

# LEIS DE KEPLER: UMA ABORDAGEM HISTÓRICA DAS EQUAÇÕES QUE REGEM O SISTEMA SOLAR

Jéssica Agostinho da Paz <sup>1</sup>  
Matheus Felipe Silva de Souza <sup>2</sup>  
José Joelson Pimentel de Almeida <sup>3</sup>

## RESUMO

O Sistema Solar que conhecemos hoje é formado por oito planetas, que estão em órbita ao redor do Sol. Mas nem sempre foi assim. Ao longo da história, diversos estudiosos se empenharam na busca de um modelo que descrevesse a disposição dos planetas no universo. Nesse contexto, o matemático e astrônomo Johannes Kepler desenvolveu uma das mais bonitas representações do Sistema Solar. Para isto, Kepler relacionou os Poliedros de Platão à distância dos planetas ao Sol, defendendo, assim, a ideia de que Deus criou o universo de forma racional usando, para isto, a geometria. No entanto, apesar do modelo de Kepler fazer sentido intuitivamente, era necessária uma abordagem científica para confirmar as hipóteses do astrônomo. Assim, a partir de seus estudos, Kepler notou que havia contradições entre seu modelo e os dados observados. Isto porque os planetas não se moviam em torno do sol em círculos, como previu, mas sim em elipses, o que contrariava sua teoria. Mas a história do pensamento conhece inúmeras verdades estéreis e férteis erros. Nesse sentido, o erro do astrônomo foi uma força motriz que o guiou para a criação das conhecidas Leis de Kepler, que descrevem os movimentos dos planetas no Sistema Solar. Sob essa perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise histórica acerca das contribuições de Kepler nos campos da astronomia e da matemática, destacando a importância de seus trabalhos para o heliocentrismo e para a criação da mecânica celeste moderna por Isaac Newton. Trata-se, portanto, de um estudo de natureza bibliográfica, ao buscar compreender as três Leis de Kepler sob uma abordagem histórica e matemática. A partir desta pesquisa, portanto, verifica-se a relevância da história do astrônomo para compreender o modelo de Sistema Solar conhecido atualmente e, ainda, as três leis que regem o nosso universo.

**Palavras-chave:** Leis de Kepler, Sistema Solar, Poliedros de Platão, História da Matemática.

## INTRODUÇÃO

A história da astronomia é uma das mais antigas, tendo seu início na Grécia, onde se deu um grande avanço nos estudos. São várias as especulações a respeito da natureza do universo, e é desde a antiguidade que o céu vem sendo usado como mapa, relógio e calendário. Os registros astronômicos mais antigos datam aproximadamente 3000 a.C. e se originaram devido aos chineses, babilônios, assírios e egípcios. Naquele período, os astros eram estudados

---

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, [jessica.paz@aluno.uepb.edu.br](mailto:jessica.paz@aluno.uepb.edu.br);

<sup>2</sup> Graduando do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, [matheus\\_silva9@outlook.com](mailto:matheus_silva9@outlook.com);

<sup>3</sup> Professor orientador vinculado ao Departamento de Matemática da Universidade Estadual da Paraíba – Campus I – UEPB e ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática – UEPB, membro do Leitura e Escrita em Educação Matemática – Grupo de Pesquisa Político-Pedagógico (LEEMAT), [jjmat@alumni.usp.br](mailto:jjmat@alumni.usp.br).

para fins práticos, como medir a passagem do tempo, prevendo, assim, a melhor época para plantio e colheita e previsões do futuro (muitos acreditavam em deuses do céu). E foi devido a esses estudos que surgiu o primeiro conceito de *Esfera Celeste*, definido por Wurts (2003) como uma esfera de material cristalino, incrustada de estrelas, tendo a Terra no centro.

Os gregos, desconhecendo a rotação da Terra, imaginavam que a *Esfera Celeste* girava em torno do eixo passando pela Terra. Observaram que as estrelas giravam em torno de um ponto fixo no céu, ponto esse considerado uma das extremidades do eixo de rota da *Esfera Celeste*. Apesar disso, os astrônomos conheciam o percurso do Sol, sabiam que ele mudava sua posição ao longo do ano, movendo-se um grau para leste por dia, e o tempo para o Sol completar uma volta na *Esfera Celeste* definia um ano. O céu já tinha sua divisão, os antigos gregos, chineses e egípcios denominaram de constelações.

Foram muitos os astrônomos que se aventuraram nos estudos sobre o universo e sua tamanha magnitude. Entre os mais importantes da Grécia antiga estão Tales de Mileto (624-546 a.C.), Anaximandro de Mileto (610-546 a.C.), Pitagóricos, Aristóteles (384-322 a.C.), Aristarco de Samos (310-230 a.C.) e Ptolomeu (100-170 d.C.). Todavia, naquela época, quem comandava as grandes decisões era a Igreja Católica, como única entidade presente no velho mundo. A ciência deveria se sujeitar à fé para não ser considerada heresia e o geocentrismo (teoria que dizia que a Terra ficava no centro do Universo e que todos os astros e estrelas, inclusive o Sol, a orbitavam) passou a ser visto como verdade divina.

Apenas depois de muito tempo, houve um abalo no poder da Igreja, vindo do fortalecimento do comércio. Neste contexto, Wurts (2003) relata que

à medida que foram enriquecendo, esses comerciantes foram abalando o poder da Igreja, pois o comércio começou a substituir a ética religiosa. Com isso foram ressurgindo os estudiosos. O empirismo, aos poucos, voltou a aparecer e, após um longo período de trevas, começou a contar com alguns avanços científicos (Wurts, 2003, p. 07).

Nesse sentido, surgiram novos estudiosos, como Nicolau Copérnico (1473-1543), Giordano Bruno (1548-1600), Tycho Brahe (1546-1601), Galileu Galilei (1564-1642) e Johannes Kepler (1571-1630).

A fim de compreender e explicar o movimento dos corpos no espaço, diversos desses estudiosos embarcaram na busca por respostas. Com base em uma extensa pesquisa, coletaram dados baseados em observações, resultando em diferentes modelos de sistemas planetários. Entre estes, destacam-se o modelo dos Gregos, onde a Terra era considerada o centro do universo, com os demais planetas e corpos celestes orbitando ao seu redor. Outra teoria foi

desenvolvida por Ptolomeu de Alexandria, na qual os planetas se moviam em círculos com a Terra como centro. Segundo Costa (2015), esses modelos foram concebidos verdadeiros pela igreja durante muito tempo.

No século XVI, Nicolau Copérnico apresenta um modelo mais simples para substituir o sistema de Ptolomeu. Agora o Sol estaria em repouso e os planetas, inclusive a Terra, girariam em torno dele em órbitas circulares (teoria heliocêntrica). Porto e Porto (2008) apontam que

Segundo Copérnico, o Sol passava a ocupar o centro do Universo, enquanto a Terra e os demais planetas giravam ao seu redor. Copérnico, no entanto, manteve, ainda sob influência do antigo modelo cosmológico, a ideia de um Universo finito, fechado por esferas, onde os planetas descreviam órbitas circulares perfeitas. Sua teoria heliocêntrica ainda estava fundamentada em critérios de valor. Segundo seu ponto de vista, parecia ser irracional mover um corpo tão grande como o Sol, em vez de outro tão pequeno como a Terra. Além disso, Copérnico atribuía ao Sol, fonte de luz e de vida, uma condição superior em nobreza. Portanto, ele seria mais merecedor do estado de repouso, sinônimo de estabilidade, do que a Terra, que assim permaneceria em constante movimento (Porto e Porto, 2008, p. 04).

Nessa perspectiva, o astrônomo Johannes Kepler também era um defensor do heliocentrismo, e se destacou por desenvolver uma das mais bonitas representações do Sistema Solar, a qual relaciona os Poliedros de Platão à distância dos planetas ao Sol, defendendo, assim, a ideia de que Deus criou o universo de forma racional usando, para isto, a geometria. No entanto, ao longo de seus estudos evidenciou-se um erro que mudou sua teoria.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise histórica acerca das contribuições de Kepler nos campos da astronomia e da matemática. Portanto, é um estudo de natureza bibliográfica, pois visa compreender as três Leis de Kepler sob uma abordagem histórica e matemática.

## **METODOLOGIA**

O presente trabalho buscou apresentar um breve contexto histórico do início da astronomia até as implicações de Johannes Kepler. Neste sentido, Wurts (2003) nos apresenta grandes estudiosos que permearam entre a Grécia antiga e a expansão do comércio.

Muitos desses estudiosos se arriscaram na busca pela razão, entre eles está Kepler, astrônomo, astrólogo e matemático alemão, considerado por muitos figura chave da revolução científica do século XVII. A obra O Homem e o Universo, de Koestler (1989), nos mostra de maneira satisfatória a trajetória de Kepler, e foi por meio dela que buscou-se compreender a relevância de suas três leis: a lei das órbitas, a lei das áreas e a lei dos períodos.

Desse modo, trata-se de uma pesquisa de natureza bibliográfica, uma vez que foram realizadas pesquisas em artigos, revistas e livros. Lima e Miotto (2007) falam que essa

metodologia refere-se a “um procedimento metodológico que se oferece ao pesquisador como uma possibilidade na busca de soluções para seu problema de pesquisa”. Por fim, é destacada a importância da história para a compreensão das Leis de Kepler.

## **VIDA E OBRA DE JOHANNES KEPLER**

Conhecido por suas leis do movimento planetário, Johannes Kepler nasceu em Weil der Stadt, uma cidade no sul da Alemanha, em 27 de dezembro de 1571.

Figura 1 – Johannes Kepler



Fonte: Revista Galileu (2020).

Durante a juventude, ingressou em um seminário protestante com o intuito de seguir a carreira pastoral. Contudo, sua paixão pela Ciência e Matemática era tão grande que optou por não seguir a carreira de ministro da igreja. Em 1589, ganhou sua primeira bolsa de estudos para a Universidade de Tuebingen. Foi lá que teve seu primeiro contato com as ideias revolucionárias de Copérnico, ficando fascinado pela simplicidade do modelo proposto por ele.

Pouco tempo depois, recebeu um convite para ensinar Astronomia na escola protestante de Graz, na Áustria, e para lá partiu em 1594, aos 23 anos. No ano de 1598, Kepler deixou Graz e se reuniu ao astrônomo Tycho Brahe (1546-1601), que era famoso por gerar uma grande quantidade de dados de alta qualidade sobre astronomia.

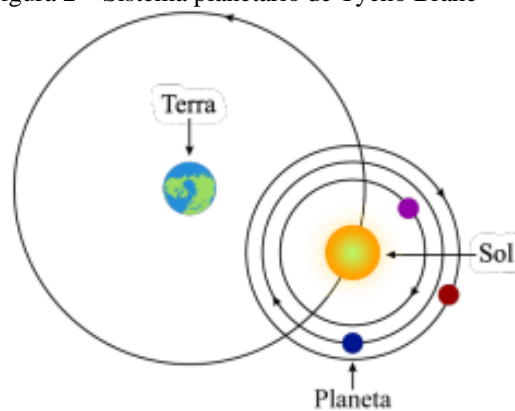
Dois eventos marcantes no céu fizeram com que Brahe aumentasse seu interesse pelos astros: o surgimento de uma “nova” estrela que explode e aumenta de brilho, e o aparecimento de um cometa. Ribeiro (2020) fala que estes eventos abalaram suas convicções, levando Tycho Brahe a intensificar suas observações e registros astronômicos. Na procura por respostas, ele

estudou os dois modelos, até que notou um problema em ambos: estavam baseados em dados imprecisos.

Brahe recebeu financiamento do governo para erguer um importante centro de estudos astronômicos em Uraniborg, localizado na ilha de Ven. Foi nesse local que, munido de instrumentos modernos e altamente precisos, registrou os movimentos planetários de forma inédita. Contudo, seu sistema ainda mantinha uma essência geocêntrica, onde o Sol orbitava ao redor da Terra, ainda que admitisse que os demais corpos celestes giravam em torno do Sol (Ribeiro, 2020). A sua grande conquista foi ter feito um registro sistemático e preciso das posições planetárias, principalmente de Marte. No entanto, Tycho Brahe adoeceu repentinamente durante um jantar e morreu pouco tempo depois de uma infecção na bexiga e, assim, Kepler herdou todas anotações do seu mentor (Hawking, 2005). Assim, Ribeiro (2020) afirma que

Depois da morte de Tycho em 1601, Kepler herdou todos os seus dados, e se dedicou ao cálculo da órbita de Marte, que era um problema bastante complexo, pois, tanto o modelo ptolomaico, quanto o modelo copernicano e também o de Brahe, apresentavam inconsistências bastante evidentes, entre o que previam tais modelos e a trajetória real deste planeta no céu (Ribeiro, 2020, p. 29).

Figura 2 – Sistema planetário de Tycho Brahe



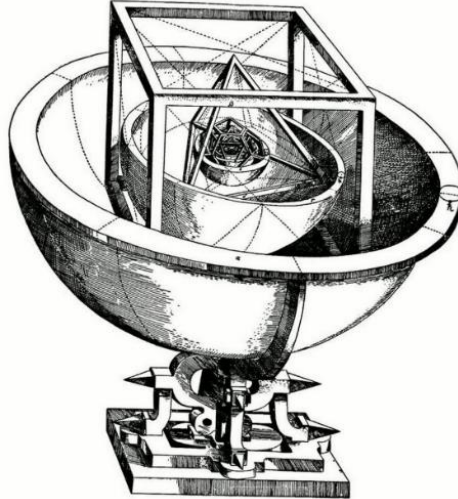
Fonte: Ribeiro (2020).

A partir deste modelo, Kepler encontrou as informações que foram obtidas pelas observações de Tycho Brahe. Todavia, notou que havia uma inconsistência nos dados. Dessa forma, Kepler se debruçou na busca de soluções para estes problemas e, a partir disto, chegou às suas três Leis do Movimento Planetário.

Johannes Kepler já havia ganhado destaque por sua pesquisa sobre as órbitas dos planetas, inicialmente tentando relacioná-las aos sólidos geométricos fundamentais, explorando a possibilidade de estes se encaixarem nas esferas dos planetas no modelo de Copérnico. Kepler buscava em seus estudos a simetria do universo, acreditava que Deus havia planejado o universo de forma racional fazendo uso da matemática. Buscou a simetria nas distâncias dos planetas,

tentando explicar as distâncias relativas dos planetas. Assim, ele imaginou um sistema solar onde cada sólido estava contido dentro do outro, todos eles com seus vértices encaixados perfeitamente e circundados por “esferas celestiais”, cada uma dessas esferas controlando a órbita de um planeta: uma esfera designada para cada um dos seis planetas (Koestler, 1989).

Figura 3 – Modelo Geométrico de Kepler



Fonte: Sphaericaest (2020).

No entanto, apesar do modelo de Kepler fazer sentido, era necessária uma abordagem científica para confirmar as hipóteses do astrônomo. Durante seus estudos, Kepler percebeu contradições entre seu modelo e as observações registradas. Apesar disso, tentou sem sucesso por anos adequar os dados das observações de Brahe para a órbita do planeta Marte a um círculo. Porém, o ajuste sempre resultava em um atraso de alguns minutos de arco. Dessa forma, posteriormente, Kepler constatou que os planetas realizavam trajetórias elípticas. Acerca disto, Peduzzi (2008) ressalta que

Após um extenso e árduo trabalho, Kepler concluiu que algumas posições previstas teoricamente, para o planeta apresentavam uma discordância de 8 minutos de arco em relação as observações de Brahe. Ptolomeu e Copérnico podiam aceitar uma discrepância entre observação e teoria dessa magnitude, pois as observações que se valeram para o teste de suas teorias apresentavam uma margem de erro de dez minutos de arco. Mas não Kepler, apoiado em medidas que ele não colocava em dúvidas e cuja precisão se situava em torno de quatro minutos de arco (Peduzzi, 2008, p. 149).

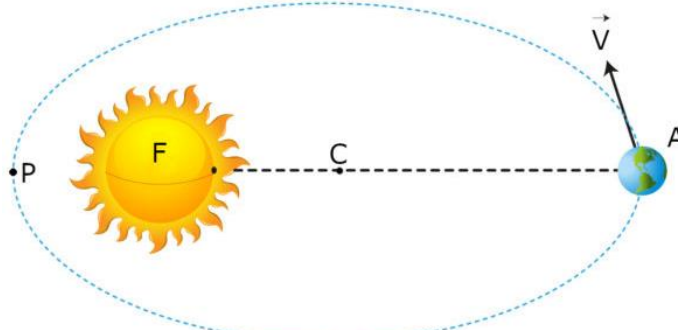
Nesse sentido, o erro do astrônomo o guiou para a criação das conhecidas Leis de Kepler, que descrevem os movimentos dos planetas no Sistema Solar.

## **PRIMEIRA LEI DE KEPLER**

A Lei das Órbitas, diz que todos os planetas se movem em órbitas elípticas com o Sol em um dos focos. Como podemos observar na figura 4, o Sol não está no centro da elipse e sim

em um dos focos. Como o planeta segue a elipse, a distância, por exemplo, da Terra ao Sol está sempre mudando. Numa órbita circular, essa distância seria constante, igual ao raio do círculo.

Figura 4 – Lei das Órbitas



Fonte: Infoescola<sup>4</sup>.

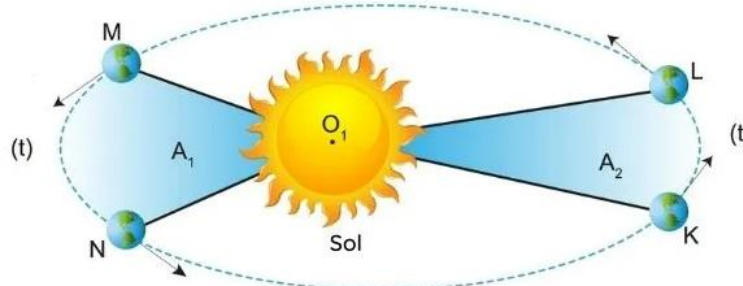
## SEGUNDA LEI DE KEPLER

A Lei das Áreas relata que a reta que liga um planeta ao Sol varre áreas iguais no plano da órbita do planeta em intervalos de tempo iguais, ou seja, a taxa de variação da área  $A$  com o tempo é constante. Feynman (2008), em seu livro, exemplifica a lei da seguinte forma:

Suponha que um planeta é observado em dois momentos sucessivos quaisquer, digamos, com uma diferença de uma semana, e que se trace o raio vetor [é uma linha  $\Delta t_1$   $\Delta t_2$  36 traçada do Sol a qualquer ponto da órbita de um planeta] até o planeta para cada posição observada. O arco de órbita percorrido pelo planeta durante a semana e os dois raios vetores delimitam certa área plana (área sombreada). Se duas observações similares são feitas com uma semana de intervalo, em uma parte da órbita mais distante do Sol (onde o planeta se desloca mais lentamente), a área delimitada, de mesma forma, será exatamente igual à do primeiro caso. Então, de acordo com a segunda lei, a velocidade orbital de cada planeta é tal que o raio “varre” áreas iguais em intervalos de tempo iguais (Feynman, 2008, p. 84).

Ou seja, embora que a velocidade orbital não seja constante, a taxa de variação da área varrida em intervalos de tempos iguais é constante.

Figura 5 – Lei das Áreas



Fonte: Brasilescola<sup>5</sup>.

<sup>4</sup> Disponível em <https://www.infoescola.com/fisica/primeira-lei-de-kepler/>. Acesso em: 10 dez. 2023.

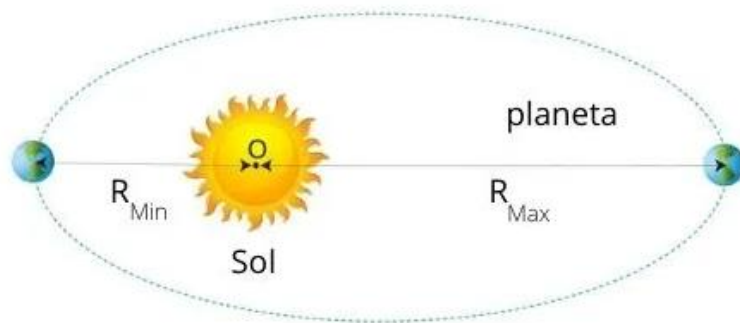
<sup>5</sup> Disponível em <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/segunda-lei-de-kepler.htm>. Acesso em: 10 dez. 2023.

## TERCEIRA LEI DE KEPLER

Tempos depois, Kepler continuou persistindo em sua busca por uma regularidade que relacionasse as variadas órbitas dos planetas (Holton *et al*, 1993). Assim, Kepler conseguiu estabelecer um princípio distinto das leis anteriores. A sua terceira lei não trata somente de um planeta isolado, mas estabelece uma relação entre um planeta e outro.

A Lei dos Períodos afirma que o quadrado do período de qualquer planeta é proporcional ao cubo do semieixo maior de sua órbita.

Figura 6 – Lei dos Períodos



Fonte: Brasilescola<sup>6</sup>.

Dessa maneira, quando os períodos de dois planetas e as suas distâncias médias são comparados, os períodos são proporcionais à potência de 3/2 de suas distâncias (tamanho da órbita). Com isso, o período ( $T$ ) equivale ao intervalo de tempo que o planeta leva para percorrer uma volta completa em torno do Sol, e a distância média de um planeta ao Sol é igual ao semieixo maior ( $R_{Max}$ ) da órbita elíptica. Contudo, é importante destacar que

Essa descoberta foi angustiante para Kepler, pois, imbuído de acentuado espírito religioso, acreditava que a criação divina era perfeita e, portanto, órbitas circulares e esféricas eram mais condizentes com ela. Entretanto, diante dos dogmas religiosos, prevaleceu o espírito científico e Johannes Kepler estabeleceu o sistema solar como é hoje conhecido, apenas acrescido dos planetas Urano, Netuno e Plutão, descobertos posteriormente (Penteado e Torres, 2005, p. 179).

Kepler não sabia por que os planetas se moviam no Sistema Solar conforme suas leis, apenas observou que isto acontecia. Foi Newton, posteriormente, que conseguiu explicar o porquê, ao deduzir as três leis de Kepler a partir de outras duas leis de sua autoria.

<sup>6</sup> Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/deducao-terceira-lei-kepler.htm>. Acesso em: 10 dez. 2023.



## A TEORIA DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL DE NEWTON

Embora tenha encontrado tais leis que descreviam o comportamento do nosso universo, Johannes Kepler ansiava encontrar o porquê dos planetas se comportarem de tal modo. Kepler acreditava que havia alguma influência do Sol na cinemática dos mundos, e gostaria de entendê-la, mas não conseguiu nenhuma resposta, o que o intrigou durante toda a sua vida, que chegou ao fim em 15 de novembro de 1630, em Ratisbona, na Alemanha. De certo modo, esta influência que Kepler imaginou foi explicada na Teoria da Gravitação de Newton.

De acordo com Silva (2017), as leis de Kepler serviram de fonte de inspiração para que Isaac Newton conseguisse desenvolver a Lei da Gravitação Universal, a qual fala que dois corpos atraem-se por uma força que é diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separa.

Dessa forma, Newton analisou as Leis de Kepler e notou que as velocidades dos planetas mudam ao longo da órbita tanto em módulo quanto em direção. Como a variação da velocidade é devida a forças, ele chegou a conclusão que os planetas e o Sol interagem a distância, com forças chamadas gravitacionais. Logo, enquanto coube a Kepler entender e desvendar as três leis que regem o universo, coube a Newton explicar o porquê que elas existem, além de prová-las matematicamente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da pesquisa realizada, foi notória a contribuição de Kepler para o desenvolvimento da ciência. Em um primeiro momento, Kepler foi contrário à ideologia do geocentrismo, que predominava na sociedade à época, sendo uma das mentes que acreditava ser o sol o centro do nosso universo. Tal ideia o fez perseguir ferrenhamente um modelo que descrevesse o nosso Sistema Solar e, devido aos seus esforços, foi possível compreender que os planetas orbitam o Sol em formas elípticas e, mais que isso, foi possível descrever matematicamente tais movimentos. Neste sentido, vale citar a importância de seus estudos também para a matemática e para a física, na medida em que Newton formulou a Lei da Gravitação Universal a partir das leis de Kepler. Em síntese, as contribuições de Kepler atingiram diversos campos da ciência, e suas leis são utilizadas até hoje para descrever matematicamente o funcionamento do Sistema Solar.

## REFERÊNCIAS

COSTA, H. S. **As Leis de Kepler sobre a movimentação planetária**. 2015. 39f. Monografia (Licenciatura em Matemática - Universidade Federal da Alagoas. Arapiraca, 2015.

FEYNMAN, R. P. **Lições de física de Feynman**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

HAWKING, S. **Os gênios da ciência: sobre os ombros de gigantes**. Trad. Marcos Moriconi, Lis Moriconi. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

HOLTON, G. J.; BRUSH, S. G.; PERIS, J. A. **Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas**. Trad. J. Aguilar Peris e Colaborador Stephen G. Brush. 2a. Ed. Editora Reverte, 1993

Kepler e seu modelo. **Sphaerica Est**. 20 ago. 2020. Disponível em: <https://sphaericaest.com.br/kepler-e-seu-modelo/>. Acesso em 10 dez. 2023.

KOESTLER, A. **O Homem e o Universo**. São Paulo: IBRASA, 1989.

LIMA, T. C. S., MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Revista Katál.**, Florianópolis, v. 10 n. esp., p. 37-45, 2007.

MELO, P. R. Segunda Lei de Kepler. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/segunda-lei-de-kepler.htm>. Acesso em 10 dez. 2023.

MELO, P. R. Terceira lei de Kepler. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/deducao-terceira-lei-kepler.htm>. Acesso em 10 dez. 2023.

PEDUZZI, L. V. Q. **Evolução dos conceitos da Física. Força e Movimento: de Thales a Galileu**. Departamento de Física (Publicação interna), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

PENTEADO, P. C. M.; TORRES, C. M. A.; **Física: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Moderna, 2005.

PORTO, C. M.; PORTO, M. B. D. S. M. A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 30, n. 4, p. 4601-4609, 2008.

Quem foi Johannes Kepler, um dos astrônomos mais importantes da história. **Revista Galileu**. 20 jan. 2020. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Sociedade/Historia/noticia/2020/01/quem-foi-johannes-kepler-um-dos-astronomos-mais-importantes-da-historia.html>. Acesso em 10 dez. 2023.

RIBEIRO, G. P. **Aplicação de uma sequência de ensino investigativa usando a Teoria de Campos Conceituais para o estudo das Leis de Kepler no Ensino Médio**. 2020. 211f.



Dissertação (Mestrado Profissional Nacional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Maranhão. São Luís, 2020.

SILVA, L. H. S. Primeira Lei de Kepler. **InfoEscola**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/fisica/primeira-lei-de-kepler/>. Acesso em 10 dez. 2023.

SILVA, V. R. R. **Sequências Didáticas para o ensino das Leis de Kepler**. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda – RJ, 2017.

WURTS, L. A. J. **As Leis de Kepler e a Gravitação Universal no Ensino Médio**. 2003. 49f. TCC (Licenciatura em Física) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2003.