



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



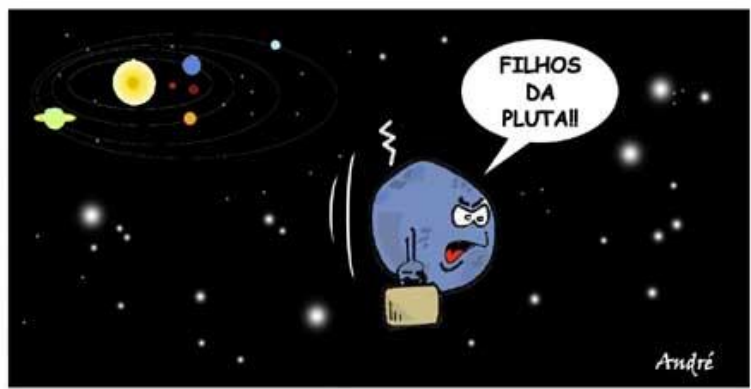
NÓS TINHAMOS NOVE
PLANETAS.

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

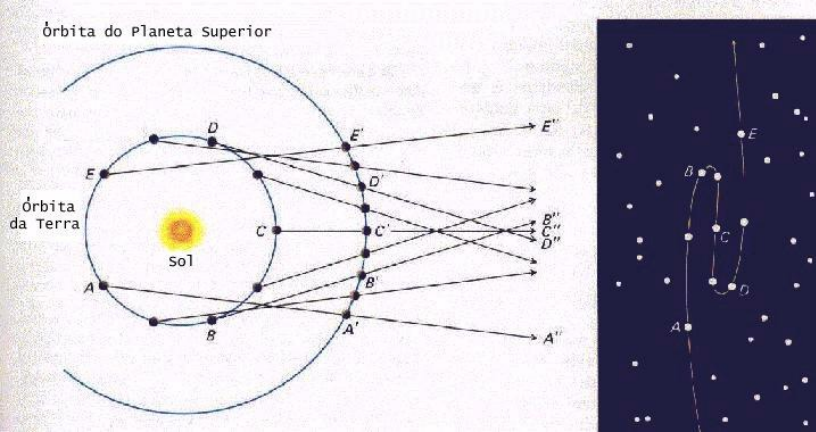


Plutão é
excluído
do
Sistema
Solar

FILHOS
DA
PLUTA!!



André

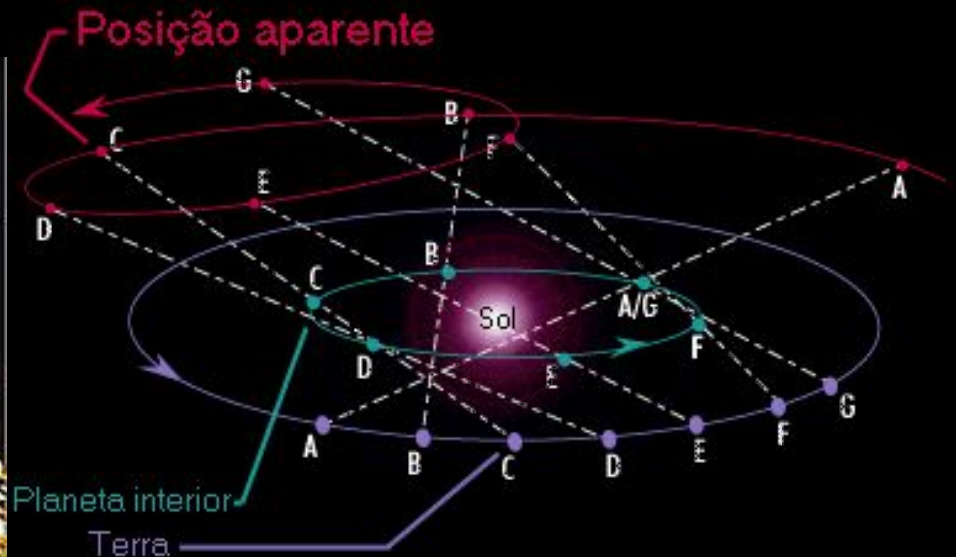


O que é um planeta?

1ª definição: as “estrelas errantes”

Nossos ancestrais perceberam, que havia pontos de luz, parecidos

com as est

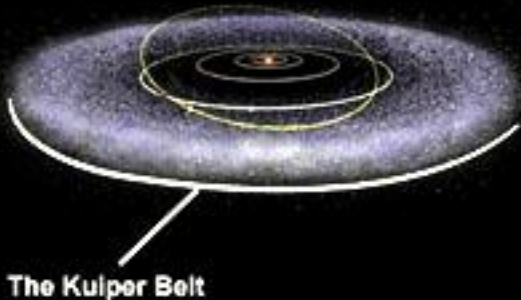


O que é um planeta?

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

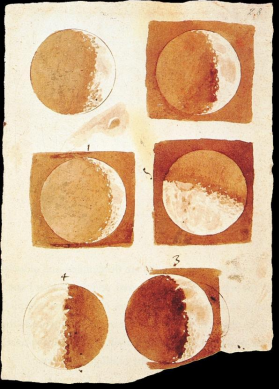


26ª Reunião da IAU

nova definição de planeta 2006

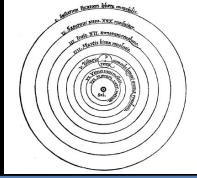
- (a) está em órbita ao redor do Sol ,
- (b) tem massa suficiente para que sua auto-gravidade supere as forças de corpo rígido de modo que ele assume uma forma de acordo com o equilíbrio hidrostático (aproximadamente redondo), e
- (c) limpe a vizinhança em torno de sua órbita.

Plutão na linha do tempo...



Primeiros registros
Fases da Lua em rochas

Anaximandro, Pitágoras, Aristóteles,
Aristarco de Samos, Eratóstenes e
Hiparco



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

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

Publicado Princípios de Newton

Herschel descobre Urano

Tombaugh descobre Plutão

Ida do homem a Lua

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.

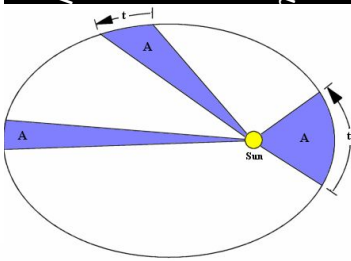
1510
Kepler □ leis e forma das órbitas

1610
Halley percebe que as estrelas se
movimentam no espaço

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

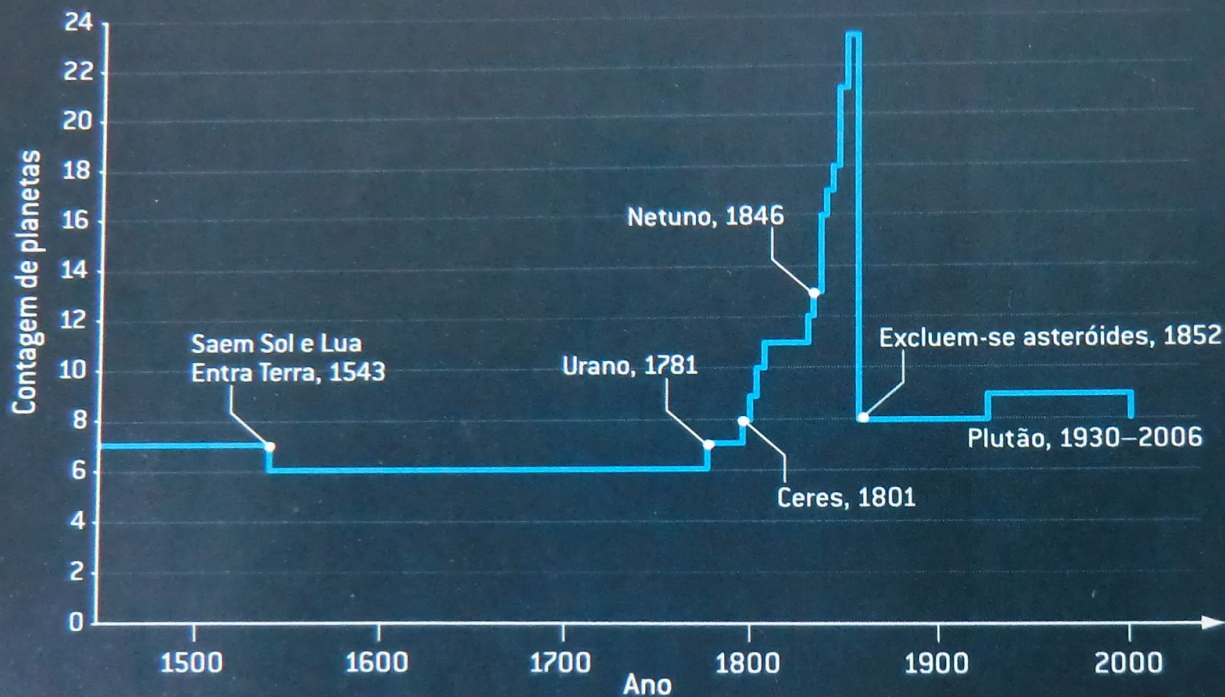
1930
Caronte (Lua de Plutão) é
descoberta

1969
1978
2006
2015
New Horizons chega próximo a
Plutão

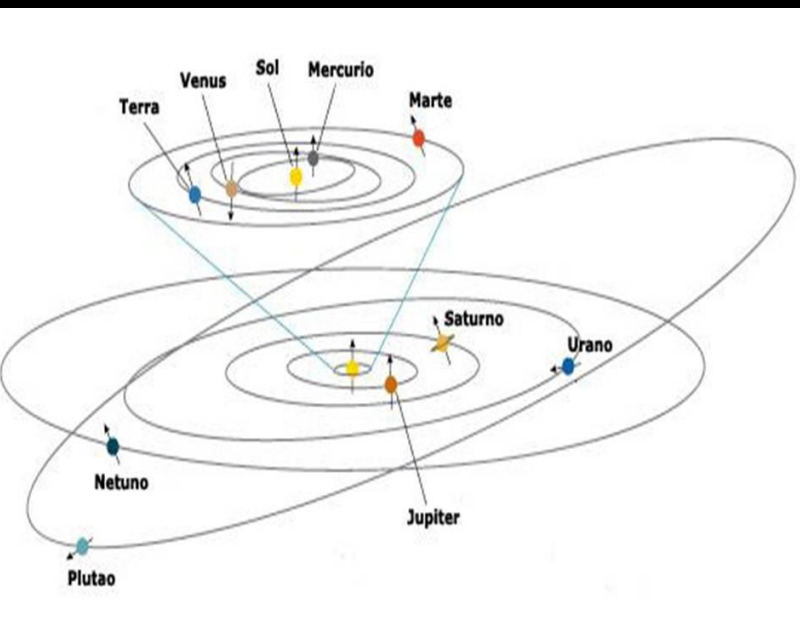


UMA CONTAGEM HISTÓRICA DE PLANETAS

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



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

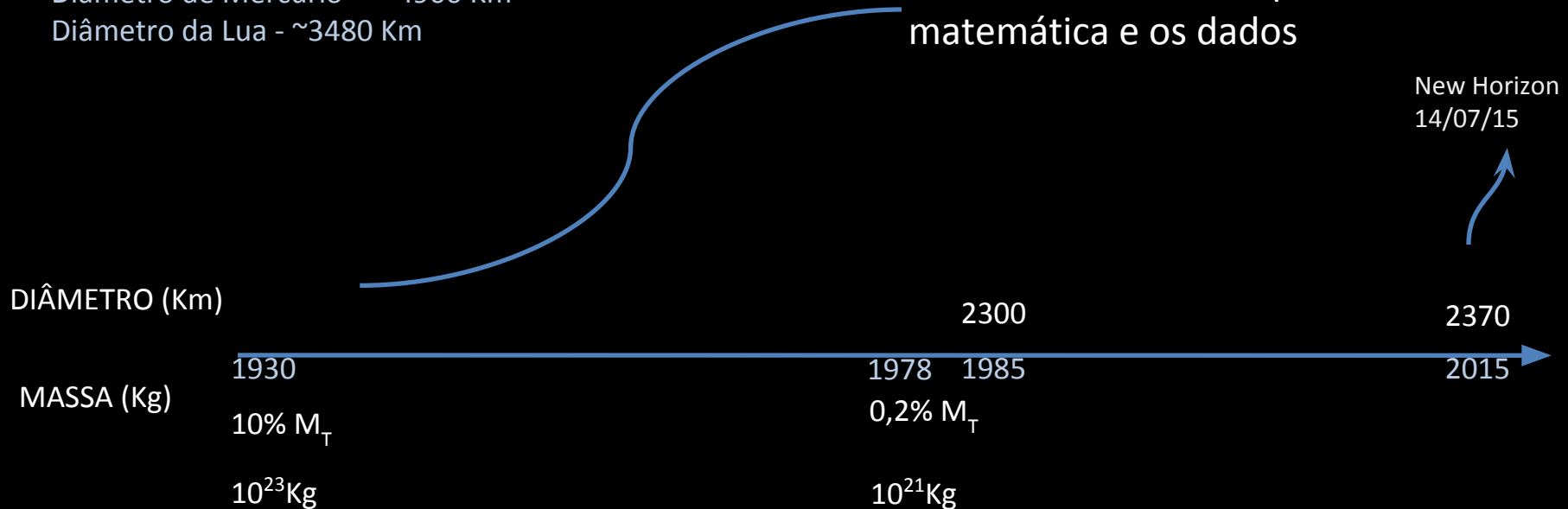
- Inclinação da órbita
- Caronte com mais da metade do tamanho de Plutão
- as demais Luas tem por volta de 1% do tamanho do seu planeta
- Plutão é menor do que se esperava



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 - ~ 6×10^{24} Kg

Massa de Mercúrio - ~ 3×10^{23} Kg ~ 5% da M_T

Massa da Lua - ~ 7×10^{22} Kg ~ 1% da M_T

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

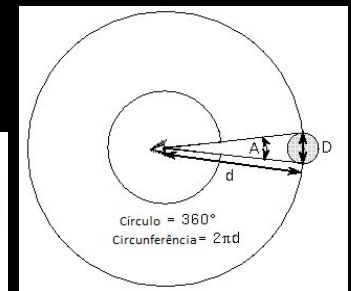
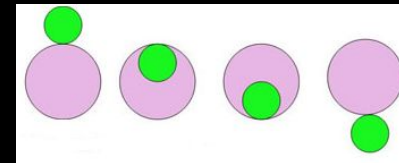
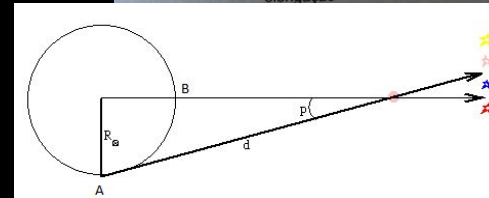
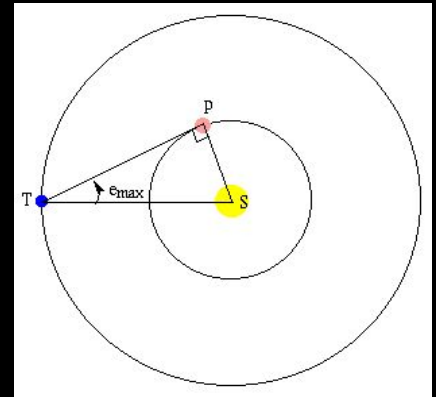
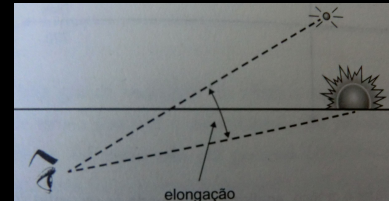
- Elongação
- Paralaxe
- Radar

- Diâmetro

- Medida angular
- Ocultação (1978)

- Massa

- Lei da gravitação universal

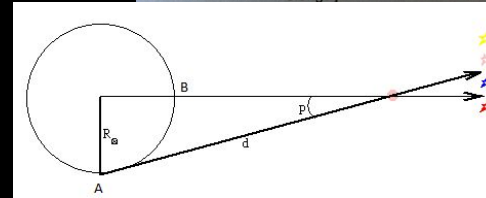
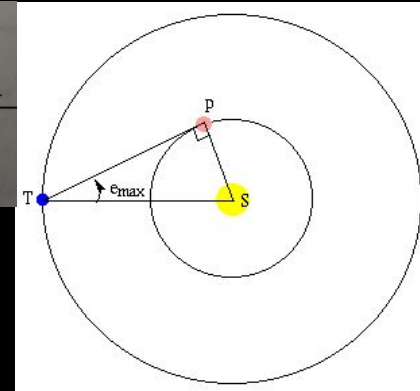
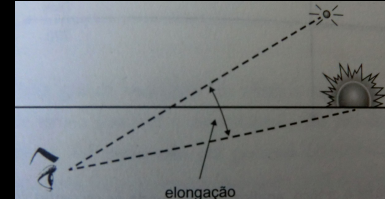


$$F_g = G \times \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$$

Medindo distâncias

• Distância

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



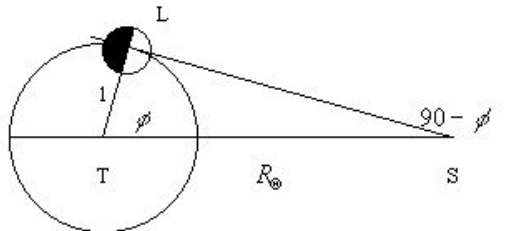
$$\text{Sen } p = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{Hipotenusa}} = \frac{\text{Raio da Terra}}{d}$$

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

Observações de posições ortogonais (90°)
Ou no mesmo ponto com 6h de diferença (1/4 de 24h)

Aristarco de Samo III a.C.

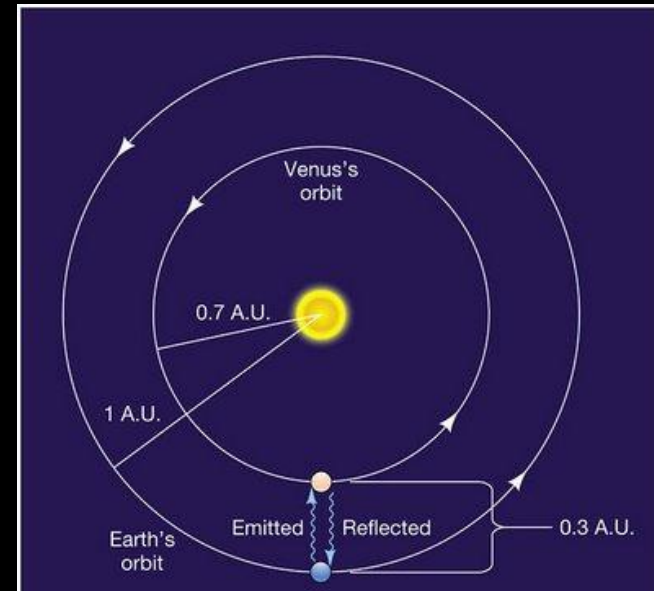
$$S (\text{ida + volta}) = (v (\text{velocidade da luz}) \times t (\text{ida + volta}))$$



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

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

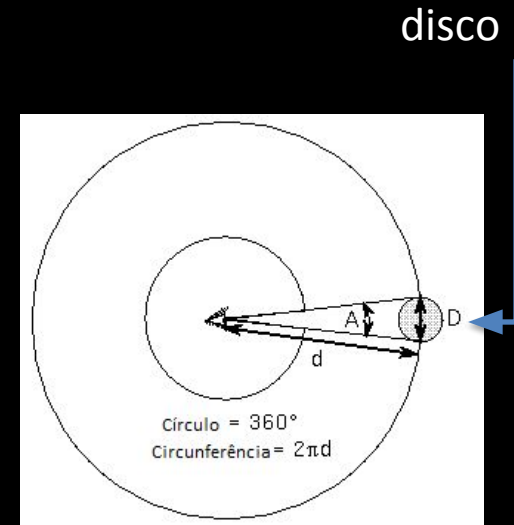
$$\text{Cos } 89,86 = \frac{d_{TL}}{d_{TS}} \\ d_{TS} = 400 d_{TL}$$



Medindo diâmetros

- Diâmetro

- Medida angular
- Ocultação (1978)



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

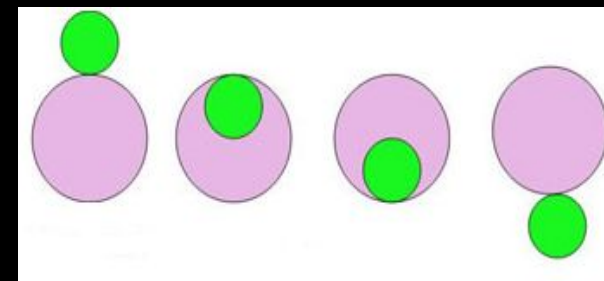
$$\hat{A} - 360^\circ$$
$$D - 2\pi d$$

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

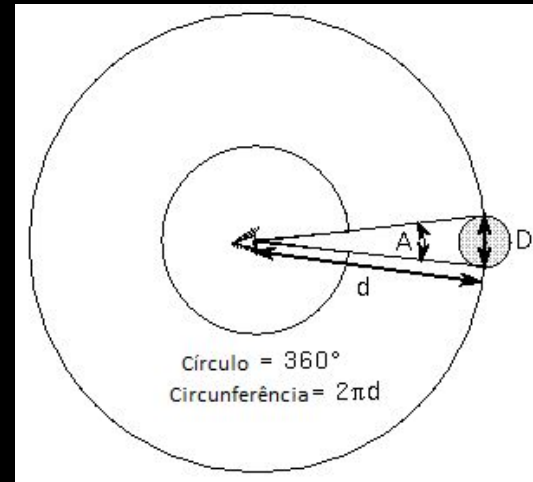
Conhecendo-se a velocidade do objeto em movimento, obtêm-se seu diâmetro medindo-se o intervalo de tempo do início da ocultação até que ele fique totalmente na frente do outro.

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?

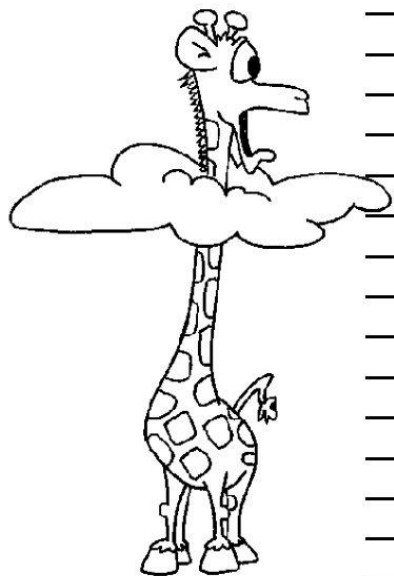
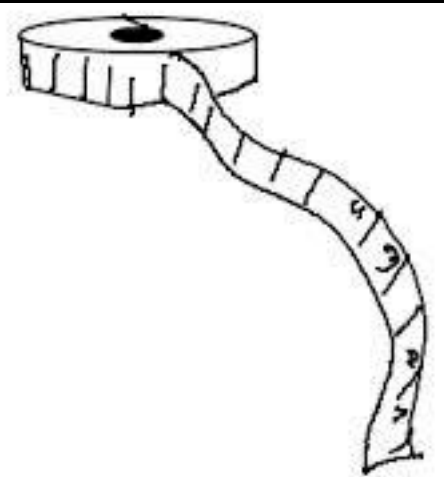


$\hat{A} - 360^\circ$
D - Comprimento da circunferência

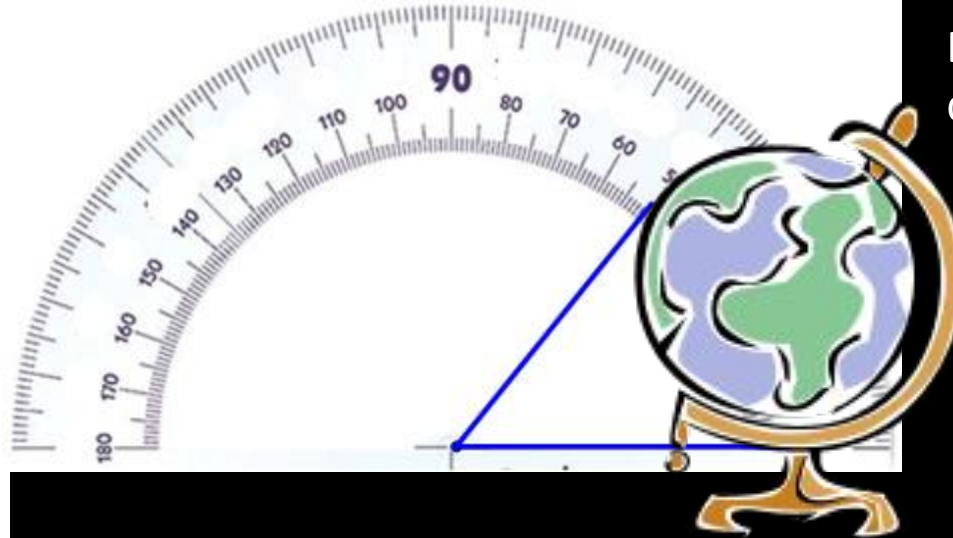
$\hat{A} - 360^\circ$
D - $2\pi d$

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

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

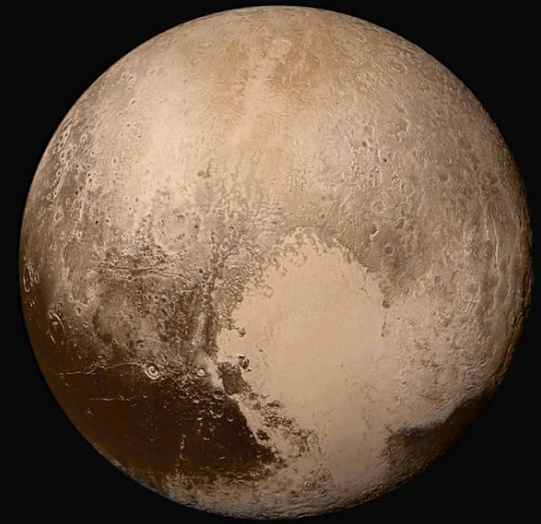
Alan Stern, pesquisador que chefia a missão New Horizons da NASA com destino a Plutão

“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

Episódios	Natureza da ciência
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



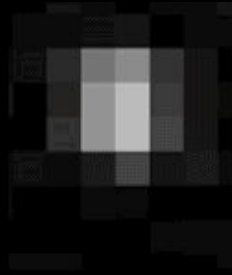
14 de Julho de 2015 a Sonda New Horizons chegou ao seu ponto mais próximo de Plutão. Um grande marco para a história da exploração espacial.



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

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

¹(DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNANBUCO, 2002)

²(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 NESSA 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

Controvérsia	Razões	Questões para discussão
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

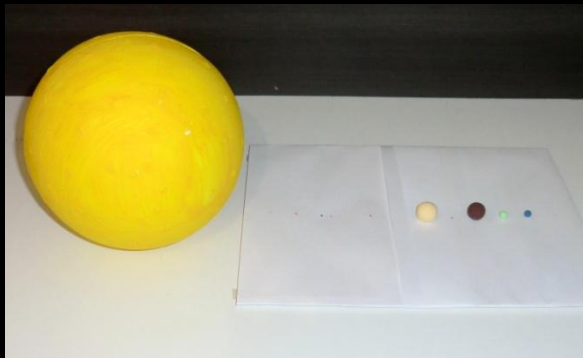
(AC) Leitura de texto-síntese e resolução de questionário

- 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.

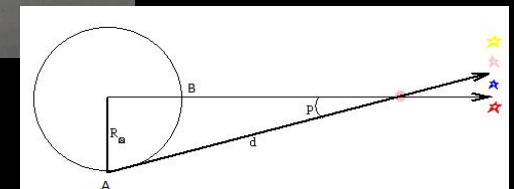
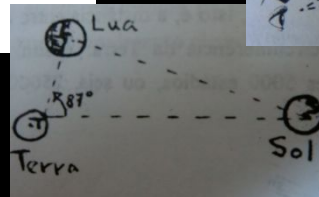
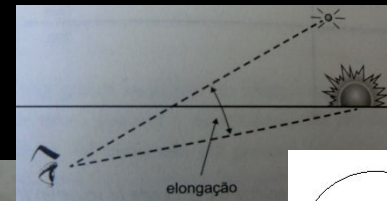
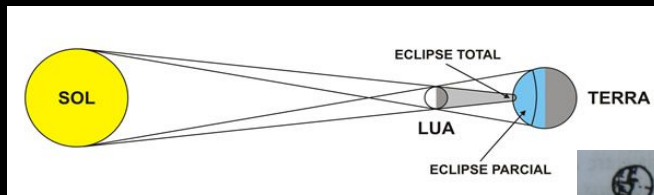


Medidas Astronômicas

Atividade III

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

Compreender as dificuldades que envolvem tais medições.

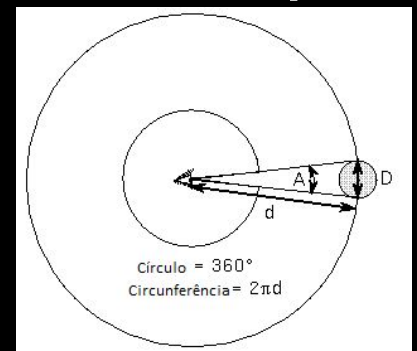


Medidas Astronômicas

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

(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	6×10^{24}	12.756	0	Núcleo de metal e superfície rochosa
B	3×10^{17}	510	7	Superfície de rocha basáltica – lava congelada
C	3×10^{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	2×10^{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	1×10^{22}	2302	17	Mistura de rochas e gelo.
H	9×10^{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