



Felipe Sérvulo Maciel Costa#
Escola Cidadã Integral Técnica
Estadual Melquíades Vilar, Taperoá,
PB, Brasil.

RESUMO

Este artigo tem como objetivo apresentar um relato de uma experiência de ensino e divulgação da astronomia através do Projeto Eratóstenes, uma iniciativa internacional educacional que busca medir o raio da Terra. Esse projeto reproduz uma experiência histórica realizada há mais de 2000 anos utilizando materiais de baixo custo e envolvendo estudantes de escolas ao redor do mundo. As medições foram realizadas entre os anos de 2017 e 2019 e envolveram estudantes e professores da ECIT Estadual Melquíades Vilar, na cidade de Taperoá, Paraíba, Brasil, em parceria com o clube de astronomia local. A iniciativa, que, pela primeira vez na história, foi realizada no estado da Paraíba, buscou utilizar-se da interdisciplinaridade para aproximar a prática experimental da física ao cotidiano escolar e enfatizar a importância da história da ciência aos alunos, principalmente da astronomia. Os resultados obtidos para as medições em conjunto foram de $R = (6.380 \pm 20)$ km no ano de 2017, $R = (6.300 \pm 20)$ km em 2018 e $R = (6.300 \pm 20)$ km em 2019, com um desvio padrão de $S = 218$ km, de $S = 784$ km e $S = 403,5$ km respectivamente, em relação ao valor oficial tabulado de 6371 km. O projeto contribuiu para a popularização da astronomia, tornando-se uma ferramenta de relevância científica e pedagógica para a comunidade escolar local.

Palavras-chave: ensino de física; popularização da astronomia; divulgação científica; Projeto Eratóstenes



1. Introdução

Há 2300 anos, um célebre polímata grego chamado Eratóstenes (Cirene, 276 a.C. - Alexandria, 194 d.C.), astrônomo, matemático, geógrafo e bibliotecário-chefe da Biblioteca de Alexandria, tornou-se a primeira pessoa a calcular, com um erro mínimo, o raio e a circunferência da Terra. Para isso, ele utilizou noções básicas de trigonometria e astronomia, baseando-se no comprimento da sombra de um obelisco na cidade de Alexandria, ao norte do Egito, e de um poço em Siene (atual Assuã), ao sul do Egito, em um determinado dia do ano [1, 2].

Com o objetivo de reproduzir este experimento histórico em escolas, em 2005, durante o Ano Internacional da Física, nos Estados Unidos, foi criado o *Eratosthenes Project*, que teve como objetivo inicial propor a experiência de medir o raio da Terra com um método semelhante ao que Eratóstenes utilizou [3]. A iniciativa convidou estudantes e professores de várias partes do país para realizarem o experimento, que deveria ser feito em pares de escolas separadas por uma distância significativa. O experimento deveria ser feito com materiais simples e de fácil acesso. Paralelamente, o projeto também teve como objetivo fornecer ferramentas metodológicas para professores ampliarem suas capacidades didáticas e o seu método de ensino, bem como contribuir para despertar o interesse dos alunos pela ciência e, consequentemente, melhorar sua aprendizagem em

disciplinas como a física e a matemática.

No Ano Internacional da Astronomia, em 2009, o Departamento de Física da Facultad de Ciencias Exactas y Naturales da Universidade de Buenos Aires (Argentina), o Laboratorio Pierre Auger, a Universidade Tecnológica Nacional, Regional Mendoza (Argentina) e a Asociación Física Argentina, adaptaram o projeto estadunidense e convidaram escolas de todo o país para realizar as medições [4].

No ano de 2010, através da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) e da Universidade Estadual Paulista (Unesp),

o Brasil se uniu ao projeto, tornando-se um dos países que mais vem aumentando sua participação e, desde 2013, mantém o segundo lugar na lista de entidades participantes, incluindo escolas e clubes de astronomia [5].

Por meio de um esforço que envolveu professores, ges-

ttores e alunos da Escola Cidadã Integral Técnica Estadual Melquíades Vilar (ECIT Melquíades Vilar), em 21 de setembro de 2017, no Polo da Universidade Aberta do Brasil, em Taperoá, ocorreu o primeiro evento do Projeto Eratóstenes na cidade, coordenado pelo Clube de Astronomia Mistérios do Universo (CAMU). O evento também foi o primeiro da história a ser realizado no estado da Paraíba. Nos equinócios de 2018 e 2019, mais duas medidas foram realizadas, desta vez, no pátio da ECIT Melquíades Vilar.

2. O Experimento de Eratóstenes de Siene

No ano de 240 a.C., Eratóstenes rea-

#Autor de correspondência. E-mail: felipe.costa1@professor.pb.gov.br.

lizou um experimento até então nunca antes feito na história [6]. Utilizando os resultados das pesquisas que ele tinha realizado no acervo de papíros da biblioteca, Eratóstenes calculou o raio e a circunferência da Terra com notável precisão. Nos registros da biblioteca, ele havia lido que, no solstício de verão, era possível observar, ao meio-dia, o Sol no fundo do poço na cidade de Siene (como mostra a Fig. 1). Ele também sabia que, em Alexandria, localizada ao norte de Siene, isso não ocorria, uma vez que, na mesma data e hora, um grande obelisco fazia sombra (ver Fig. 2). Isso significava que o Sol não estaria no zênite e que a Terra não seria plana, como se pensava na época.

Segundo Verdet [7], Alexandre, o Grande, e, posteriormente, os povos ptolomeus, tinham contratado bematistas - agrimensores especialistas da Grécia antiga que eram treinados para medir distâncias contando seus passos - para medir os caminhos do Egito. Os bematistas (ou, em algumas ocasiões, os seus camelos) contaram 1 milhão de passos entre Alexandria e Siene, ou a distância de 5.000 estádios (uma antiga medida grega). Considerando que as cidades estavam no mesmo meridiano e com a mesma medida da distância entre as cidades, Eratóstenes calculou a medida da sombra do obelisco em Alexandria no mesmo dia, no solstício de verão. Com estas medidas, e sabendo que o Sol estava demasiadamente distante, de modo que os raios chegassem paralelamente à Terra, podia-se fazer um cálculo trigonométrico e descobrir a circunferência da Terra. Por correspondência geométrica, foi possível estimar o ângulo formado pela interseção das duas retas imaginárias que representavam a posição de Alexandria e Siene no mapa - e que se estendiam até o centro da Terra. (ver Fig. 2).

A relação entre o comprimento da sombra do obelisco, a altura do obelisco e o ângulo é dada por [6]

$$\tan \theta = \frac{L'}{L}, \quad (1)$$

onde L' é o comprimento da sombra e L é a altura do obelisco. Isolando o ângulo θ , temos

$$\theta = \tan^{-1} \frac{L'}{L}. \quad (2)$$

Calculando o arco tangente, encontra-

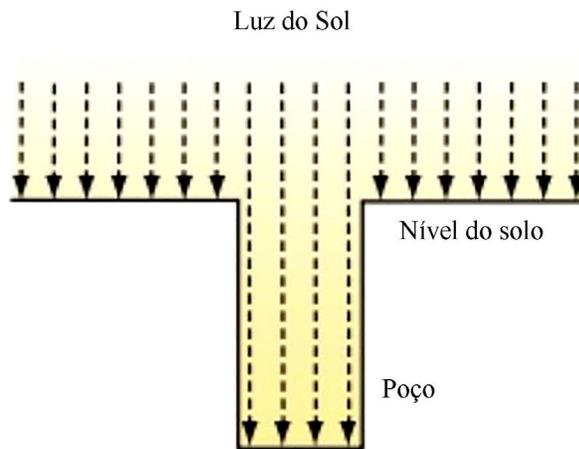


Figura 1 - Raios de sol brilhando diretamente no fundo do poço em Siene, ao meio-dia, quando o Sol estava diretamente no zênite (ponto diretamente acima de um observador na esfera celeste). No solstício de verão (21 de junho), nenhuma sombra podia ser observada ao meio-dia, e, portanto, o Sol poderia ser visto no fundo do poço. O mesmo fenômeno poderia ser visto também no solstício de inverno. (Fonte: adaptado de *Teacher's Guide: The Eratosthenes Project 2005*).

mos o valor do ângulo θ , dado por

$$\frac{d}{C} = \frac{\theta}{360}, \quad (3)$$

onde d é a distância entre Alexandria e Siene e C é a circunferência da Terra. Rearranjando os termos da Eq. (3), temos

$$C = \left(\frac{360}{\theta}\right)d. \quad (4)$$

Eratóstenes descobriu que o ângulo θ do centro da Terra era de $7^{\circ}12'$ ou $7,2^{\circ}$, equivalente a $1/50$ de uma circunferên-

cia completa ($360^{\circ}/7,2$). Considerando a Terra como sendo esférica, a sua circunferência seria, portanto, 50 vezes a distância entre Alexandria e Siene, ou seja, aproximadamente 250.000 estádios [6]. Sabendo que 1 estádio equivale a 157,5 m, o resultado foi de 39.375 km, com uma margem de erro de $-2,4\%$ e $+0,8\%$ em relação ao valor oficial estimado atualmente de 40.076 km.

As medidas foram publicadas em seu livro *Sobre as medições da Terra*, que está desaparecido. Entretanto, o seu método e seus cálculos foram publicados por outros escritores, incluindo

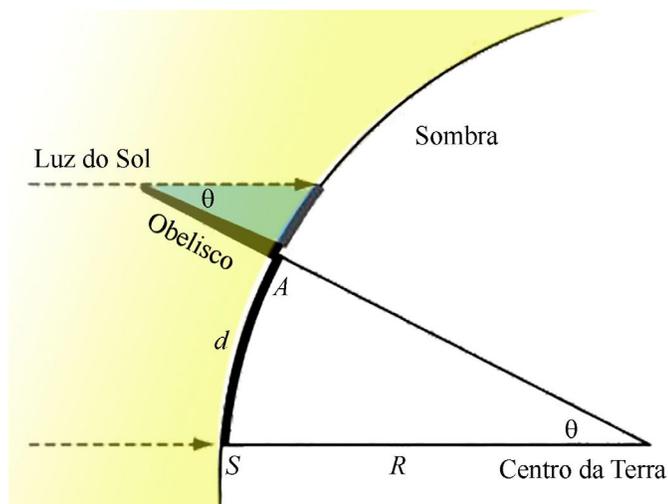


Figura 2 - No dia 21 de junho, ao meio-dia, um obelisco fazia sombra em Alexandria (A), enquanto em Siene (S), não se observava sombra alguma. Conhecendo o ângulo θ e a distância d entre as cidades, era possível calcular a circunferência através de um cálculo trigonométrico simples. (Fonte: adaptado de *Teacher's Guide: The Eratosthenes Project 2005*).

Cleomedes [8], em sua obra *Caelestia* (Cleomedes, 132), Theon de Smyrna, citado na obra *Expositio rerum mathematicarum ad legendum Platonem utilium* (Hiller, 1868) [9] e Strabo, em sua obra *Geography* (Strabo, 1917) [10].

É importante salientar que, segundo Verdet [7], o resultado de 250.000 estádios de Eratóstenes não era exato e sim arredondado:

[...] o valor de 5 mil estádios era visivelmente arredondado, o que aliás Eratóstenes sabia, visto que, por motivos de comodidade de cálculo, elevou esse valor para 252 mil estádios (252 mil divididos por 360 dá o resultado redondo de 700 estádios por grau de meridiano), e o valor de $7^{\circ}10'$ também era aproximado, ficando difícil conhecer o valor do estádio utilizado. Digamos que a circunferência da Terra, assim determinada, dava um pouco mais de 40 mil quilômetros, e notemos a simplicidade do método consiste em avaliar linearmente a distância entre dois pontos de um mesmo meridiano, e depois determinar a circunferência inteira por uma regra de três. [7, p. 206]

3. As medições do projeto Eratóstenes em Taperoá, Paraíba

Para reproduzir a técnica utilizada por Eratóstenes, são necessários pelo menos dois pontos A e B separados por uma distância d . Os pontos são representados por duas instituições distintas que têm o objetivo de medir o comprimento dos gnômons, cada uma em suas respectivas localizações geográficas ao meio-dia solar, no mesmo dia, e preferencialmente próximo dos equinócios (ver Fig. 3). Nestas condições, é possível medir o menor comprimento da sombra da haste disposta perpendicularmente ao solo. Quanto menos distante estiver a cidade do equador terrestre, menor será o comprimento da sombra no momento do meio-dia solar, ou seja, o horário em que o sol estará a pino [11].

As primeiras medições aconteceram no dia 21 de setembro de 2017, no polo da Universidade Aberta do Brasil, em Taperoá, na Paraíba. Essa data foi escolhida pois, por ser o equinócio de primavera daquele ano, ao meio-dia local, ocorreria a menor sombra do ano,

assim como em março, durante o equinócio de outono. Com o apoio dos professores de matemática e de física da Escola Melquíades Vilar, alunos do 1º ano do Ensino Médio foram convidados para uma palestra na qual foi contada a história de Eratóstenes e do projeto (Fig. 4). Em seguida, os alunos foram conduzidos para a biblioteca da UAB para participarem da oficina a fim de produzir os gnômons que iriam medir as sombras. Dentro da proposta de utilizar materiais simples e de fácil acesso, foram utilizados esquadros, fita, papel milimetrado, réguas e palitos de churrasco.

Em seguida, ao se aproximar do

meio-dia solar (cerca de 11h00, horário de Brasília), os alunos foram conduzidos para o pátio e divididos em equipes para realizarem as medições (Fig. 5). A cada cinco minutos, um dos membros da equipe marcava o ponto no papel milimetrado onde a sombra da haste do palito de churrasco tocava. Às 11h48 (horário de Brasília), ocorreu o meio-dia solar e as menores sombras foram medidas em centímetros.

A melhor medida local foi de 3,9 cm de sombra. Sabendo que o palito de churrasco (gnômon) media 30 cm, foi possível calcular o ângulo utilizando a Eq. (2), onde L' é a medida da sombra e

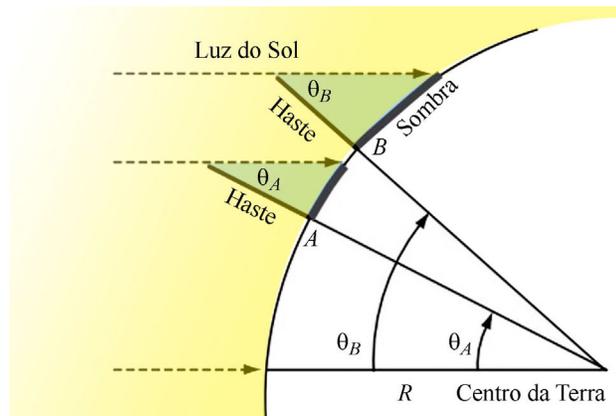


Figura 3 - Relações trigonométricas entre a luz do sol, as duas cidades A e B e os dois ângulos θ_A e θ_B formados pelas sombras das hastes que, por sua vez, representam, aproximadamente, a longitude da cidade em relação à linha do Equador. (Fonte: adaptado de *Teacher's Guide: The Eratosthenes Project 2005*).



Figura 4 - Alunos do 1º ano do Ensino Médio da Escola Melquíades Vilar participando da palestra inicial sobre o Projeto Eratóstenes e participando da oficina de confecção dos gnômons de medição.



Figura 5 - Alunos realizando as medições na menor sombra do dia no pátio do polo da Universidade Aberta do Brasil, em Taperoá.

L , o comprimento do gnômon.

$$\theta = \tan^{-1} \frac{L'}{L} = \frac{3,9 \text{ cm}}{30 \text{ cm}} = 7,2^\circ \quad (5)$$

Com a medida do ângulo até o centro da Terra e sabendo que a cidade de Taperoá estaria localizada a 800 km da linha do Equador (ver Fig. 6), foi feita a medida da circunferência do planeta, utilizando a Eq. (3)

$$C = \left(\frac{360}{7,2} \right) 800 = 40.000 \text{ km.} \quad (6)$$

Com a medida da circunferência, foi possível calcular o raio da Terra, cujo valor foi de 6.366,19 km, com erro de 0.9% em relação ao valor atual.

Depois disso, as melhores medidas dos alunos também foram enviadas à Universidade de Buenos Aires, que ficou responsável por cruzar os dados e escolher as escolas que estão aproximadamente no mesmo paralelo e que fizeram as medições no mesmo dia.

No ano de 2018, as medidas foram realizadas no dia 21 de setembro, também no equinócio de primavera daquele ano. Os alunos do 1º ano do Ensino Médio foram conduzidos à quadra poliesportiva da ECIT Melquíades Vilar para realizarem as medidas utilizando materiais disponíveis no laboratório de matemática da escola.

Após uma breve explicação do esquema utilizado por Eratóstenes (Fig. 7), os alunos começaram a série de medições até o momento do meio-dia local (11h29, horário de Brasília).

Em 23 de setembro de 2019, foi realizada a terceira e última participação da ECIT Melquíades Vilar no projeto. Os

alunos foram mais uma vez ao pátio da escola para realizarem as medições (Fig. 8), entretanto, as medidas finais ficaram fora do intervalo aceito,¹ quando foram comparadas às medidas dos alunos da Escuela Nacional Superior nº 10 Juan Bautista Alberdi, de Buenos Aires, Argentina.

4. Resultados

Após cruzar os dados com outras escolas, foram calculadas três medidas para o raio da Terra para o ano de 2017, como mostra a Tabela 1.

Em 2017, participaram do projeto 4.000 alunos de instituições de 13 países. As medições foram realizadas entre os dias 15 e 25 de setembro, em que



Figura 6 - Esquema montado para calcular a primeira medida do raio da Terra utilizando as medidas feitas pelos alunos. Foi traçada uma linha reta perpendicular à linha do Equador e foram calculados os valores trigonométricos (Fonte: Adaptado de Google Maps).

119 pares de escolas foram selecionados, com descarte de 29 dados. O resultado final, fazendo uma média aritméti-



Figura 7 - À direita, os estudantes recebendo uma breve explicação da ideia de Eratóstenes antes das medições na quadra da escola. Para fins didáticos, foi utilizado um modelo de um mapa do Egito Antigo que simula o comportamento da luz do Sol ao meio-dia, nas cidades de Alexandria e Siene. À esquerda, um estudante se prepara para começar a série de medições.

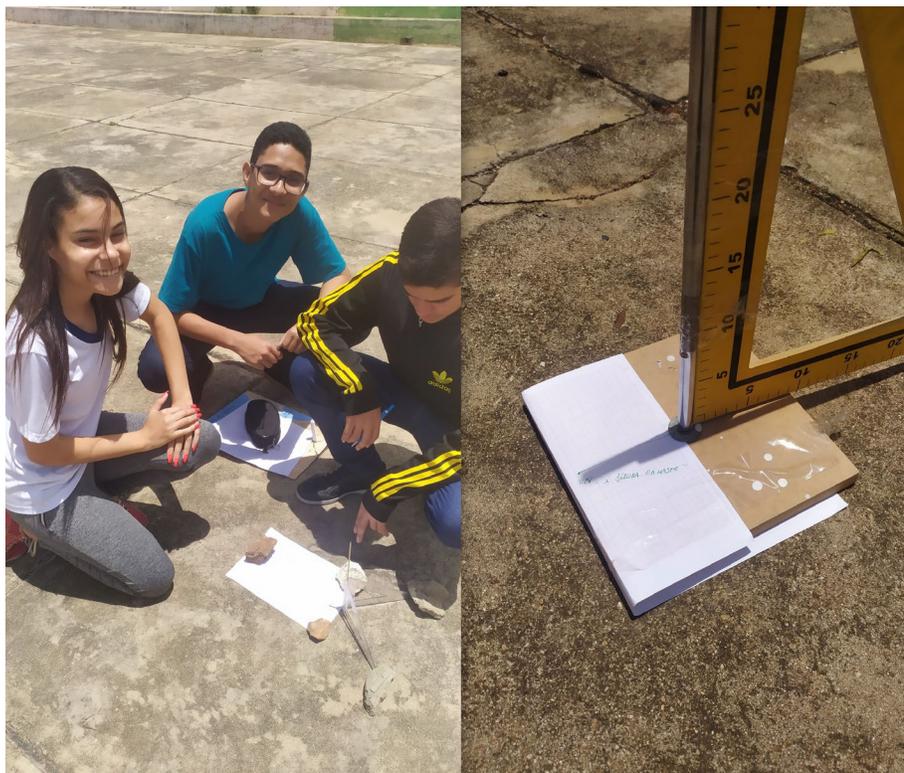


Figura 8 - Alunos da ECIT Melquiades Vilar realizando as medições da edição 2019 do Projeto Eratóstenes.

ca de todas as medidas, foi de $R = (6.380 \pm 20)$ km, com desvio padrão de $S = 218$ km em relação ao valor oficial. O histograma da Fig. 9 mostra os resultados dos raios obtidos de todos os pares [12].

Para o ano de 2018, ao cruzar os dados da Escola Melquiades Vilar com outras quatro instituições, foram obtidas três medidas para o raio da Terra, como mostra a Tabela 2.

Em 2018, participaram 5.000 alunos de 121 instituições de 15 países [13]. As medições foram realizadas entre os dias 10 e 28 de setembro, em que 149 pares de escolas foram selecionados, com descarte de 148 dados. O resultado final de 2018 para a média das medidas dos pares das escolas foi de $R = (6.340 \pm 60)$ km, com desvio padrão de $S = 784$ km em relação ao valor oficial. O histograma da Fig. 10 mostra os resultados dos raios obtidos de todos os pares.

A edição de 2019 do *Proyecto Eratóstenes* também fez parte do evento global IAU 100, que comemorou o centenário da International Astronomical Union (União Astronômica Internacional), a maior instituição de astronomia do mundo [14]. Nessa edição, participaram 414 escolas, que realizaram medi-

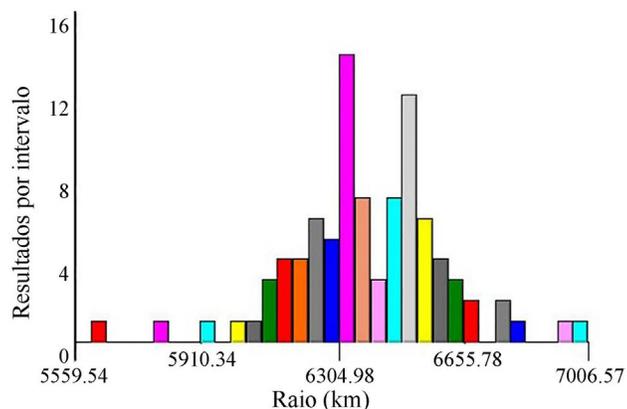


Figura 9 - Histograma elaborado com os 90 valores restantes, variando entre 5.500 km e 7.000 km. O eixo horizontal mostra os valores dos raios em km. Já o eixo vertical mostra o número de resultados no intervalo correspondente. É possível perceber que a maioria dos resultados (barra rosa) se aproximou do valor oficial do raio da Terra. Fonte: <http://difusion.df.uba.ar/Erat/InformeFinal17.pdf>.

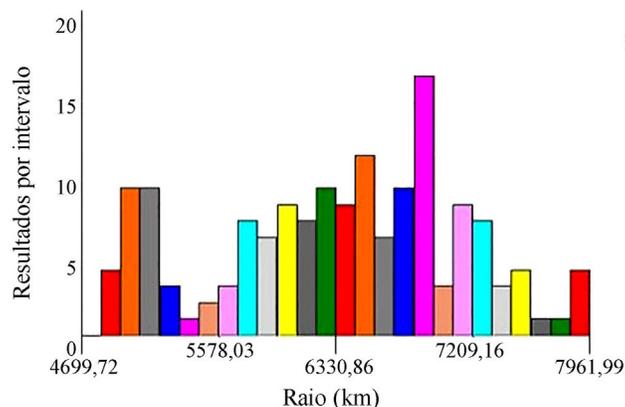


Figura 10 - Histograma dos valores obtidos para o raio terrestre em 2018 do *Proyecto Eratóstenes 2018 Hypathya In Memoriam*, variando entre 5.500 km e 8.000 km. O resultado médio foi de $R = (6.340 \pm 60)$ km, com desvio padrão de $S = 784$ k. Fonte: <http://difusion.df.uba.ar/Erat/InformeFinal18.pdf>.

Tabela 1: Resultados dos raios da Terra dos pares de instituições em 2017.

| Medição | Instituição /Local | Instituição 2/Local | Raio da Terra em km |
|---------|--|---|---------------------|
| 1 | Scoala Gimnaziala "Ion Creanga" (Craiova, Romênia) | Escola Melquiades Vilar (Taperoá, PB, Brasil) | 6.458,25 km |
| 2 | Astrobotic Club Craiova, Romênia) | Escola Melquiades Vilar (Taperoá, PB, Brasil) | 6.520,94 km |
| 3 | Colégio Santa Maria (São Paulo, Brasil) | Escola Melquiades Vilar (Taperoá, PB, Brasil) | 6.087,38 km |

Fonte: *Proyecto Eratóstenes*.

Tabela 2: Resultados dos raios da Terra dos pares de instituições em 2018.

| Medida | Instituição/Local | Instituição 2/Local | Raio da Terra em km |
|--------|--|--|--|
| 1 | Planetario Galileo Galilei (Buenos Aires, Argentina) | ECI Melquíades Vilar (Taperoá, PB, Brasil) | 6.510 km |
| 2 | Escuela Normal Superior (Buenos Aires, Argentina) | ECI Melquíades Vilar (Taperoá, PB, Brasil) | 6.800 km |
| 3 | Escuela Normal Superior (Buenos Aires, Argentina) | ECI Melquíades Vilar (Taperoá, PB, Brasil) | 6.891 km |
| 4 | Astrobotic Club (Craiova, Romênia) | ECI Melquíades Vilar (Taperoá, PB, Brasil) | R > R/4 (Fora do intervalo de validade) ² |
| 5 | Escuela de Nivel Secundario 67 General Don Manuel Obligado (Rioverde, San Luis Potosí, México) | ECI Melquíades Vilar (Taperoá, PB, Brasil) | R > R/4 (Fora do intervalo de validade) |

Fonte: *Proyecto Eratóstenes*.

ções entre os dias 13 e 30 de setembro de 2019, cujo resultado médio das medições conjuntas foi de $R = (6.300 \pm 20)$ km com desvio padrão $S = 403,5$ km, como mostra a Fig. 11.

5. Conclusão

Iniciativas educacionais como o Projeto Eratóstenes são estimulantes e motivadoras para escolas, professores e alunos, além de proporcionarem um contato maior com conhecimentos de astronomia e história da ciência (que são atualmente escassos na grade curricular brasileira) e desempenharem um papel importante no desenvolvimento do pensamento científico e habilidades em matemática. Nos três anos em que foi aplicado na ECIT Melquíades Vilar, em Taperoá, Paraíba, o projeto se tornou uma excelente ferramenta para aumentar significativamente o interesse dos alunos pelas disciplinas da área de Ciências da Natureza e Matemática, despertar a autonomia e melhorar o aprendizado através da ludicidade [15, 16].

Com sua rica metodologia e seus re-

ursos didáticos de fácil acesso e baixo custo, o projeto revelou ser uma grande estratégia pedagógica e um potencial para minimizar a dificuldade dos docentes, que, na maioria das vezes, não têm formação suficiente para desenvolver atividades lúdicas e experimentais em sala de aula ou até mesmo não dispõem de recursos didáticos disponíveis para realizar os experimentos. Além disso, o projeto também possibilita a inserção de conceitos de astronomia no Ensino Médio por meio de sua abordagem interdisciplinar, envolvendo as componentes curriculares de física, geografia, história e matemática, contribuindo para despertar o interesse dos estudantes nas áreas de Ciências da Na-

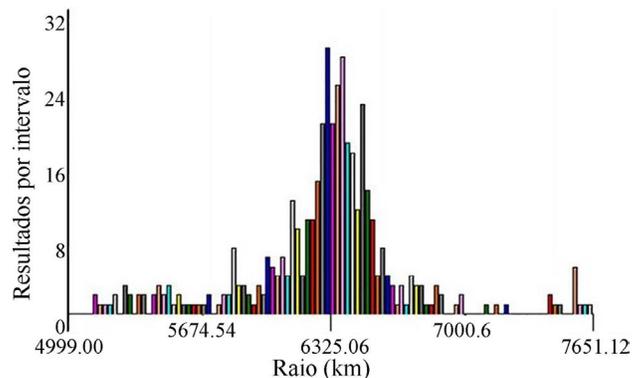


Figura 11 - Histograma das medidas de 2019 - *Proyecto Eratóstenes IAU 100*, cujas medidas estão no intervalo entre 5.000 km e 7.651,12 km. O resultado das medições em conjunto foi de $R = (6.300 \pm 20)$ km, com desvio padrão de $S = 403,5$ km. Fonte: <http://difusion.df.uba.ar/Erat/Result2019.pdf>.

tureza e Matemática.

Recebido em: 11 de Fevereiro de 2021

Aceito em: 11 de Julho de 2021

Notas

¹O *Proyecto Eratóstenes 2019* considerou que pares de escolas que obtivessem um raio com erro >20% estariam fora do intervalo aceito.

²A edição de 2018 do *Proyecto Eratóstenes* considerou que os valores de R que estivessem com um valor > 1/4 da medida oficial, estaria fora do intervalo válido para plotagem.

Referências

- [1] A.A. Luiz, J.P. Pastre, M.G.A. Pereira, M.A.D. de Souza, R.R.B. Parra, *Eratóstenes, um Gênio do Tamanho da Terra*, disponível em <https://web.archive.org/web/20141010073450/http://www.cic.ulp.edu.ar/CICWeb/Contenido/Pagina53/File/Mini-Curso-Eratostenes,-Um-Genio-do-Tamanho-da-Terra.pdf>, acesso em 20 de agosto de 2020.
- [2] R.R.F. Mourão, *Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica* (Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1987).
- [3] The Eratosthenes Project, *Teacher's Guide: The Eratosthenes Project 2005*, disponível em https://aniturri.hezkuntza.net/c/document_library/get_file?uuid=1e6e9f63-337e-4e29-83c1-87a8b0235c6c&groupId=68255, acesso em 23 de agosto de 2020.
- [4] V. Bekkeris, *Astronomy Education Review* **10**, 010201 (2011).
- [5] S.F.S Antônio, R. Langhi, in: *8º Congresso de Extensão Universitária da UNESP*, São Paulo, 2015.
- [6] R. Lucio, *The Forgotten Revolution: How Science Was Born in 300 BC And Why It Had to be Reborn* (Springer Science & Business Media, Berlin, 2004).
- [7] S.P. Verdet, *Uma História da Astronomia* (Jorge Zahar, Rio de Janeiro, 1991).
- [8] H. Ziegler, *Cleomedis De Motu Circulari Corporum Caelestium Libri Duo Ad Novorum Codicum Fidem Edidit Et Latina Interpretatione Instruxit Hermannus Ziegler* (in aedibus B.G. Teubneri, Leipzig, 1891).

- [9] E. Hiller, T. Smyrnaevs, *Theonis Smyrnaei Philosophi Platonici Expositio Rerum Mathematicarum Ad Legendum Platonem Utilium* (in aedibus B.G. Teubneri, Leipzig, 1878).
- [10] Strabo, *The Geography of Strabo*, trad. Horace Leonard Jones (Putnam, New York, 1917).
- [11] K. Lasky, *O Bibliotecário que Mediu a Terra* (Rio de Janeiro, Salamandra, 2000).
- [12] Projeto Eratóstenes, *Projeto Eratóstenes versão 2017: Planeta Terra Não Conhece Fronteiras*, <http://difusion.df.uba.ar/Erat/InformeFinal17.pdf>, acesso em 25 de agosto de 2020.
- [13] Projeto Eratóstenes, *Projeto Eratóstenes versão 2018: Hypathian In Memoriam*, <http://difusion.df.uba.ar/Erat/InformeFinal18.pdf>, acesso em 25 de agosto de 2020.
- [14] Projeto Eratóstenes, *Projeto Eratóstenes versão 2019: IAU 1000*, <http://difusion.df.uba.ar/Erat/Result2019.pdf>, acesso em 25 de agosto de 2020.
- [15] T.R. Almeida, R. Langhi, in: *Anais do I Simpósio Nacional De Educação Em Astronomia*, Rio de Janeiro, 2011.
- [16] R. Langhi, R. Nardi, *Educação em Astronomia: Repensando a Formação de Professores* (Escrituras, São Paulo, 2012).