

# Minicurso: Cosmologia

Alexandre Bagdonas Henrique  
Marcelo Nogueira  
Tiago Almeida

# **Atividade I: Introdução a história da cosmologia**

## **Aulas:**

**1) O que é cosmologia?**

**2) Big Bang Brasil: modelos de universo estático e em expansão**

# O que é cosmologia?

## Lost Horizons, Big Bang: Introdução

Fonte: BBC, (Al-Khalili, 2008)

# O que é cosmologia?



Cosmologia é ciência?

Cosmologia é filosofia?

Cosmologia é religião?

# As questões fundamentais

Quase todos os povos tentaram responder:  
O que é o homem?  
O que é o universo? Qual o lugar do homem no universo?



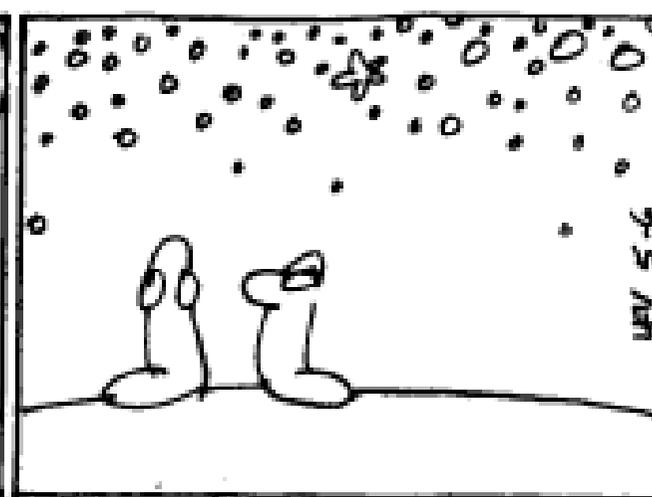
O universo foi criado por um ser inteligente?  
Existe um sentido para a vida ou para o universo?  
Por que o universo existe?  
Por que algo deve existir?  
Por que as coisas são como são?  
De onde surgiu o universo?  
**Ele vai existir para sempre?**

# O que é o universo?

## As Cobras

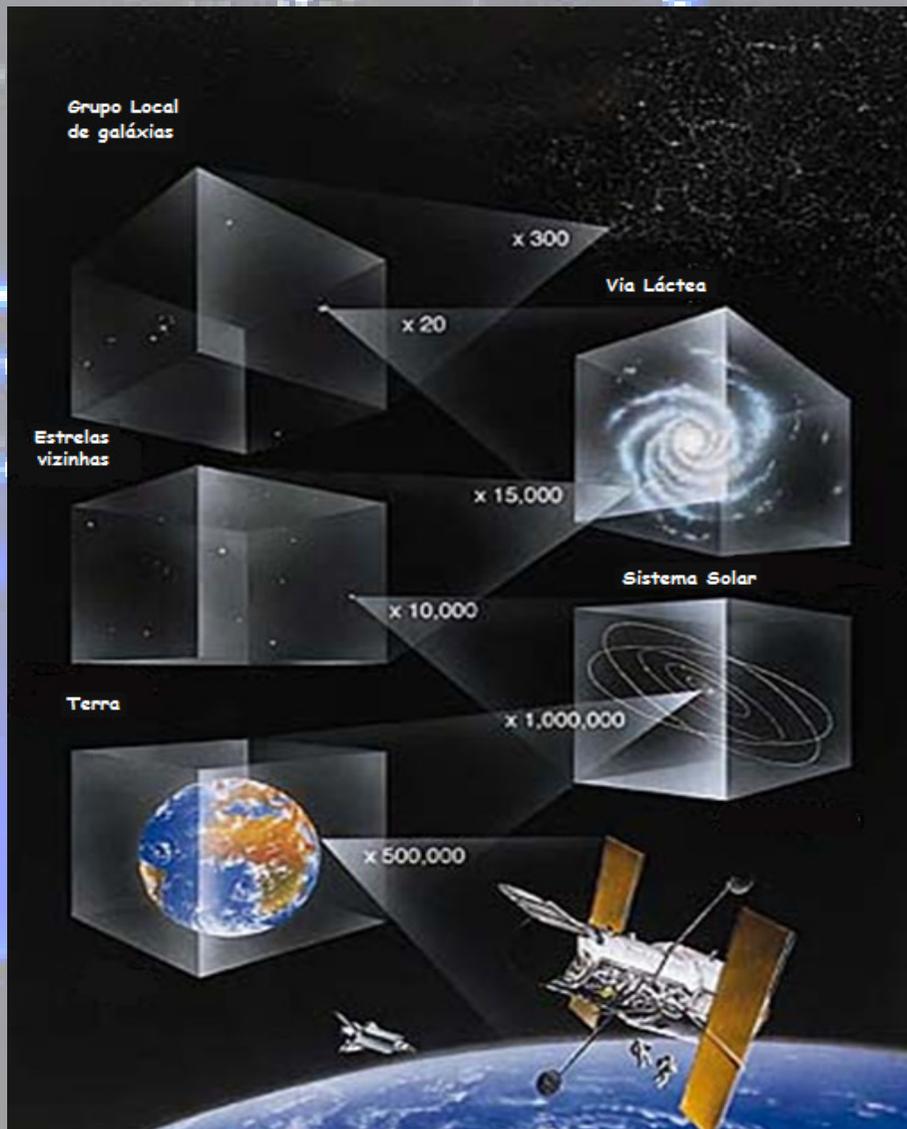


## Luis Fernando Verissimo



O que é o universo para você?  
Podem existir vários universos?

# Cosmologia e astronomia



A figura foi retirada da palestra "Cosmologia", de Wilton Dias, ministrada no [Observatório do CDCC-USP](#)



Fonte: GREF, [Mecânica 4](#)

Astronomia

Terra

Planetas

Lua

Estrelas

Cometas

Meio interestelar

Galáxias

Cosmologia

Estudo do  
universo  
*como um todo*

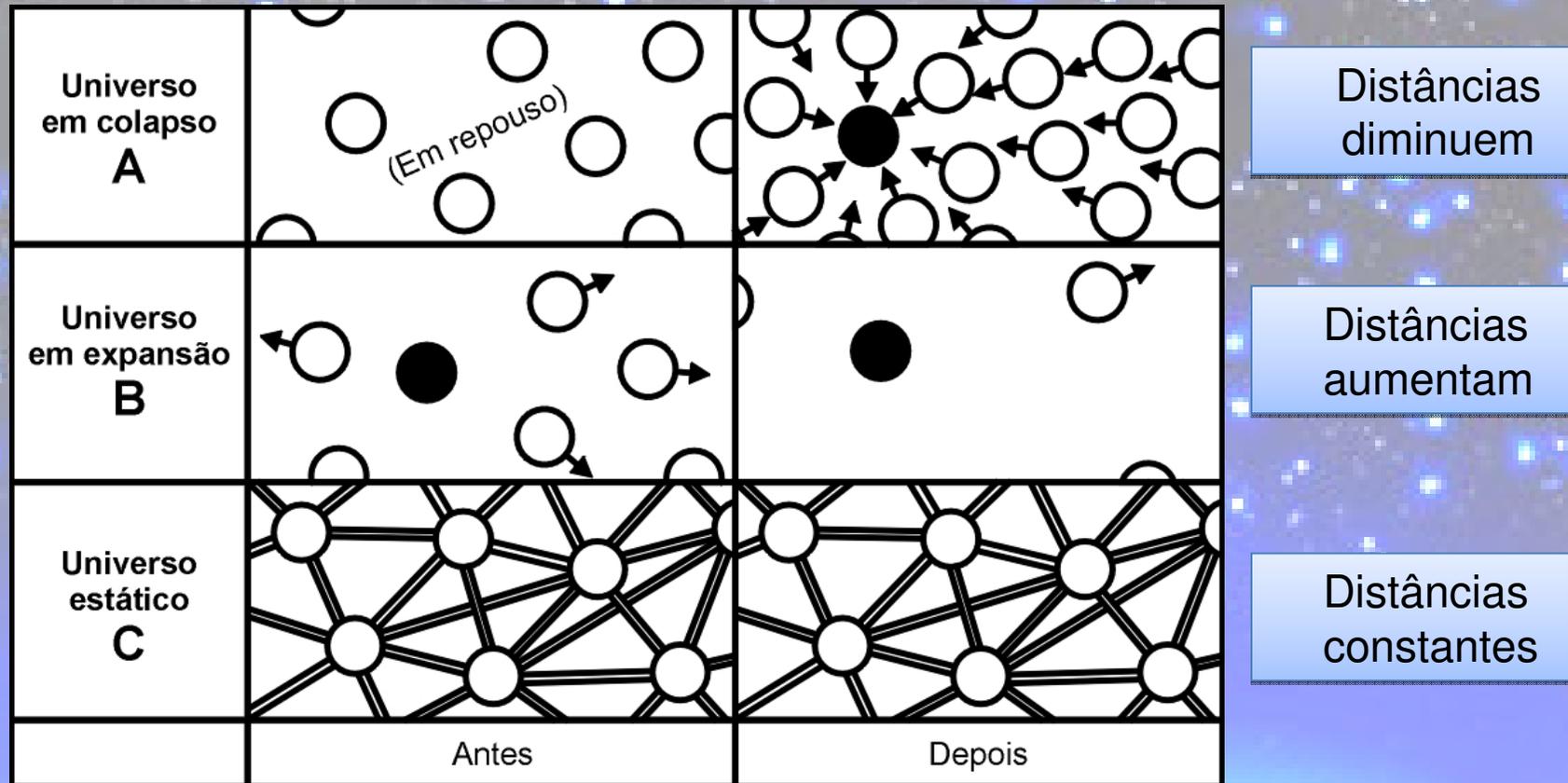
Para você:



O universo teve um começo  
ou sempre existiu?

Você acredita na teoria do Big  
Bang? Por quê?

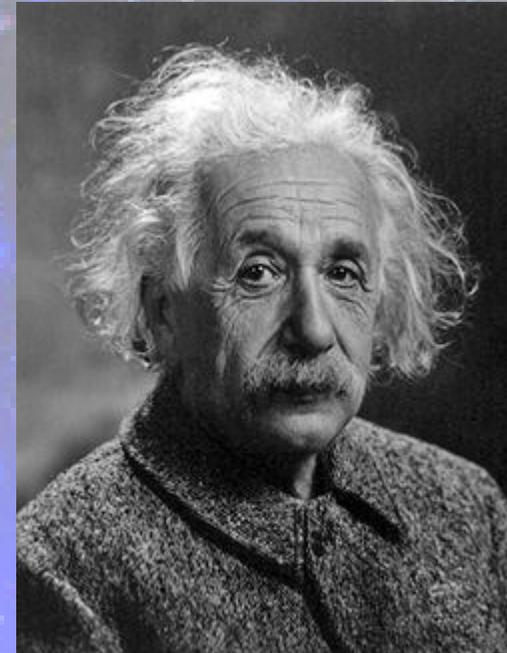
# Três tipos de universo



# Big Bang Brasil: Parte I



Pedro Bial  
(1958-)



Albert Einstein  
(1879-1955)

Texto: *O modelo de universo estático de Newton e Einstein e De Sitter*

# Licença poética

**Einstein** - Bem, **tudo começou em 1915**, quando eu desenvolvi minha teoria da relatividade geral. Ela revelou uma coisa muito incômoda, que deixou todo mundo meio perturbado aqui...

**Bial** - Vish, alemão, o que você aprontou aí?

**Einstein** - Você sabe, na relatividade geral eu costurei espaço, tempo, matéria, energia e gravidade, tudo no mesmo pacote. Aí, sabe como é, **sem muita coisa para fazer aqui dentro da casa, decidi iniciar uma continha. Coisa simples**, para flexionar os músculos cerebrais -- eu adoro malhar, sabe?

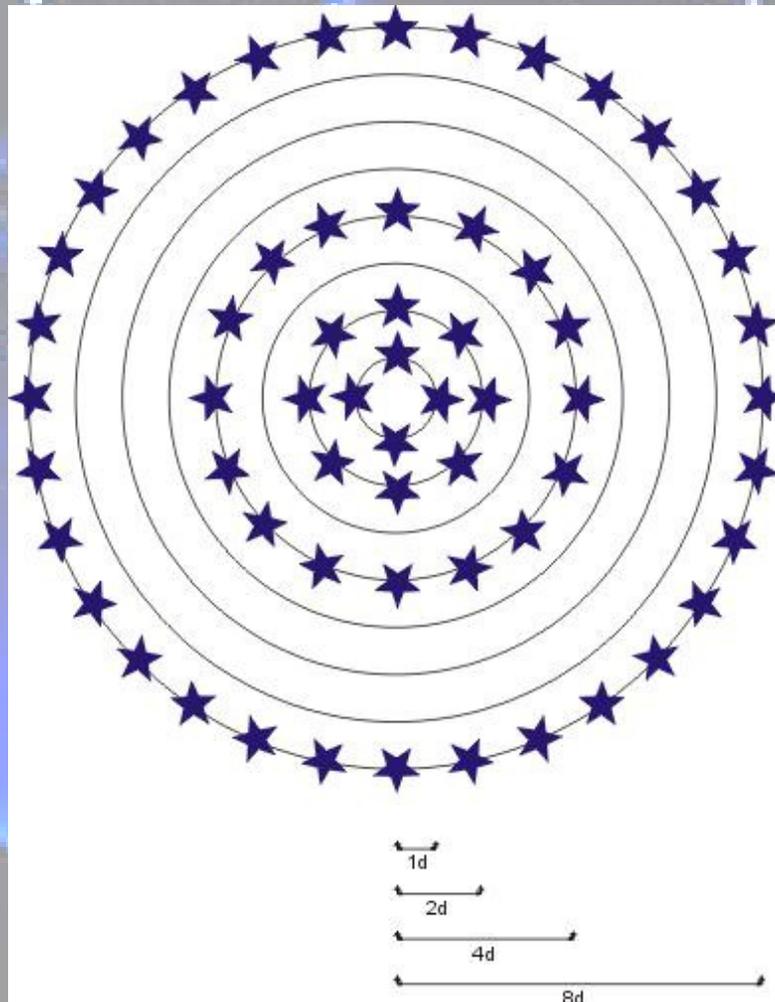
# Constante cosmológica

Einstein - **O nosso querido padre belga devia ficar mais no confessionário, isso sim.** Depois de fazer cálculos com base na minha relatividade, em vez de adotar a versão com o lambda, ele apostou na versão original da teoria e agora defende a idéia de que o universo inteiro nasceu de algo como um "átomo primordial", que explodiu e deu origem a tudo que vemos. Uma bobagem

$$G_{ab} + \Lambda g_{ab} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{ab}$$

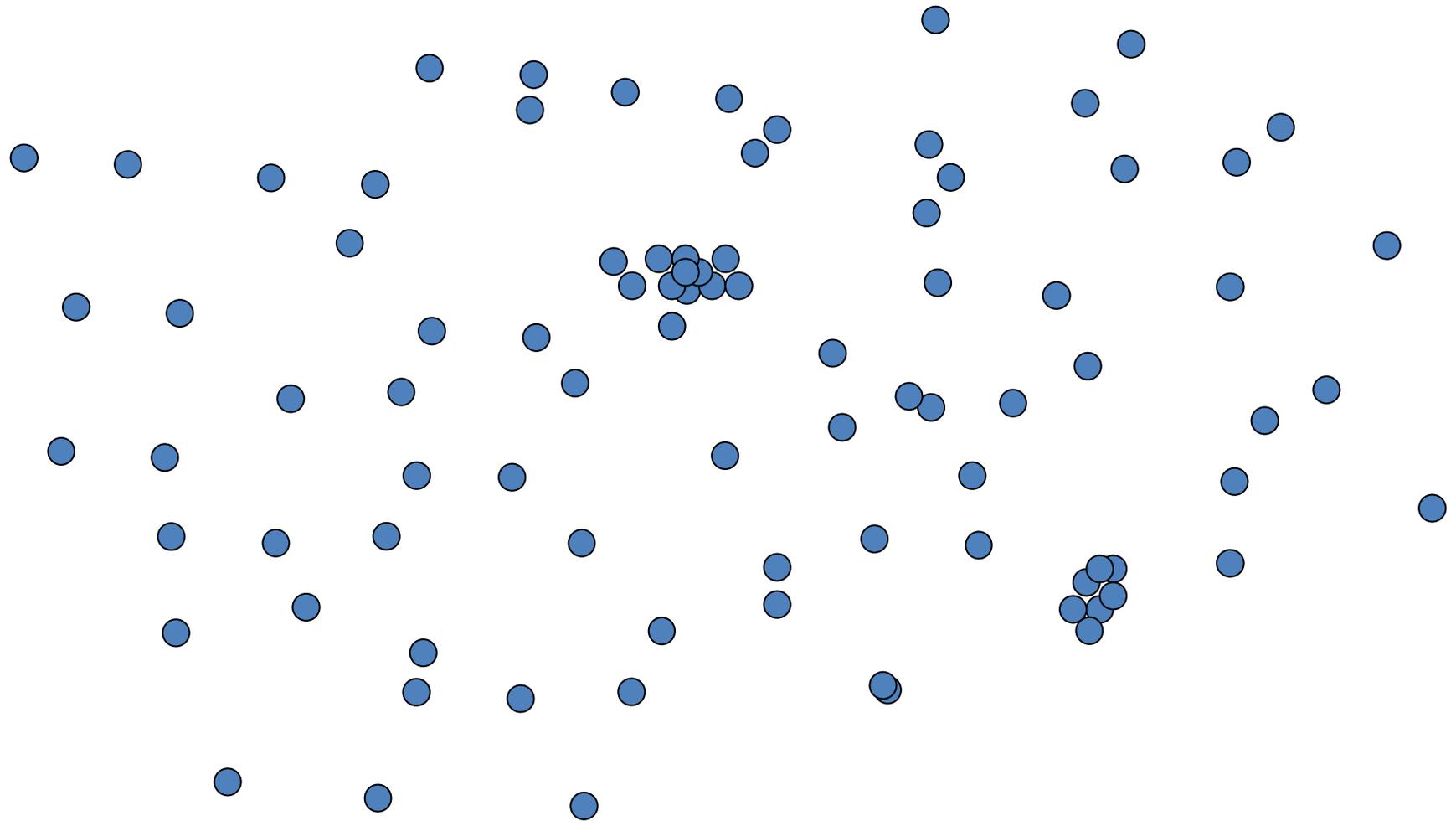
Utilizada por outros autores, como Lemaître, Eddington e de Sitter

# Universo estático de Newton

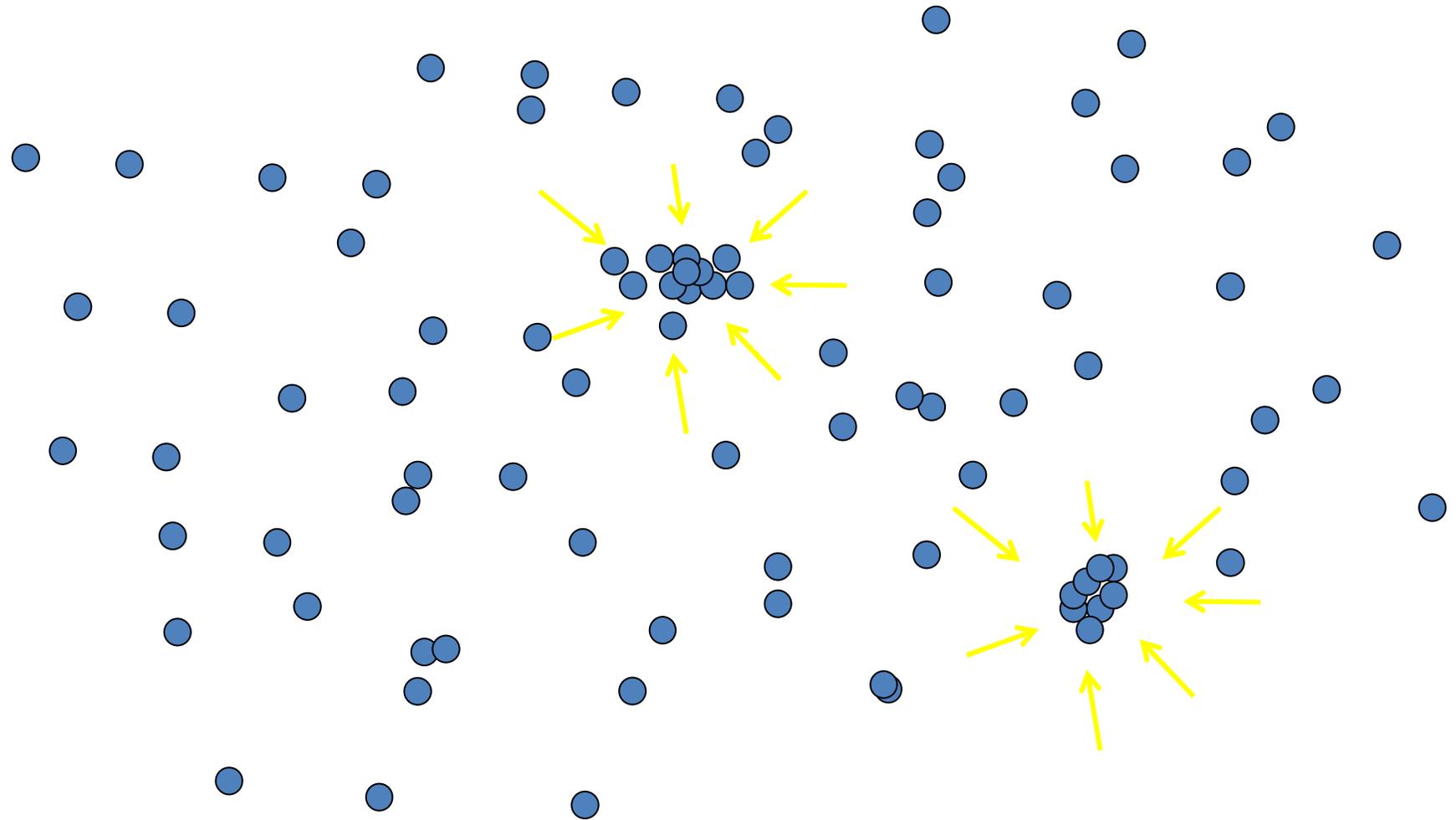


Espaço seria:  
-Infinito  
-Homogêneo  
-Estático

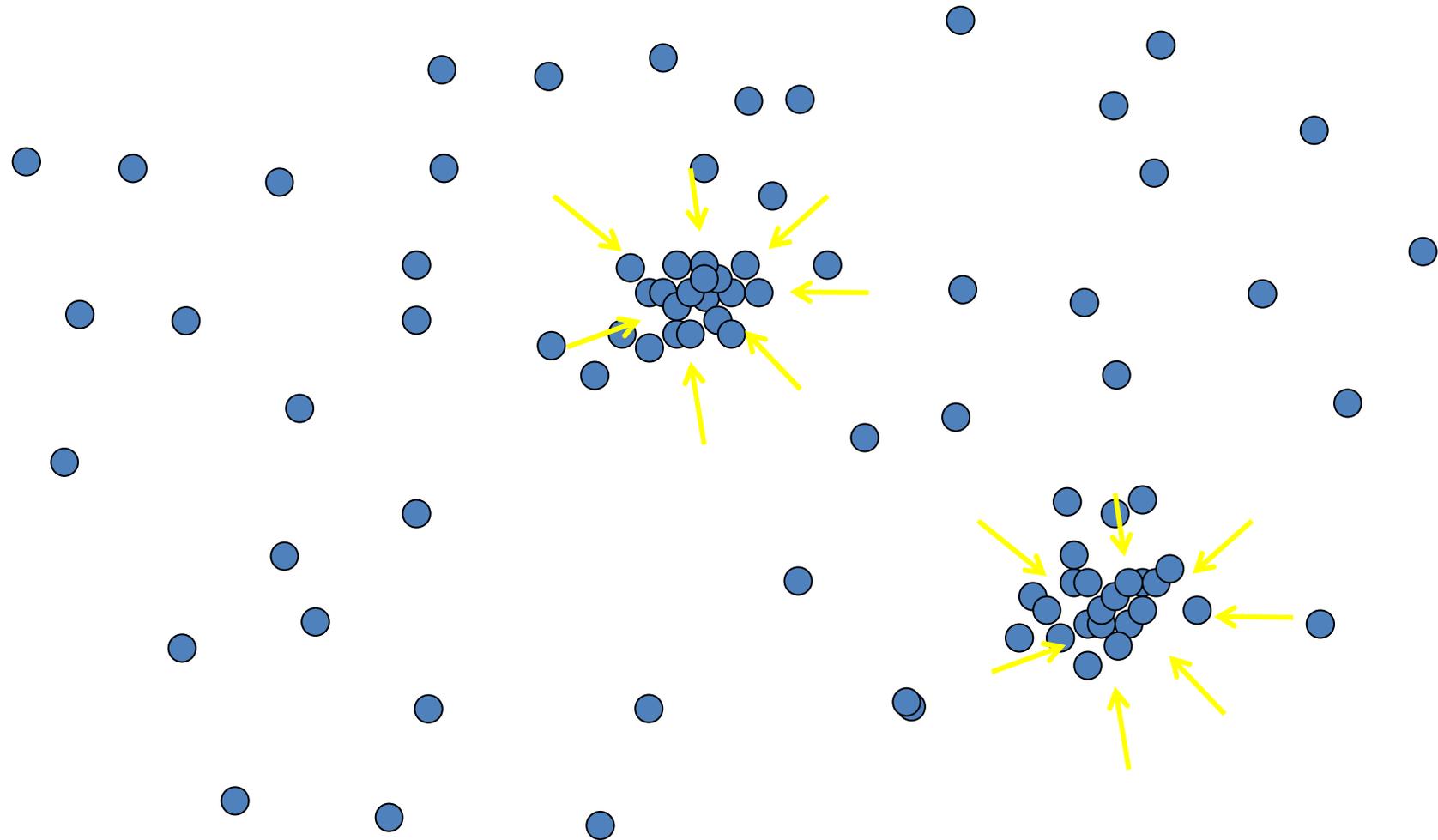
# Uma analogia mecânica



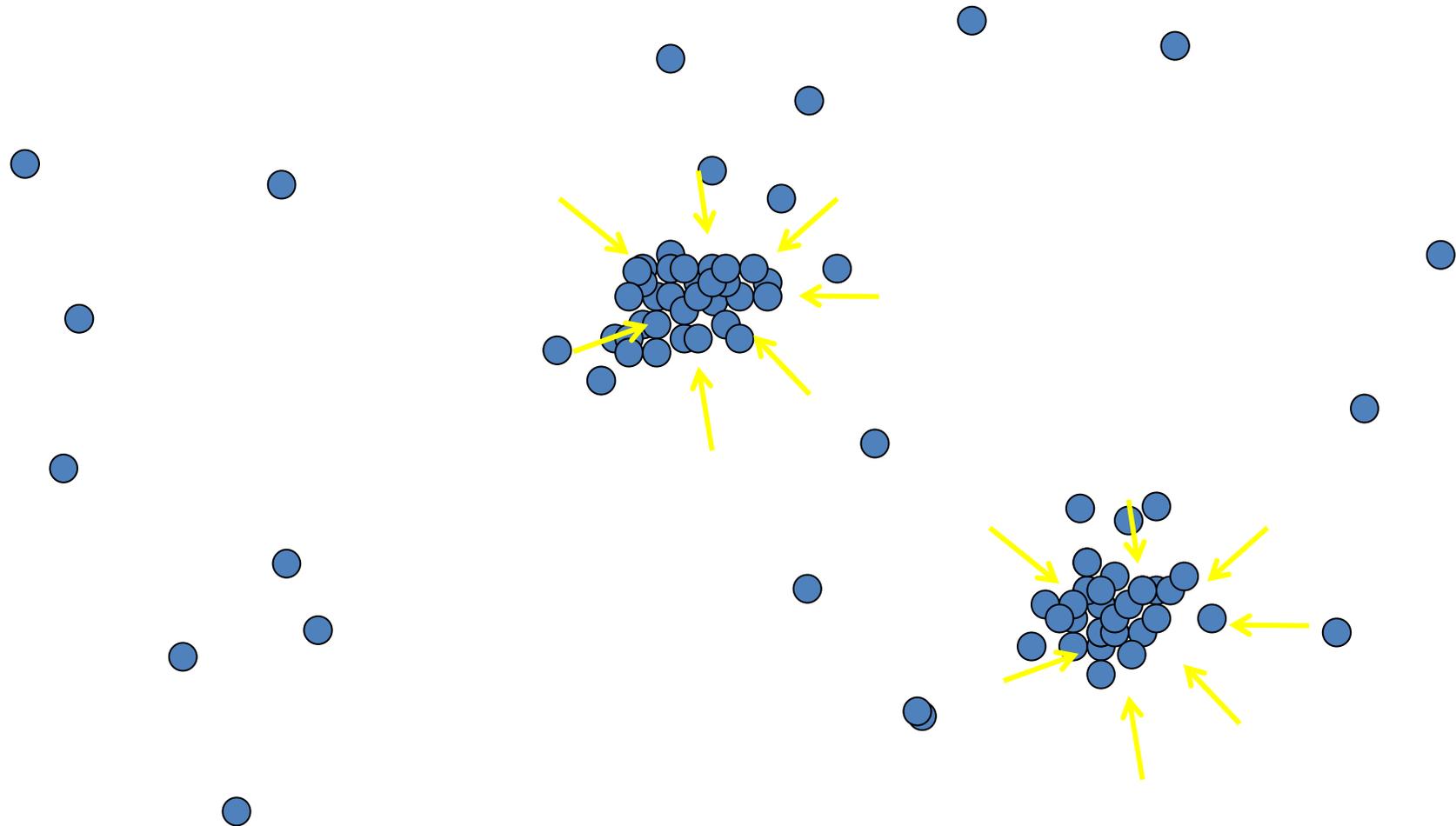
# Instabilidade gravitacional



# Instabilidade gravitacional



# Instabilidade gravitacional

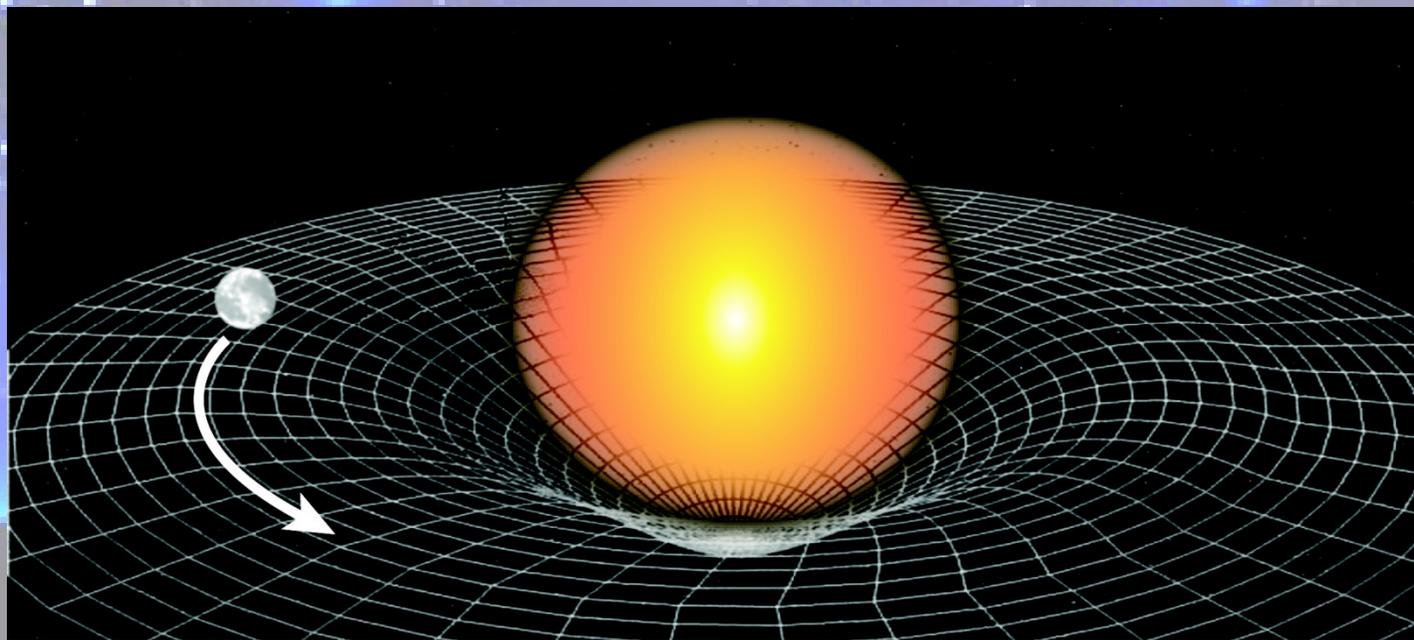


# Uma nova visão da gravidade

Gravidade não é uma força!

Newton - força que se propaga instantaneamente

Einstein – massas seguem a curvatura do espaço tempo



# A cosmologia científica

Os modelos cosmológicos relativísticos foram obtidos a partir das equações da *relatividade geral*.

Envolvem conjuntos de quatro coordenadas (três espaciais e uma temporal) chamados *tensores*

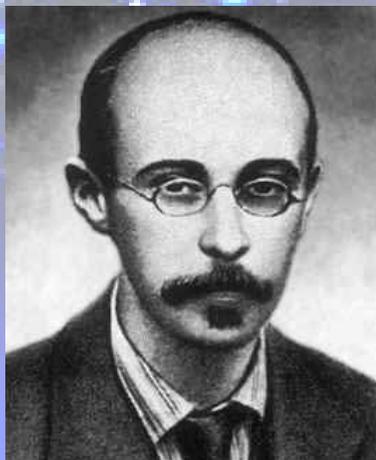
Compreender quantitativamente os modelos cosmológicos relativísticos exige muito tempo de treinamento específico

$$G_{ab} + \Lambda g_{ab} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{ab}$$

# Big Bang Brasil: Parte II



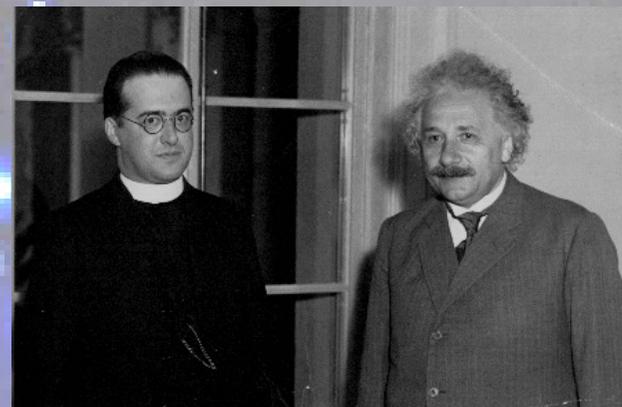
Pedro Bial



Alexander Friedmann  
(1888-1925)

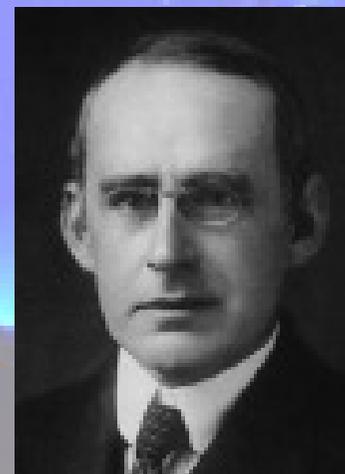


Edwin Hubble  
(1889-1953)



Georges Lemaitre  
(1894-1966)

Albert Einstein  
(1879-1955)



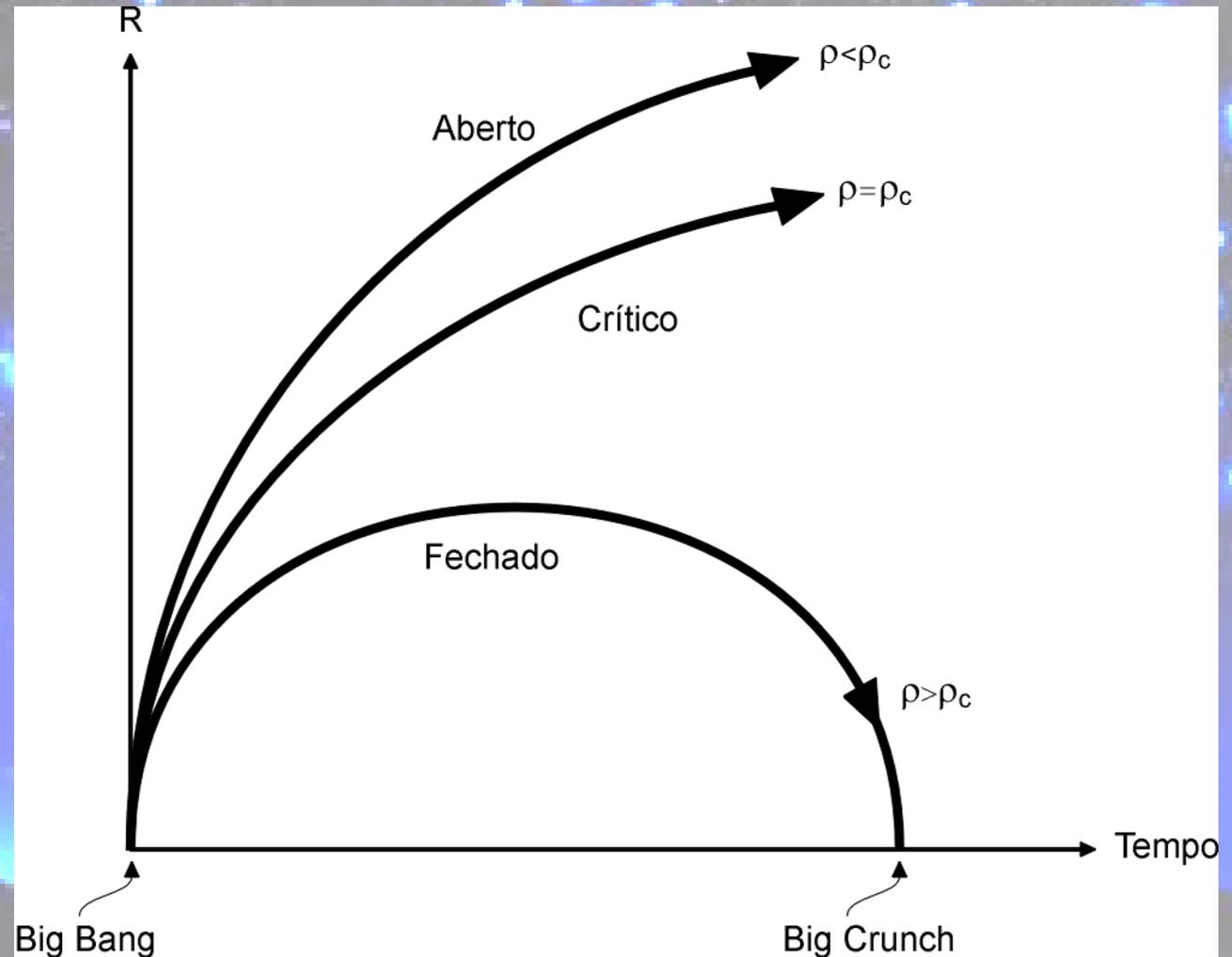
Arthur Eddington  
(1882-1944)

Texto: *Modelos de universo em expansão de Friedmann, Lemaître e Eddington*

# Modelos de Friedmann



Alexander Friedmann  
(1888-1925)



A figura foi retirada de Harrison 1981, p. 298

# Big Bang Brasil: Parte III



Fred Hoyle  
(1915-2001)



Bial



George Gamow  
(1904–1968)

Texto: *As teorias do Big Bang e do Estado Estacionário*