

**Sussurros do Universo:
do Misticismo às
Observações Cósmicas
de Precisão**

Elcio Abdalla

A Mitologia e a Cosmologia

O olhar em direção aos Céus

- *Vertente prática*
- *Marcação do tempo*
- *Colheitas*
- *Previsões de fenômenos*

- *Vertente mística*
- *Visão universal*
- *Compreensão do Início*
- *Religiosidade e mitologia*

A Terra Plana

- *A cosmologia babilônica baseava-se sobre 2 santuários, Eridu (golfo) e Nipur*
- *A Terra era considerada plana, cercada pelo Oceano*
- *Os mitos eram a fonte de inspiração*

Mitos

- *Caos juntou-se a Nix (noite): filhos*
- *Erebo (escuridão) casou-se com Nix: Eter (luz) e Hemera (dia)*
- *Hemera e seu filho Eros criaram Pontus (Mar) e Gaia (Terra) que gerou o Céu (Urano)*

- *Gaia e Urano geraram os 12 Titãs, entre eles Cronos e Rhea, 3 ciclopes e três gigantes*
- *Farta do apetite sexual de Urano, Gaia pediu ajuda aos filhos*
- *Cronos castrou Urano que amaldiçoou o filho*
- *Dos testículos de Urano nasceu Afrodite, de seu sangue, as Erínias*
- *Cronos casou-se com Rhea. Comia seus filhos*
- *Zeus foi salvo por Rhea sendo criado no Monte Ida*

- *Zeus retorna, exila Cronos e os Titãs no Tártaro, casa-se com Hera e abre a época dos deuses Olímpicos.*
- *Gerou filhos e filhas, deuses e mortais*
- *Estas histórias, ricas de detalhes, mostram partes do psiquismo humano e sua busca*

A criação o do univer so



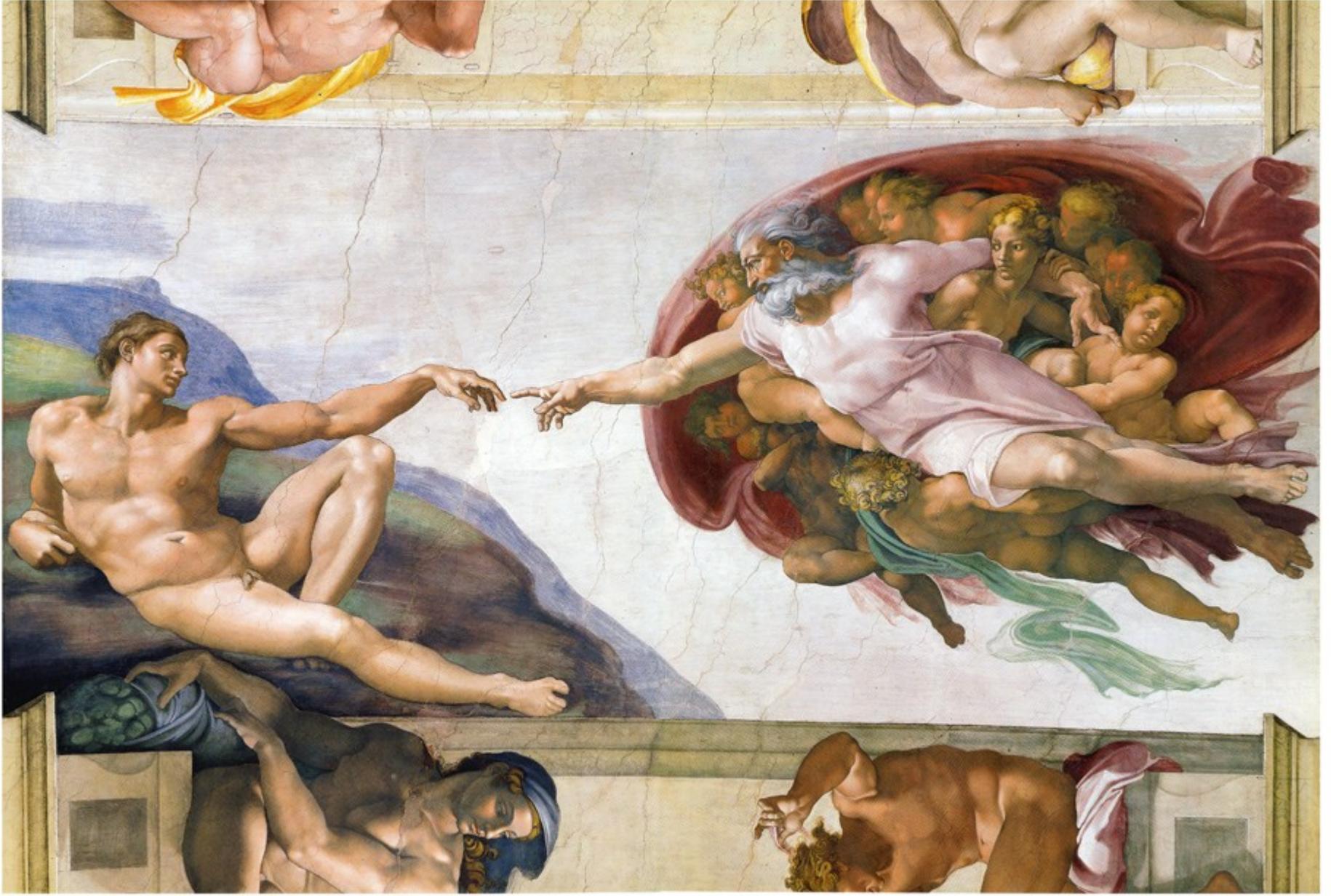


A Criação do Sol



A Criação do Ser Humano

- *Dentro dos Mitos a criação do Homem sempre tem papel central.*
- *Para os Gregos, Prometeu trouxe o fogo, que dá idéia de primórdios da civilização.*
- *Para as religiões monoteístas, Deus criou o Homem com certa cultura ...*



**O Mito do
Saber, da
Tentação, o
Inconsciente, o
Herói ...**



Os primeiros conhecimentos científicos sobre o Cosmos

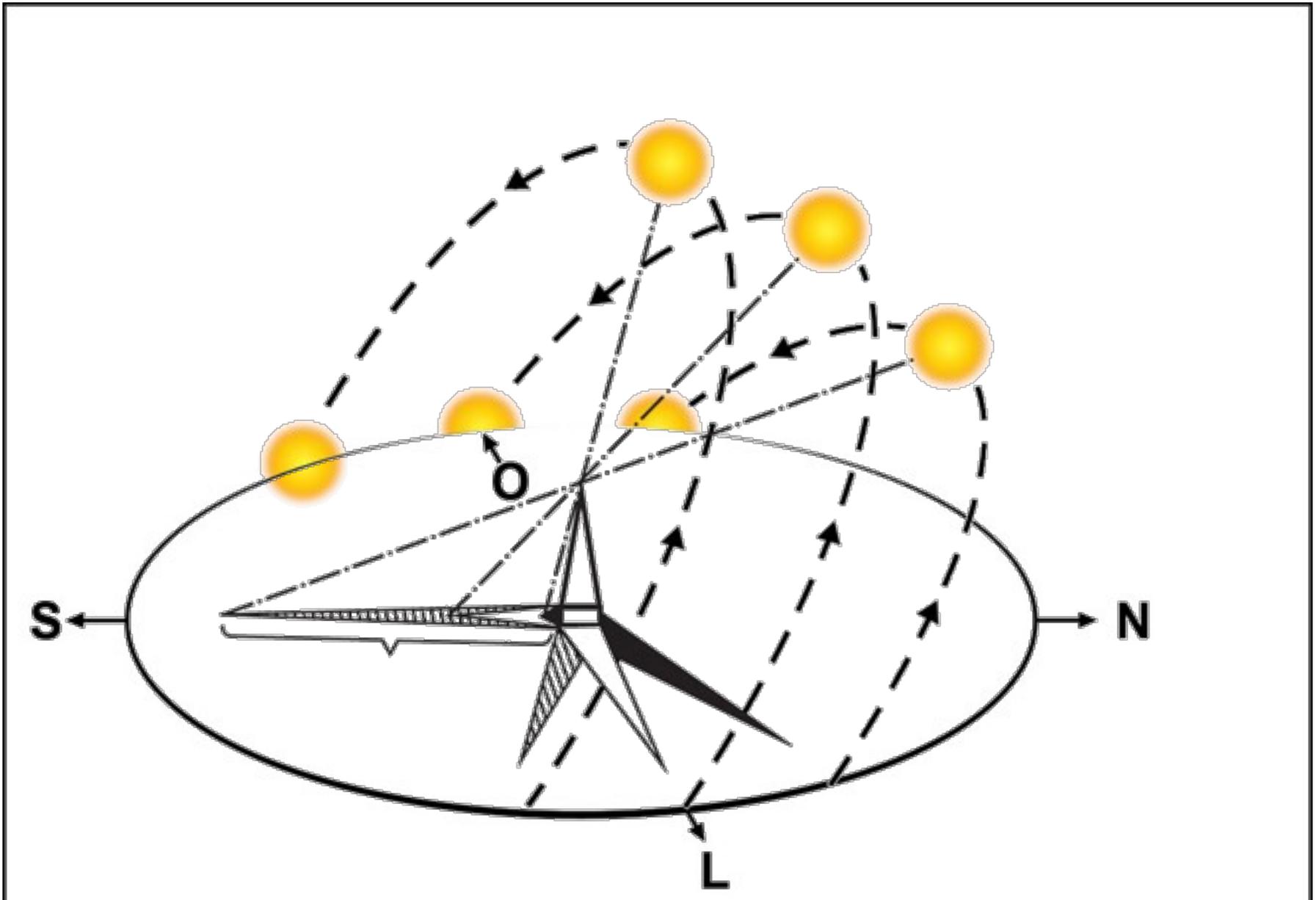
O Universo em Tempos Imemoriais.



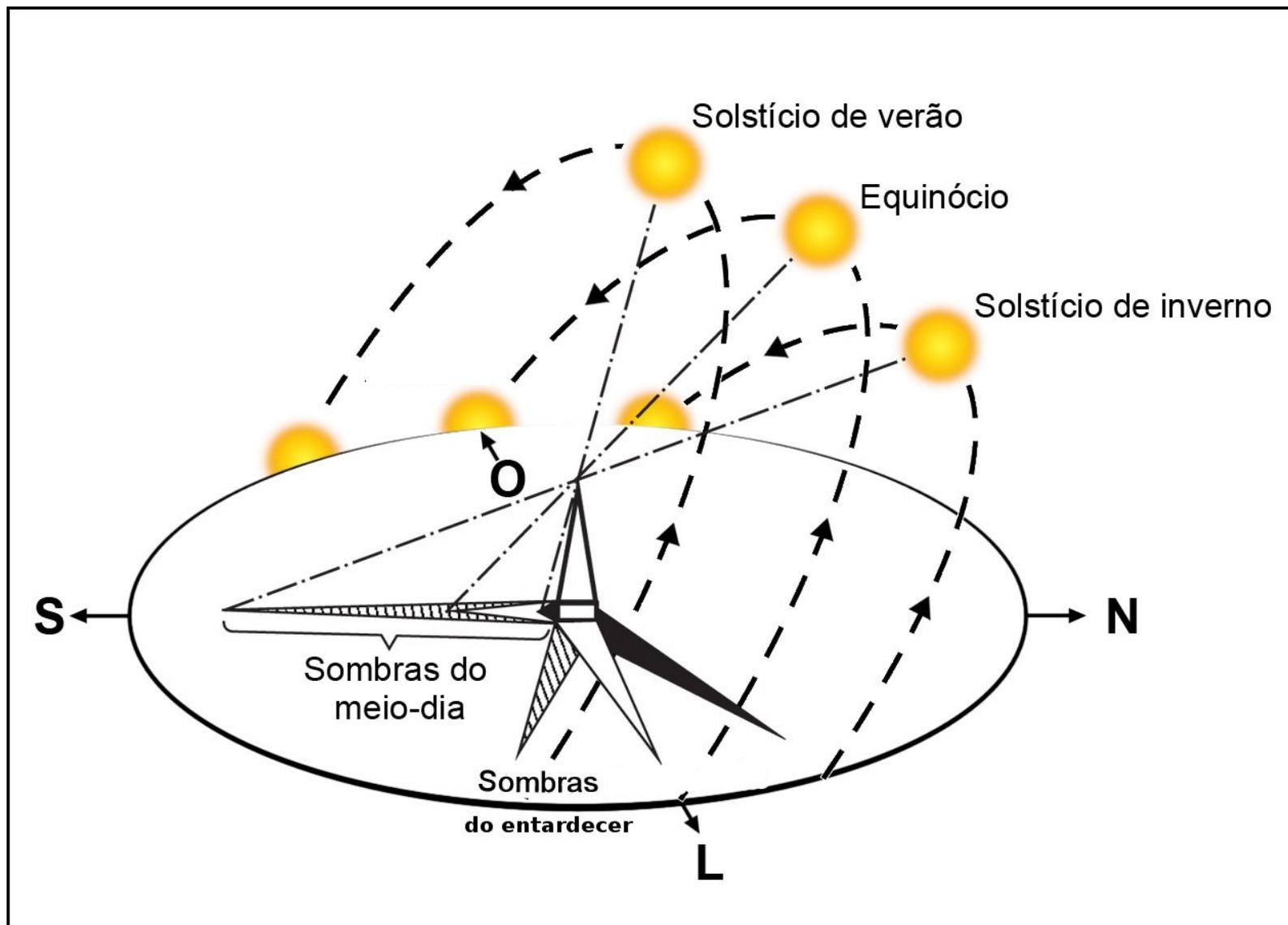
A Terra Redonda

- *Há indícios do conhecimento de dias mais longos em altas latitudes entre os antigos gregos (talvez mesmo em Homero)*
- *Segundo Heródoto, os fenícios circumnavegaram a África vendo o Sol à direita ao irem para Oeste.*
- *A idéia de Terra redonda provavelmente nasceu no século quinto A.C.*

Movimentos do Sol



Movimentos do Sol



Movimentos da Lua

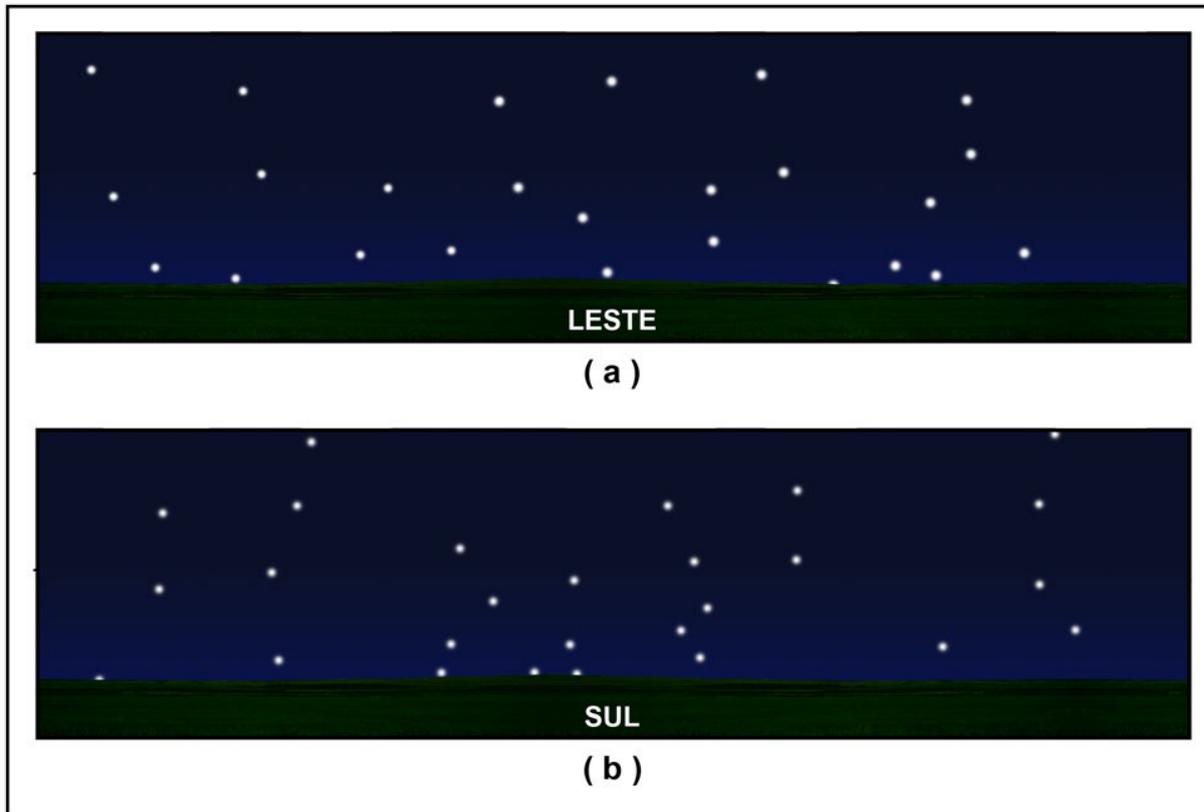
- *Os movimentos da Lua são mais complexos*
- *Hoje sabemos que o plano de movimento lunar tem uma inclinação de 5 graus*
- *Apesar disto, eclipses foram previstas por Tales (585 A.C.)*

As Medidas de Tempo

- *As primeiras observações visavam a noção de tempo e sua medida*
- *O movimento das estrelas é perfeito para a medida de tempos curtos*
- *As estrelas têm um movimento diário com período de 23 h 56 min (360 x 4 min corresponde a cerca de um dia)*

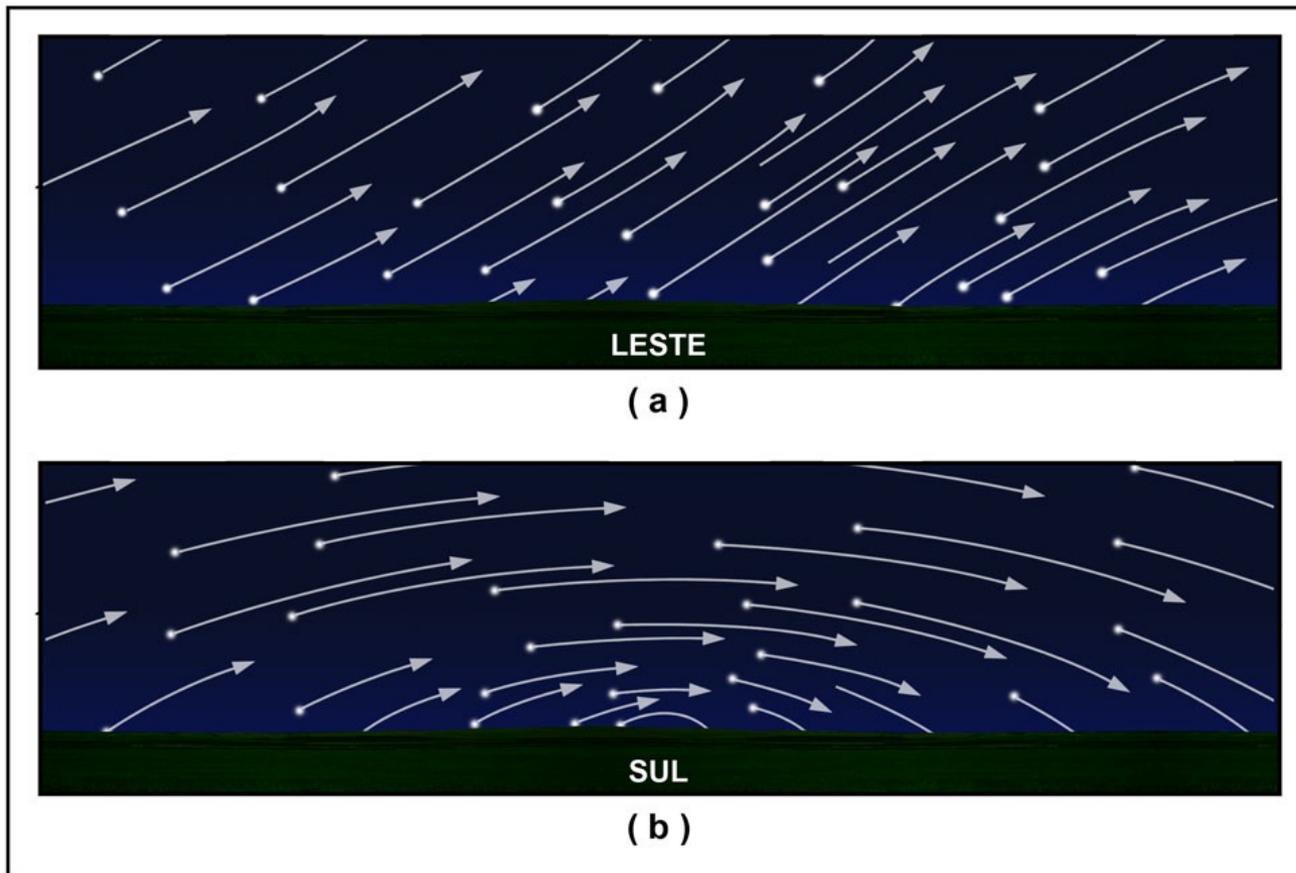
Medidas de Tempo

- *As estrelas paradas no céu (hem. Norte).*



Medidas de Tempo

- *As estrelas em movimento no céu (hemisfério Norte).*



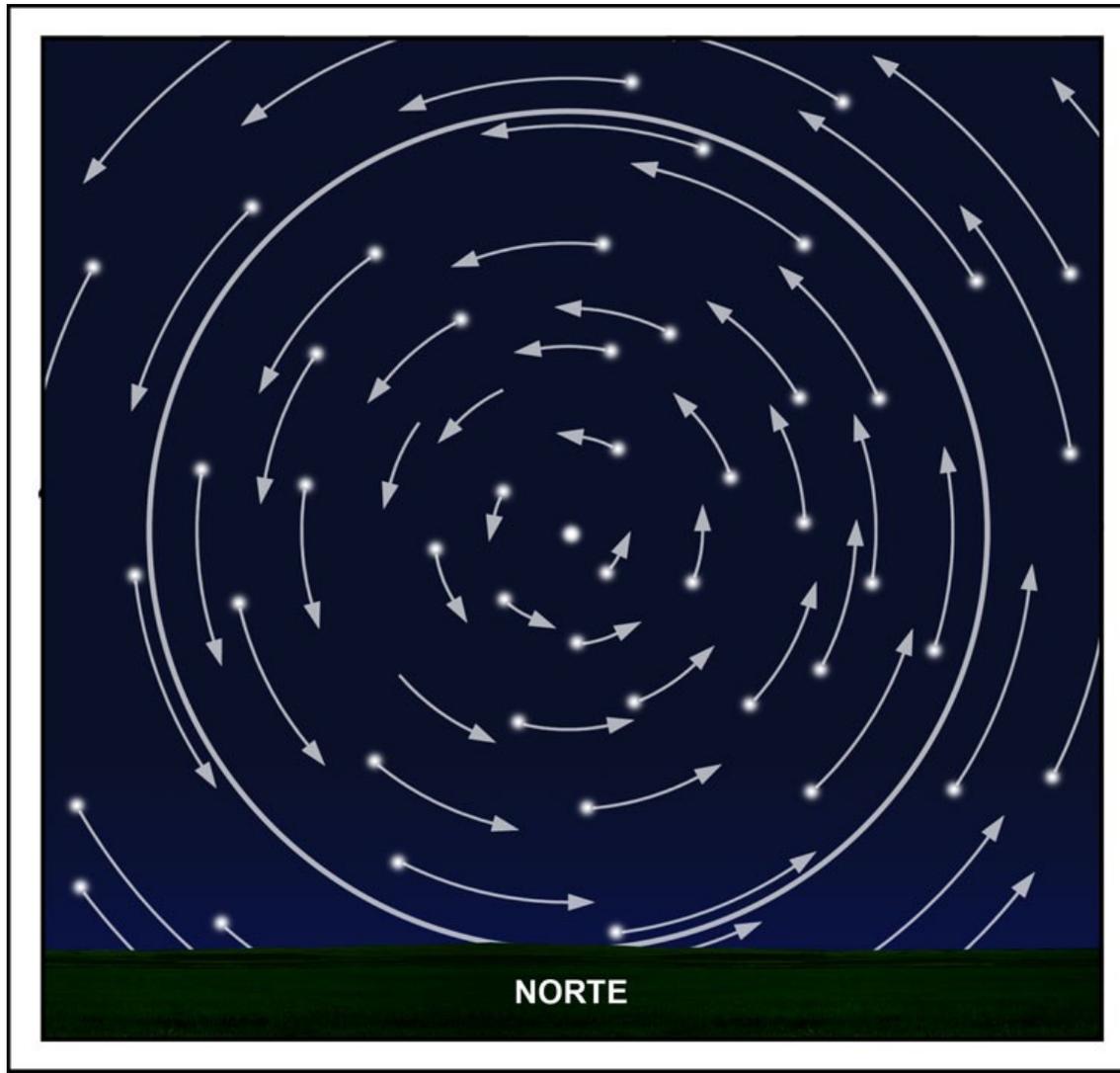
Movimento das Estrelas

- *Estrelas
perto do
Norte
(hemisfério
norte)*

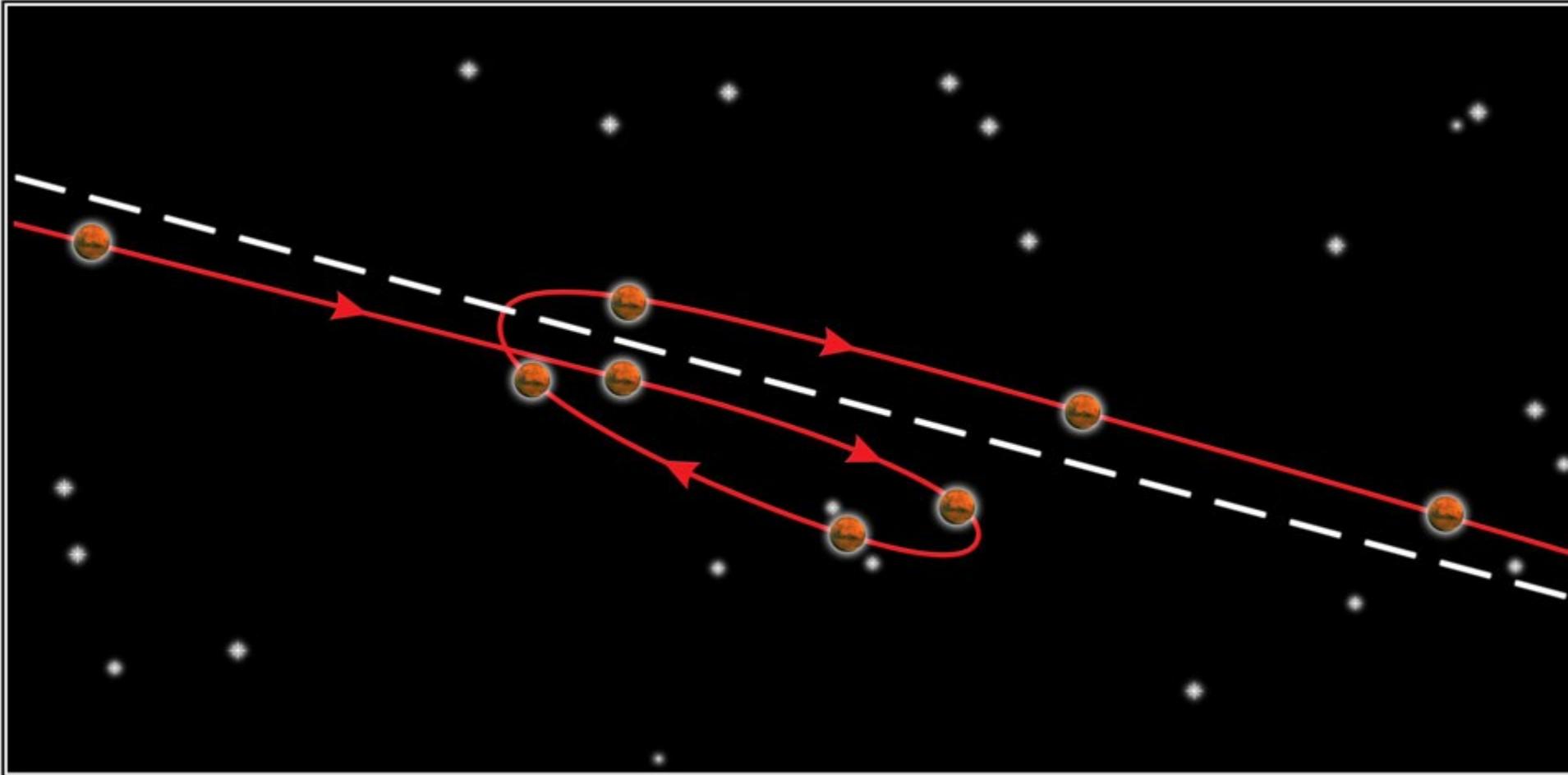


Movimento das Estrelas

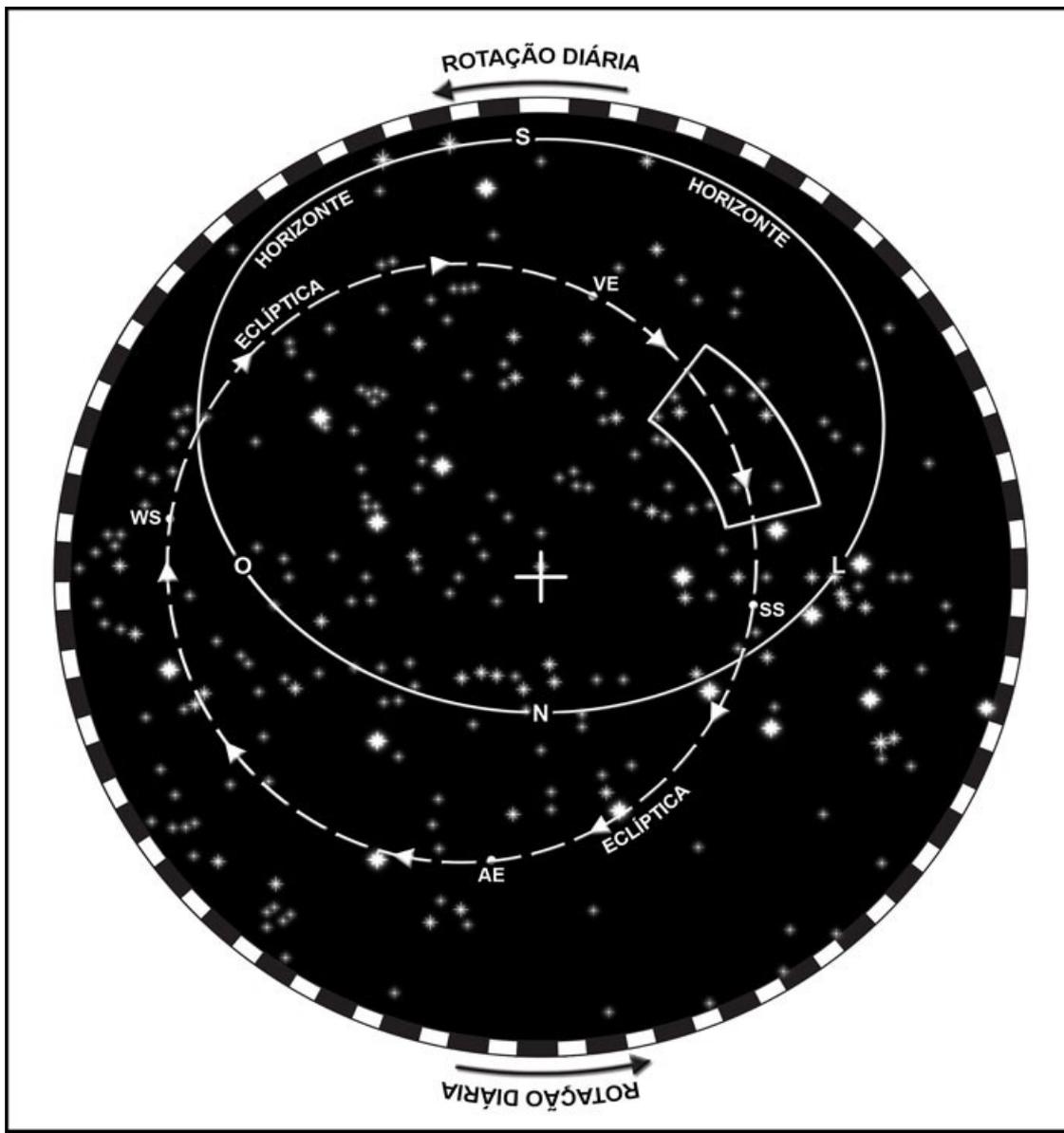
- *Estrelas perto do Norte (hemisfério norte)*



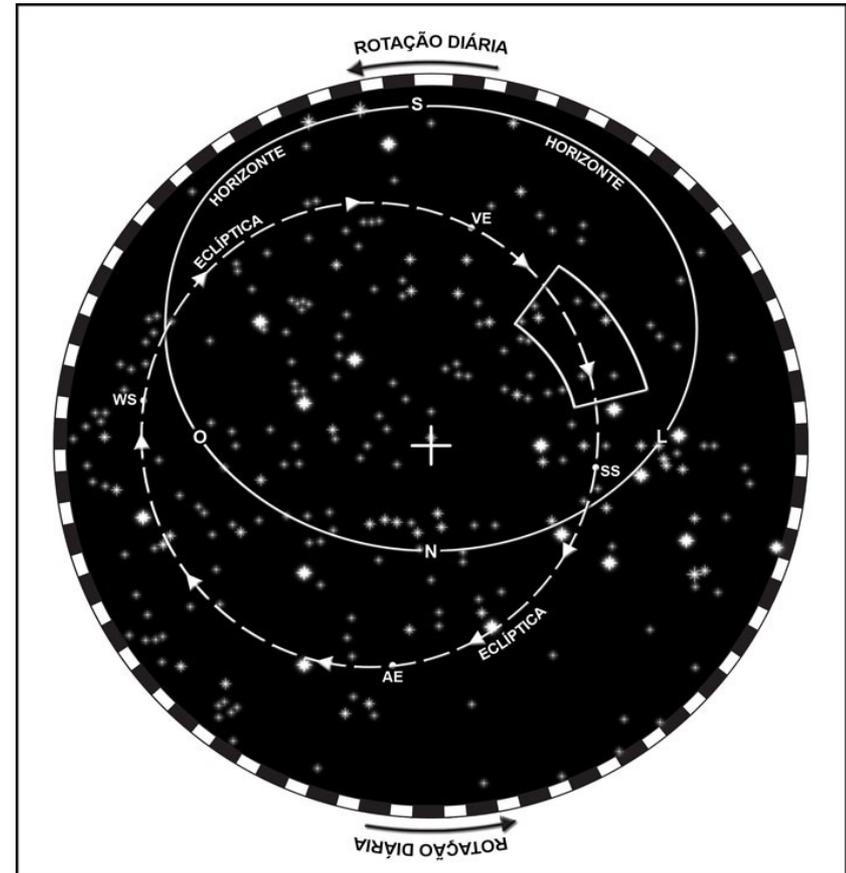
Movimento Planetário



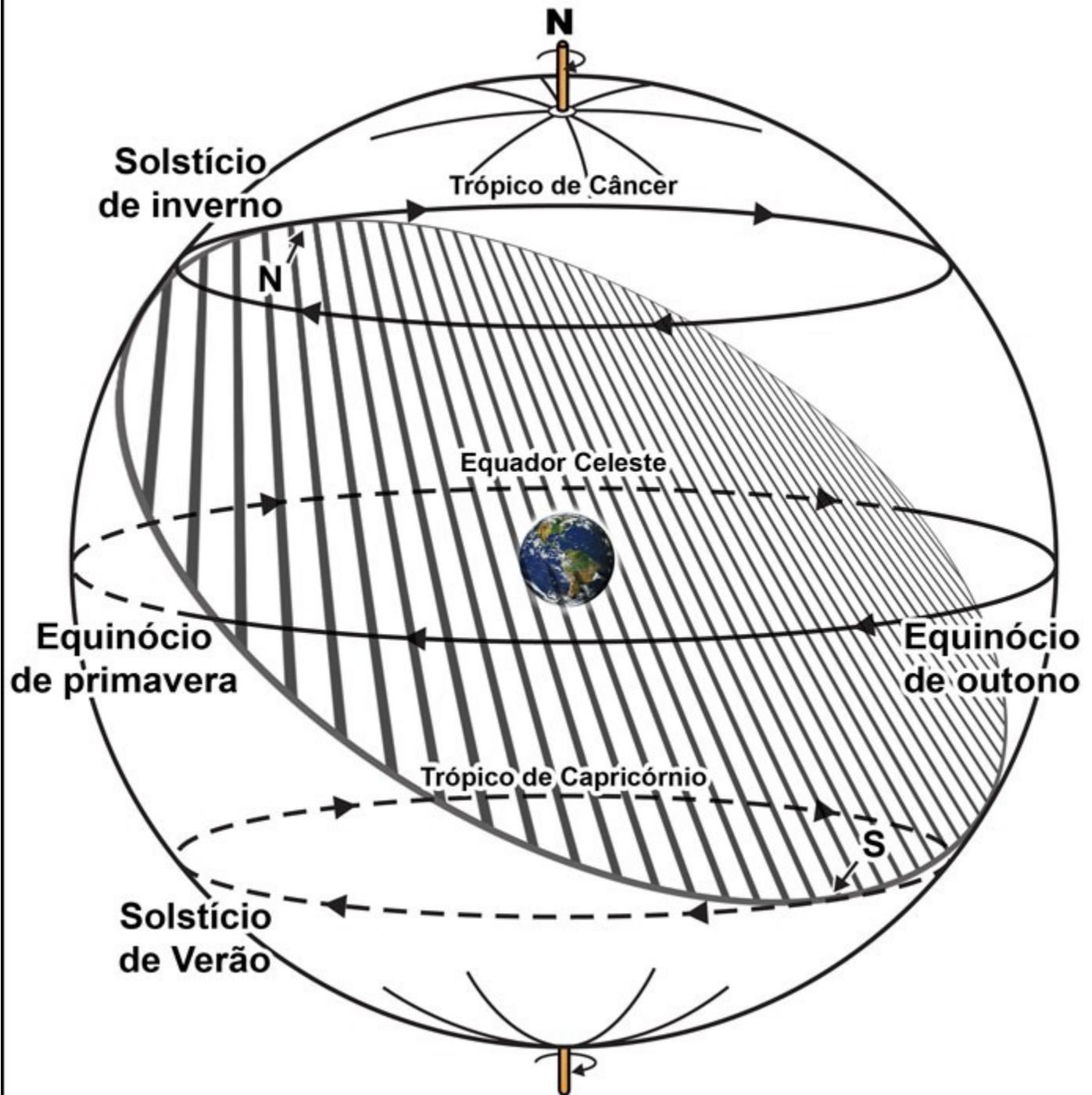
Mapa Estelar



Mapa estelar: este mapa estelar contém as estrelas visíveis para um observador a 45° de latitude Norte.



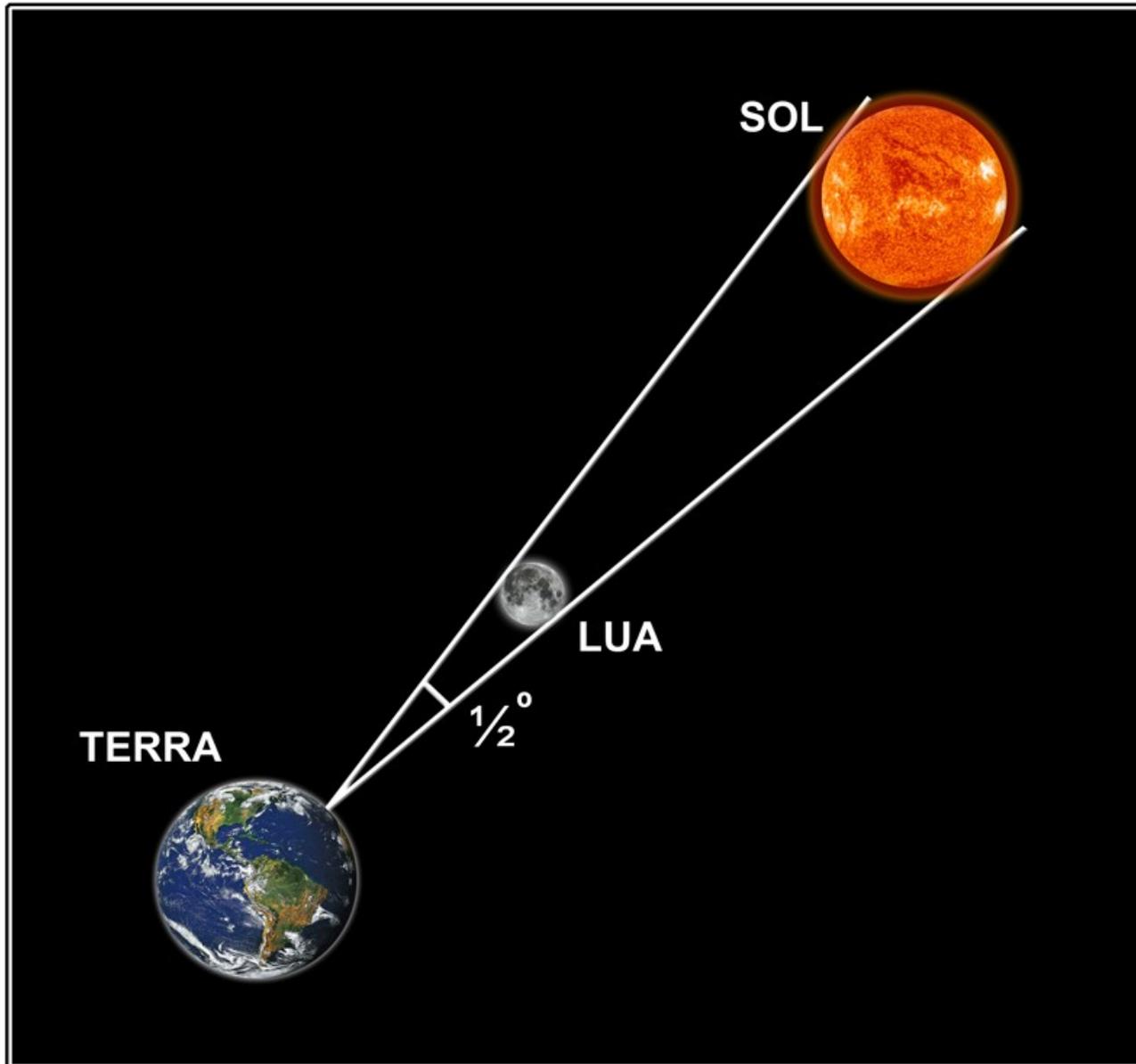
A Esfera Celeste



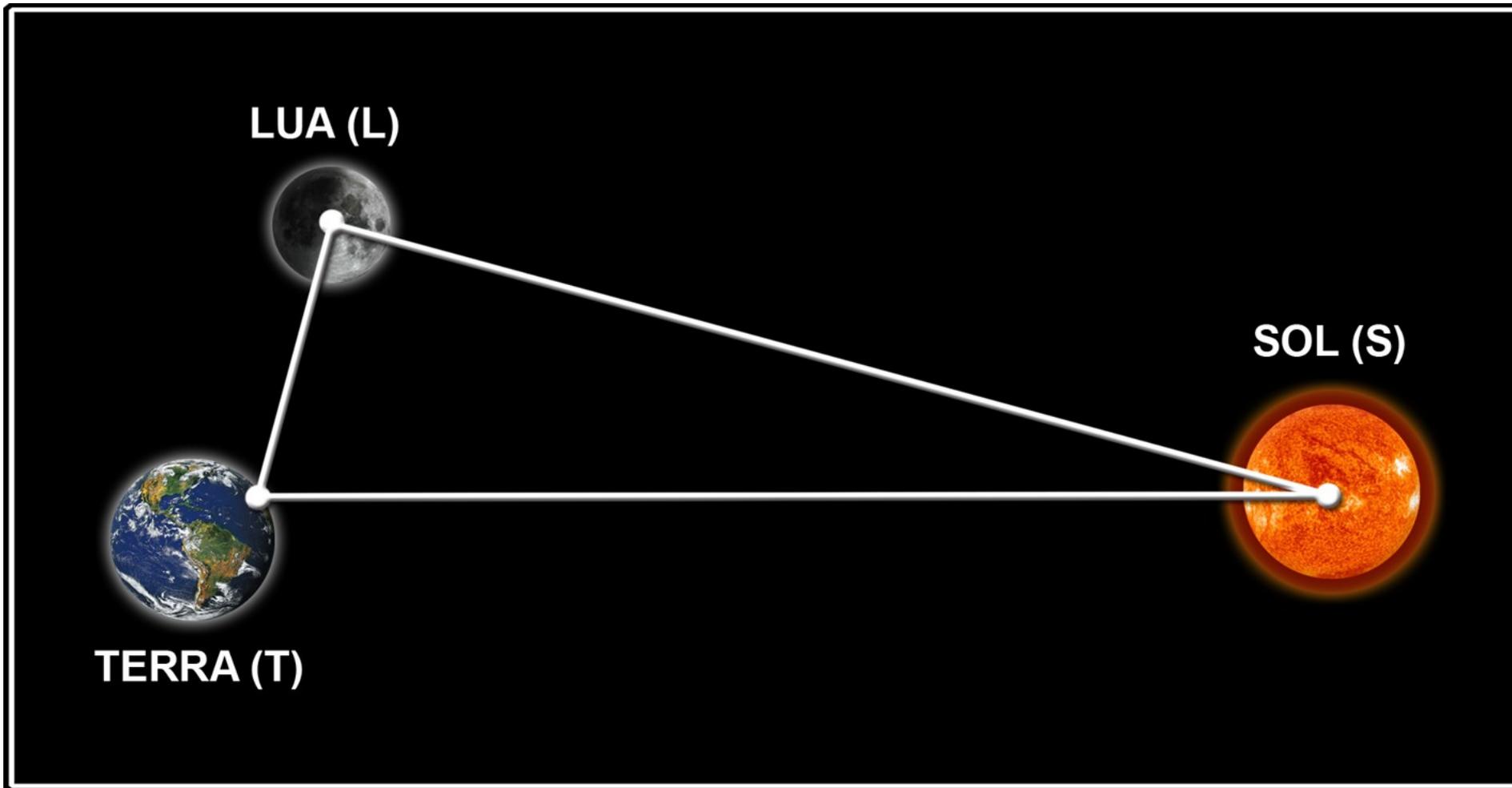
Medidas de Distância

- *A medida do raio da Terra por Eratóstenes*
- *Sol a pino em Alexandria*
- *Medida da sombra em Siena (a 5000 estádios)*
- *Eratóstenes achou 250.000 estádios*
- *Resultado correto em 5% (excelente!)*

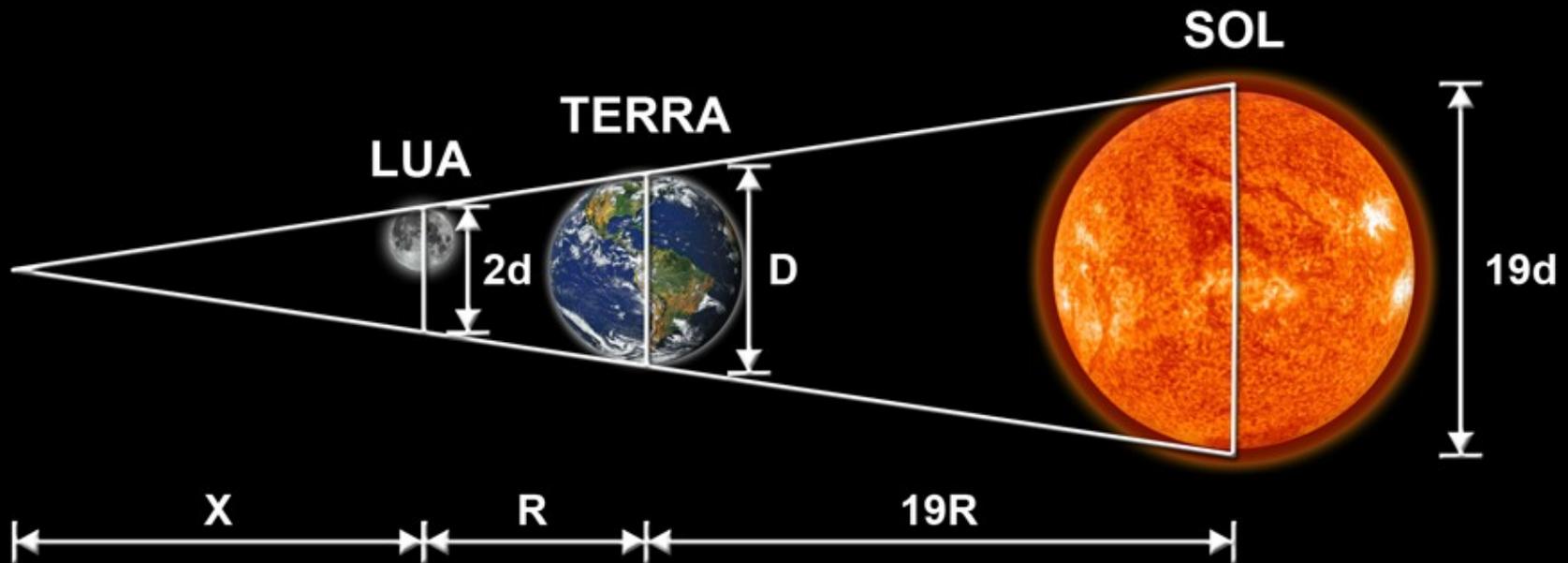
Distância à Lua e ao Sol



Distância à Lua e ao Sol



Distância à Lua e ao Sol



Distância à Lua e ao Sol

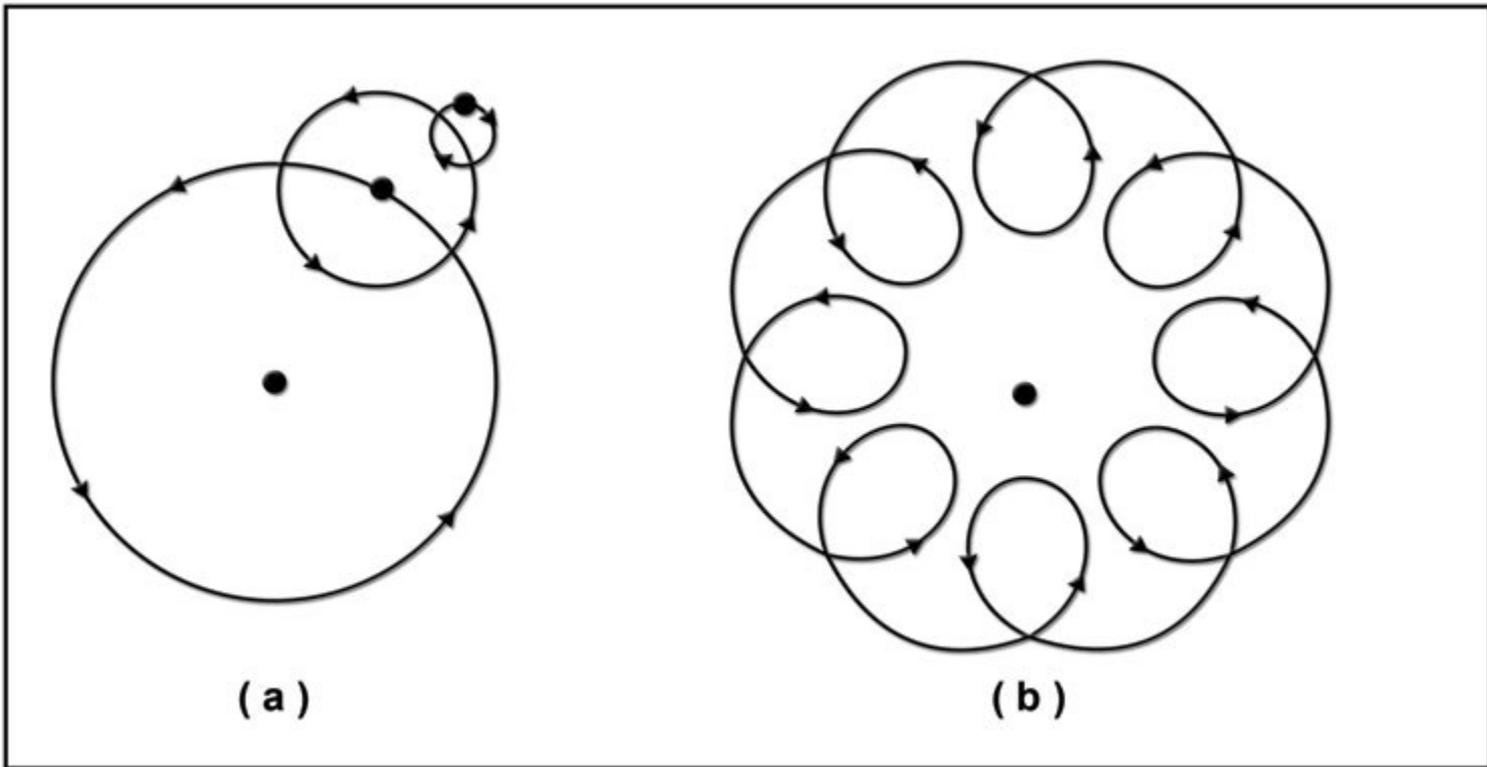
- *Usando-se o ângulo medido por Aristarco para 1/2 lua (87 graus)*
$$x/2d = (x+20R)/19d = (x+R)/D$$
- *Usando o valor correto (89° 51')*
$$x/2d = (x+401R)/400d = (x+R)/D$$

Distância à Lua e ao Sol

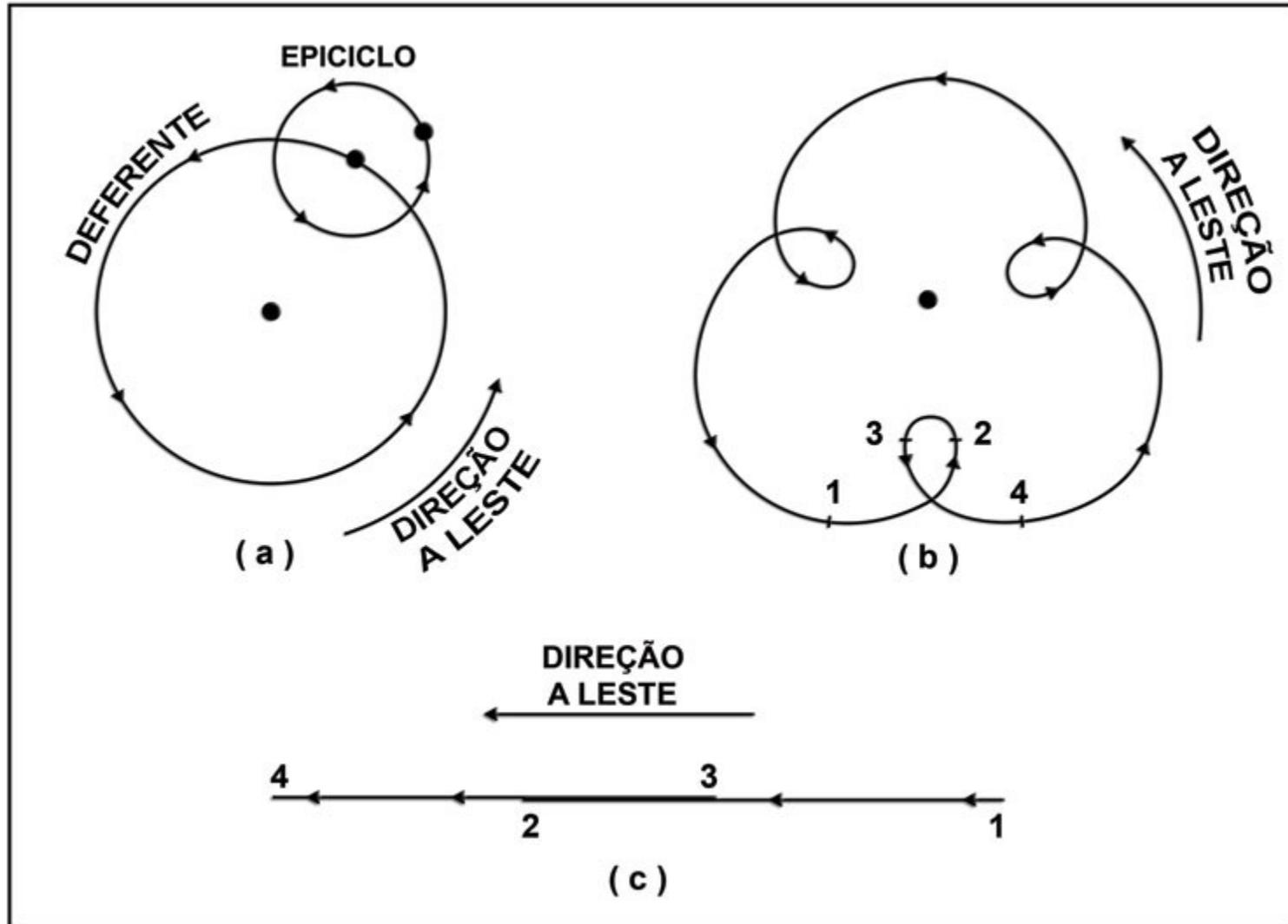
- *Para Aristarco:*
- $d=0.35 D$
- $R_{sol}=6.6 R_{terra}$
- *Com valor correto temos:*
- $d=0.33D$
- $R_{sol}=130 R_{terra}$

Para a distância Terra-Lua, assim como para o raio da Lua, obtemos um resultado correto, mesmo com observações muito simples.

Epíclícos



Epíclis e Deferentes



O calendário

Calendários

- *Calendários lunares*
- *Calendário anual (estações do ano)*
- *Equinócios*
- *Solstícios*

Calendário Juliano

- *O Babilônios fixaram o ano em 360 dias (natural na base 60 usada por eles)*
- *Os egípcios adicionaram 5 dias para a chegada do novo ano, com base na regularidade climática do Nilo*
- *O atraso da chegada do ano novo em 5 dias a cada 20 anos, levou Júlio Cesar, com a ajuda de astrônomos egípcios, a definir o ano bissexto: o calendário Juliano durou mais de 1500 anos*

O Problema do Calendário

- *Definição da data da Páscoa*
- *Adiantamento da Páscoa*
- *O Universo de Copérnico (heliocêntrico) como método eficiente de se compreender o movimento dos astros.*

Copérnico *1473 +1543

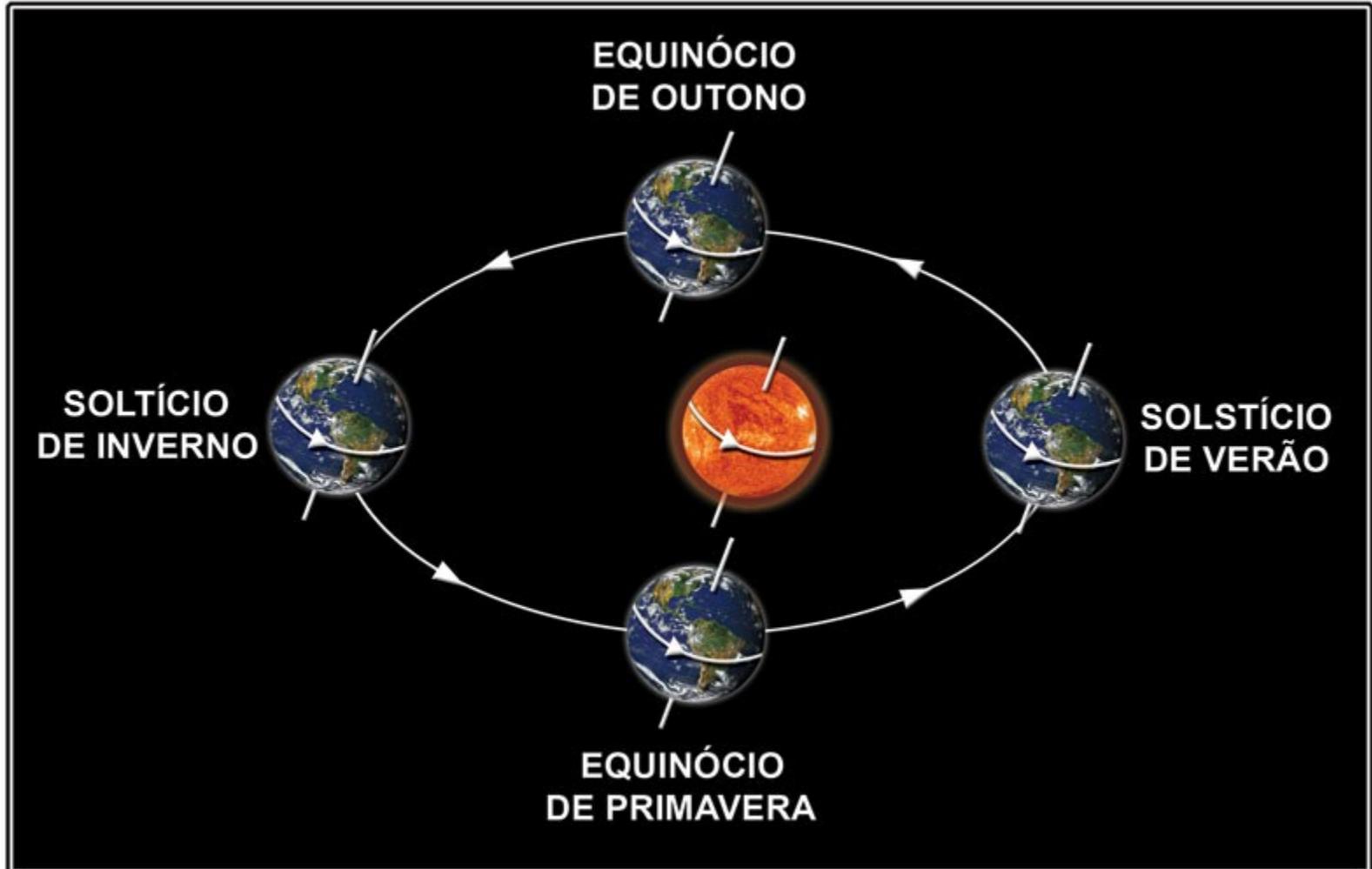
- *Suposição Heliocêntrica como hipótese de trabalho*

Calendário Gregoriano

- *Ao dia 4 de outubro de 1582 seguiu-se o dia 15 de outubro de 1582*
- *Os anos bissextos múltiplos de 100, mas não de 400 foram eliminados (1900 não foi bissexto mas 2000 o foi!)*

A Revolução de Copérnico e a Ciência Clássica

Estações do Ano (Sul) e Movimento da Terra



Tycho Brahe *1546 +1601



Tycho Brahe *1546 +1601

- *Tycho Brahe recebeu do Rei Dinamarquês a Ilha de Hven para fazer estudos astronômicos*
- *Melhorou as medidas astronômicas dos árabes*
- *Fez excelentes medidas dos planetas, especialmente de Marte*

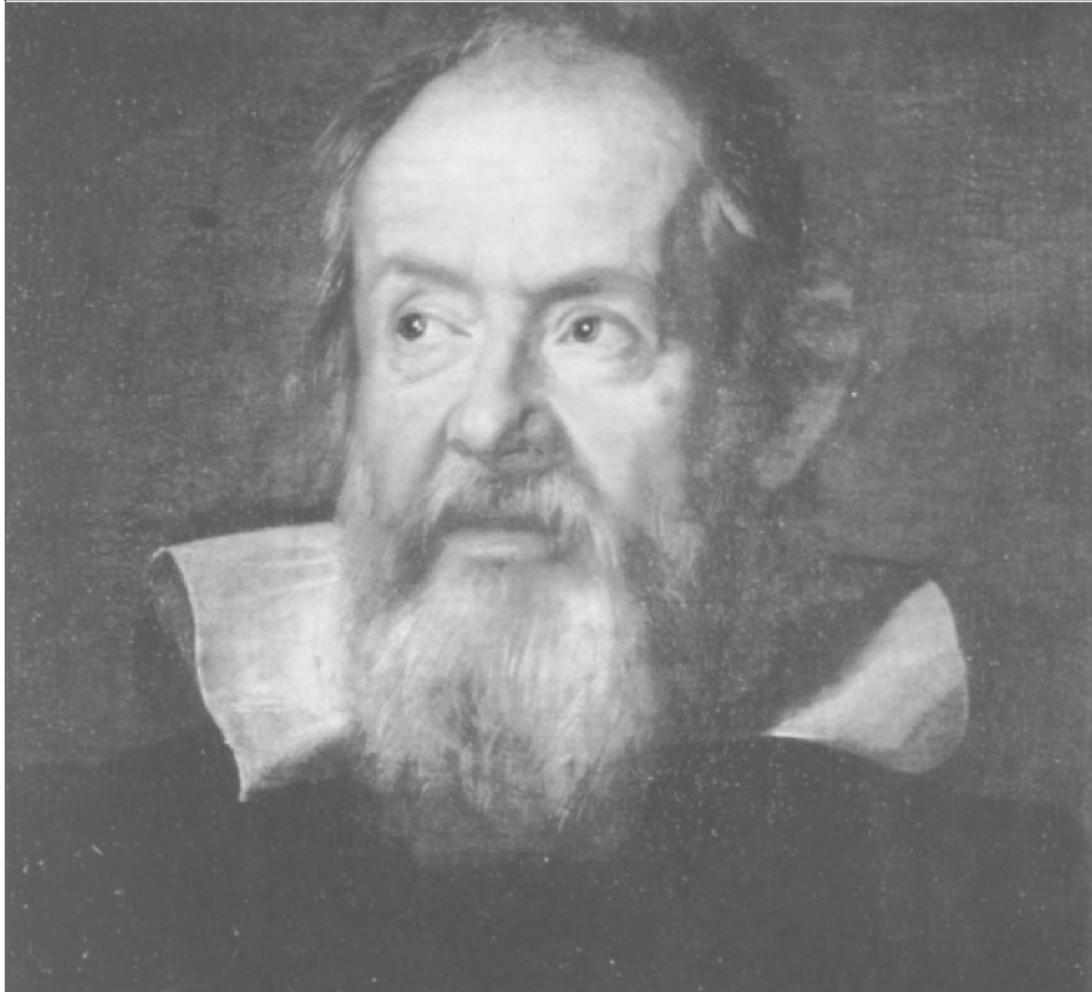
Johannes Kepler *1571 +1630



Johannes Kepler *1571 +1630

- *Usando os dados obtidos por Tycho Brahe e idéias de beleza, formulou as 3 leis que levam seu nome*
- *As órbitas são elípticas*
- *As áreas em relação ao sol são varridas de modo constante*
- *O quadrado do período é proporcional ao cubo do raio de revolução*

Galileo Galilei *1564 +1642



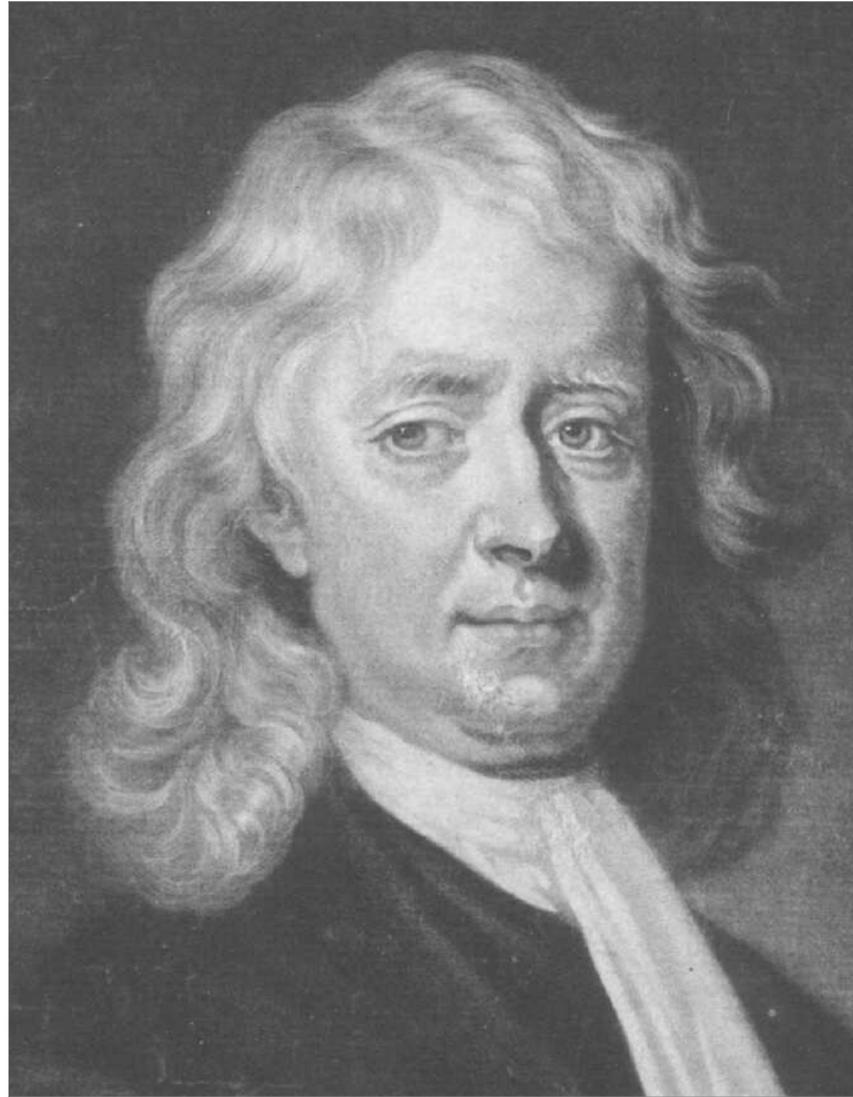
Galileo Galilei *1564 +1642

- *Começou a formular a mecânica*
- *Lei da inércia*
- *Lei de transformação entre observadores diferentes:*

$$x' = x - vt, \quad t' = t$$

A aceleração da gravidade é a mesma para todos os corpos

Isaac Newton *1642 +1727



Isaac Newton *1642 +1727

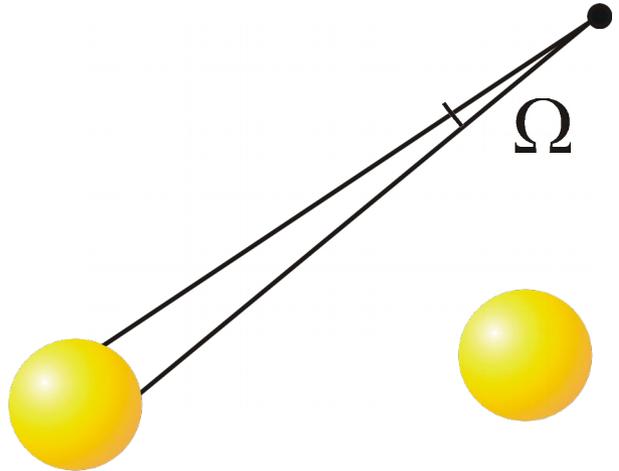
- *Introduziu os conceitos de força e de massa*
- *Escreveu a equação $F=ma$*
- *Caracterizou a força (lei de ação e reação) de acordo com a Lei da inércia*
- *Postulou a Lei da Gravitação*
- *Deduziu as Leis de Kepler a partir de suas equações*

O Universo Newtoniano

O Universo Newtoniano é baseado sobre a idéia de um conjunto de corpos massivos interagindo via uma força tipo inverso do quadrado da distância.

- *Dificuldades intrínsecas: Lei da Gravitação e idéia de massa*
 - *O Paradoxo de Olbers*
- *Universo infinito: o que dizer sobre o início?*

Parado xo de Olbers



$$E \sim \frac{\Omega}{r^2} r^2$$

Em direção à Modernidade: a queda da Física Clássica

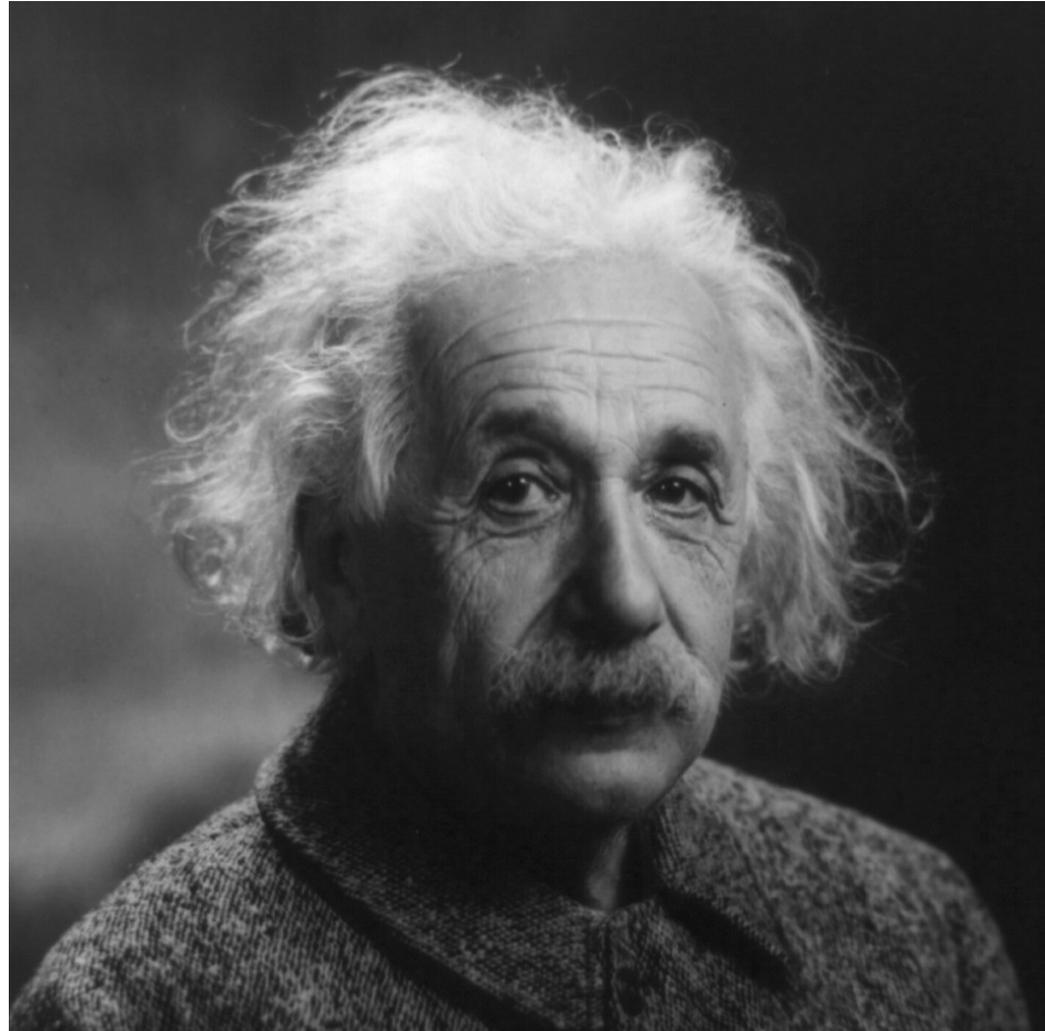
O Eletromagnetismo

- *Rudimentos, Lei de Coulomb, Magnetismo*
- *Equações de Maxwell*
- *Transformações de Lorentz*

Incompatibilidade entre o Eletromagnetismo e a Mecânica Clássica

- *Eletromagnetismo*
- *Transformações de Lorentz*
- *Conseqüência: Geometria de Minkowski em 4 dimensões*
- *Física Clássica*
- *Transformações de Galileo*
- *Conseqüência: geometria euclidiana em 3 dimensões e tempo absoluto*

Albert Einstein *1879 +1954

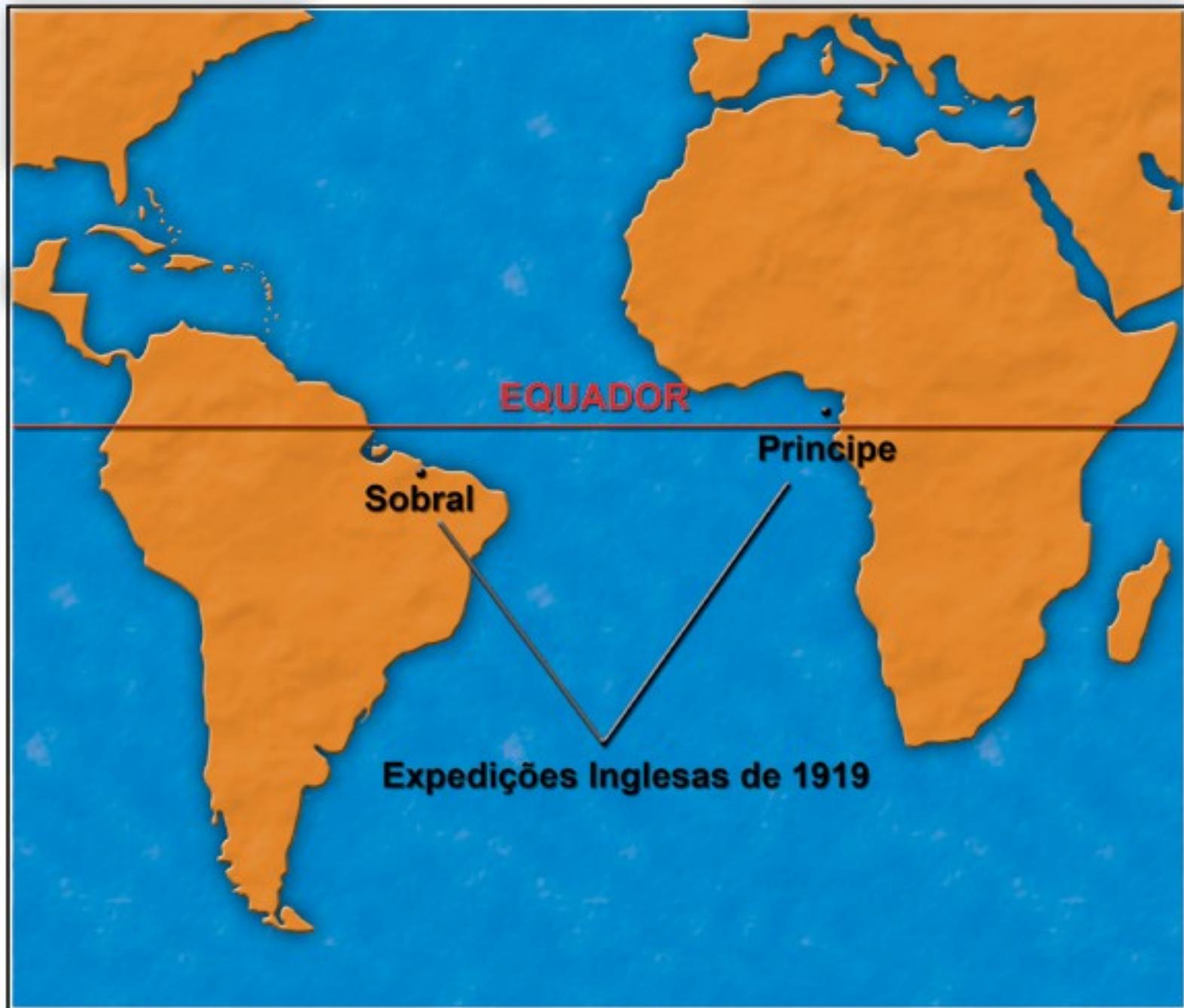


Relatividade Especial

- *Einstein: postulou geometria de Minkowski para a Mecânica*
- *Reinterpretação do espaço-tempo*

Relatividade Geral

- *O princípio da Equivalência*
- *Geometria como descrição da gravitação*
- *As Equações de Einstein*





A Teoria da Relatividade

- *O Princípio Cosmológico*
- *A solução de Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker*
- *O Universo em expansão*
- *Buracos Negros*

Buracos Negros

- *Velocidade de Escape:*

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{GMm}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

- *Laplace: se a velocidade de escape for a velocidade da luz?*
- *Exemplo: Sol com 1.4 km de raio.*

**Em direção
ao Cosmos**

O Princípio Cosmológico

- *As várias partes do Universo são equivalentes a menos de detalhes. Portanto o Universo deve ser formado por um*

**Fluido cósmico
universal**

Idéia de Medida (métrica)

- *O Universo de Einstein se baseia em uma idéia geométrica*
- *Isto significa uma medida de distância bem definida*
- *Devemos generalizar o Teorema de Pitágoras*

Equações Cosmológicas

- *Seja $\rho(t)$ a densidade média de matéria do Universo, e $p(t)$ a pressão correspondente.*

Equações de Einstein:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = 8\pi G T_{\mu\nu}$$

onde

$$T_{\mu\nu} = \begin{bmatrix} \rho & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -p & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -p & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -p \end{bmatrix}$$

Métrica para um Universo Isotrópico e Homogêneo

Métrica: $ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu$

Universo de Friedmann-Robertson-Walker

$$ds^2 = -dt^2 + R(t)^2 \left[\frac{dr^2}{1 - kr^2} + r^2 d\Omega^2 \right]$$

- $R_{\mu\nu}$ representa o tensor de Ricci, contraído a partir do tensor de curvatura, ou tensor de Riemann,

$$R_{\mu\nu\rho\sigma}$$

Os tensores de curvatura, assim como a curvatura escalar, são funcionais da métrica do problema

Expansão do Universo: Lei de Hubble

- *Parâmetro de Hubble:*

$$H = \frac{\dot{R}}{R}$$

Hoje: $H = 75 \text{ km/seg Mpc}$

$1 \text{ pc} = 3.2 \text{ anos luz}$

$$V = H d$$

Expansão do Universo: Lei de Hubble

- O Parâmetro de Hubble significa que o Universo está se expandindo. A imagem é de que estamos em uma enorme estrutura (o universo) que se está inflando!

Hoje: $H = 75 \text{ km/seg Mpc}$, ou seja, uma galáxia

A uma distância de 10 Mpc está se distanciando

De nós a cerca de 750 km/s

1pc = 3.2 anos luz

Em uma equação, escrevemos que:

$$V = H d$$

A topologia é determinada

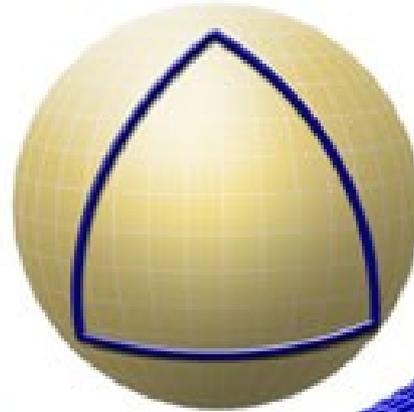
por K :

*(fechada - $K=+1$
secção espacial
esférica)*

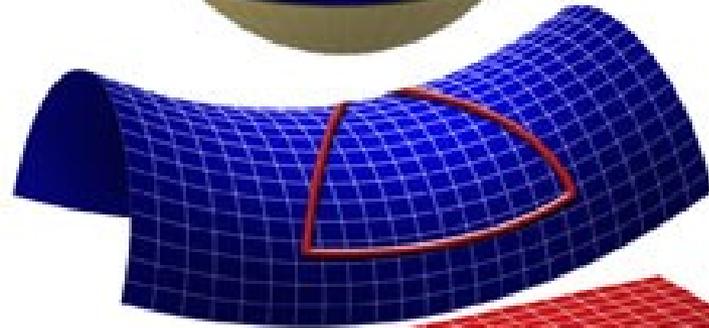
• *aberta - $K=-1$
(hiperbólico)*

• *plana - $K=0$
(euclidiano)*

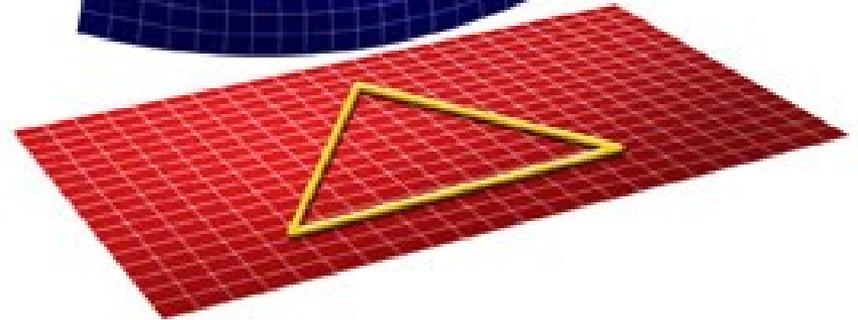
$$\Omega_0 > 1$$



$$\Omega_0 < 1$$



$$\Omega_0 = 1$$

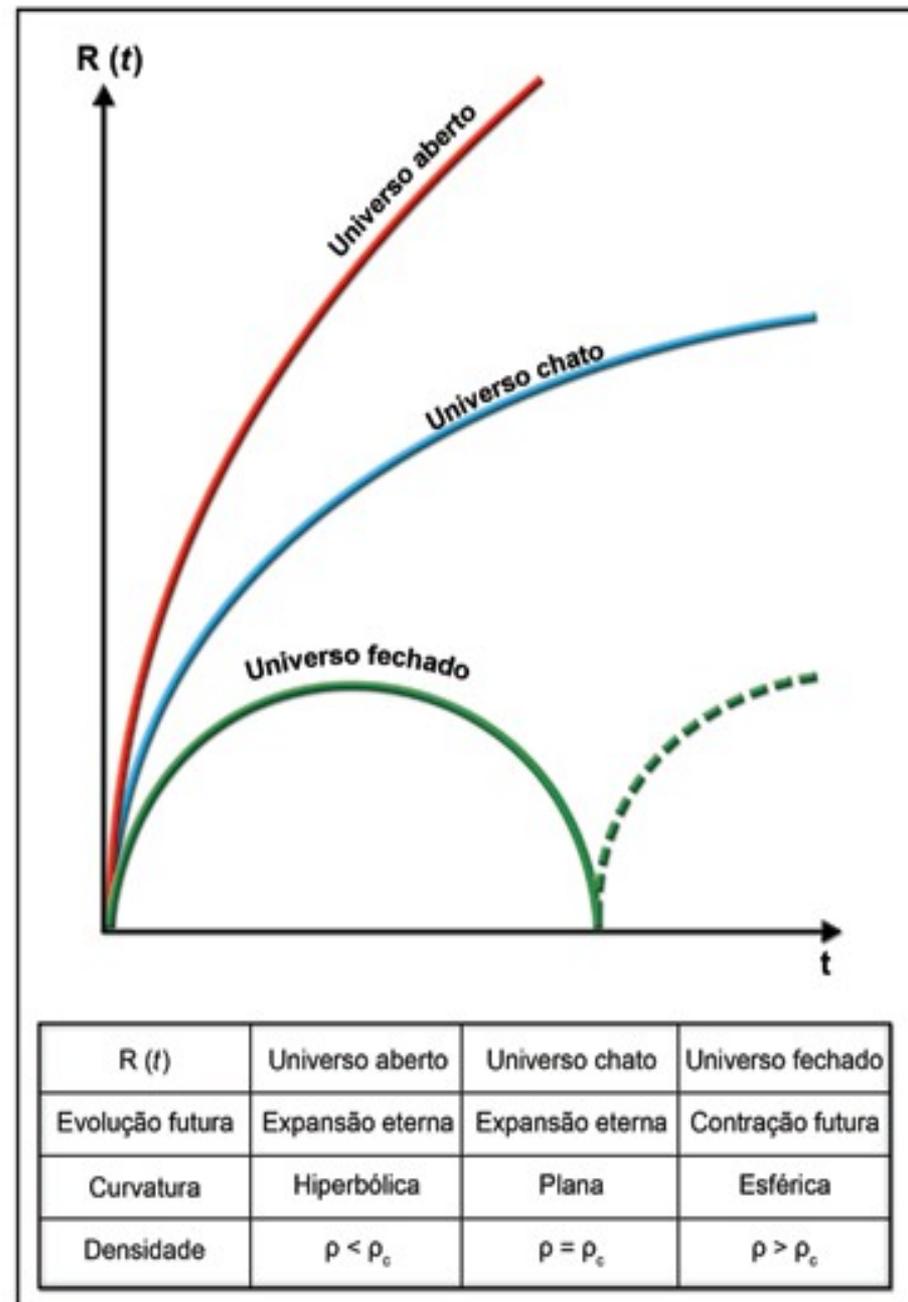


*Universo Aberto ($k = -1$)
Expansão. Densidade
Subcrítica*

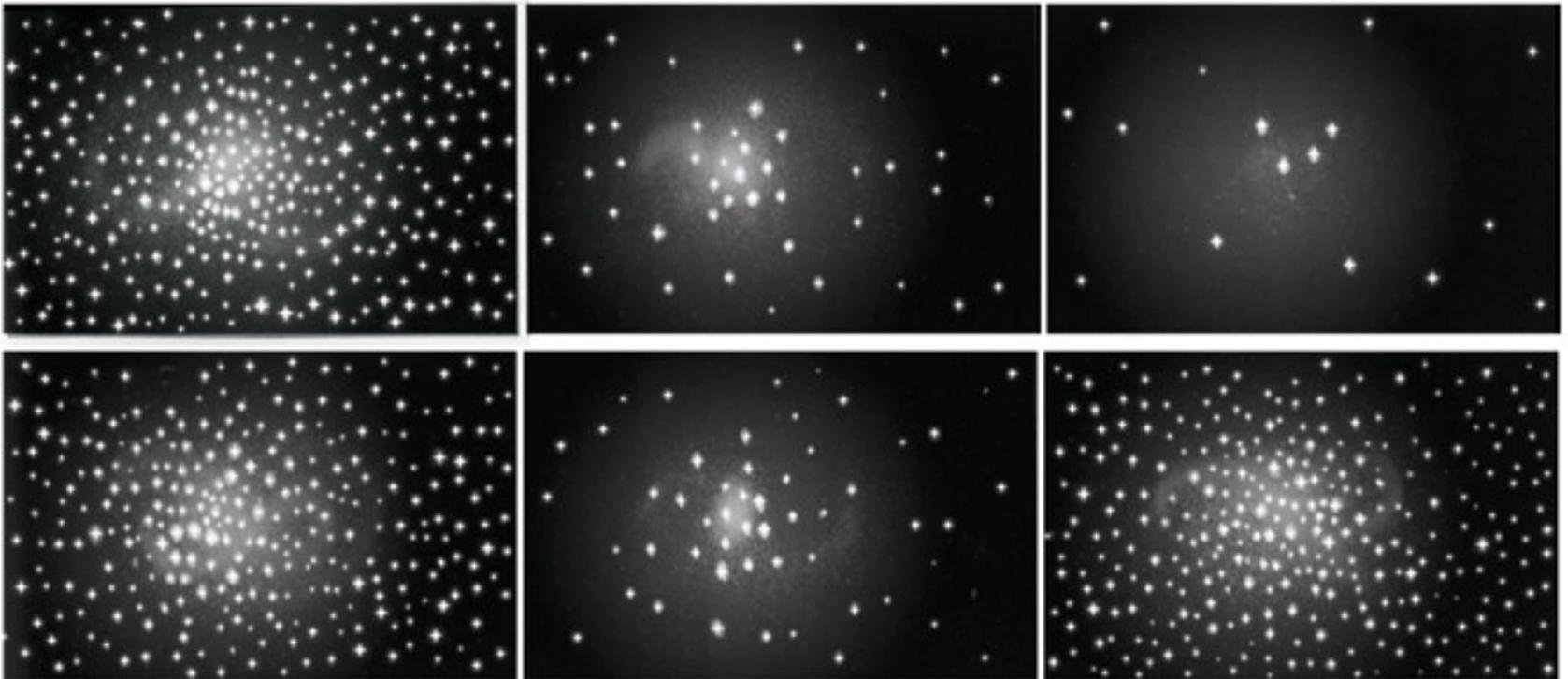
*Universo plano ($k = 0$)
Densidade Crítica*

*Universo fechado ($k = 1$):
Contração. Densidade
Supercrítica*

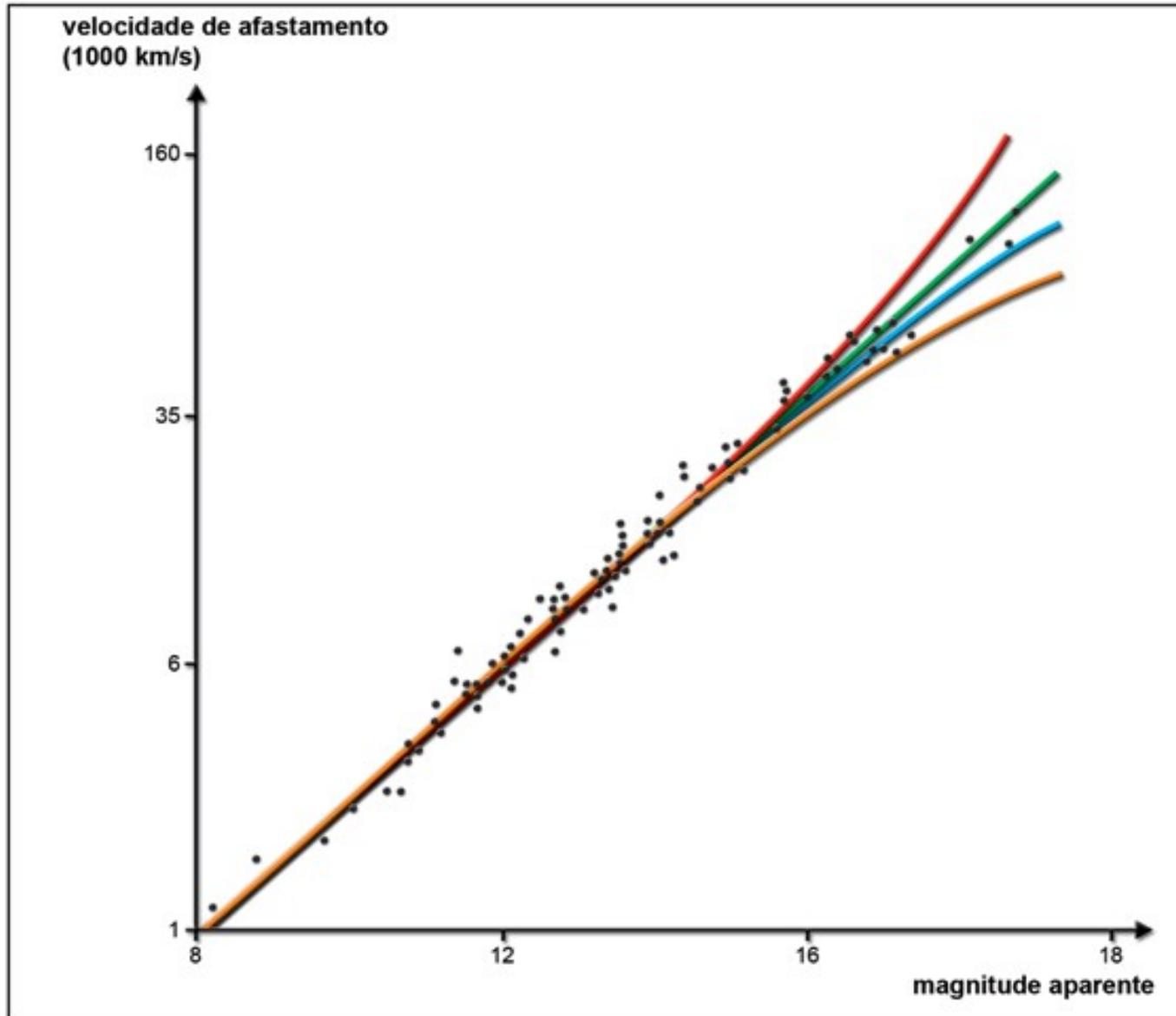
*Conhecimento hoje:
universo acelerado*



Evolução de Universos Aberto e Fechado

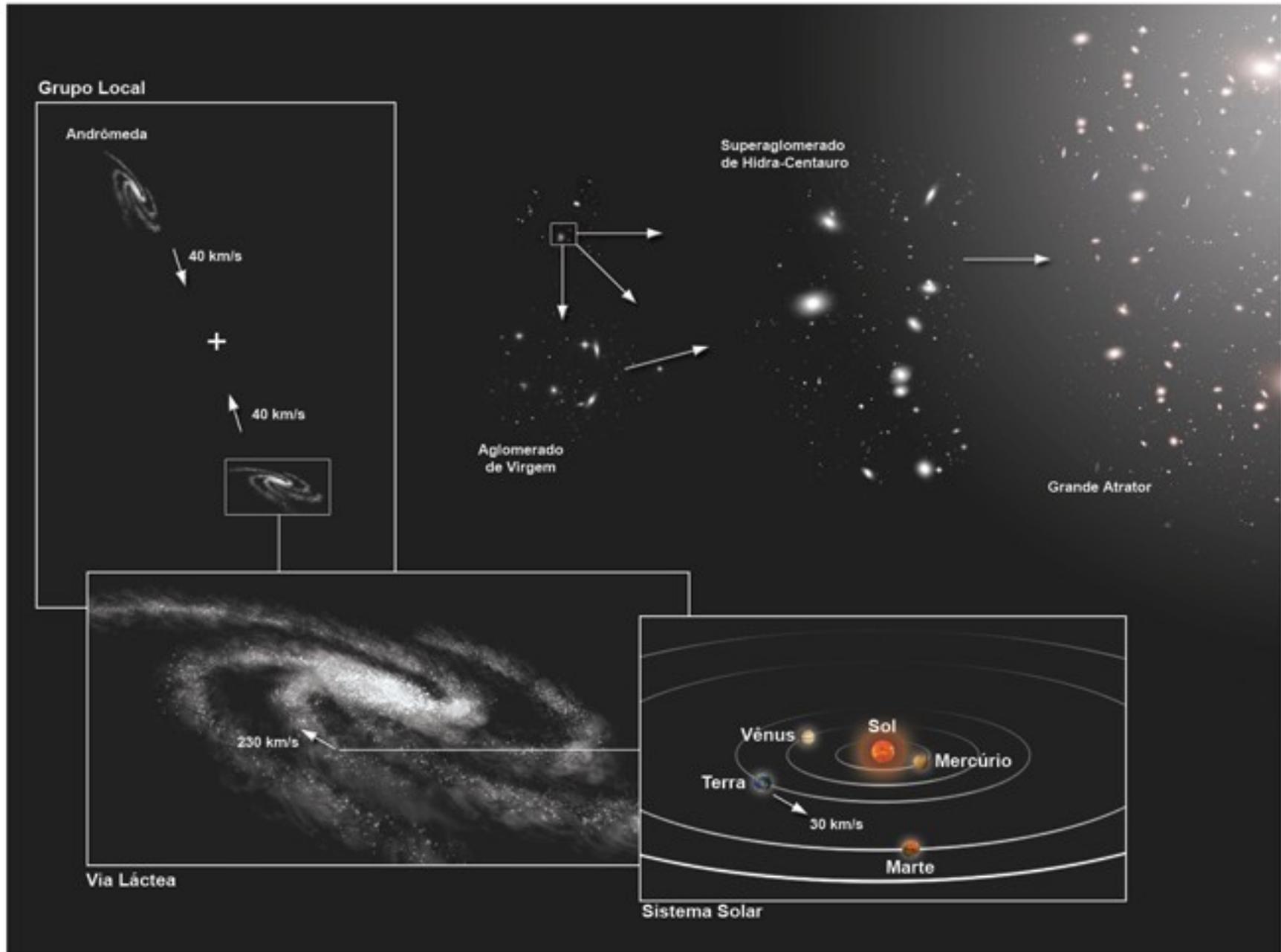


Expansão do Universo: Lei de Hubble



**As
Maravilhas do
Cosmos e sua
Estrutura**

O Universo e suas partes



O Universo e seu tamanho

- Raio da Terra: 6.400 km
- Distância Terra Lua: 300.000 km (1 seg-luz)
- Distância Terra Sol 150 Mkm (8 min-luz)
- Distância Sol Plutão 6 bilhões km (6 h-luz)
- Distância Alfa Centauri 4 Anos luz
- Tamanho Via Láctea 30 kpc ~ 100.000 anos luz
- Dist. Andrômeda (1 trilhão estrelas) 2.5 M A luz 750 kpc
- Tamanho Aglomerado Virgem 7.5 M a.l., 2.4 Mpc
- Tamanho SuperAglomerado Virgem 200 M a.l., 60 Mpc
- Universo?

Cassiopeia

**Esposa de
Cepheus,
Rainha da
Etiópia,
Mãe de
Andrômeda**

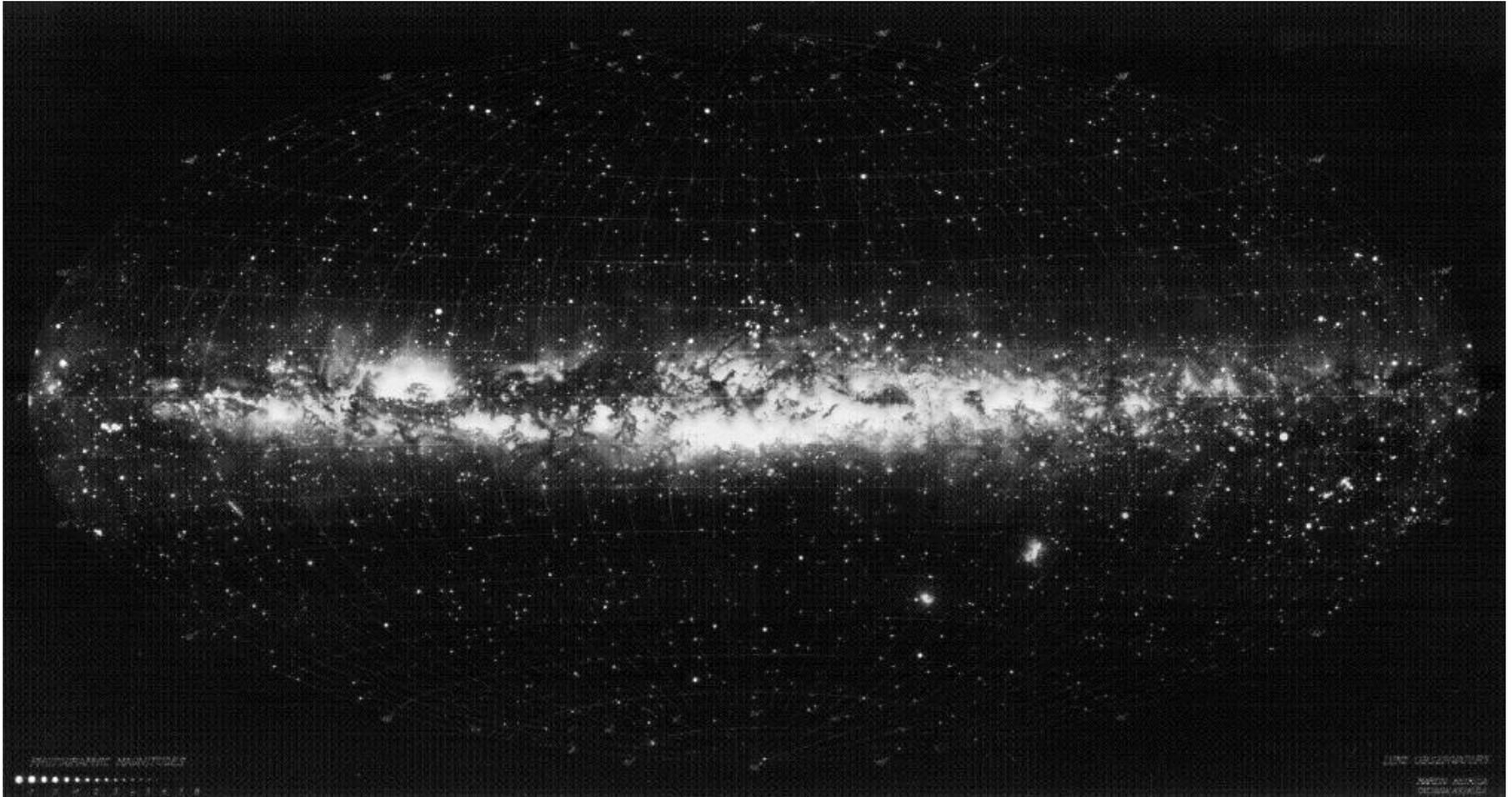
Supernova Remnant Cassiopeia A



Hubble
Heritage

O céu: Via Láctea e seus arredores

- *Se pudéssemos enxergar todo ângulo sólido ao redor da Terra, veríamos o seguinte:*

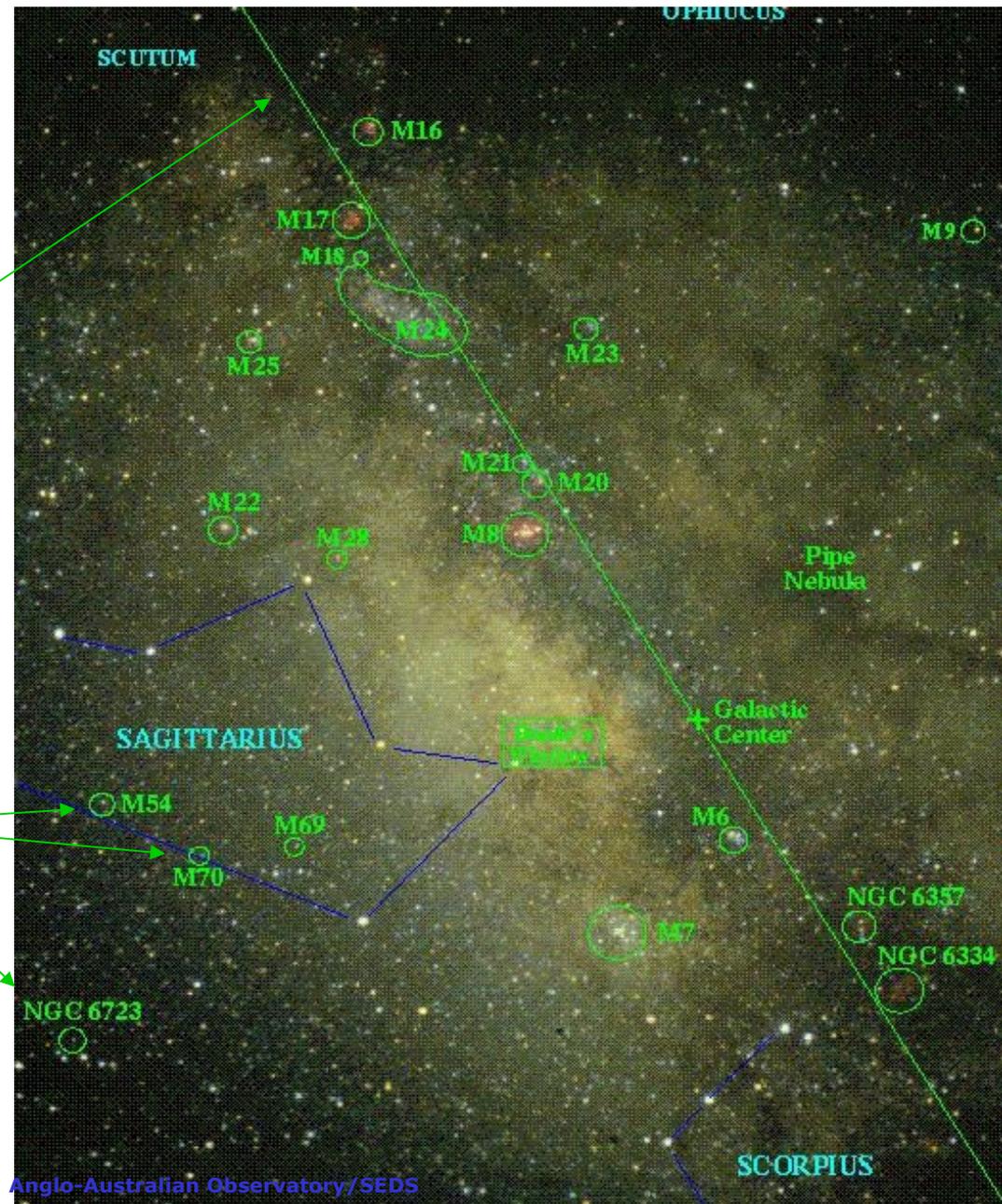


Nossas Vizinhanças

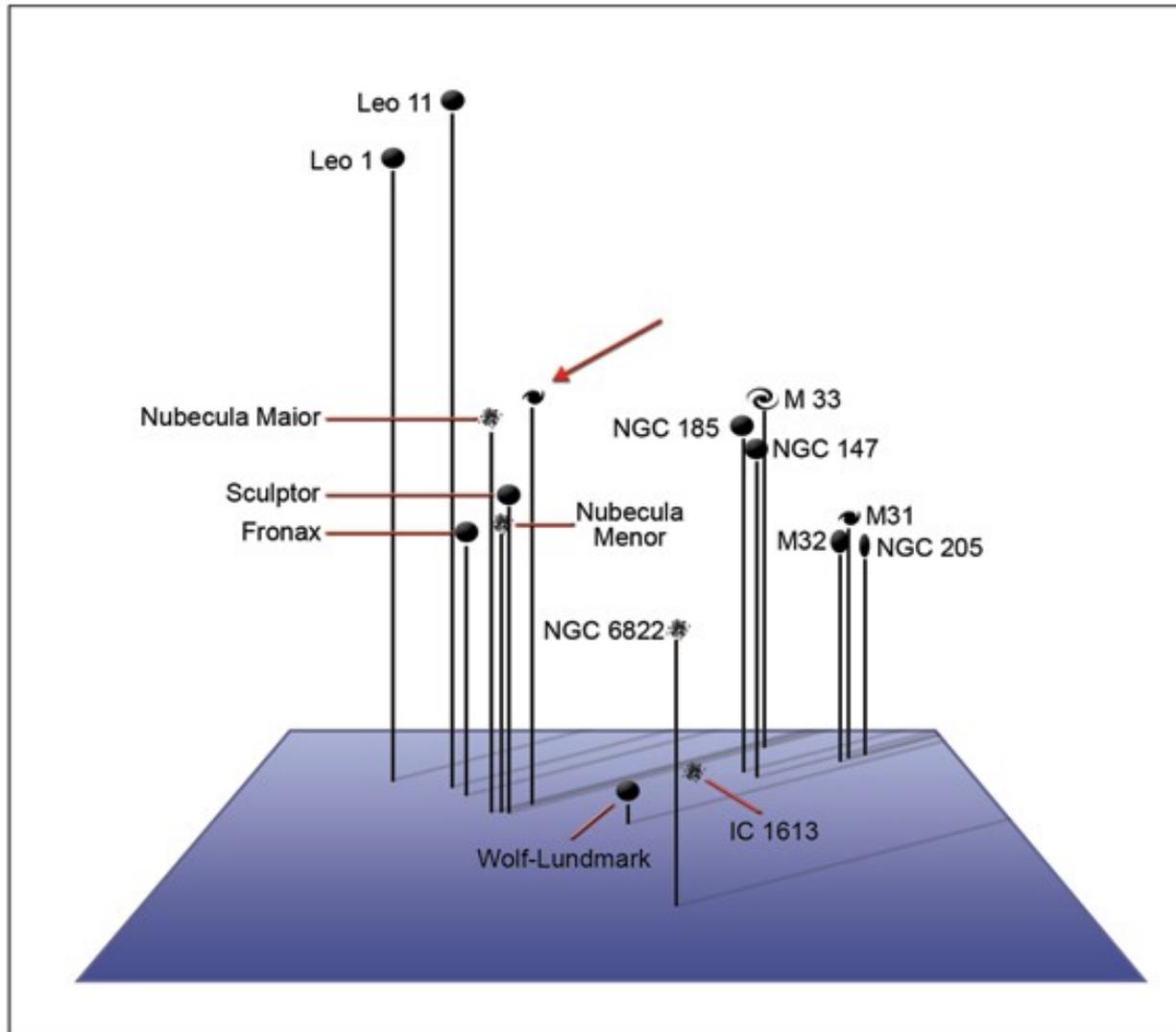
•As observações revelaram inúmeras galáxias, as mais próximas na própria vizinhança da Via Láctea. Esse é o Grupo Local

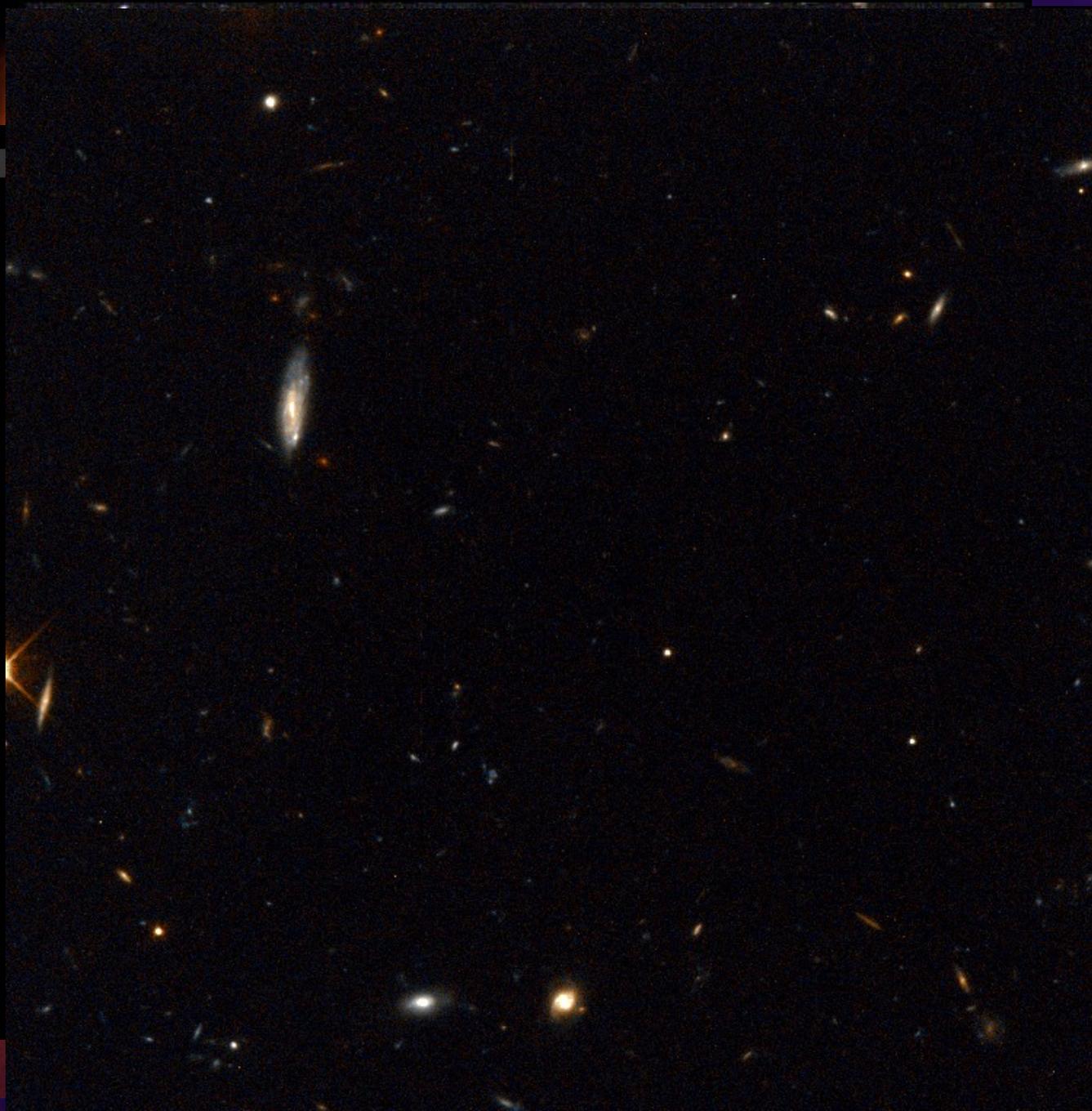
Plano galáctico
(equador)

Galáxias do Grupo
Local

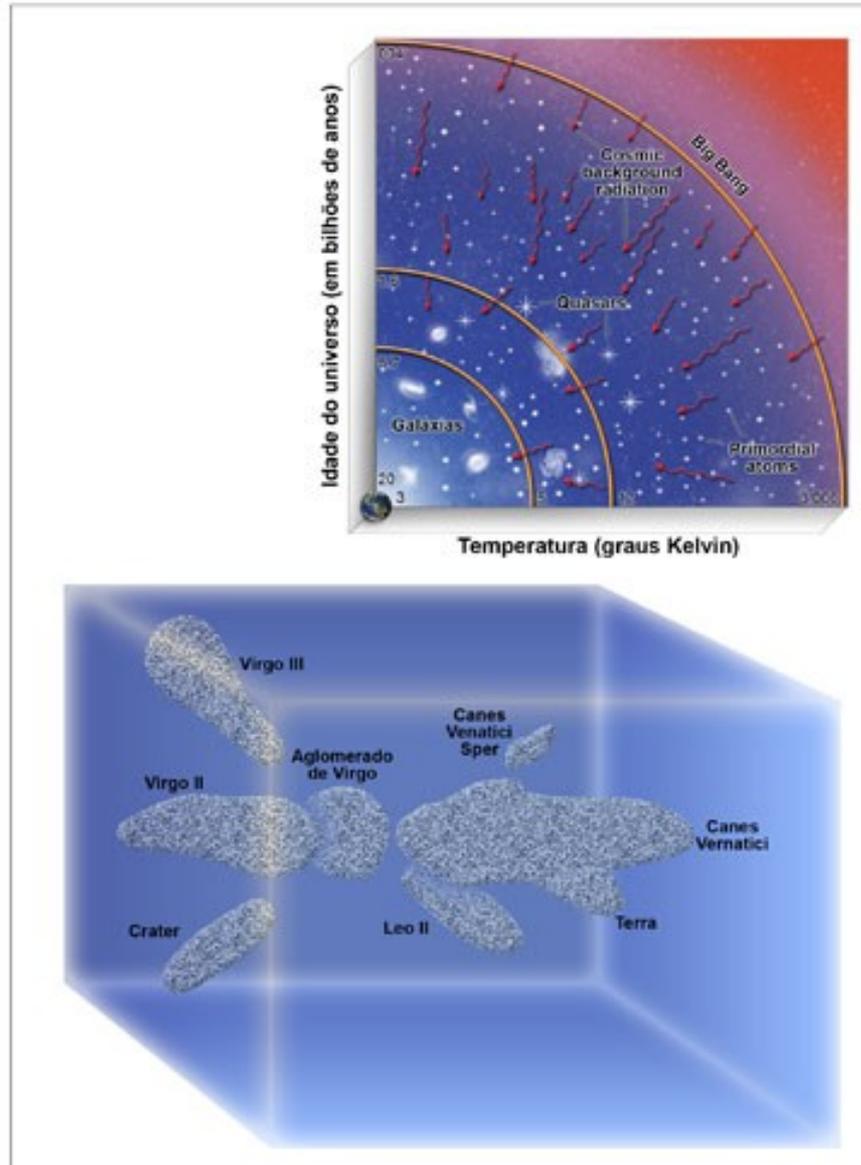


O Grupo Local





Grupo Local



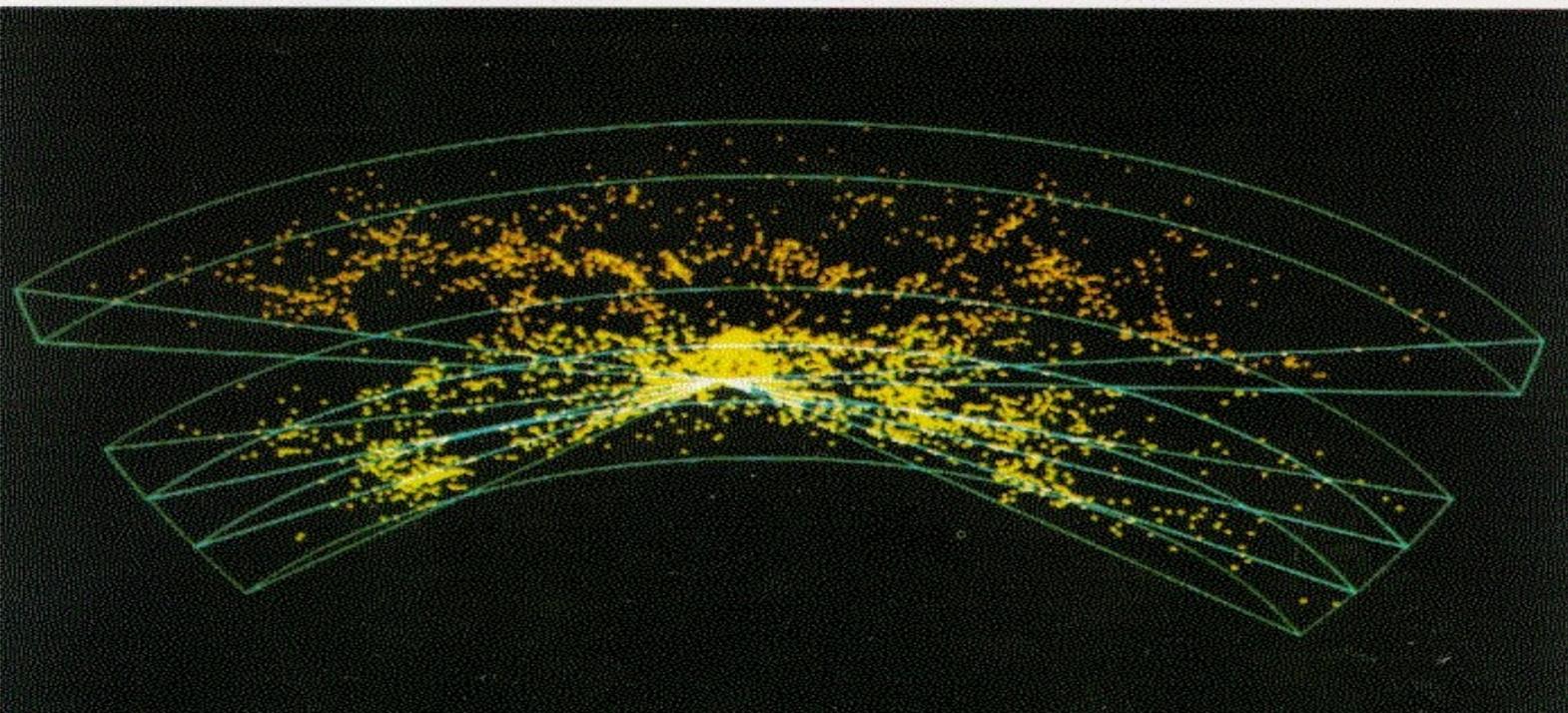
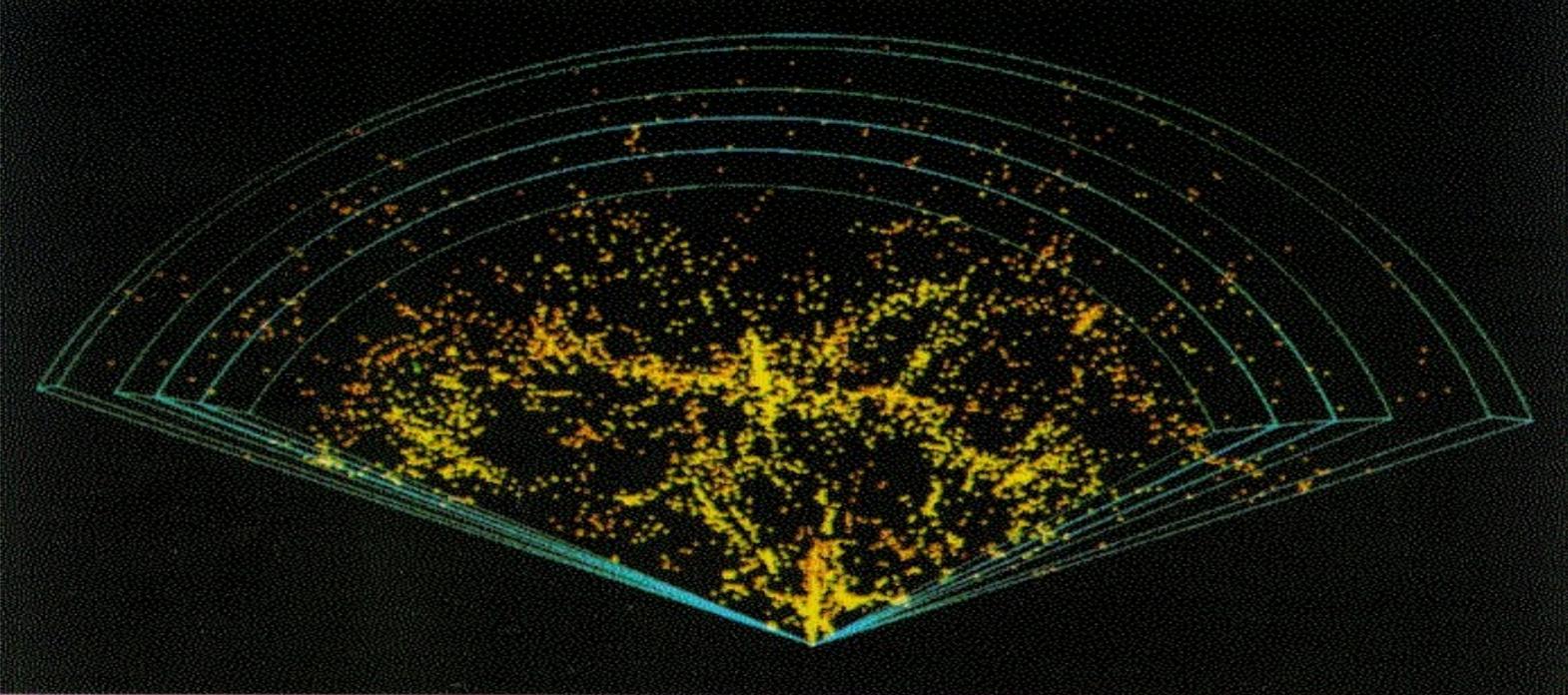
Andrômeda



Nuvem de Magalhães



Estrutura em grande escala



**O Mundo
Probabilístico
da Mecânica
Quântica e o
Universo**

Mecânica Quântica

- *Uma teoria linear com uma interpretação não linear.*
- *Observador está dentro do próprio universo: qual a interpretação física da função de onda do universo?*
- *O Universo existe quando fechamos os olhos?*

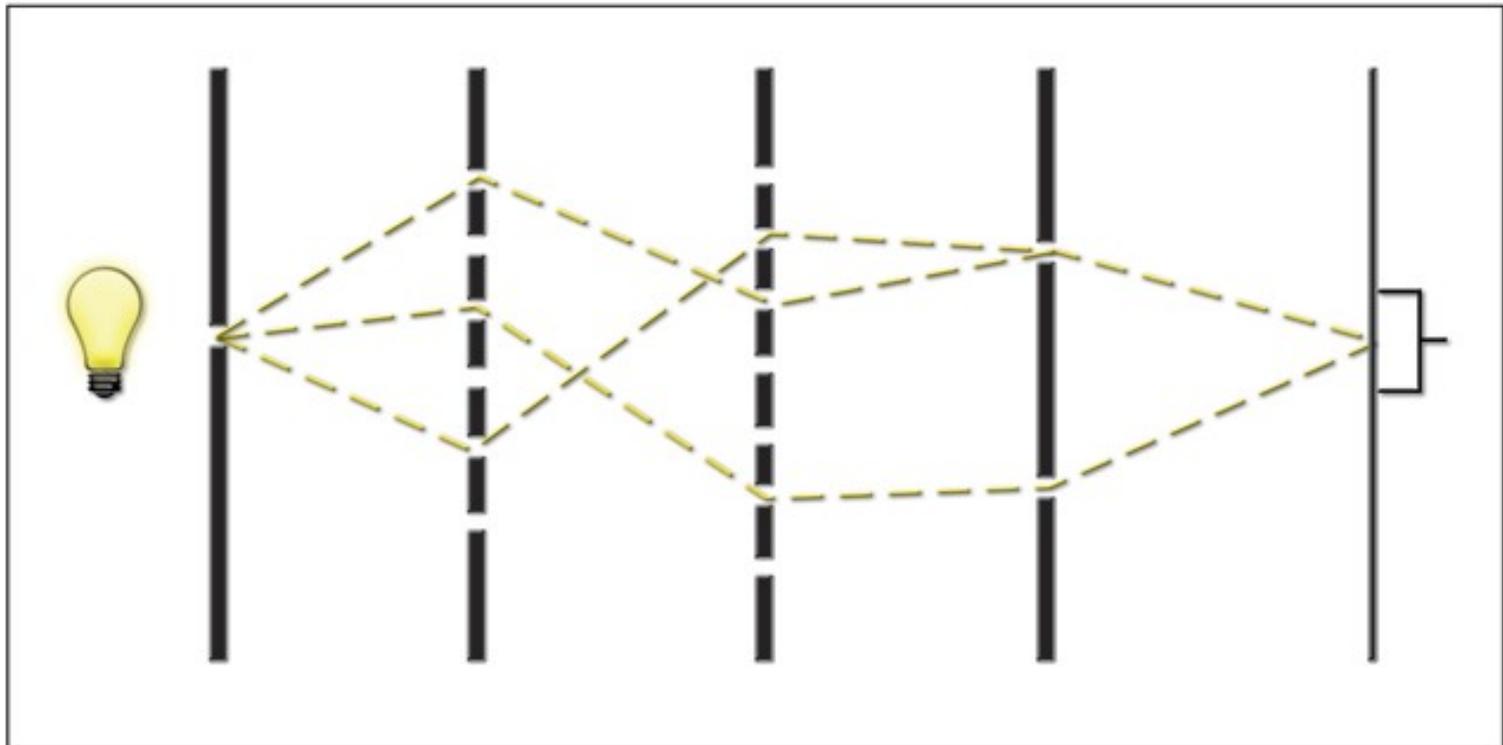
Mecânica Quântica Relativística

- *Equação de Dirac*
- *Partículas e antipartículas*
- *Teoria de muitos corpos*
- *Teoria de Campos*

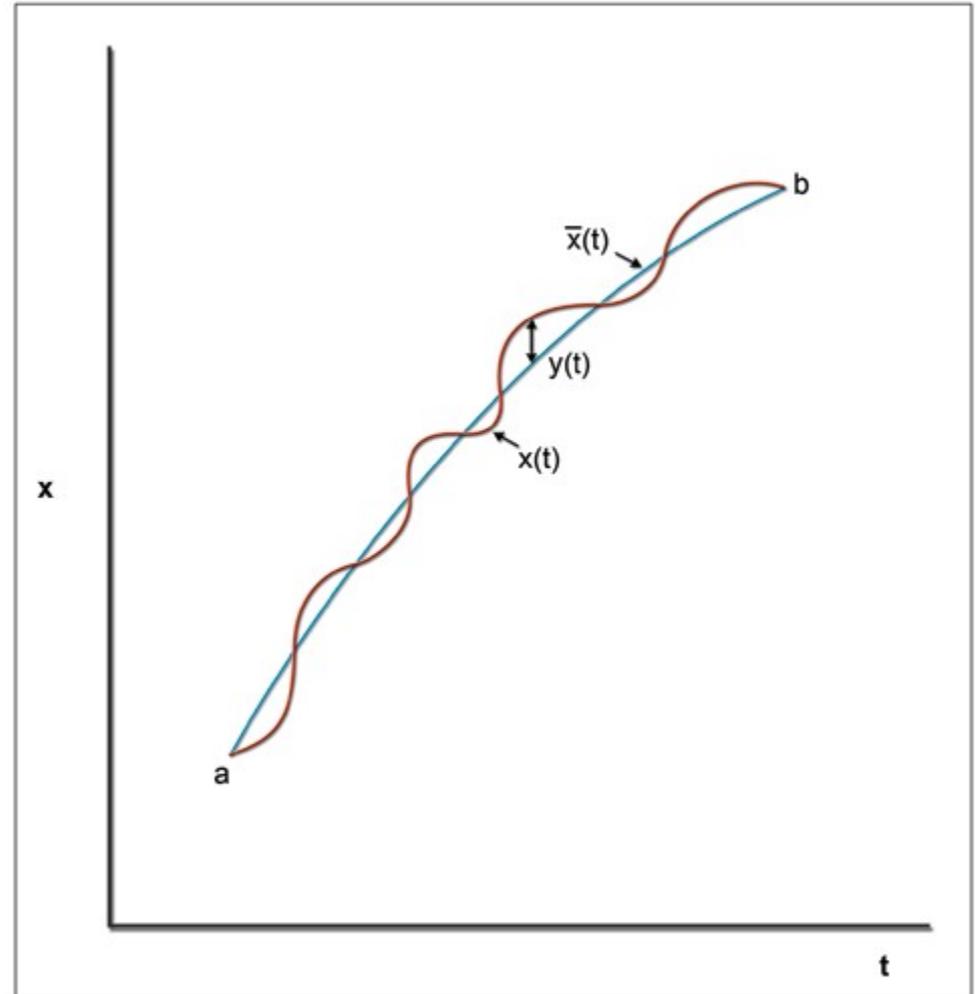
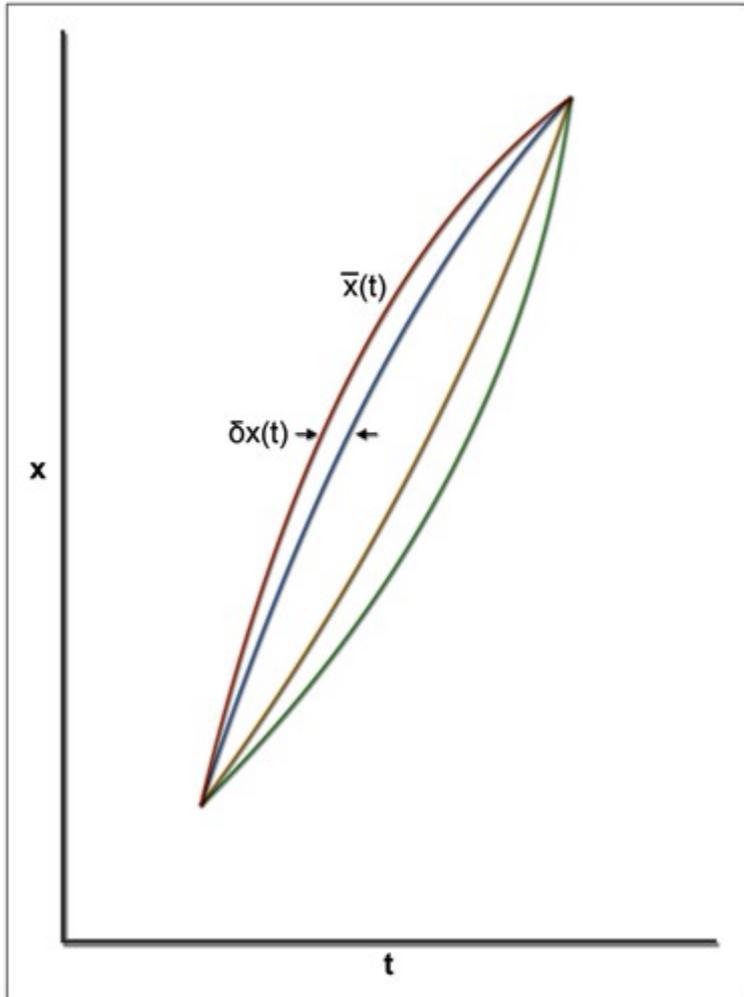
Mecânica Quântica

- *Soma sobre todas as trajetórias*
- *Universos paralelos: Interpretação de Everett*
- *O Princípio Antrópico: o Universo é tal como o vemos porquê estamos aqui?*

Trajetórias-1



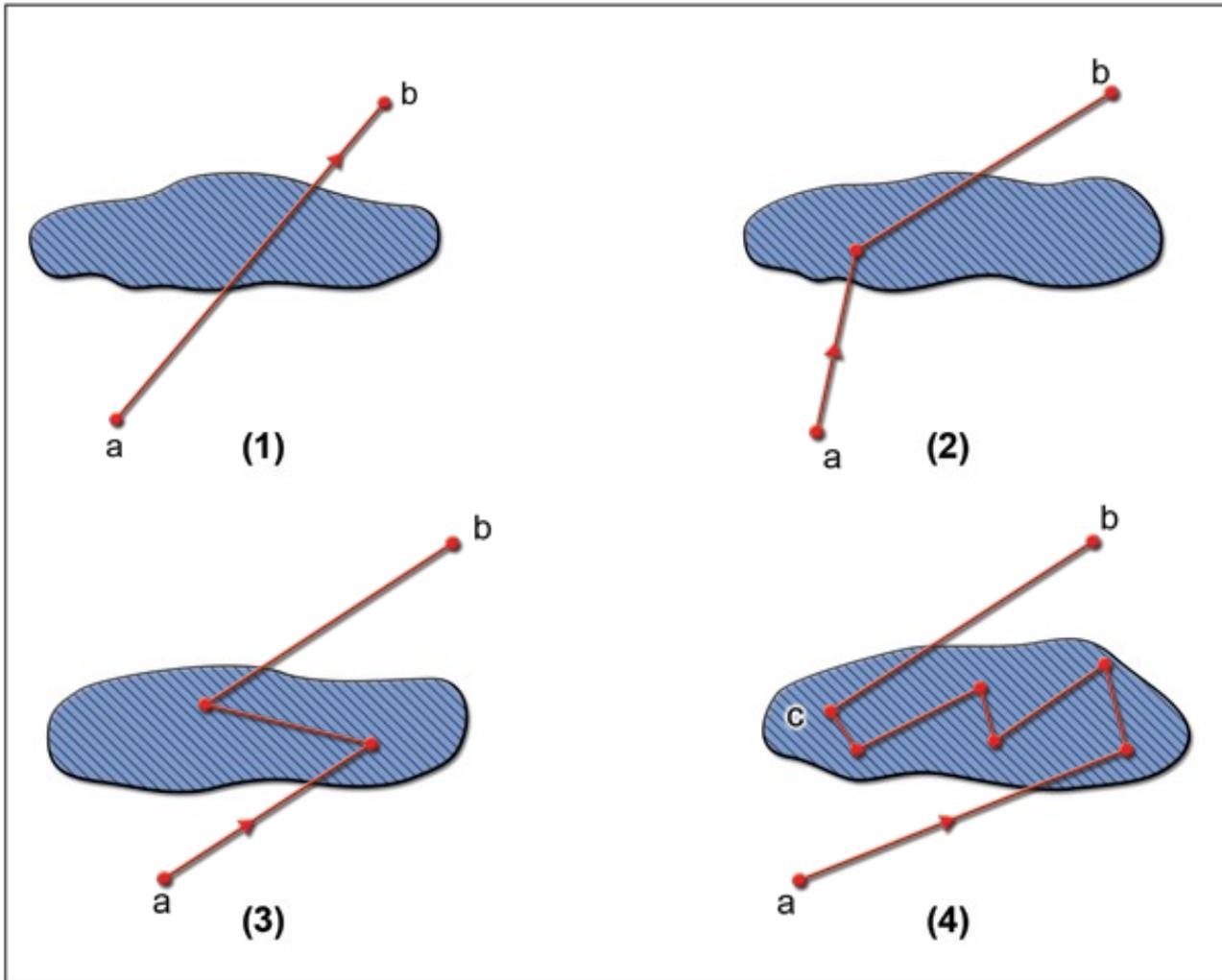
Trajetórias-2



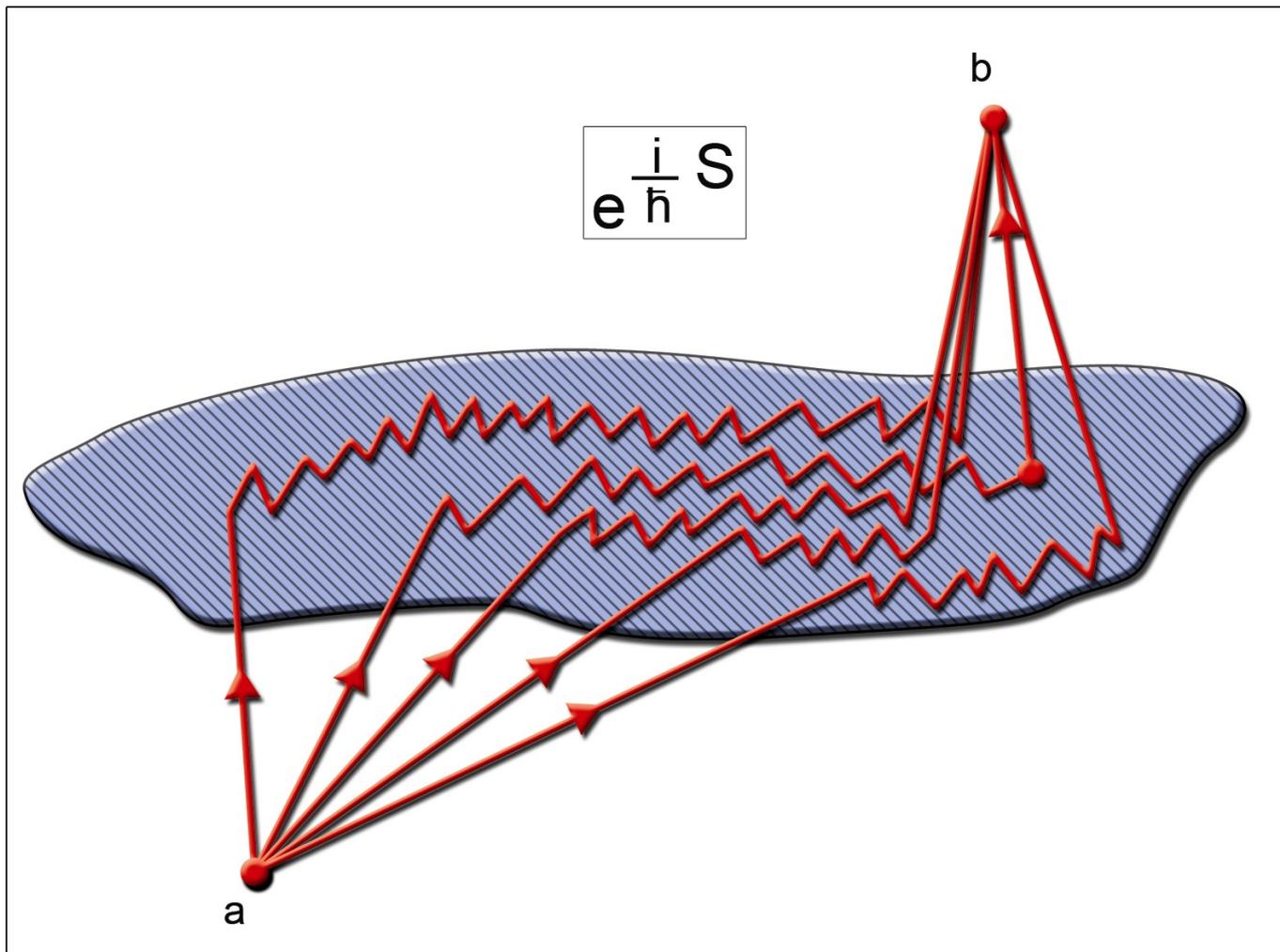
Trajетórias-3

- *Trajетórias quânticas andam livres para **bater de vez em quando**.*
- *Quando se dá um **encontro** a trajetória muda de direção.*

Trajetórias-4



Trajetórias-5





**O Início do
Universo: a
História Cósmica
e os menores
Elementos**

Sobras do Big Bang

- *Radiação Cósmica de Fundo, 2.7K*
- *Prevista na década de 40*
- *Descoberta: Penzias e Wilson 60*
- *Analisada pelo satélite COBE*
- *Analisada pelo satélite WMAP*
- *Analisada por balões sobre pólo Sul*
- *A ser analisada pelo satélite Planck*

Universo Quântico em expansão: modelo Standard

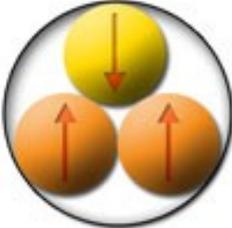
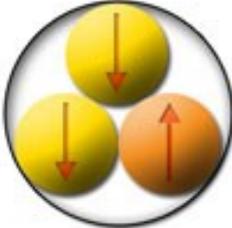
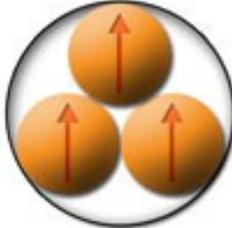
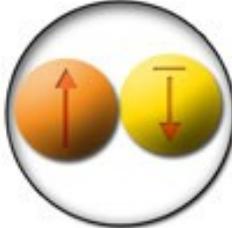
- *Radiação Cósmica de Fundo de Microondas*
- *Temperaturas Altas*
- *Quebra espontânea de Simetria*
- *Abundância de Hélio*
- *Teoria Eletrofraca*
- *Teoria Grande Unificada*

Teoria dos Quarks

- *Os prótons são formados por quantidades menores, batizados de Quarks por Murray Gell-Man.*
- *A Cargas dos Quarks é fracionária, múltipla de $1/3$*
- *Explicam-se inúmeras partículas elementares.*

Partículas Elementares

QUARKS			ANTIQUARKS		
Sabores dos Quarks		Carga	Sabores dos Antiquarks		Carga
Up		$+\frac{2}{3} \ell$	$\overline{\text{Up}}$		$-\frac{2}{3} \ell$
Down		$-\frac{1}{3} \ell$	$\overline{\text{Down}}$		$+\frac{1}{3} \ell$
Estranho		$-\frac{1}{3} \ell$	$\overline{\text{Estranho}}$		$+\frac{1}{3} \ell$

			
Próton	Neutron	Delta Mais Mais (Δ^{++})	Méson Pi Mais (π^+)

Abdus Salam * 1926 +1996



Teoria Unificada de Salam-Weinberg

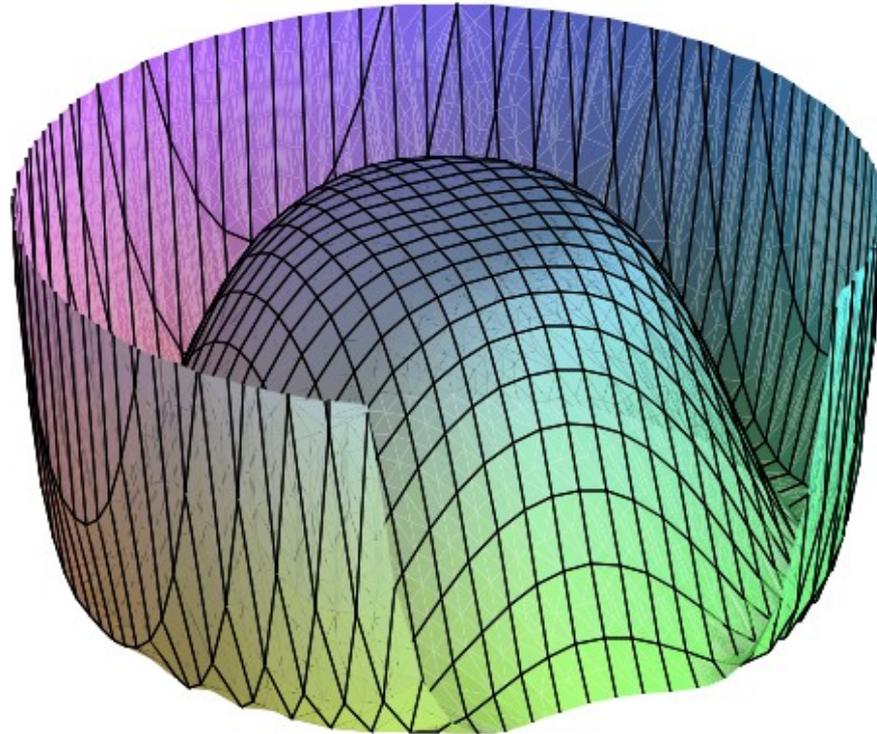
- *O Eletromagnetismo e a Interação Fraca, conhecida desde a década de 30 eram formuladas de modo independente.*
- *Abdus Salam, Steven Weinberg e Sheldon Glashow, utilizando o conceito de quebra de simetria, escreveram as duas Teorias de uma forma conjunta, no primeiro exemplo real de unificação.*

Partículas elementares do modelo padrão

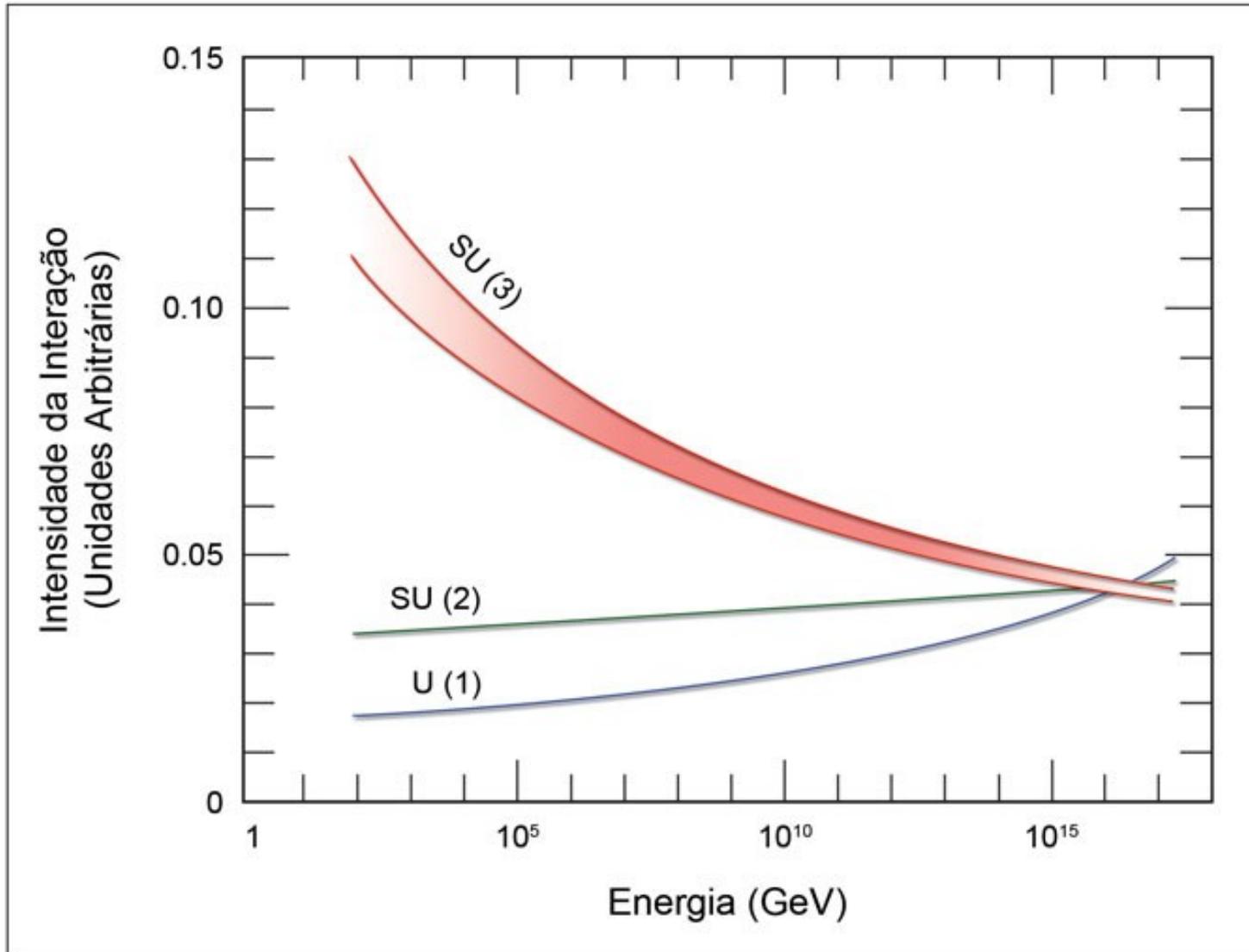
	<i>Primeira Geração</i>	<i>Segunda Geração</i>	<i>Terceira Geração</i>
<i>Quarks</i>	<i>up(u)/down(d)</i>	<i>charmoso(c)/estranho(s)</i>	<i>top(t)/bottom(b)</i>
<i>Leptons</i>	<i>eletron(e) neutrino eletron (ne)</i>	<i>muon (m) neutrino muon (nm)</i>	<i>tau (t) neutrino tau (nt)</i>
<i>Bosons mediadores</i>	<i>Interações Fracas: W^+, W^-, Z^0</i>		
	<i>Interações eletromagnéticas: A_m (fóton)</i>		
	<i>Interações fortes: A_m colorido (gluon)</i>		

O misterioso Higgs, uma partícula escalar

Quebra espontânea de simetria



Teoria Grande Unificada



Bósons e Férmions

- *Bósons e férmions são classes diferentes de partículas.*
- *Bosons, como o fóton, são partículas de spin inteiro e se juntam com facilidade. São geralmente responsáveis pelas interações, mediando o eletromagnetismo, as forças fraca, forte e gravitacional*

Bósons e Férmions

- *Os férmions são partículas de spin semi inteiro, não se juntam em um mesmo estado, formam a matéria.*
- *Bósons e Férmions foram descobertos no âmbito da Mecânica Quântica, sendo parte da descrição das partículas elementares*

Supersimetria

- *A Supersimetria relaciona Bósons e Férmions.*
- *Sua importância está em melhorar propriedades das Teorias elementares, em particular explicar o fato das interações elementares serem tão diferentes umas das outras.*
- **As diferenças das interações umas com respeito às outras é fundamental para a existência de vida no Universo!**

**A História
Cósmica e sua
Confirmação
Observacional**

A História Cósmica

- *Antes da Origem dos tempos: houvera outros tempos?*
- *Primeira Parte: Das Orígens ao desacoplamento entre Matéria e Radiação, ou a chamado era da Radiação*
- *Segunda Parte: do desacoplamento entre Matéria e Energia até a formação das estruturas*
- *Terceira Parte: o Universo em Expansão Acelerada*

A História Cósmica – Antes do Big Bang?

- *Conforme a colocação de Agostinho, antes da criação do tempo, não havia tempo ...*
- *A Teoria Clássica da Relatividade Geral nos dá uma Origem dos tempos.*
- *A questão será revista na Teoria Quântica da Gravitação, dada pela Teoria das Cordas.*
- *Seria o Big Bang o momento da criação do próprio tempo?*

A História Cósmica – A Época da Radiação

<i>Época</i>	<i>Tempo (s)</i>	<i>Densidade (kg/m³)</i>	<i>Temperatura (K)</i>	<i>Eventos</i>
<i>Planck</i>	<i>0 ... 10⁻⁴⁴</i>		<i>∞ ... 10³²</i>	<i>Gravitação Quântica, Supercordas, Dimensões extras: resquícios de um mundo superior?</i>
<i>Inflação</i>	<i>10⁻⁴⁴ ... 10⁻³⁷</i>			<i>O universo se expande imensamente, ficando quase vazio. É época inflacionária.</i>
<i>Grande Unificação</i>	<i>10⁻³⁷ ... 10⁻³⁴</i>	<i>10⁷³ ... 10⁶⁷</i>	<i>10²⁸ ... 10²⁷</i>	<i>Origem da Matéria. As Forças da Natureza, excetuando-se a gravitação, ainda se encontravam Unificadas. Quarks e pósitrons podiam-se transmutar uns nos outros.</i>

A História Cósmica – A Época da Radiação

<i>Época</i>	<i>Tempo (s)</i>	<i>Densidade (kg/m³)</i>	<i>Temp 1eV=5000K</i>	<i>Eventos</i>
<i>Hadrônica</i>	<i>10⁻³⁴ ... 10⁻⁵</i>	<i>10⁶⁷ ... 10¹⁹</i>		<i>Quarks e Leptons em equilíbrio térmico. É possível que as partículas sejam superssimétricas, com uma física nova e muito rica. Outra possibilidade que se aventou, pelo contrário, é de um grande deserto na física, sem novidades. Ao final, Quarks se juntam em prótons e neutrons, com criação da matéria nuclear.</i>
<i>Leptônica</i>	<i>10⁻⁴</i>	<i>10¹⁷</i>	<i>10¹²</i>	<i>Transição eletrofraca. Criação das novas forças, eletromagnética e fraca através da quebra de simetria.</i>
<i>Leptônica</i>	<i>10⁻⁴</i>	<i>10¹⁷</i>	<i>10¹¹</i>	<i>Aniquilação dos muons. Desacoplamento dos neutrinos.</i>

A História Cósmica – Fim da Época da Radiação

<i>Época</i>	<i>Tempo</i>	<i>Densidade (kg/m³)</i>	<i>Temperatura</i>	<i>Eventos</i>
<i>Leptônica /Nuclear</i>	<i>1 s ... 10³s</i>	<i>10⁹ ... 10³</i>	<i>10¹⁰ K (1 Mev)</i>	<i>Nucleossíntese primordial. Formação do Hélio e dos primeiros elementos primordiais.</i>
<i>Nuclear /Atômica</i>	<i>10¹²s</i>	<i>3x10⁻¹⁵</i>	<i>10⁴ K</i>	<i>Dominação da Matéria. Início da Formação de Estruturas</i>
<i>Atômica</i>	<i>10¹³s</i>	<i>3x10⁻¹⁷</i>	<i>10³ K (1eV)</i>	<i>Desacoplamento Matéria Energia. Formação dos átomos.</i>

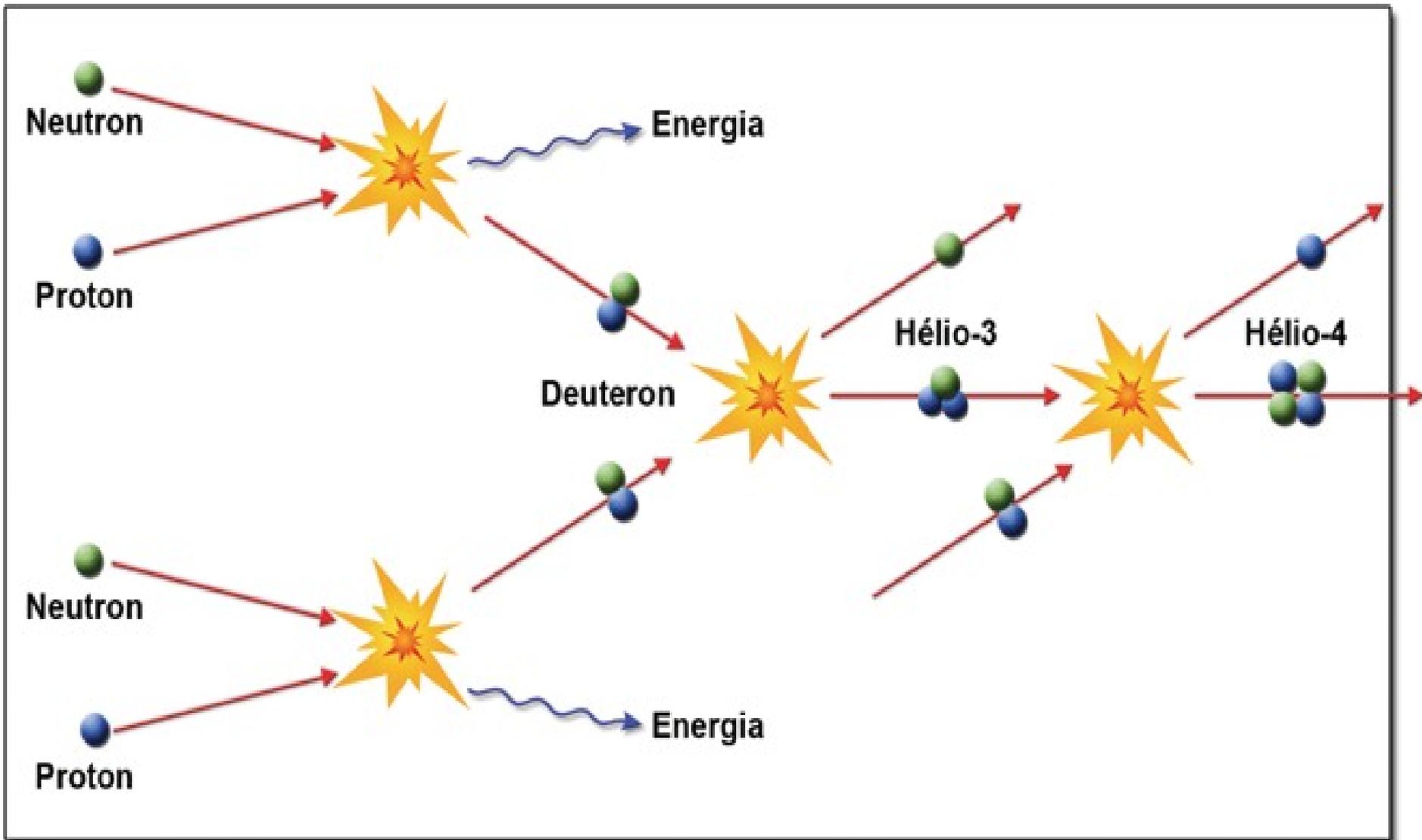
A História Cósmica – Época da Matéria

<i>Época</i>	<i>Tempo</i> <i>1 ano</i> <i>=3.15×10^7 s</i>	<i>Densidade</i> <i>(kg/m³)</i>	<i>Temperatura</i>	<i>Eventos</i>
<i>Atômica</i>	<i>10^{13} s</i>	<i>3×10^{-17}</i>	<i>10^3 K</i> <i>(1eV)</i>	<i>Desacoplamento Matéria Energia. Formação dos átomos.</i> <i>Universo passa de opaco a transparente. Radiação Cósmica de Fundo.</i>
<i>Galática</i>	<i>10^{16} s</i>	<i>3×10^{-23}</i>		<i>Formação das grandes estruturas galáticas</i>
<i>Estelar</i>	<i>10^{17} s</i>	<i>3×10^{-25}</i>		<i>Formação de estrelas</i>

A História Cósmica – Época da Matéria

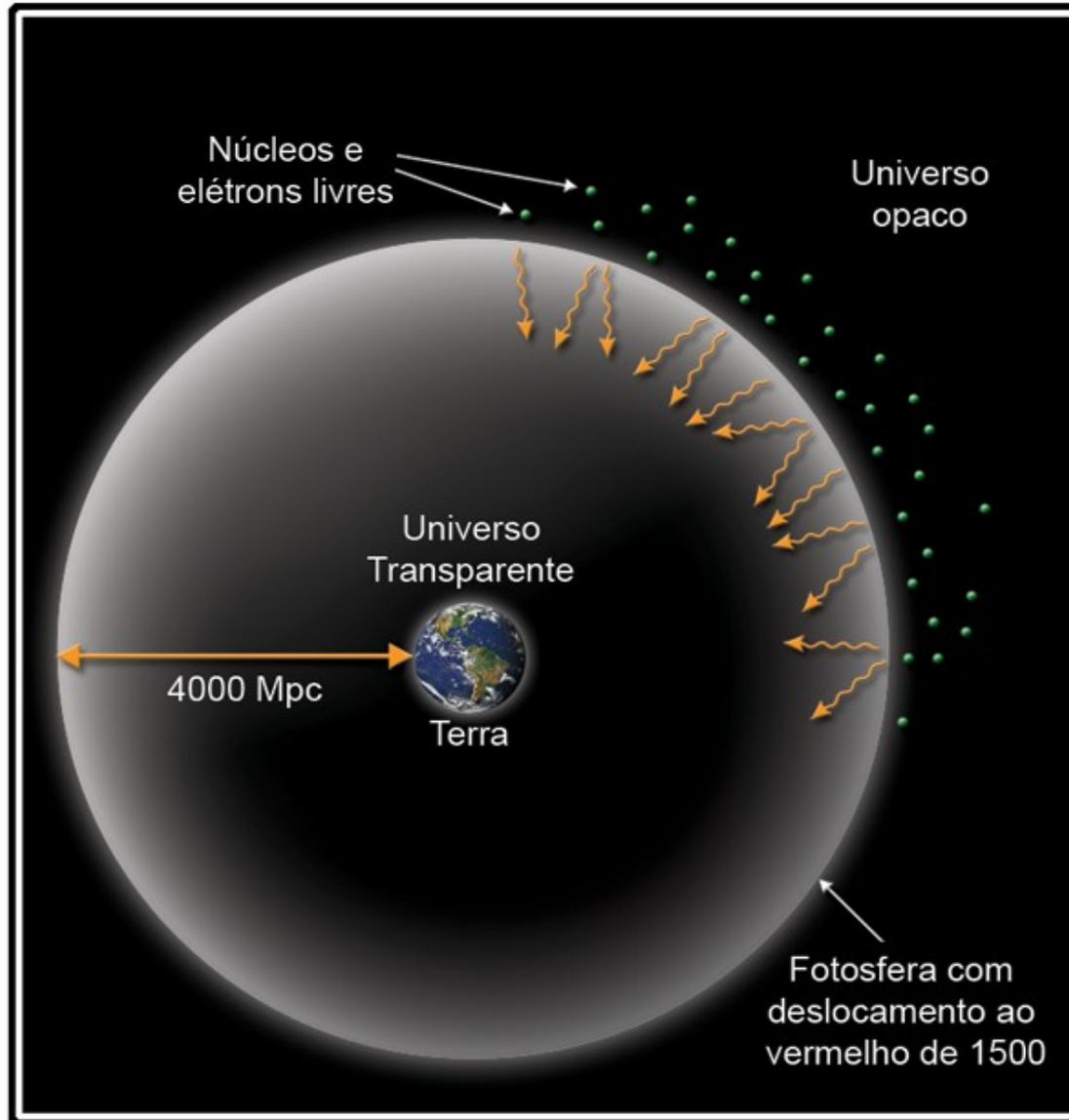
<i>Época</i>	<i>Tempo</i>	<i>Densidade</i>	<i>Temperatura</i>	<i>Eventos</i>
<i>Estelar</i>	10^{17} s	3×10^{-25}		<i>Formação de estrelas</i>
<i>Moderna: expansão acelerada</i>	$5 \times 10^{17} \text{ s}$	1×10^{-26}		<i>Expansão Cósmica acelerada. Matéria e Energia Escuras dominam o Universo. Questões sobre a estrutura geral do Universo.</i>
<i>Futuro.</i>	<i>???</i>			<i>Expansão eterna? Novas contrações? Outros Universos? Outras Físicas?</i>

Confirmação: abundância de Hélio

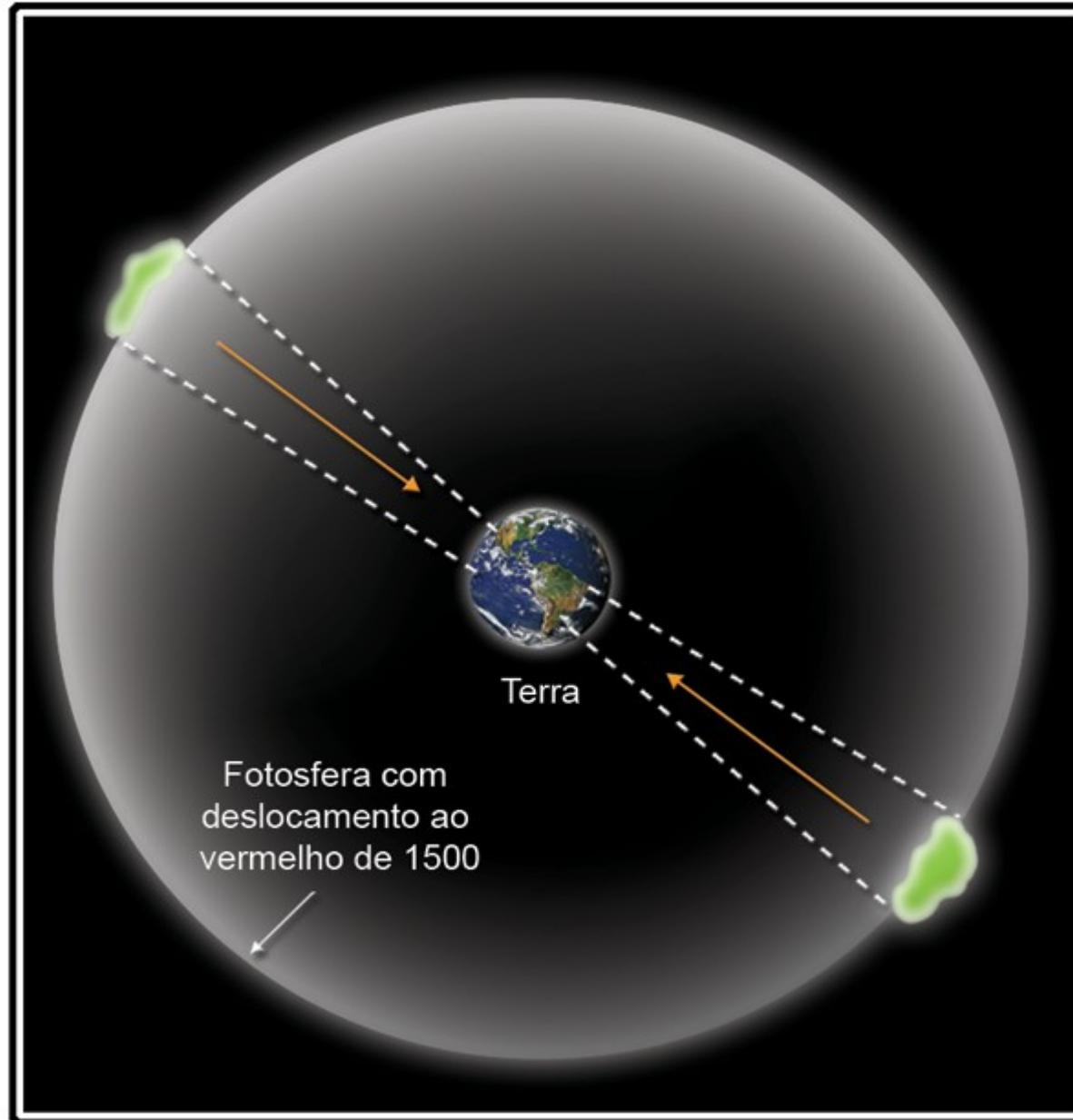


*Novas
Observações e
o Futuro
Cosmológico*

Radiação C3smica de Fundo

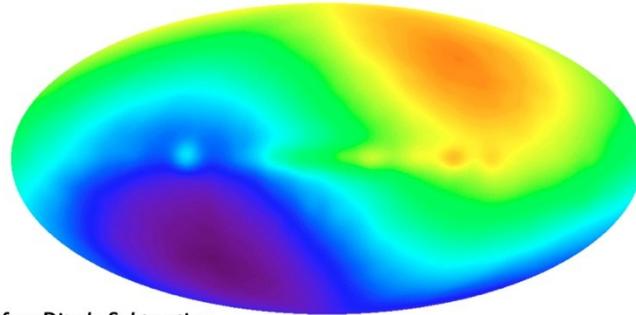


Radiação Cósmica de Fundo

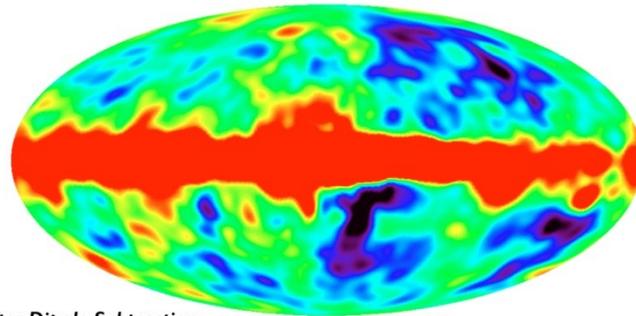


Radiação C3smica de Fundo: COBE

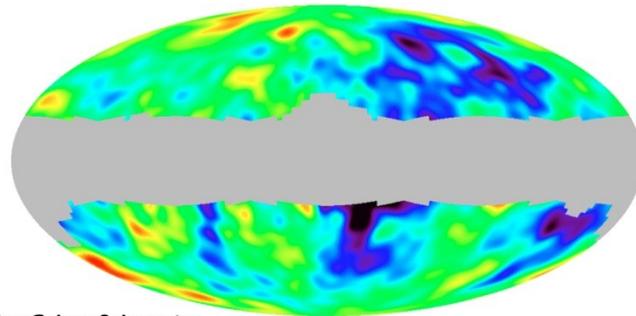
DMR 53 GHz Maps



Before Dipole Subtraction

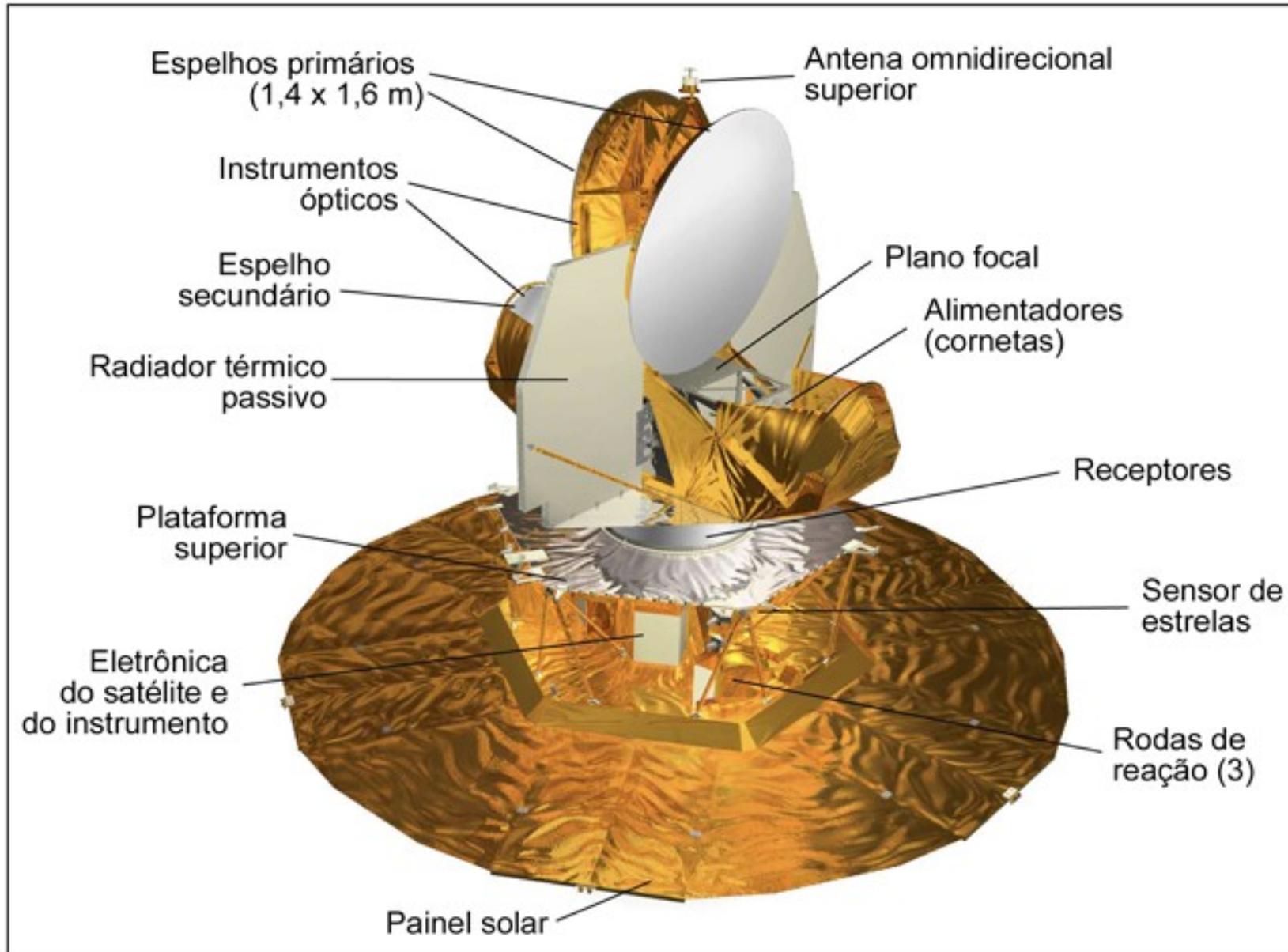


After Dipole Subtraction

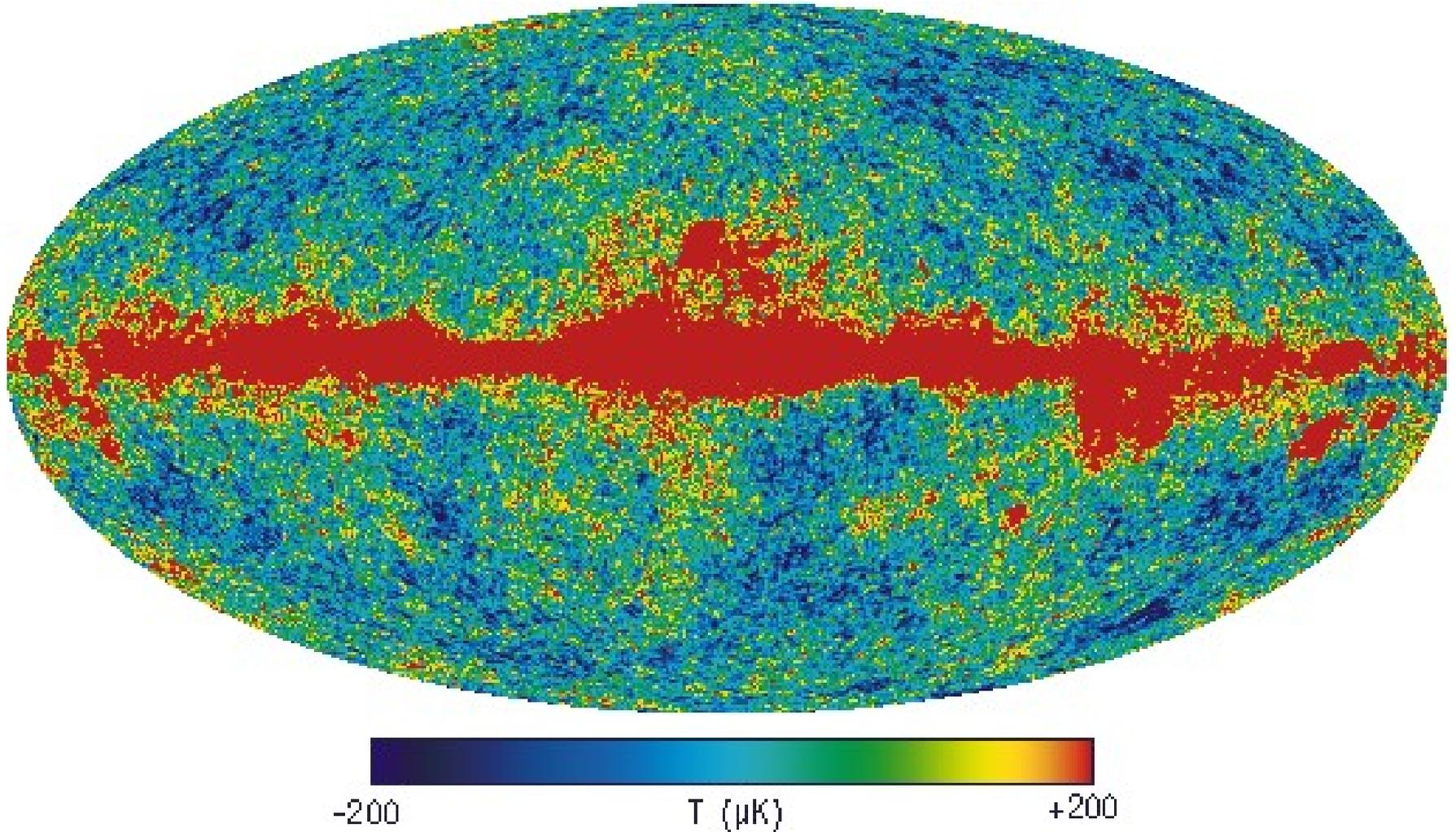


After Galaxy Subtraction

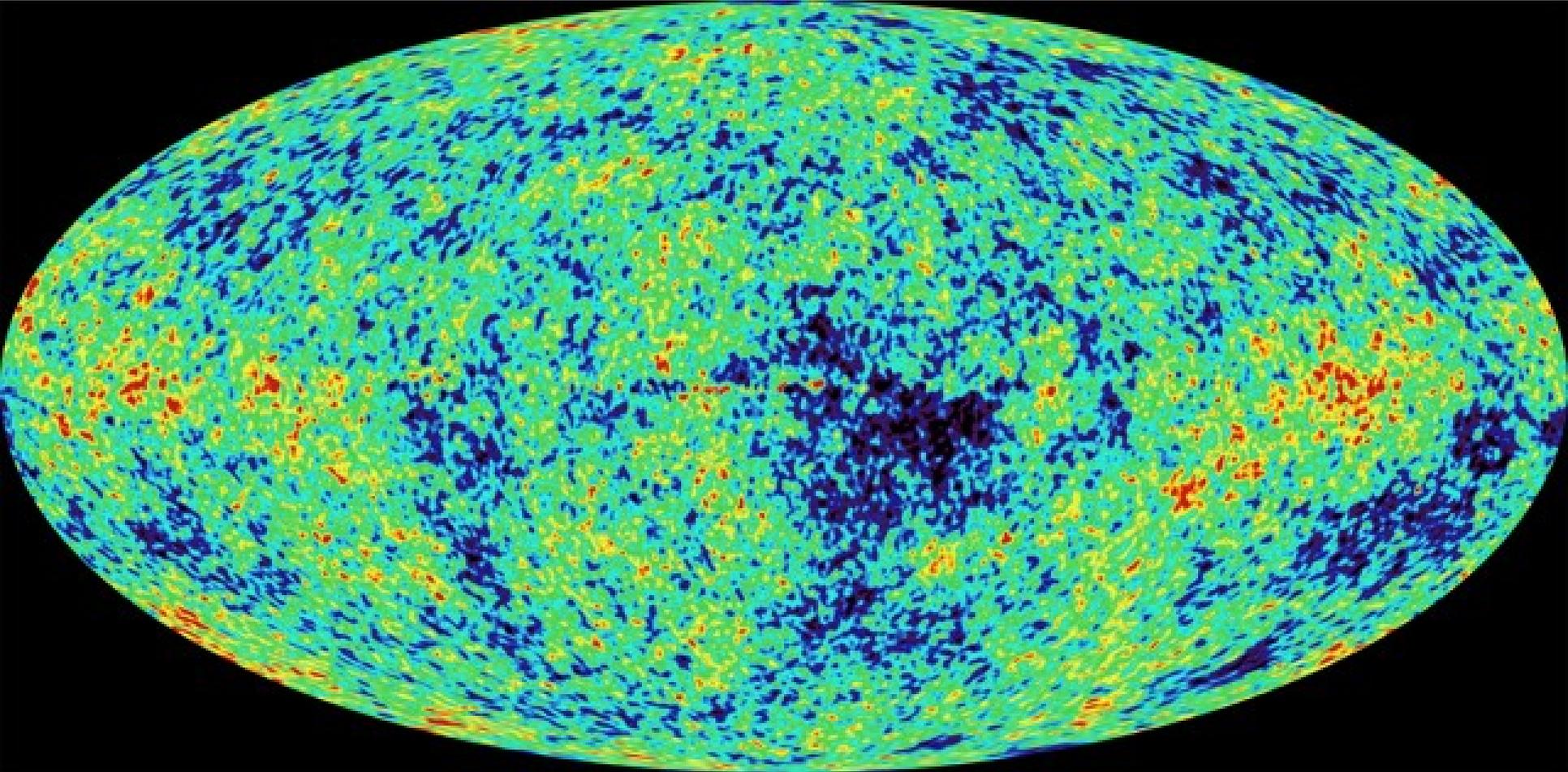
WMAP: nova sonda para medida da radiação de fundo



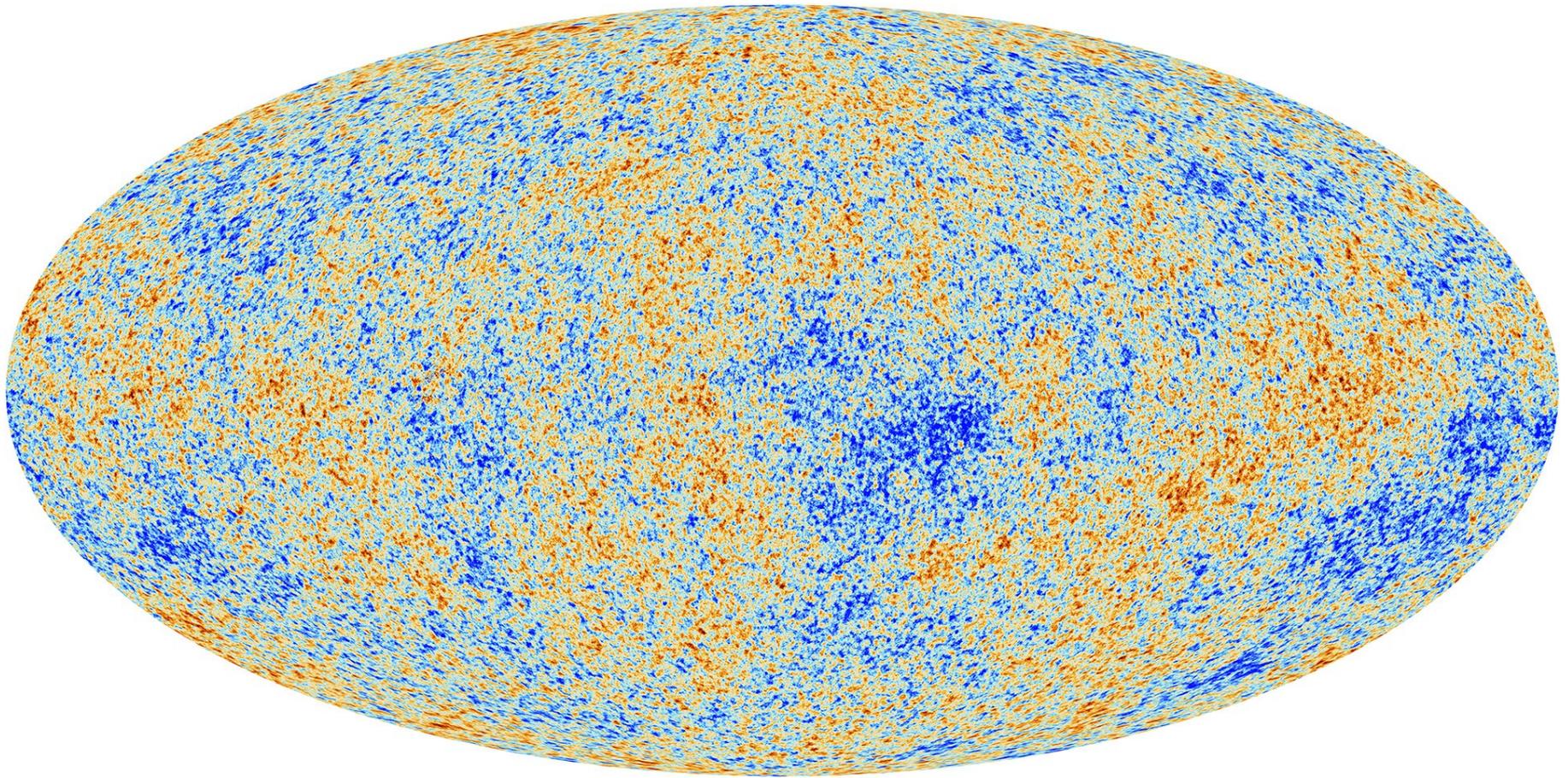
Radiação C3smica de Fundo: WMAP



Radiação Cósmica de Fundo: WMAP



Radiação C3smica de Fundo: Planck



Consequências de wmap/Planck

- *Medidas de grande precisão em cosmologia*
- *Confirmação da existência de matéria escura e de energia escura: 95% do universo é formado por algo totalmente desconhecido!!!*

Energia escura

A inflação resolve os problemas dos modelos simples de Friedmann, propondo que nos primórdios houve uma era de expansão acelerada.

HOJE o universo está em novo período de aceleração!

A causa dessa expansão acelerada é denominada energia escura.

As indicações observacionais são:

As observações de Supernovas Ia

O espectro da radiação cósmica de fundo (RCF)

As medidas de matéria aglomerativa (associada a galáxias)

Matéria escura

O Universo tem também outro componente misterioso, observado em grandes aglomerados de matéria.

Estes aglomerados atraem mais fortemente do que deveriam, contendo portanto mais matéria, na verdade dez vezes mais que o observado através da luz emitida!

A causa dessa atração é denominada matéria escura.

Os indícios da Matéria Escura são:

O espectro da radiação cósmica de fundo (RCF)

As medidas de matéria aglomerativa (associada a galáxias)

Supernovas

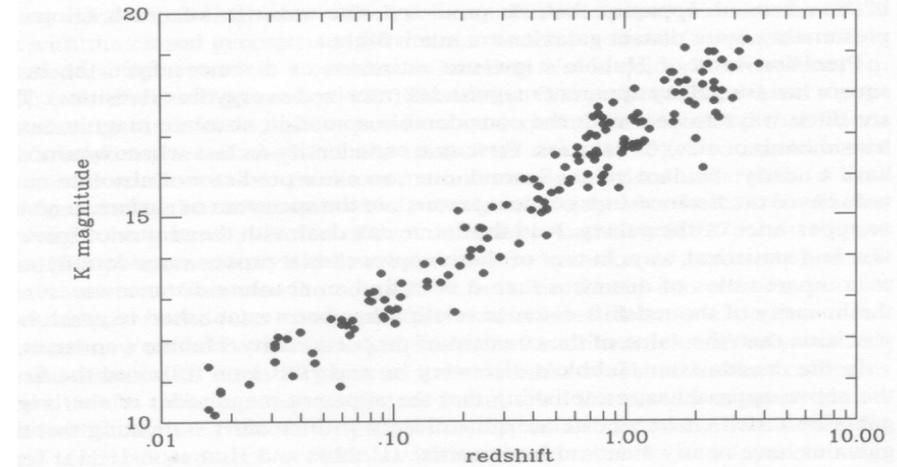
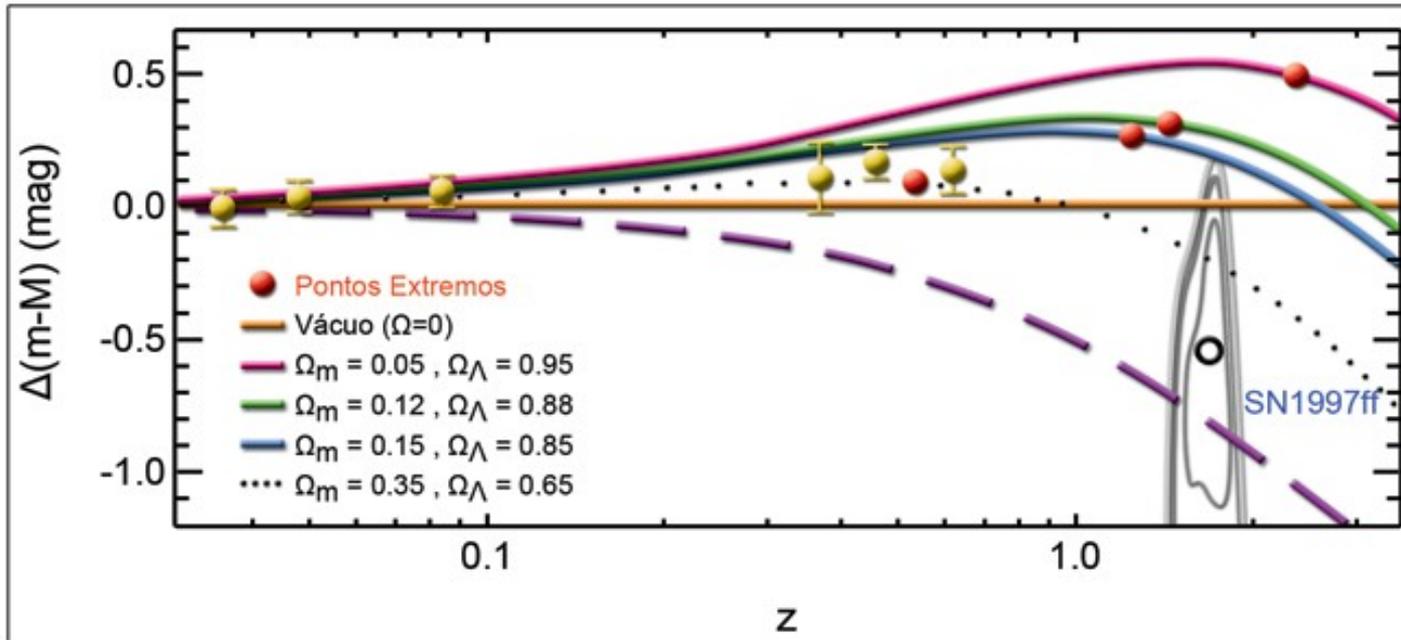


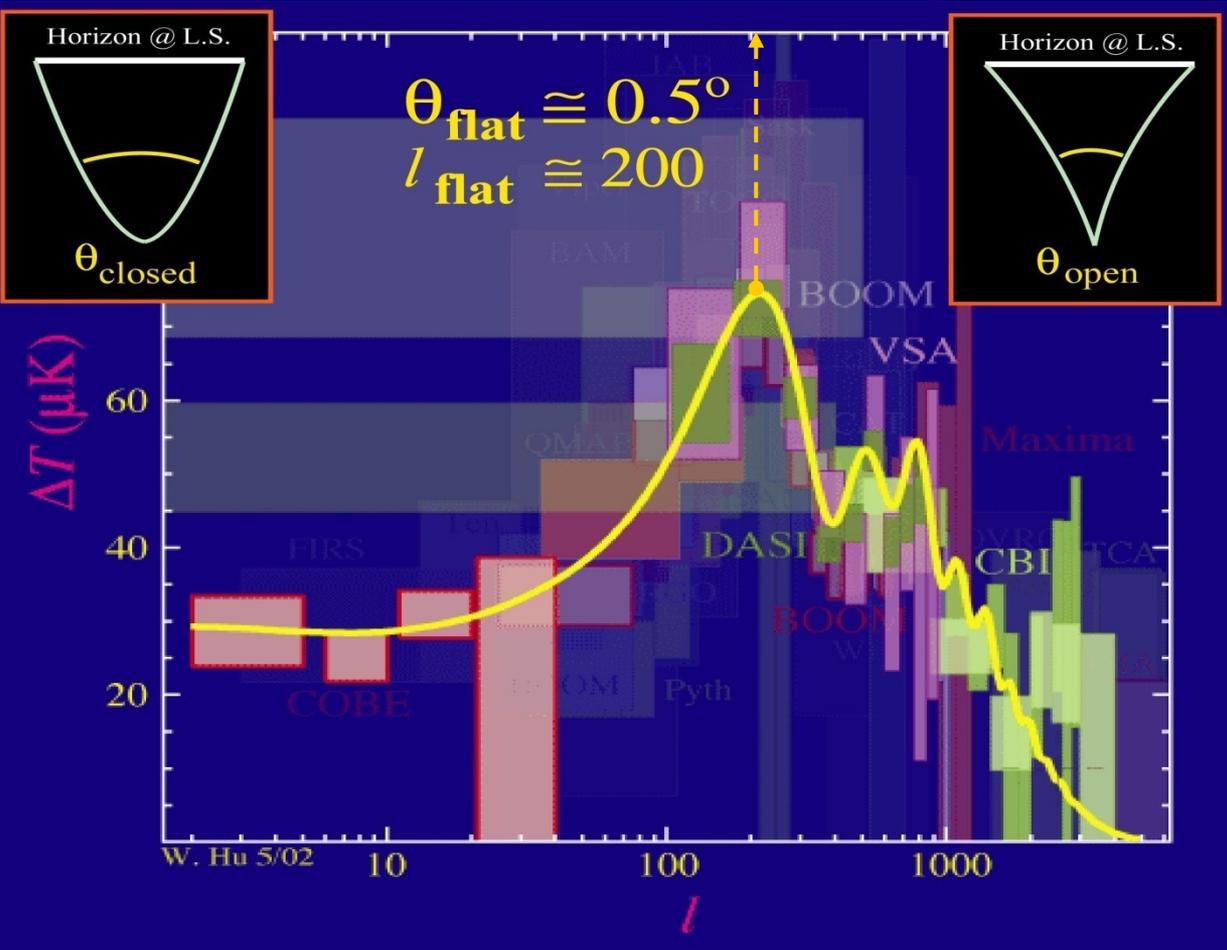
Figure 5.3. Redshift-magnitude relation for radio galaxies (McCarthy 1992).



A. Rises et al., *Astrophys. J.* 560: 49-71, 2001

N. Benitez et al., [astro-ph/0207097](https://arxiv.org/abs/astro-ph/0207097)

Análise da Radiação de Fundo

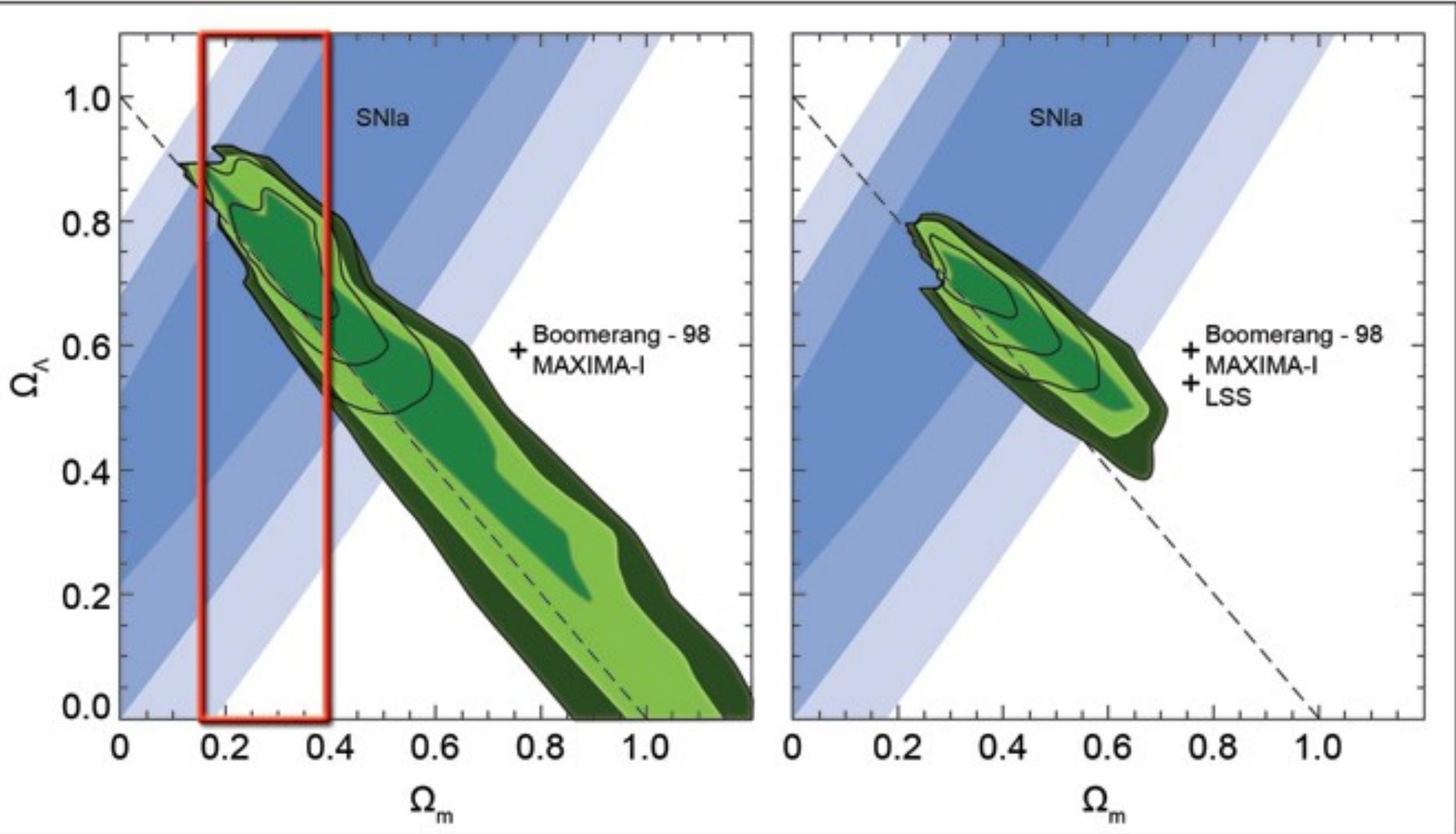


⇓

$$\Omega_0 = \Omega_m + \Omega_\Lambda$$

$$= 1.0 \pm 0.08$$

Concluimos que ...

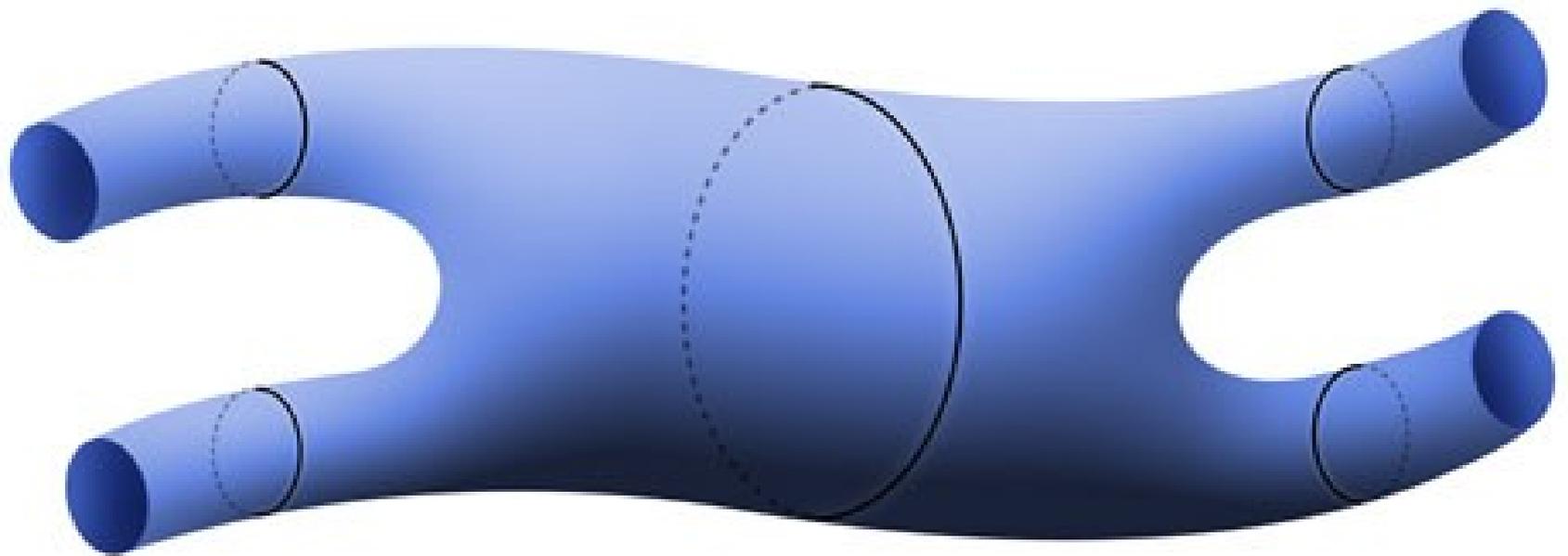


O Mundo Novo: a Teoria Quântica da Gravitação, o Tempo aquém do início e a Criação

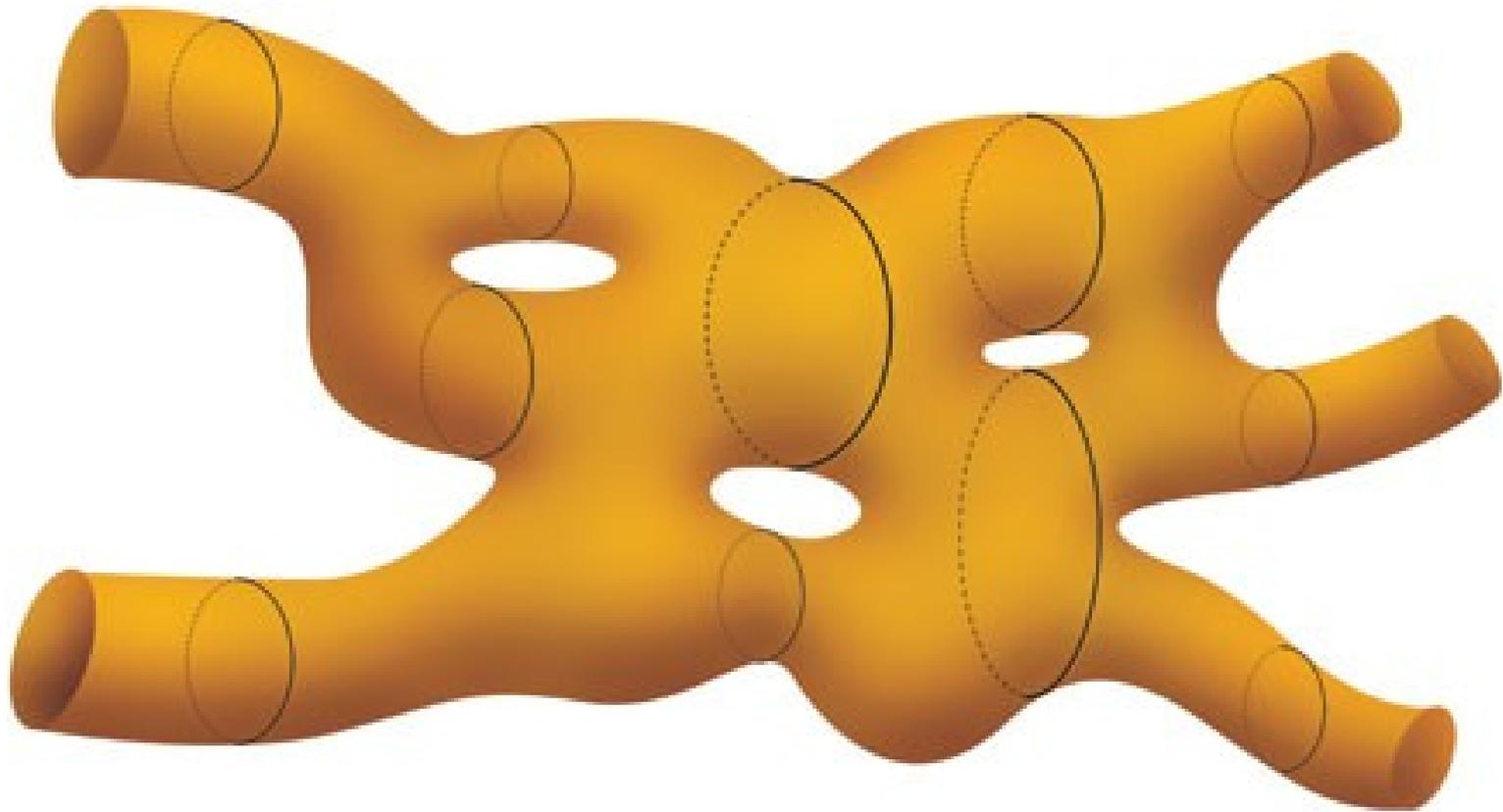
A Teoria Quântica da Gravitação

- *Dificuldades: infinitos indomáveis; seriam a Teoria da gravitação e a Mecânica Quântica imiscíveis?*
- *Superunificação*
- *Supersimetria*
- *Supergravitação*

Teoria de Cordas



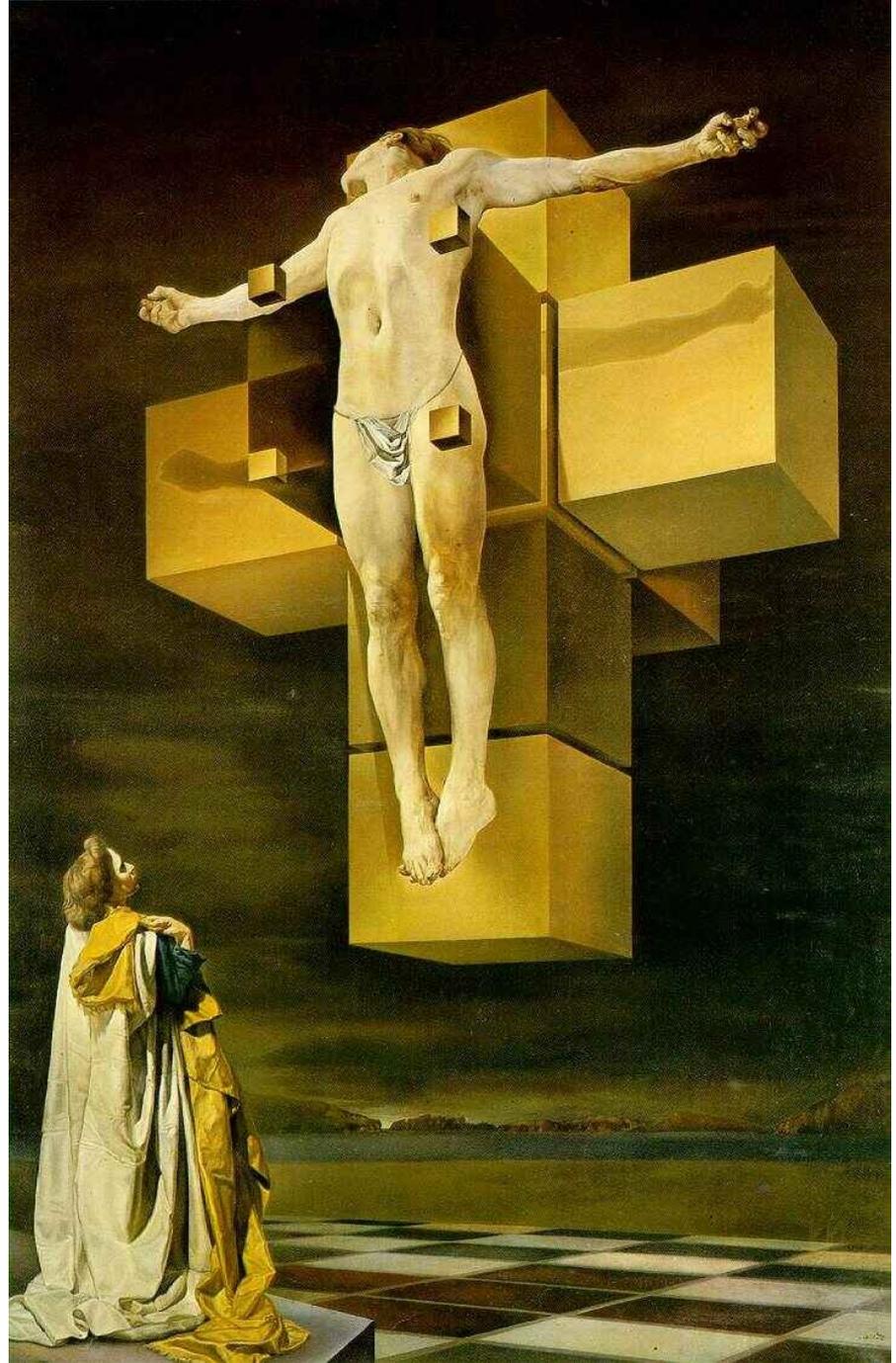
Teoria de Cordas



Teoria de Cordas

- *Uma corda move-se livremente no espaço-tempo*
- *Suas excitações elementares descrevem as partículas elementares*
- *Cordas são naturalmente definidas em sua respectiva dimensão crítica.*
- *Cordas bosônicas: 26 dimensões!!*
- *Cordas supersimétricas: 10 dimensões!!!*

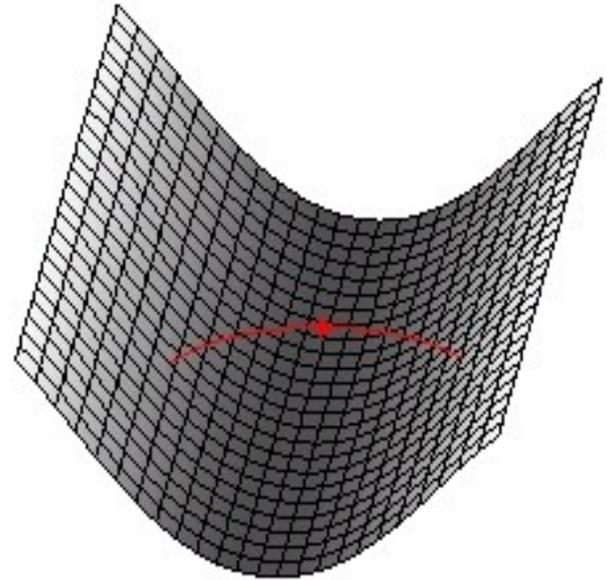
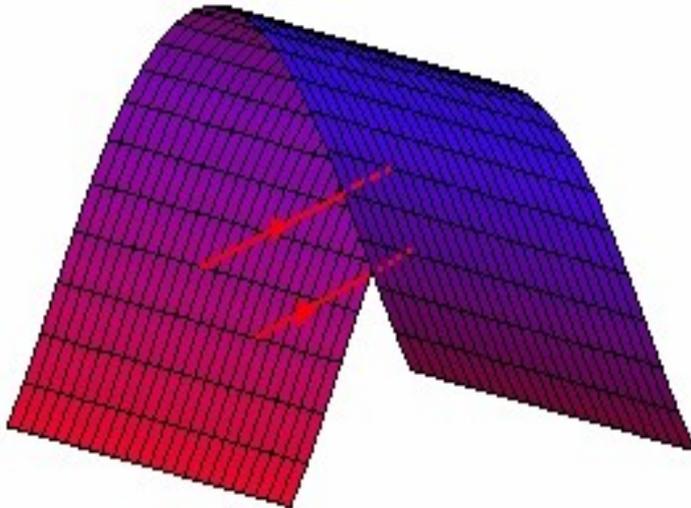
**Como na
arte,
temos um
universo
multidime
nsional!**



Teoria M

- *Há uma simetria mestra, conectando as várias Teorias de Cordas: simetria dual!*
- *Uma Teoria Mestre gera todas as Teorias de Cordas!*
- *Nosso Universo é uma membrana 3+1 dimensional imersa em um Universo com 11 (10+1) dimensões.*

Atalhos



Consequências e Expectativas

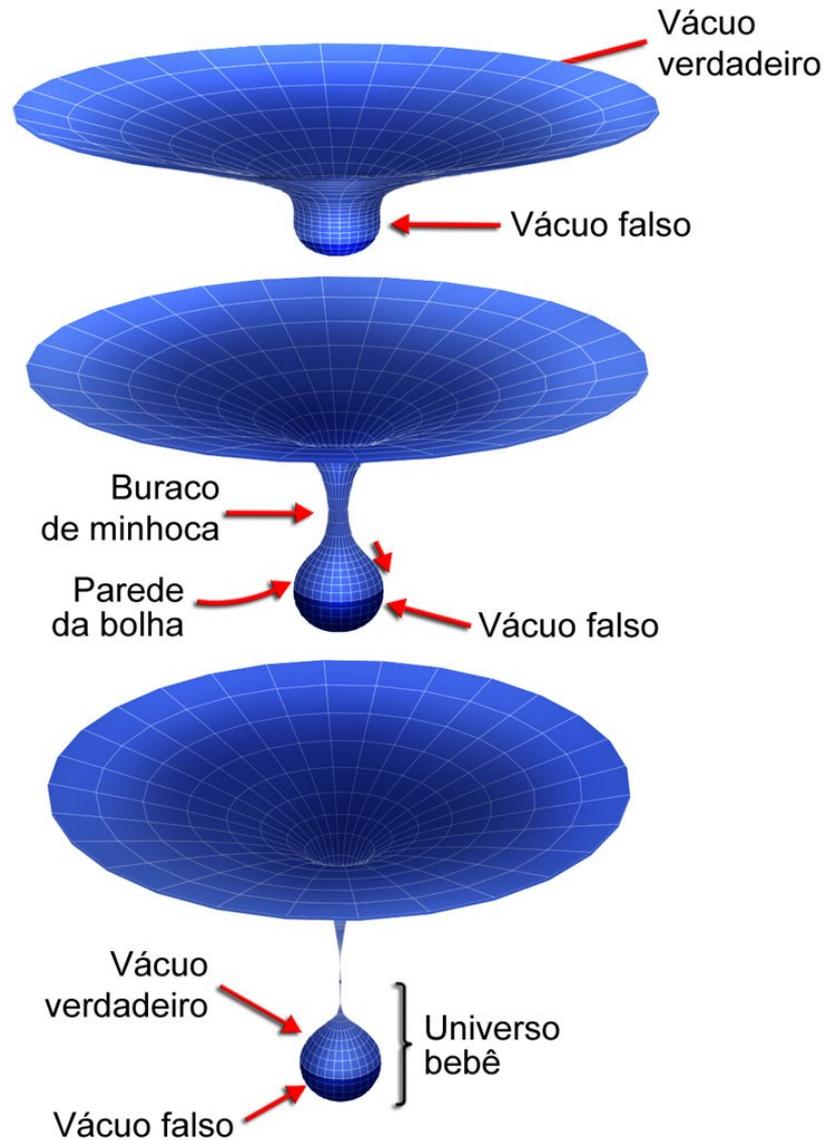
O Princípio Holográfico

- *Buracos Negros e evaporação*
- *Radiação Cósmica de Fundo/
COBE/WMAP*
- *Criação Quântica de Universos*

Criação quântica de universos

- *Um Universo pode ser gerado através de um processo Quântico?*
- *Em uma Teoria Quântica um estado pode ser criado!*
- *Uma função de onda descrevendo todo o Universo pode aparecer de repente!*

Universos podem ser criados?



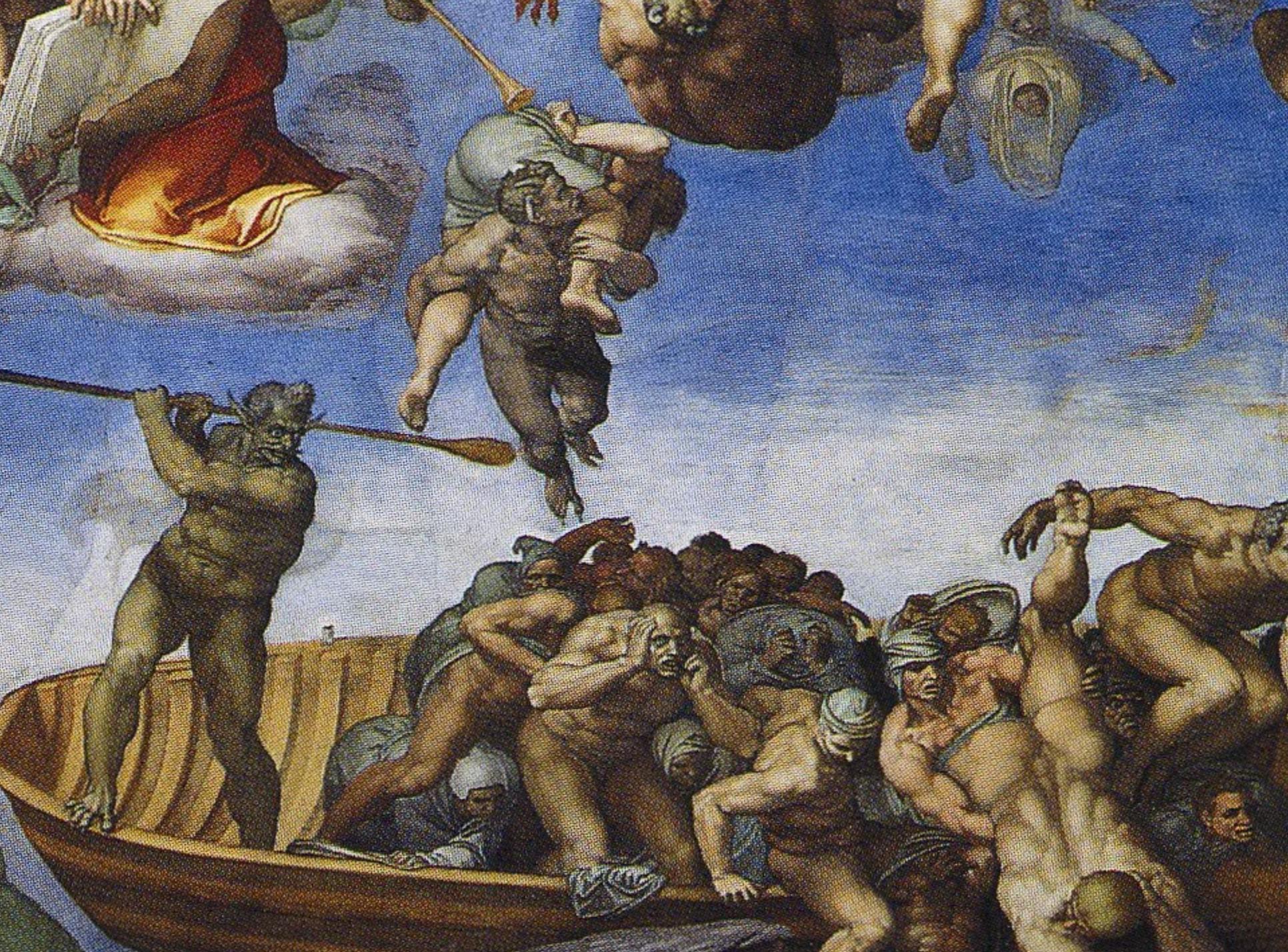


Universos podem ser criados?

- *Se Universos podem ser criados, haveria uma infinidade de outros Universos com outros tempos e espaços?*
- *Se houver outros Universos, poderia também haver outras leis da Física?*
- *Princípio antrópico: paisagens e brejos.*







O que aprendemos

- *Estrutura da Evolução das idéias físicas*
- *Estrutura do Universo*
- *De onde viemos*
- *Para onde vamos*
- *As Leis que regem nosso Universo*
- *Nossas limitações*

Problemas e Perspectivas

- *Matéria Escura*
- *Energia Escura e aceleração do Universo*
- *Das inhomogeneidades às estruturas*
- *Gamma ray bursts*
- *Novas Procuras ...*
- *O que é o tempo?*

Conclusões e Visão Geral

- *Geometria Quântica*
- *Novas partículas e interações*
- *Dimensões Extras*
- *Universos sem conexão causal*
- *O interior do Universo em Mecânica Quântica: o observador sendo observado!!!*