cidades. Em segundo, a sombra observada em Alexandria de um obelisco apresentou um comprimento igual a $1/8$ de sua altura, então no mesmo horário uma vareta, ou obelisco em Siena deveria projetar uma sombra com a mesma proporção (Figura 2).



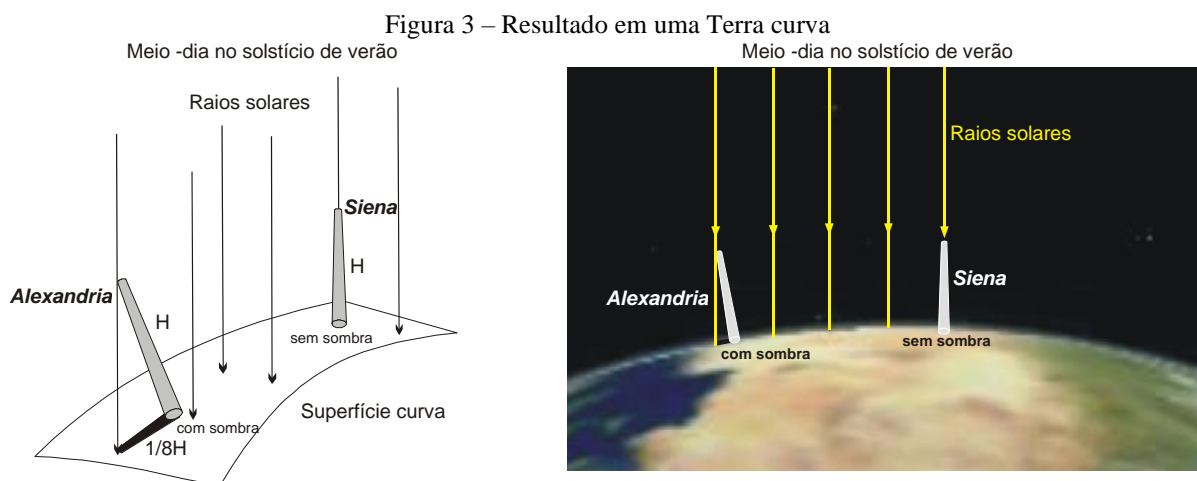
Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 2 - Hipótese esperada com sombra em Alexandria numa Terra Plana



Fonte: Autoria própria (2022).

Para os raios paralelos do Sol produzirem resultados diferentes, ou seja, não proporcionais num mesmo horário, então a superfície da Terra deveria ser curva (Figura 3).



Fonte: Aútoria própria (2022).

A partir disso, Eratóstenes concluiu que quanto maior a curvatura maior deveria ser a diferença no comprimento das sombras projetadas, em seguida ele imaginou um prolongamento vertical que continuasse dos obeliscos, para baixo.

Essas linhas verticais iriam se encontrar no centro da Terra, essas linhas formariam um ângulo entre si, e se esse valor fosse medido chegaria ao tamanho da circunferência Terrestre. A medida encontrada na época foi de $7,2^\circ$ e esse valor deveria corresponder ao ângulo entre as duas verticais projetadas desde aquelas cidades até o centro da Terra.

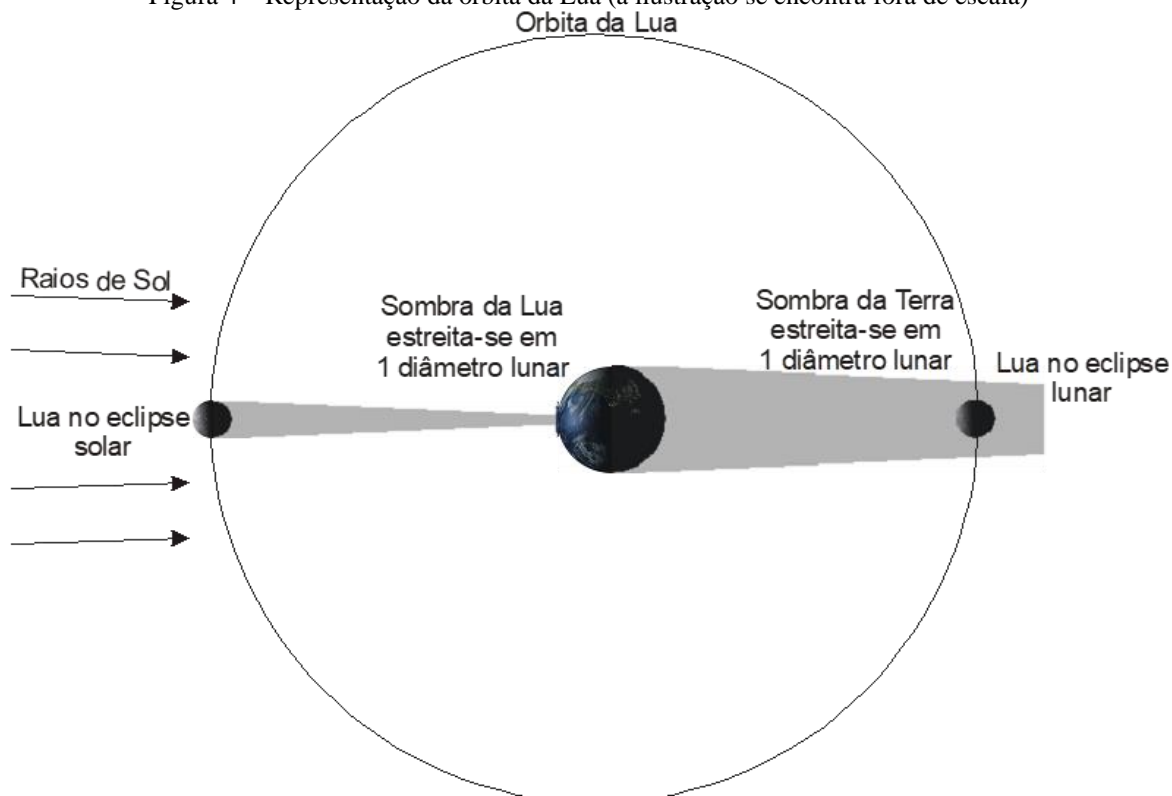
Para calcular a circunferência, Eratóstenes determinou a distância entre as duas cidades. Uma viagem de camelo de Alexandria até Siena levava 50 dias, e um camelo andava em média 100 estádios por dia ($50 \text{ dias} \times 100 \text{ estádios} = 5000 \text{ estádios} = 7,2^\circ$). 5000 estádios era a distância entre as duas cidades, como 360° corresponde à $50 \times 7,2$, logo $50 \times 5000 \text{ estádios} = 250.000 \text{ estádios} = 39.270 \text{ Km}$ (1 estádio vale em média de 157,50 metros). Este valor contém um erro de menos de 5% do valor atual.

A Lua é o satélite natural da Terra, a cada 28 dias, em média, finaliza seu movimento de em volta do nosso planeta e apesar da distância é possível calcular facilmente o tamanho do diâmetro dela. Este cálculo foi realizado pela primeira vez por Aristarco de Samos, por volta de 250 a.C. (SAMOS, 2016, tradução de Rubens E. G. Machado), através de um eclipse lunar, evento em que os raios solares são obstruídos pela Terra, assim não iluminando a Lua. A sombra da Terra é projetada sobre o disco lunar na fase de Lua Cheia. Ao comparar o tamanho da sombra da Terra com a Lua, ele observou que a sombra circular da Terra aparentava ser duas vezes maior que o disco lunar.

Seria o diâmetro da Lua duas vezes menor que o da Terra? Para estudar melhor esse fenômeno Aristarco fez uso de outro eclipse, o solar. Nesse caso, a Lua fica entre o Sol e a Terra, e esta recebe a sombra projetada daquela. Porém, esse fenômeno é visto apenas em uma pequena região da Terra, o que seria consequência de duas possibilidades: ou a Lua é pequena e próxima para eclipsar o Sol, ou a Lua é grande e muito distante, com o Sol ainda maior e mais distante. Segundo Aristarco, a melhor alternativa seria a segunda, pois a Lua não nos parece tão próxima e pequena. Logo, quando ocorre um eclipse solar a largura da sombra da Lua sobre a Terra se estreita até quase um ponto na superfície terrestre, devido ao enorme tamanho do Sol. Isso faz o estreitamento da sombra da Lua ser de um diâmetro lunar.

Portanto, o mesmo deveria acontecer com a sombra da Terra quando é projetada sobre a Lua no eclipse lunar, pois entre um eclipse e outro a Terra se encontra no meio (Figura 4),

Figura 4 – Representação da órbita da Lua (a ilustração se encontra fora de escala)



Fonte: Autoria própria (2022).

Se a sombra da Terra é estreitada em um diâmetro lunar, então o tamanho da Terra seria de três diâmetros lunares (3 vezes).

Assim, se considerarmos o tamanho da circunferência terrestre calculado pelo método de Eratóstenes de Cirene e com isso o seu diâmetro, podemos então calcular também o diâmetro lunar pelo método de Aristarco de Samos.

3 METODOLOGIA

O procedimento para o cálculo do diâmetro lunar a partir do diâmetro da Terra foi realizado primeiramente com a replicação do experimento de Eratóstenes, de forma semelhante ao sugerido pelo Projeto Eratóstenes Brasil (ANTONIO; LANGHI, 2015).

O experimento foi realizado na cidade de Maringá/PR no dia 21 de junho de 2022 – solstício de inverno, com uma vareta vertical ou gnômon preso a uma tábua de madeira de aproximadamente 30 cm de largura e comprimento. O prumo foi obtido usando um esquadro na fixação da vareta com a tábua. O conjunto foi posicionado adjacente a uma mesa de madeira ao meio-dia local para obter uma sombra mais curta quando o Sol estivesse no ponto mais alto.

A medição do comprimento da sombra iniciou-se às 11h30min intervalado de 5 em 5 min até as 13h00min (horário local). Deve-se perceber que com o passar do tempo o comprimento da sombra irá diminuir até um valor mínimo para em seguida aumentar. O momento em que a sombra atingiu o tamanho mínimo teve-se o meio-dia solar. Essa medida e a medida do comprimento da vareta foram utilizados para calcular a inclinação dos raios

solares em relação a vareta. Isso foi realizado pela relação trigonométrica tangente desse ângulo, pois o comprimento da sombra, a vareta e o raio solar que passa pela extremidade de ambas formam um triângulo retângulo com o ângulo reto entre a sombra e a haste. O comprimento da sombra é a medida do cateto oposto em relação ao ângulo que se quer, enquanto o comprimento da haste é a medida do cateto adjacente. O ângulo da inclinação do Sol no meio-dia solar foi obtido pelo cálculo do *arco tangente* da razão entre as medidas do comprimento da sombra pelo comprimento da haste. Este valor foi obtido por meio do cálculo em uma calculadora científica. Esse é apenas um dos ângulos que foi utilizado, o outro ângulo de referência foi escolhido para ser obtido virtualmente na própria cidade de Ansuã (antiga Siena) no Egito, que neste mesmo dia estava acontecendo o Solstício de Verão no hemisfério Norte. Lá ao meio-dia solar uma vareta não projetaria sombra, como Eratóstenes havia lido no papiro na Biblioteca de Alexandria. Portanto, naquela cidade o ângulo de inclinação solar em relação a uma vareta seria de 0° . Com isso, o ângulo entre as varetas nas duas cidades seria a diferença entre as duas inclinações. Essa diferença consiste numa diferença angular em latitude sem considerar a longitude, portanto, a medida da circunferência a ser calculada é a do comprimento de um meridiano, o mesmo que foi medido por Eratóstenes.

A cidade de Maringá está localizada sobre o Trópico de Capricórnio no hemisfério Sul (Figura 5) que está equidistante do Trópico de Câncer em relação ao equador. A cidade de Ansuã por não possui sombra ao meio-dia solar no Solstício de Verão está sobre este último trópico, portanto equidistante também em relação ao equador.

Figura 5 – Trópico de Capricórnio sobre a cidade de Maringá



Fonte: Google Maps (2022).

Para calcular a distância em latitude entre as duas cidades, bastou obter a distância entre a cidade de Maringá e o equador. Isso foi feito por meio de um mapa usando a sua escala e convertendo a distância no mapa na distância latitudinal. No cálculo da distância entre as duas cidades, multiplicou-se esse resultado por dois. Portanto, com o ângulo em latitude entre as duas cidades Maringá e Ansuã e a distância entre elas em km, por exemplo, calculou-se o comprimento da circunferência meridiana da Terra e seu diâmetro, assim como Eratóstenes.

Para medir o diâmetro lunar, realizamos uma sequência de fotos da Lua durante o eclipse lunar na noite entre os dias 15 e 16 de maio, das 11h30min às 01h30min. Primeiramente, tirou-se uma foto da Lua com uma câmera fotográfica digital em que a

sombra da Terra estava cobrindo nitidamente parte do disco lunar – isso é importante para fazer a comparação de ambos os tamanhos de discos. Depois a foto foi utilizada num aplicativo de edição de foto para traçar um círculo em volta da Lua e outro que contornava na sombra da Terra sobre o disco lunar. Feito isso, mediu-se com o próprio aplicativo o diâmetro de cada círculo. Com esses valores, dividimos o comprimento do maior diâmetro pelo menor e somamos uma unidade no resultado da fração (para compensar o diâmetro lunar que a sombra da Terra diminui na distância entre os dois, conforme pensara Aristarco). Por fim, usamos o diâmetro da Terra calculado pelo método de Eratóstenes e dividimos pelo valor daquela fração somada de uma unidade. O resultado é o valor aproximado do diâmetro da Lua.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento da medida da circunferência terrestre foi feito no dia 21 de junho de 2022, o dia mais curto do ano (solstício de inverno), no qual este experimento funciona da mesma forma que no solstício de verão. Feito em Maringá, Brasil.

Segue abaixo o horário em que se obteve o menor comprimento da sombra da vareta, o tamanho da vareta e o comprimento de sua sombra:

- Hora da medição: 12h30;
- Tamanho da vareta: 19,7 cm;
- Tamanho da sombra: 20,2 cm.

A partir disso calculamos a inclinação dos raios solares em relação a vareta, ângulo α (alpha), por meio de uma calculadora científica:

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= 20,2/19,7 = 1,025381 \Rightarrow \\ \arctan (1,025381) &= \alpha \Rightarrow \end{aligned}$$

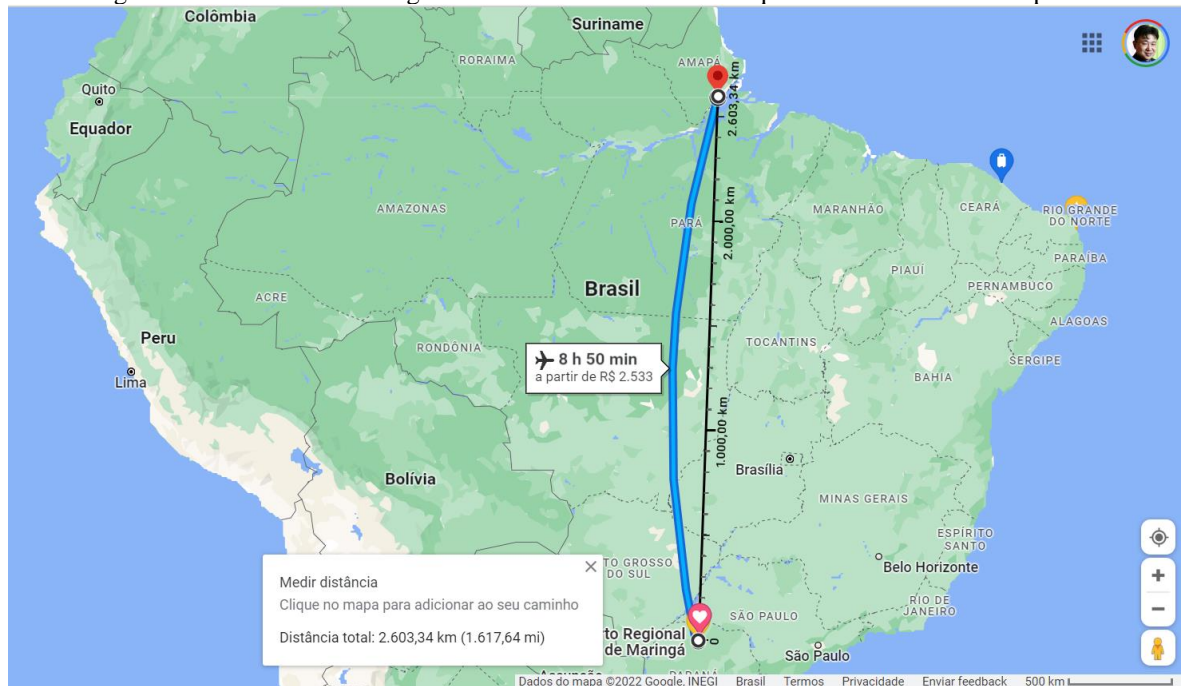
$$\alpha = 45,717963^\circ \cong 45,72^\circ$$

No dia 21 de junho (solstício de verão) em 2022 lá em Ansuã (antiga Siena) não existe sombra nas varetas verticais, pois lá no hemisfério norte o Sol se encontra exatamente na vertical sobre o Trópico de Câncer. Assim, o ângulo entre as duas cidades, Maringá e Siena que chamaremos de Δ (delta) é igual a α subtraindo α' (alpha linha), o ângulo dos raios solares em relação a uma vareta virtual em Siena que seria 0° .

$$\Delta = \alpha - \alpha' = 45,72^\circ - 0^\circ = 45,72^\circ$$

Sendo d a distância entre Maringá à linha do equador (Figura 5),

Figura 5 – distância de Maringá ao Marco Zero da Linha do Equador na cidade de Macapá/AP



Fonte: Google Maps (2022).

$$d = 2.603,34 \text{ km}$$

Deste modo, a distância entre Maringá a Ansuã é $2d = 5206,68 \text{ km}$ que equivale a distância angular $\Delta = 45,72^\circ$ entre essas duas cidades, portanto o valor da circunferência da Terra (C) é calculado pela relação:

$$\begin{aligned} 45,72^\circ &\Rightarrow 5206,68 \text{ km} \\ 360^\circ &\Rightarrow C, \end{aligned}$$

Logo,

$$x = 40.997,48 \text{ km}$$

Em um comparativo do tamanho real com à medida que encontramos. Me = Medida encontrada; Mr = Medida real = 40,075km.

$$(Me: 40.997,48\text{km}) - (Mr: 40.075\text{km}) = 922,48 \text{ km de diferença}$$

Pode-se perceber que a técnica de Eratóstenes apresenta uma pequena margem de erro, portanto funciona, chegando a um resultado muito próximo ao atual. Para descobrir a diferença do erro percentual:

$$(Km \text{ de diferença}) / (\text{Valor real}) = X\% \text{ de erro em relação ao tamanho real}$$

$$922,48/40075 \simeq 0,023 = 2,3 \% \text{ de diferença em relação ao tamanho real}$$

O resultado da circunferência medida de 40.997,48 km permite calcular o diâmetro da Terra (D):

$$C = \pi \cdot D \Rightarrow$$
$$D = C/\pi = 40.997,48/3,14 = 13.056,37 \text{ km}$$

Esse valor é o que iremos utilizar para calcular o diâmetro lunar na forma estimada por Aristarco de Samos.

O experimento da medida do diâmetro lunar foi iniciado com o registro fotográfico do eclipse lunar que aconteceu no início da madrugada do dia 16 de maio de 2022. Segue abaixo a foto registrada em um quadro menor (Figura 6).

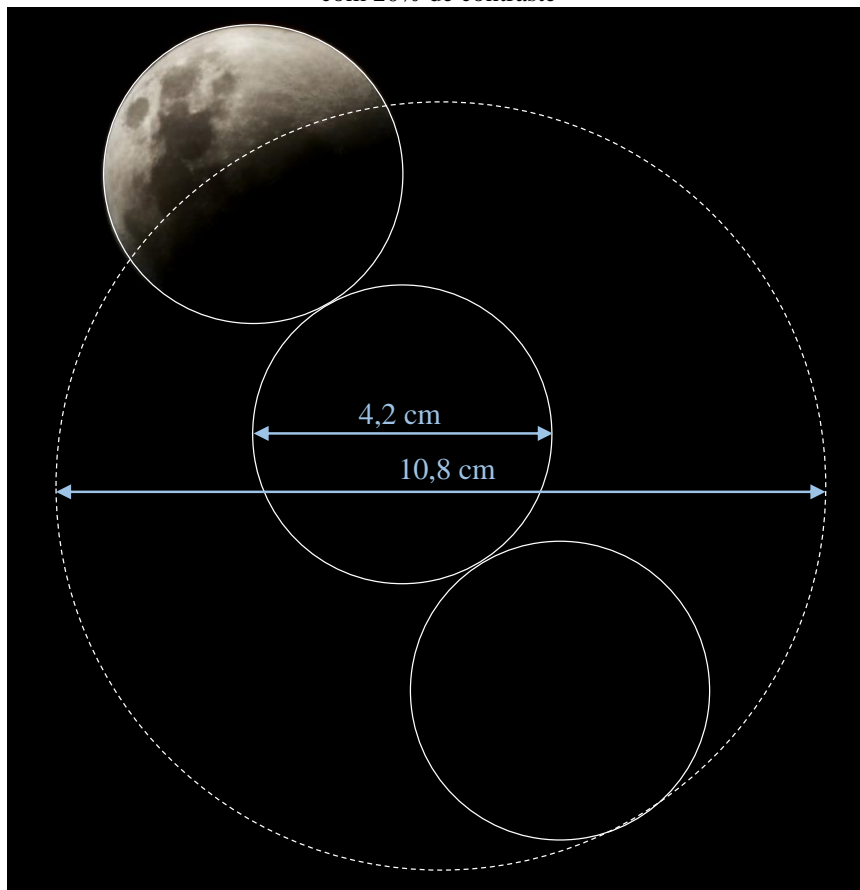
Figura 6 – Registro do eclipse lunar com a sombra da Terra projetada sobre a Lua às 23h47min (câmera digital: lente telefoto com zoom de 30x – Samsung Galaxy S22u)



Fonte: Autoria própria (2022).

O comparativo entre os diâmetros dos discos lunar e da sombra da Terra foi feito em um quadro maior com uma correção do contraste em 20% para melhorar a definição da sombra (Figura 7).

Figura 7 – comparativo entre o disco lunar com o disco da sombra da Terra projetada sobre a Lua às 23h47min – com 20% de contraste



Fonte: Autoria própria (2022).

É notório a percepção da proporção entre os tamanhos dos discos da sombra da Terra e da Lua, ou seja, cabem pouco mais duas Luas e meia na sombra da Terra. Aristarco afirmara em sua época que caberiam dois discos lunares – devemos considerar ausência de registro de imagens que eram indisponíveis na época. Sendo assim, com as medidas registradas nesse procedimento fizemos a proporção:

$$10,8 \text{ cm} / 4,2 \text{ cm} \cong 2,6$$

A esse valor acrescentamos uma unidade do comprimento do disco lunar, pois como afirmara Aristarco (ver figura 4) a sombra da Terra reduz na distância dela até a lua em aproximadamente um disco lunar. Portanto, a proporção do diâmetro da Terra e o diâmetro da Lua seria:

$$\text{Diâmetro da Terra} / \text{Diâmetro da Lua} = 2,6 + 1 = 3,6$$

Deste modo, o diâmetro da lua é igual a:

$$\begin{aligned} \text{Diâmetro da Lua} &= \text{Diâmetro da Terra} / 3,6 = 13.056,37 \text{ km} / 3,6 \Rightarrow \\ \text{Diâmetro da Lua} &\cong 3.626,8 \text{ km} \end{aligned}$$

Em um comparativo do tamanho real com à medida que encontramos. De = Diâmetro encontrado; Dr = diâmetro real = 3.474,8 km.

$$(De: 3.626,8km) - (Dr: 3.474,8km) = 152 \text{ km de diferença}$$

A técnica de Aristarco apresenta também uma pequena margem de erro. Para descobrir a diferença do erro percentual:

$$(Km \text{ de diferença}) / (Valor \text{ real}) = X\% \text{ de erro em relação ao tamanho real}$$
$$152/3.474,8 \simeq 0,044 = 4,4 \% \text{ de diferença em relação ao tamanho real}$$

Nos dois experimentos deste trabalho os resultados se mostraram muito satisfatórios, pois a margem de erro foi pequena, menor que 5%. No entanto, como saber à época a validade desses resultados? Primeiramente, deve-se observar que em qualquer um dos dois métodos há como se melhorar as medidas usando instrumentos mais precisos com maiores números de algarismos significativos, ou com uma padronização de unidades e instrumentos. Em seguida, essas não são as únicas formas de se determinar essas distâncias e tamanhos. Historicamente outros estudiosos desenvolveram técnicas cujos resultados concordavam com esses valores (SILVEIRA, 2017).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desse trabalho é uma resposta àqueles que constantemente colocam em dúvida o conhecimento autossustentável da ciência. É recorrente a interpretação de parte da comunidade de que a Ciência é constituída de teorias conceituadas como se fossem simples opiniões. Esse erro traz profundos prejuízos a sociedade. Todavia, é sempre satisfatório mostrar que o conhecimento científico mostra que os fatos estão aí. Capaz transpor milênios, mas que pode ser verificado a qualquer momento desde que considerados os limites das ferramentas de sua época.

Podemos considerar, que os métodos aqui apresentados para os cálculos da circunferência terrestre, seu diâmetro e o diâmetro lunar são válidos, pois apresentam uma diferença percentual aceitável quando comparados as medidas atuais, mesmo tendo passado milênios desde a sua concepção. É claro devemos considerar a imprecisão das medidas da época, levando em consideração a distância temporal e as fontes originais. Todavia, com a instrumentação atual, tais imprecisões não invalidam de forma alguma o procedimento por aqueles desenvolvido por Eratóstenes de Cirene e Aristarco de Samos. Além disso, esses procedimentos podem ser melhorados quando tratados com mais rigor experimental determinando-se as margens de erro do procedimento, o que não foi realizado neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ANTONIO, Samanta Ferreira Silva; LANGHI, Rodolfo. **Projeto Eratóstenes Brasil**. 8º Congresso de extensão universitária da UNESP, p. 1-5, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/142129>.

AZEVEDO, Luis Gustavo de; **Fake news: Uma verdade inquietante**. São Paulo: CLP (Centro de Liderança Pública), 2020. Disponível em: <https://www.clp.org.br/fake-news-o-caminho-da-educacao-na-desinformacao/>. Acesso em: 07/10/2022.

BBC NEWS BRASIL. **Como seria o mundo se a terra fosse realmente plana segundo a ciência.** São Paulo: BBC. 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-42953688>. Acesso em: 07 out. 2022.

BRONSTEIN, David. **Investigação e Paradoxo do Mênon:** Aristóteles, Segundos Analíticos II 8. Curitiba, São Carlos, dois pontos, vol. 7, n. 3 – especial, p.107-130, abril, 2010.

DÁKILA Pesquisas. **Terra Convexa - O Documentário.** *YouTube*, 29/03/2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rBE1VbjxPCU>. Acesso em: 07/10/2022

ELER, Guilherme; VERSIGNASSI, Alexandre. **A “Ciência” da Terra Plana.** São Paulo: Ed. Abril. 2017. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/a-ciencia-da-terra-plana/>. Acesso em: 07 out. 2022.

KUHN, Thomas S.; **A Estrutura das Revoluções Científicas.** 12. ed. São Paulo: Editora Perspectiva S.A., 2012.

SAGAN, Carl. **Cosmos.** Edição Comemorativa. Rio de Janeiro: Ed. Francisco Alves, 1989.

SILVEIRA, Fernando Lang da; **O pseudo experimento dos edifícios no filme Terra Convexa!** Porto Alegre: CREF (Centro de Referência para o Ensino de Física), 2019. Disponível em: <https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=o-pseudo-experimento-dos-edificios-no-filme-terra-convexa>. Acesso: 07 out. 2022.

SILVEIRA, Fernando Lang da; **Refutando a Terra Plana.** Porto Alegre: CREF (Centro de Referência para o Ensino de Física), 2015. Disponível em: <https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=refutando-a-terra-plana>. Acesso em: 07/10/2022.

SILVEIRA, Fernando Lang da; **Sobre a Forma da Terra.** São Paulo, Física na Escola, v. 15, n. 2, 2017.

Submetido em: 07/10/2022

Aprovado em: 05/12/2022