

ERATÓSTENES

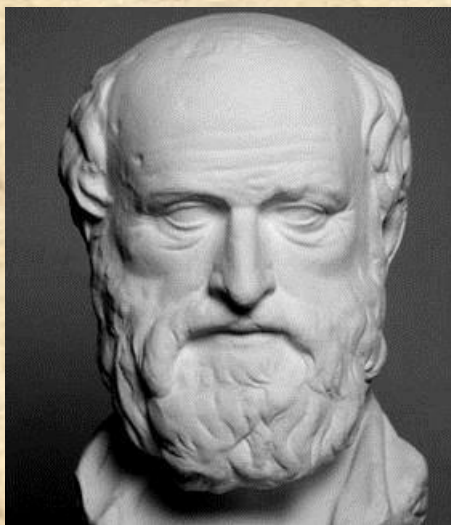
Texto original: **Wikipédia, a enciclopédia livre.**

Novembro/2022

Ampliação e ilustrações: **Iran Carlos Stalliviere Corrêa-IG/UFRGS**

Eratóstenes de Cirene (em grego: Ἐρατοσθένης; Cirene, 276 a.C. — Alexandria, 194 a.C.) 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. Os contemporâneos chamavam-no de "**Beta**" porque o consideravam o segundo melhor do mundo em vários aspectos.



Eratóstenes de Cirene

(fonte Eratóstenes: https://www.suapesquisa.com/uploads/site/erastostenes_de_cirene.jpg)



Biblioteca de Alexandria

(fonte Biblioteca: https://1.bp.blogspot.com/--qqVwvENSvY/W3CAIC02fNI/AAAAAAAAAGRg/L_V1XRLL2Hocd_M1UfppiUfo0pAxv25HwCLcBGAs/s1600/LibraryofAlexandria2.jpg)

Vida

Eratóstenes é descrito pelo Suda como tendo sido aluno do filósofo **Aríston de Quio**, do gramático **Lisânias de Cirene** e do poeta **Calímaco**.



Aríston de Quio



Calímaco



Ptolomeu III

(fonte Aríston: <https://www.kidpaw.com/data/people/greek/kidpaw-heraclitus-8429.jpg>)

(fonte Calímaco: <https://estadodaarte.estadao.com.br/wp-content/uploads/2017/07/calimaco.jpg>)

(fonte Ptolomeu: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1e/Ritratto_di_tolomeo_III_evergete%2C_bottega_forse_cipriota%2C_250_ac_ca.jpg/800px-Ritratto_di_tolomeo_III_evergete%2C_bottega_forse_cipriota%2C_250_ac_ca.jpg)

(fonte Ptolomeu: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1e/Ritratto_di_tolomeo_III_evergete%2C_bottega_forse_cipriota%2C_250_ac_ca.jpg/800px-Ritratto_di_tolomeo_III_evergete%2C_bottega_forse_cipriota%2C_250_ac_ca.jpg)

O Suda esclarece que **Ptolomeu III Evérgeta** trouxe-o de Atenas para Alexandria, onde permaneceu até o reinado de **Ptolomeu V Epifânio**.



Ptolomeu V



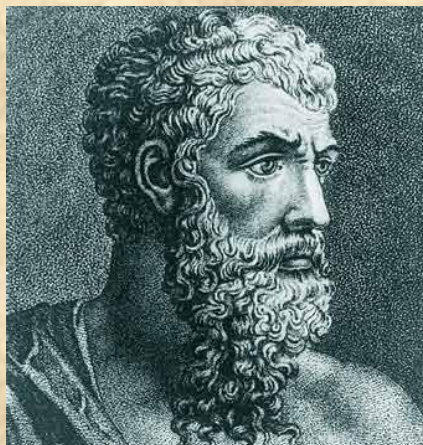
Ptolomeu IV

(fonte Ptolomeu V: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/51/PtolemyV-SilverTetradrachm-BackgroundKnockedOut-ROM-Dec29-07.png>)

(fonte Ptolomeu IV: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/18/PtolemyIV-StatueHead_MuseumOfFineArtsBoston.png/220px-PtolemyIV-StatueHead_MuseumOfFineArtsBoston.png)

Afirma-se que **Ptolomeu III** trouxe-o inicialmente de Atenas para ensinar o seu filho **Filopátor** (Ptolomeu IV Filopátor). Diz-se que ele foi chamado de "**Beta**" por estar sempre em segundo lugar em várias áreas do conhecimento. Outros, porém, o chamavam de "**Pentathlos**" - pentatleta - por sua diversidade de conhecimentos. No Suda é dito que ele

nasceu no período da 126ª Olimpíada e faleceu com a idade de 82 anos. Um dos seus discípulos foi **Aristófanis de Bizâncio**.



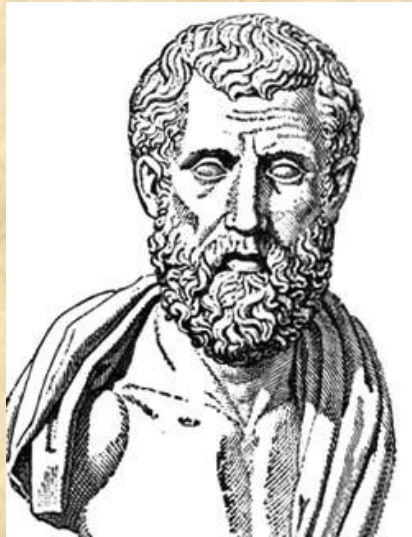
Aristófanis de Bizâncio

(fonte: <https://1.bp.blogspot.com/-U9dECVWM7DE/XoVF4Vm-pmI/AAAAAAAAABcg/uw7giH0ICDYon5I2-ybCBExm0q8IYviBACLcBGAsYHQ/s1600/arist%25C3%25B3fanis.jpg>)

Obras

Eratóstenes escreveu obras filosóficas, poemas, histórias, muitos diálogos e trabalhos sobre gramática. Entre as suas obras merecem destaque **Astronomia ou Catasterismos** (em grego: Ἀστρονομίαν ἢ Καταστηριγμούς), **Sobre as seitas filosóficas** (em grego: Περί τῶν κατὰ φιλοσοφίαν αἰρέσεων), **Sobre o libertar-se da dor** (em grego: Περί ἄλυπίας). Um de seus poemas chamava-se **Hermes**.

Além disso, ele escreveu uma obra chamada **Platonicus**, que tratava da matemática que fundamenta a filosofia de Platão. Essa obra foi muito utilizada por **Téon de Esmirna**, que no livro **Expositio rerum mathematicarum** afirma que Eratóstenes tratou do problema da duplicação do cubo. Isso também foi afirmado por **Eutócio de Ascalão** no livro II de **Esfera e Cilindro**, em que comenta a proposição 1 de Arquimedes, onde ele reproduz uma carta de **Eratóstenes** a Ptolomeu III Evérgeta. Essa carta descreve a história do problema da duplicação do cubo e, especialmente, descreve um aparelho mecânico inventado por **Eratóstenes** que serviria para encontrar a linha de segmentos x e y , para um dado segmento a e b ($a:x = x:y = y:b$). Hoje sabe-se que algumas partes desta carta não foram escritas por **Eratóstenes**.



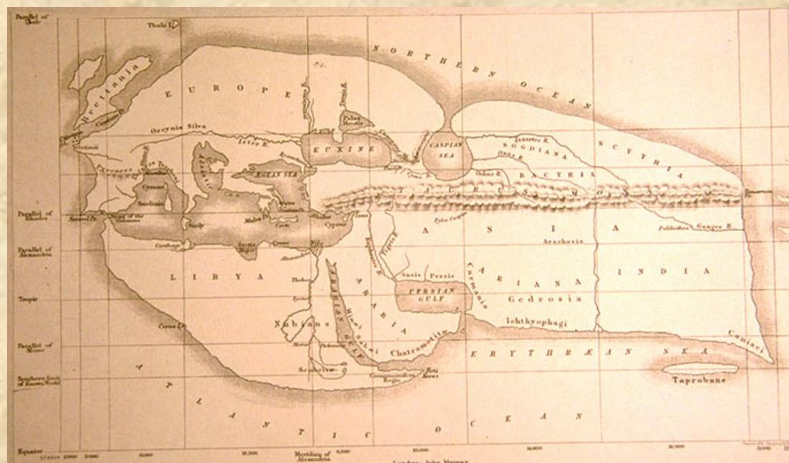
Téon de Esmirna

(fonte: https://blog.nueva-acropolis.es/wp-content/uploads/2011/08/Theon_of_Smyrna.jpg)

Eratóstenes trabalhou também com números primos e é lembrado por seu **Crivo de Eratóstenes**, que é ainda uma importante ferramenta na teoria dos números. O crivo é citado na obra Introdução à aritmética de Nicomedes.

Ele também escreveu um livro chamado **Sobre os significados** que, apesar de perdido, é mencionado por Papo de Alexandria como sendo um importante livro de geometria. **Eratóstenes** ainda escreveu um livro denominado **Sobre a medição da Terra**, também perdido, em que de maneira surpreendente procedeu com a exata medição da circunferência da Terra.

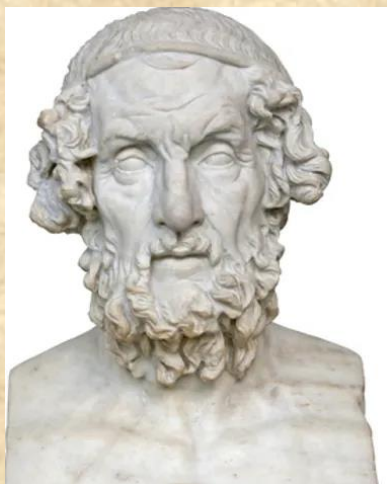
Geografia



Reconstrução do século XIX do mapa do mundo feito por Eratóstenes, mundo este até então conhecido, c. 194 a.C.

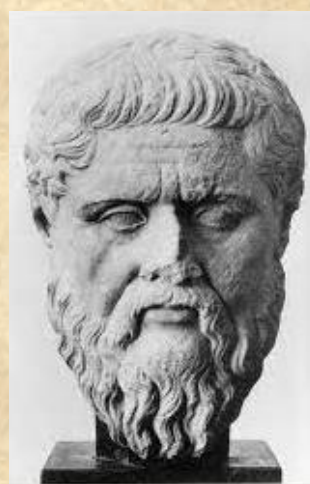
(fonte: <https://www.ubwiki.com.br/imagens/verbetes/if4Wk2R7NcAd.jpg>)

Eratóstenes é tido também como o fundador da disciplina geografia. Ele publicou uma obra chamada **Geográfica** (em grego: Γεωγραφικά), na qual estabelece um vocabulário próprio (tais como as palavras geografia e geógrafo) para a disciplina antes tida como apenas técnica. Nessa obra **Eratóstenes** afirma que **Homero** teria sido o primeiro geógrafo, em razão deste último ter feito descrições topológicas e climáticas de determinados locais e regiões na antiguidade.



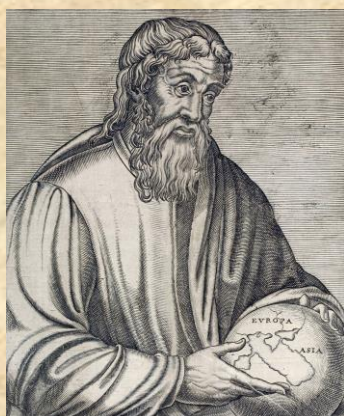
Homero

(fonte Homero: https://static.mundoeducacao.uol.com.br/mundoeducacao/conteudo_legenda/9dda06b9088daaef5fa87fd661ccd155.jpg)



Anaximandro

(fonte Anaximandro: <https://www.facebook.com/paranoiapresoc/posts/833048033738261/>)



Estrabão

(fonte Estrabão: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ed/Strabo.jpg>)



Plínio o velho

(fonte Plínio: <https://citacoes.in/media/authors/pliny-the-elder.jpeg>)

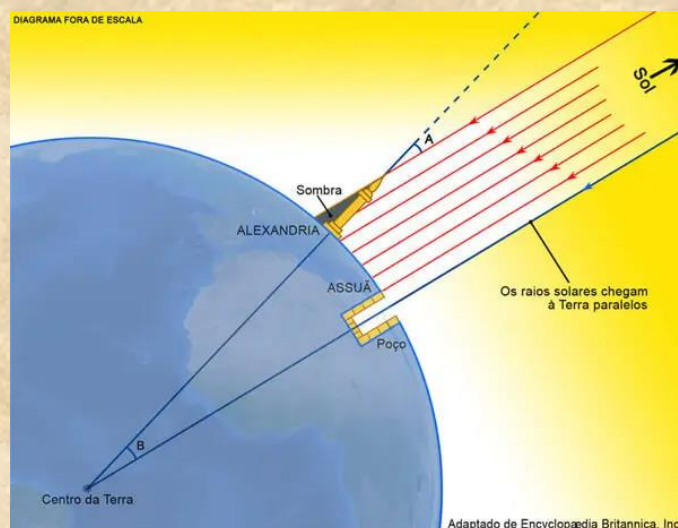
Eratóstenes associa **Anaximandro** com a origem da Cartografia, apesar de a técnica ter sido originada em Mileto no século VI a.C.. Na **Geográfica**, que tinha três volumes e que conta hoje com apenas 155 fragmentos, mencionados eminentemente por **Estrabão** e **Plínio o velho**, o autor utiliza de descrições de viagens e expedições feitas por

compatriotas, a maior parte desses viveu na época de Alexandre o Grande, para formular o que seria um mapa do mundo existente na época.

A medida da circunferência da Terra

Eratóstenes foi um dos primeiros a calcular a circunferência da Terra.

Em sua época, as datas dos solstícios e equinócios eram levemente diferentes das atuais, devido à precessão dos equinócios. Mas ele conhecia as datas em que estes eventos ocorriam. Ele foi diretor da Biblioteca de Alexandria, e num dos manuscritos dessa instituição tomou conhecimento de que no Solstício de Verão, na cidade de Siena (atual Assuã), ao meio dia, o Sol ficava quase exatamente no zênite, de modo que podia ser observado no fundo de um poço. Porém, em Alexandria, na mesma data e mesma hora, isso não era possível, pois o Sol não fica suficientemente perto do zênite. Então percebeu que se ele pudesse determinar esse ângulo e soubesse a distância entre as cidades, poderia determinar o tamanho da Terra.



Medida da circunferência da Terra por Eratóstenes
(fonte: https://www.zenite.nu/wp-content/uploads/oldpics/f08/medidas_min.jpg)

Contratou um itinerante para medir a distância das cidades em passos, que era comum na época. Eram pessoas treinadas para caminhar

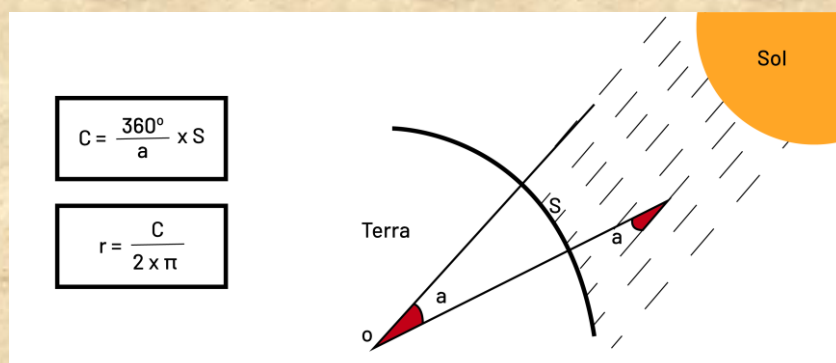
com passadas muito regulares. Assim constatou que a distância era de 5040 estádios. Fixou uma vareta perpendicular ao solo, em Alexandria, mediu o comprimento da sombra em proporção ao comprimento da vareta e, com isso, encontrou o ângulo de $7,2^\circ$ ou $1/50$ da circunferência. Portanto o perímetro total da circunferência terrestre deveria ser $5\ 040 \times 50 = \mathbf{252\ 000\ estádios}$.

Nesse cálculo, assume-se implicitamente que Siena e Alexandria estejam no mesmo meridiano, porém há uma diferença em torno de $2,98^\circ$ de longitude entre as cidades, o que produz uma pequena diferença de $0,135\%$, que não é relevante em comparação a outras fontes de erro.

O detalhe mais importante é que na época de **Eratóstenes** havia muitas unidades com mesmo nome (stadium) e diferentes comprimentos, variando desde 156 m até 210 m. Devido a essa inexistência de padronização, diferentes fontes apontam diferentes valores para o resultado que teria sido encontrado por **Eratóstenes**.

Em 1972, **Lev Vasilevich Firsov** analisou 81 trabalhos de medida realizados por **Eratóstenes** e **Estrabão**, para calcular inversamente quanto deveria ser o **stadium** utilizado por eles, e chegou ao valor 157,7 m. Com isso tornou-se possível saber que a circunferência da Terra medida por **Eratóstenes**, convertida no sistema métrico moderno, corresponderia a cerca de **39 700 km**, muito semelhante ao valor correto (**40 008 km**).

A ideia de Eratóstenes:



O raio da terra pela sombra solar.

(fonte: https://cienciahoje.org.br/wp-content/uploads/2018/12/Artigo_TerraRedonda_Figura1-01.jpg)

Para calcular a circunferência da Terra, **Eratóstenes** utilizou a seguinte relação trigonométrica: em que "**S**" é a distância entre Siena e Alexandria; "**a**" é o ângulo formado entre as cidades de Siena e Alexandria; e "**C**" é a circunferência da Terra;

Ou seja, a razão entre a distância das cidades (S) e a circunferência da Terra (C) é igual à razão do ângulo formado pelas cidades (a) e o ângulo total da circunferência da Terra.

Referências

- Asimov, Isaac. 1975. Asimov's Biographical Encyclopedia of Science and Technology, nova edição revisada.
- Duane W. Roller. 2010. Eratosthenes' Geography. Fragments collected and translated. Princeton: Princeton University Press, p. 1-22.
- Eratóstenes, um gênio do tamanho da Terra" (PDF). Consultado em 9 de setembro de 2022. Arquivado do original (PDF) em 10 de outubro de 2022.
- Melao. Análise da entrevista com Marcelo Gleiser. www.saturnov.com. Consultado em 22 de janeiro de 2022.
- Sagan, Carl, 1982. Cap.1 - As fronteiras do oceano cósmico. Cosmos. Rio de Janeiro: Francisco Alves. p. 14-17
- The Mac Tutor History of Mathematics Archive, Universidad de Saint Andrews (Scotia)