

## ESTUDO DE ÓRBITAS PLANETÁRIAS UTILIZANDO PYTHON: UMA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA

João Vitor da Silva Souza <sup>1</sup>  
Erivelton Façanha da Costa <sup>2</sup>

### INTRODUÇÃO

Segundo Bernardes, Iachel e Scalvi (2008), a Astronomia é uma área de grande interesse para estudantes de todos os níveis, sendo um ponto de partida para a investigação científica. No entanto, o estudo analítico das leis do movimento planetário demanda abstração matemática e conhecimentos físicos. A compreensão das órbitas planetárias é fruto de um longo processo científico, evoluindo do geocentrismo ao heliocentrismo. A obra de Copérnico, baseada em dados antigos, impulsionou a astronomia observacional (NUSSENZVEIG, 2013). Kepler, utilizando dados de Tycho Brahe, desenvolveu empiricamente as três leis que regem o movimento planetário, convertendo as medidas para um observador externo e estacionário ao sistema solar (HEWITT, 2000).

Este trabalho visa reproduzir o movimento planetário utilizando programação em Python e simulações em VPython como forma de investigação, contribuição ao ensino de astronomia e divulgação científica. São analisadas as leis do movimento celeste, o movimento sob força central e as propriedades das órbitas elípticas através de animações gráficas, utilizando as TICs em ambientes virtuais imersivos. A rápida evolução tecnológica impõe desafios à educação, demandando novas abordagens pedagógicas (FARIA, 2004). O uso de simulações didáticas no ensino de Física, como softwares, pode tornar o aprendizado mais interativo e engajador (PINTO; HEREDIA; GONÇALVES, 2024). Diante da dificuldade dos alunos em Física, o estudo de órbitas planetárias com Python busca tornar o ensino de Gravitação Universal mais atrativo, visualizando conceitos teóricos com gráficos e simulações 3D, de modo a tornar o ensino de astronomia mais dinâmico e interativo.

---

<sup>1</sup> Graduando em Licenciatura em Física do Instituto Federal do Sertão Pernambucano - IFsertãoPE, [joao.vitor9@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:joao.vitor9@aluno.ifsertao-pe.edu.br);

<sup>2</sup> Professor orientador: Doutor, Instituto Federal do Sertão Pernambucano - IFsertãoPE, [erivelton.costa@ifsertao-pe.edu.br](mailto:erivelton.costa@ifsertao-pe.edu.br).



## METODOLOGIA

A seguir, serão listados os passos para desenvolvimento do trabalho:

### 1. Levantamento Bibliográfico:

Foi feito o estudo sobre as bases da mecânica celeste.

### 2. Equações do movimento:

A partir dos estudos, foram obtidas as equações de movimento que definem a órbita de um planeta.

### 3. Simulação das órbitas planetárias em linguagem de programação em Python:

Foi realizada a transposição das equações do movimento de um planeta para a linguagem de programação em Python. Para obtenção das energias, simulações das órbitas e gráficos, foi utilizado o Google Colab para executar o código.

### 4. Simulação das órbitas planetárias em Vpython:

Foi utilizado o Glowscript, para trabalhar com o Vpython. Dessa forma, foi possível obter as simulações das órbitas planetárias em 3D.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### 1. Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)

A fim de aprimorar o processo de ensino e aprendizagem, é relevante observar a maneira como o conteúdo é apresentado. De acordo com a perspectiva de Ausubel (1982), a aprendizagem significativa se distingue da memorização mecânica, pois o aluno é capaz de conectar novos conhecimentos com aqueles que já possui. Ele não apenas memoriza, mas compreende e consegue expressar a informação com suas próprias palavras.

Nesse sentido, a organização do conhecimento de forma hierárquica é essencial para a assimilação eficaz na estrutura cognitiva do estudante. Conforme sugerido por Tavares (2004), um método eficiente é começar com ideias mais abrangentes e gerais e, progressivamente, aprofundar-se em conceitos mais específicos e detalhados.

### 2. Uso de TIC's no ensino de Física

Nos últimos anos, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) se tornaram indispensáveis no ambiente educacional. Hoje, a discussão não é mais sobre se as



escolas devem ou não adotar ferramentas tecnológicas, mas sim sobre como integrá-las de forma eficaz para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem.

Segundo Lobo e Maia (2015), a tecnologia é uma realidade onipresente, e por isso, seu uso em sala de aula como ferramenta lúdica e de apoio é uma necessidade. A questão central, então, é descobrir as melhores maneiras de utilizar essas tecnologias para promover um desenvolvimento educacional mais dinâmico e eficiente.

### 3. Linguagem de programação Python no ensino de Física

A linguagem de programação Python tem se consolidado como uma ferramenta poderosa e versátil, especialmente no campo das ciências exatas (CONCEIÇÃO; ADMIRAL, 2022). Sua popularidade se deve, em grande parte, à sua sintaxe simples e à facilidade de uso, tornando a programação mais acessível (VASCONCELOS, 2022).

No contexto educacional, o Python é uma excelente ferramenta para simulações. Sua interface amigável e curva de aprendizado mais suave facilitam o trabalho em sala de aula (ALMEIDA et al., 2016). Isso permite que o professor transforme conceitos complexos de física em experiências visuais e interativas.

Ao criar simulações em espaços virtuais, os estudantes podem visualizar fenômenos físicos que seriam difíceis ou impossíveis de demonstrar na prática. Isso torna as aulas mais lúdicas e atrativas.

### 4. Leis de Kepler

Segundo Nussenzveig (2013), Johannes Kepler revolucionou a astronomia ao descrever o movimento dos planetas. Ele concluiu que as órbitas planetárias não são circulares, como se acreditava, mas sim elípticas, onde o Sol ocupa um de seus dois focos. Pode-se descrever a órbita dos planetas a partir da seguinte equação,

$$r = \frac{a(1-e^2)}{1+e\cos(\theta)} \quad (1)$$

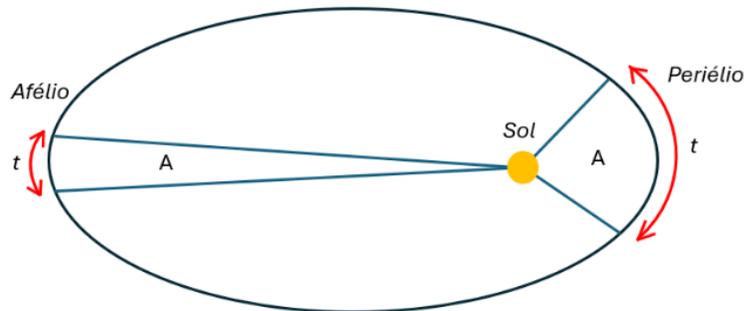
esta é a  $r$  é a equação da elipse na forma polar, onde  $a$  é o semi-eixo maior da órbita e  $e$  é a excentricidade da órbita. Essa descoberta, conhecida como a Primeira Lei de Kepler, foi fundamental para o avanço da Física e da Astronomia, abrindo caminho para os trabalhos de Isaac Newton e para a compreensão moderna do sistema solar.

De acordo com Contador (2022), a segunda lei de Kepler afirma que o raio vetor que liga o planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais. Logo, a taxa de variação da área varrida em função do tempo é constante (figura 1),



$$\frac{dA}{dt} = \text{constante} \quad (2)$$

Figura 1 - Lei das Áreas.



Fonte: Adaptado de Nussenzveig (2013).

A terceira e última lei de Kepler diz que: os quadrados dos períodos dos planetas são proporcionais ao cubo de sua distância média ao Sol, ou seja:

$$T^2 = Ka^3, \quad (3)$$

em que T é o tempo que um planeta leva para completar uma órbita inteira ao redor do Sol. Essa medida é fundamental na astronomia, pois determina a duração de um "ano" em cada planeta.

## 5. Potencial Efetivo

De acordo com Nussenzveig (2013), devido o planeta estar sob a influência da força gravitacional, que é uma força central e conservativa, a energia mecânica total que é a soma da energia cinética com a energia potencial gravitacional é constante, logo

$$E = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{r} = \text{constante} \quad (4)$$

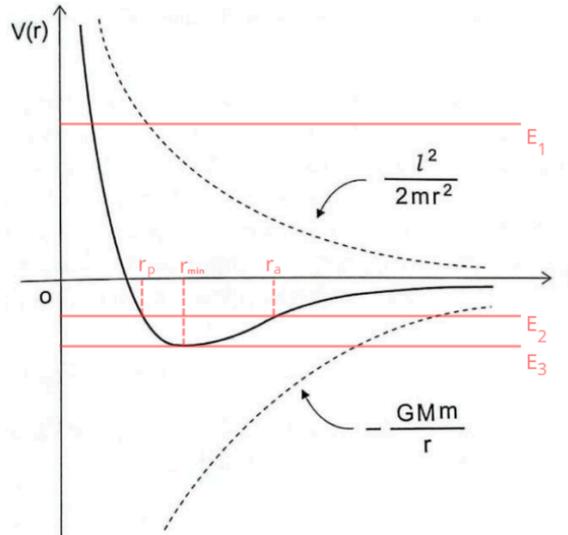
É possível, ainda, escrever a energia da seguinte forma,

$$E = \frac{1}{2}mr^{\cdot 2} + V_{eef} \therefore V_{eef} = \frac{1}{2}\frac{l^2}{mr^2} - \frac{GMm}{r} \quad (5)$$



em que  $V_{ef}$  é o potencial efetivo,  $m$  é a massa do planeta,  $M$  a massa do Sol,  $r$  é o raio da órbita,  $l$  é o momento angular e  $G$  é a constante gravitacional. Na figura 2 é possível observar como é o comportamento do potencial efetivo em função de  $r$ .

Figura 2 - Representação do potencial efetivo.



Fonte: Adaptado de Neto (2020).

## 6. Equação Velocidade

Pode-se escrever a equação velocidade de um corpo considerando o movimento de dois corpos em torno de um centro de massa, de maneira geral, é possível escrever

$$v = \sqrt{G(m_1 + m_2)\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right)} \quad (6)$$

observe que  $v$  depende apenas da equação da órbita  $r$  e o semi-eixo maior da órbita  $a$  a (CARROLL; OSTLIE, 2017).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos códigos implementados no Google Colab, foi possível simular as órbitas dos quatro primeiros planetas do Sistema Solar utilizando dados reais, como excentricidade, massa planetária e semi-eixo maior. Os resultados confirmaram que essas órbitas são elípticas, com maior excentricidade observada em Mercúrio e Marte. Em todas as simulações, o Sol ocupa um dos focos da elipse, em conformidade com o que foi apresentado na Seção 4 e em concordância com as leis de Kepler.



Na sequência, foram simuladas também as órbitas de Marte, Júpiter e Saturno, evidenciando a diferença entre os raios orbitais e demonstrando que, de acordo com a terceira lei de Kepler, essas variações influenciam diretamente os períodos de revolução. De forma análoga, foram analisadas as órbitas de Urano e Netuno; devido ao grande raio orbital desses dois planetas, a simulação completa da órbita de Netuno demandou mais tempo, o que está em total concordância com a lei dos períodos, segundo a qual o quadrado do período orbital é proporcional ao cubo do raio médio da órbita.

Com o objetivo de realizar uma análise mais completa, foram simulados os potenciais efetivos da Terra e de Mercúrio. Para a Terra, o resultado apresentou o comportamento esperado, análogo ao mostrado na Figura 2. Já no caso de Mercúrio, foi possível identificar claramente os pontos de periélio e afélio. Além disso, no código foi implementada uma linha para o cálculo da energia associada a cada órbita. Os valores entregues pelo código confirmaram que todas as energias são negativas, como esperado para estados ligados, reforçando a consistência dos resultados.

Os códigos inicialmente desenvolvidos no Google Colab foram adaptados para o GlowScript, um ambiente de programação livre que utiliza a biblioteca Visual Python para simulações tridimensionais. Essa adaptação permitiu a visualização das órbitas em tempo real e em três dimensões, facilitando a análise de sua conformidade com as leis de Kepler.

Além disso, o uso do VPython possibilitou maior interatividade, permitindo rotacionar e aproximar a cena, bem como observar simultaneamente as diferentes escalas orbitais entre os planetas. Essa abordagem tridimensional também torna mais evidente a diferença entre as órbitas internas (planetas terrestres) e externas (gigantes gasosos), destacando a relação entre o aumento do semi-eixo maior e o crescimento do período orbital.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de simulações em Python para o ensino de Física, com foco em órbitas planetárias torna as aulas mais interativas e didáticas. O simulador desenvolvido demonstrou a validade das leis da Física, confirmando previsões teóricas para órbitas, energias e potencial efetivo. Essa abordagem permite aos alunos uma compreensão mais realista do fenômeno, utilizando dados astronômicos.

Este trabalho visa capacitar professores, fornecendo-lhes as ferramentas e o conhecimento para desenvolver seus próprios simuladores educacionais. Para isso, o



artigo apresenta de forma detalhada os conceitos, equações e códigos de programação. Um simulador do sistema solar também foi disponibilizado, tornando-se um recurso acessível para professores e alunos do ensino básico.

A pesquisa ressalta que o Python é uma ferramenta de baixo custo que está alinhada com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), promovendo o pensamento computacional. O estudo ainda propõe futuras melhorias para o simulador, como a inclusão da precessão do periélio de Mercúrio e a modelagem de cometas.

**Palavras-chave:** Órbitas Planetárias; Simulação em Python; Ensino de Física.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. N. d. et al. Estudo de órbitas planetárias utilizando simulações numéricas com python. Universidade Federal de Mato Grosso, 2016.
- AUSUBEL, D. P. A aprendizagem significativa. São Paulo, 1982.
- BERNARDES, T. d. O.; IACHEL, G.; SCALVI, R. M. F. Metodologias para o ensino de astronomia e física através da construção de telescópios. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 25, n. 1, p. 103–117, 2008.
- CARROLL, B. W.; OSTLIE, D. A. An introduction to modern astrophysics. [S.l.]: Cambridge University Press, 2017.
- CONCEIÇÃO, C. P. D. da; ADMIRAL, T. D. Uso de simulação em python para ensinar força de arrasto a uma turma de ensino médio. Brazilian Journal of Science, v. 1, n. 10, p. 64–73, 2022.
- CONTADOR, P. R. M. Kepler o legislador dos céus. [S.l.]: Livraria da Física, 2022.
- FARIA, E. T. O professor e as novas tecnologias. Ser professor, v. 4, p. 57–72, 2004.
- HEWITT, P. G. Fundamentos de física conceitual. [S.l.]: Bookman, 2000.
- LOBO, A. S. M.; MAIA, L. C. G. O uso das tics como ferramenta de ensino-aprendizagem no ensino superior. Caderno de Geografia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, v. 25, n. 44, p. 16–26, 2015.
- NUSSENZVEIG, H. M. Curso de física básica: Mecânica (vol. 1). [S.l.]: Editora Blucher, 2013. v. 394.
- PINTO, O. M.; HEREDIA, J. R.; GONÇALVES, R. A. Simulações em python: uma alternativa para o ensino de física. REVISTA DELOS, v. 17, n. 60, p. e2349–e2349, 2024.



TAVARES, R. Aprendizagem significativa. Revista conceitos, v. 10, n. 55, p. 55–60, 2004.

VASCONCELOS, C. F. Utilizando a linguagem python para resolução de problemas de física. 2022.

