

Sistema Solar e Mecânica Celeste

Prof^a Dra. Talissa Rodrigues

talissa.trodrigues@gmail.com





A Física do Universo

- Astrofísica: Estudo de fenômenos físicos no universo.
- Mecânica Celeste: Descreve o movimento de corpos celestes.
- Cosmologia: Explora a origem e evolução do universo.
- Física Gravitacional: Fundamenta interações entre corpos celestes.

O Cosmos Visto Pelos Antigos

Como as civilizações antigas, sem o conhecimento científico moderno, tentavam explicar os movimentos dos astros e a estrutura do universo?

Quais modelos do cosmos eles propunham e quais evidências utilizavam para sustentar suas visões?

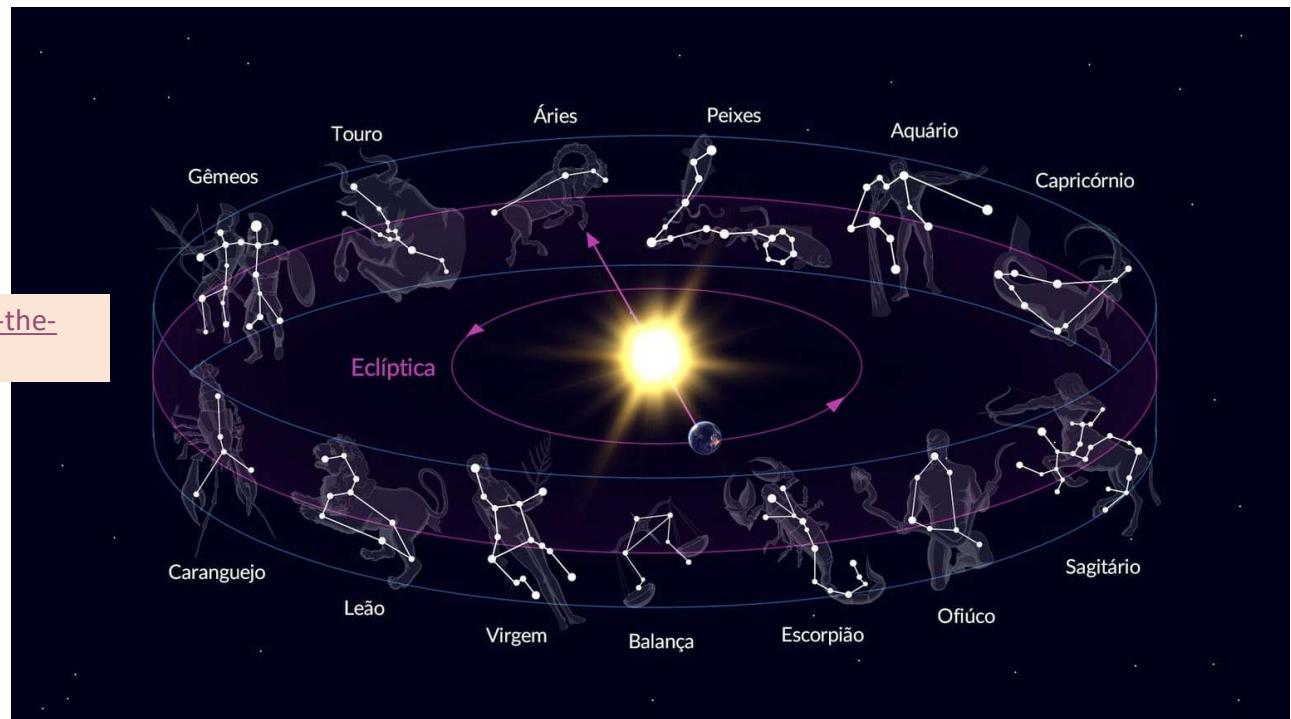
Observações Primitivas

Culturas antigas, como egípcios e babilônios, observavam os céus para agricultura e rituais.

Notavam padrões de estrelas e movimentos de corpos celestes. Isso formou a base para calendários e navegação.

[Fonte: https://starwalk.space/pt/news/what-is-the-ecliptic](https://starwalk.space/pt/news/what-is-the-ecliptic)

A imagem traz a Eclíptica, conhecida como **o círculo em que o plano orbital da Terra cruza a esfera celestial**. Nela percebemos as Constelações do Zodíaco e suas representações gráficas. Na Astronomia são chamadas de Plano da Eclíptica. A imagem foi retirada do banco de dados Star Walk, software muito utilizado para auxílio nas observações astronômicas. O link acima leva o leitor para uma matéria explicativa sobre o tema abordado.



Concepções Filosóficas

Filósofos gregos, como Platão e Aristóteles, propuseram **modelos geocêntricos**.



A Terra era o centro do Universo.

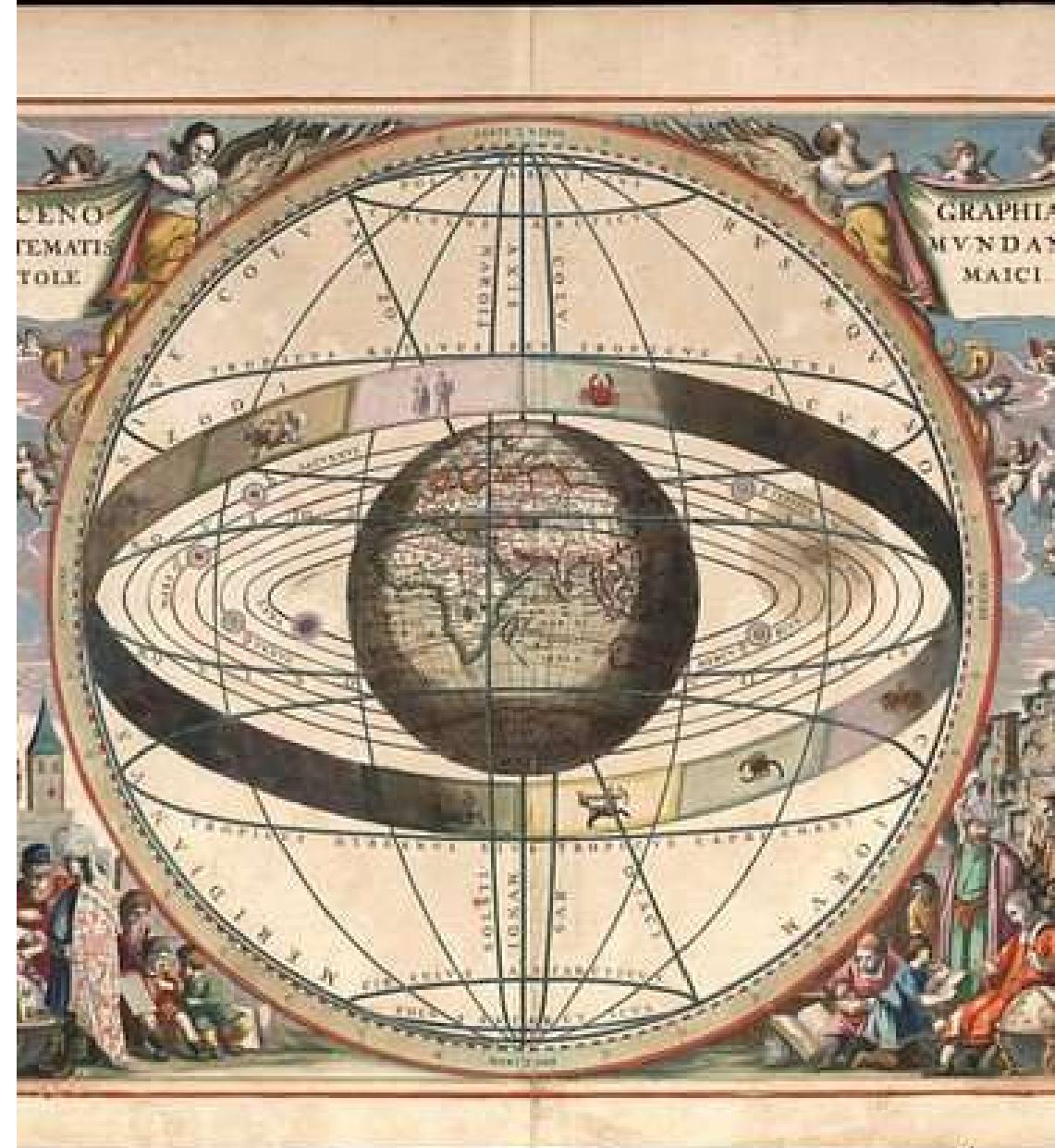
Tais ideias dominaram o pensamento ocidental por séculos.

O Modelo Geocêntrico

O modelo ptolomaico postulava a Terra imóvel no centro do universo. Corpos celestes orbitavam a Terra em **deferentes***, com movimentos menores em epiciclos para explicar a retrogradação.

Foi o modelo **dominante por mais de 14 séculos**.

*Deferentes: círculos maiores onde giram os epiciclos





Desafios ao Geocentrismo

- Movimento retrógrado: Explicado por epiciclos complexos.
- Variação de brilho e tamanho: Inconsistente com distância fixa.
- Aumento de epiciclos: Modelo cada vez mais complexo e impreciso.
- Novas observações empíricas: Desafios crescentes ao paradigma.



Geocentrismo

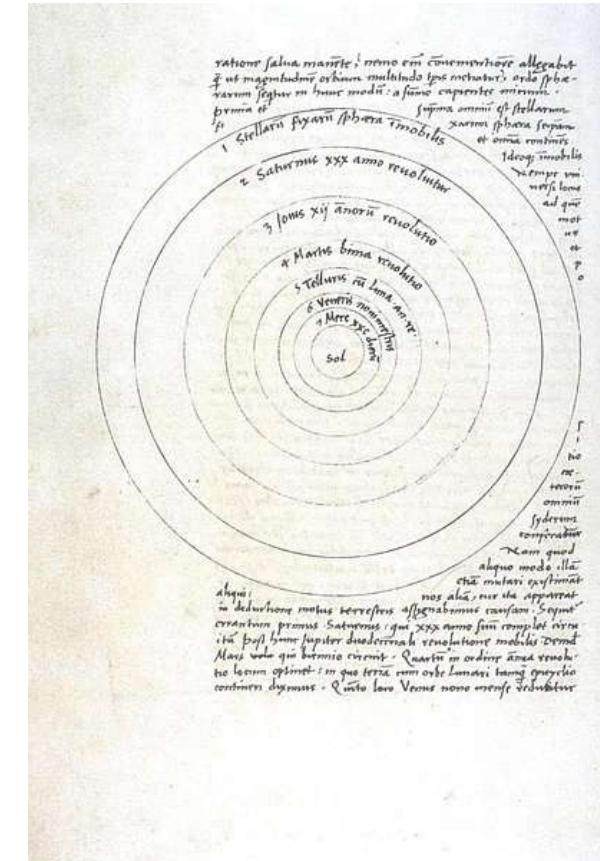
Foi um marco importante na história da astronomia, representando um esforço significativo para entender o cosmos.

Suas contribuições para a astronomia e a matemática foram fundamentais para o desenvolvimento de modelos mais precisos do universo

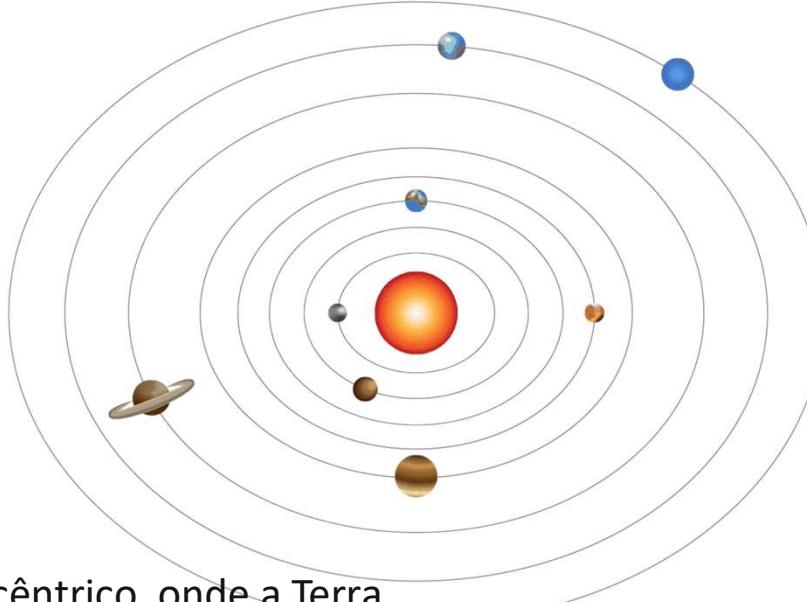
A Revolução Copernicana

Nicolau Copérnico propôs o modelo heliocêntrico, com o Sol no centro.

Isso desafiou séculos de visão geocêntrica (modelo de Ptolomeu), mudando fundamentalmente a astronomia.



O Modelo Heliocêntrico



Copérnico propôs o modelo heliocêntrico, onde a Terra e os demais planetas orbitam o Sol.

*Este modelo simplificou as complexas explicações do geocentrismo, oferecendo uma descrição mais elegante e precisa dos movimentos celestes.

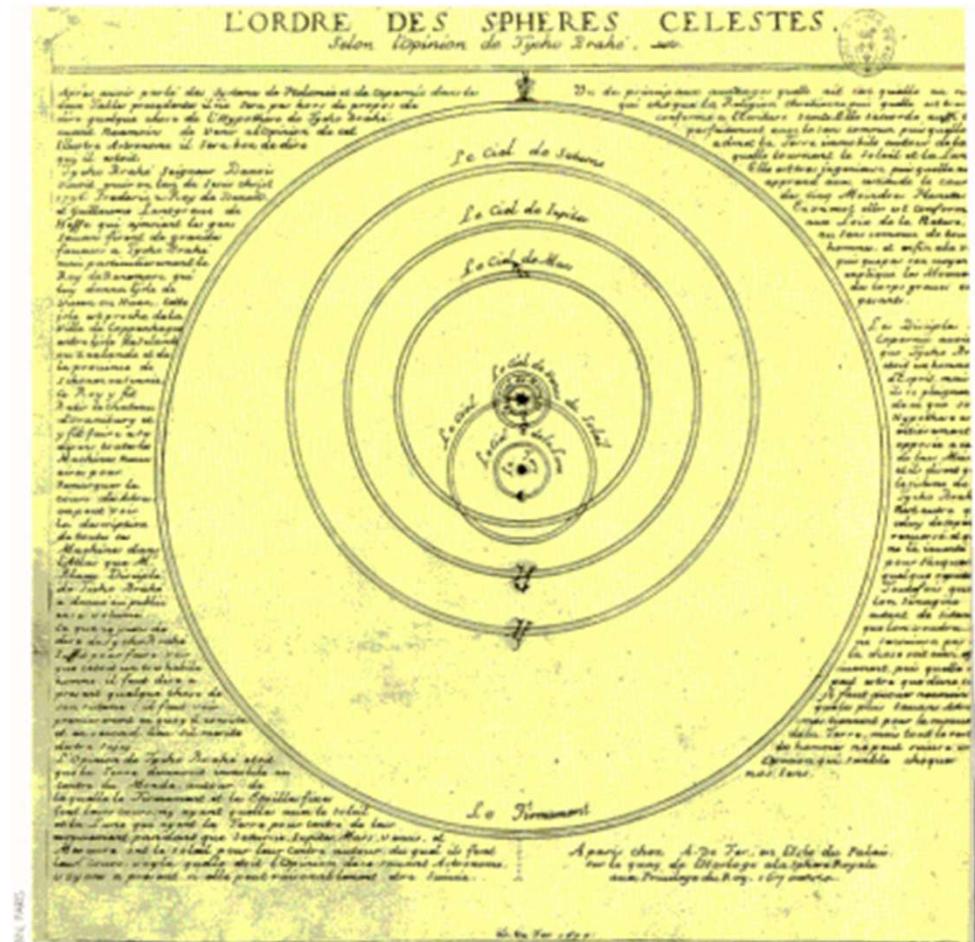


Observações Precisas

Tycho Brahe realizou observações astronômicas sem telescópio, com precisão inédita para a época. Seus dados detalhados, especialmente sobre Marte, foram cruciais. Eles expuseram inconsistências nos modelos cosmológicos vigentes.

Modelo Geo-Heliocêntrico

Brahe propôs um sistema híbrido: a Terra permanecia no centro, com o Sol e a Lua orbitando-a. Contudo, os demais planetas orbitavam o Sol. Este modelo tentava conciliar as visões ptolomaica e copernicana.



Texto do seu parágrafo

Galileu e a Evidência

Galileu, com observações telescópicas, forneceu evidências cruciais. As fases de Vênus e as luas de Júpiter contradiziam o geocentrismo, apoiando o modelo heliocêntrico de Copérnico. Isso marcou um divisor de águas na ciência.

minore i numeri. Adi. 8. appariva così \oplus era tagliato
diretto et non retrogrado come fanno i calcolatori.
Adi. 9. in regola. Adi. 10. i numeri così \oplus ciò è di-
giato. Si la più occidentale ti che la sua figura i più credere.
Adi. 11. era in questa guisa \oplus . et in stelle più vicina
a Giore era l'ammirabile minore dell'altre, et vicinissima all'altra
dove che le altre sare erano a dette stelle appartenente tutte tre
di qual grandezza et tanti loro egualmente intorno; dal che
affare intorno a Giore sono 3. altre stelle erranti visibili ad
ogn'uno sino a questo tempo.

Adi. 12. si vedde in tale costituzione \oplus era la stella
sudorientale poco minor della orientale, et giore era il mezzo lontan-
za. uscì et dall'altra partì il suo diametro l'altro: et forse era
una vera risposta al vicinissimo Vergo comète; anni pur in era
veramente benedicta. si fu larghia osservata, et nudo sìa immunitata
rotta.

Adi. 13. benedicta fuisse? errata o forse? i numeri vicini? a Giore
4. stelle in questa costituzione \oplus è meglio così \oplus
e tutte apparenze della nostra grandezza, le stelle delle quali occidentali
ad era maggiore del diametro di 7. et erano fra di loro notabilmente
più vicine che le altre serie, se erano in linea retta egualmente come
per quelli che i media delle zonidetali era in loro elevata, i vero
più occidentale alquanto depresso; sono queste stelle tutte molto lucide. Le più
picciole et altre, fuse che apparenze della nostra grandezza non sono
con splendore.

Adi. 14. fu scritto. Adi. 15. era così \oplus \oplus \oplus La grossa \oplus
 \oplus era la minore et le altre di meno e meno maggiori. Il interstizio
e' sciolto con gli stelline. Il diametro di 7. ma la 4. era di

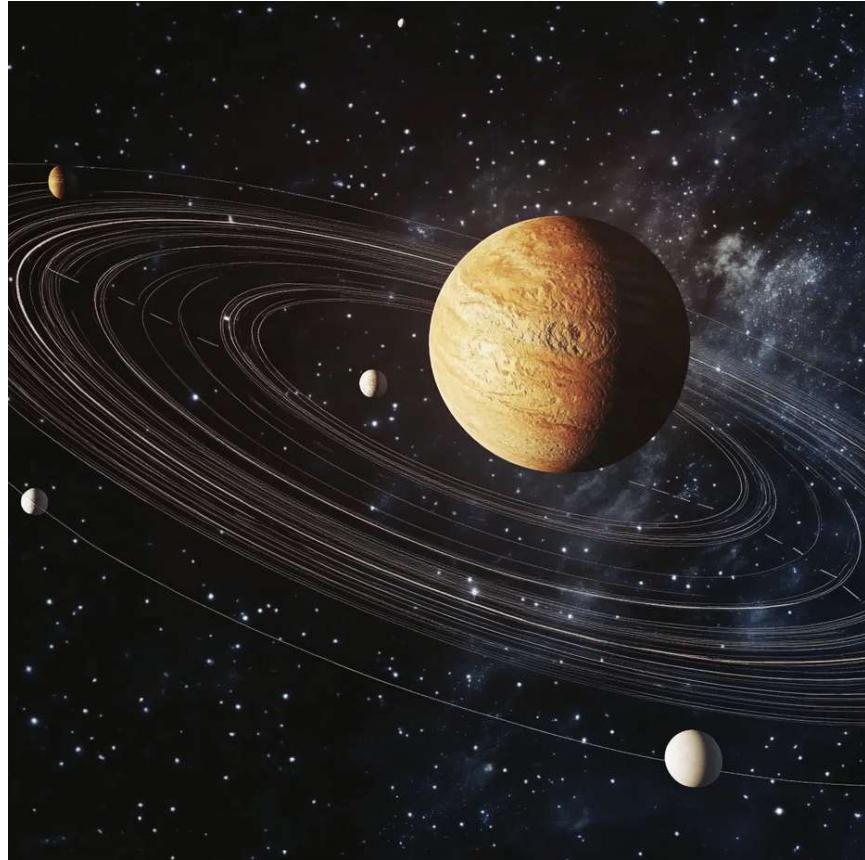
Discussão: Paradigmas Científicos

Como a transição do modelo geocêntrico para o heliocêntrico exemplifica uma mudança de paradigma científico?

Que fatores impulsionam e resistem à essas transformações fundamentais na ciência?

As Leis de Kepler (I)

A Primeira Lei de Kepler estabelece que os planetas orbitam o Sol em trajetórias elípticas, com o Sol localizado em um dos focos. A excentricidade (e) define a forma da elipse, variando de 0 (círculo) a quase 1 (elipse muito alongada).



As Leis de Kepler (II)

- Segunda Lei: Lei das Áreas Iguais.
- Linha Sol-planeta varre áreas iguais.
- Isso ocorre em intervalos de tempo idênticos.
- Implica velocidade orbital variável: mais rápido no periélio.

As Leis de Kepler (III)

A Terceira Lei de Kepler estabelece que o quadrado do período orbital (T^2) de um planeta é diretamente proporcional ao cubo do semieixo maior (a^3) de sua órbita. Ou seja, $T^2 \propto a^3$. Isso permite comparar os movimentos de diferentes corpos celestes em torno do Sol.



Gravitação Universal

A Lei da Gravitação Universal de Newton descreve a força atrativa entre quaisquer dois corpos com massa. Ela fornece a base física para as leis empíricas de Kepler e explica a natureza da força que mantém os planetas em órbita, como a Terra ao redor do Sol.

Elementos Orbitais

- **Periélio/Afélio:** Pontos de maior/menor proximidade ao corpo central.
- **Excentricidade:** Mede o desvio da órbita de uma circunferência perfeita.
- **Inclinação:** Ângulo do plano orbital em relação a um plano de referência.
- **Nó Ascendente:** Ponto onde a órbita cruza o plano de referência para cima.

Tipos de Órbitas

As órbitas são classificadas pela excentricidade, definindo se um corpo permanece gravitacionalmente ligado.

- Órbitas elípticas e circulares são fechadas, mantendo o corpo no sistema.
- Órbitas parabólicas e hiperbólicas são abertas, permitindo que o corpo escape da influência gravitacional.

Estabilidade Orbital

A estabilidade orbital é crucial para a persistência de sistemas planetários. Pequenas perturbações gravitacionais podem levar a ressonâncias, como as da órbita de Júpiter com asteroides. A longo prazo, a interação de múltiplos corpos determina a evolução do sistema.

O Sistema Solar Atual

- Sol: Estrela central, 99.8% da massa total.
- Planetas: Oito corpos principais em órbita.
- Planetas Anões: Ceres, Plutão, Haumea, Makemake, Eris.
 - No Cinturão de asteroides entre Marte e Júpiter*
- Corpos Menores: Asteroides, cometas, satélites, poeira.

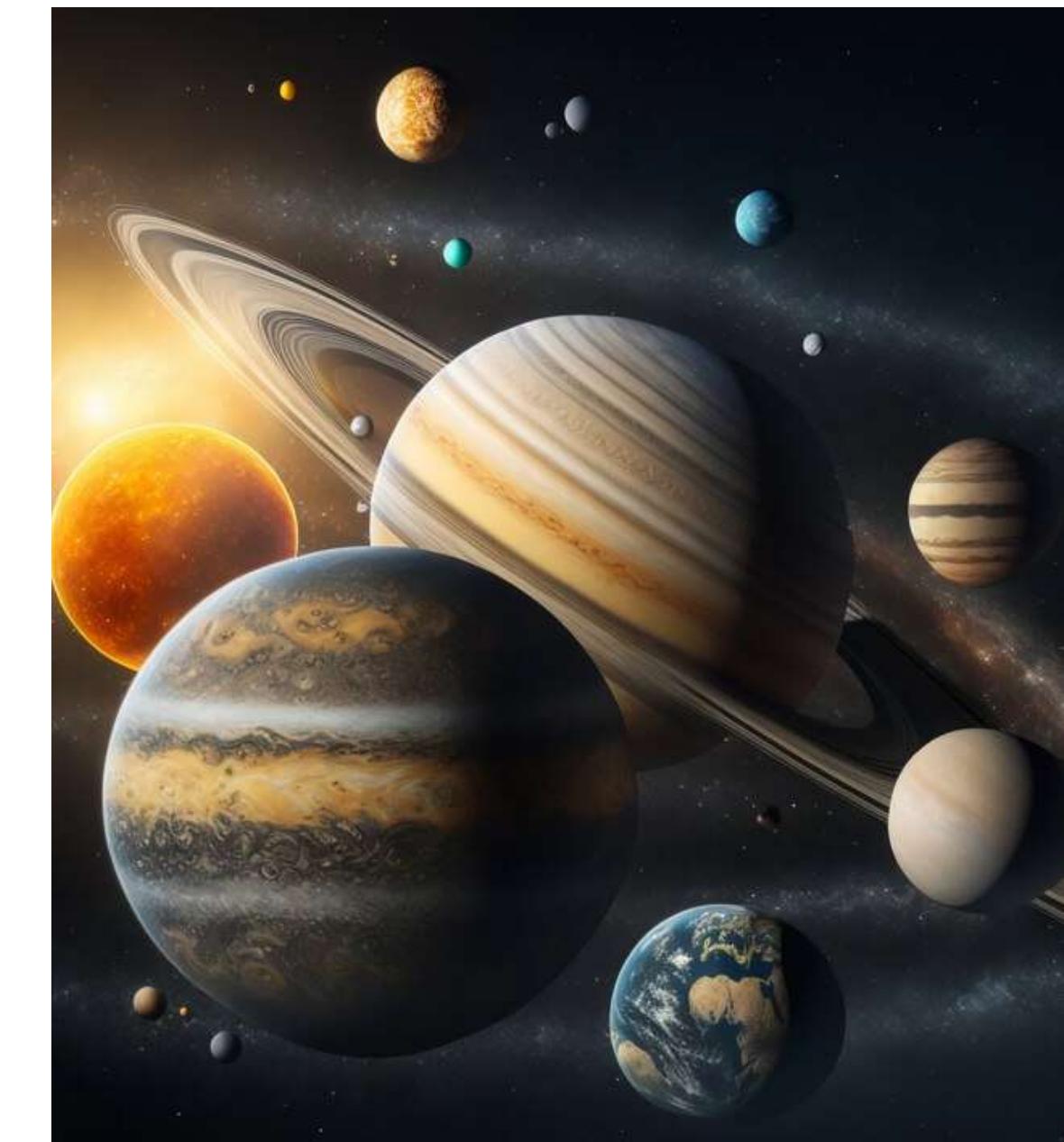
No Cinturão de Kuiper (Para além de Netuno).

Os Planetas do Sistema Solar

Os planetas dividem-se em:

Rochosos - menores e densos (Ex. Mercúrio, Vênus, Terra, Marte).

Gigantes gasosos - maiores e menos densos (Ex. Júpiter, Saturno, Urano, Netuno). Os primeiros possuem superfície sólida, enquanto os segundos são majoritariamente compostos por gases.



Outros Corpos Celestes

Além dos planetas, o Sistema Solar abriga uma vasta gama de outros corpos. Asteroides, concentrados no cinturão principal, e cometas, originários do Cinturão de Kuiper e Nuvem de Oort* são exemplos. Planetas anões, como Plutão, também compõem essa diversidade.

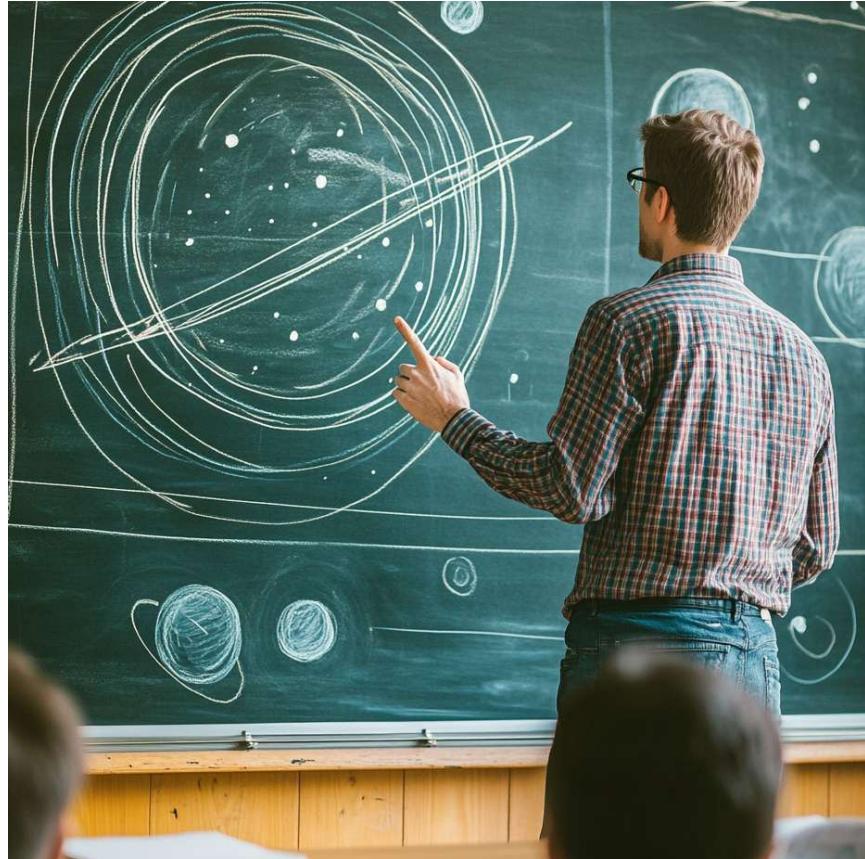


* Nuvem de Oort: grande concentração de cometas localizada no limite do Sistema Solar, a aproximadamente 2.000 a 100.000 unidades astronômicas (UA) do Sol.



Física e o Sistema Solar

- Física do Plasma: Estudo do Sol e ventos solares.
- Geofísica: Análise de planetas rochosos (Terra, Marte).
- Mecânica dos Fluidos: Dinâmica de atmosferas e oceanos.
- Mecânica Celeste: Órbitas e interações gravitacionais.



Conceitos Essenciais

- Geocentrismo: Terra como centro do universo.
- Heliocentrismo: Sol como centro do sistema solar.
- Leis de Kepler: Descrevem o movimento planetário.
- Órbita e Gravidade: Trajetórias e força atrativa.

Conclusões

- Modelos cosmológicos evoluíram de geocêntricos a heliocêntricos.
- Leis de Kepler descrevem movimento planetário elíptico.
- Gravitação de Newton unificou mecânica celeste e terrestre.
- O Sistema Solar é um sistema dinâmico complexo.

Reflexão- Desafios Futuros

Quais são os principais desafios científicos e tecnológicos para a exploração futura do sistema solar e para o aprofundamento da nossa compreensão da mecânica celeste?

CONTATO

talissa.trodrigues@gmail.com

Obrigada.

“Que a Física esteja com vocês”!
