

## MATEMÁTICA E ASTRONOMIA: CONSTRUÍDO UMA REPRESENTAÇÃO DOS PLANETAS DO SISTEMA SOLAR EM SALA DE AULA

### RESUMO

Este artigo descreve uma atividade relacionando física e matemática, realizada com alunos do primeiro ano do Ensino Médio, com o objetivo de explorar o sistema solar, compreender a história da astronomia e a importância do tratamento de medidas na ciência. A atividade inicia com uma introdução à evolução da astronomia, destacando as contribuições de pensadores como Eratóstenes, Ptolomeu, e Galileu, assim como alguns contos históricos como o de Cristóvão Colombo para com os nativos americanos. A narrativa histórica fornece o contexto para a compreensão das mudanças nas perspectivas do sistema solar ao longo do tempo. Em seguida, apresentamos a sequência de atividades empreendida com os estudantes, com o objetivo de construir um modelo bidimensional do sistema solar utilizando uma escala determinada.

**Palavras-chave:** Modelagem Matemática, História da Matemática, Educação Matemática.

### INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da humanidade, o desenvolvimento científico está intrinsecamente ligado com a evolução da espécie humana. Avanços como a descoberta do fogo, utilização de pedras polidas e a habilidade de plantio são sinais primitivos de uma necessidade evolutiva. A melhoria da qualidade de vida e a busca por respostas sobre os fenômenos naturais, têm se constituído temas constantes que impactam essa evolução.

Um dos temas de interesse da humanidade é a Astronomia, muito estudado desde as primeiras civilizações do nosso mundo. “Muito antes de o céu ser um lugar cheio de planetas, galáxias e buracos negros, ele era o reino de deuses e de maus agouros” (Colin Stuart, 2018, p.12).

Indubitavelmente, durante eras o céu foi encarado de forma mística e celestial. Podemos verificar essa adoração ao estudarmos a civilização Romana, por exemplo, civilização que nomeou os até então oito planetas, exceto a terra, de acordo com suas crenças: Mercúrio, como homenagem ao deus mensageiro, Vênus, como homenagem à deusa de todos os tipos de amores, Marte, homenageando o deus da guerra, Júpiter, como o maior dos deuses, Saturno, como titã do tempo, Urano, como deus dos céus, e Netuno como deus dos mares (Bulfinch, 2006). Porém, o céu, os planetas e as estrelas começaram a ser analisados e estudados de forma científica, principalmente pelos gregos, que passaram a não só observá-los empiricamente, mas também a problematizar e interpretar, física e matematicamente, os fenômenos associados a

eles, dado que essa compreensão poderia impactar suas vidas, como no caso do plantio e navegações.

Eratóstenes é uma das principais figuras quando pensamos em uma forma primitiva de astronomia. O matemático é responsável não somente por reconhecer a terra como um corpo redondo muito antes de ser reconhecido oficialmente, mas, também, por ter conseguido calcular sua circunferência com uma taxa de erro ínfima, ainda mais considerando os instrumentos e limitações técnicas da época (Pastre, [s.d]).

Muitos estudantes acabam por não conhecer a história da ciência e muito menos a história dos cientistas em disciplinas que não sejam História e Geografia. Contudo, nos parece um caminho interessante de se considerar, quando são abordadas situações como essa, da astronomia, que tanto pode encantar e envolver as crianças e adolescentes, que contextualizam a matemática e a física, por exemplo, à sua produção histórica, social e científica.

Neste trabalho, temos a intenção de abordar os conteúdos matemáticos de razão, proporção e estudo da circunferência, recorrendo ao conteúdo de astronomia e história. Utilizaremos como contextos históricos: Eratóstenes calculando a circunferência da terra e as viagens de Cristóvão Colombo. Já para abordarmos o conteúdo de astronomia iremos considerar o nosso sistema solar, para conhecermos os planetas e suas características. Após contarmos um pouco da história, temos a intenção de discutir a conversão de grandezas de medidas, visto que, por necessidade da confecção de maquetes dos planetas (uma das tarefas dessa atividade) não iremos utilizar os tamanhos reais em quilômetros, mas sim em centímetros, em uma escala pré-definida.

Ainda, em conjunto com a história de Eratóstenes, apresentaremos como ele chegou à conclusão de que a terra se tratava de um corpo redondo e como ele calculou sua circunferência. Utilizando de estratégias de cálculo mais modernas, iremos, em conjunto com os estudantes, realizar os cálculos das circunferências dos planetas do sistema solar e desenhá-los em escala.

Ademais, também abordaremos como a astronomia foi de extrema importância para Cristóvão Colombo e sua tripulação em uma de suas grandes viagens. Quatro viagens foram retratadas e eternizadas em cartas enviadas para a corte espanhola escritas por Miguel Fernández Navarrete, que pessoalmente acompanhou toda a jornada (Navarrete, 1498).

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

A ideia de habitarmos um planeta esférico foi por muitos séculos tratada com desdém e como inadmissível, visto que contrariava os conhecimentos construídos pela sociedade até então.

Um dos primeiros pensadores a proporem a terra como um corpo celeste esférico foi Eratóstenes de Cirene. A compreensão do formato esférico da terra se deu quase por acidente de acordo com Luiz *et al* (2010). De acordo com os autores, Eratóstenes se deparou com uma inconsistência formada pela reflexão do sol no poço em duas cidades diferentes. Afinal, como poderia o reflexo do sol de meio dia ser diferente em duas cidades se a angulação em uma terra plana seria a mesma, independentemente de sua posição?

Para apresentarmos a ideia de Eratóstenes para os estudantes, utilizamos dois obeliscos feitos de papel, colocando-os em uma superfície plana e iluminando as duas construções com apenas uma fonte luminosa vindo exatamente de cima, simulando assim o sol do meio-dia, como demonstrado na Figura 1.

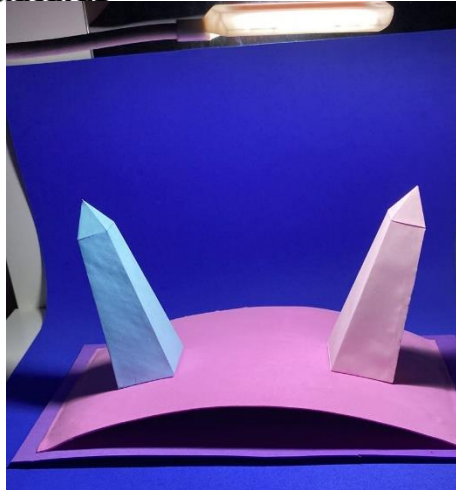
**Figura 1** – Obeliscos superfície plana



**Fonte:** Arquivo pessoal

É possível observar que as sombras produzidas pelos obeliscos em uma superfície plana são idênticas, por isso, voltamos à pergunta feita acima: como o reflexo do sol poderia ser diferente? Simples, a Terra não seria plana. Esse foi possivelmente o pensamento do matemático. A fim de provar sua hipótese, ele começou a realizar experiências, mostrando, assim, um princípio do que se tornaria o método empírico das ciências. Observamos na Figura 2, que mesmo os obeliscos estando na mesma distância entre si, como antes, a angulação causada pela curvatura da superfície foi o suficiente para alterar a projeção das sombras.

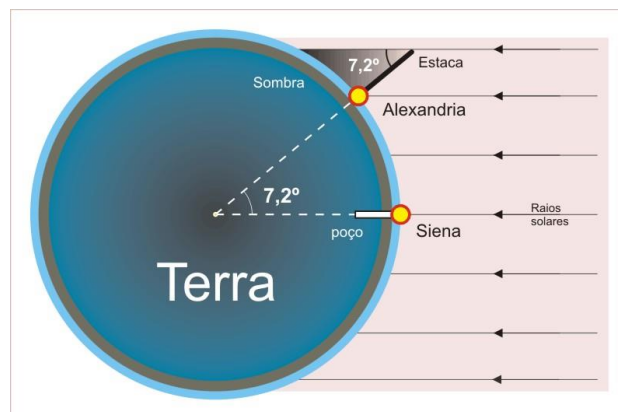
**Figura 2** – Obeliscos superfície curva



**Fonte:** Arquivo pessoal

Eratóstenes mediu a distância entre as duas cidades em que observou o reflexo do sol, sendo um total de 785 km entre Alexandria e Siena. Após isso, analisou a diferença entre a angulação da projeção do sol e descobriu uma diferença de  $7,2^\circ$ , ou  $1/50$  de uma circunferência. De fato, após todos os testes Eratóstenes não apenas supunha que a Terra era curva, mas também tinha uma ideia de como calcular a circunferência da terra. Para tal feito, utilizou a distância entre as duas cidades (785km) e, ao assumir que a Terra seria uma esfera, multiplicou o valor por 50, visto que, a terra seria repartida em 50 seções contados a cada  $7,2^\circ$  como mostrado na Figura 3 (Pastre, [s.d]).

**Figura 3** – Diferença de angulação



**Fonte:** <https://www.ime.unicamp.br/~apmat/a-primeira-medicao-do-raio-da-terra/>

Atualmente, sabemos que a Terra não é uma esfera perfeita. Ainda, de acordo com Gottfried Wilhelm Leibniz, a terra seria um Geoide<sup>1</sup>. Contudo, é de fato impressionante o quão aproximado os cálculos de Eratóstenes se mostraram, visto que a circunferência da Terra é de

<sup>1</sup> Modelo físico da Terra (Gauss, 1828)

40.075km, quando para Eratóstenes, essa medida seria de 39.250km (825km de diferença) (Pastre, [s.d]).

Circunferência Terra =  $50 \times 785$

Circunferência Terra = 39.250km

A astronomia também é uma ciência de extrema importância para as navegações, não somente para a localização geográfica de quem navega, mas também como instrumento de barganha, segundo os relatos das cartas escritas por Miguel Fernández de Navarrete (Navarrete, 1498). De acordo com os relatos da obra *Viajes de Cristóbal Colón*, durante uma das expedições, o grupo de navegadores entrou em conflito com uma tribo local quando os indígenas pararam de fornecer recursos para a tripulação de Cristóvão Colombo, que de maneira astuta utilizou seu conhecimento do céu para convencer os nativos a cederem recursos. Sabendo do acontecimento de um eclipse que ocorreria dentro de 4 dias, o navegador informou aos locais que seu Deus ficaria revoltado caso os indígenas não fornecessem os recursos e, como punição, pintaria alua com sangue. Após o eclipse, a tribo indígena voltou a fornecer os recursos para a tripulação. “Tal é o extraordinário poder daquele que sabe como o universo realmente funciona e quanto as superstições são perigosas” (Colin Stuart, 2018, p.22).

Obviamente, a ameaça de Colombo não passava de um blefe, pois a lua de sangue se tratava apenas de um eclipse lunar. Um exemplo da lua de sangue é apresentado na Figura 4.

**Figura 4** – Lua de sangue



Fonte: NASA - *National Aeronautics and Space Administration*  
[https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/edu\\_lunar\\_eclipse\\_large.jpg](https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/edu_lunar_eclipse_large.jpg)

Contextualizado o fenômeno de interesse para a realização da atividade matemática em sala de aula, passamos à apresentação dos encaminhamentos metodológicos da experiência que relatamos.

Para a realização do projeto foram utilizados os seguintes materiais: papel craft, tinta guache, compasso, transferidor, régua, caderno, lápis e borracha.

A experiência se deu com um grupo de 8 estudantes do 1º ano do Ensino Médio de um colégio do oeste paranaense, parceiro do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID, no qual atuamos na condição de bolsistas do PIBID. Os 8 estudantes foram divididos em três grupos, sendo 2 trios e 1 dupla.

Demos início à atividade nos orientando por uma sequência de atividades, revisada e orientada pelo professor coordenador de área do PIBID e pela professora de matemática e física, supervisora no colégio.

Neste contexto, apresentamos um pouco de astronomia e sua evolução no decorrer dos séculos, conforme abordagem já realizada neste texto. O primeiro nome que abordamos foi o de Eratóstenes, descrevendo como o mesmo foi capaz de calcular a circunferência da Terra a partir de deduções e análises matemáticas, assim como a história de uma das viagens de Colombo registrada por Miguel Fernández Navarrete, passando pelos modelos heliocêntrico<sup>2</sup> e geocêntrico<sup>3</sup>. A apresentação da atividade pode ser observada nas Figuras 5 e 6.

---

<sup>2</sup> Modelo planetário, onde o Sol é o centro do sistema solar

<sup>3</sup> Modelo planetário, onde a Terra é o centro do sistema solar

Figura 5 – Sequência de atividades



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 6 – Sequência de atividades - página 2



Fonte: Arquivo pessoal

Para darmos sequência à atividade, o grupo de estudantes precisou realizar a pesquisa dos diâmetros equatoriais utilizando seus smartphones e, anotando os dados obtidos na área indicada na terceira página de nossa sequência de atividades, realizar a conversão utilizando o planeta Terra com 10cm de diâmetro, para que, assim, obtenham os diâmetros dos demais planetas considerando a mesma escala de proporção (Figura 7).



Após os cálculos dos diâmetros equatoriais, utilizando de proporções simples para a criação da escala, os alunos também utilizaram as medidas dos diâmetros calculados para encontrar o comprimento de circunferências dos planetas, possibilitando a realização da parte prática da atividade, que consistia na construção de um sistema solar bidimensional, em escala 127420000 cm – 10 cm, como solicita a parte da atividade presente na Figura 8.

**Figura 7** – Sequência didática página 3

**Figura 8** – Sequência didática página 4

**P** ara começar, precisamos pesquisar o tamanho real dos planetas. Vamos fazer isso com base nos diâmetros:

Mercúrio: \_\_\_\_\_  
 Vênus: \_\_\_\_\_  
 Terra: \_\_\_\_\_  
 Marte: \_\_\_\_\_  
 Júpiter: \_\_\_\_\_  
 Saturno: \_\_\_\_\_  
 Urano: \_\_\_\_\_  
 Netuno: \_\_\_\_\_

Agora vamos utilizar como referência uma representação do planeta Terra com 10 cm de diâmetro. Nesse caso, utilizando de proporção simples, quais seriam os diâmetros aproximados dos outros planetas?

Mercúrio: \_\_\_\_\_  
 Vênus: \_\_\_\_\_  
 Marte: \_\_\_\_\_  
 Júpiter: \_\_\_\_\_  
 Saturno: \_\_\_\_\_  
 Urano: \_\_\_\_\_  
 Netuno: \_\_\_\_\_

**Fonte:** Arquivo pessoal

**Utilizando a equação do perímetro da circunferência**

$$P = d \cdot \pi$$

Perímetro da circunferência       $\pi: 3,1415...$   
 Diâmetro da circunferência

Quais seriam os perímetros dos planetas (representações em 2D) na escala que criamos?

Mercúrio: \_\_\_\_\_  
 Vênus: \_\_\_\_\_  
 Terra: \_\_\_\_\_  
 Marte: \_\_\_\_\_  
 Júpiter: \_\_\_\_\_  
 Saturno: \_\_\_\_\_  
 Urano: \_\_\_\_\_  
 Netuno: \_\_\_\_\_

**Agora, com os materiais ofertados, sintam-se livres para criar nossa própria representação do sistema solar!!**

**Fonte:** Arquivo pessoal

Neste processo de resolução da atividade, precisamos relembrar com os estudantes, como realizar a conversão de grandezas de medidas e como essas medidas de comprimento – seus múltiplos e submúltiplos se relacionam, conforme Figura 9.





**Figura 9** – tabela de conversão de medidas

Grandeza	Unidade		Símbolo	Valor em unidade fundamental do SI
Comprimento	Múltiplos	Quilômetro	km	1 km = 1000 m = $10^3$ m
		Hectômetro	hm	1 hm = 100 m = $10^2$ m
		Decâmetro	dam	1 dam = 10 m = $10^1$ m
	Submúltiplos	Decímetro	dm	1 dm = 0,1 m = $10^{-1}$ m
		Centímetro	cm	1 cm = 0,01 m = $10^{-2}$ m
		Milímetro	mm	1 mm = 0,001 m = $10^{-3}$ m

Fonte – <https://www.todamateria.com.br/conversao-de-unidades/>

Com a leitura e interpretação da tabela, foi possível realizar a conversão da medida do diâmetro equatorial dos planetas, de km para cm, multiplicando os dados pesquisados por 100000, visto que  $100000\text{cm} = 1\text{km}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a realização da atividade, obtivemos resultados muito semelhantes dos três grupos. Primeiramente, organizamos uma tabela com os diâmetros equatoriais dos planetas do sistema solar encontrados pelos estudantes:

Planetas	Km	Diâmetros (cm)
Terra	12756,2 Km	1.275.620.000 cm
Saturno	120.536 Km	12.053.600.000 cm
Mercurio	4879,4 Km	487.940.000 cm
Vênus	12103,6 Km	1.210.360.000 cm
Marte	6794,4 Km	679.440.000 cm
Júpiter	142.984 Km	14.298.400.000 cm
Urano	51118 Km	5.111.800.000 cm
Netuno	49538 Km	4.953.800.000 cm

Após realizarmos as conversões, considerando o planeta Terra como tendo 10 cm de diâmetro para realização da representação do sistema solar em uma escala correta e não tão

exorbitante, chegamos nos seguintes comprimentos aproximados de circunferências dos planetas.

Planetas	Comprimento da Circunferência (cm)
Terra	31,4 cm
Saturno	285,74 cm
Mercurio	11,93 cm
Vênus	29,51 cm
Marte	16,64 cm
Júpiter	351,68 cm
Urano	125,6 cm
Netuno	119,32 cm

Após a realização da atividade, nos surpreendemos com o interesse demonstrado pelos estudantes que se dedicaram na realização da atividade e pareciam mais com crianças brincando com o universo do que com adolescentes aprendendo matemática e física escolar, como estamos acostumados a ver. Na figura 10 apresentamos uma foto do mural com as representações dos planetas

**Figura 10** – Construção da representação dos planetas pelos estudantes



Fonte - Arquivo pessoal

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade prática relatada sugere a eficácia de abordagens interdisciplinares no ensino de física e matemática, conectando a história da astronomia com a prática das medições científicas. Ao longo do processo, os alunos tiveram a oportunidade de conhecer a evolução das teorias sobre o sistema solar, compreendendo como observações e cálculos foram fundamentais para desvendar alguns dos mistérios do cosmos.

A combinação da histórica com a aplicação prática de conceitos escolares permitiu que os alunos entendessem a importância da precisão nas medições, bem como a complexidade envolvida em transformar observações em conhecimento científico. A atividade também incentivou o trabalho em equipe, a comunicação e a colaboração entre os alunos, preparando-os para enfrentar desafios de forma coletiva.

No final, esta atividade não apenas proporcionou uma experiência educacional enriquecedora, mas também inspirou os alunos a pensarem além das fronteiras do currículo tradicional. Ao explorar as raízes históricas da ciência, os alunos foram incentivados a questionar, a investigar e a apreciar a evolução contínua do conhecimento humano.

De fato, é crucial adotar abordagens inovadoras que cultivem a curiosidade e a paixão pelo aprendizado. A atividade apresentada neste artigo representa um passo nessa direção, demonstrando que ao combinar história da ciência com práticas experimentais podemos equipar os alunos não apenas com conhecimento, mas também com habilidades essenciais para enfrentar os desafios científicos e sociais do nosso mundo: curiosidade e proatividade.

## **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, pelo que agradecemos.

## **REFERÊNCIAS**

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. Porto Alegre: Editora: Bookman, 2011, 11ª. ed. v. único.

LUIZ, A. A., PASTRE, J. P., PEREIRA, M. D. G. A., SOUZA, M. A. D., PARRA, R. R. B., PEDROSO, H. A. Eratóstenes, um gênio do tamanho da Terra, [S.D].

UHR, Andréia Pessi. **O sistema solar**: um programa de astronomia para o ensino médio. 2007.

BRÖCKELMANN, E. H. **Ciências Naturais**- 6 ano. Araribá Conecta, p. 124 e 125; 2010.

STUART, C. **A História do Universo para quem tem pressa.** Valentina. 2018.

COLÓN, Cristóbal; DE NAVARRETE, Martín Fernández. **Viajes de Cristóbal Colón.** Calpe, 1922.

BULFINCH, T. **O livro de ouro da mitologia:** histórias de deuses e heróis. Rio de Janeiro: Ediouro, 2006.

