

"Planeta Água: a cultura oceânica para enfrentar as mudanças climáticas no meu território"



XII Semana de Ciência e Tecnologia
SECT ICE
20 a 23 de Outubro de 2025

Realização:



DETERMINANDO AS ÓRBITAS DA TERRA AO REDOR DO SOL: Uma abordagem prática usando simulações em Python

Josielly Lobo de Oliveira¹(PQ), José Galúcio Campos²(PQ).

¹Instituto Federal do Amazonas, Departamento Acadêmico de Informação e Comunicação, Av. Sete de Setembro, 1975, Centro, 69020-120, Manaus AM, Brasil.

²Instituto Federal do Amazonas, Departamento Acadêmico de Informação e Comunicação, Av. Sete de Setembro, 1975, Centro, 69020-120, Manaus AM, Brasil.

* 2023304172@ifam.edu.br

Palavras-Chave: Ensino de física, Mecânica Celeste (Astronomia), Simulação computacional.

Introdução

A Mecânica Celeste, ramo da física responsável por estudar os movimentos dos corpos celestes, aliada à Mecânica Orbital, desempenha um papel primordial no avanço da exploração espacial e na previsão de trajetórias astronômicas. Dentre os métodos mais clássicos para descrever esses movimentos, destacam-se as Leis de Kepler, que oferecem um modelo simplificado, porém eficiente, para a análise de órbitas planetárias.

Neste projeto, desenvolveu-se uma simulação computacional de órbita planetária, em Python, baseada nas leis simplificadas de Kepler. O objetivo principal foi criar um programa capaz de representar visualmente a trajetória orbital de um corpo levando em consideração fatores como: massa do sol, velocidade inicial do corpo e excentricidade, utilizando formulações matemáticas. Para isso, empregou-se bibliotecas científicas *Matplotlib* e *Math*, permitindo a plotagem de gráficos e a resolução numérica, além da biblioteca *Pygame* para interfaces gráficas em 2D.

Diante da sofisticação e complexidade do estudo da física, as simulações computacionais representam um ótimo meio para resolver dois problemas principais que surgem durante o estudo. Primeiro, eliminam a necessidade de instrumentos de medição ao permitir uma análise qualitativa dos fenômenos. Segundo, possibilitam avaliar se as variáveis escolhidas e as suposições feitas são suficientes para descrever o fenômeno, seja considerando o sistema como um todo ou focando no comportamento de uma única variável ou objeto.

A simulação, portanto, possibilita não apenas a verificação prática das previsões teóricas das Leis de Kepler, mas também a aplicação de conceitos computacionais e matemáticos para resolver problemas físicos.

Material e Métodos

Este projeto foi desenvolvido por meio de uma pesquisa aplicada de enfoque quantitativo. Para isso, foram estabelecidas e executadas as seguintes etapas de investigação:

a) **Imersão na literatura:** Na fase inicial, foi realizado um aprofundamento na literatura científica e didática, com o estudo de livros e materiais complementares sobre o fenômeno gravitacional que rege o movimento do planeta

Terra ao redor do Sol. O objetivo dessa etapa foi compreender as Leis de Kepler (1571–1630), leis fundamentais para o desenvolvimento da simulação, sendo elas:

- **Lei das órbitas:** estabelece que todo corpo celeste que orbita o Sol possui órbita elíptica e não circular, onde o Sol ocupa um dos focos. Sendo, assim, o ponto de maior aproximação com a estrela chamada de Periélio e o ponto mais distante chamado de Afélio.
- **Lei das áreas:** estabelece que um corpo orbitando o Sol varre áreas iguais em períodos de tempos iguais, ao observar que um corpo possui velocidade maior quando está no periélio e velocidade menor quando está no afélio.
- **Lei dos períodos:** estabelece que o período orbital ao quadrado é diretamente proporcional ao cubo da distância média do corpo em relação ao Sol.

b) **Apropriação da linguagem Python:** Paralelamente ao estudo teórico, foram realizados minicursos online sobre a linguagem de programação Python, utilizando plataformas gratuitas como o YouTube, entre outras, além de apostilas disponíveis gratuitamente. O foco foi a familiarização com a sintaxe e o uso de bibliotecas científicas essenciais, como *Matplotlib* (matplotlib.org), voltada para geração e manipulação de gráficos, além da biblioteca *Pygame* (pygame.org), responsável pela simulação gráfica em 2d.

c) **Produção e adaptação de códigos:** A terceira etapa consistiu na prática de programação, iniciando com a implementação de códigos simples para sistemas físicos elementares, como o movimento retilíneo acelerado e o pêndulo simples. Além disso, para otimizar o desenvolvimento da simulação, foi realizada a refatoração e adaptação de um código pré-existente disponibilizado no GitHub, simulação de órbitas e interações gravitacionais entre astros do autor Victor Hugo Amaral, ajustando-o aos objetivos específicos do projeto.

d) **Determinação das órbitas:** Com a experiência adquirida nas etapas anteriores e a compreensão consolidada das Leis de Kepler, foi possível implementar um programa a partir de um código pré-existente, para calcular e visualizar as órbitas do planeta Terra em torno do Sol. Em seguida, foi feita a validação do código alterando os parâmetros e visualizando seu impacto no desenho da órbita. Para aprimorar a implementação, foram utilizadas ferramentas de suporte à programação, como a *BlackBox AI* (blackbox.ai).

20 a 23 de outubro de 2025

XII Semana de Ciência e Tecnologia do ICE - UFAM

Resultados e Discussão

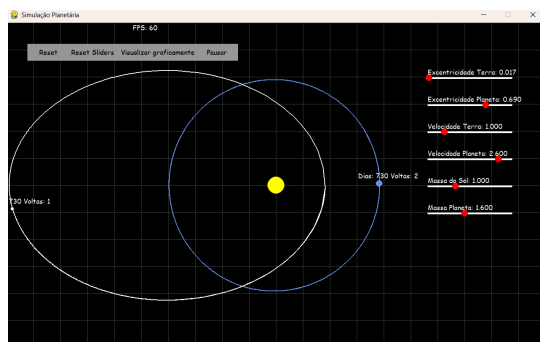


Figura1. Visualização da Simulação em 2D.

1) A conversão de unidades astronômicas para escala gráfica adequada (pixels) possibilitou a visualização realista das órbitas, sem comprometer a coerência física. Segue abaixo as unidades utilizadas no código, especificamente no método principal, para definir posições coerentes em tela:

UA = $149,6 \times 10^8$ km – Unidade Astronômica;
G = $6,67428 \times 10^{-11}$ SI – Constante Gravitacional
ESCALA = 250 / UA – Define que, computacionalmente, 1 UA = 250 pixels
PASSO_TEMPO = 3600 × 24 – Define 1 dia simulado.

2) **Reprodução realista das órbitas:** A simulação segue as Leis de Kepler e a Gravitação Universal, usando a **Equação Vis-viva** para calcular a velocidade orbital:

$v = \sqrt{\mu (2/r - 1/a)}$, onde $\mu = G \cdot M_{\text{estrela}}$, implementada no método atualizar_posicao().

Além disso, para construir a trajetória elíptica, usou-se:
 $b = a\sqrt{1-e^2}$
 $x = a \cos(\theta) - ae + x_f$
 $y = b \sin(\theta) + y_f$

Onde **b** representa o semieixo menor, **a** é o semieixo maior e **e** a excentricidade. Esses cálculos permitem que cada passo de tempo gere novas coordenadas.

3) **Ajuste de parâmetros:** A interface gráfica possui *sliders* que modificam parâmetros de excentricidade, velocidade e massas. As mudanças mostram efeitos compatíveis com a teoria gravitacional:

- **Massa do Sol:** Ao aumentar a massa do Sol, verificou-se aceleração do movimento dos planetas e fechamento da órbita, confirmando a maior intensidade do campo gravitacional prevista por $F = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$.
- **Massa do Planeta:** Ao reduzir a massa do planeta, seu comportamento aproximou-se de uma partícula-teste, seguindo principalmente a atração do Sol.
- **Velocidade inicial:** Ao alterar as velocidades iniciais, foi possível observar mudanças no período orbital, coerentes com a terceira Lei de Kepler.
- **Excentricidade:** Modificações geram órbitas circulares ou elípticas, facilitando o entendimento visual da influência da forma da órbita no movimento planetário.

4) **Comparação com dados reais:** O Simulador possibilita observar que a excentricidade aproximada da Terra (0,0167) gera órbitas quase circulares, enquanto valores maiores aproximam-se de elipses acentuadas. A massa do Sol definida como 1x sua massa aproximada ($1,989 \times 10^{30}$ kg) reproduz o período da Terra na forma mais aproximada, validando o modelo.

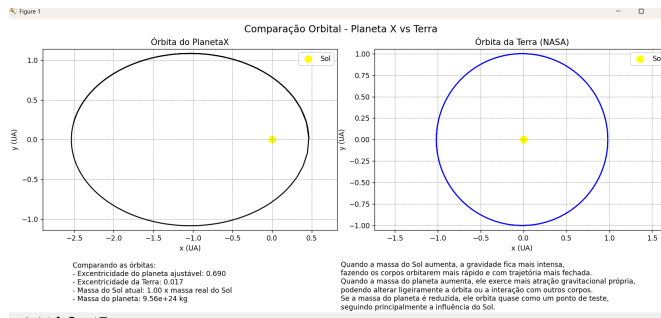


Figura 2. Visualização gráfica da simulação.

5) **Criação de gráfico:** Além da simulação 2D, a simulação gera um gráfico complementar que permite comparar numericamente excentricidades e massas, reforçando a compreensão dos efeitos simulados. Essa análise evidencia que o código não apenas produz órbitas elípticas, mas também demonstra a sensibilidade do movimento orbital a parâmetros físicos, atendendo ao objetivo de criar uma ferramenta didática para estudar a mecânica celeste.

Conclusões

O simulador reproduz com fidelidade as órbitas conforme as Leis de Kepler, aplicando equações fundamentais da mecânica orbital em cada método. Ele permite observar, de forma interativa em ambiente computacional, como mudanças físicas influenciam a trajetória planetária. Assim, o software se mostra uma ferramenta eficiente para estudo educacional da mecânica orbital e compreensão de conceitos teóricos de física e astronomia.

Agradecimentos

FAPEAM pelo suporte financeiro e as orientações e apoio do meu orientador José Galúcio Campos.

Referências

- [1] ALMEIDA, Luzinês Novaes de. *O estudo de órbitas planetárias utilizando simulações numéricas simples com Python*. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Mato Grosso, Barra do Garças, 2016.
- [2] AMARAL, V. H. GitHub - AmaraVh/planet-simulation: Projeto em python de simulação das órbitas planetárias do sistema solar. Disponível em: <<https://github.com/AmaraVh/planet-simulation>>. Acesso em: 1 out. 2025.
- [3] GALVÃO, Lucas Queiroz *et al.* O uso do python na construção de simuladores computacionais: proposições e potencialidades para o ensino de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, vol. 39, n. 1, p. 204–237, 2022.
- [4] SILVA, Gennifer Martins da. As Leis de Kepler. 2024. 42 f. Trabalho de conclusão de curso de Física Licenciatura – Universidade Federal de Alagoas-UFAL, Campus A.C. Simões, 2024.