

The background of the slide is a composite image of Earth from space. The Earth is shown as a large sphere with blue oceans, green and brown landmasses, and white polar ice caps. A thin green line represents a satellite orbit around the Earth, with a small satellite icon visible on the left side of the orbit. The background is a dark space filled with numerous small white stars.

Rumo ao Espaço

Um pouco de história

Agradecimentos: Profa. Maria Cecília Zanardi
Prof. Carlos Renato Solórzano

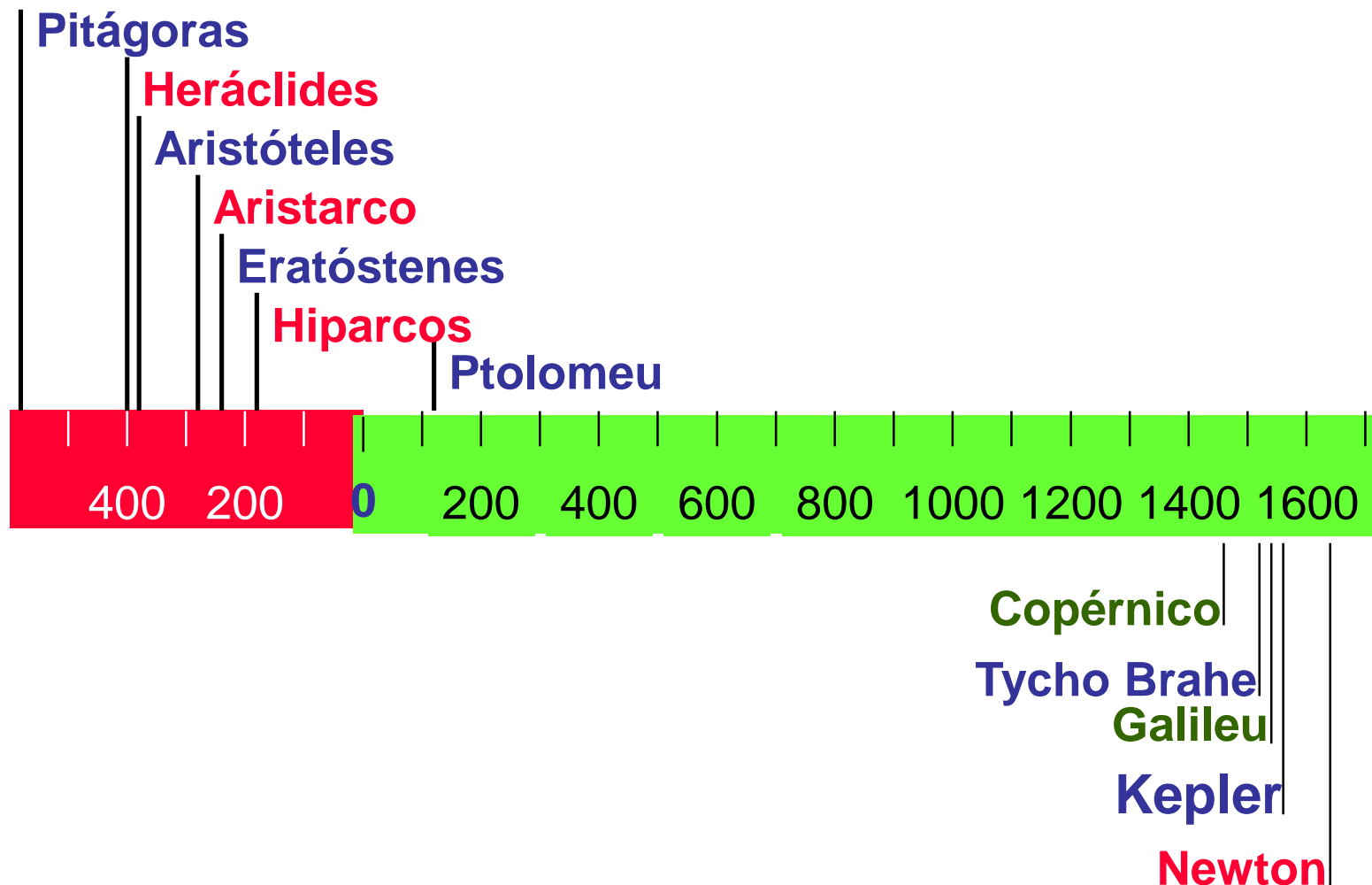
ASTRONOMIA

Breve

Histórico

1. Historia da Astronomia

Filósofos e Astrônomos Antigos Famosos



ATÉ SÉCULO XVII => TEORIA GEOCÊNTRICA

1473 - 1573 => TEORIA HELIOCÊNTRICA DE COPÉRNICO

1564 - 1642 => PREDIÇÃO DO MOVIMENTO DO SOL, LUA E PLANETAS POR GALILEO

1610 => DESCOBERTA DOS SATÉLITES DE JÚPITER

1546 - 1601 => ASTRÔNOMO DINAMARQUES TYCHO BRAHE DETERMINOU AS POSIÇÕES DOS PLANETAS

1571 - 1630 => JOHANES KEPLER UTILIZOU OS DADOS OBSERVACIONAIS DE TYCHO BRAHE PARA DEDUZIR AS LEIS QUE REGEM O MOVIMENTO DOS PLANETAS AO REDOR DO SOL

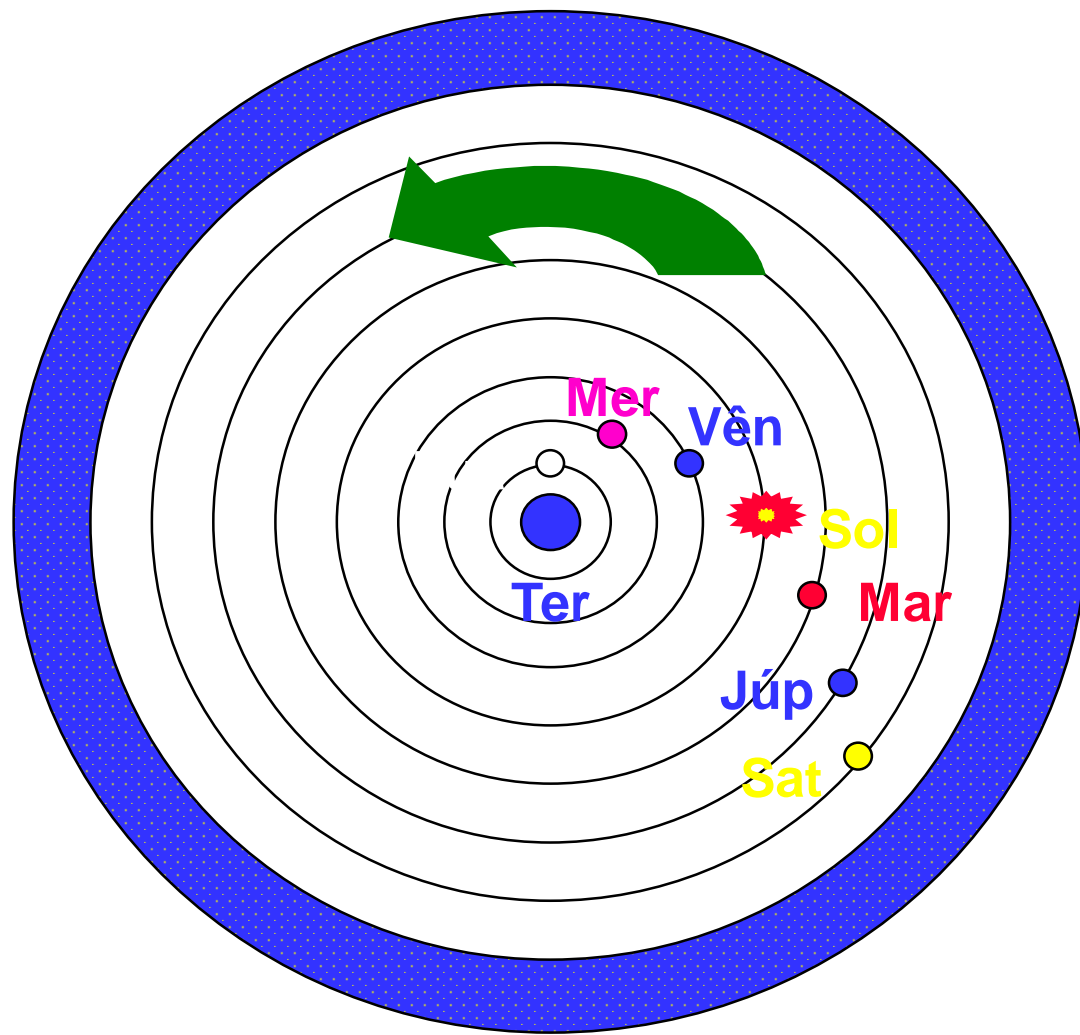
1643 - 1727 => NEWTON DETERMINOU QUE TIPO DE FORÇAS CAUSAVA AS TRAJETÓRIAS QUE SATISFIZESSEM AS LEIS DE KEPLER

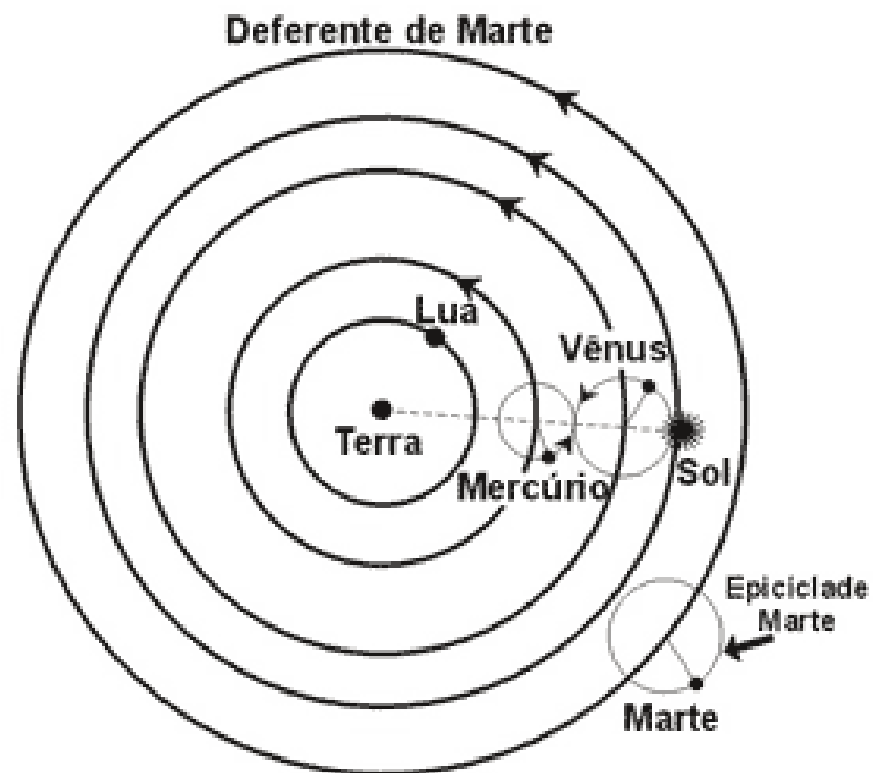
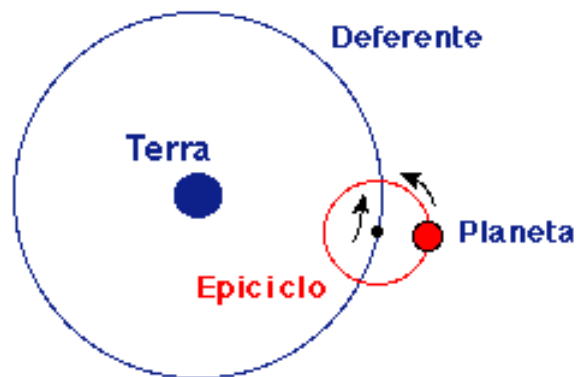
Sistema Geocêntrico

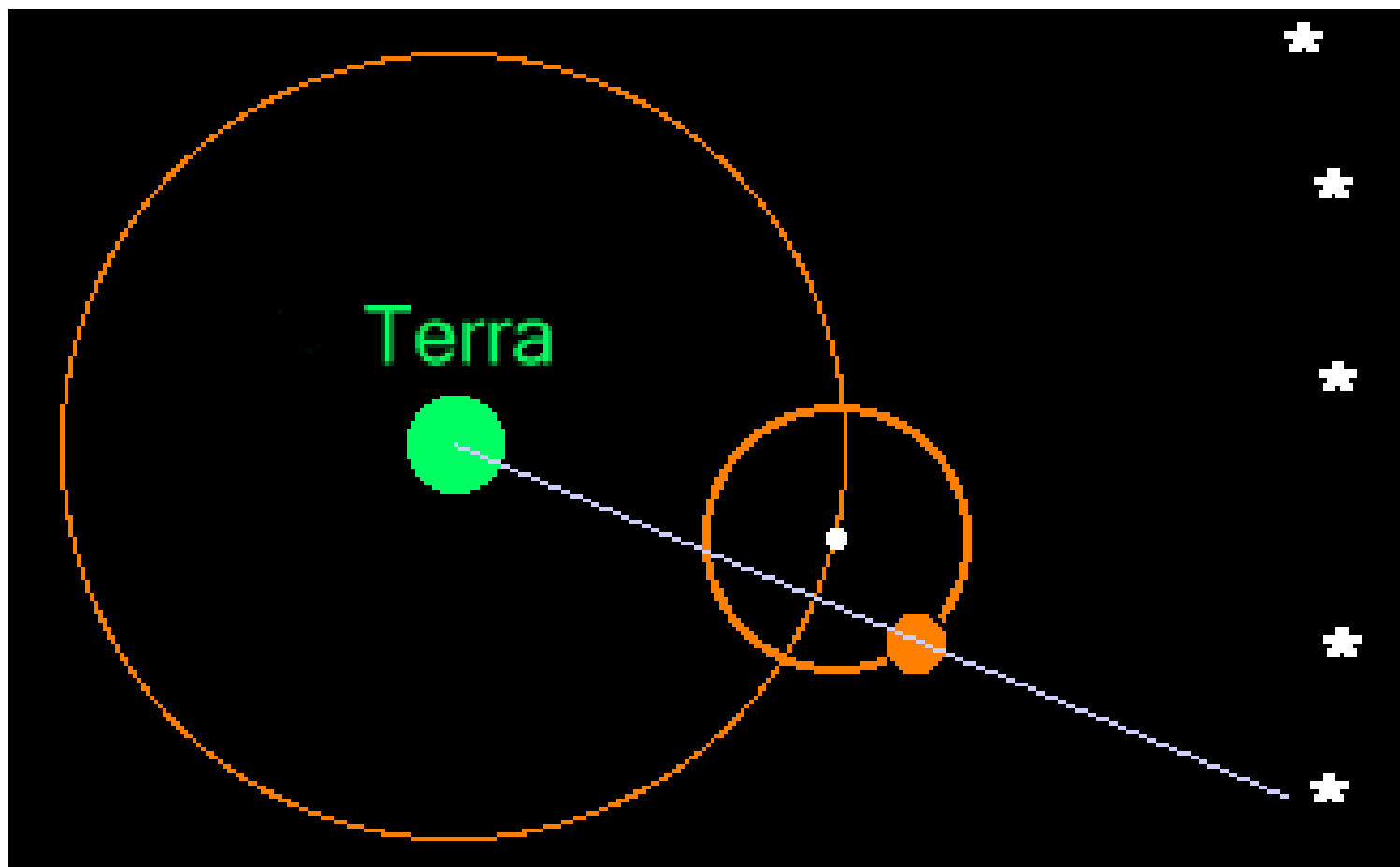
(Ptolomeu, séc. II)

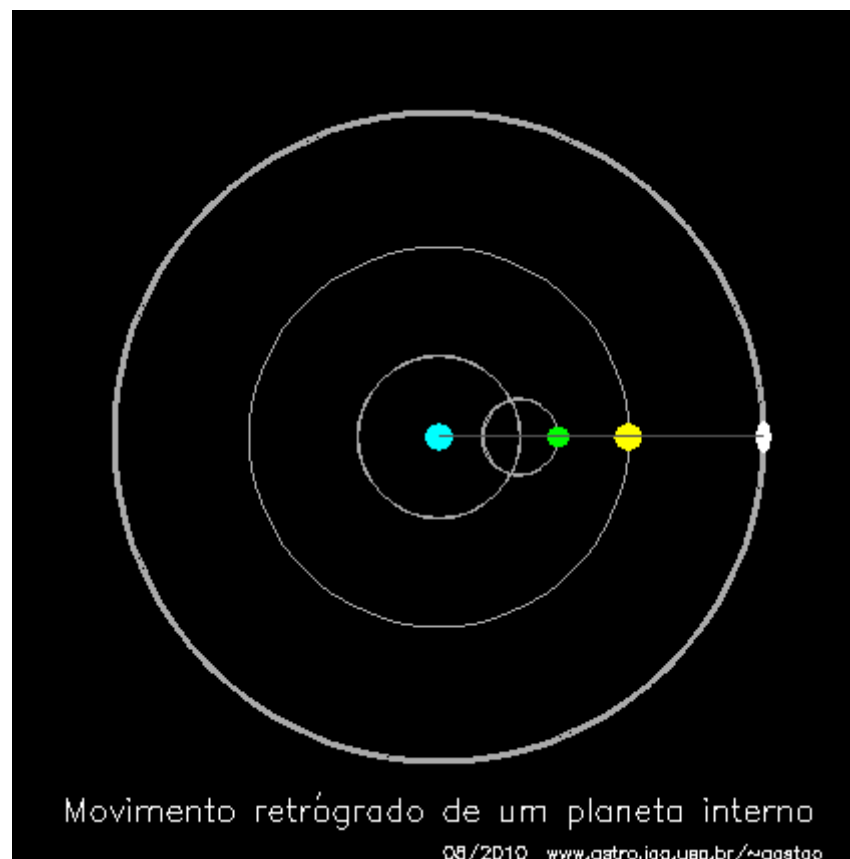
Matemático, astrônomo, geógrafo grego e que ainda era astrólogo por estar intimamente ligado, na época, à astronomia, nasceu no ano de 90 d.C. Não há conhecimento de registro biográfico deste grande sábio, senão que passou um período entre 120 e 160 em Alexandria, Egito, e foi o mais célebre astrônomo da Antiguidade. Este período foi determinado com base em observações astronômicas descritas nas suas obras e que tenham sido efetuadas entre 26 de Março de 127 e 2 de Fevereiro de 141.





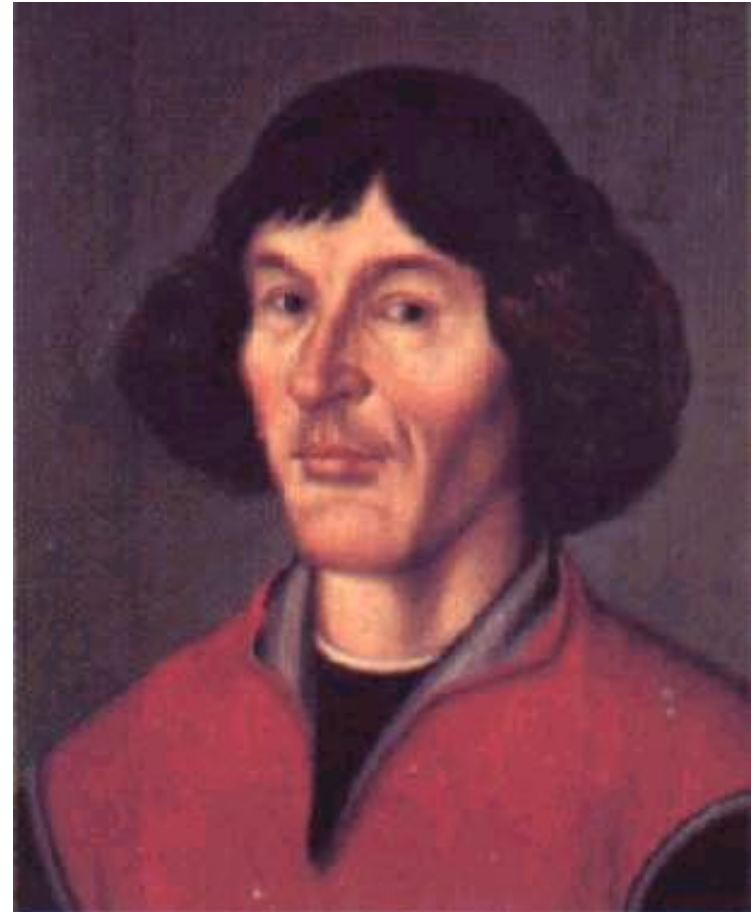


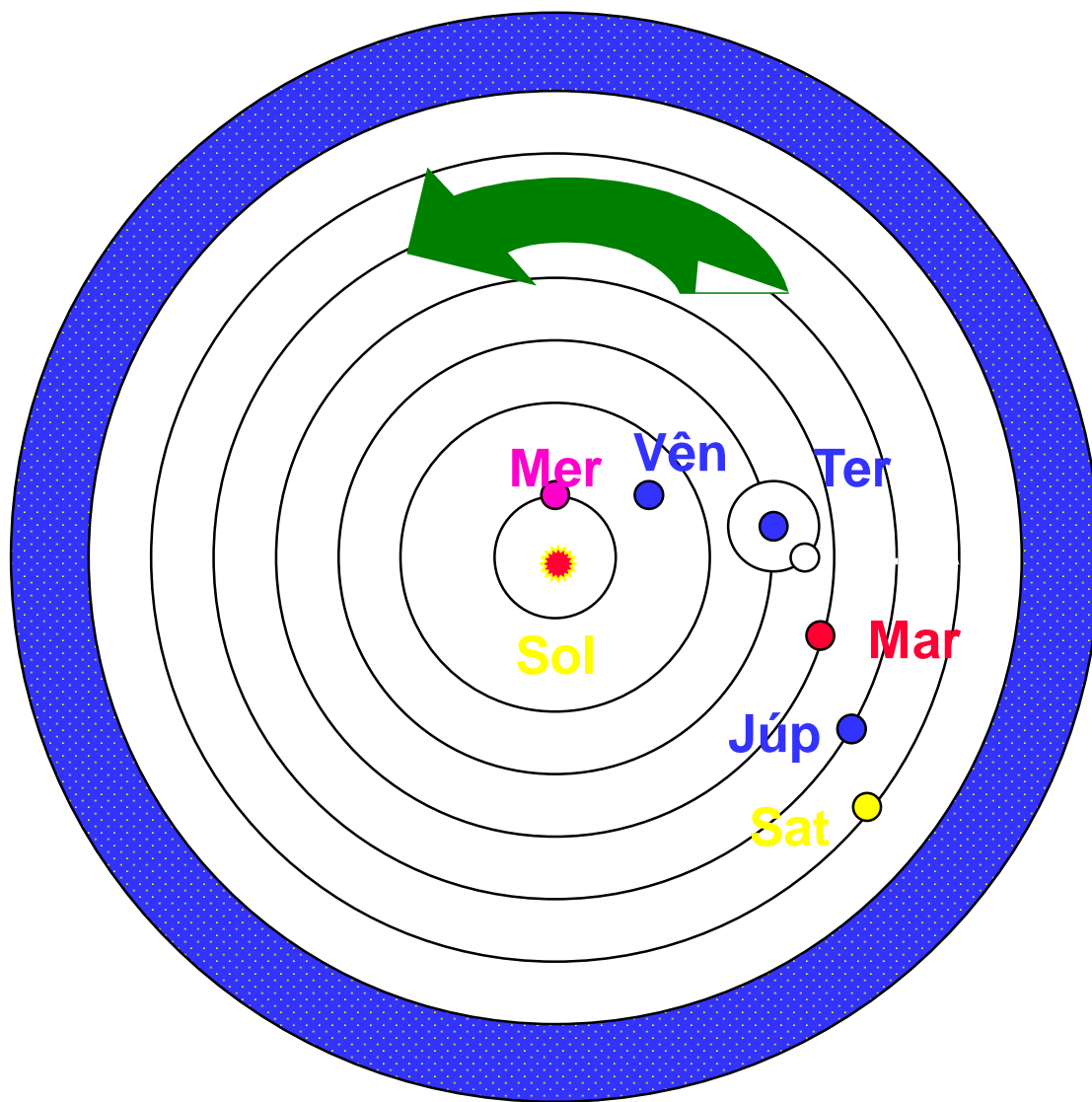




SISTEMA HELIOCÊNTRICO COPÉRNICO – SÉC. XVI

Nascido na **Polônia**, além de astrônomo e matemático, destacou-se também como sacerdote, médico, economista, jurista, administrador e diplomata. Parte de seus estudos foram feitos na Itália, onde aprendeu grego, podendo assim ler os originais das obras dos grandes astrônomos e filósofos da antiguidade. ***Apresentou sua teoria heliocêntrica, na qual sugere que a Terra gira em torno de si mesma e gira ao redor do Sol:*** no livro "De Revolutionibus Orbium Coelestium" - Sobre as Revoluções das Estrelas Celestes -, abrindo uma visão completamente nova do Universo. Embora o modelo de Copérnico estivesse muito próximo de prever o movimento planetário corretamente, existiam discrepâncias. Isto ficou particularmente evidente para o planeta Marte, cuja órbita foi medida mais tarde com grande precisão pelo astrônomo dinamarquês Tycho Brahe. A obra só foi publicada em 1543, e Copérnico já estava morto.



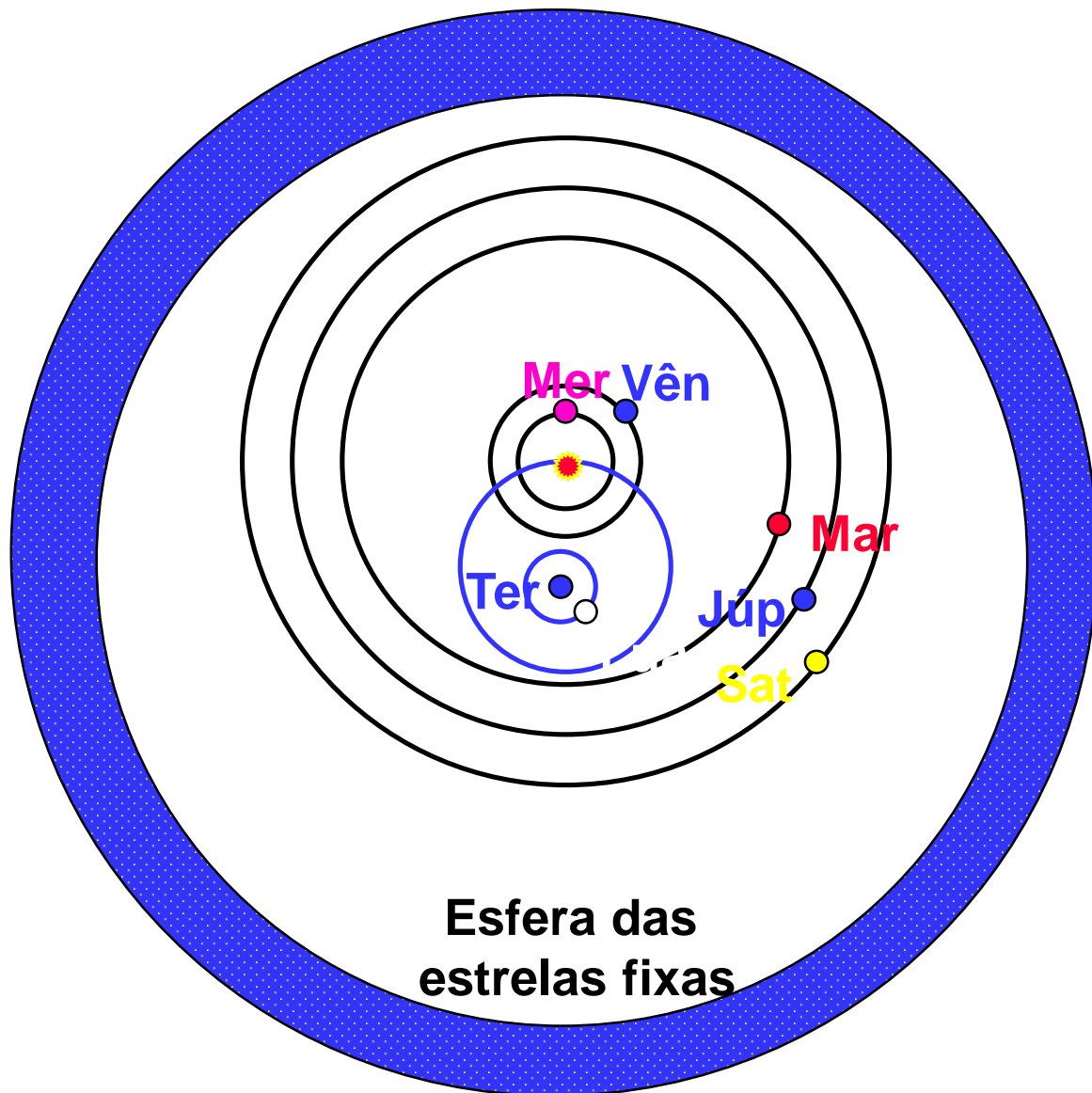


Sistema de Tycho Brahe

(séc. XVI)

Astrônomo **dinamarquês** observacional da era anterior à invenção do telescópio, e as suas observações da posição das estrelas e dos planetas atingiu uma precisão sem paralelo para a época. Tycho não defendia o sistema de Copérnico, mas propôs um sistema em que os planetas giram à volta do Sol e o Sol orbitava a Terra. O Sol e a Lua giravam ao redor da Terra, mas admitindo que Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno o faziam em torno do Sol. Após a sua morte, os seus registros dos movimentos de Marte permitiram a Kepler descobrir as leis dos movimentos dos planetas, que deram suporte à teoria heliocêntrica de Copérnico.





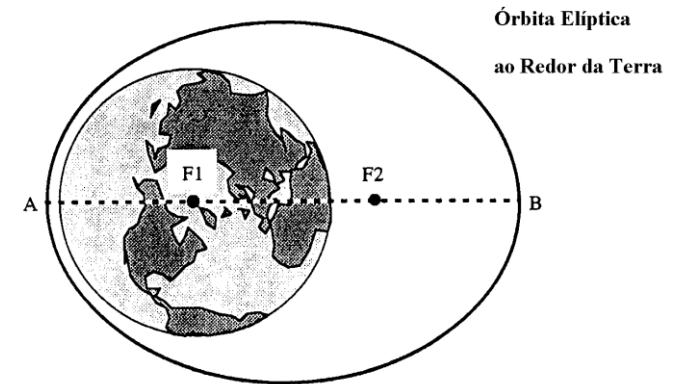
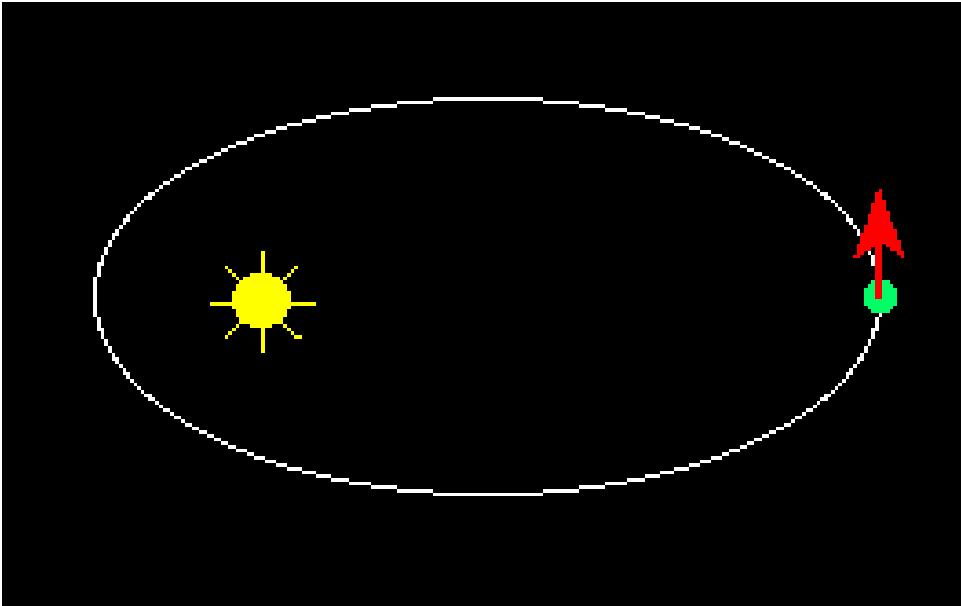
**O Sol e a Lua
giravam em torno da
Terra
mas admitindo que
Mercúrio, Venus,
Marte, Jupiter e
Saturno o faziam em
torno do Sol**

Johannes Kepler

Astrônomo **alemão**, publicou sua primeira obra, "Mysterium Cosmographicum", em 1596, na qual se manifesta pela primeira vez a favor da teoria heliocêntrica de Copérnico. Durante 17 anos analisou e pesquisou os dados deixados pelo grande astrônomo dinamarquês Tycho Brahe, tendo conseguido descobrir as três leis do movimento dos planetas, que deram origem à mecânica celeste, as quais na verdade são conseqüências dos cálculos de Newton.

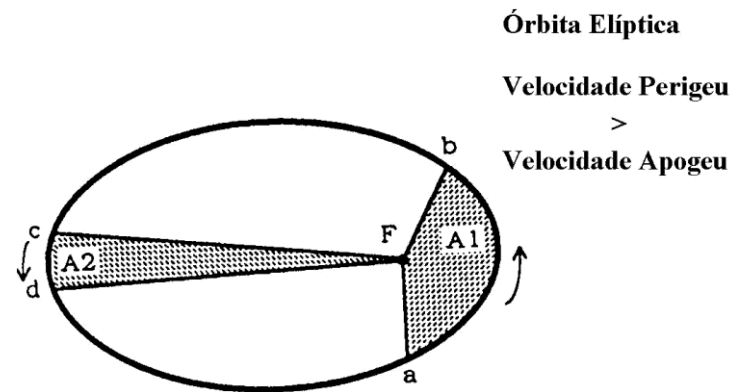
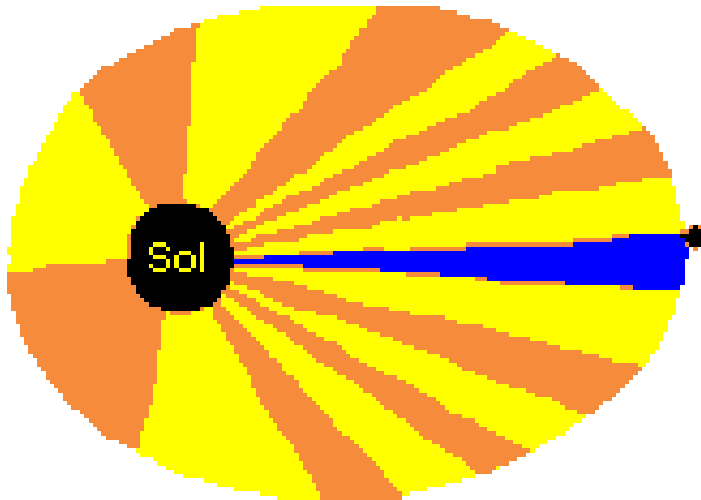


Primeira Lei de Kepler (1571 - 1630)



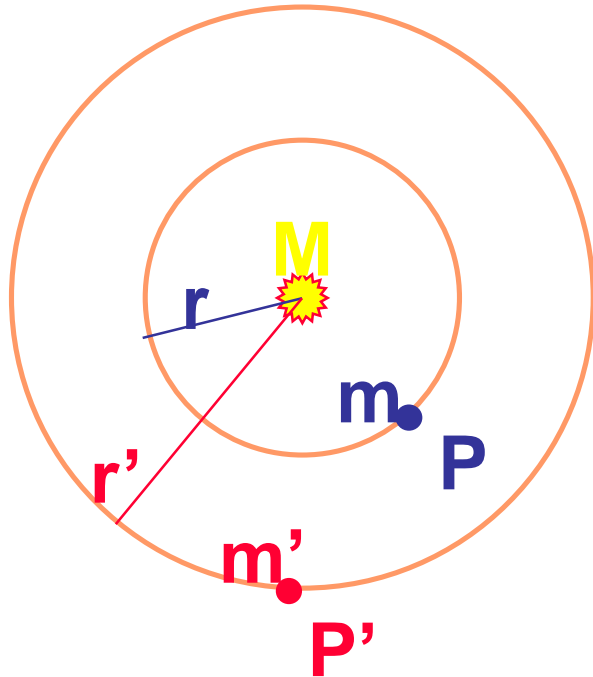
**A ÓRBITA DE CADA PLANETA AO REDOR DO SOL É UMA ELÍPSE,
ESTANDO O SOL EM DOS FOCOS**

Segunda Lei de Kepler (1571 - 1630)



**A LINHA QUE UNE O PLANETA AO SOL
DESCREVE ÁREAS IGUAIS EM TEMPOS IGUAIS**

Terceira Lei de Kepler



$$(r / r')^3 = (P / P')^2$$

$$r^3 = k P^2$$

$$4\pi^2 r^3 = G (M + m) P^2$$

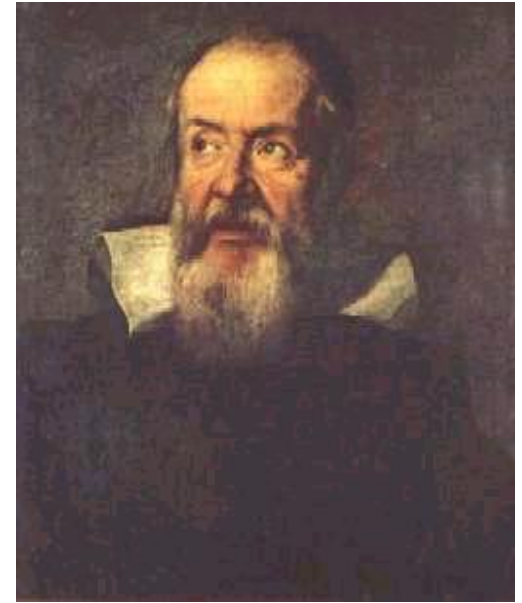
O QUADRADO DO PERÍODO ORBITAL
DO PLANETA É PROPORCIONAL AO CUBO DE SUA
DISTÂNCIA MÉDIA AO SOL

Galileu Galilei

1564 - 1642

Astrônomo **italiano**, nascido em Pisa, em 1564. Estudando o movimento dos corpos, descobriu através de experimentos que "um corpo que se move, continuará em movimento a menos que uma força seja aplicada e que o force a parar ou mudar de direção".

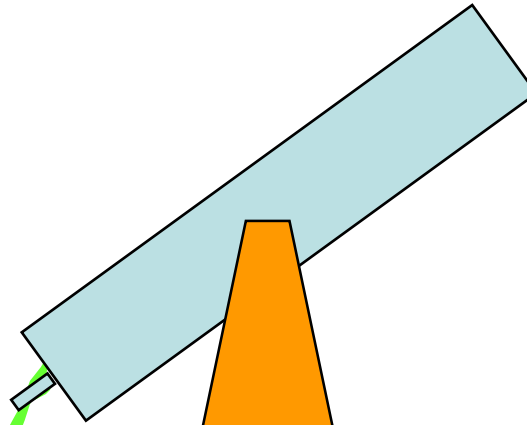
Galileu descobriu os satélites de Júpiter e comunicou seus dados a Kepler, que os observou pessoalmente



Observações a olho nu e com lunetas



**Era
pré-Luneta**

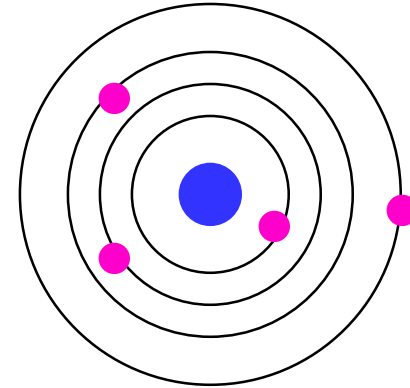
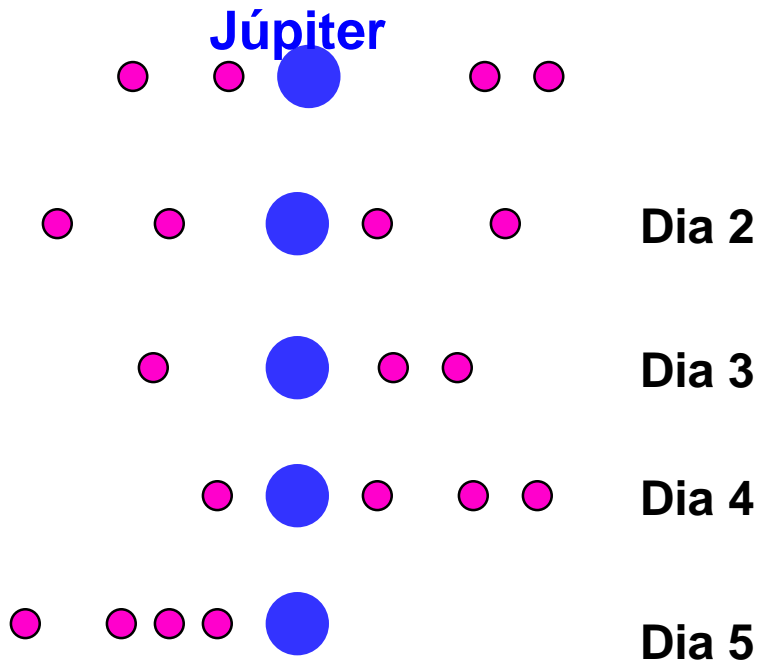


**Era
pós-Luneta**

1609

Satélites de Júpiter

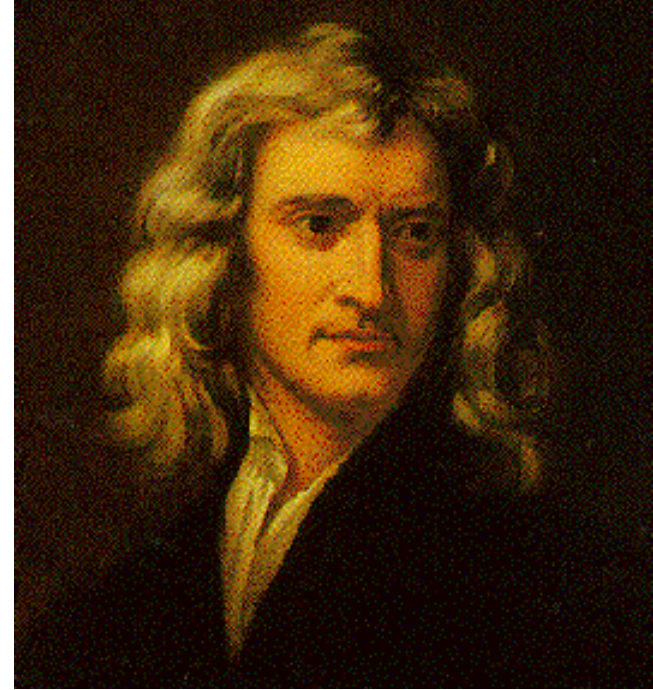
(Galileu, séc. XVII)



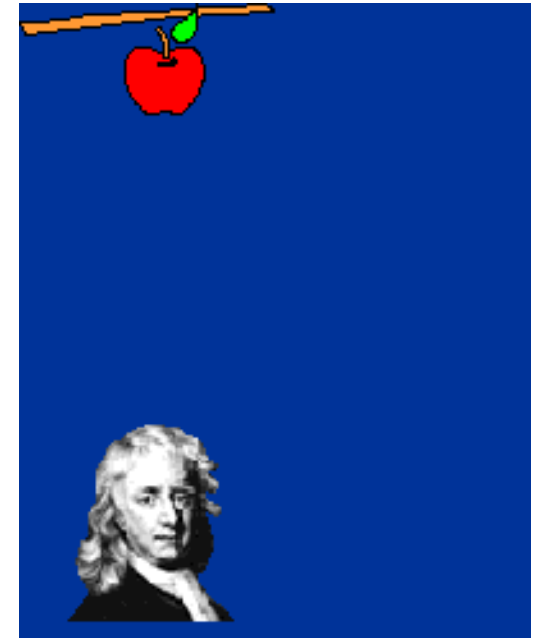
**Os satélites
giram em torno
de Júpiter, e não
da Terra!**

Isaac Newton

1643 - 1727



Inglês que sessenta anos depois de Kepler, foi quem deu uma explicação completa ao movimento e à forma como as forças atuam.



Século XIX

Novas e surpreendentes descobertas como resultado dos desenvolvimentos em espectrografia (estudo das emissões de radiação na faixa visível) e fotografia.

- **Willian Huggins: análise espectral de estrelas mostrou que elas são feitas do mesmo material encontrado na Terra.**
- **Com uso de espectrógrafos, os astrônomos puderam determinar:**
 - **a distância das estrelas;**
 - **a formação de sistemas binários ou simples;**
 - **a temperatura aproximada da superfície;**
 - **aproximação ou afastamento da Terra (por deslocamento Doppler);**
 - **descobrir novos elementos (Hélio: análise espectro do Sol - Lockyer, 1868).**

Século XIX

- Huggins e Lockyer: início da astrofísica; unificação da química terrestre com a astronomia.
- 1889: fotografia de longa exposição mostra que Andrômeda é uma galáxia e não um sistema solar novo.
- Similar aos telescópios, os espectroscópios e câmeras ajudaram a estender as explorações humanas dos céus.

ASTRO- NÁUTICA

Breve Histórico

- **Júlio Verne** (1828 – 1905) aproximou a ficção científica dos voos espaciais que se tornaram mais reais na atualidade.



No seu livro “**De la Terre a la Lune**” publicado em 1865, descreveu **uma viagem a Lua com um artefato de módulos desacopláveis construído por uma empresa norte-americana que partiu da Flórida com três astronautas posteriormente resgatados em uma pequena cápsula no oceano.**

Júlio Verne foi visionário !!??.

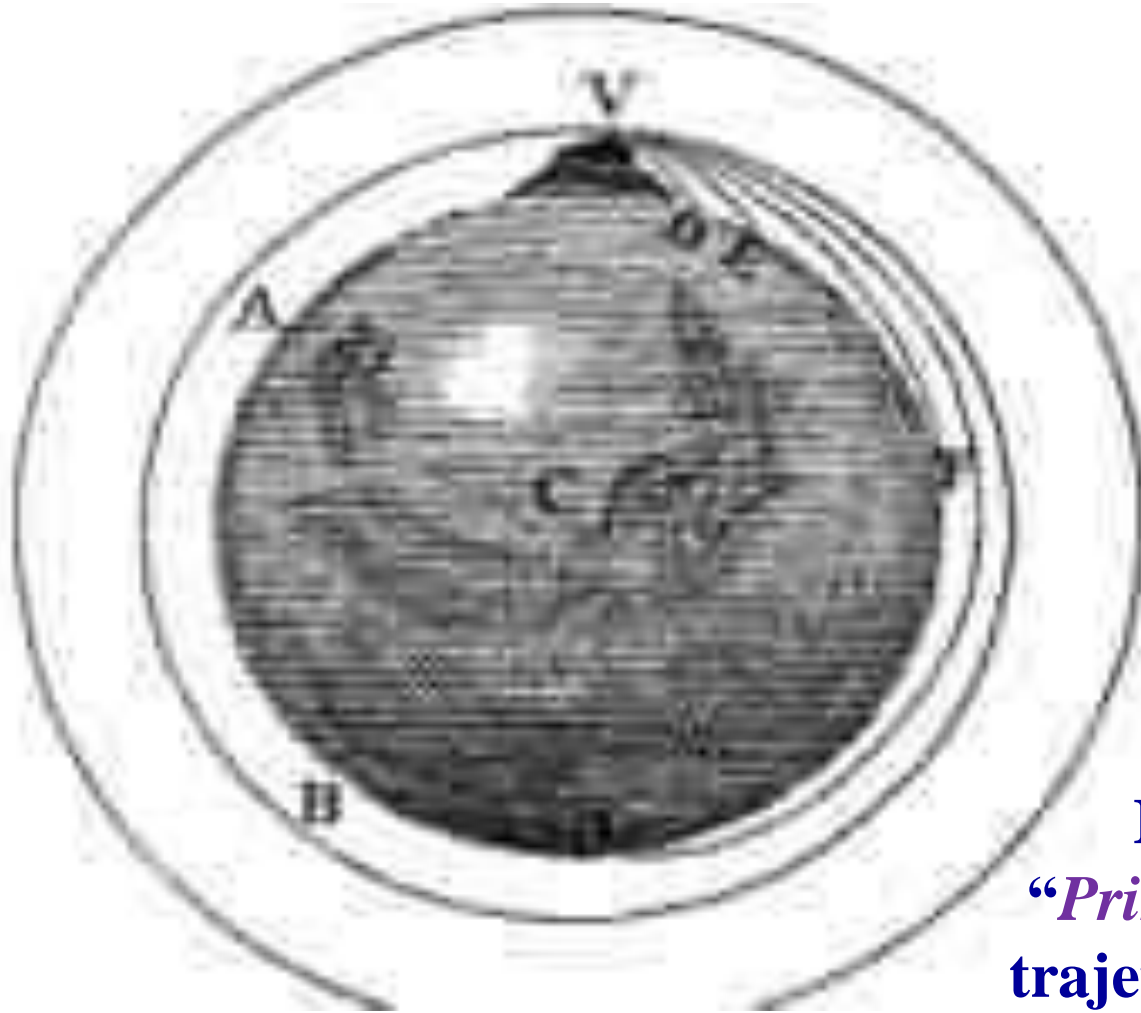
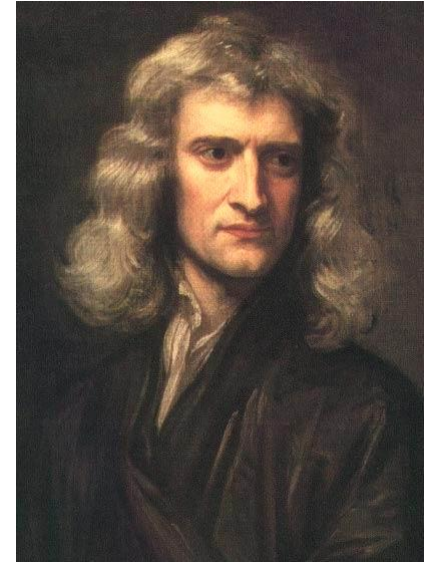
- Cento e três anos depois, em 1968, três astronautas partiram na Apollo 8, da Florida, em um foguete modular, para o primeiro voo tripulado ao redor da Lua. Na volta foram resgatados de uma cápsula que pousou no oceano.

Mas...

A ideia de se colocar um satélite em órbita da Terra já existia há pelo menos três séculos.

- O físico, matemático e astrônomo Isaac Newton (1642-1727) que introduziu a lei da gravitação universal, afirmou que um objeto poderia se manter em órbita da Terra, assim como os planetas ao Sol, se a velocidade for suficiente para vencer a atração gravitacional da Terra.

Isaac Newton



**Ilustração do livro
“*Principia*”. Mostrando as
trajetórias de objetos sendo
lançados a partir da Terra e
outras já orbitando a Terra
como satélites**

Astronáutica: Histórico:

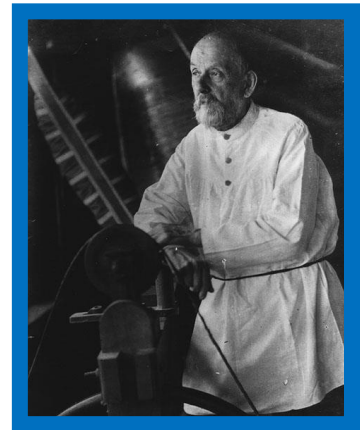
Surgimento - No final do século XIX e início do século XX.

- ✓ **No século XVII, Newton desenvolveu as condições para o desenvolvimento teórico da Astronáutica. Mas para o desenvolvimento dos foguetes foi preciso esperar até o desenvolvimento de motores a reação e de combustíveis potentes, o que aconteceu no início do século XX.**
- ✓ **As referências mais antigas sobre fogos de artifício e armas militares que usavam combustível sólido a base de pólvora se remontam a China do século três antes de Cristo.**

**Um breve histórico
da evolução
tecnológica da
astronáutica.
Inicialmente: Os
foguetes...**

✓ Os três principais precursores dos estudos teóricos e práticos sobre os foguetes e a Astronáutica viveram praticamente na mesma época. Foram eles:

❖ o russo **Konstantin Eduardovich Tsiolkovsky**
(1857-1935);



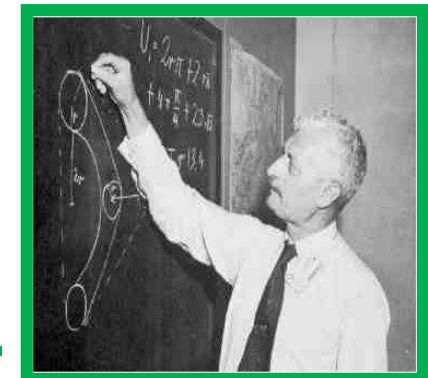
❖ o americano

Robert Goddard (1882-1945)



❖ o romeno de ascendência alemã

Hermann Julius Oberth (1894-1989).



Tsiolkovsky, Goddard e Oberth São considerados os pais da astronáutica. Na verdade, cada um deles é considerado, sozinho, pai da astronáutica em seu país, mas é inegável que os três mereçam os méritos, já que eles chegaram a praticamente as mesmas conclusões em suas pesquisas, sem no entanto se conhecerem, ou conhecerem a pesquisa um do outro.

Entre as principais conclusões que chegaram, pode-se destacar:

- ✓ **Necessidade de se usar combustível líquido;**
- ✓ **Necessidade de se usar estágios;**
- ✓ **Os foguetes poderiam ser usados para voos espaciais, conclusão que enfrentou muita resistência nos meios científicos formais da época;**
- ✓ **Desenvolveram modelos parecidos de foguetes.**

Tsiolkovsky

Em 1903 publicou, “*A Exploração do espaço cósmico com a ajuda de aparelhos propulsores a reação*”.

Segundo esse trabalho, o foguete seria metálico e de forma alongada, e com propulsores a base de oxigênio e hidrogênio líquido.

Assim no seu primeiro artigo, apresentou a teoria do voo de foguete demonstrando a possibilidade de seu uso em viagens interplanetárias.

Foi o primeiro a escrever teorias sérias sobre voos espaciais.

Foi o responsável pelo desenvolvimento da famosa “equação do foguete de Tsiolkovsky”, equação básica para um foguete atingir o espaço, usada até hoje.

No entanto, Tsiolkovsky era basicamente um teórico, não tendo construído nenhum protótipo, ou feito algum tipo de experiência, para provar suas teorias.

Goddard

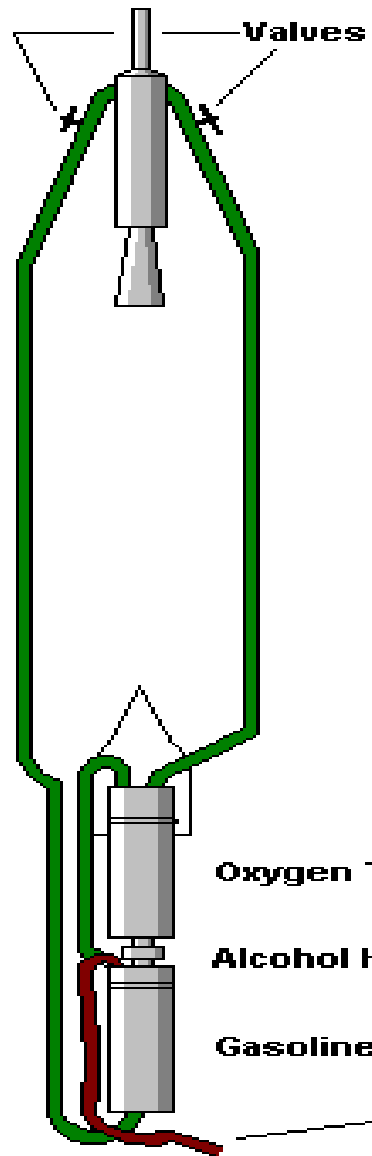
- **As primeiras investigações começaram em 1899, quando construiu uma câmara de combustão para medir a retropropulsão dos gases.**
- **Quando estudava no Instituto Politécnico de Worcester realizou as suas primeiras experiências com pequenos foguetes a base de combustível líquido.**



Goddard
1882-1945

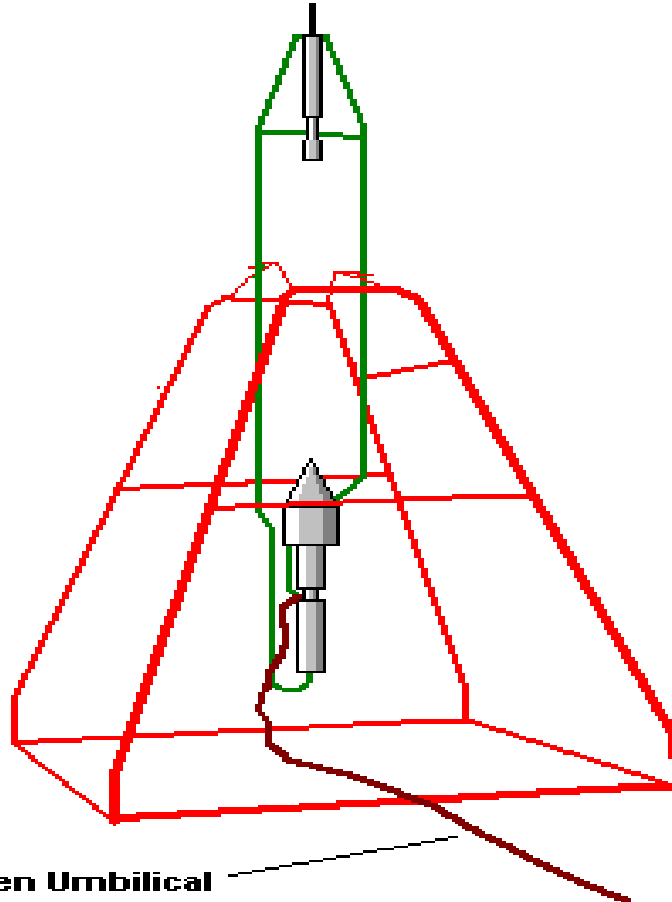
- Demonstrou matematicamente (1912) que era possível fazer um foguete atingir grandes altitudes utilizando-se a força gerada pelos gases emitidos por propulsores.

- Fez o primeiro foguete movido a combustível líquido da história, experiência executada em 16 de março de 1926, o qual alcançou os 46 metros de altura. Em 1935, fez com que um de seus foguetes atingisse 2280 metros de altura.



Robert Goddard's First Liquid-Fuel Rocket - 1926

Rocket in Launching Frame
Total Height About 4 m



Goddard X Tsiolkovsky

- Enquanto Tsiolkovsky desenvolvia teorias, Goddard confeccionava e testava foguetes e componentes para que eles pudessem funcionar melhor, tendo morrido com mais de 200 patentes registradas em seu nome, entre modelos de foguetes e peças para esses.

Oberth

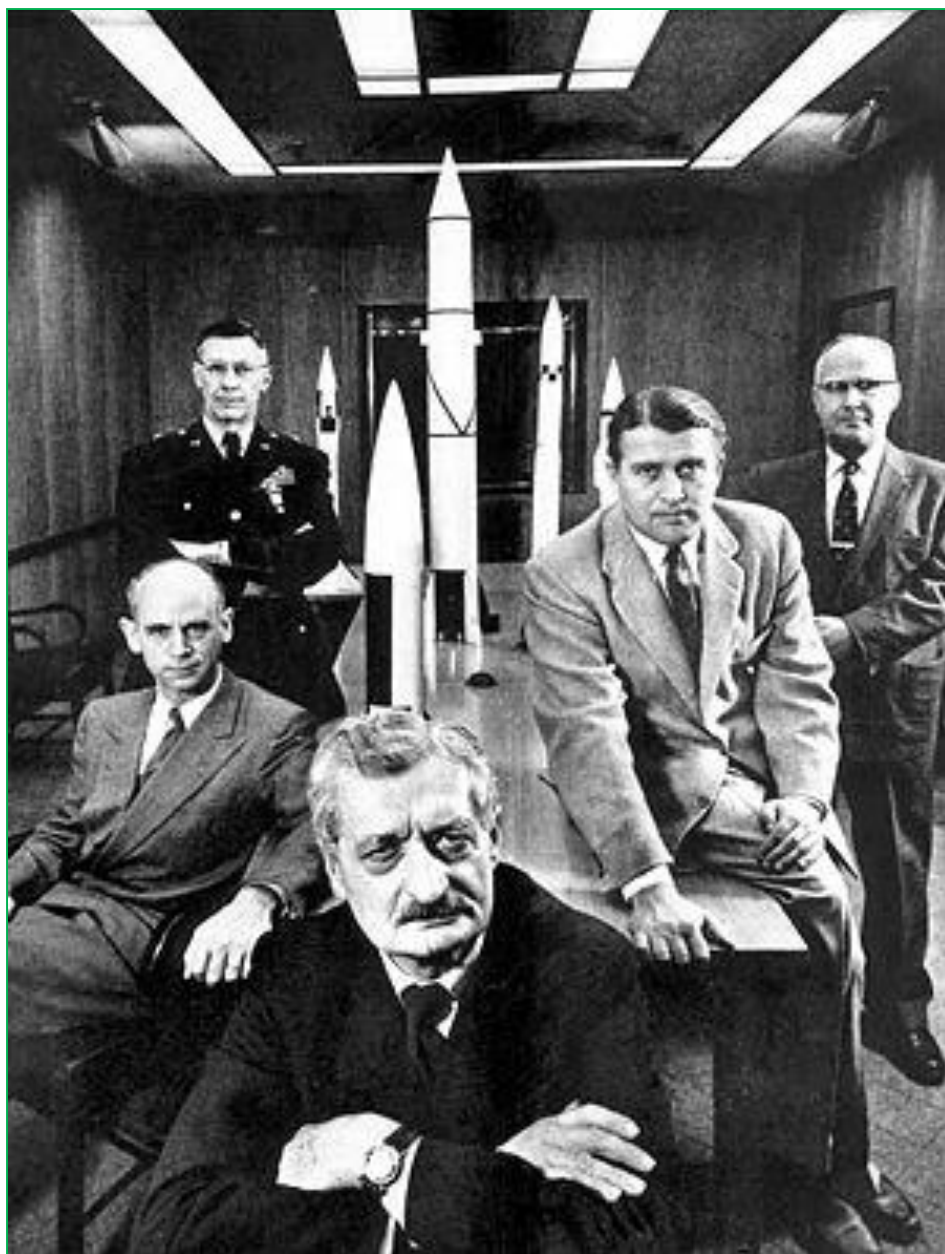
Alemão responsável por divulgar o foguete na Europa, como meio de se viajar no espaço.

Em 1923, escreveu o livro chamado “*Os Foguetes no Espaço Planetário*” que obteve muito sucesso. No entanto, esse livro era baseado em uma tese de pós-graduação sua, que foi rejeitada em 1922 na Alemanha. Nesta época, ele desistiu de sua pos-graduação, dizendo que a forma de ensino estava ultrapassada e não olhava para o futuro, que, segundo ele, seria o uso de foguetes para viagens espaciais.

Em 1923, após a publicação de seu livro, conseguiu se doutorar em Física na Romênia, com o mesmo tema apresentado em 1922.

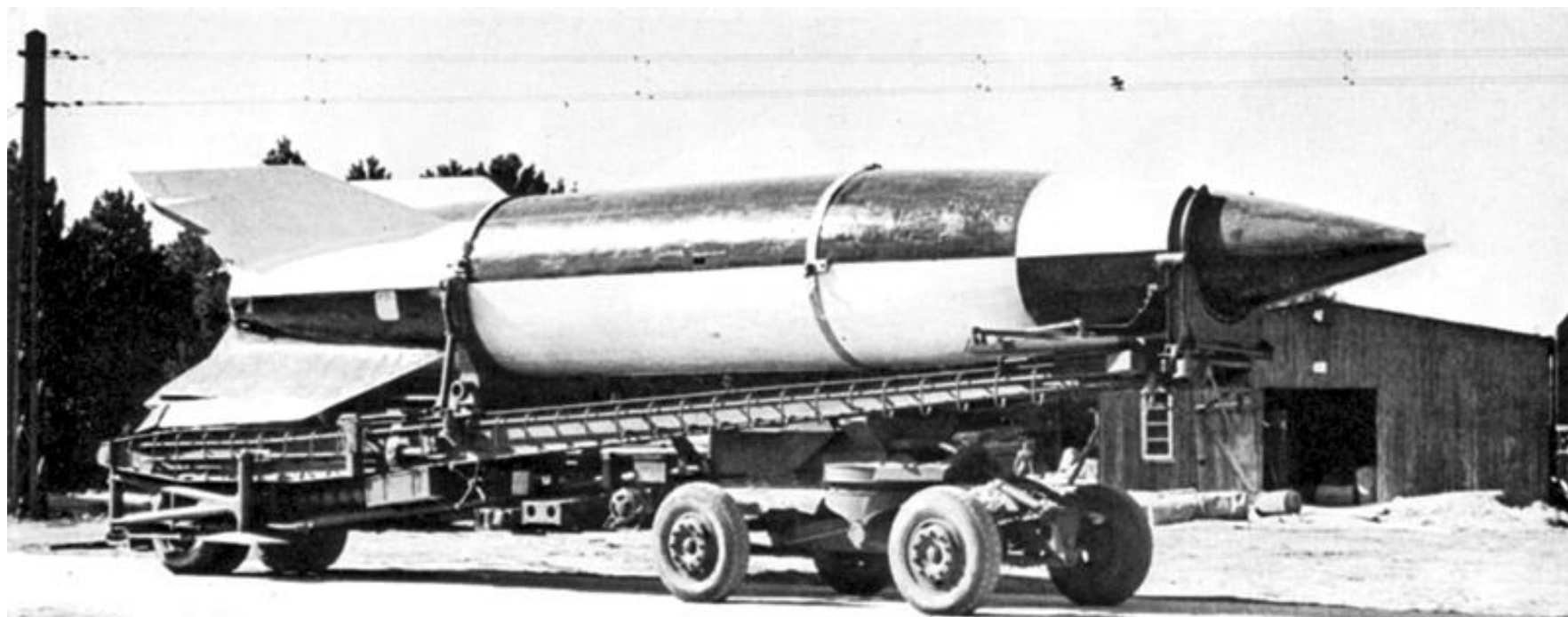
O livro motivou muitos jovens pesquisadores da época, entre eles o alemão: Wernher Von Braun (1912-1977).

Dentre os três pais da astronáutica, Oberth foi o único que viveu para ver a verdadeira evolução dos foguetes, podendo presenciar até a chegada do homem a lua.



Oberth (ao centro) e
von Braun
(sentado a mesa)

Em 1941, durante a segunda guerra mundial (1939-1945), passou a integrar uma grande equipe de cientistas (dentre eles seu aluno Von Braun) e técnicos para o desenvolvimento de foguetes para o exército alemão, o principal deles foi o primeiro foguete-míssil balístico conhecido como V2.



E a história da evolução de foguetes continua...

Outros nomes de grande contribuição para o avanço de foguetes e mísseis.

Von Braun (Alemão)

- **Em maio de 1945, Von Braun e sua equipe rendem-se ao exército americano.**
- **Em setembro chegaram aos Estados Unidos e começaram a trabalhar no desenvolvimento de foguetes para o exército.**

- **Em 1950, os EUA lançaram os primeiros foguetes Bumper (Primeiro foguete de dois estágios a ser lançado - usava o V2 como primeiro estágio).**
- **Trabalharam inúmeros projetos para as forças armadas norte-americanas e para a NASA, inclusive nos foguetes Saturno, do projeto Apollo, que acabou levando o homem a Lua.**



Lançamento do Bumper 2 em 1950, em cabo Canaveral Flórida.

Serguei Korolev (Russo)

- Em 1933, passou a ser vice chefe do Instituto de Pesquisa de Propulsão a Jato.
- Durante a segunda guerra mundial trabalhou no desenvolvimento de aviões movidos a foguetes líquidos para o exército vermelho.



- **Em 1938, durante o regime de Stalin foi preso e torturado.**
- **Em 1944 foi libertado mas só foi reabilitado de fato em 1957.**
- **A partir de 1946, trabalhou no desenvolvimento de mísseis nucleares balísticos e foguetes capazes de levar cargas (satélites) ao espaço. Assim surgiu o foguete Semioroka, também conhecido como R-7.**

- Nos primeiros testes o R-7 apresentou excelentes resultados.

- Em 1956, a Academia de Ciência da URSS decidiu usá-lo para o lançamento do Sputnik 1.



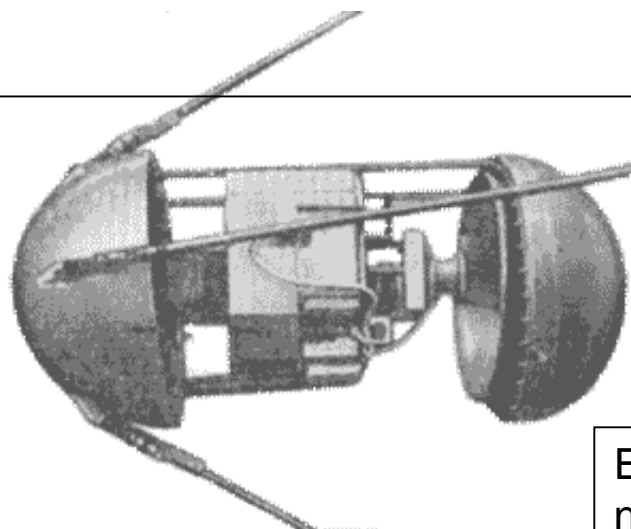
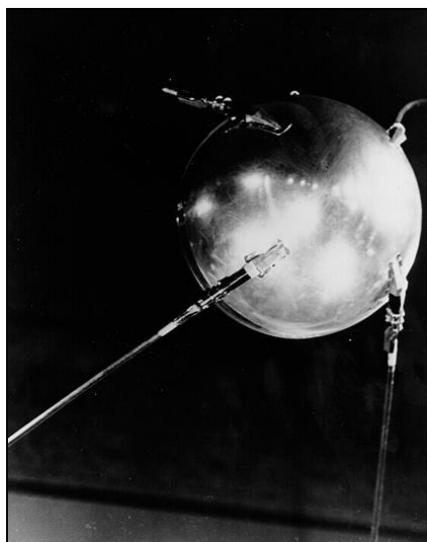
**E os satélites
artificiais...**

Ao redor da Terra

Sputnik (Russo)

Sputnik I - lançado em 4 de outubro de 1957.

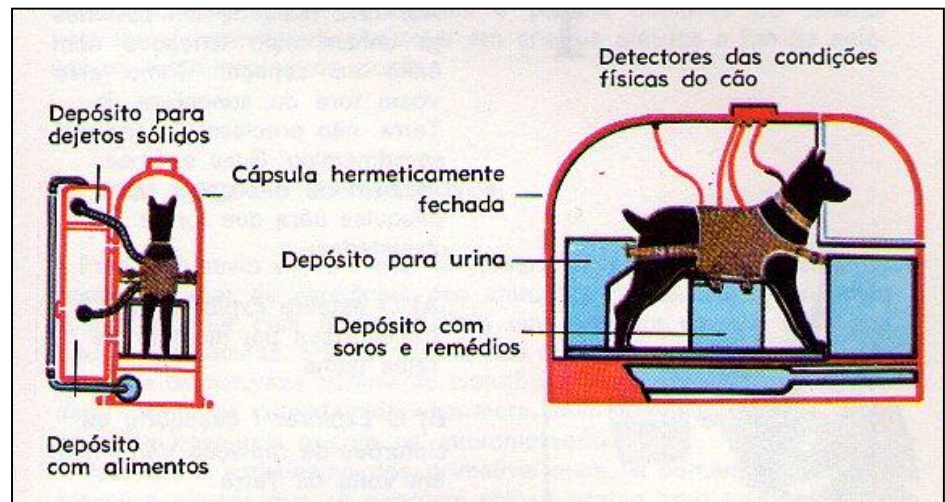
No topo do foguete R-7 foi colocada a espaçonave Soyuz que colocou em órbita o primeiro satélite artificial na história da exploração espacial. Única “função” - transmitir um sinal de rádio.



Equipamentos
no interior do
Sputnik

Sputnik II - Menos de um mês do **Sputnik I**

- 1º ser vivo ao espaço: Uma cadela; - Tempo de sobrevivência: sete dias; - Motivo: término do suprimentos de oxigênio ou calor (?)



Responsável pelas missões: **Sergei Korolev**

Explorer (Americano)

1ª tentativa: Vanguard 1- Em dezembro 1957 - após o lançamento do foguete, ocorre uma explosão .

2ª tentativa: Em 31 de janeiro de 1958 - Explorer 1.

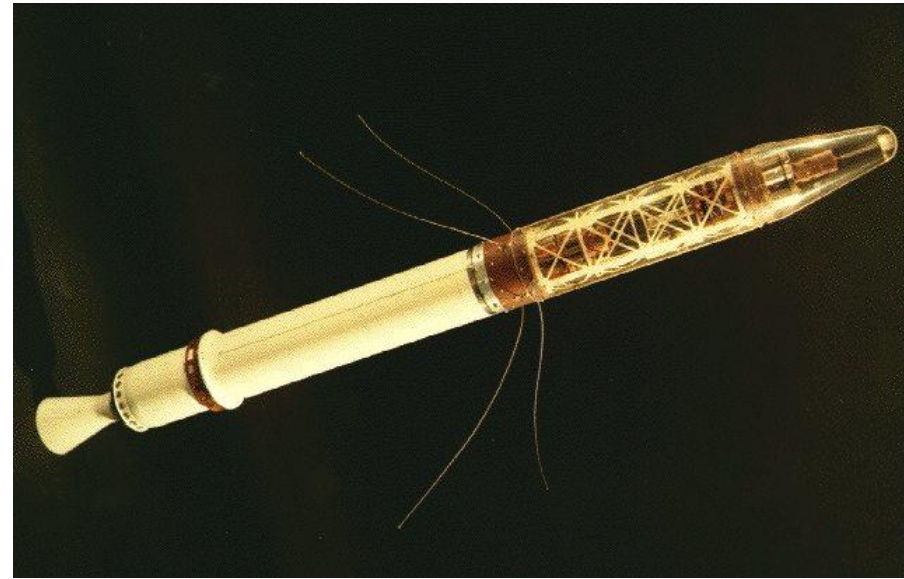
Responsável : Von Braun



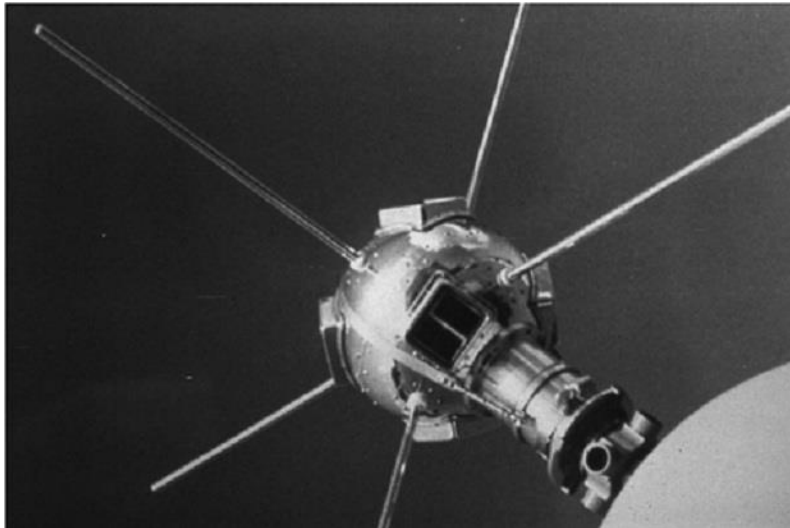
**Lançamento do
→ Explorer 1
usando o foguete
Juno.**



- **Detector de raios cósmicos, sensor de temperatura, microfone (para registrar o som do impacto de micrometeoritos) e anel de medição da erosão a ser causada por micrometeoritos.**



Explorer 1



Vanguard 1

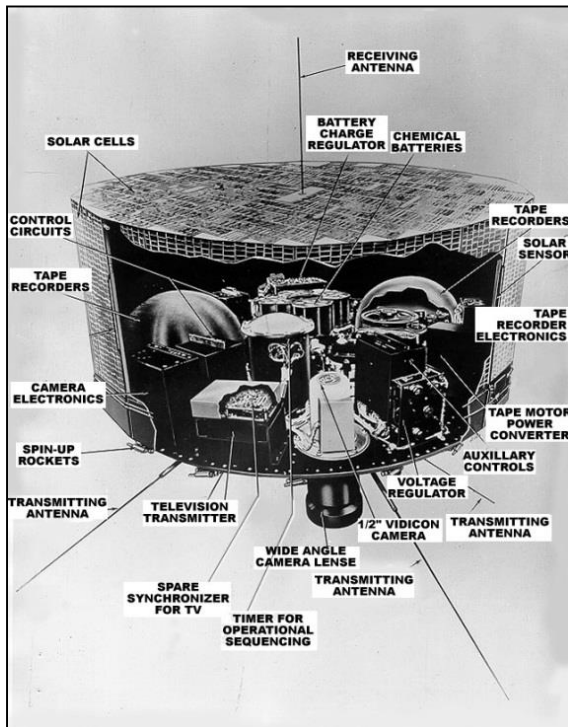
- ✓ **Sinais do Explorer I captados com um rádio-interferometro instalado no IAG por A. Hélio Guerra Vieira (USP) e equipe.**
- ✓ **Sinais captados são usados para calcular a órbita do Explorer I considerando o achatamento da Terra (Abrahão de Moraes IAG/USP).**

❑ Os próximos satélites...

Após os primeiros satélites, diversos tipos começaram a povoar o espaço, dentre eles:

- O **Discoverer 1** foi lançado em 28 de fevereiro de 1958 e, em 18 de agosto de 1960, o **Discoverer 14** tornou-se o primeiro satélite com câmara fotográfica. Do lado soviético, destacou-se o projeto **Zenit** com mais de 600 lançamentos a partir de dezembro de 1961.

Depois dos militares, os primeiros satélites de aplicação civil foram os meteorológicos. O primeiro desse tipo foi o norte-americano **Tiros 1** lançado 1 abril de 1960.



Tiros 1.

Logo vieram os primeiros satélites de comunicações. Em 12 de agosto de 1960, a NASA lançou o primeiro deles, o **ECHO 1**. Em 1962, foi lançado o **Telstar 1**.

Telstar 1.



Echo 1.



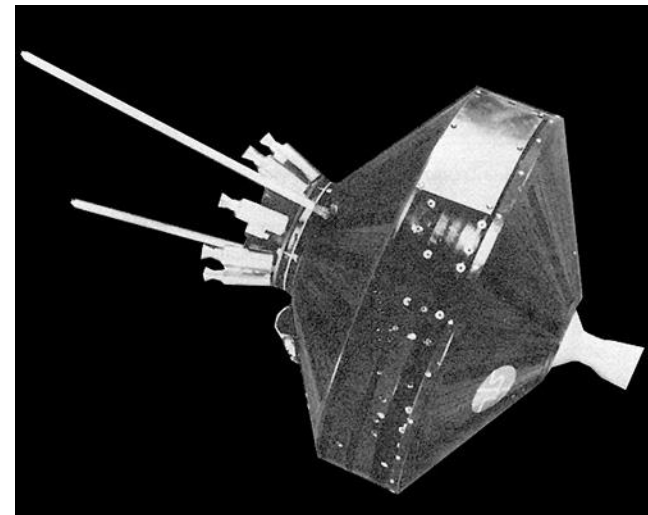
NASA - National Aeronautics and Space Administration

- Em outubro de 1958 é organizado formalmente o programa espacial americano.**

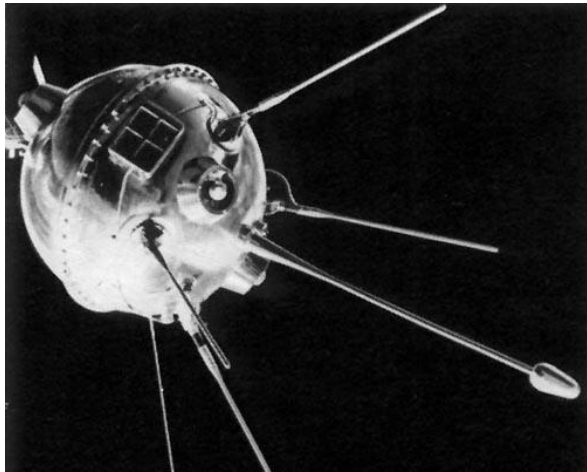


E a Lua,

- ✓ **EUA – Em 1958, a primeira missão lunar, a Thor-Able 1 ou também conhecida como Pioneer 0.**
- **Falha no sistema de fornecimento de combustível aos motores do foguete causando uma explosão 77 segundos após o lançamento em 17 de agosto de 1958.**



✓ **URSS - Em 2 de janeiro de 1959, lançou a Lunik 1, a primeira sonda lunar,. Presas a um dos hemisférios da Lunik havia cinco antenas de transmissão e por toda a esfera sobressaíam instrumentos científicos.**



- Lançado pelo foguete R-7; Primeiro engenho humano a atingir a velocidade de escape da Terra. A nave se separou do foguete logo após a ultima ignição, quando ela já se encontrava em uma trajetória hiperbólica em direção a Lua.

- Logo após a passagem pela Lua, a Lunik 1 entrou em órbita do Sol. Desta forma, se tornou, além do primeiro artefato humano a escapar da gravidade terrestre, o primeiro planeta artificial do Sol.

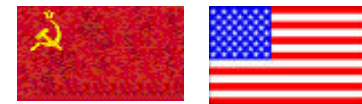
✓ Em 12 de setembro de 1959, lançou Lunik 2; Primeiro engenho a atingir a superfície da Lua. Sendo muito semelhante a Lunik 1, mas com uma massa maior.

- ✓ **Em 4 de outubro de 1959, foi lançada Lunik 3**
- **Esta sonda sobrevoou a Lua, a uma altitude de 6.200 k, no dia 6 de outubro.**



Anos 60 e 70 - A grande corrida

✓ URSS - Vostok 1



☐ Homem no espaço

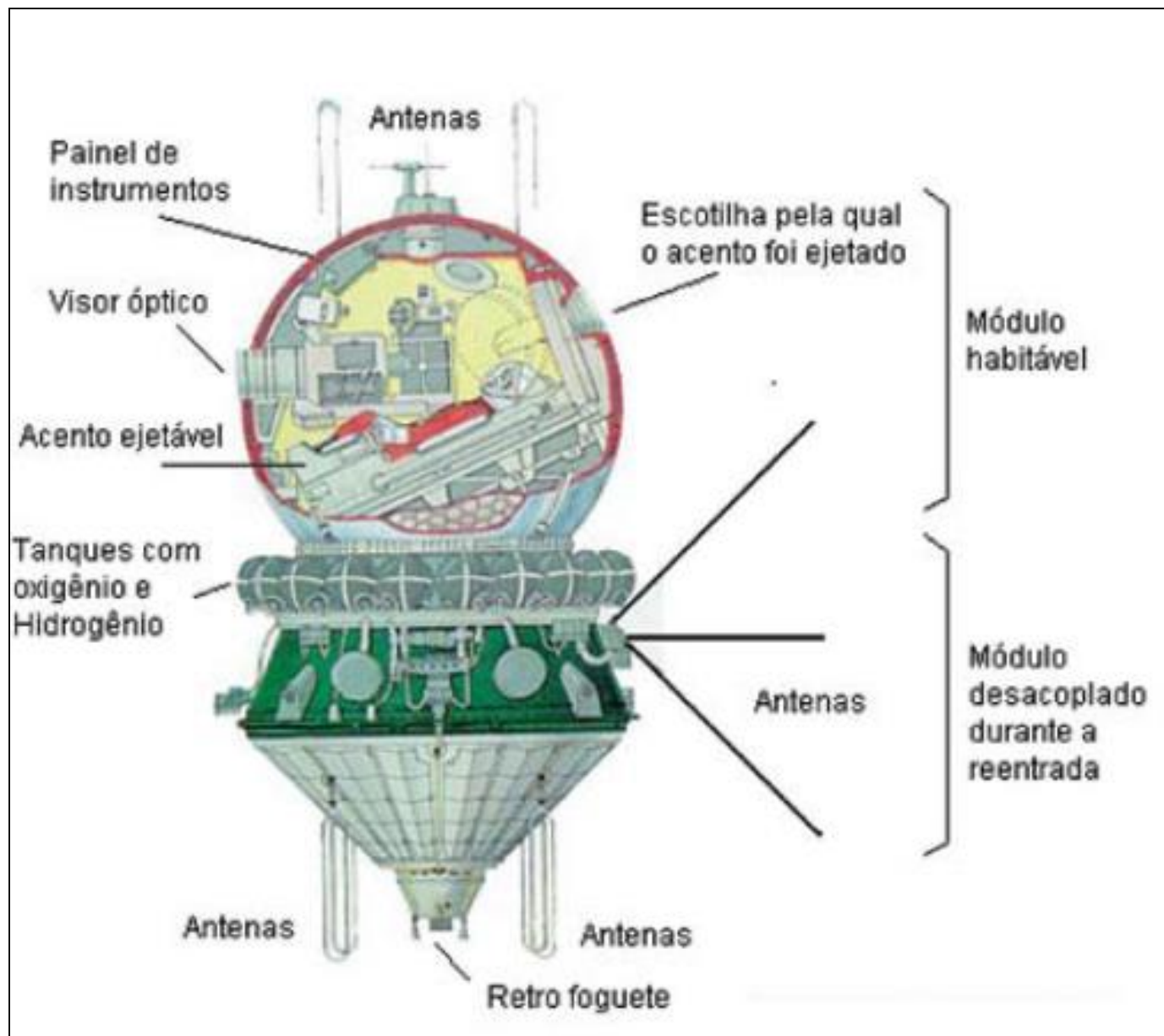


- Janeiro de 1961 - a força aérea soviética selecionou 20 pilotos para o primeiro voo espacial com um ser humano.
- 11 de abril de 1961 - dois estavam prontos: Yuri Gagarin e German Titov. Seleção final: Yuri Gagarin.

- Lançamento em 12 de abril de 1961; Local onde se encontrava Gagarin era formada por dois módulos: a cápsula de reentrada e o módulo de equipamentos.

Através das janelas próximas do visor do seu capacete proferiu a famosa frase..

"A Terra é azul"



Esquema da nave Vostok.

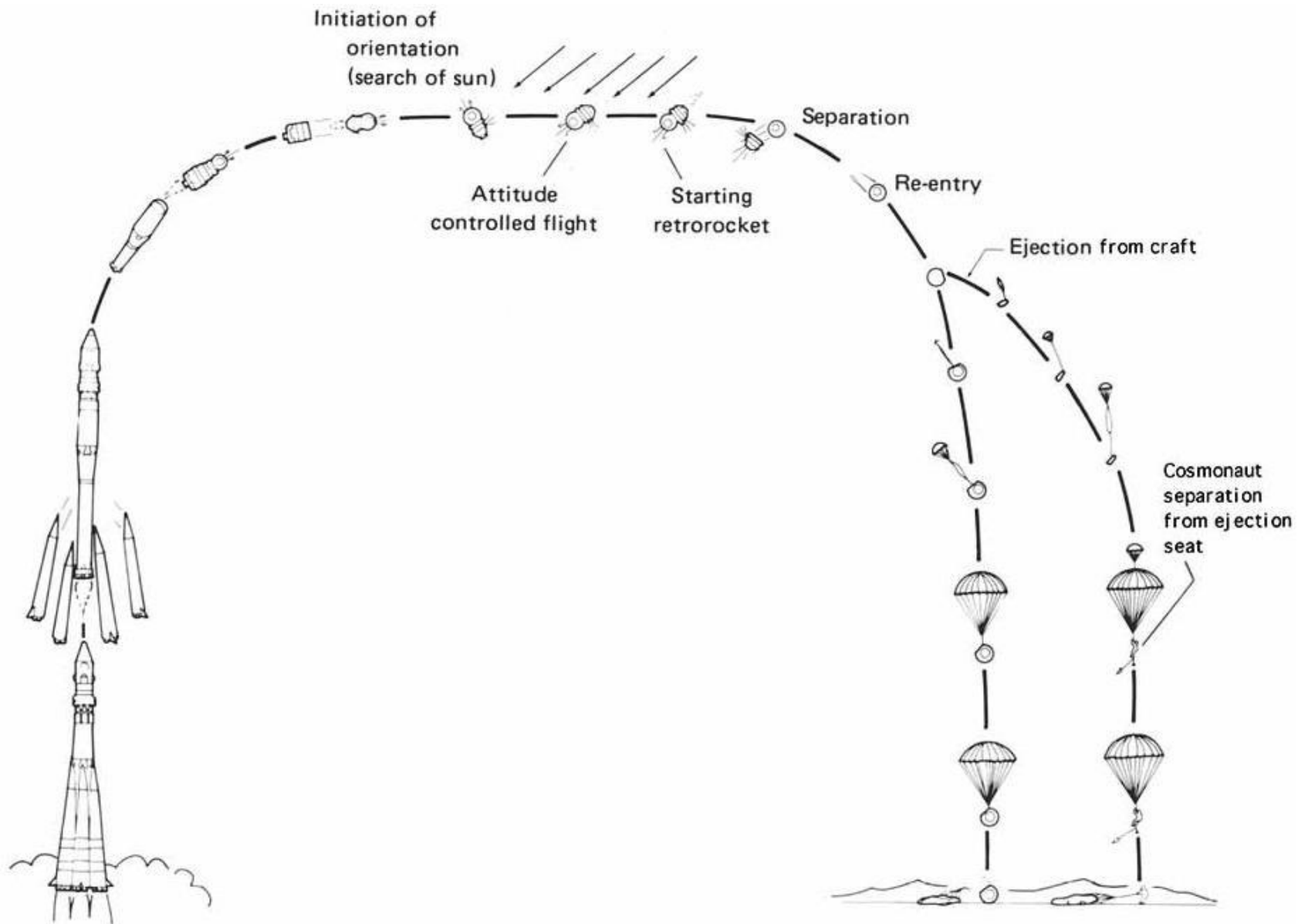
A orientação da nave (atitude) era obtida por meio de jatos de gás frio. A Vostok não tinha sistemas de orientação por giroscópios, mas apenas um sistema primitivo, semelhante a um relógio que indicava posição da nave sobre o globo terrestre. A nave possuía um paraquedas para descida após a reentrada, embora o cosmonauta tivesse o seu próprio.

Vostok depois do pouso.



❑ Verdadeiro voo espacial

- Em 07 de agosto de 1962; German Titov - segundo soviético no espaço. A missão executou 17,5 órbitas ao redor da Terra.**
- Contudo, para muitos este pode ser considerado o primeiro voo espacial de verdade, já que Titov executou varias órbitas ao redor da Terra e assumiu o controle da Vostok 2.**
- A missão investigou os efeitos da falta de gravidade no organismo humano e a habilidade do homem de trabalhar na ausência de gravidade.**



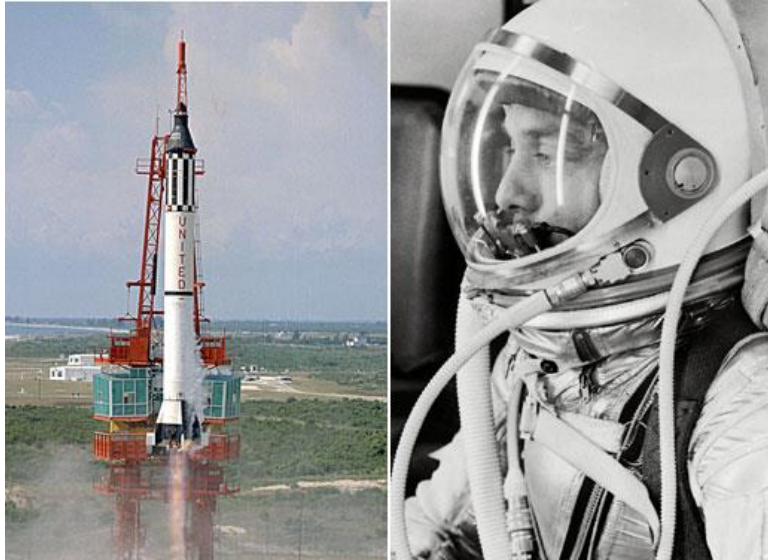
Typical mission profile for Vostok flights.

❑ A primeira mulher no espaço

- Em fevereiro de 1962, Valentina Tereshkova, foi admitida para treinamento; característica principal: experiência como paraquedista.
- Em 16 de junho de 1963 – ocorreu o lançamento na nave Vostok 6; Permaneceu em órbita por 2 dias, 22 horas e 50 minutos.



❑ Homem no espaço



✓ EUA – Freedom 7

- Em 05 de maio de 1961; Alan Shepard foi o astronauta do voo sub orbital; Foguete: Redstone - equipe de Von Braun

❑ Aterrisagem na Lua

“Eu acredito que esta nação deve comprometer-se em alcançar a meta, antes do final desta década, de pousar um homem na Lua e trazê-lo de volta à Terra em segurança”

Presidente John F. Kennedy em 25 de maio de 1961

Missão Apollo 11

- **Três astronautas: Neil Armstrong, Edwin 'Buzz' Aldrin e Michael Collins**
- **Composta pelo módulo de comando, Columbia, o módulo lunar, Eagle e o módulo de serviço**
- **Lançamento 16 de julho; Cabo Canaveral – Flórida**
- **Foguete Saturno V**
- **Duas horas e quarenta e cinco minutos de caminhada de Armstrong e Aldrin.**