

Sistema Solar e Mecânica Celeste

Profª 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?

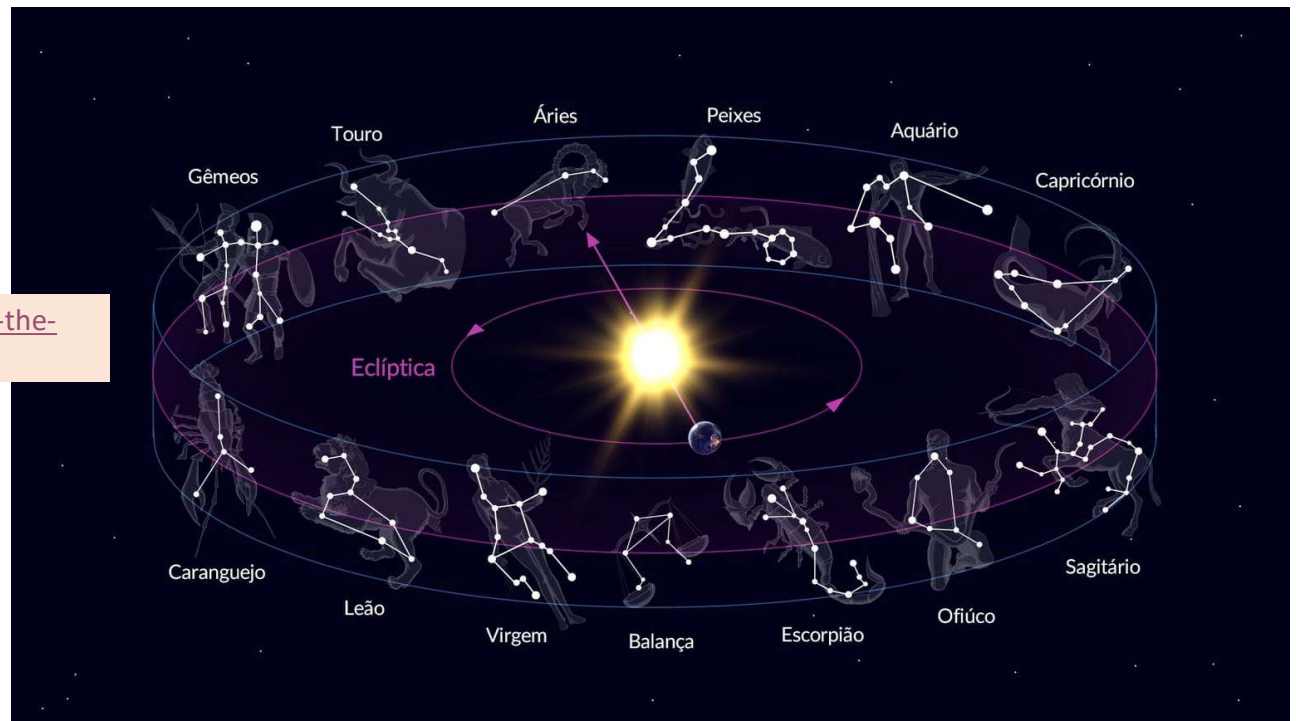
Observações Primitivas

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>

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.

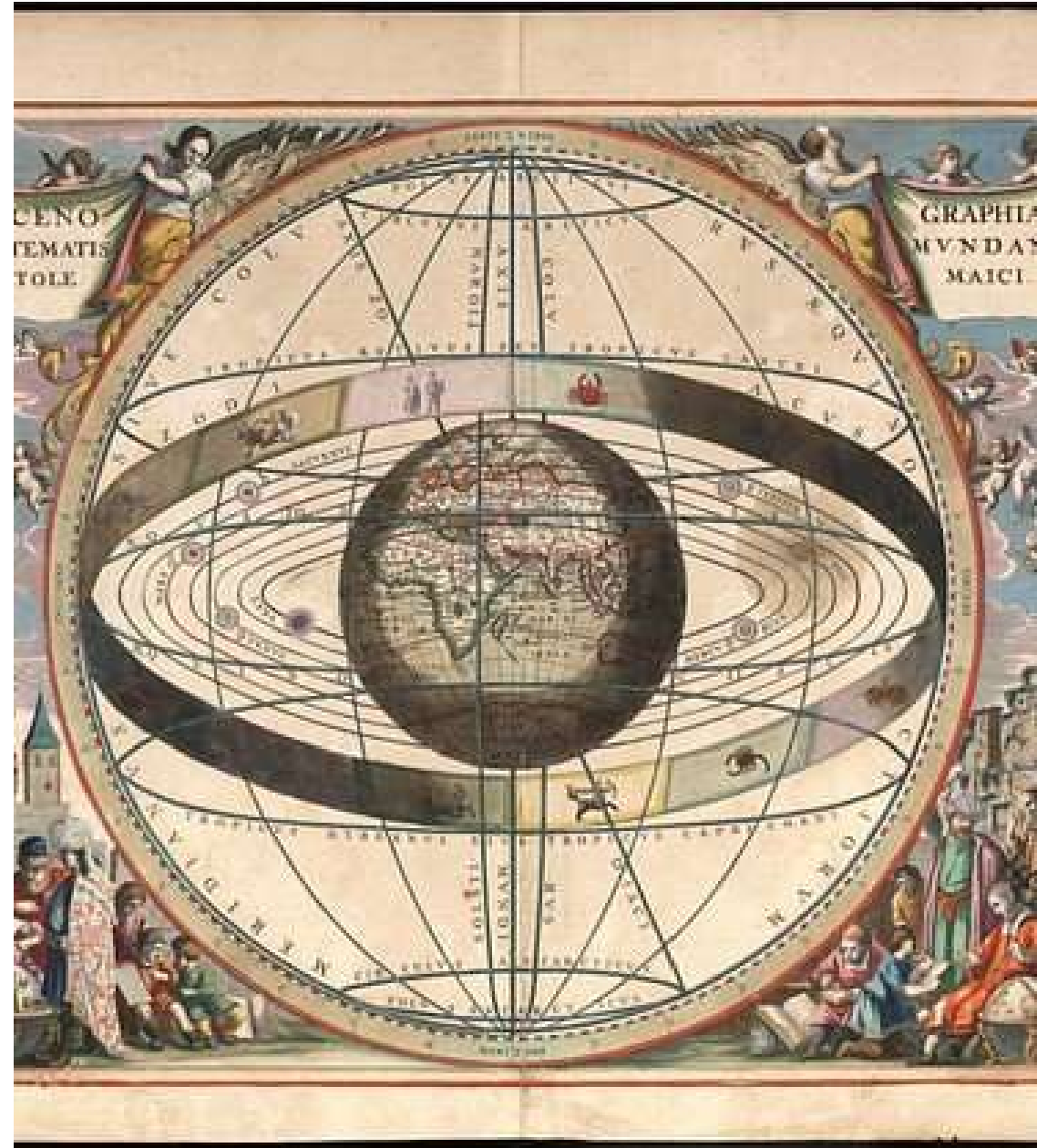
Tais ideias dominaram o pensamento ocidental por séculos.

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



Geocentrismo

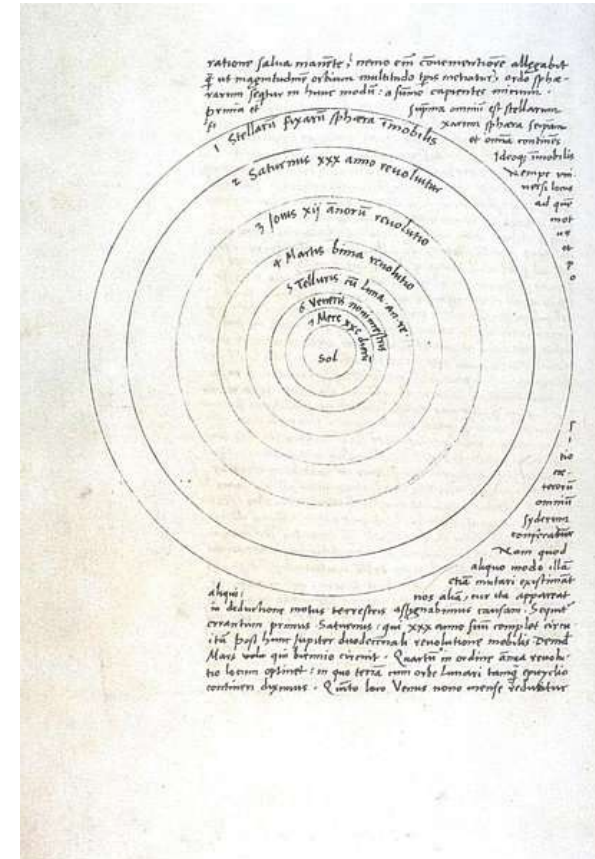
Foi um marco importante na história da astronomia, representando um esforço significativo para entender o cosmos.

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

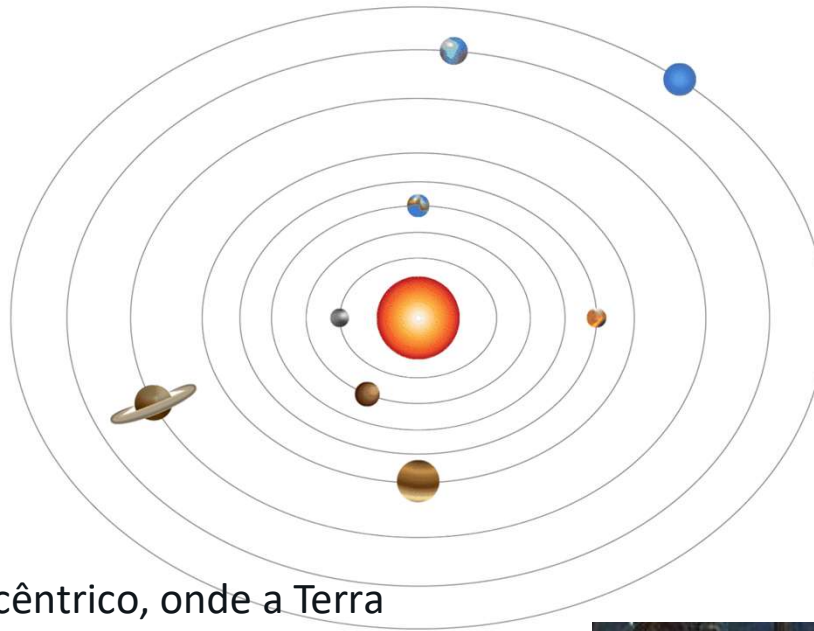
A Revolução Copernicana

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.

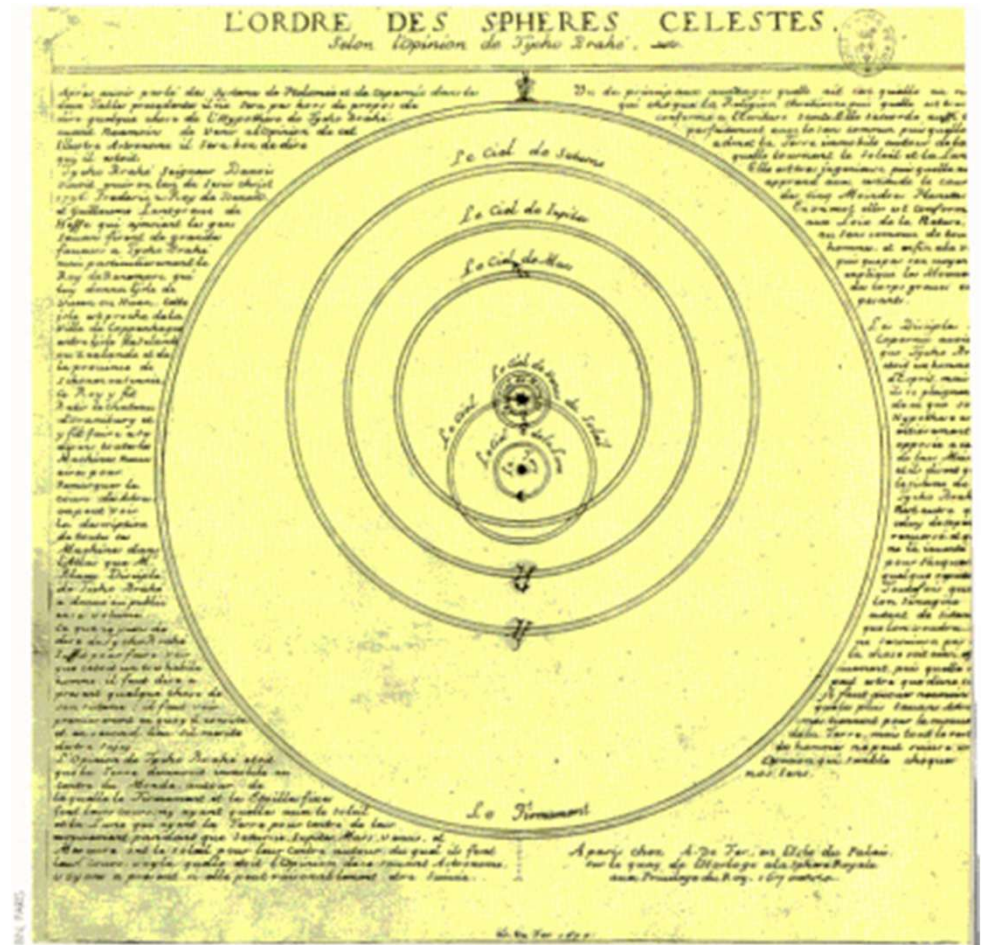


Observações Precisas

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

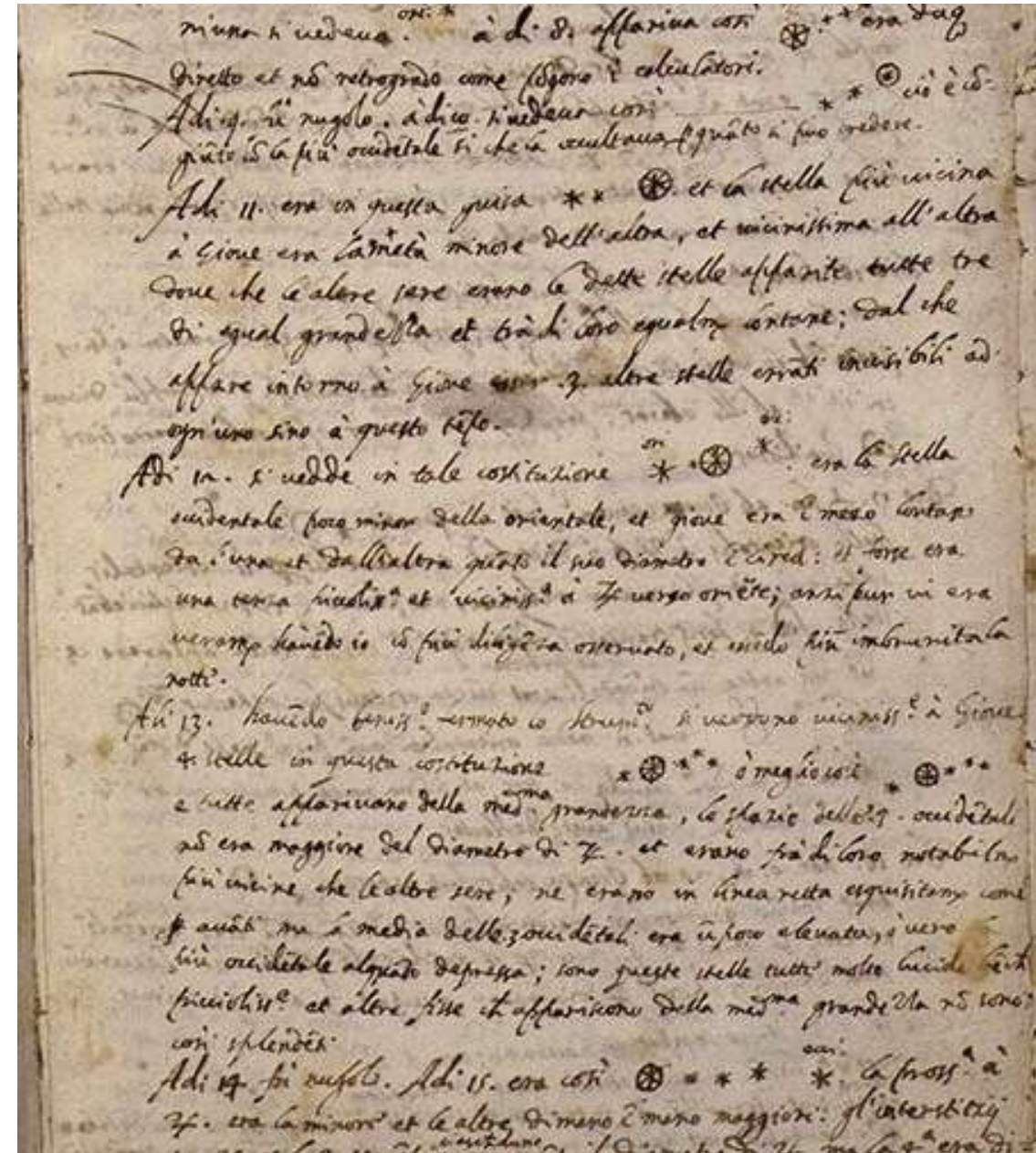
Brahe propôs um sistema híbrido: a Terra permanecia no centro, com o Sol e a Lua orbitando-a. Contudo, os demais planetas orbitavam o Sol. Este modelo tentava conciliar as visões ptolomaica e copernicana.



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.



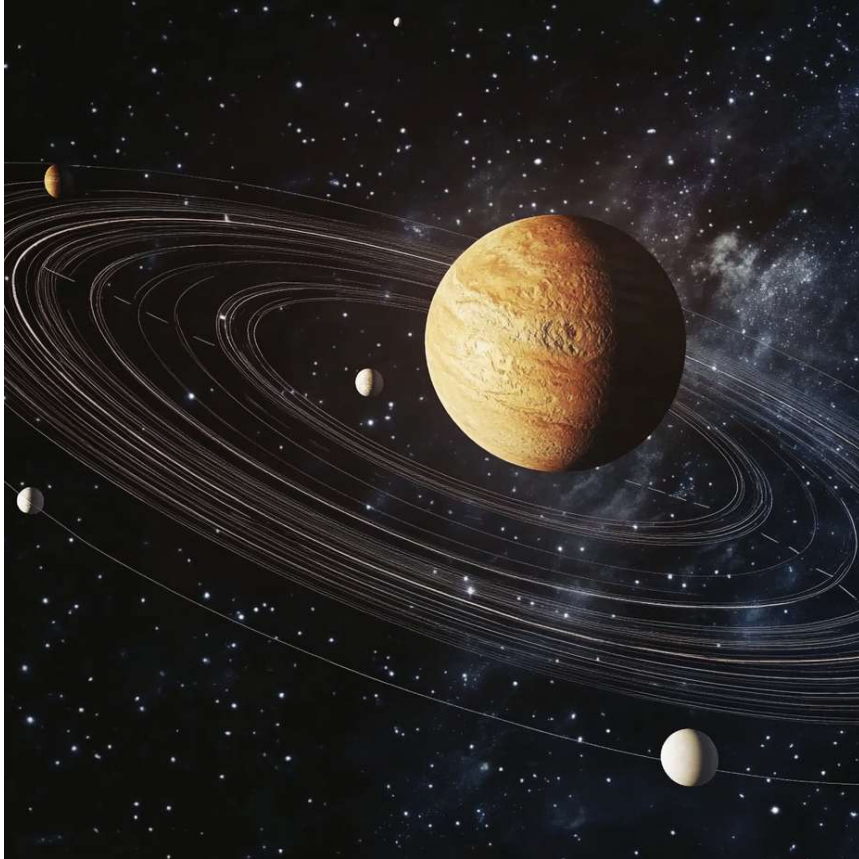
Discussão: Paradigmas Científicos

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).

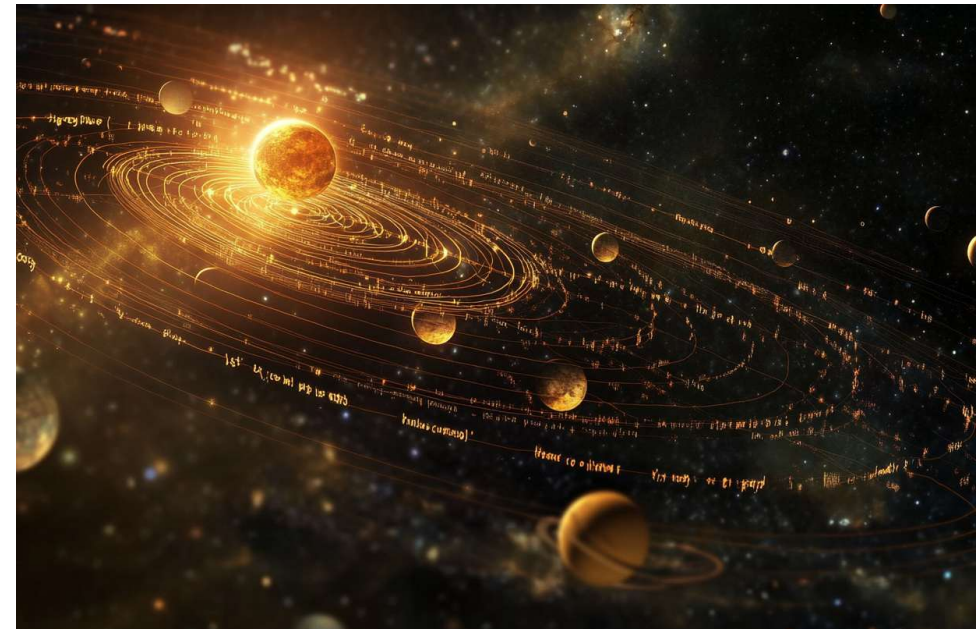


As Leis de Kepler (II)

- 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.
- Corpos Menores: Asteroides, cometas, satélites, poeira.

No Cinturão de Kuiper (Para além de Netuno).

No Cinturão de asteroides entre Marte e Júpiter

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”!

