



# O Caso Plutão, a NdC e os 3MP

Professora: Cristina Leite

# ENQUANTO ISSO, NO ESPAÇO ...

PLUTÃO

VOCÊ ESTÁ  
DEMITIDO!!

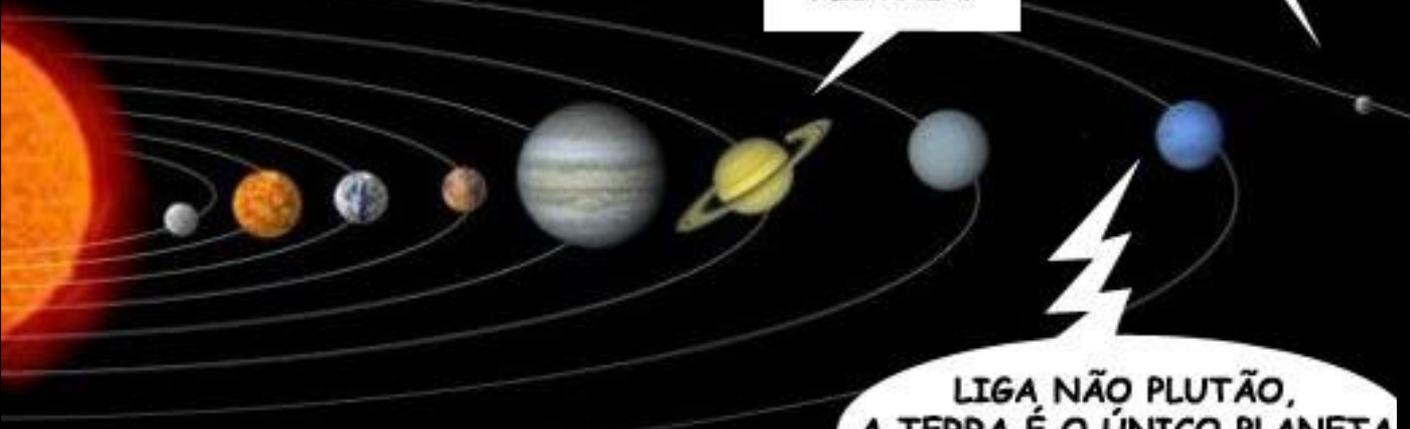


André

# Plutão?

QUEM TÁ  
FALANDO QUE EU  
NÃO EXISTO HEIN ?

O PESSOAL  
DA TERRA  
PLUTÃO !



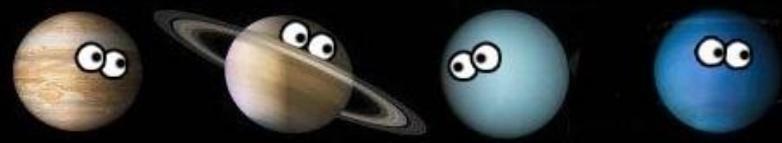
LIGA NÃO PLUTÃO,  
A TERRA É O ÚNICO PLANETA  
QUE PENSA QUE PENSA !

NA MINHA ÉPOCA



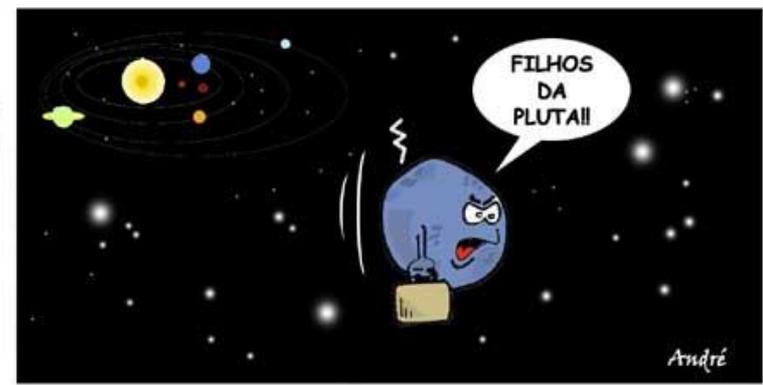
NÓS TINHAMOS NOVE  
PLANETAS.

Dizem por aí que Plutão  
não é mais um de nós...  
E a decisão veio lá da  
Terra.

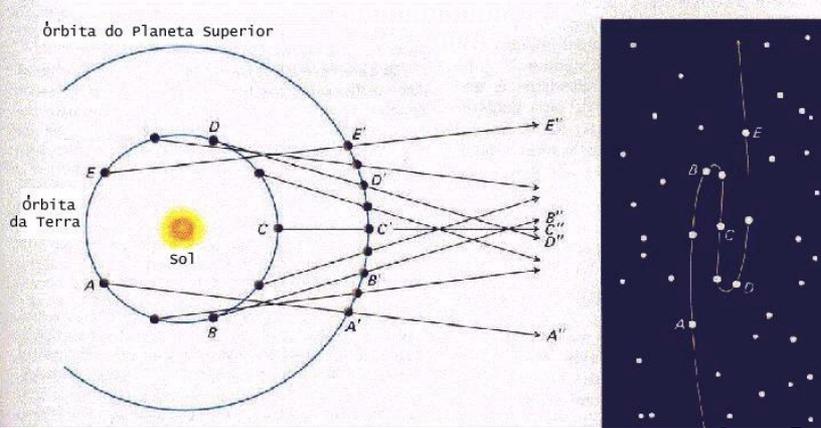


Plutão é  
excluído  
do  
Sistema  
Solar

FILHOS  
DA  
PLUTA!!



André

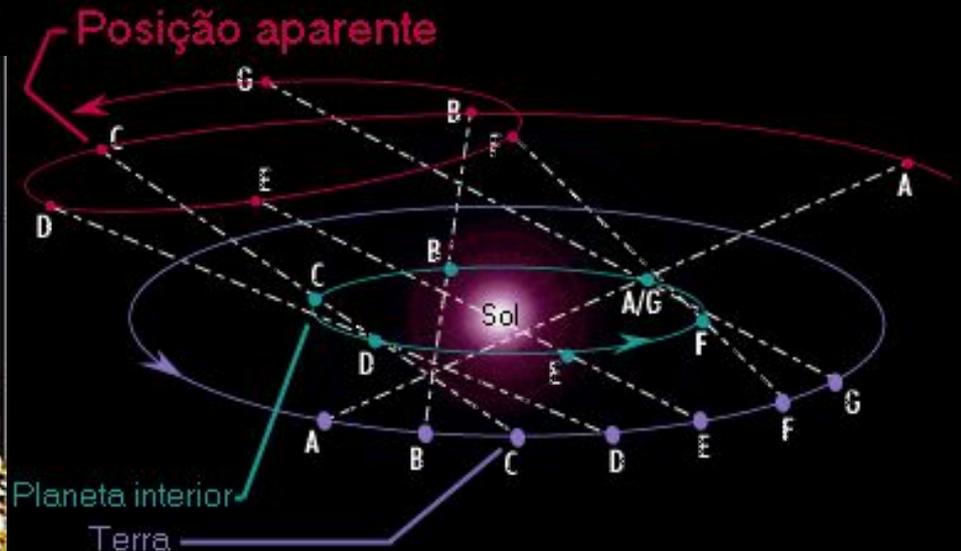


# O que é um planeta?

1ª definição: as “estrelas errantes”

Nossos ancestrais perceberam, que havia pontos de luz, parecidos

com as est

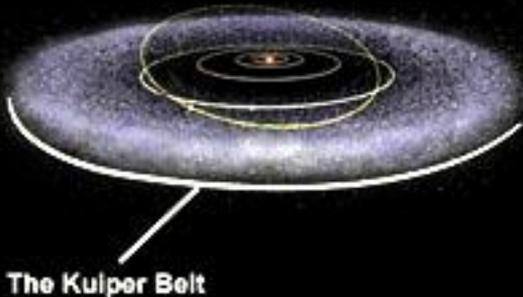


# O que é um planeta?

a maioria de nós aprendeu a definir como planeta corpos que orbitam uma estrela, brilham ao refletir a luz estelar e são maiores que um asteróide.

Além da órbita de Netuno, astrônomos encontram centenas de mundos gelados, alguns bem grandes...

Essas descobertas deram início ao debate sobre o que seria realmente um planeta



# 26ª Reunião da IAU

nova definição de planeta 2006

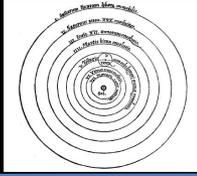
- (a) está em órbita ao redor do Sol ,
- (b) tem massa suficiente para que sua auto-gravidade supere as forças de corpo rígido de modo que ele assume uma forma de acordo com o equilíbrio hidrostático (aproximadamente redondo), e
- (c) limpe a vizinhança em torno de sua órbita.

# Plutão na linha do tempo...



Primeiros registros  
Fases da Lua em rochas

30.000 a.C.  
600 a.C.  
Anaximandro, Pitágoras, Aristóteles,  
Aristarco de Samos, Eratóstenes e  
Hiparco



1600  
Copérnico □ modelo de S.S. com o  
Sol no centro.

1687  
Galileu □ montanhas na Lua; fases  
de Vênus e Mercúrio; luas de Júpiter

1718  
Publicado Princípios de Newton

1846  
Herschel descobre Urano

1930  
Tombaugh descobre Plutão

1969  
1978  
Ida do homem a Lua

2006  
26ª IAU – Plutão vira planeta-anão  
New Horizon é lançada

3.000 a.C.  
construções erguidas com  
objetivos astronômicos –  
pirâmides, Stonehenge; ...

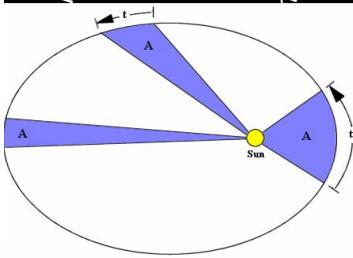
150 d.C.  
Ptolomeu:  
sistema de epiciclos  
Terra no centro do S.S.



1510  
Kepler □ leis e forma das órbitas

1610  
Halley percebe que as estrelas se  
movimentam no espaço

1781  
Adams e Leverrier descobrem  
Netuno □ 1º planeta previsto  
matematicamente

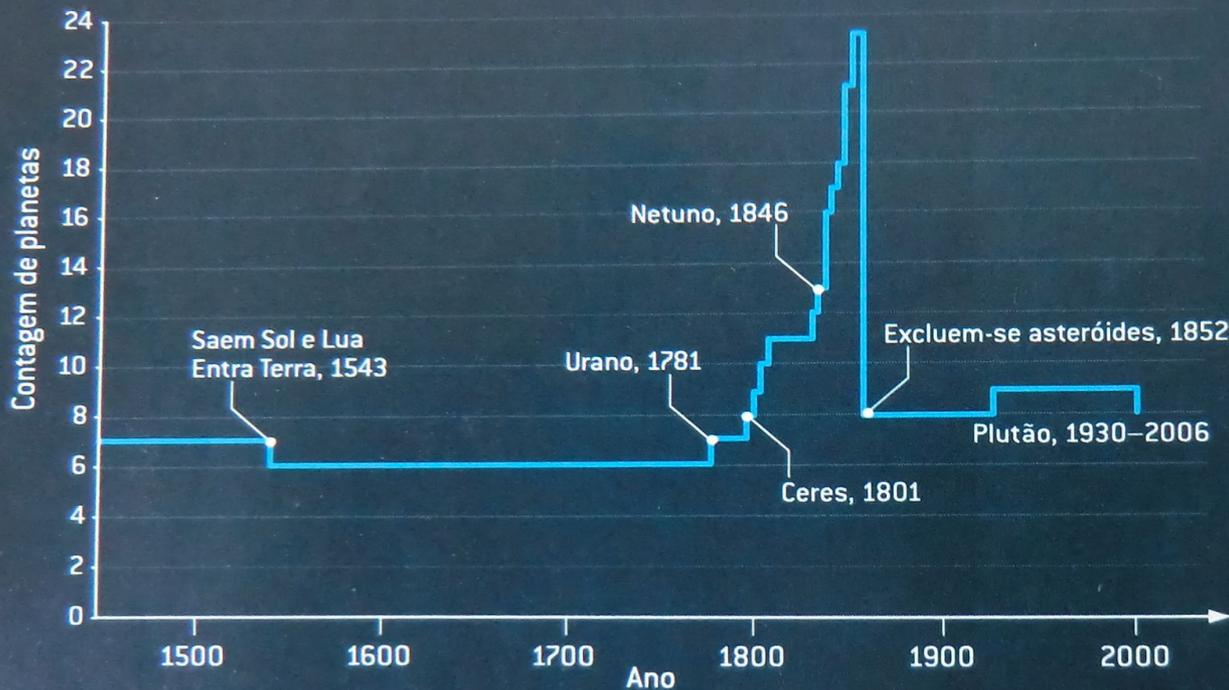


1978  
Caronte (Lua de Plutão) é  
descoberta

2015  
New Horizons chega próximo a  
Plutão

# UMA CONTAGEM HISTÓRICA DE PLANETAS

PLANETAS VÊM, PLANETAS VÃO, COMO RESULTADO DE NOVAS DESCOBERTAS E CONCEPÇÕES MODIFICADAS DO QUE UM "PLANETA" DEVE SER. A DECISÃO DE RECATEGORIZAR PLUTÃO É SIMPLEMENTE OUTRO PASSO NESTA PROGRESSÃO HISTÓRICA



Clássico (pré-1543)

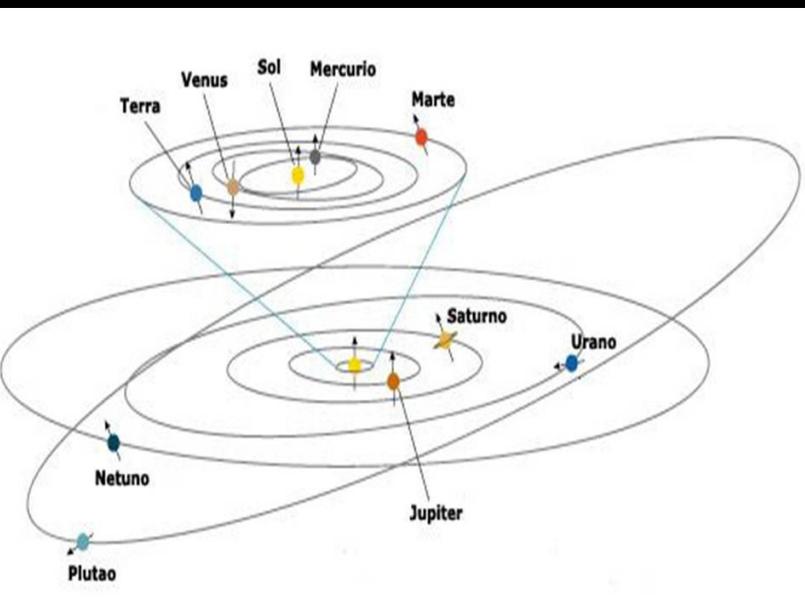


1543



1825

DATA	PLANEIAS
Pré-1543	Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter, Saturno, Sol, Lua
1543	Entra Terra Saem Sol e Lua
1781	Urano
1801	Ceres
1802	Pallas
1804	Juno
1807	Vesta
1845	Astraea
1846	Netun
1847	Hebe, Iris, Flora
1848	Metis
1849	Hygiea
1850	Parthenope, Victoria, Egeria
1851	Irene, Eunomia
1852	Saem Asteróides
1930	Plutão
2006	Sai Plutão



## Falhas nas tentativas anteriores

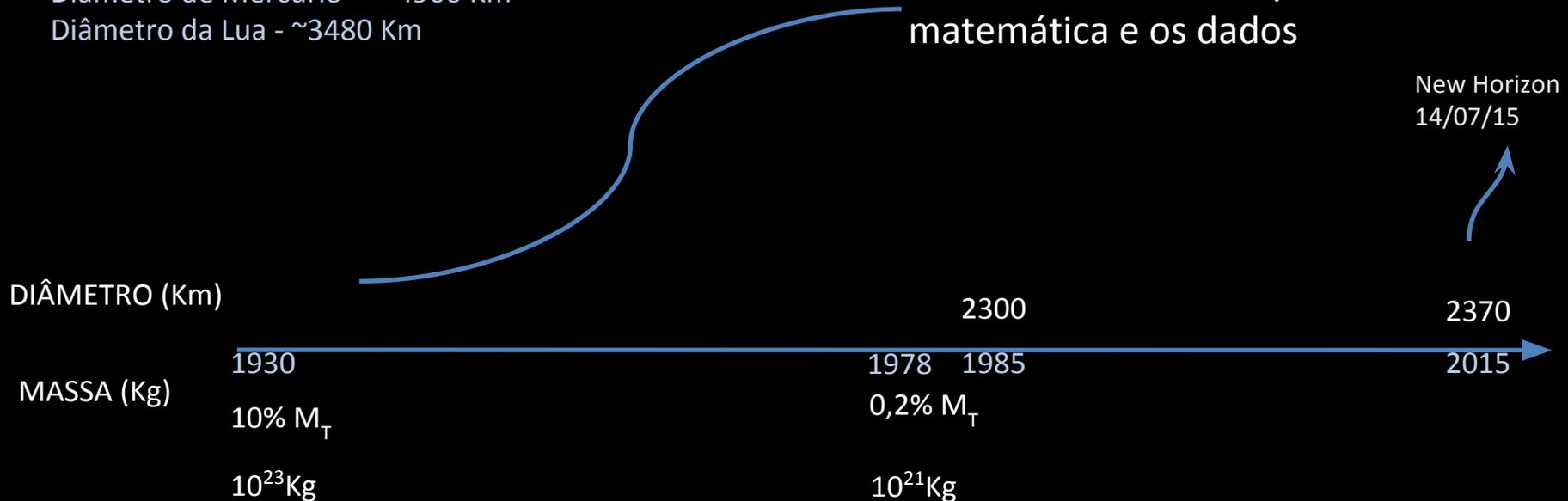
- Inclinação da órbita
- Caronte com mais da metade do tamanho de Plutão
- as demais Luas tem por volta de 1% do tamanho do seu planeta
- Plutão é menor do que se esperava



# as medidas de Plutão

Diâmetro da Terra - ~ 12 000 Km  
Diâmetro de Mercúrio - ~ 4900 Km  
Diâmetro da Lua - ~ 3480 Km

“Casamento” entre a previsão  
matemática e os dados



Massa da Terra - ~ 6x10<sup>24</sup>Kg

Massa de Mercúrio - ~ 3x10<sup>23</sup>Kg ~ 5% da M<sub>T</sub>

Massa da Lua - ~ 7x10<sup>22</sup>Kg ~ 1% da M<sub>T</sub>

Quando a previsão da trajetória do planeta conhecido corresponde a sua observação, se tem estimativas de tamanho, massa e posição do novo planeta.

# Medindo distâncias, massas e diâmetros

- Distância

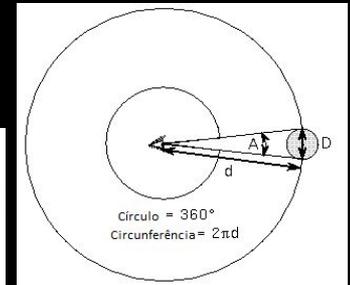
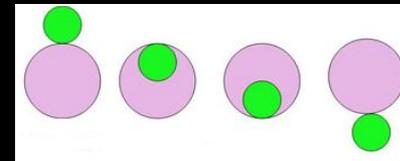
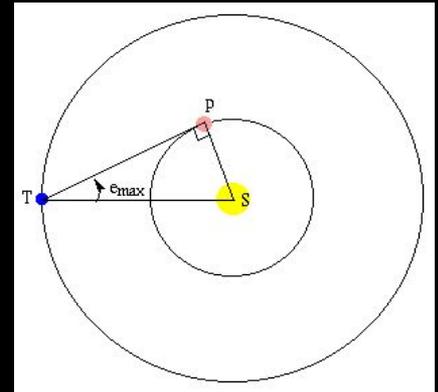
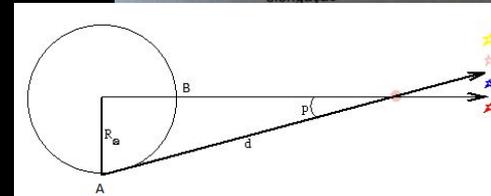
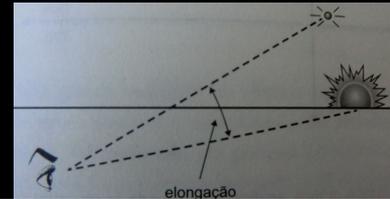
- Elongação
- Paralaxe
- Radar

- Diâmetro

- Medida angular
- Ocultação (1978)

- Massa

- Lei da gravitação universal

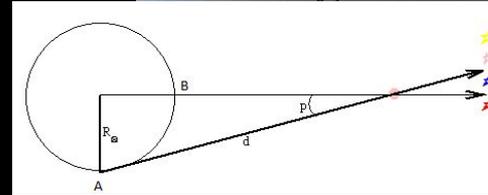
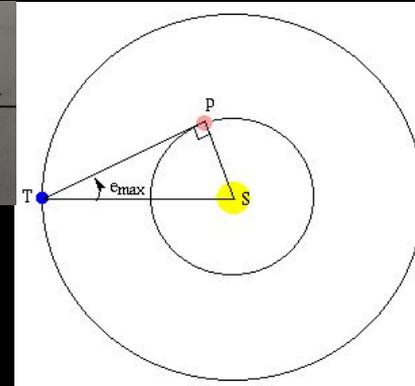
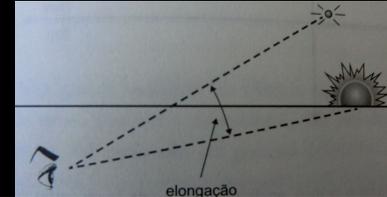


$$F_g = G \times \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$$

# Medindo distâncias

## • Distância

- Elongação (máx. 90°)
- Paralaxe
- Radar (MRU):  $S=v.t$



$$\text{Sen } p = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{Hipotenusa}} = \frac{\text{Raio da Terra}}{d}$$

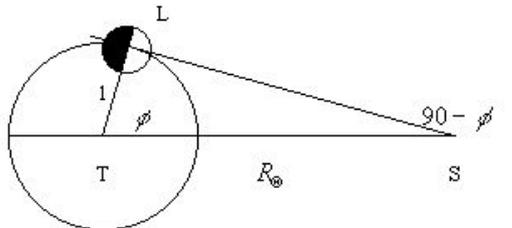
$$d = \frac{\text{Raio da Terra}}{\text{sen } p}$$

Observações de posições ortogonais (90°)

Ou no mesmo ponto com 6h de diferença (1/4 de 24h)

Aristarco de Samo III a.C.

$$S (\text{ida + volta}) = (v (\text{velocidade da luz}) \times t (\text{ida + volta}))$$

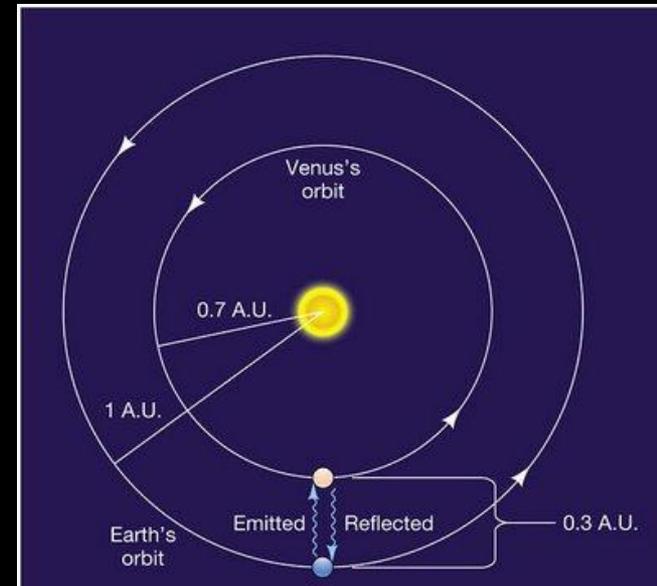


$$\phi = 87^\circ \rightarrow \text{sen}(90 - \phi) = \text{sen } 3^\circ = \frac{1}{R_e} \cong \frac{3}{180} \cdot \pi$$

$$R_e = \frac{180}{3\pi} = 19 \text{ vezes Terra - Luna}$$

$$\text{Cos } 89,86 = d_{TL}/d_{TS}$$

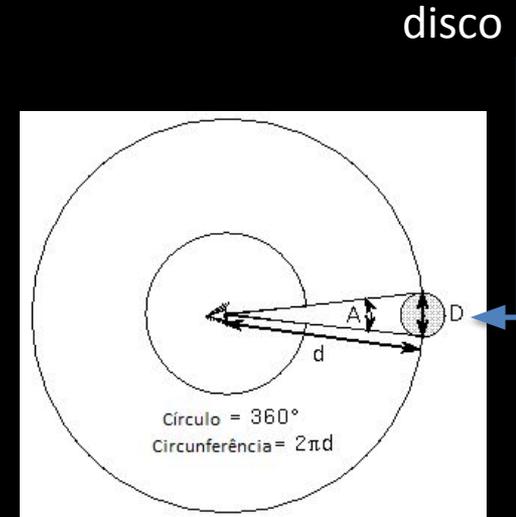
$$d_{TS} = 400 d_{TL}$$



# Medindo diâmetros

- Diâmetro

- Medida angular
- Ocultação (1978)



$$\hat{A} - 360^\circ$$
$$D - \text{Comprimento da circunferência}$$

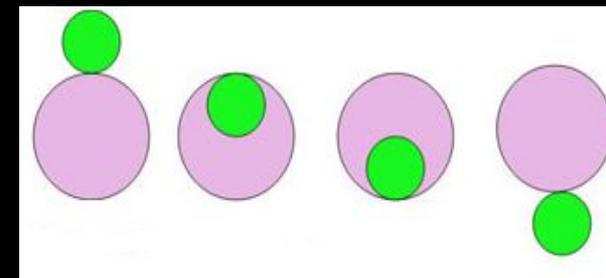
$$\hat{A} - 360^\circ$$
$$D - 2\pi d$$

$$360^\circ D = \hat{A} \times 2\pi d$$
$$D = \frac{\hat{A} \times 2\pi d}{360^\circ}$$

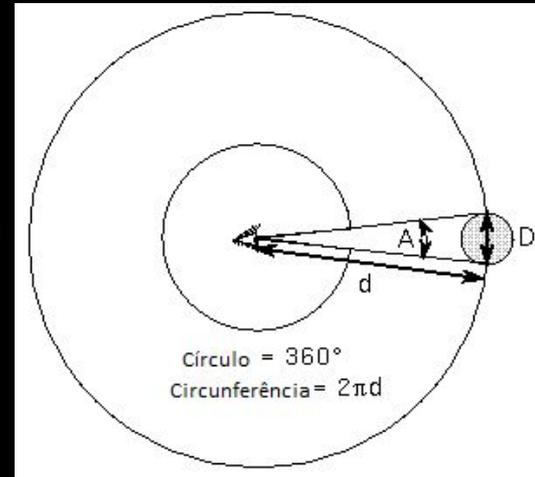
Conhecendo-se a velocidade do objeto em movimento, obtêm-se seu diâmetro medindo-se o intervalo de tempo do início da ocultação até que ele fique totalmente na frente do outro.

Percebe-se o início e final da ocultação observando a variação da quantidade de luz recebida na Terra dos corpos celestes envolvidos.

Diâmetro = velocidade do corpo em movimento x tempo da ocultação



# Vamos tentar?

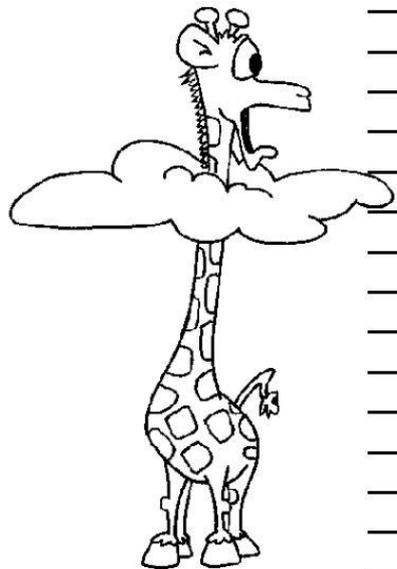
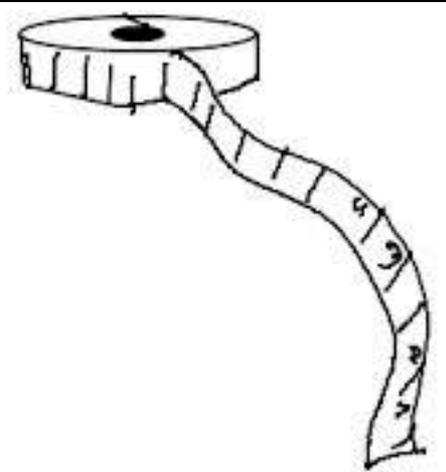


$\hat{A} - 360^\circ$   
D - Comprimento da circunferência

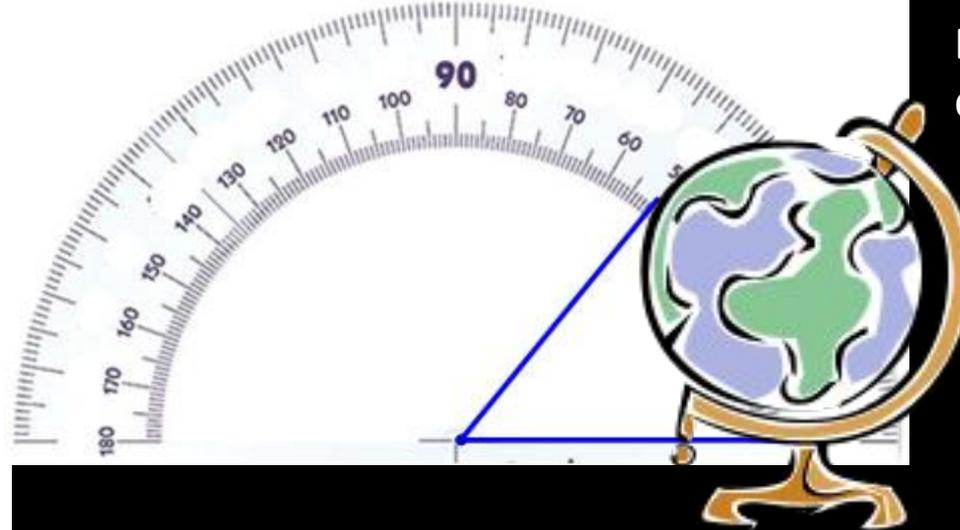
$\hat{A} - 360^\circ$   
D -  $2\pi d$

$360^\circ D = \hat{A} \times 2\pi d$   
 $D = \frac{\hat{A} \times 2\pi d}{360^\circ}$

D = diâmetro  
d = distância



1 m e 90 cm	<input type="checkbox"/>
1 m e 80 cm	<input type="checkbox"/>
1 m e 70 cm	<input type="checkbox"/>
1 m e 60 cm	<input type="checkbox"/>
1 m e 50 cm	<input type="checkbox"/>
1 m e 40 cm	<input type="checkbox"/>
1 m e 30 cm	<input type="checkbox"/>
1 m e 20 cm	<input type="checkbox"/>
1 m e 10 cm	<input type="checkbox"/>
1 m	<input type="checkbox"/>
90 cm	<input type="checkbox"/>
80 cm	<input type="checkbox"/>
70 cm	<input type="checkbox"/>
60 cm	<input type="checkbox"/>
50 cm	<input type="checkbox"/>





# Medindo massas

As primeiras estimativas da massa foram feitas quando ainda nem mesmo tínhamos observado o planeta.

Em 1978, quando Caronte é descoberta, percebe-se que Plutão é 0.2% da massa da Terra (antes supunha-se 10%).

1. Hipóteses errôneas sobre seu albedo (Plutão reflete cerca de 90% da luz que recebe – ele é formado de grande quantidade de gelo).
2. Impossibilidade do uso da Gravitação Universal para as medidas (hipóteses da composição)

Caronte é uma lua muito grande!

Sua dimensão, antes tida como parte de Plutão, uma vez que ainda não se sabia da sua existência, agora deve ser separada de Plutão.

- Massa
  - Lei da gravitação universal

$$F_g = G \times \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$$

## Principais questionamentos envolvendo a atual definição de planeta

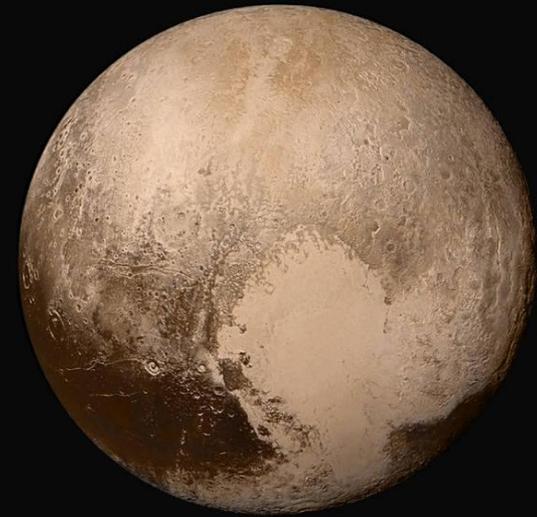
### Alan Stern, pesquisador que chefia a missão New Horizons da NASA com destino a Plutão

“Ele diz que apenas quatro dos oito planetas mencionados na definição da UAI na realidade encaixam nos critérios da definição - a Terra, Marte, Júpiter e Netuno, não. Isto é devido à definição estipular que para ser um planeta, um objeto tem que ter "limpo" a sua vizinhança em torno da sua órbita. Mas os arredores orbitais da Terra estão cheios de milhares de asteróides, diz Stern. (...) Stern é também crítico do fato de apenas os astrônomos presentes poderem ter votado, que ocorreu no fim da assembleia de duas semanas. Não foi permitido o voto por e-mail na decisão - foi um levantar de mãos - e isso significa que menos de 5% dos quase 9.000 membros da UAI realmente votaram". (MONTES; COSTA, 2006)

## A definição de planeta e a natureza do conhecimento científico

<b>Episódios</b>	<b>Natureza da ciência</b>
Divergências sobre os atributos de um planeta	Ciência como construção humana
Tentativa de mudar o status de Plutão em 1999	Influência de fatores culturais e sociais
Mudança da categoria de vários corpos celeste	Caráter transitório e temporário do conhecimento científico
Previsões das posições de possíveis planetas	Natureza cooperativa do trabalho científico

# New Horizons



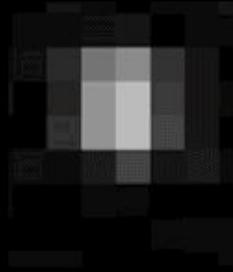
14 de Julho de 2015 a Sonda New Horizons chegou ao seu ponto mais próximo de Plutão. Um grande marco para a história da exploração espacial.



4,5 horas – tempo para as informações coletadas chegarem a Terra

<http://www.nasa.gov>

# Plutão observado ao longo do tempo



[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/newhorizons/images/index.html?id=366752](https://www.nasa.gov/mission_pages/newhorizons/images/index.html?id=366752)

# Três Momentos Pedagógicos (3MP)

- Educação problematizadora
- Dialogicidade

*a problematização inicial caracteriza-se por apresentar situações reais que os alunos conhecem e vivenciam.*

*A finalidade da PI é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão e fazer com que ele reconheça a necessidade de se obterem novos conhecimentos, com os quais possa interpretar a situação mais adequadamente*

<sup>1</sup>(DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNANBUCO, 2002)

<sup>2</sup>(MUENCHEN; DELIZOICOV, 2010).

# Problematização Inicial

*Primeiro Momento*

*Introdução das questões e/ou situações para discussão com os alunos*

O que é um planeta?

A controversa definição recém-estabelecida de "planeta" que define o papel planetário, apesar de falha, contempla os

Steven Soter

UMA CONTAGEM HISTÓRICA DE PLANETAS

PLANETAS VÊM, PLANETAS VÃO, COMO RESULTADO DE NOVAS CONCEPÇÕES  
MODIFICADAS DO QUE UM "PLANETA" DEVE SER. A DECISÃO É  
SIMPLEMENTE OUTRO PASSO NESTA PROGRESSÃO HISTÓRICA

Boletim da SAB, Vol 18, nº 2 (1999)

O PLANETA PLUTÃO

S. Ferraz-Mello  
IAG-USP e Obs. Nacional/MTC

# Organização do conhecimento

## *Segundo Momento*

*Estudo dos saberes ainda não conhecidos ou bem compreendidos necessários para o entendimento do tema central e da problematização inicial.*



# Aplicação do conhecimento

## Terceiro Momento

*Retorno às questões iniciais e o emprego dos conceitos aprendidos em outras situações.*



**O que é um planeta?**  
A controversa definição recém-estabelecida de "planeta", que expulsou Plutão do rol planetário, apesar de falha, contempla os princípios científicos essenciais  
por Steven Soter

Boletim da SAB, Vol 18, nº 2 (1999)

**O PLANETA PLUTÃO**  
S. Ferraz-Mello  
IAG-USP e Obs. Nacional/MTC

**Corot-9b**

# Controvérsias sobre o caso Plutão

## *Atividade I*

- Conhecer o que os alunos sabem sobre a reclassificação de Plutão
- Conhecer as controvérsias que envolveram este episódio e algumas das razões de tais divergências

# Controvérsias sobre o caso Plutão

## *Atividade I*

(PI) Questionamento sobre o assunto

(OC) Leitura de dois textos não didáticos sobre o caso Plutão

Scientific American Brasil, nº 57 (2007)

**O que é um planeta?**

→ Por Steven Soter

Boletim da SAB, Vol 18, nº 2 (1999)

**O PLANETA PLUTÃO**

S. Ferraz-Mello

IAG-USP e Obs. Nacional/MTC

(AC) Apresentação dos resultados da análise dos textos

# as controvérsias

- Boletim da Sab (1999)
- Scientific American Brasil (2007)



**Tabela 02: Síntese da discussão da Atividade I**

<b>Controvérsia</b>	<b>Razões</b>	<b>Questões para discussão</b>
Classificar Plutão como planeta, asteroide ou cometa	Diâmetro Massa	Como se observa um planeta? Como se mede a massa e o tamanho de um planeta?
	Ter a Lua Caronte Tamanho de Eris Composição e órbita de Plutão	Quais são os critérios de classificação de planeta, asteroide e cometa?

# Descoberta dos planetas

## *Atividade II*

- (PI) Questionamento sobre a mudança das medidas das dimensões de Plutão
- (OC) História da descoberta dos planetas do Sistema Solar e da definição de planeta.
- (AC) Leitura de texto-síntese e resolução de questionário

# Descoberta dos planetas

## *Atividade II*

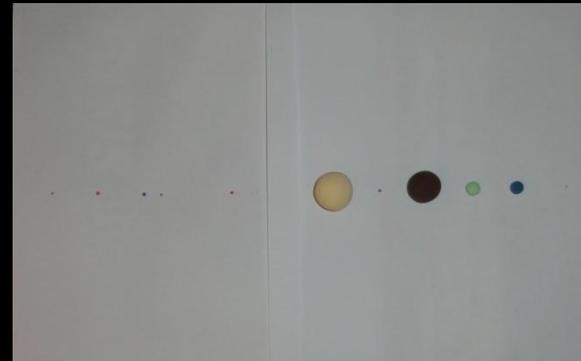
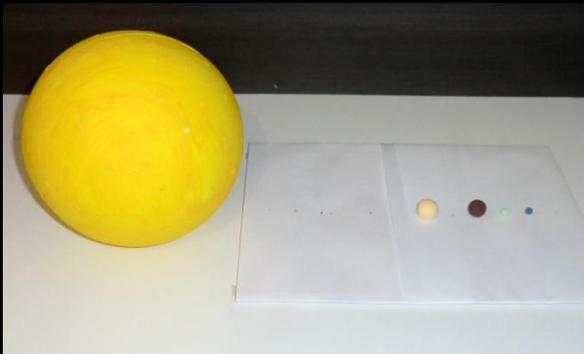
(AC) Leitura de texto-síntese e resolução de questionário

- Identificar as situações que revelam o caráter transitório do conhecimento científico e a ciência como um empreendimento coletivo.

# Medidas Astronômicas

## *Atividade III*

*Conhecer e concretizar o significado das medidas de distância e diâmetro dos planetas no Sistema Solar.*

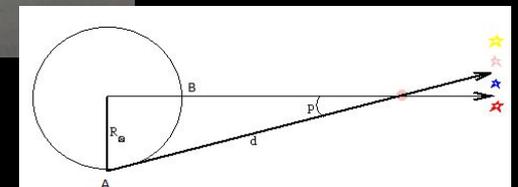
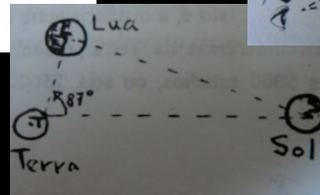
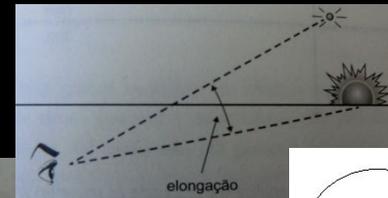
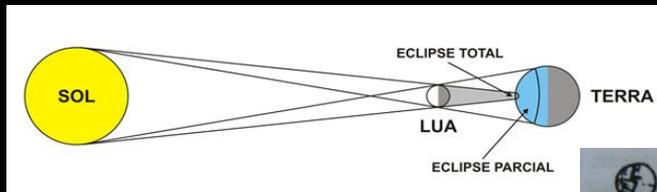


# Medidas Astronômicas

## Atividade III

*Conhecer métodos de medida de distância dos planetas utilizados ao longo da história.*

*Compreender as dificuldades que envolvem tais medições.*

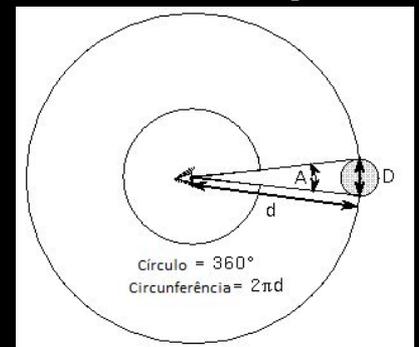


# Medidas Astronômicas

## *Atividade III*

*Conhecer como se calcula o diâmetro dos planetas através de medidas angulares.*

*Compreender as dificuldades que envolvem tais medições.*



# Medidas Astronômicas

## *Atividade III*

*Conhecer como foram feitas as estimativas do diâmetro e massa de Plutão ao longo do tempo.*

*Fornecer elementos para a compreensão da origem das controvérsias sobre a classificação de Plutão.*



# Classificação dos corpos celestes

## *Atividade IV*

- Conhecer algumas das características dos corpos celestes
- Compreender como se elabora e a importância dos esquemas de classificações para a construção do conhecimento científico.



# Classificação dos corpos celestes

## *Atividade IV*

- ( PI ) Levantamento sobre o que existe no Sistema Solar
- ( OC ) Diferenciação dos corpos celestes
- ( AC ) Classificação dos corpos celestes às escuras e debate



# classificação

**Tabela 01 - Características dos corpos celestes**

Corpos celestes	Massa (kg)	Diâmetro (km)	Inclinação da órbita à eclíptica (°)	Composição Química
A	$6 \times 10^{24}$	12.756	0	Núcleo de metal e superfície rochosa
B	$3 \times 10^{17}$	510	7	Superfície de rocha basáltica – lava congelada
C	$3 \times 10^{23}$	4879	7	Núcleo de metal e superfície rochosa
D	Entre $10^{10}$ e $10^{16}$	11	162	Uma pedra de rocha e gelo
E	$2 \times 10^{27}$	142.984	1	A atmosfera gasosa é seguida por hidrogênio líquido, hidrogênio metálico líquido e núcleo rochoso
F	Entre $10^{10}$ e $10^{16}$	6	14	Uma pedra de rocha e gelo
G	$1 \times 10^{22}$	2302	17	Mistura de rochas e gelo.
H	$9 \times 10^{17}$	950	10	Apresenta material mais denso no centro e minerais mais leves perto da superfície. Acredita-se que contém grande quantidade de gelo.
I	?	2500	47	Composto de uma mistura sólida de gelo e rocha

**Tabela 02 – Classificação do Grupo**

Categorias	Corpos celestes	Critérios de classificação
Asteroide		
Cometa		
Planeta		
Planeta Anão		

# Definição de planeta

## *Atividade V*

- Síntese do que foi discutido
- Utilizar os conceitos aprendidos para se posicionar em relação à reclassificação de Plutão.



# Definição de planeta

## *Atividade V*

- ( PI ) Elaborar uma proposta para definir planeta
- ( OC ) Entrega de um esquema com informações estudadas ao longo do curso
- ( AC ) Debate



# Avaliação Final

## *Atividade VI*

(AC) Questionário investigando as concepções dos alunos em relação à transitoriedade da ciência e ao grau de confiabilidade atribuído a este saber.

(AC) Redação sistematizando o que aprendeu ao longo do curso.

# Avaliação Final

## *Atividade VI*

- Mapear a compreensão dos alunos sobre as razões da reclassificação de Plutão.
- Verificar mudança da posição dos alunos em relação à transitoriedade da ciência e ao grau de confiabilidade atribuído a este saber.
- Momento de auto-avaliação