



## CONCEITOS BÁSICOS DE PROGRAMAÇÃO PARA A SIMULAÇÃO DE SISTEMAS PLANETÁRIOS E NUCLEARES.

LUCAS LUZ UZUN

### Objetivo da pesquisa

O projeto tem como objetivo simular o sistema solar usando conceitos básicos da mecânica através da Dinâmica Clássica Newtoniana<sup>1</sup>. Este tipo de dinâmica permite simular a movimentação de partículas, que interagem conforme descritos pelas leis da mecânica clássica, ao longo do tempo. O sistema solar foi escolhido como tema principal por conta da constante movimentação dos corpos celestes que o compõem. Estes corpos apresentam uma trajetória que, com algumas aproximações, é facilmente descrita computacionalmente pelas equações da mecânica gravitacional. Outro fator de peso para a escolha do sistema solar como tema, é a possibilidade de abordar outros assuntos relacionados ao mesmo, tornando-o um tema em aberto para diversas discussões e estudos.

Para esse projeto, escolhemos a linguagem Julia que vem sendo utilizada na resolução de inúmeros problemas computacionais. Ela permite montar códigos de uma maneira clara e objetiva, o que resulta em programas fáceis de entender sem sacrificar a agilidade de execução<sup>2</sup>. Sendo assim, é uma linguagem adequada para a resolução de problemas numéricos nas Ciências da Natureza, tais como para simular simplificadaamente o sistema solar.

### Resumo

A abordagem principal do projeto consiste na simulação dos movimentos dos corpos celestes que compõem nosso sistema solar, usando como base fundamental a Dinâmica Clássica de Newton, empregando a linguagem de programação Julia como ferramenta

principal para sua execução. Desse modo, foi construída uma simulação da trajetória de todos os planetas do nosso sistema solar dentro de um período de 30 anos.

Para chegar ao resultado, foram necessários dados reais de cada planeta utilizado na simulação, junto ao uso de conceitos físicos e uma linguagem de programação rápida e objetiva. O resultado da simulação consistiu em uma animação onde é possível analisar a trajetória percorrida de cada planeta mediante ao período imposto.

Após a primeira simulação, analisou-se a possibilidade de uma nova simulação que abrangeeria um alinhamento parcial ou total dos planetas do sistema solar. Para isso, seria necessário coletar o valor das coordenadas dos planetas, a partir do dia 01.01.2020, e simular suas trajetórias por muitos anos até que a posição desses astros estivessem o mais próximo de um alinhamento, contudo por conta da interrupção das atividades durante a pandemia, esse objetivo não foi concretizado.

## **Resultados**

O projeto foi realizado em diversas etapas até chegar ao seu resultado final. A primeira etapa foi uma simulação simplificada do Sistema Solar utilizando dois corpos (Terra e Lua). Nesta simulação, a Lua se movia ao redor da Terra - que estava inicialmente em repouso - em um período de um mês. Podemos ver o resultado desta simulação representado na Figura 1.

Enquanto vemos a Lua completando uma volta em torno da Terra, é possível observar a Terra fazendo um pequeno movimento, em comparação com o da Lua. Este comportamento deve-se à diferença de massa entre os dois corpos. Ambos exercem a mesma força gravitacional entre si, porém, a Lua consegue realizar uma volta em um período muito inferior à Terra, devido ao valor da sua aceleração.

Se relembrarmos alguns conceitos da Segunda Lei de Newton, o valor da força resultante depende do produto entre os valores da aceleração e da massa daquele corpo. Desta forma, a aceleração que a Lua possui durante sua trajetória é muito superior se comparada com a da Terra que possui sua massa maior que a da Lua.

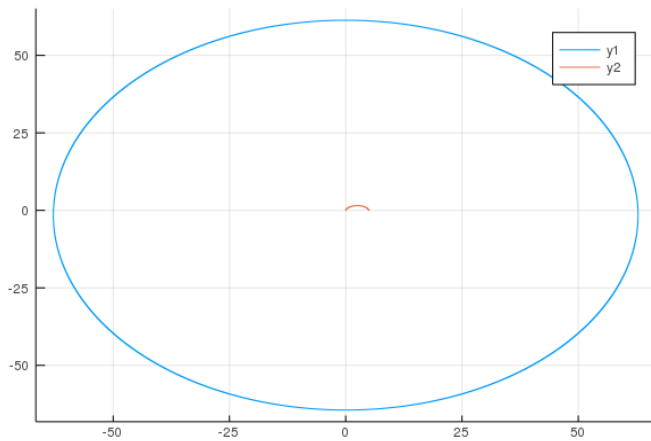


Figura 1: Trajetória simulada da lua e da terra.

De acordo com a equação da Gravitação Universal de Isaac Newton, a força de atração entre dois corpos é a relação entre o produto de suas massas pela constante gravitacional e o inverso do quadrado de suas distâncias. Por exemplo, o período de translação dependerá, portanto, da distância do Sol, massa e velocidade inicial de cada planeta para que seja descrita da maneira correta. Por conta disso, foi de grande importância utilizar valores exatos e precisos para essas grandezas, obtidos de fontes confiáveis, para o cálculo, pois se um planeta fosse configurado com dados incorretos, sua órbita apresentaria uma forma completamente diferente comparado à realidade<sup>3</sup>.

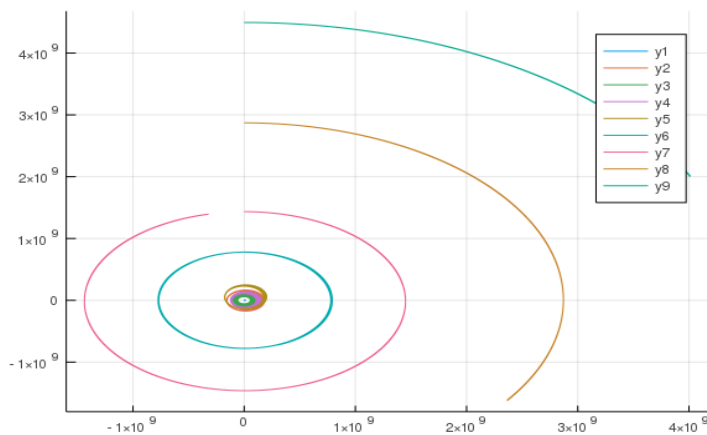


Figura 2: Representação do sistema solar simulado.

Se observarmos a Figura 2, é possível perceber que alguns planetas completaram toda a trajetória de suas órbitas e outros não. Esse comportamento condiz com a realidade, uma vez que os valores reais de período de translação mostram que, ao longo de 30 anos, Saturno desenvolve aproximadamente uma volta inteira, sendo que todos os planetas mais

internos a ele completam mais que uma volta e os dois planetas mais externos (Urano e Netuno) não chegam nem à metade de suas trajetórias.

### **Bibliografia**

<sup>1</sup> BASTOS NETO, Renato Brito. Fundamentos de mecânica. 2. ed. Fortaleza, CE: Vestseller, 2010- . 3 v., il. ISBN 9788560653027 (v.2: broch.).

<sup>2</sup> BEZANSON, Jeff et al. Julia: A fresh approach to numerical computing. SIAM review, v. 59, n.1, p. 65-98, 2017.

<sup>3</sup> JET PROPULSION LABORATORY (CALTECH/NASA). HORIZONS Web-Interface. Disponível em: Acesso em: 20 nov 2019

<sup>4</sup> Por que a Lua gira em Torno da Terra? Em: Brainly. Disponível em: Acesso em: 30 jan 2020.

<sup>5</sup> PORTAL TERRA. Por que a Lua não parece ter movimento de rotação? Em: Terra Ciência. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/espaco/por-quealuanao-parecetermovimentoderotacao,d22565900dd09ddf943c6d627776501f0vo56t0k.html>. Acesso em: 30 jan 2020.

<sup>6</sup> SANTOS, Marco Aurélio da Silva. A Gravitação Universal. Em: Mundo Educação. Disponível em: Acesso em: 01 fev 2020.

<sup>7</sup> WIKIMEDIA FOUNDATION. Planeta. Em: Wikipédia, a Enciclopédia Livre. Disponível em: Acesso em: 30 jan 2020.