

## Aula 2

# Astronomia: O Papel do Desenvolvimento Tecnológico

<http://astroweb.iag.usp.br/~aga210/>

Prof. Sandra dos Anjos

Depto Astronomia IAGUSP

2024

## Astronomia & Astrofísica & Cosmologia

A denominação entre estas 3 áreas que hoje são estudadas paralelamente surge na medida em que avanços tecnológicos e conceituais da física ocorrem.

O objetivo desta aula é deixar claro os objetos de estudo em cada uma destas áreas e os limites de desenvolvimento que cada uma delas foi alcançando.

# Astronomia & Astrofísica & Cosmologia

Estuda a posição e movimento dos corpos celestes, bem como suas órbitas.

Uma das principais missões da Astrometria, por exemplo, é determinar um Sistema de Referência “quase absoluto”...

Estuda a natureza física do Universo e do que nele está contido: os planetas, estrelas, galáxias, bem como a natureza e composição do que existe neles, e entre eles - o meio interestelar e o meio intergaláctico.

Física, em grego, a “ciência da mudança”

Surge no século 20 como ciência após o reconhecimento da existência de outras galáxias além da Via-Láctea e de que o Universo está se expandindo.

Trata-se então de estudar e compreender a origem e a evolução do Universo, a totalidade do espaço-tempo, da matéria-energia

# Astronomia & Astrofísica & Cosmologia



Ciência que envolve o estudo do espaço-tempo, da matéria-energia, além da atmosfera da Terra.

Estuda também fenômenos que ocorrem na atmosfera superior e que tem sua origem no espaço tais como **auroras e meteoros**.



Estuda posição e movimento dos corpos celestes, bem como suas órbitas.

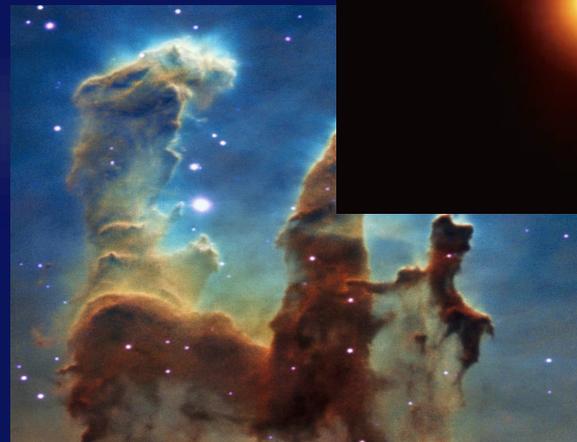
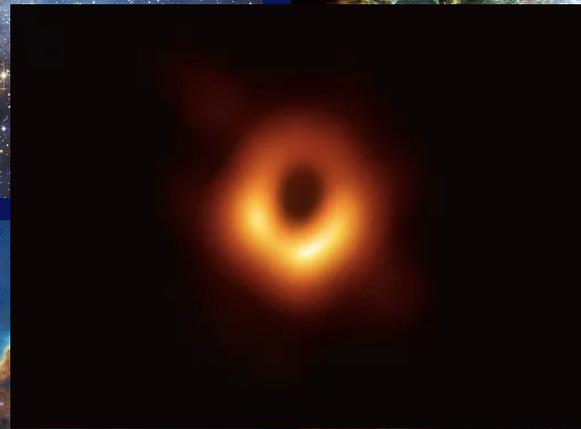
Uma das principais missões atuais da Astronomia-Astrometria é determinar um Sistema de Referência “quase absoluto”.

# Astronomia & Astrofísica & Cosmologia



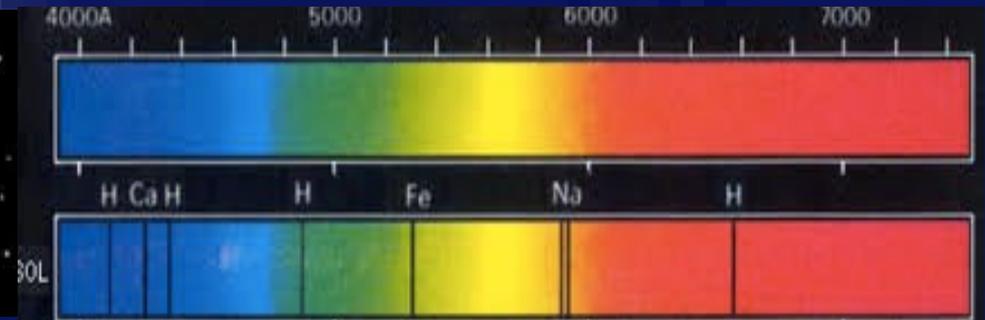
**Estuda a natureza física do Universo e do que nele está contido: os planetas, estrelas, galáxias, bem como a natureza e composição do que existe neles, e entre eles - o meio interestelar e o meio intergaláctico. Papel da Gravidade....**

Física, em grego, a "ciência da mudança "



# Astronomia & Astrofísica & Cosmologia

Com os avanços teóricos e conceituais sobre **gravitação e a natureza da luz**, bem como técnicas para registrar imagens fotográficas, ocorre o desenvolvimento da espectroscopia, técnica que permite obter a **composição química dos astros** surge outro ramo de pesquisa, a **Astrofísica**.



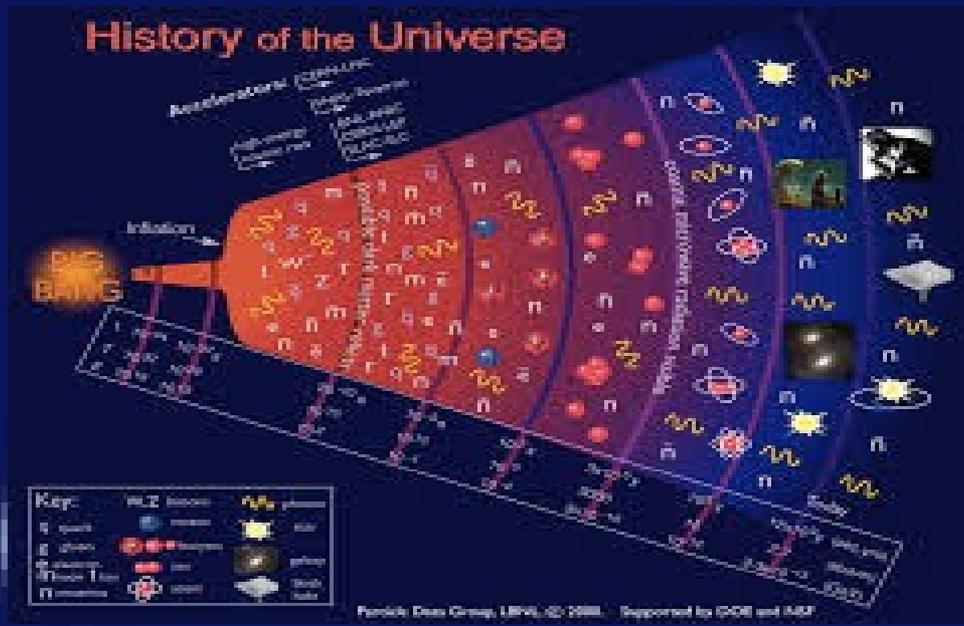
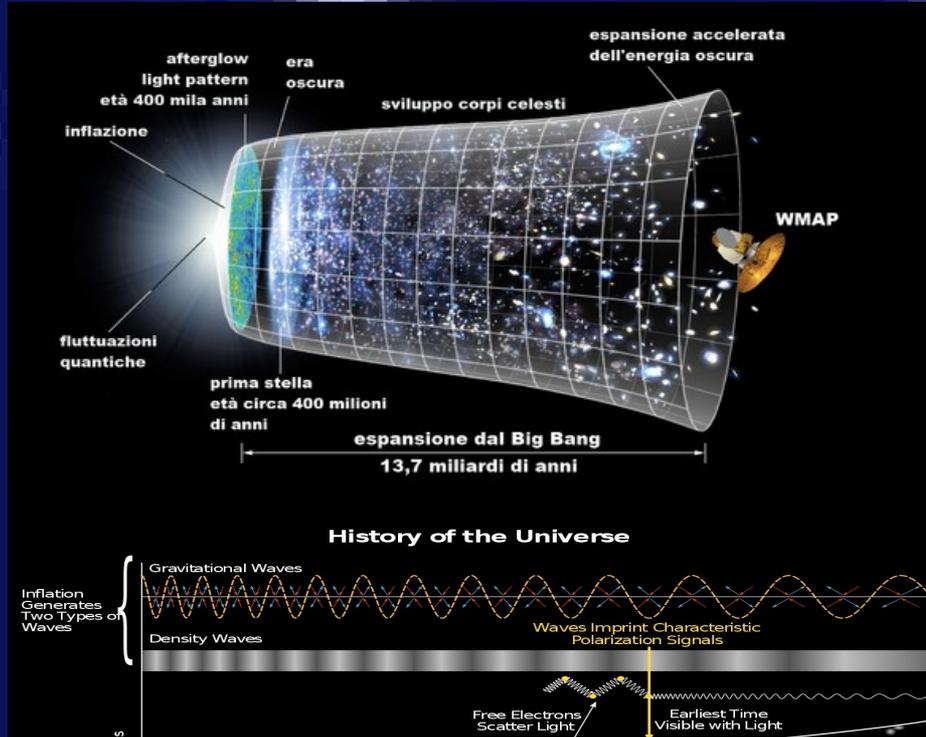
## Teste da Chama

Identificação de um metal ou metalóide



Metal	Côr da Chama
Lítio (Li)	Magenta Vermelho
Sódio (Na)	Amarelo Vermelho
Potássio (K)	Violeta Vermelho
Rubídio (Rb)	Roxo Cinzento
Césio (Cs)	Violeta
Cálcio (Ca)	Vermelho Laranja
Estrôncio (Sr)	Vermelho Vivo
Bário (Ba)	Verde
Ferro (Fe)	Dourado
Fósforo (P)	Azul Verde Pálido
Zinco (Zn)	Água Marinho
Chumbo (Pb)	Verde Cinzento Claro
Selênio (Se)	Azul Vivo
Antimônio (Sb)	Verde Pálido
Arsênico (As)	Azul
Manganês (Mn)	Verde Limão

# Astronomia & Astrofísica & Cosmologia

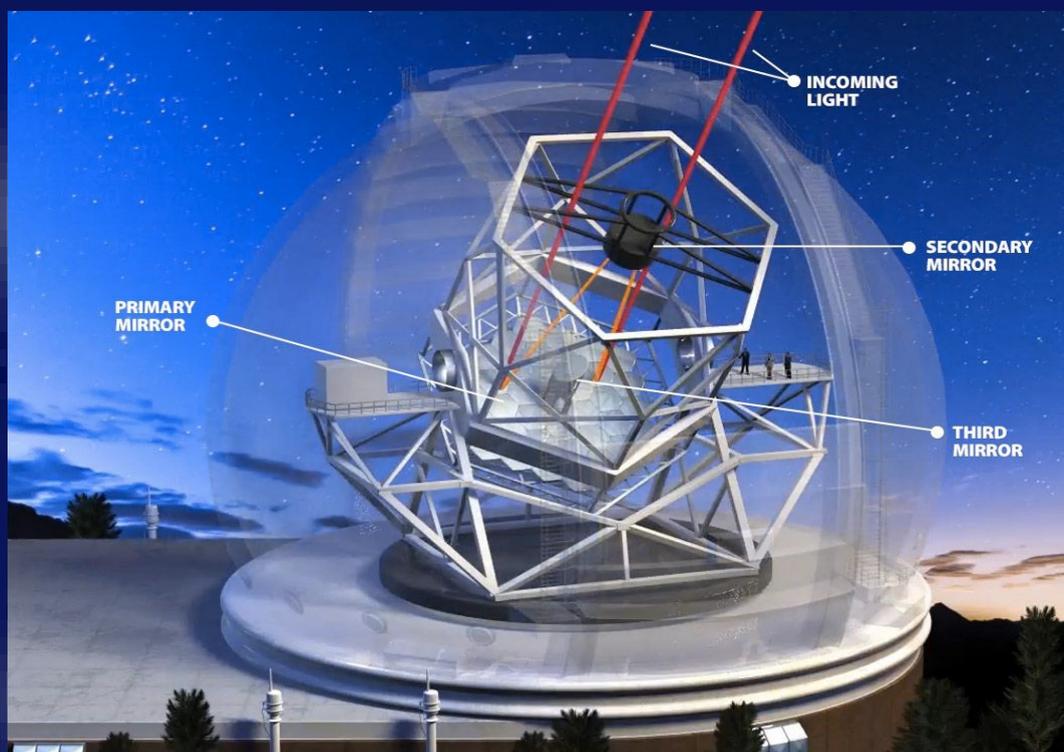


Surge no século 20 como ciência após o reconhecimento da existência de outras galáxias além da Via-Láctea e de que o Universo está se expandindo.

Trata-se então de estudar e compreender a origem e a evolução do Universo, a totalidade do espaço-tempo, da matéria-energia

# Avanços Tecnológicos

Telescópios de solo maiores e melhores equipados permitem melhor resolução, viabilizando estudos de regiões centrais de galáxias, por ex.!

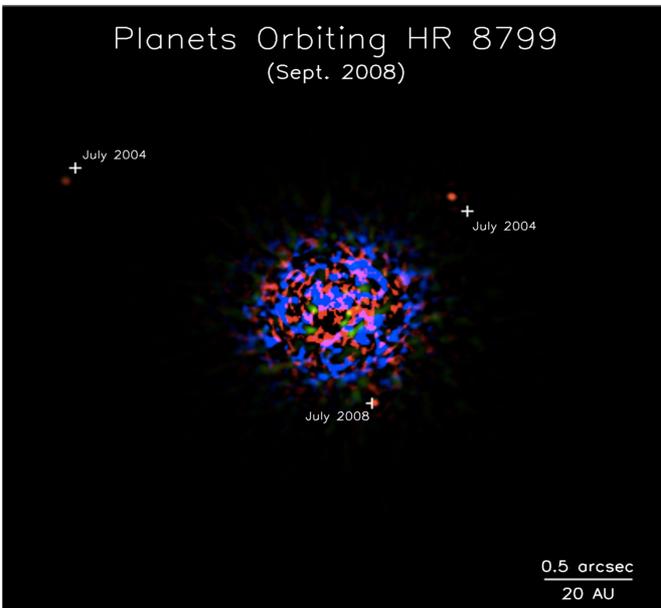


O Observatório Astronômico Keck é equipado com dois telescópios operando no espectro visível e infravermelho próximo. Situa-se no cume do monte Mauna Kea, no Havai.

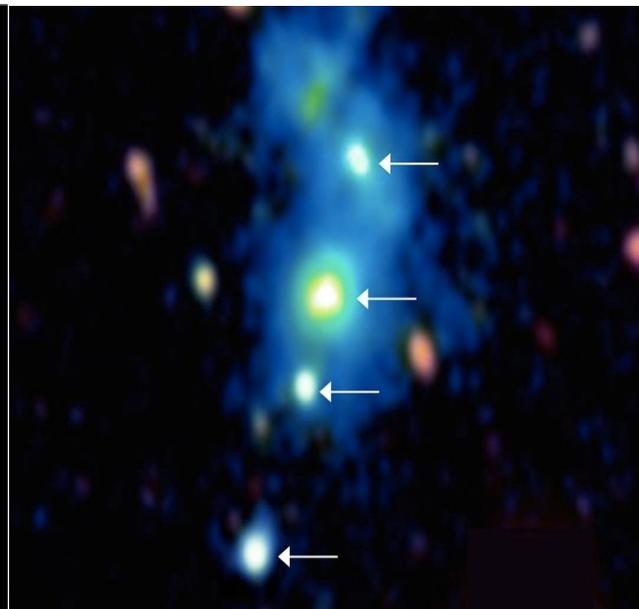
Cada telescópio tem um espelho de dez metros de diâmetro

# Telescópio Keck

## ...algumas descobertas



Imagens diretas de planetas fora do nosso Sistema Solar



Quarteto de Quasares

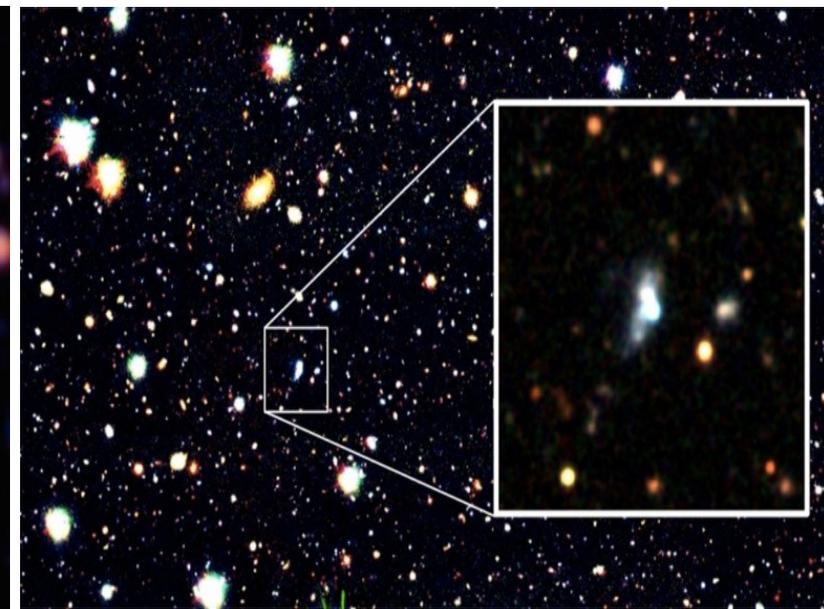


Imagem de uma galáxia próxima, extremamente pobre em metais por ter a mais baixa taxa de abundância de oxigênio. Credit: NAOJ/Kojima et al.

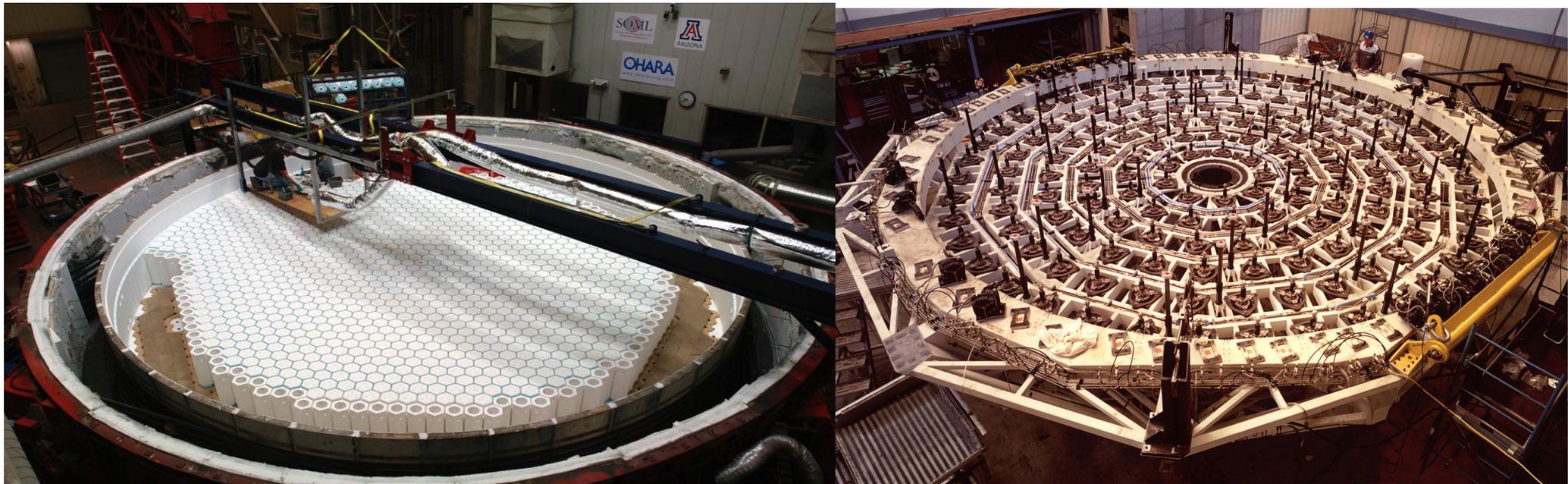
# Giant Magellan Telescope Center Mirror Segment Cast Blank



Richard F. Caris Mirror Lab  
College of Science Steward Observatory

# Óptica Ativa

...uma técnica que mantém o alinhamento e a forma da imagem modificando a forma do espelho flexível primário para compensar a variação causada pela instabilidade do sistema mecânico



VLT – 8,2m – 150 atuadores – 17 cm de espessura – 22 toneladas

São efetuados contínuos ajustes em escalas de tempo de poucos minutos para que a forma do espelho não se altere, o que poderia causar deformidades na imagem.

## Radiotelescópios

O Radiotelescópio de Arecibo, o maior fixo do mundo, e localiza-se em Arecibo, Porto Rico. Em reconstrução....após desabamento devido a ruptura dos cabos de aço. (2020)

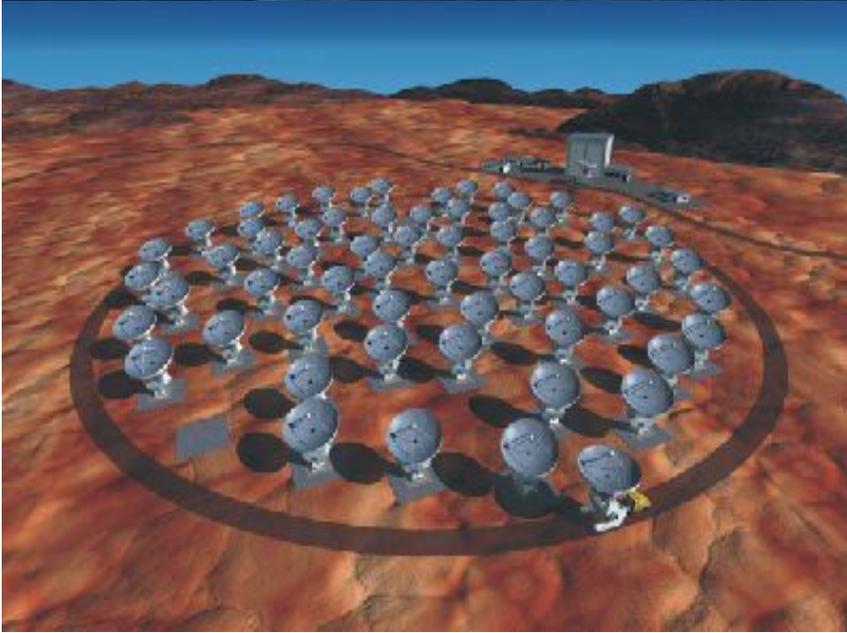
A parabólica gigante tem 305 metros de diâmetro e foi construída originalmente em 1963 na cratera de um vulcão extinto, para estudar a ionosfera terrestre.



Ele era operado pela Universidade de Cornell, dos Estados Unidos da América e era a principal ferramenta na busca de vida extraterrestre, através do projecto SETI@home

## Radiotelescópios

Sistemas em rede -> interferometria: diversas configurações

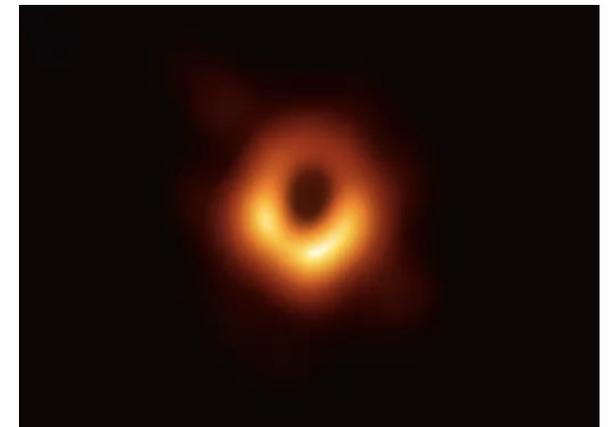
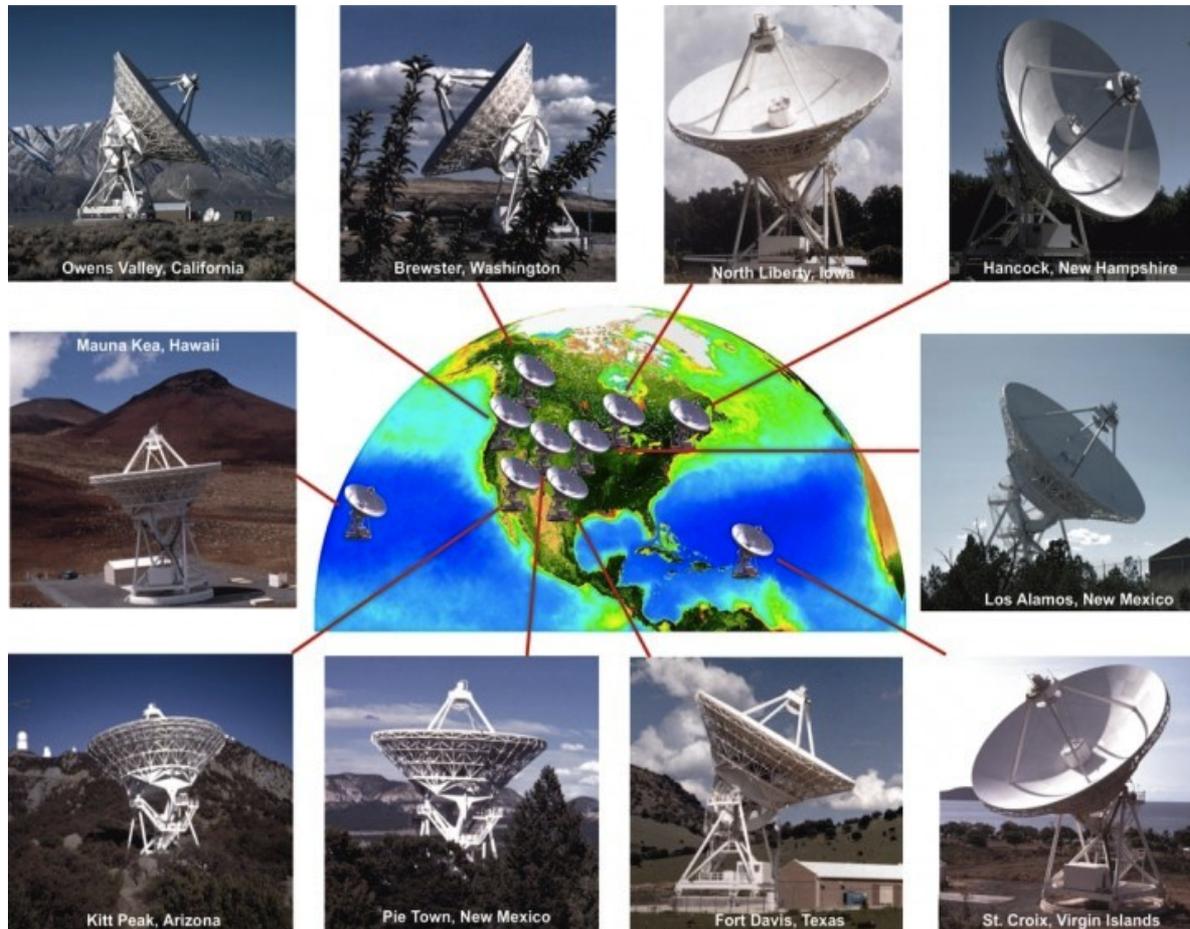


<- MMA-Multimilimeter Array

Interferômetro com 40 antenas, cada uma com 8m de diametro, sensível a comprimentos de onda de 0,3 a 3 milímetros.

# VLBA

**Very Long Baseline Array** é um sistema de dez radiotelescópios que são operados remotamente a partir de seu centro de operações que está localizado em Socorro, Novo México, como parte do National Radio Astronomy Observatory. A técnica utilizada no arranjo é de **interferometria**.



# BINGO - Radiotelescópio

Baryon Acoustic Oscillations from Integrated Neutron Gas Observations



<https://bingotelescope.org/pt/>

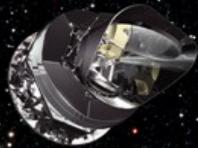
...em construção na Paraíba – China\*, Reino Unido, França, África do Sul, Alemanha e Estados Unidos

# Telescópios Espaciais

## ESA – Agência Espacial Européia

Observatórios Orbitais em diferentes comprimentos de onda permitem estudar enorme diversidade de fenômenos

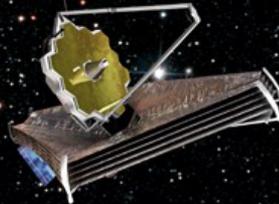
**planck**  
Looking back  
at the dawn of time



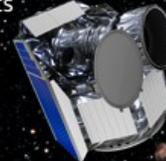
**herschel**  
Unveiling the cool  
and dusty Universe



**jwst**  
Observing the first light



**cheops**  
Sizing and first characterisation  
of exoplanets



**gaia**  
Surveying a billion stars



**euclid**  
Exploring the dark Universe



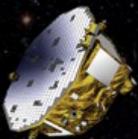
**hst**  
Expanding the frontiers  
of the visible Universe



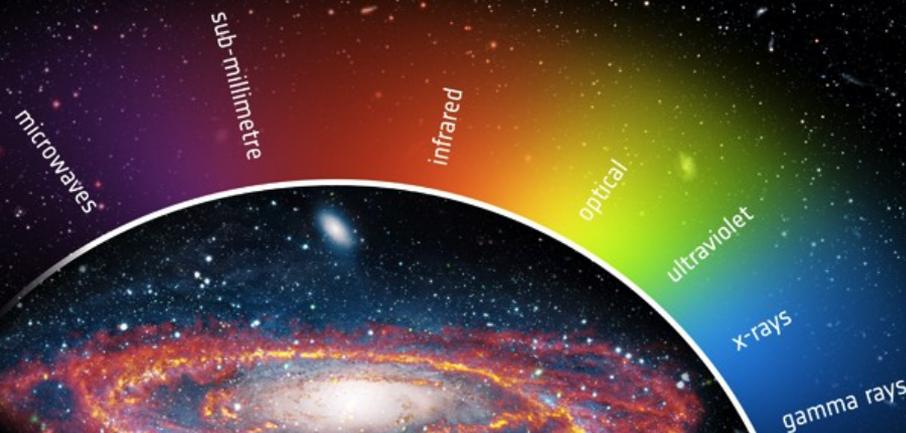
**xmm-newton**  
Seeing deeply into the hot  
and violent Universe



**lisa  
pathfinder**  
Testing the technology  
for gravitational  
wave detection



**integral**  
Seeking out the extremes  
of the Universe



# Telescópios Espaciais - “Projeto Grandes Observatórios Espaciais”

4 Observatórios Orbitais, cada um dedicado a observar em um determinado comprimento de onda

**Compton–Raios-Gama CGRO; julho 1991-2000.**

**Missão: objetos de altas energias**

**Spitzer – Infra-vermelho – 2003**

**Missão: estrelas frias; exoplanetas, nuvens de poeira**



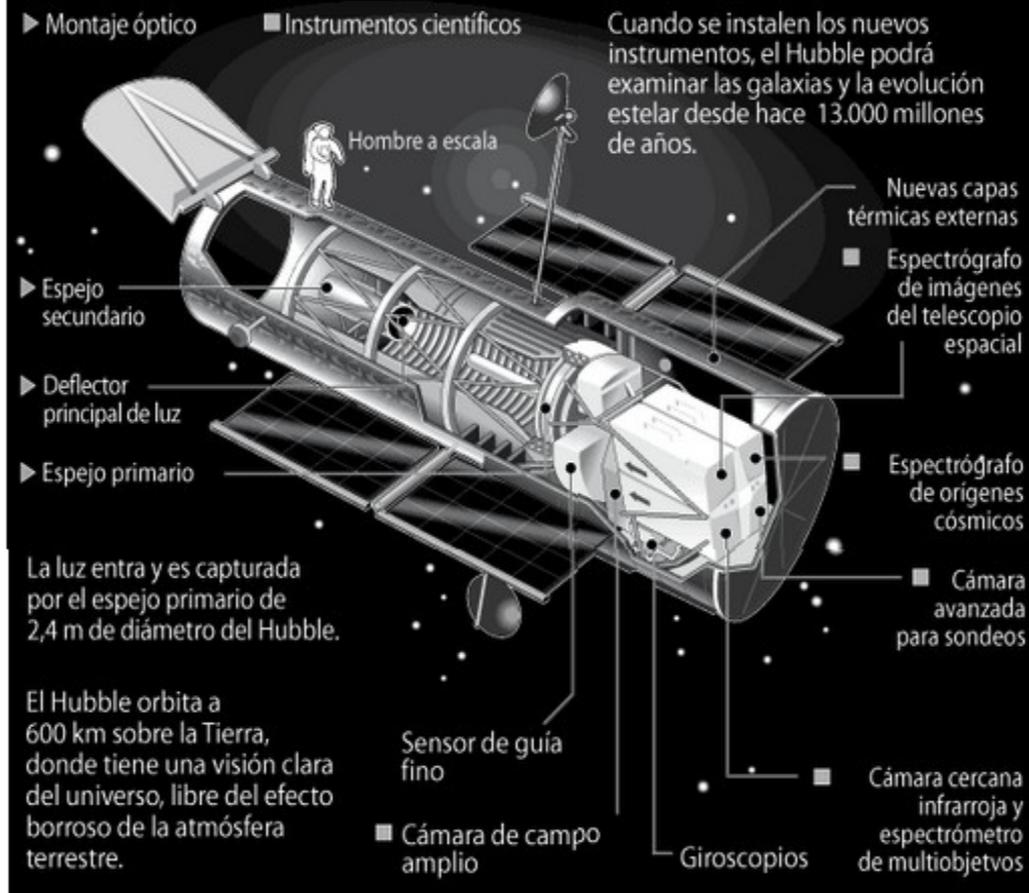
**Chandra – Raios-X – CXO; 1999**

**Missão: detecção de Buracos Negros, Quasares e gás a altíssimas temperaturas**

# Telescópio Espacial Hubble – 1990

...luz visível e infravermelho

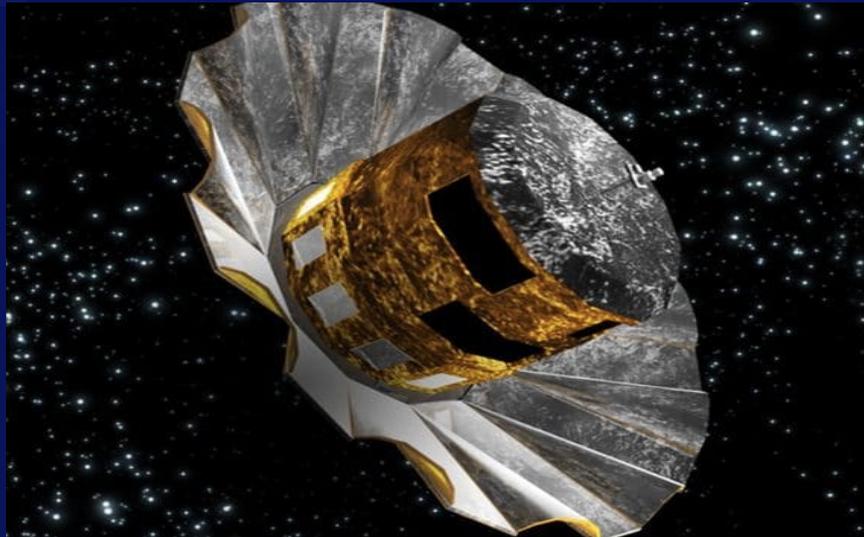
Visto do Ônibus Espacial Atlantis



Medição de distâncias de Cefeidas (Cte Hubble); Observação de supernovas distantes (aceleração do universo); Os espectros e imagens de alta resolução estabelecem a prevalência de buracos negros no centro de galáxias; estudo da dinâmica da colisão cometa shuemaker com Júpiter; exoplanetas...entre outros

# Missão Gaia – ESA

Criando um mapa 3D extremamente preciso de estrelas ao longo da nossa Via-Láctea  
Mapeando movimentos de estrelas que codificam a origem e a evolução da Via-Láctea.



Este satélite vai recolher uma grande variedade de dados sobre nossa galáxia e além, além de poder provar a teoria da relatividade de Einstein

**1.000.000.000.000.000**  
O satélite transmitirá um petaocteto de dados (equivalente a 250.000 DVD)

**1.000.000.000**  
estrelas serão pesquisadas

**1.000.000.000**  
de pixels de sensibilidade da câmera de Gaia

**500.000**  
quasares para estudar

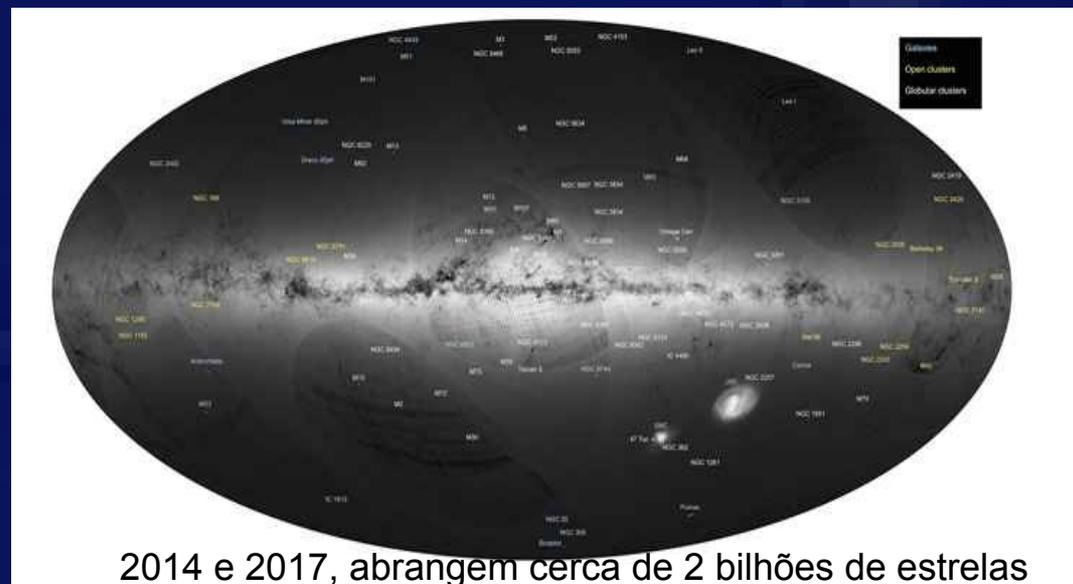
**15.000**  
exoplanetas a descobrir

**A Via Láctea**  
100 bilhões de estrelas  
Formação:  
13,2 bilhões de anos  
80.000 anos-luz

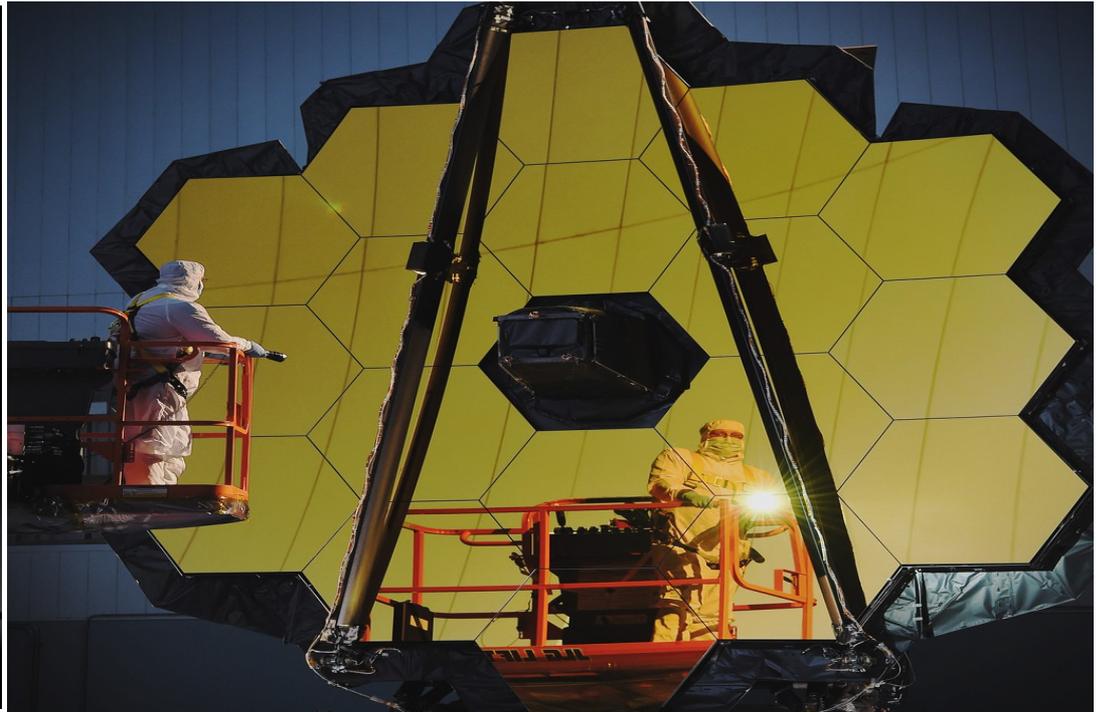
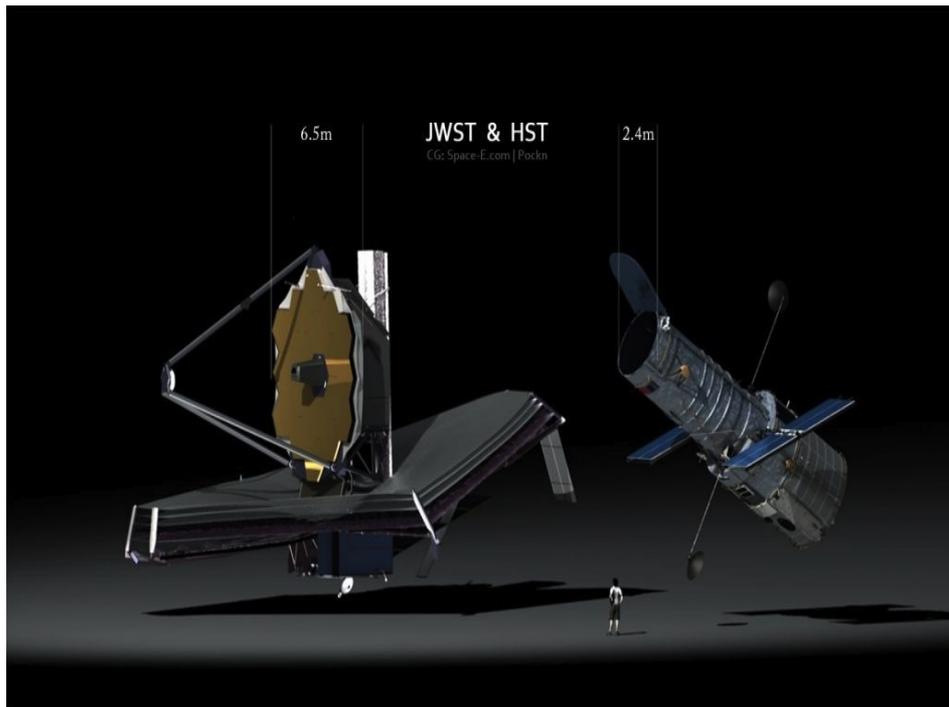
Sol

**Lançamento**  
19 de dezembro  
Kourou, Guiana Francesa

Fonte: CNES AFP



# Telescópio Espacial James Webb (JWST) – Infra Vermelho ...o maior até então, e que substituirá o Spitzer



- Custo: 10 bilhões USD (2016)
- Data de lançamento: Dezembro de 2021

# O telescópio espacial James Webb

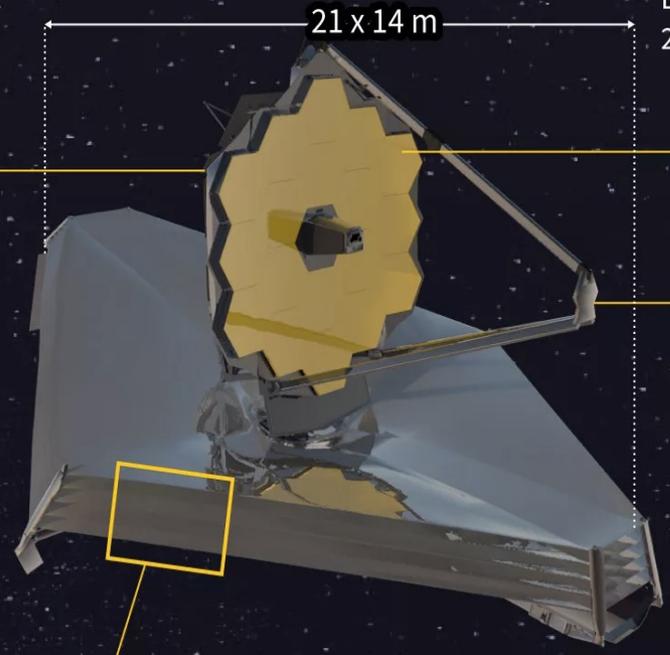
O sucessor do Hubble captou imagens sem precedentes

## OBJETIVOS DA MISSÃO (10 ANOS)

- Estudar outros sistemas planetários e buscar rastros de vida
- Observar a formação e a evolução das estrelas e galáxias
- Buscar as galáxias formadas durante o início do universo

**LANÇADO** em 25/dez./2021  
**ABRIU** completamente seu **ESCUDO TÉRMICO** em 4 de janeiro de 2022  
Em **ÓRBITA ESTÁVEL** desde 24 de janeiro

**Instrumentos: câmeras e espectrógrafos** que precisam de temperaturas muito baixas para funcionar



**Espelho primário**  
Diâmetro: 6,5 m  
18 segmentos

**Espelho secundário**  
0,74 m

**Peso**  
6,2 toneladas

NASA, ESA, CSA

## Telescópio no IR

6.5 m de diâmetro com um espelho primário feito de 18 segmentos separados que se desdobram e se ajustam à forma após o lançamento.

### ESCUDO TÉRMICO

5 camadas de 0,05 a 0,025 mm de espessura

**Camada interna** -235 °C

**Camada externa** 125 °C

**Luz solar**

### ÓRBITA

Em 24 de janeiro de 2022 chegou a seu ponto de observação, a cerca de 1,5 milhão de km da Terra

**Terra**

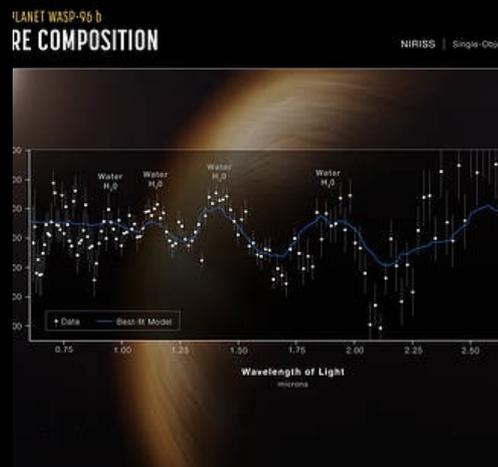
**Lua**

**Órbita do James Webb**

**Sol**

Sem escala

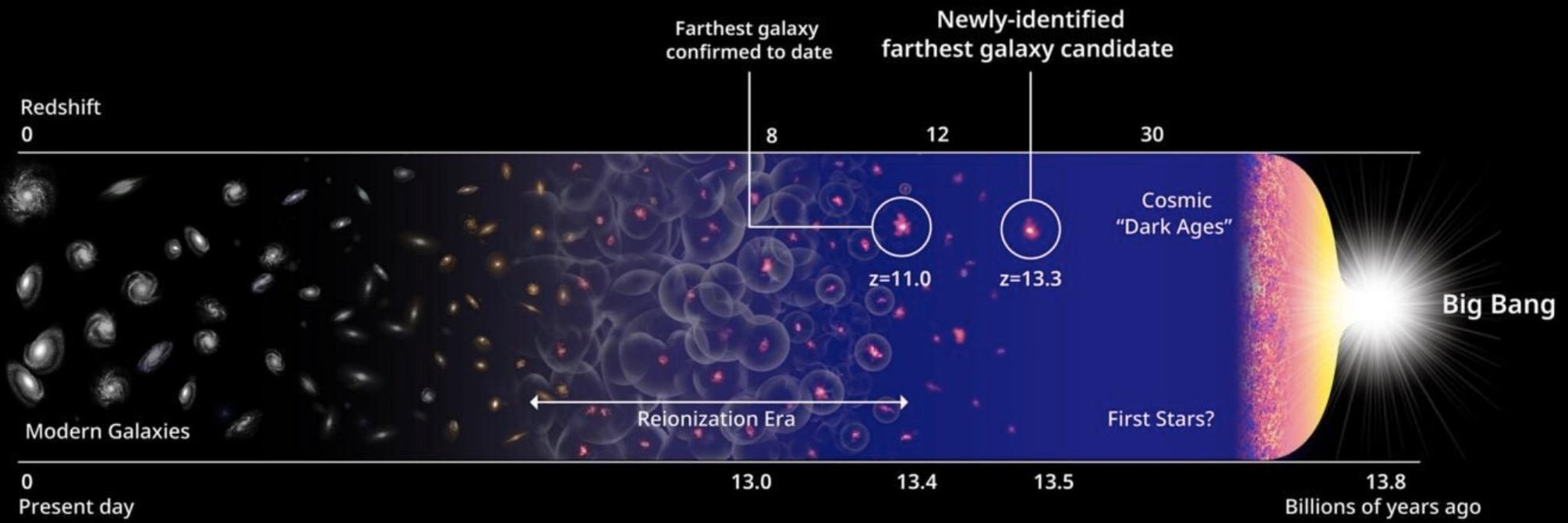
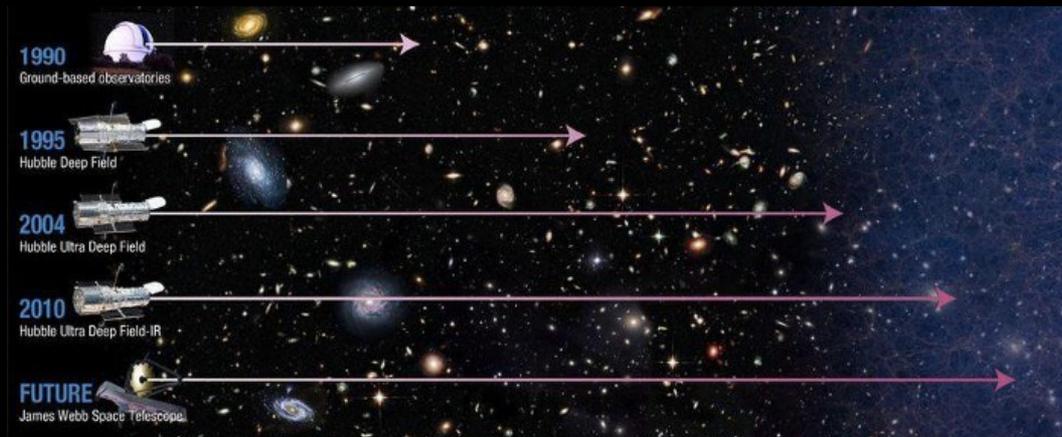
# James Webb



Atmosfera de um exoplaneta  
mostra assinaturas de água

# James Webb

<https://www.youtube.com/watch?v=Lf4EDcjMtmw>



# Sondas Espaciais

Naves não tripuladas, com o objetivo de realizar exploração remota de planetas, satélites, asteróides, cometas, meio interplanetário do **Sistema Solar**.

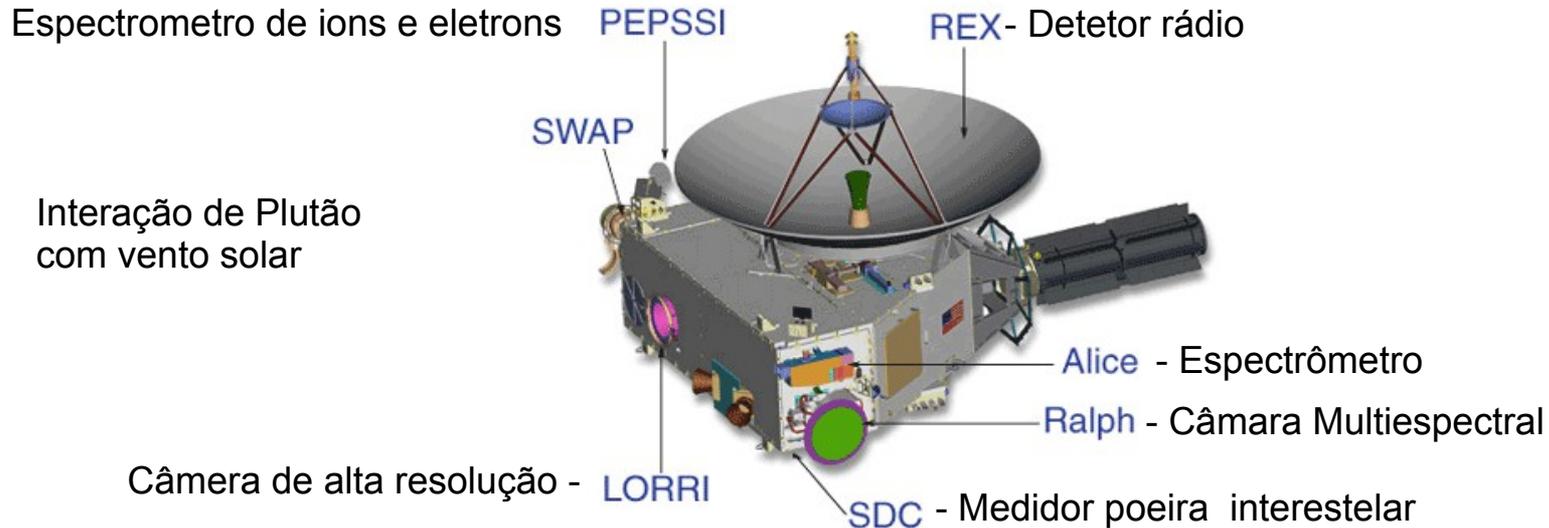
- As sondas mais modernas tem equipamentos sofisticados como telescópios, espectrógrafos e recursos de telemetria, que permitem estudar à distância características físico-químicas e obter imagens do meio ambiente.

# Sonda New Horizon (2006)

## **Missão: Plutão-Caronte e Cinturão de Kuiper**

...a mais complexa viajando no S.S e atualmente em curso...

Custo U\$ 700 milhões



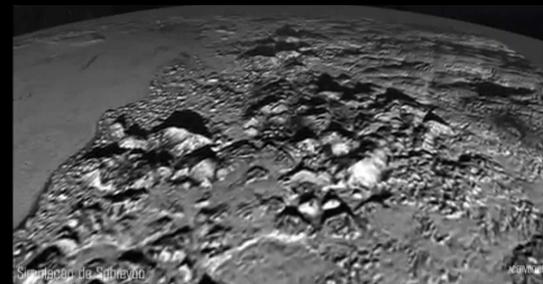
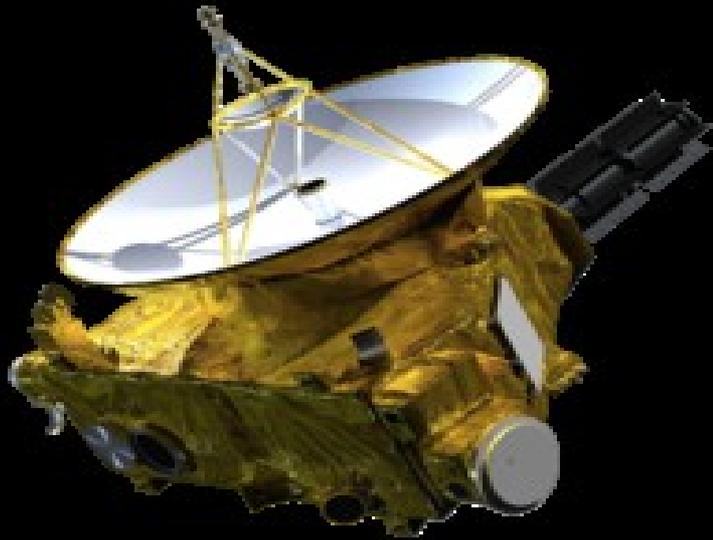
Equipada com foguete monopropulsor; gerador termoeletrico de radioisótopos; antena parabólica de 2,5 metros de diâmetro; propelente hidrazina.

Comunicações com a sonda deverão ser efetuadas na banda X da **faixa de micro-ondas**; transferência de dados deverá ser de 1 a 2 KByte/s para se comunicar com uma rede de antenas do espaço profundo de 70 metros da NASA.

Navegação realizada com câmeras voltadas para as estrelas-guia estão montadas nas laterais da sonda

<https://eyes.nasa.gov/dsn/dsn.html>

A sonda sobrevoou Plutão em 14 de julho de 2015 após **nove anos e meio de viagem interplanetária**, alcançando o seu ponto mais próximo da superfície do planeta, cerca de 12 500 km de distância a uma velocidade de 45.000 km/h.



### Objetivos Científicos:

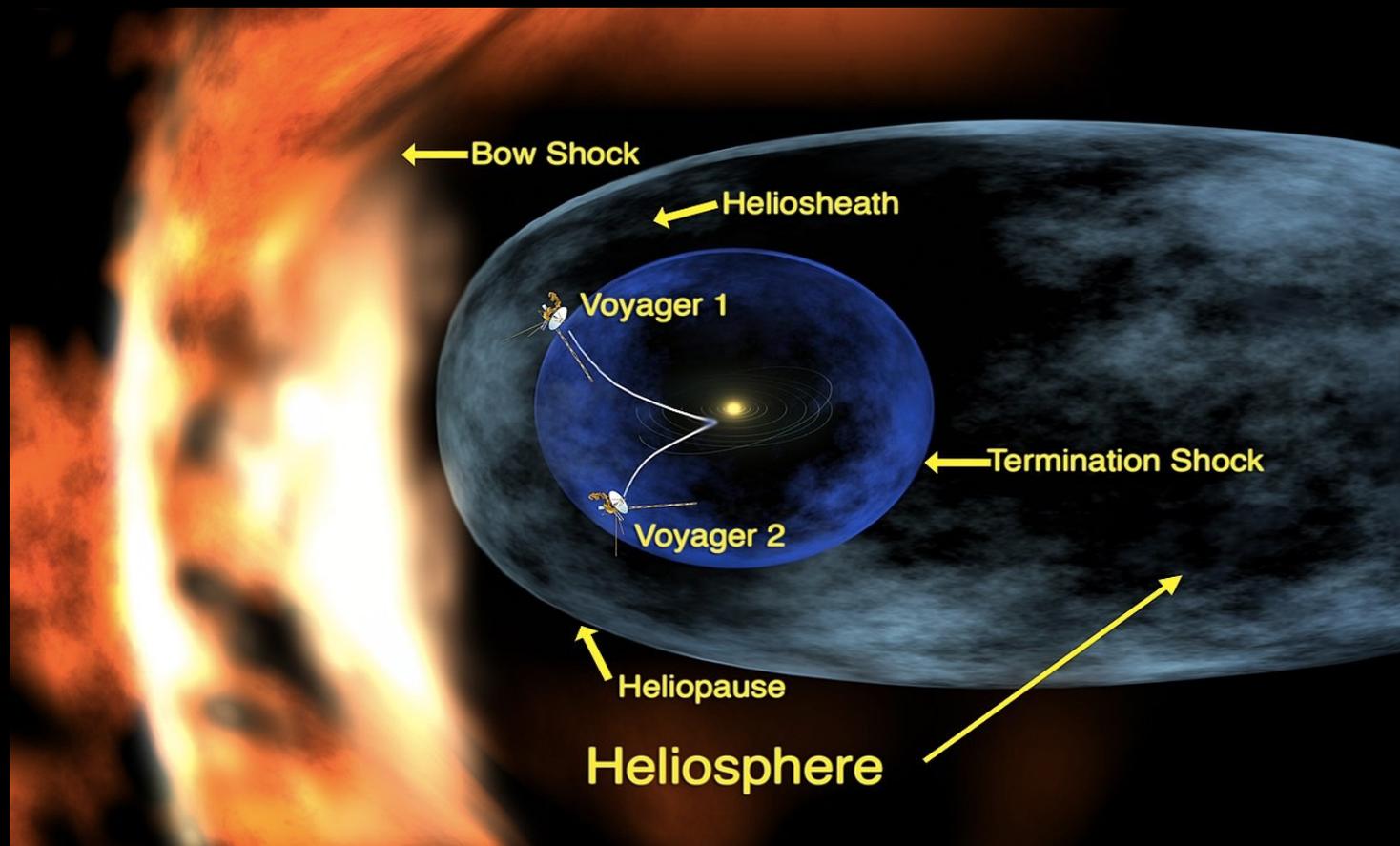
Estudar **geologia, morfologia, composição atmosférica e de superfície, bem como a interação com o vento solar de Plutão e Caronte.**

Cinturão de Kuiper e confins do Sistema Solar fora dos limites da Heliosfera.

Os primeiros dados enviados da atmosfera mostraram que ela é composta principalmente de **nitrogênio** e, mais próximo à superfície, de **metano**

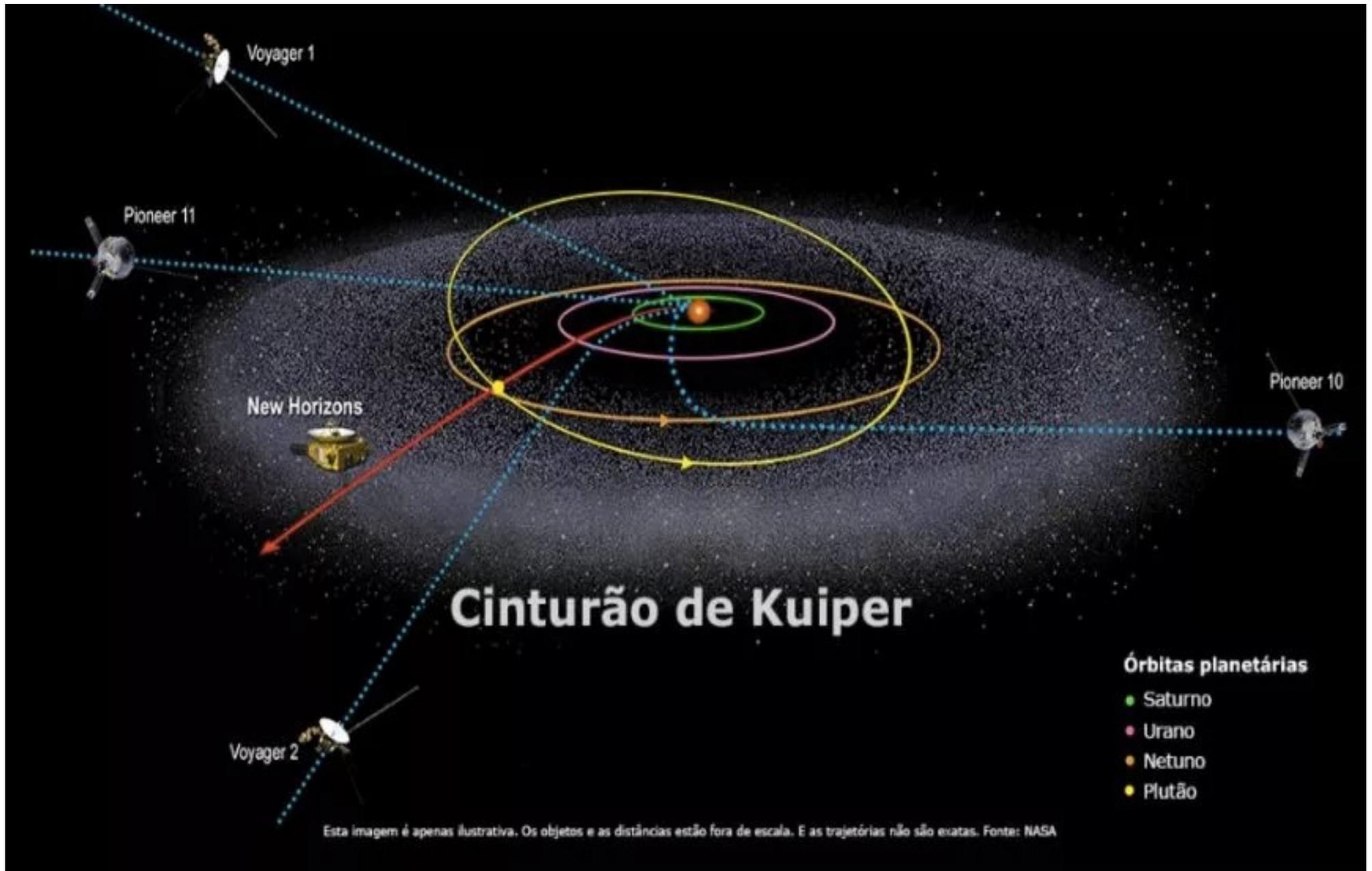
A Voy 1 é a sonda que se encontra mais distante da Terra e a primeira que deve alcançar a proximidade com a Nuvem de Oort em uma escala de 300 anos.

Lançada em 1977, a Voy-1 em 09/2013 alcançou uma **distância da ordem de 20 bilhões de km**, a uma velocidade de 61920 km/h



A Voyager 1 foi a primeira nave espacial a cruzar a heliosfera, a fronteira onde as influências fora do nosso sistema solar são mais fortes do que as do nosso Sol.

# Estrutura Contemporânea do Sistema Solar



Temos muito mais a mostrar e comentar durante o curso....

Mas toda a concepção da natureza, do mundo que vivemos, da tecnologia que desfrutamos, é o resultado do acúmulo de conhecimento desde a antiguidade...