

# Uma abordagem histórica da astronomia no contexto da iniciação científica

Lucas Antonio Xavier<sup>1</sup>, Fernando José Luna de Oliveira<sup>1</sup>, Flávio Gimenes Alvarenga<sup>2</sup>, Mateus Geraldo Xavier<sup>3</sup> e Karoline Vitória Silva da Costa<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

<sup>2</sup>Universidade Federal do Espírito Santo

<sup>3</sup>Escola SESC de Ensino Médio

<sup>4</sup>Escola Estadual Professora Filomena Quitiba

---

## Resumo

Este artigo traz uma síntese das leituras sobre materiais pesquisados para os trabalhos de iniciação científica realizados num contexto de projeto de extensão universitária. O projeto Mostra de Astronomia do Espírito Santo de 2022, é uma iniciativa do Programa de Pós-Graduação em Astrofísica, Cosmologia e Gravitação, Núcleo Cosmo-ufes e Instituto Federal do Espírito Santo. Apresenta-se discussões sobre astronomia antiga, em particular sobre a história de Aristarco de Samos com suas medidas de tamanhos e distâncias do Sol, da Lua e da Terra. Aponta-se as hipóteses que levaram Aristarco a propor sua ideia original heliocêntrica. Por último, o modelo de Eratóstenes na determinação do tamanho da Terra é discutido. Com isso, o aprendizado na iniciação científica dos envolvidos, aluna e seu tutor, foi positivo, sobretudo ao explorar um pouco da história da astronomia, o que pode se desdobrar na educação básica do Ensino Médio.

## Abstract

This article brings a synthesis of the readings on materials investigated for the scientific initiation works carried out in the university extension project. The project - Espírito Santo Astronomy Exhibition 2022, is an initiative of the Graduate Program in Astrophysics, Cosmology and Gravitation, Cosmo-Ufes Nucleus and Federal Institute of Espírito Santo. Discussions on ancient astronomy are presented, in particular on the history of Aristarchus of Samos with his measurements of sizes and distances of the Sun, the Moon and the Earth. Point out the hypotheses that led Aristarchus to propose his original heliocentric idea. Finally, the Eratosthenes model in determining the size of the Earth. With this, the learning in the scientific initiation of those involved, the student and her tutor, was positive, especially when exploring a little the history of astronomy, which can be developed in basic education in high school.

---

**Palavras-chave:** história da astronomia, Aristarco, Eratóstenes, iniciação científica

**Keywords:** history of astronomy, Aristarchus, Eratosthenes, scientific initiation

DOI: [10.47456/Cad.Astro.v4n1.39895](https://doi.org/10.47456/Cad.Astro.v4n1.39895)

## 1 Introdução

Inicialmente, o interesse em apresentar o modelo heliocêntrico elaborado por Aristarco de Samos está relacionado ao fato de que ele é um exemplo contundente de ineditismo universal. Aristarco de Samos viveu entre o período de 310 a 230 a.C., na Grécia. Debruçou e persistiu na determinação dos tamanhos e das distâncias do Sol e da Lua em relação a Terra. Aristarco possui importância na astronomia, pois foi o primeiro a propor teoria integralmente heliocêntrica ao colocar o Sol no centro do universo [1, p. 21], ao invés

de considerar a teoria de Filolau (V a.C.), de que a Terra e o Sol descreviam órbitas em torno de um fogo central [1, p. 102] [2, p. 125].

Logo depois, a teoria de Aristarco fez surgir uma problemática observacional: se a Terra gira em torno do Sol, as estrelas deveriam ter suas posições relativas alteradas. Aristarco argumentou que a esfera celeste era imensa, mas hoje sabe-se que há variações diminutas, perceptíveis com instrumental como, por exemplo, telescópios. A partir de observações acuradas foi possível detectar muito anos depois, em 1830 [2, p. 126], a

paralaxe das estrelas.<sup>1</sup> Entretanto, a teoria de Aristarco não prosperou e veio ao esquecimento, ressurgindo-se dezessete séculos depois.

As próximas seções pretendem abordar o interesse sobre Aristarco num projeto de iniciação científica desenvolvido em 2022; explorar a contribuição de Eratóstenes na medida da circunferência da Terra, a partir de leituras de textos científicos; retomar as hipóteses de Aristarco sobre o tamanho e distâncias de astros como Sol, Terra e Lua; e por último, apontar a relevância que o ensino de história da astronomia tem para alunos do ensino básico e como este estudo pode ser uma forma de combater o negacionismo.

## 2 *Aristarco de Samos em projeto de iniciação científica*

A Mostra de Astronomia do Espírito Santo se iniciou em 2018 a partir da iniciativa do Programa de Pós-Graduação em Astrofísica, Cosmologia e Gravitação, Núcleo Cosmo-ufes e Instituto Federal do Espírito Santo como projeto de extensão universitária. É uma forma de aproximar as instituições federais das outras redes, públicas e privadas, de ensino do ES. Ela objetiva popularizar a ciência entre os estudantes, professores e pesquisadores e, ao mesmo tempo, despertar o interesse dos jovens para a ciência [4]. A temática abordada aqui, foi escolhida durante os encontros entre os bolsistas da MAES, que ocorreram de forma remota, realizados durante o ano de 2022.

Assim, optou-se por explorar as contribuições histórica de Aristarco de Samos, por considerar seu procedimento e sua ideia inovadora, além de sua inédita hipótese heliocêntrica ser um exemplo permanente de rigor característico do pensamento científico coerente. Em busca de maior conhecimento realizou-se pesquisas em bases de dados, como Scielo, Portal Periódicos Capes e Google acadêmico usando os termos, “Aristarco de Samos”, “Astronomia Antiga” e “Heliocentrismo”. Várias dissertações, livros de história e filosofia da ciência e artigos científicos foram encontrados. Optou-se em grande parte por artigos dos

<sup>1</sup>O fenômeno da paralaxe pode ser melhor compreendido da seguinte forma: erga o indicador à altura dos olhos observando-o, primeiro, com o olho esquerdo, mantendo o direito fechado, e depois realizando a operação inversa. Você verá que a posição do dedo em relação ao fundo dos objetos que existem à sua frente altera-se, significativamente [3, p. 114].

periódicos, o Caderno Catarinense de Ensino de Física; a Revista Brasileira de Ensino de Física e os Cadernos de Astronomia.

Assim sendo, a partir da consulta aos documentos encontrados percebeu-se que o ensino de ciências exige saberes fundamentais, dentre os quais destaca-se a necessidade de conhecer a história e a filosofia da ciência. Refletir epistemologicamente “significa exercer um olhar crítico no sentido de compreender e conscientizar-se sobre a natureza do nosso conhecimento” [5, p. 33]. Ao mesmo tempo, a importância de abordar temas poucos explorados e “apresentar a ciência e sua história como parte integrante do patrimônio cultural da humanidade” [6, p. 19].

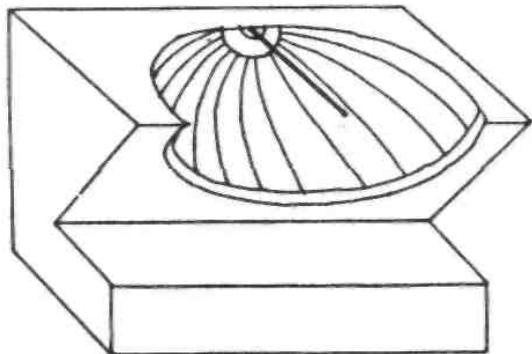
Nesse caminho, apropriar da história e filosofia da ciência exige um esforço por parte de professores e alunos. Entretanto, a participação em projeto de extensão se apresenta uma alternativa promissora. Ressalta-se aqui que a iniciação científica é o processo de ensino e aprendizagem que foge à estrutura curricular da educação básica. No entanto, o educando em contato com a iniciação científica passa a ter mais oportunidade de aprendizagem em suas pesquisas ao ler autores de livros e de artigos científicos. Nesse viés, “a pesquisa é vista como estratégia pedagógica para motivar o surgimento do saber pensar e da habilidade de questionar” [7, p. 9]. A imersão do aluno do ensino médio em pesquisa passa por superar desafios. Quando

vivenciam a iniciação científica é (preciso) perder o medo, não ter pânico do novo. Quando se aprendem coisas com uma certa autonomia apoiada na diretriz do orientador, posteriormente, na vida prática, ao surgir a primeira dificuldade, ele terá uma razoável habilidade para interpretar o fato [8, p. 75].

Nessa perspectiva, a experiência do trabalho científico pode levar à seguinte conclusão, que corroboramos:

Se o estudante de iniciação científica fizer carreira nessa área, tanto melhor, mas se optar pelo exercício profissional também usufruirá de melhor capacidade de análise crítica, de maturidade intelectual e, seguramente, de um maior discernimento para enfrentar dificuldades [8, p. 75].

A participação em iniciação científica ajuda a ver o mundo da ciência de outra forma, muitas são as



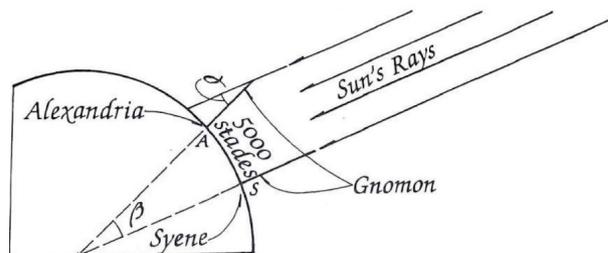
**Figura 1:** Escafo. Constituído de uma enorme semi-esfera, cuja parte côncava é voltada para o céu e acima da qual está suspensa uma pequena bola. Destina-se a seguir o movimento da sombra dessa bola sobre a superfície côncava para acompanhar o movimento do Sol, e, assim, determinar a data dos equinócios e dos solstícios [9, p. 637]. (Fonte: Ref. [9, p. 274]).

aprendizagens devido as interações com pesquisadores. É condição indispensável para o pesquisador conhecer historicamente o alvorecer científico, “pois é conhecendo o que já existe e o que (a seu ver) precisa ser reformulado, ou ainda ser feito, que ele contextualiza, justifica e fundamenta as suas preocupações de pesquisa” [3, p. 31]. Enfim, o aluno-pesquisador precisa entender estas particularidades da ciência.

### 3 Eratóstenes e a determinação do tamanho da Terra

A contribuição de Aristarco em relação as distâncias dos objetos Sol, Lua e Terra se deu por estratégias geométricas. Por outro lado, quem fez a primeira demonstração geométrica do tamanho da Terra foi Eratóstenes de Cirene (285 a.C. a 194 a.C.). Ele utilizou o escafo, um instrumento experimental desenvolvido por Aristarco, conforme ilustrado na Figura 1 para medir o ângulo da sombra em Alexandria próximo ao meio dia.

Estimava ser a quinquagésima parte da circunferência no dia e hora em que o Sol não deixasse sombra em um gnômon, instrumento experimental proposto por Anaximandro em Siena [10, p. 82]. O gnômon é uma haste vertical cuja sombra marca a hora solar, assim como, a latitude do lugar e a obliquidade da eclíptica. Conforme a Figura 2, Eratóstenes demonstrou geometricamente o tamanho da Terra considerando duas hipóteses: a primeira, a Terra como uma



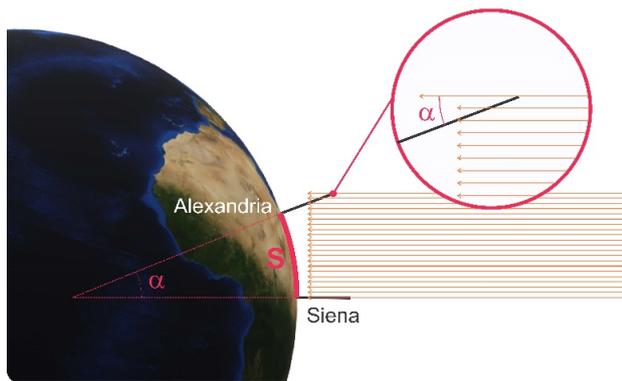
**Figura 2:** Procedimento para determinar o tamanho da Terra. (Fonte: Ref. [12]).

esfera perfeita e a segunda, de que os raios solares chegam a Terra de forma paralela [11, p. 341]. Com seus conhecimentos de geografia considerou que Alexandria e Cirene se localizavam no mesmo meridiano e distantes em 5.000 estádios. A Figura 2 ilustra o experimento, onde o ângulo  $\alpha$ , da sombra na cidade Alexandria é igual ao ângulo  $\beta$ , o ângulo entre as duas cidades, Alexandria e Cirene, com vértice no centro da Terra. Sendo  $\alpha = \beta$ , portanto igual a  $1/50$  da circunferência, a circunferência da Terra é calculada como  $5000 \times 50$  ou 250.000 estádios. Em função de ajustes o resultado foi elevado para 252.000 estádios, de forma que cada grau da circunferência fosse igual a 700 estádios” [12, p. 5].

O resultado encontrado por Eratóstenes de “252.000 estádios são próximos de 46.660 quilômetros, um valor bem próximo ao valor moderno da circunferência polar da Terra, de 39.991 quilômetros” [2, p. 125]. O valor de um estádio é aproximado, ou seja, está entre 157,5 cm a 185,5 cm.

Neste sentido, os autores do artigo [13] apresentam o experimento por meio trigonométrico e o sugerem como atividade pedagógica. Mostram a curiosidade e o raciocínio de Eratóstenes, que ao fazer uso dos conhecimentos de geografia e astronomia, buscou explicar um fato ocorrido em Siena e em Alexandria que o deixara intrigado. Durante o solstício de verão em Siena, o Sol próximo do zênite ao meio dia poderia ser visto a partir do fundo de um poço. Fato que não ocorreria em Alexandria nas mesmas condições de Siena, ou seja, o Sol não se encontrava no zênite. A partir desses fatos, Eratóstenes começa a elaborar raciocínios, e, a partir da medição da inclinação e da distância entre Siena e Alexandria, seria possível determinar o tamanho do planeta Terra [5], conforme a Figura 3.

A Figura 3 ilustra um momento do solstício de verão com raios solares incidentes perpendiculares na cidade de Siena. No entanto um gnômon



**Figura 3:** Representação do método utilizado por Eratóstenes. Os raios solares incidem perpendicularmente ao plano horizontal com relação a cidade de Siena (hoje Assuão, localizada ao sul do Egito), onde o gnômon é paralelo aos raios. Na cidade de Alexandria (situada na costa mediterrânea no centro-norte do Egito), os raios formam um ângulo  $\alpha$  com relação ao gnômon, mesmo ângulo entre as duas cidades com vértice no centro da Terra (Fonte: Ref. [5]).

tem sua sombra projetada, no caso, utilizada para indicar a passagem do tempo. Nessa situação a cidade não exibiria nenhuma sombra. Portanto, na cidade de Alexandria ocorre o contrário, os raios solares incidentes e o gnômon formam um ângulo  $\alpha$  e a sombra é perceptível. Na determinação do raio da Terra é utilizado a relação abaixo

$$\frac{S}{C} = \frac{\alpha}{2\pi}, \quad (1)$$

onde  $\alpha$  é medido em radianos,  $S$  é a distância entre as cidades de Siena e Alexandria, medida sobre a superfície da Terra, e  $C$  é a circunferência da Terra, ou seja, o perímetro polar do planeta Terra. Primordialmente é recomendável que o professor da educação básica adote em sua prática pedagógica, ao trabalhar os conteúdos de astronomia, a atividade didática contida nos artigos [13–15], com o objetivo de deixar o educando em sintonia dos conhecimentos históricos. As pesquisas contidas nos artigos desses autores e, também de outros, precisam chegar às salas de aula.

#### 4 Aristarco e sua proposta heliocêntrica

Semelhantemente, Aristarco deu sua contribuição, relatada em sua obra Sobre os tamanhos e distâncias do Sol e da Lua produzida entre duas gerações de pessoas renomadas, depois de Euclides (300 a.C.) e Tales de Mileto (624 a.C. a 546

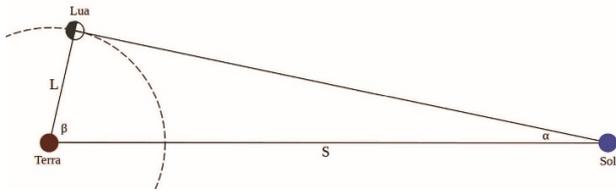
a.C.) e um período antes de Arquimedes (287 a.C. a 212 a.C.). “Aristarco observou os tempos de duração dos eclipses solar e lunar, para determinar a distância absoluta entre a Terra e a Lua” [16]. Ele “determinou a distância da Terra à Lua por meio de um método engenhoso: observando o ângulo do Sol no momento em que a exata metade do disco lunar aparecia iluminada” [2, p. 125], também realizou cálculos da razão da distância Terra-Sol e tamanhos do Sol e da Lua [17, p. 3] [18, p. 21].

O método que Aristarco utilizou é correto, mas devido aos usos de dados imprecisos mostrou que o Sol distava dezoito a vinte vezes mais longe que a Lua em relação a Terra, na realidade o valor é de aproximadamente 389 vezes. O sucesso de Aristarco se deve a grande importância da geometria de Tales. Pois a partir do Teorema Tales foi possível abrir caminhos e obter medições posteriores, inicialmente na “Terra e no mar, depois aplicadas à medição do raio da Terra, por Eratóstenes, e em seguida para determinar distâncias astronômicas, por Aristarco” [17].

De acordo com conhecimentos de geometria, aplicada em seus cálculos, Aristarco apresenta a seguintes hipóteses [14]:

- A Lua recebe sua luz do Sol.
- A Terra pode ser considerada um ponto, e é o centro da esfera da Lua.
- Quando a Lua nos parece dicótoma (dividida em duas partes iguais), o grande círculo que separa a parte iluminada da parte escura está na direção de nossos olhos.
- Quando a Lua nos parece dicótoma, sua separação do Sol é menor que um quadrante por um trigésimo de quadrante.
- A largura da sombra da Terra equivale a duas Luas.
- A Lua subtende a décima quinta parte de um signo do zodíaco.

Ao calcular o tamanho do Sol e da Lua, Aristarco fez uso de um diagrama geométrico, conforme a Figura 4. Em razão de seu trabalho foi possível explicitar as hipóteses e a proposta heliocêntrica sendo, portanto, o “primeiro a propor um modelo heliocêntrico consistente para o sistema solar, antecipando Copérnico em quase 2000



**Figura 4:** Configuração Sol-Lua-Terra quando a Lua está 50% iluminada, ela está em quarto crescente ou em quarto minguante. Ao passar pelos centros da Lua e do Sol, perpendicular ao círculo, observa-se que o conjunto Sol-Lua-Terra formar um ângulo de 90°, Aristarco estimou por meios geométricos a trigésima parte do quadrante, ou seja, dividiu 90° por 30 e obteve  $\alpha = 30^\circ$ , entretanto o cateto oposto forma o ângulo  $\beta = 87^\circ$ . Esse foi o raciocínio de Aristarco para as hipóteses 3 e 4 na determinação dos tamanhos e distâncias Sol-Terra-Lua (Fonte: Ref. [14]).

anos” [19, p. 3] [16, p. 21]. Aristarco pensou fazer mais sentido que a Terra estivesse se movimentando do que o Sol estar se movimentando ao seu redor, com base em seu cálculo da proporção de tamanho entre Terra e Sol. Embora não haja registro de seus escritos, personagens contemporâneos como por exemplo Arquimedes, citam a hipótese heliocêntrica de Aristarco, como no livro *O Contador de Areias* [20].

Mas, por que a hipótese heliocêntrica não foi adotada? E, em que sentido se pode dizer que Aristarco antecipou Copérnico? A história e filosofia da ciência é uma alternativa para explorar esses episódios históricos [10, p. 23]. A visão de mundo predominante advinda do filósofo Anaximandro do VI a.C, era de que a Terra se encontra no centro do cosmos [18, p. 15]. Dessa forma, ela não tinha tendência a cair em nenhuma direção, permanecendo imóvel eternamente [10, p. 54].

Aristarco vai na contramão de Anaximandro e da perspectiva aristotélica no campo da astronomia. Ele tira a Terra do centro do universo e a coloca como mais um planeta, que gira ao redor do Sol. Mas, o que ficou como verdade? O modelo geocêntrico, com a Terra no centro do universo “aperfeiçoado nos séculos seguintes por Hiparco de Niceia e Claudio Ptolomeu com o uso de epiciclos” [16, p. 256]. Alguns séculos depois, esse modelo que sobressaiu, volta a ser sacudido por outro modelo proposto por Copérnico. Entretanto, há divergências entre os historiadores da ciência e pesquisadores se a contribuição de Aristarco influenciou ou não o pensamento de Copérnico.

Para a historiadora Patrícia Fara [21, p. 37], “conferir tal importância a Aristarco pelo fato

de ter sustentado essa ideia progressista parece não fazer sentido, uma vez que, na época em que ele viveu, a teoria foi rejeitada e teve pouco impacto”. Mas, a rejeição também ocorreu com Copérnico<sup>2</sup> quando propôs seu modelo Heliocêntrico, ou seja, ambos foram ridicularizados. A busca por parte de Copérnico de novas alternativas do movimento planetário foi apenas por insatisfação sobre a equante?<sup>3</sup> Ou se amparou na astronomia da Grécia antiga, propriamente no pensamento de Aristarco? Autores como Enos Picazzio [16]; Kepler e Saraiva [19] defendem que Copérnico teve acesso as ideias de Aristarco. Outros autores como Patrícia Fara [21] e Russell [24] acham que Copérnico não teve acesso ao pensamento de Aristarco. É difícil precisar essas informações se realmente houve consulta por parte de Copérnico das ideias de Aristarco ou recebeu influência [1, p. 102].

Ainda que a ideia heliocêntrica de Aristarco não tenha sido aceita, “sua forma de utilizar a geometria para provar conclusões astronômicas se tornou padrão para aqueles que, após ele, estudaram seriamente os céus” [10, p. 89]. Séculos após Aristarco, a astronomia passou por aperfeiçoamentos matemáticos, epiciclos e excêntricos de Apolônio (262 a.C. a 194 a.C.), o que o levou ao esquecimento e acusado por defender ideias absurdas.

Afinal, a proposta de Aristarco “foi rejeitada por dois mil anos, em parte graças à autoridade de Aristóteles” [24, p. 188][24, p. 188]. Nesse meio tempo, “a física aristotélica dominou o pensamento ocidental por quase dois mil anos” [22]. Podemos sintetizar a autoridade de Aristóteles (384 a.C. a 322 a.C.) com a seguinte citação:

defendia que o vazio não existe, o espaço estando totalmente preenchido por matéria, que o universo é esférico com o nosso planeta Terra no centro, e que os corpos caem pois eles buscam seu lugar natural, o centro da Terra [22].

<sup>2</sup>Nicolau Copérnico (1473–1543 d.C.), primeiro formulador consistente de um sistema heliocêntrico, com o Sol no centro, exposto no livro *Da revolução das esferas celestes* [22].

<sup>3</sup>É um ponto deslocado em relação ao centro de cada um dos deferentes, em torno do qual o centro do epiciclo do planeta se desloca com velocidade uniforme” [23]. Conceitualmente desenvolvido por Ptolomeu (200 a.C.) para atividade observacional, no caso, para analisar movimento dos corpos celestes.

Nesse ínterim, a questão da autoridade é importante no meio científico, mas ilustra uma máxima geral, conforme aponta Bertrand Russell (1872-1970), ao avaliar o contexto histórico da astronomia:

toda e qualquer hipótese, por mais absurda que pareça, pode ser útil para a ciência caso permita ao descobridor conceber as coisas de maneira nova; quando cumpre esse objetivo por acaso, porém, provavelmente tornar-se-á obstáculo para avanços ulteriores (24, p. 188).

De acordo com a literatura sabemos que “as teses de Aristóteles sobre a queda dos corpos se encontram hoje ultrapassadas ou, mais precisamente, refutadas de forma inequívoca” [22]. Por que a ciência de Aristóteles já contestada ainda é estudada? Historicamente é importante sabermos, “pois mesmo que erradas do ponto de vista da ciência moderna, as teses aristotélicas representam uma visão da natureza e do cosmo pelo menos coerente e, do ponto de vista lógico, completa” [22].

Inclusive, a astronomia da antiguidade tinha uma escassez instrumental e as explicações se baseavam mais nas argumentações. O avanço começa quando se busca uma abordagem física do universo. Aristarco foi proeminente ao propor o método dedutivo geométrico. Porém, a ideia heliocêntrica não surgiu do nada, foi influenciada por vários antecessores, por exemplo, Anaximandro que propôs o Gnômon, o que levou posteriormente Aristarco apresentar o escafo. Dois instrumentos desenvolvidos para obter os dados astronômicos como o ângulo entre o Sol e a Lua.

Em adição, outras contribuições importantes foram de Polemarco (340 a.C.) ao apresentar a variação no brilho dos planetas. De Eudoxo (360 a.C.) ao trazer explicação da geometria do eclipse lunar. Assim como Heraclides (330 a.C.) com a ideia da rotação da Terra, de Mercúrio e Vênus, orbitando o Sol. Os registros dos babilônios também contribuíram para astronomia da época. São fatores, entre outros, que possibilitaram Aristarco a propor suas hipóteses e o ineditismo do Heliocentrismo. Aristarco foi revolucionário, “estimou, surpreendentemente, um volume de Universo compatível ao aceito pela ciência moderna entre os anos 1920 e 1930, época da consolidação da cosmologia [16, p. 21].

## 5 História da astronomia no contexto do Novo Ensino Médio

A astronomia é uma área de conhecimento muito antiga e desde os tempos pré-históricos o homem demonstra querer conhecer os fenômenos do céu. Por exemplo, foi deste período o conhecimento das fases da lua, as estimativas das estações do ano, o que permitia caçar, pescar, se organizar no plantio.

Houve uma evolução no conhecimento produzido desde Aristarco até os dias de hoje pelos astrônomos. Ele propôs nos anos 310 a.C a 230 a.C o Sol no centro do Universo. E, em um tempo mais recente, já no início do século XX, os “dados observacionais astronômicos permitiram localizar a posição do Sol em relação à nossa galáxia. De um posicionamento que se acreditava central, nossa estrela foi deslocada para longe desse ponto” [25].

A princípio, devido a ideia heliocêntrica quiseram denunciar Aristarco “por impiedade porque fizera do Sol, e não da Terra, o centro do universo. [23, p. 343]. Hoje, no século XXI, a situação é bem diferente, a conquista de instrumental como o Telescópio Espacial James Webb está proporcionando mais conhecimento do universo. Entretanto, as colaborações entre as comunidades científicas de cosmólogos e astrônomos observacionais nos darão grandes frutos. Portanto, “estamos vivendo uma nova era da astronomia”, que “representa uma conquista significativa para a humanidade” [26].

Igualmente, a ciência da época de Aristarco em comparação com a ciência contemporânea constatamos similaridade em termos de disputas. Apesar de que a resistência à mudança, na ciência, não é de todo um mal. Às vezes ela parece ser mesmo necessária. “Se nos sujeitarmos à crítica com demasiada facilidade nunca descobriremos onde está a verdadeira força das nossas teorias” [27, p. 68]. O ato de conhecer de Aristarco se deu contra um conhecimento produzido pelos seus antecessores. “A falta de receptividade a esse tipo de descoberta expõe os traços mais conservadores de uma ciência avessa a mudança”, caso da ciência aristotélica [3, p. 31], que se opõe à hipótese não geocêntrica. Todavia, o insucesso de Aristarco se deve a razão da “invencibilidade das objeções físicas contra o movimento da Terra” [28, p. 83].

Nesse meio tempo, os acontecimentos científi-

cos relatados neste artigo passaram a fazer parte do currículo do Ensino Médio. Apresenta-se aqui duas habilidades envolvendo história da astronomia abordadas na primeira série do ensino médio, conforme norteadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Os termos em negrito significam EM (Ensino Médio), 13 (da primeira a terceira série), CNT (Ciências da Natureza e suas Tecnologias), 201 (Habilidade) e ES, Espírito Santo.):

EM13CNT201/ES - Identificar, analisar e discutir transformações de ideias, modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo.

EM13CNT303/ES - Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas relacionadas à História e Filosofia da Ciência, disponíveis em diferentes mídias, considerando a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações. [29, pp. 343–345].

Esse direcionamento curricular possibilita a compreensão e evolução dos modelos cosmológicos por meio da história e filosofia da ciência. A história da ciência traz contribuição para o seu ensino “porque: (1) motiva e atrai os alunos; (2) humaniza a matéria; (3) promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento” [30, pp. 172–173].

Na literatura é argumentado que

se os alunos não tiverem uma oportunidade explícita de vincular o exemplo histórico com um princípio da natureza da ciência, eles provavelmente ouvirão esses relatos de ciência e os considerarão interessantes, mas não particularmente esclarecedoras [31, p. 261].

É preciso proporcionar aos alunos fontes que tragam episódios históricos, mesmo que sejam secundárias, de astronomia, para melhor compreensão do universo. Ao vermos os primeiros modelos de astronomia antiga, “aquele que mais impressiona, não apenas pela sua originalidade, mas face à sua singularidade no contexto de ideias antagônicas em que emerge, é o estabelecido por Aristarco de Samos” [1, p. 21]. Não podemos omitir dos estudantes este modelo de Aristarco quando for

trabalhado o modelo heliocêntrico de Copérnico.

## 6 Considerações finais

Iniciamos a narrativa com interesse pela hipótese heliocêntrica de Aristarco de importância histórica para a astronomia. Por outro lado, a determinação do diâmetro do planeta Terra por Eratóstenes também possui significado histórico. Fez uso de hipóteses de que a Terra era uma esfera perfeita e que os raios solares chegam paralelamente a Terra. Com isso determinou por meios geométricos a dimensão da Terra, cujo valor, é próximo ao valor moderno da circunferência polar de 39.991 km. Aristarco, por sua vez, quis determinar geometricamente as distâncias Terra-Lua e Terra-Sol. Entretanto postulou as seis hipóteses e propôs de forma inovadora a ideia heliocêntrica, onde tira o planeta Terra do centro e o coloca como mais um planeta que gira ao torno do Sol. A ideia não foi aceita em sua época devido a autoridade de Aristóteles, mas ressurgiu séculos depois com Copérnico.

Esperamos que este artigo inspire reflexões a partir da história da astronomia e proporcione discussões sobre as contribuições de Aristarco de Samos com suas hipóteses e ideia heliocêntrica. Acima de tudo, que o método empregado por Eratóstenes, na determinação do tamanho do planeta Terra, seja atividade didática no contexto do ensino médio. As conclusões de Aristarco sobre a organização do sistema solar causam admiração pela coerência. Conhecer as contribuições de Aristarco e de Eratóstenes no ensino básico pode contribuir nas reflexões sobre o negacionismo da ciência tão acentuado atualmente na sociedade. Sobre esse ponto diversas discussões sobre questões relacionadas ao negacionismo da ciência, como por exemplo a ida do homem à Lua e a forma da Terra, entre outras, podem ser encontradas em no sítio eletrônico do Centro de Referência para o Ensino de Física - CREF (<https://cref.if.ufrgs.br/>). Temos de socializar o conhecimento científico historicamente na educação básica, a fim de combater o negacionismo.

O envolvimento com o projeto de extensão, por meio da Mostra de Astronomia do Espírito Santo possibilitou contato com pesquisadores de diversas regiões do Brasil, necessário para socializar a ciência. As trocas de conhecimentos ocorridas

durante as reuniões mensais em 2022 com o grupo de bolsistas foram singulares e de muitas aprendizagens.

O educando precisa entender que a ciência vista historicamente é um empreendimento que erra. Mas, é um erro pedagógico, uma vez que o conhecimento histórico tem seu papel na educação e na formação do educando. A astronomia possui fartos materiais que podem ser explorados na sala de aula da educação básica. Portanto, os episódios históricos de Aristarco e de Eratóstenes são oportunos para iniciar os estudos na primeira série do ensino médio, como dito anteriormente, pois apresenta riqueza histórica e filosófica da astronomia antiga. Em síntese, o aprendizado na iniciação científica pelos envolvidos, aluna e seu tutor, foram positivas ao explorar um pouco da história da astronomia por meio de textos de livros e de artigos científicos.

### Agradecimentos

Agradecemos ao professor e pesquisador Júlio Fabris pelas orientações e sugestões durante os encontros dos bolsistas. A Secretaria de Estado da Educação – SEDU, devido ao Pró-Docência Stricto sensu (CEFOPE). Aos árbitros e editores do Caderno de Astronomia por darem contribuições valiosas para a qualidade do artigo. Ao CNPQ pelo suporte financeiro à divulgação científica em astronomia.

### Sobre os autores

Lucas Antonio Xavier ([lucas.perobas@gmail.com](mailto:lucas.perobas@gmail.com)) é professor de física na Escola Estadual Professora Filomena Quitiba (SEDU-ES) em Piúma, ES e doutorando no Programa de Ciências Naturais da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes, RJ, onde desenvolve pesquisas em Ensino de Ciências.

Fernando José Luna de Oliveira ([fernandojoseluna@gmail.com](mailto:fernandojoseluna@gmail.com)) é professor da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), em Campos dos Goytacazes-RJ. Conduz pesquisas no Laboratório de Ciências Químicas da UENF e orienta alunos de mestrado e doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais, em projetos com ênfase em história

das ciências e ensino de ciências (Biologia, Física e Química).

Flávio Gimenes Alvarenga ([flavio.alvarenga@ufes.br](mailto:flavio.alvarenga@ufes.br)) é professor da Universidade Federal do Espírito Santo. Desenvolve pesquisa na área de cosmologia, atuando principalmente no tema cosmologia quântica, e na área de ensino de física com trabalhos de inserção da física contemporânea no Ensino Médio. Membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGENFis) - UFES / Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - Polo 12.

Mateus Geraldo Xavier ([mateusxavier506@gmail.com](mailto:mateusxavier506@gmail.com)) é bacharel em filosofia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), mestre e doutor em Teologia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ). Atualmente é professor de filosofia na escola SESC de Ensino Médio.

Karoline Vitória Silva da Costa ([karolinevitoriasilvadacosta@gmail.com](mailto:karolinevitoriasilvadacosta@gmail.com)) é aluna da terceira série do ensino médio, na Escola Estadual Professora Filomena Quitiba (SEDU-ES) em Piúma, ES. Foi contemplada com uma bolsa de Iniciação Científica júnior na IV Mostra de Astronomia do Espírito Santo (MAES), na categoria ensino médio.

### Referências

- [1] L. Peduzzi, *Força e movimento: de Tales a Galileu*, Publicação interna (Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015), revisado em 2019. Disponível em <https://evolucaodosconceitos.wixsite.com/historia-da-ciencia/textos>, acesso em fev. 2023.
- [2] C. Ronan, *História ilustrada da ciência da Universidade de Cambridge* (Jorge Zahar, 1994).
- [3] L. O. Q. Peduzzi e A. C. Raíck, *Sobre a natureza da ciência: Asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência*, *Investigações em Ensino de Ciências* **25**(2), 19 (2020).
- [4] A. Oliveira, J. C. Fabris e J. D. Toniato, *Mostra de astronomia do espírito santo*, Ca-

- ternos de *Astronomia* **1**(1), 179 (2020). Disponível em <https://periodicos.ufes.br/astrofísica/article/view/31863>, acesso em fev. 2023.
- [5] M. G. Ramos, *Epistemologia e ensino de ciências: compreensão e perspectivas*, in *Construtivismo e o ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*, editado por R. Moraes (EDIPUCRS, Porto Alegre, 2008), 13–35.
- [6] L. O. Q. Peduzzi, *Evolução Dos Conceitos Da Física* (UFSC/EAD/CED/CFM, 2011). Disponível em [https://be37fb0e-ff6f-47d2-bea9-9e97e816116d.filesusr.com/ugd/7d71af\\_3f31bce28a694759913fd438bf6cda94.pdf](https://be37fb0e-ff6f-47d2-bea9-9e97e816116d.filesusr.com/ugd/7d71af_3f31bce28a694759913fd438bf6cda94.pdf), acesso em fev. 2023.
- [7] P. Demo, *Professor/conhecimento* (UnB, Brasília, 2001).
- [8] F. Fava-De-Moraes e M. Fava, *A iniciação científica: muitas vantagens e poucos riscos*, São Paulo em *Perspectiva* **14**(1), 73 (2000).
- [9] R. R. D. F. Mourão e M. L. O. Mourão, *Dicionário enciclopédico de astronomia e astronáutica* (Nova Fronteira, 1987).
- [10] R. Faria, *Modelagem causal da astronomia antiga*, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (2014).
- [11] T. Hockey et al. (eds.), *The Biographical Encyclopedia of Astronomers* (Springer, New York, 2007).
- [12] A. Van Helden, *Measuring the Universe: Cosmic Dimensions from Aristarchus to Halley* (Chicago University Press, Chicago, 1985).
- [13] T. C. Caetano e C. M. Cardoso, *Uma proposta de atividade didática sobre a medição do raio da terra baseada no método empregado por eratóstenes*, *Cadernos de Astronomia* **3**(1), 121 (2022).
- [14] L. V. Freitas, R. M. Santucci e I. A. Marques, *Reinventando o método de Aristarco*, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **43**(43) (2021).
- [15] T. de Oliveira, V. Lima e A. Bertuola, *Aristarco revisitado*, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **38**(2) (2016).
- [16] E. Picazzio (ed.), *O Céu Que Nos Envolve: Introdução à astronomia para educadores e iniciantes* (Odysseus, 2011). Disponível em <http://www.astro.iag.usp.br/OCeuQueNosEnvolve.pdf>, acesso em fev. 2023.
- [17] R. Kerner, *O experimento de Tales*, *Cadernos de Astronomia* **1**(1), 83 (2020).
- [18] J. L. E. Dreyer, *A history of astronomy from Thales to Kepler* (Dover Publications, Nova Iorque, 1953).
- [19] S. O. Kepler e M. F. Saraiva, *Astronomia e Astrofísica* (Livraria da Física, São Paulo, 2014).
- [20] *Heliocentrismo*, Wikipedia: A enciclopédia livre (2022). Disponível em <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Heliocentrismo&oldid=63304821>, acesso em fev. 2023.
- [21] P. Fara, *Uma breve história da ciência* (Fundamento Educacional, São Paulo, 2014).
- [22] J. C. Fabris, *Aristóteles e a gravitação*, *Cadernos de Astronomia* **1**(1), 6 (2020).
- [23] F. Damasio, *O início da revolução científica: questões acerca de Copérnico e os epiciclos, Kepler e as órbitas elípticas*, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **33**(3), 33 (2011).
- [24] B. Russell, *História da filosofia ocidental, Livro 1: A filosofia antiga* (Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 2015).
- [25] A. A. P. Videira e C. L. Vieira, *Notas para uma história da cosmologia entre as décadas de 1910 e 1930*, *Cadernos de Astronomia* **3**(1), 10 (2022).
- [26] J. G. Coelho, *O Telescópio Espacial James Webb - uma nova era na Astronomia*, *Cadernos de Astronomia* **3**(2), 112 (2022).
- [27] K. R. Popper, *A ciência normal e seus perigos*, in *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento*, editado por I. Lakatos e A. Musgrave (Cultrix, São Paulo, 1979).

- [28] A. Koyré, *Estudos de história do pensamento científico* (Forense Universitária, Rio de Janeiro, 1982).
- [29] Ministério da Educação, Brasil, *Base nacional comum curricular* (2018). Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>, acesso em fev. 2023.
- [30] M. R. Matthews, *História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação*, Caderno Catarinense de Ensino de Física **12**(3), 164 (1995). Disponível em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084>, acesso em fev. 2023.
- [31] W. F. McComas, *Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science*, *Science & Education* **17**(2-3), 249 (2007).