

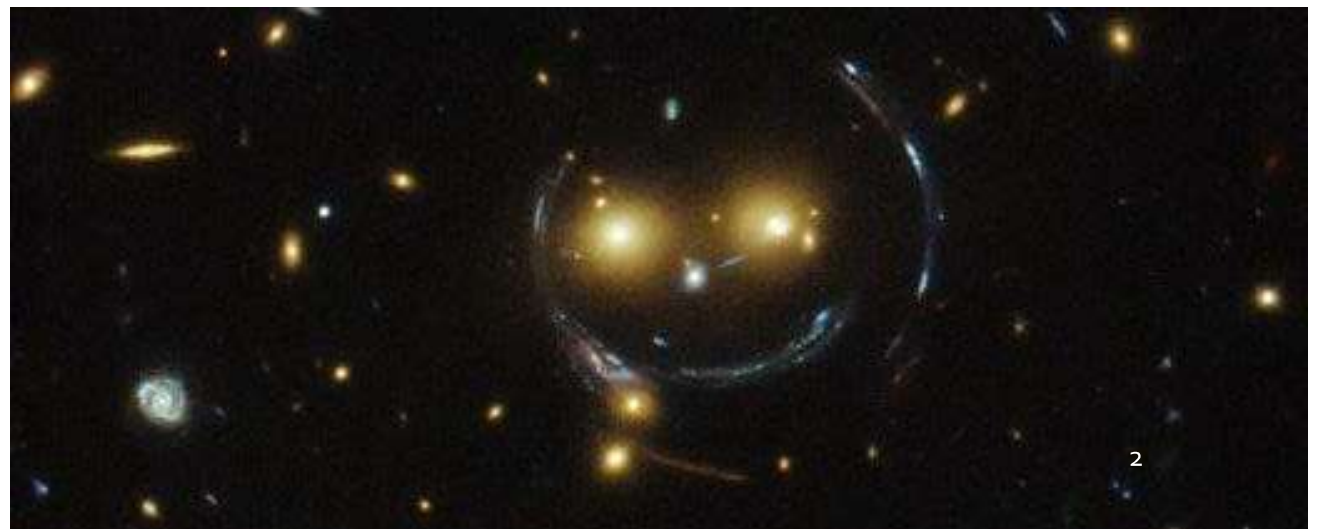
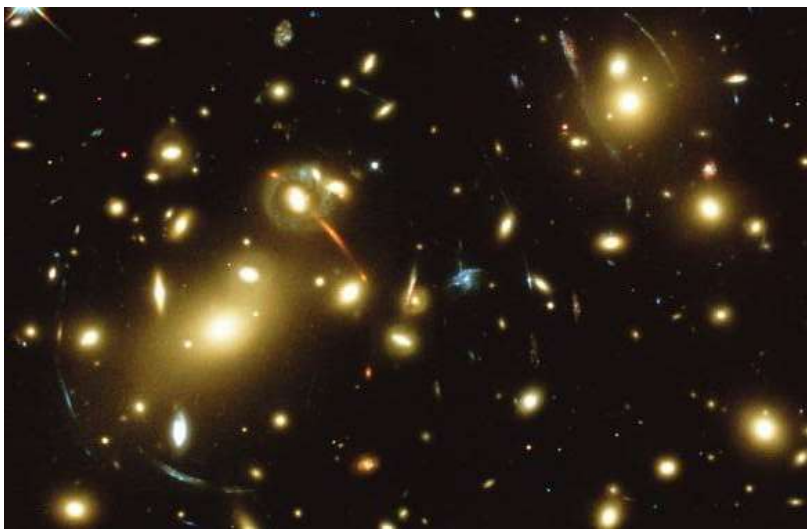
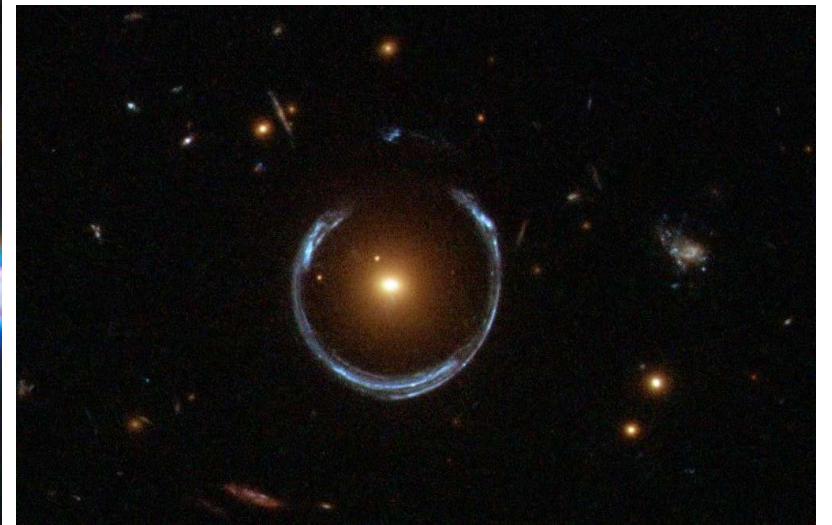
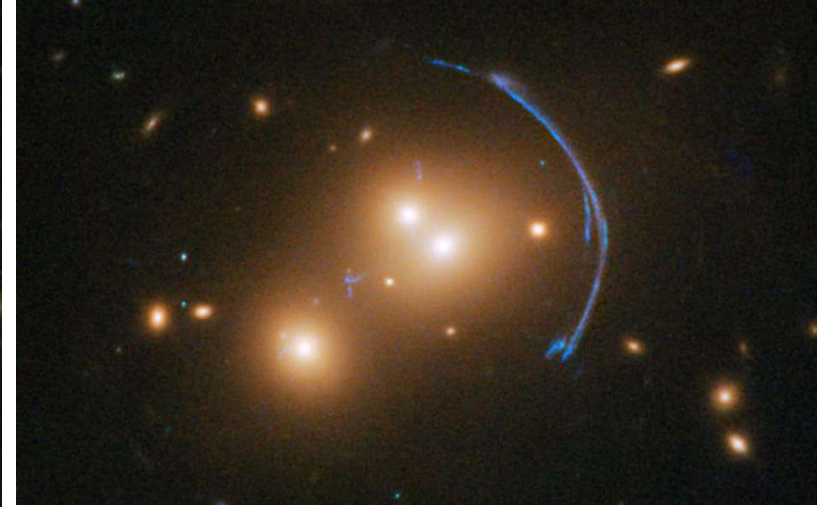
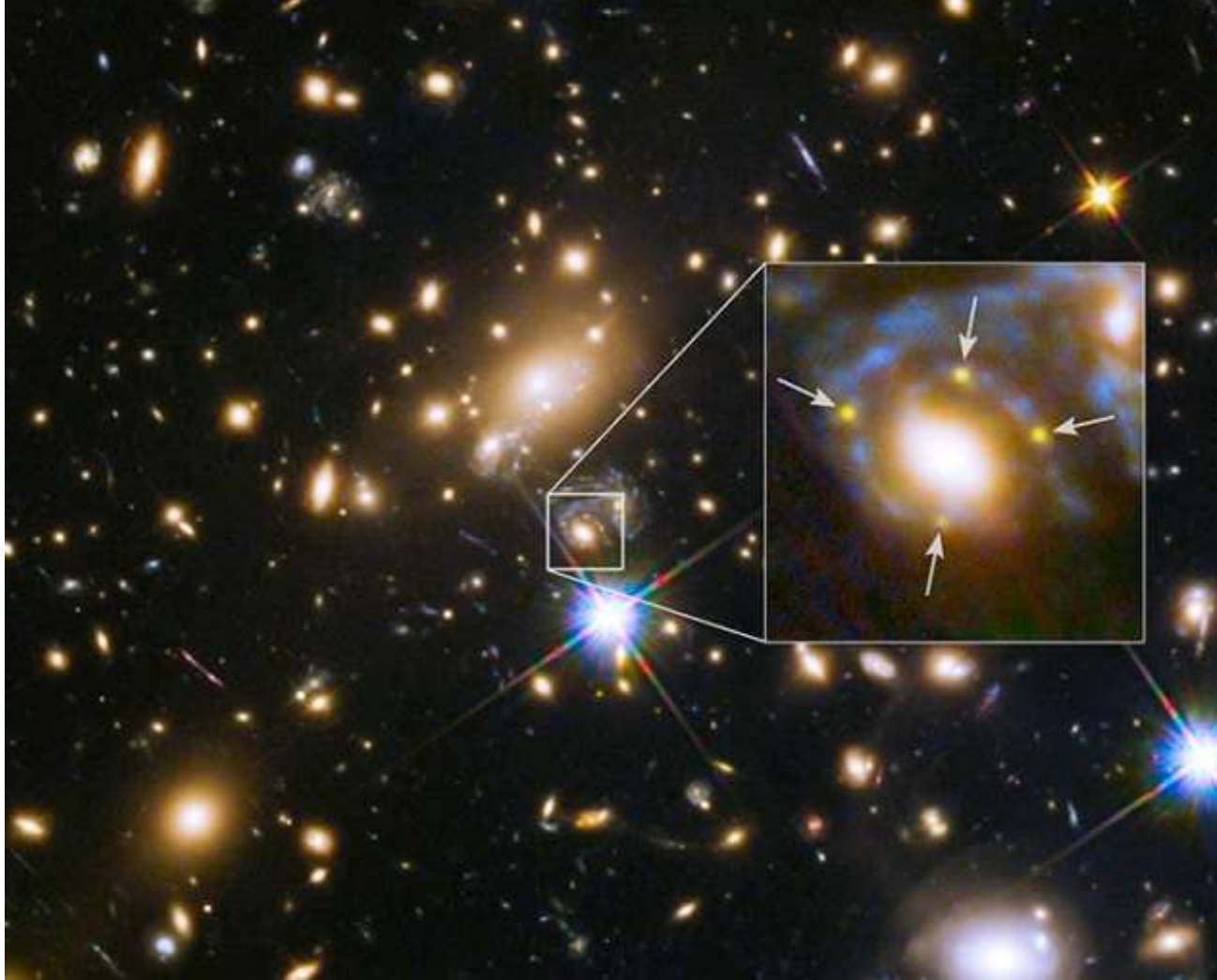


LENTE GRAVITACIONAIS

Um universo distorcido

Renan Alves de Oliveira

Vitória, 04 de Agosto de 2019



O que são as lentes gravitacionais?

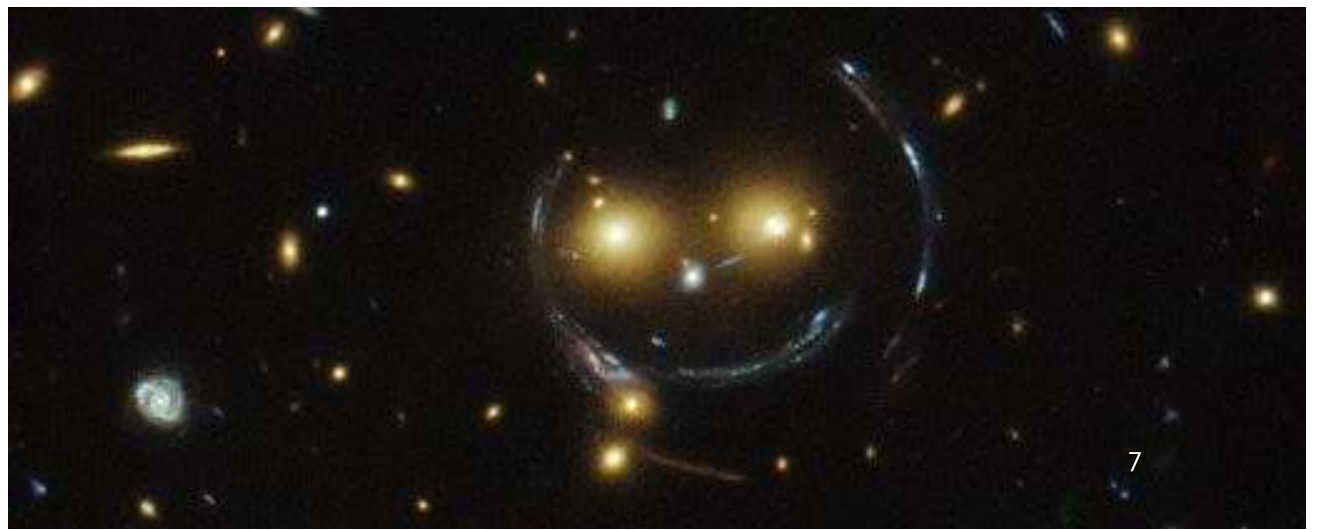
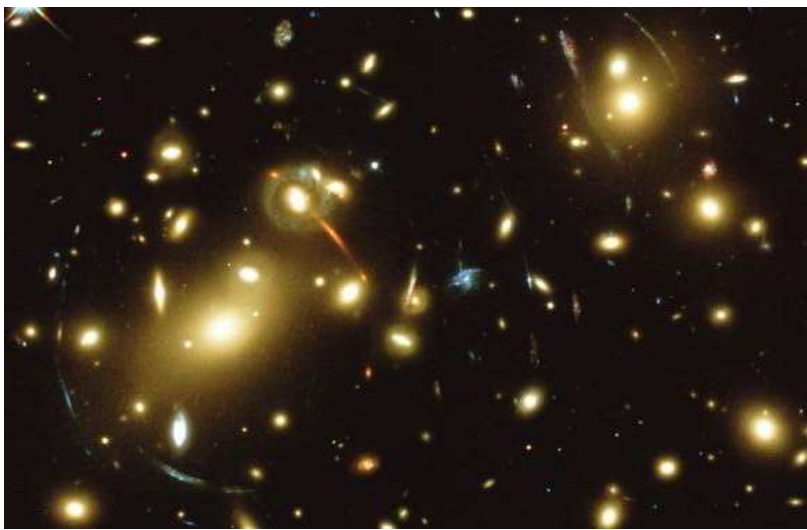
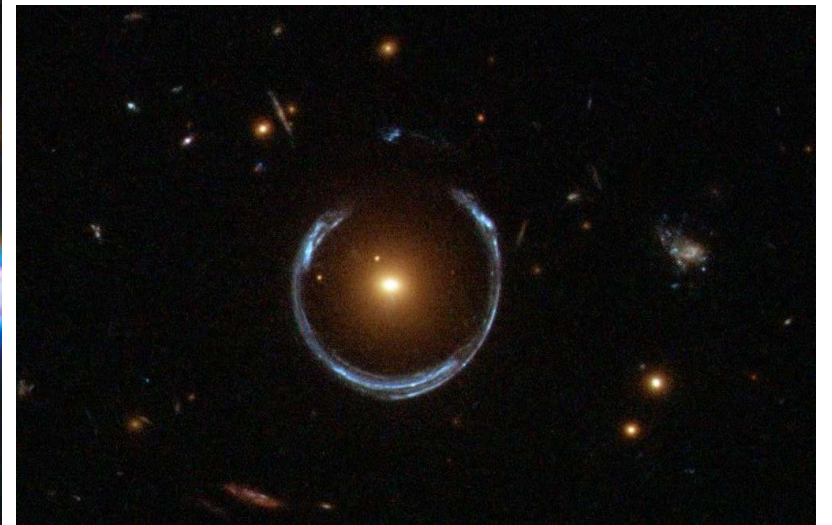
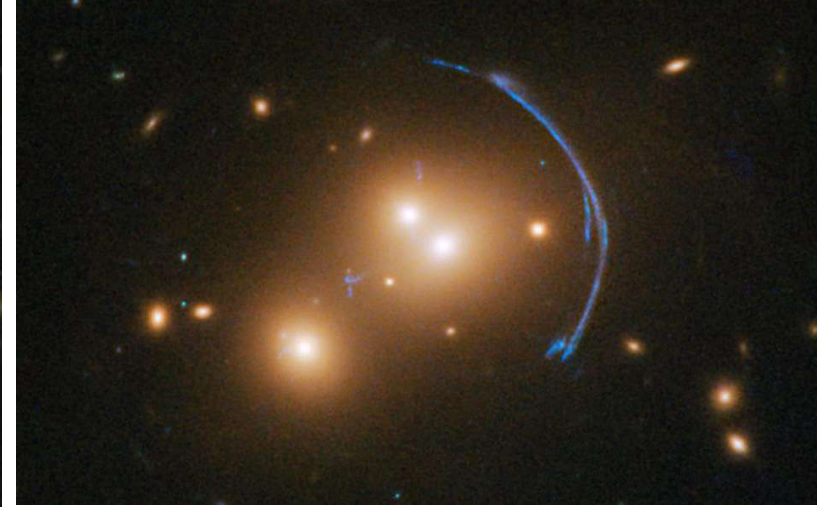
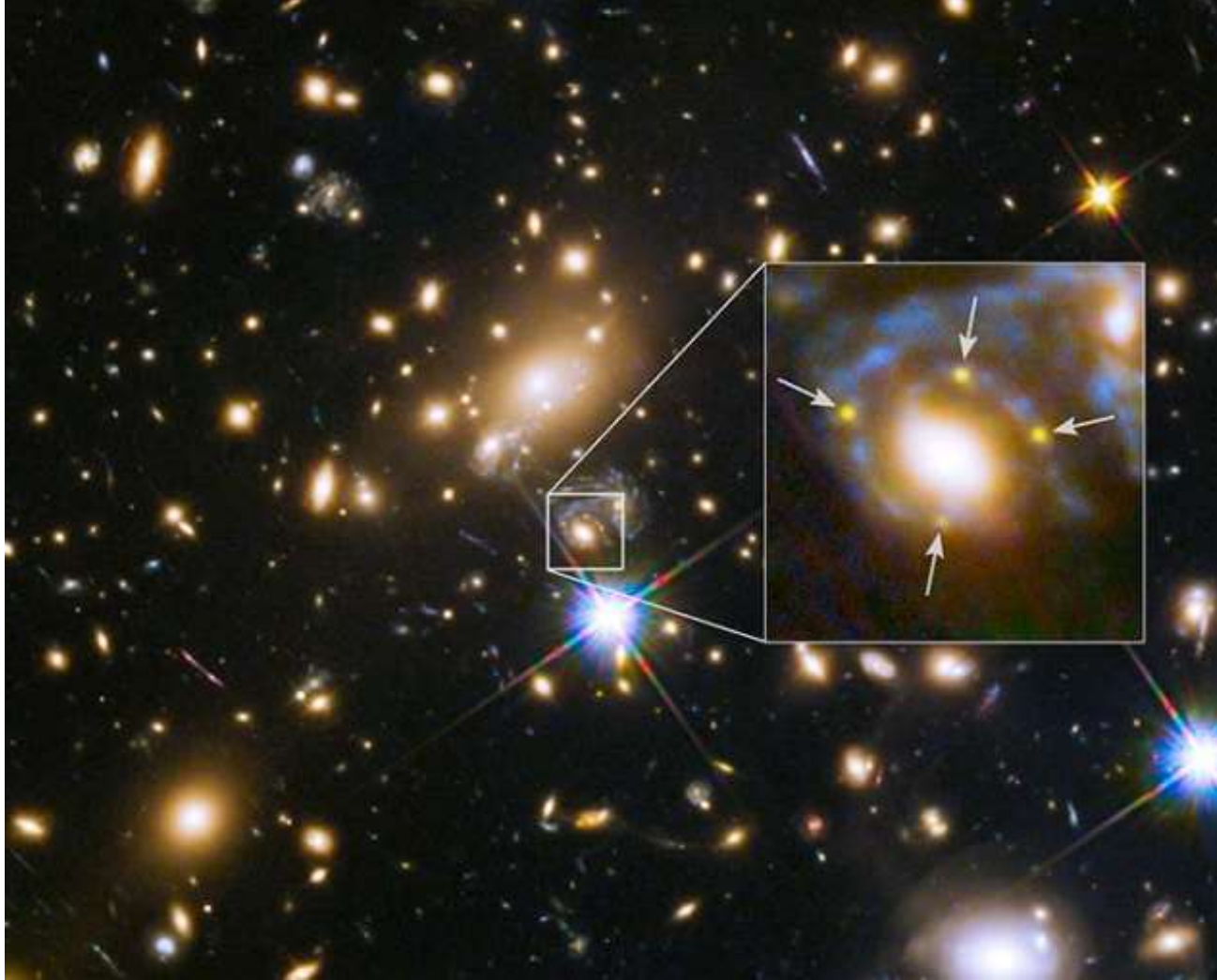
- Em 1915, Albert Einstein generaliza a teoria da gravitação Newtoniana.
- A Força Gravitacional é explicada pela curvatura do Espaço Tempo:
 - A trajetória da luz é deformada;





O que são as lentes gravitacionais?

- Em 1915, Albert Einstein generaliza a teoria da gravitação Newtoniana.
- A Força Gravitacional é explicada pela curvatura do Espaço Tempo:
 - A trajetória da luz é deformada;
 - Uma das consequências desse efeito são as lentes gravitacionais!



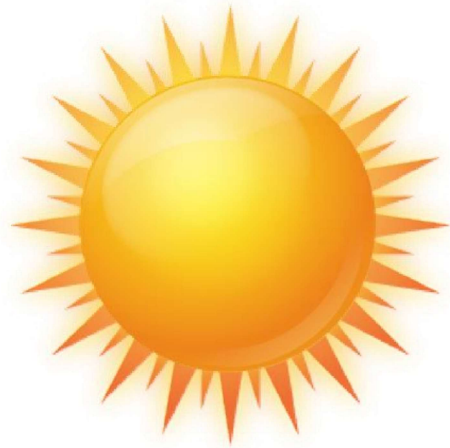
Breve Histórico

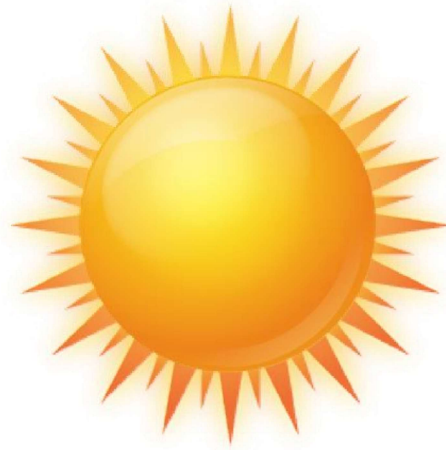
- A deflexão da luz sobre efeito gravitacional foi suspeitada anteriormente por Newton e posteriormente por Laplace;
- John Mitchel (1784) menciona a deflexão da luz em um de seus trabalhos;
- Johan Solden (1804) publica um artigo prevendo o ângulo de deflexão da luz por um objeto com massa usando a teoria de gravitação Newtoniana:

$$\hat{\alpha} = \frac{2GM}{c^2 \xi}$$

- Como medir essa deflexão?
 - Eclipse solar!





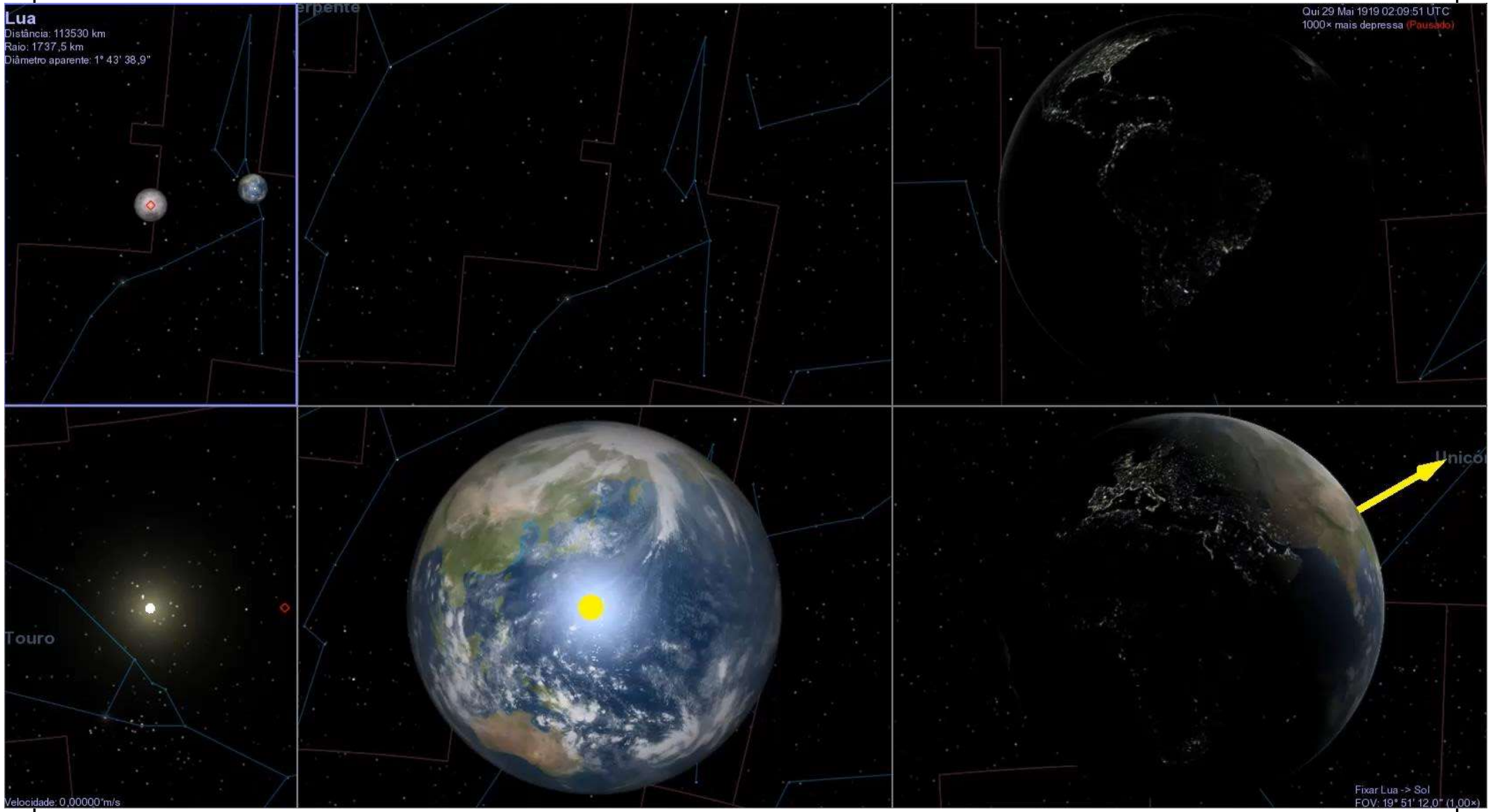


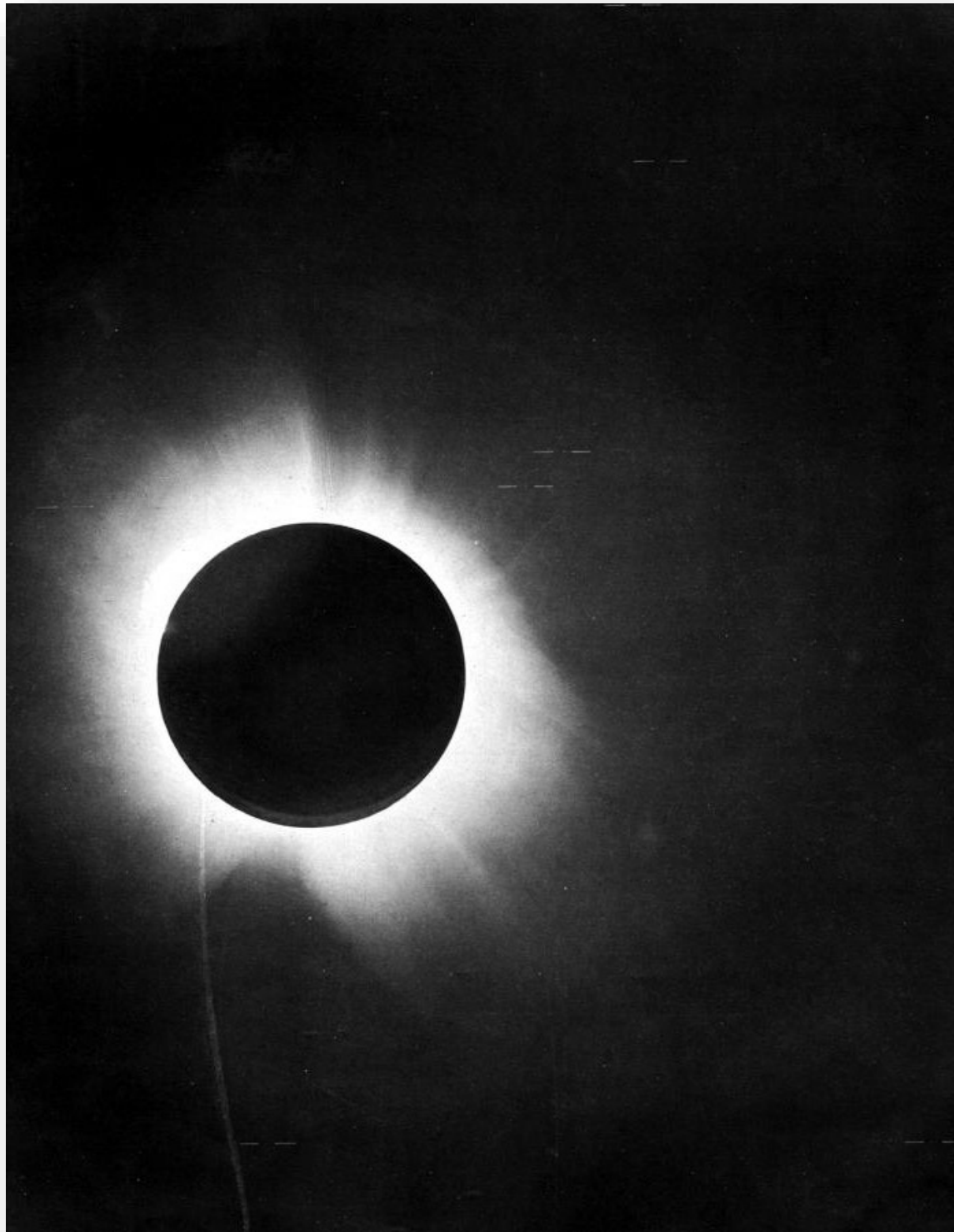


Breve Histórico

- 1912: Expedição Argentina para observar o eclipse solar no Brasil:
 - Choveu!
- 1914: Expedição Alemã para observar o eclipse solar na Crimeia (Rússia):
 - Astrônomos alemães foram presos;
- 1915: Einstein publica a sua Teoria de Gravitação;
 - Prevê o ângulo de deflexão:

$$\hat{\alpha} = \frac{4GM}{c^2 \xi}$$





Breve Histórico

- 1912: Expedição Argentina para observar o eclipse solar no Brasil:
 - Choveu!
- 1914: Expedição Alemã para observar o eclipse solar na Crimeia (Rússia):
 - Astrônomos alemães foram presos;
- 1915: Einstein publica a sua Teoria de Gravitação;
 - Prevê o ângulo de deflexão:

$$\hat{\alpha} = \frac{4GM}{c^2\xi}$$

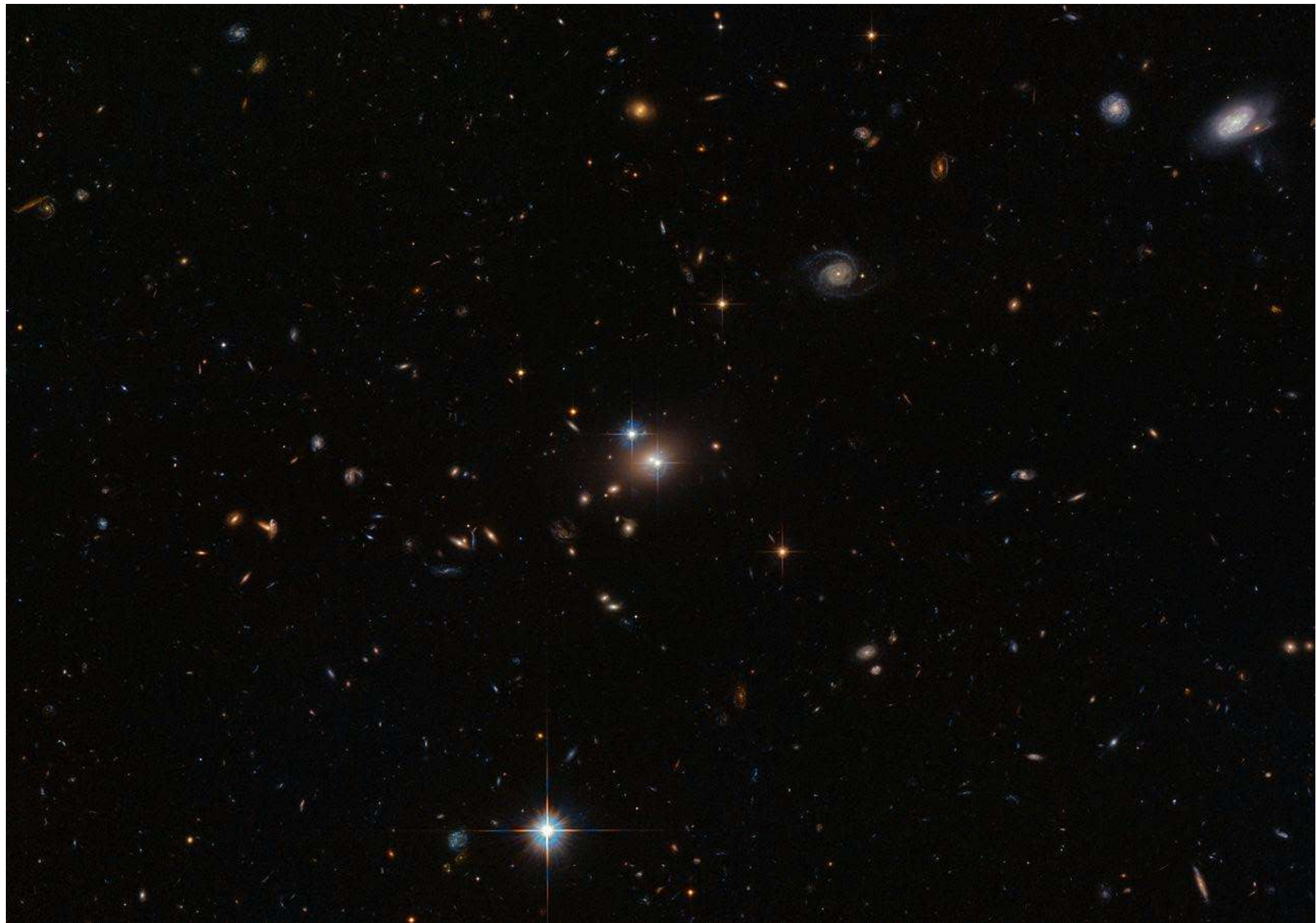
- 29 de Maio de 1919: Observação do Eclipse Solar
 - Andrew Crommelin em Sobral no Ceará;
 - Arthur Eddington na Ilha do Príncipe, costa Africana.

Breve Histórico

- Chwolson 1924: publica o primeiro artigo sobre lentes;
- Einstein 1936: lenteamento por estrelas
 - “Of course, there is not much hope of observing this phenomenon directly”
- Fritz Zwicky 1937:
 - “The probability that nebulae which act as gravitational lenses will be found becomes practically a certainty”
- Zwicky propôs galáxias como lentes;
- Poderia testar a relatividade geral em outras escalas;
- As galáxias seriam como um telescópio natural:
 - Aumentar o brilho de objetos;
 - Ampliar o tamanho dos objetos.

Breve Histórico

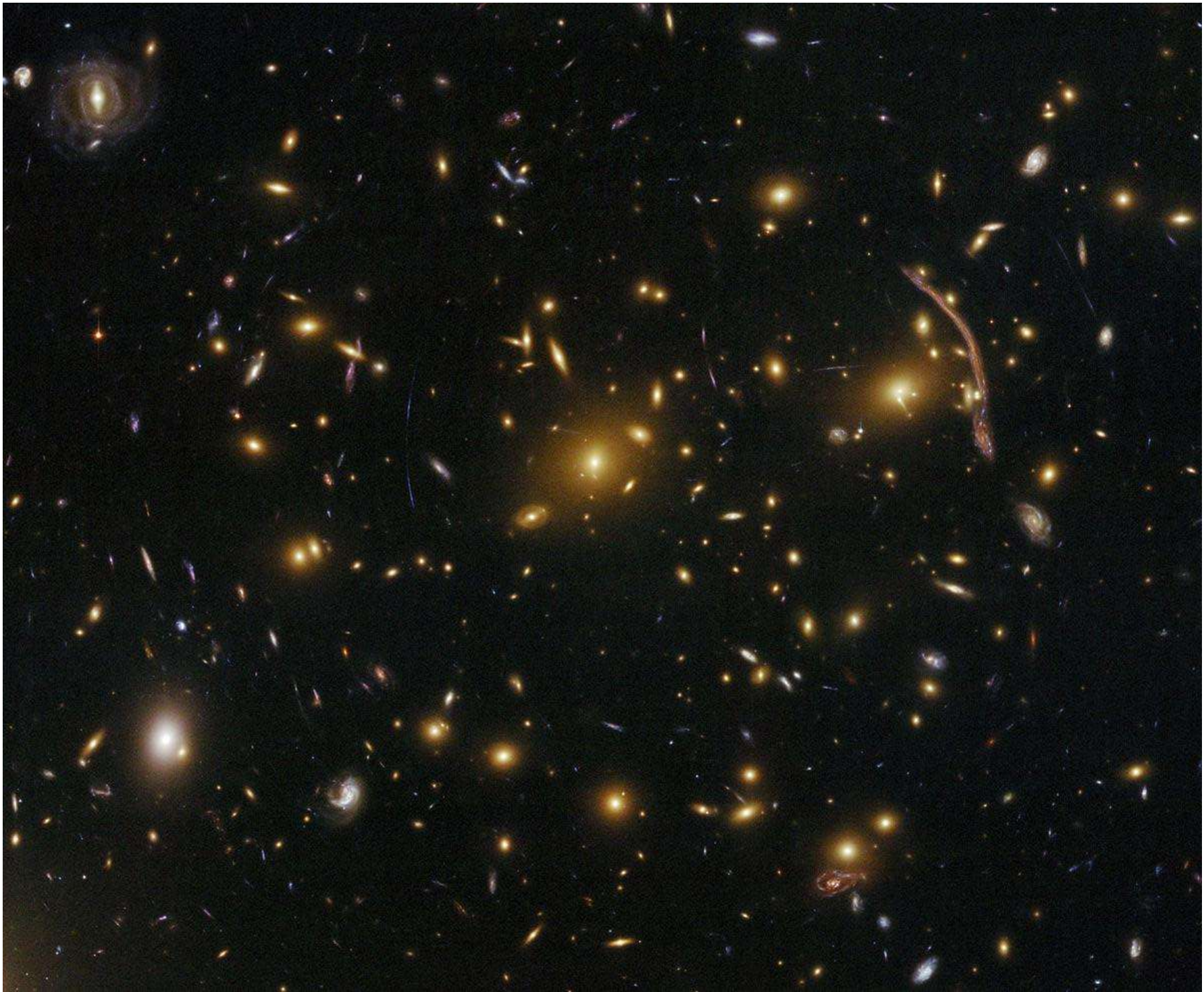
- Walsh, Carswell, Weymann 1979:
 - Descoberta do primeiro quasar lenteado
(imagem dupla de QSO 0957+561)

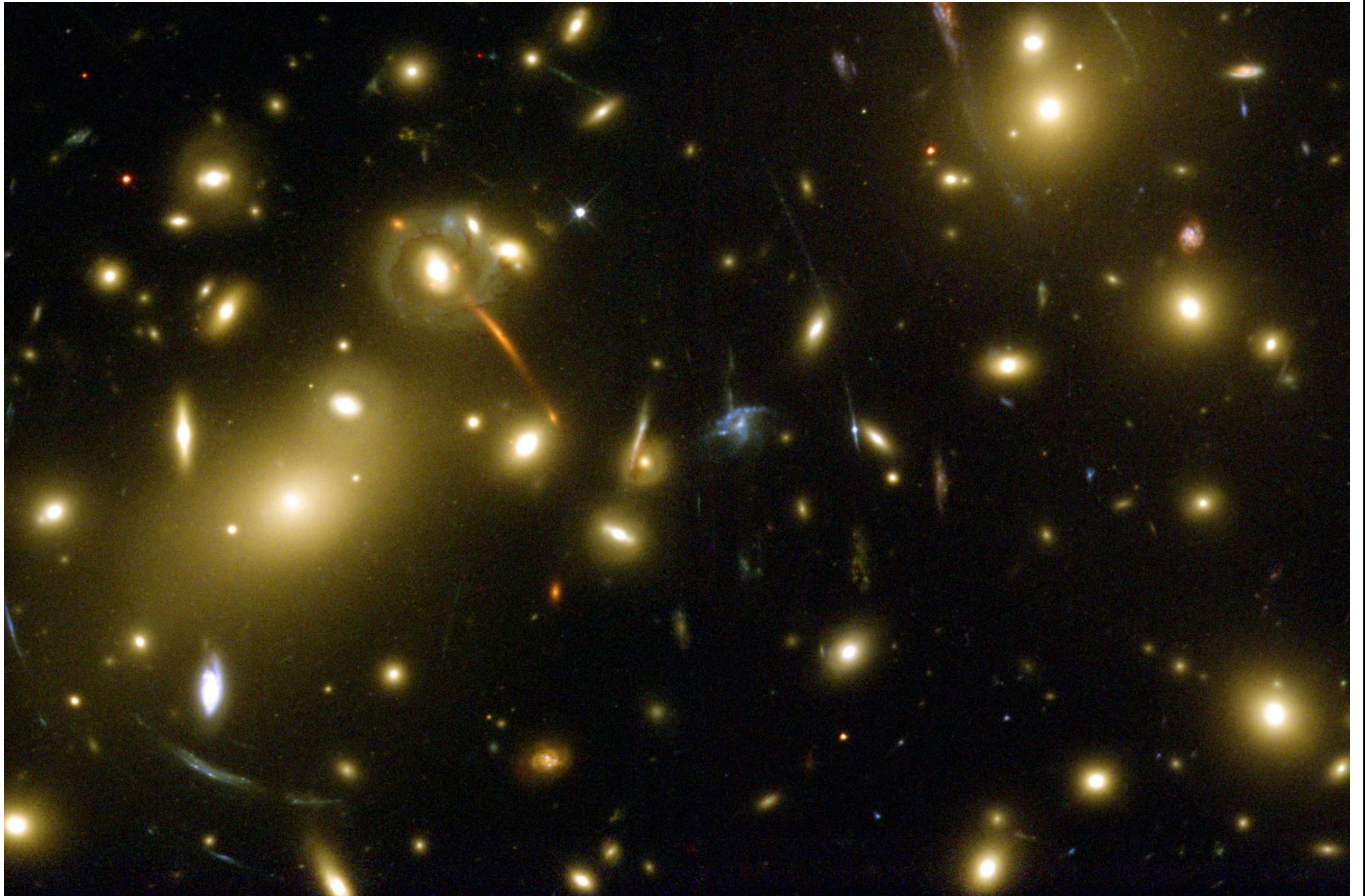


Breve Histórico

- Walsh, Carswell, Weymann 1979:
 - Descoberta do primeiro quasar lenteado
(imagem dupla de QSO 0957+561)
- Ninguém previu os arcos gravitacionais;
- Descobertos em 1986 e 1987:
 - A370, A2218, CL2244-02;







Br

- Wa
- D
- Ni
- De
- A

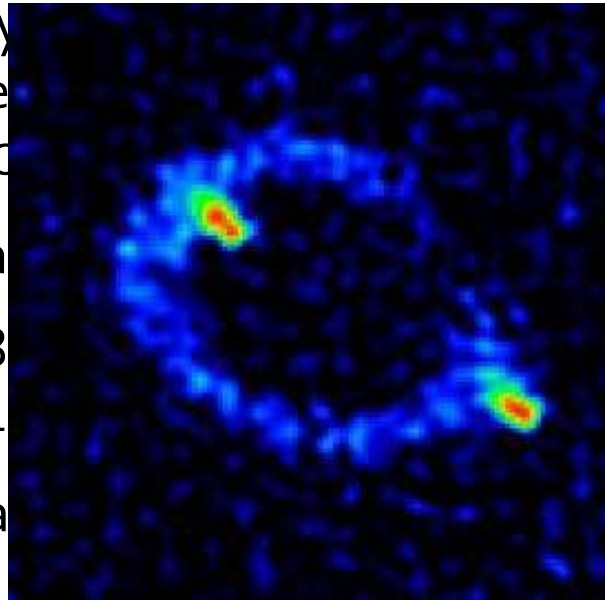


Breve Histórico

- Walsh, Carswell, Weymann 1979:
 - Descoberta do primeiro quasar lenteado
(imagem dupla de QSO 0957+561)
- Ninguém previu os arcos gravitacionais;
- Descobertos em 1986 e 1987:
 - A370, A2218, CL2244-02;
- Hewitt, et al. 1988: anel de Einstein

Breve Histórico

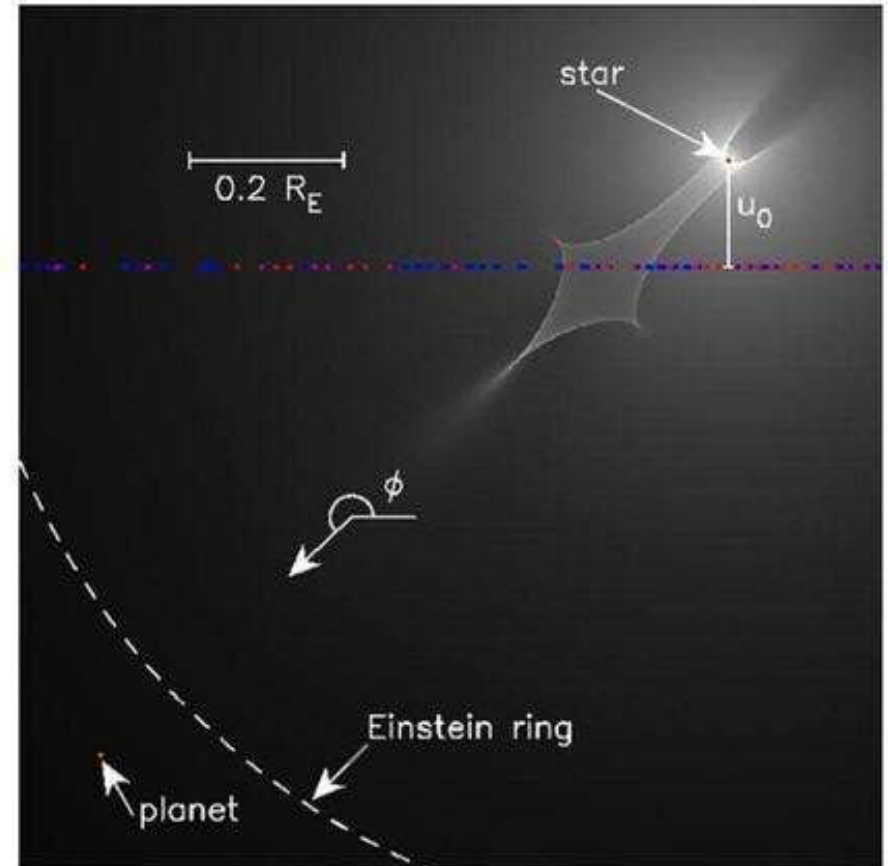
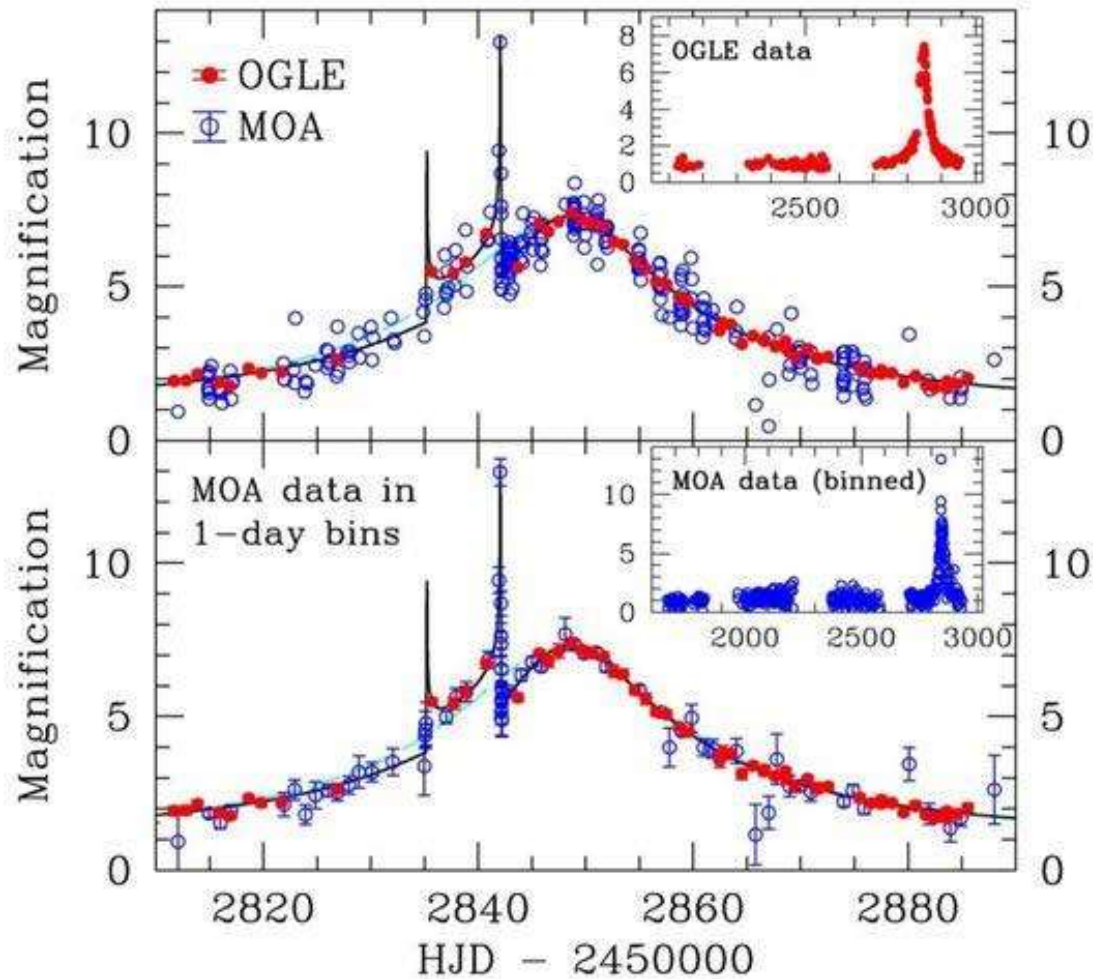
- Walsh, Carswell, Wey
- Descoberta do primeiro
(imagem dupla de QSO)
- Ninguém previu os a
- Descobertos em 198
- A370, A2218, CL2244
- Hewitt, et al. 1988: a



Breve Histórico

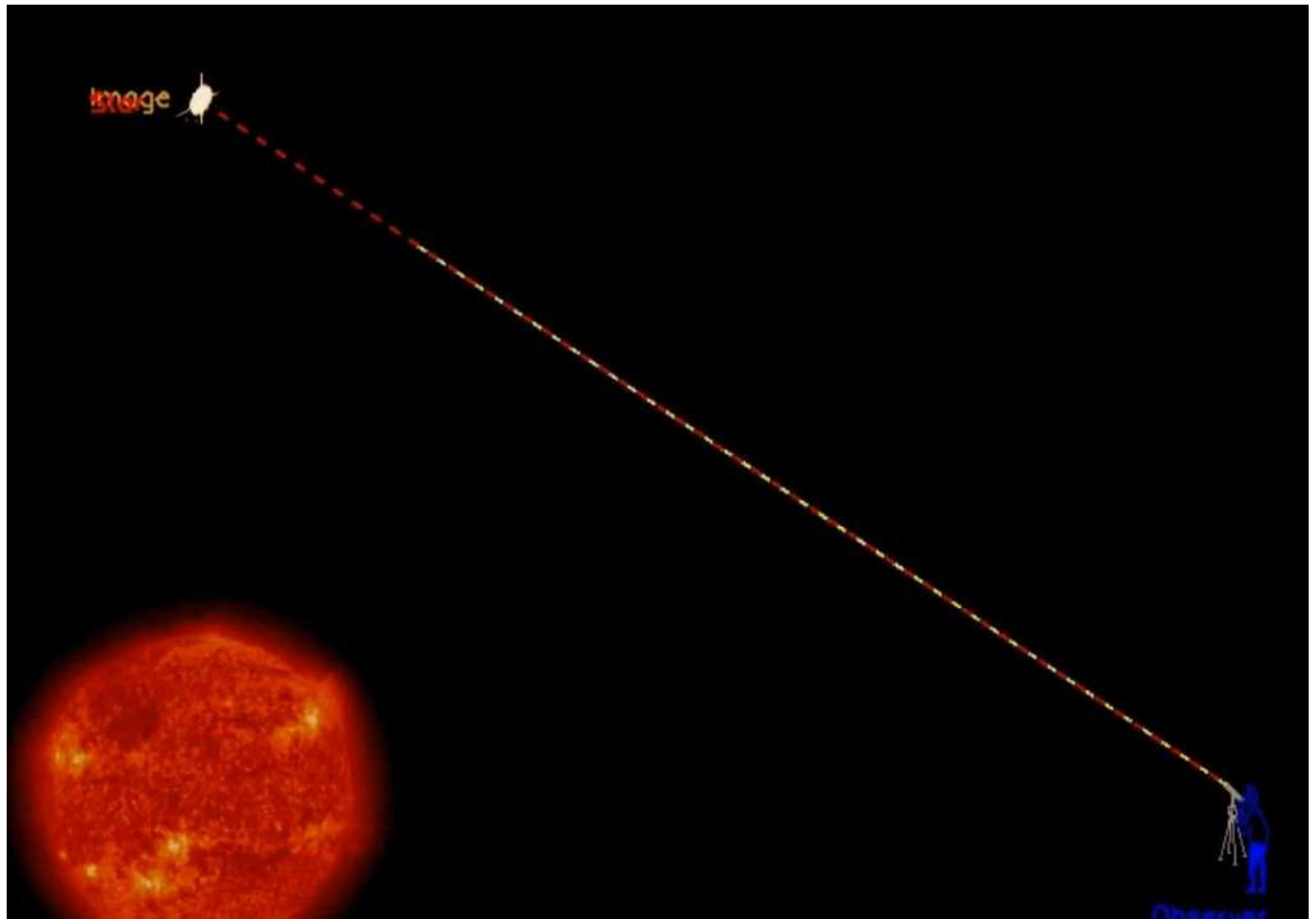
- Walsh, Carswell, Weymann 1979:
 - Descoberta do primeiro quasar lenteado (imagem dupla de QSO 0957+561)
- Ninguém previu os arcos gravitacionais;
- Descobertos em 1986 e 1987:
 - A370, A2218, CL2244-02;
- Hewitt, et al. 1988: anel de Einstein
- Irwin et al. 1989: microlenteamento de Quasares
- Colocações EROS & MACHO, 1993:
 - Primeira detecção de microlenteamento
- Bond et al., 2003: Primeira detecção de planetas
 - ~2 planetas com massa de Júpiter em ~3 AU

First microlensing planet – July 2003



$2.8 M_J$ $0.63 M_{\text{solar}}$ 4.3 AU
I. Bond et al, ApJL 606, L155, 2004

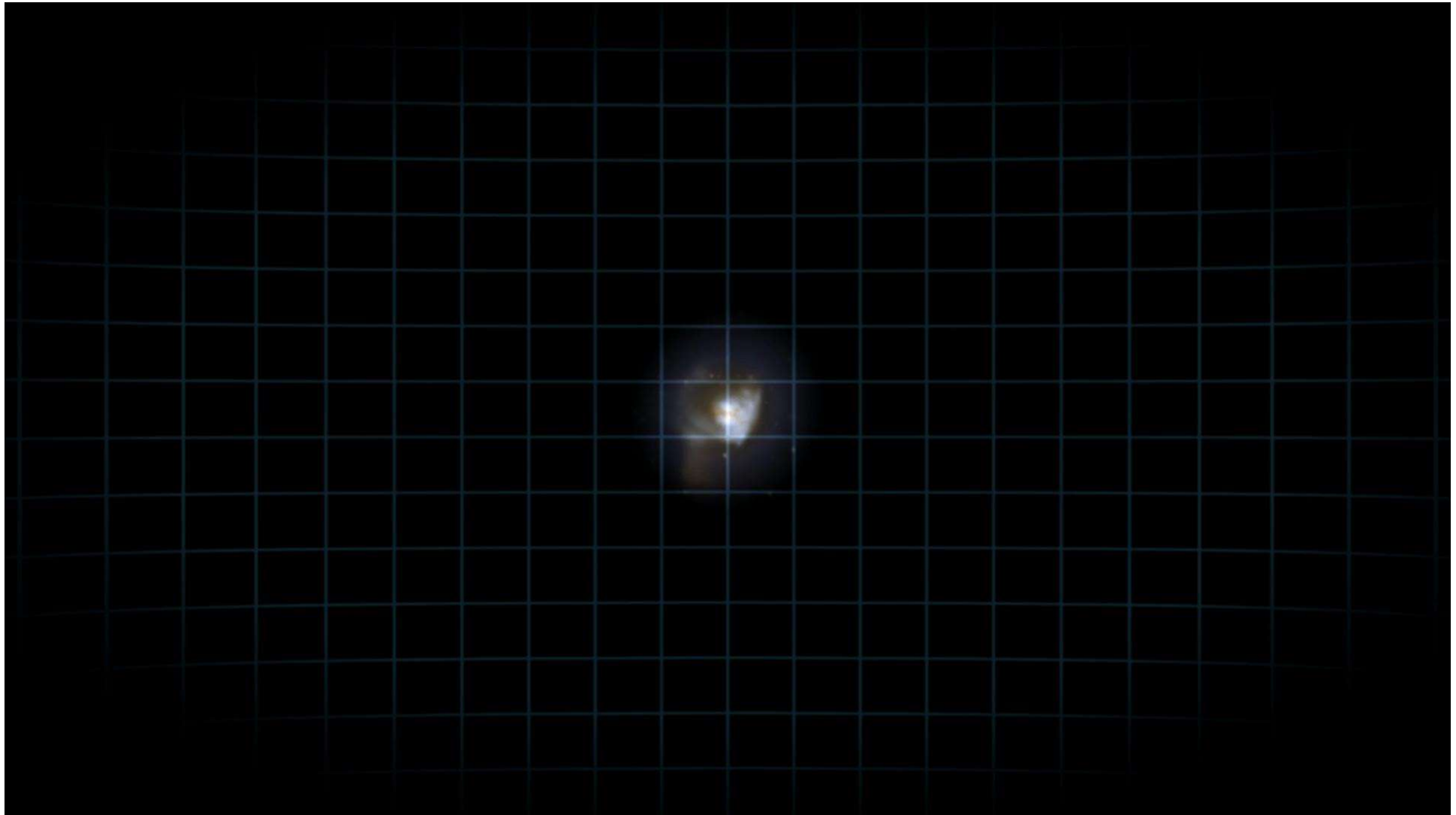
Lenteamento Gravitacional



Lenteamento Gravitacional

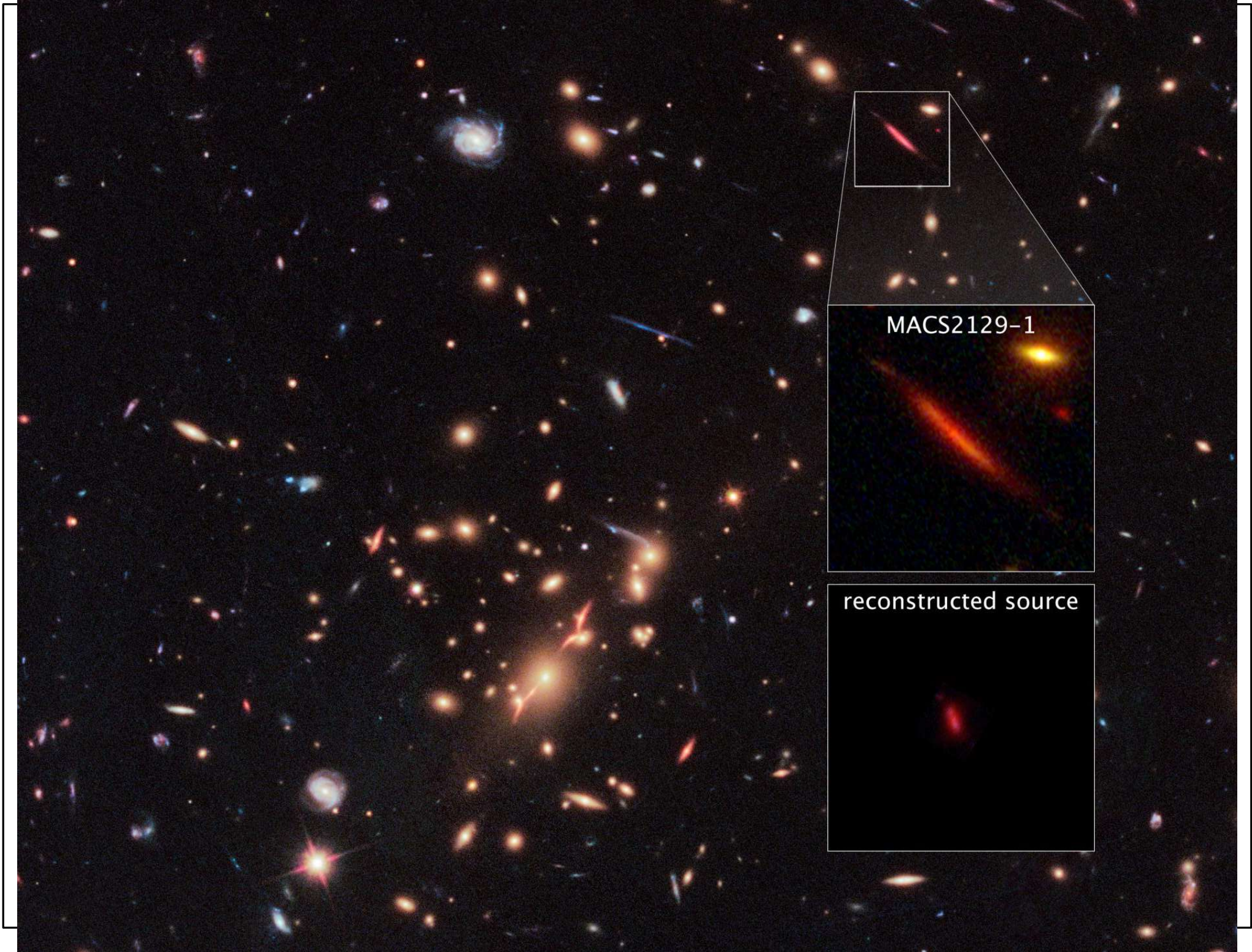


Lenteamento Gravitacional

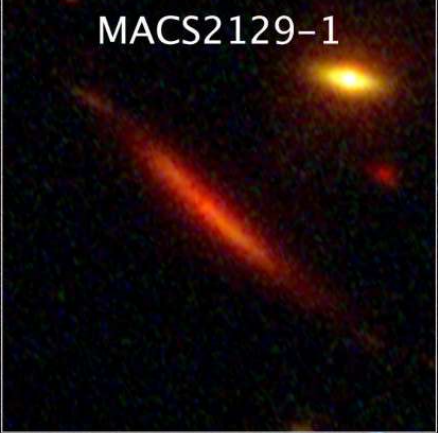


Lenteamento Gravitacional

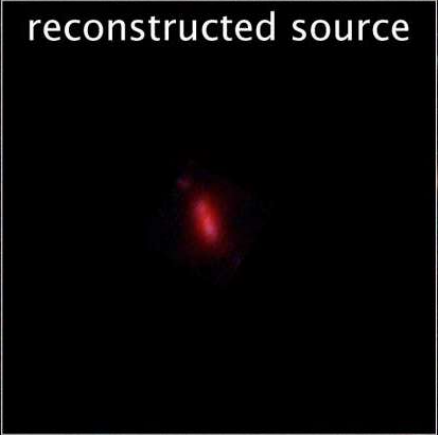
- Estimar a quantidade de massa;
 - Objeto lenteado e lente;
- Reconstrução da imagem lenteada de galáxias;



MACS2129-1

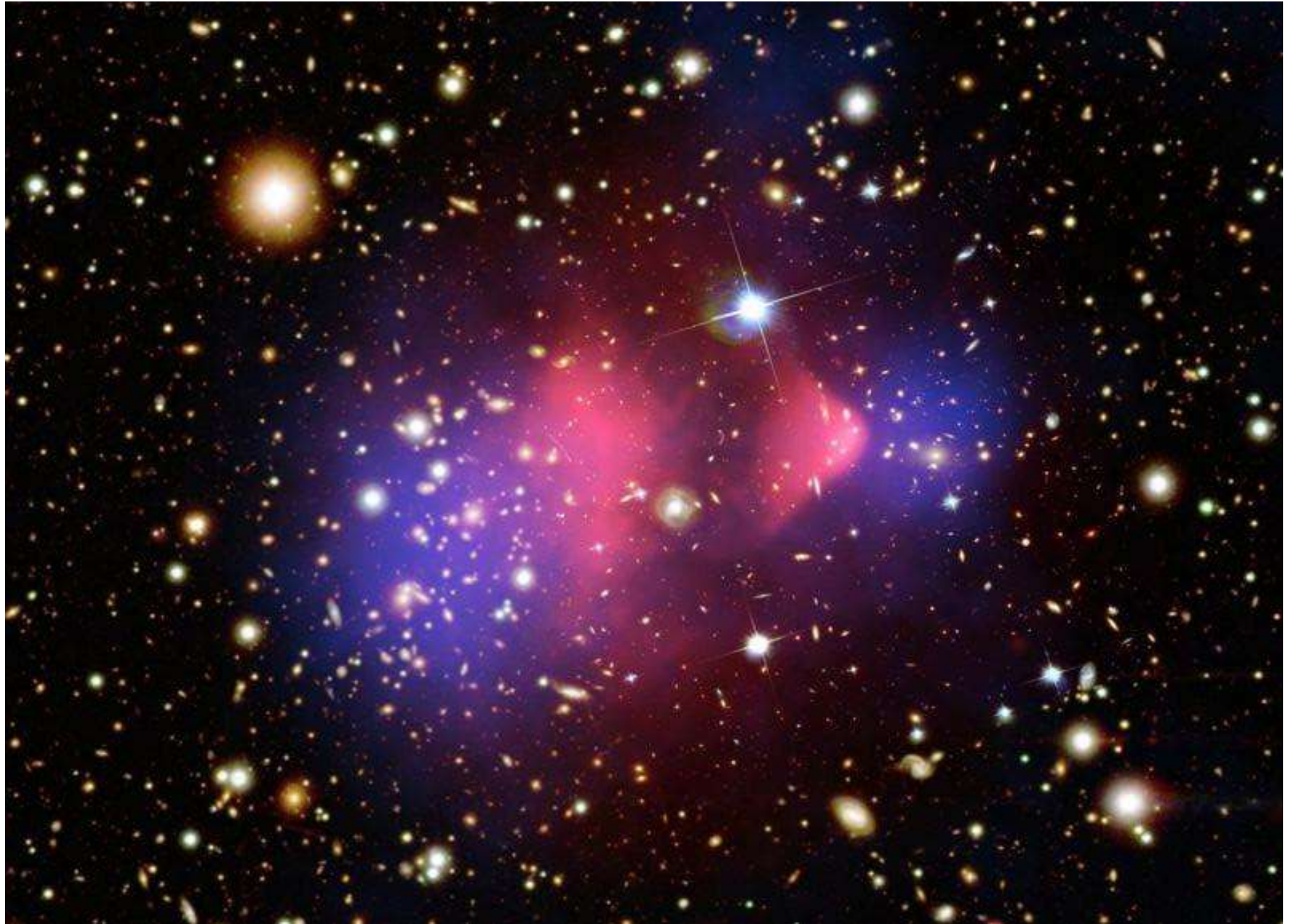


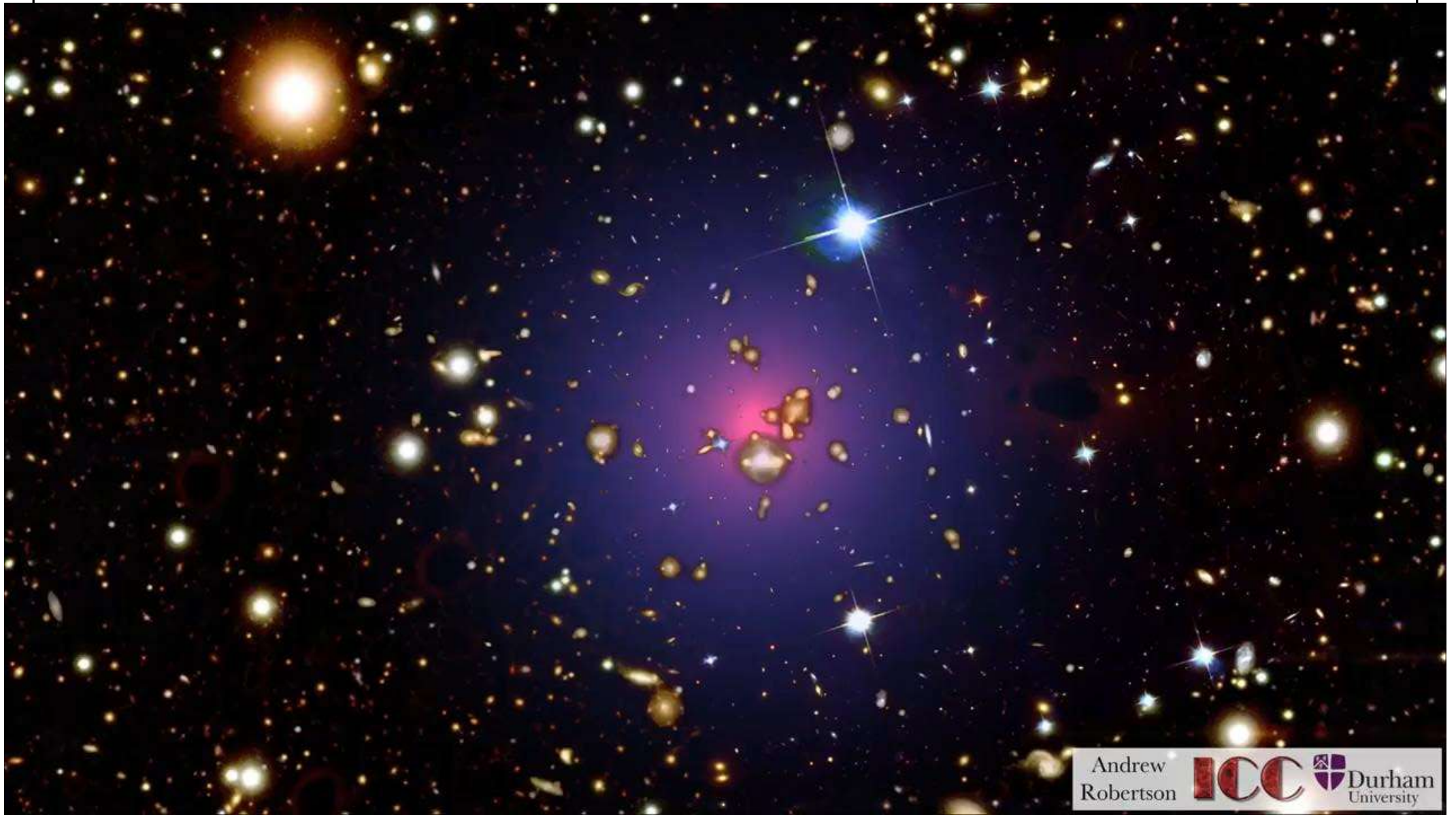
reconstructed source



Lenteamento Gravitacional

- Estimar a quantidade de massa;
 - Objeto lenteado e lente;
- Reconstrução da imagem lenteada de galáxias;
- Matéria escura:
 - Massa faltante nos aglomerados;
 - Outras evidências astrofísicas (curvas de rotação de galáxias);

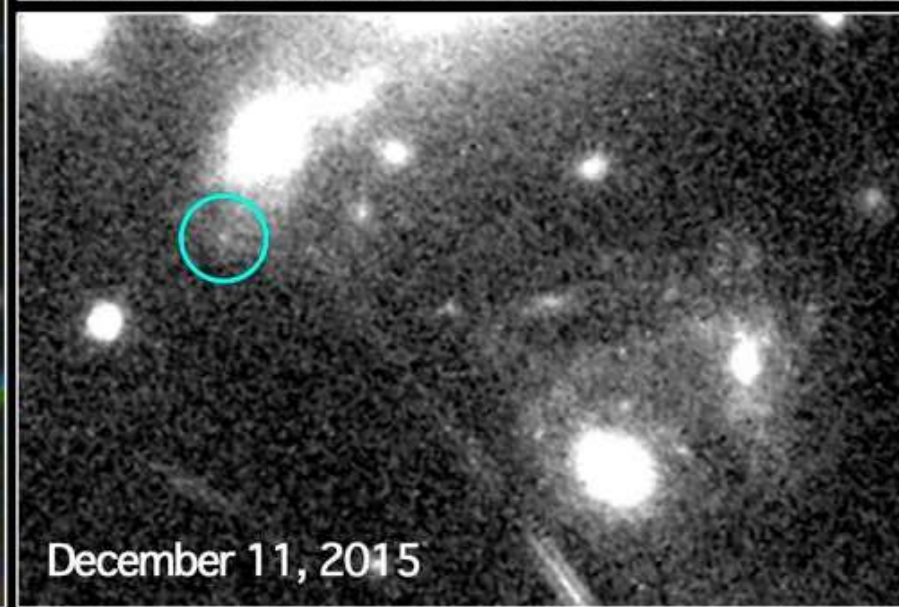
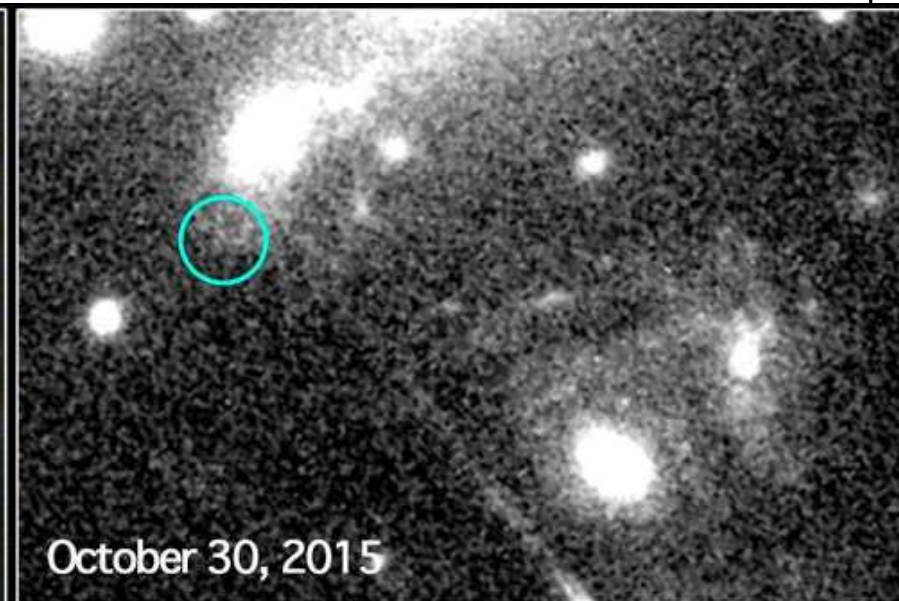
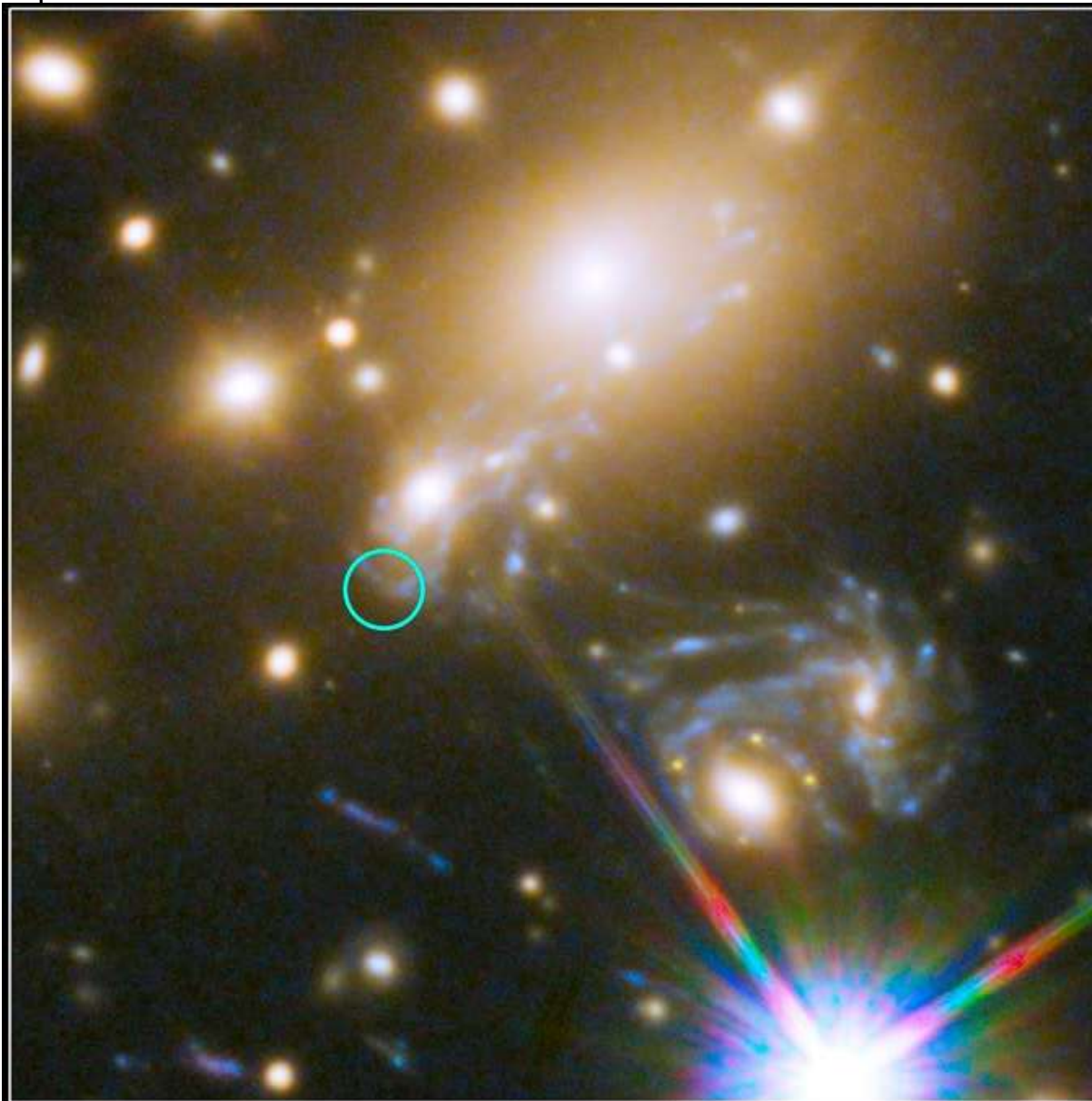




Andrew
Robertson   Durham
University

Lenteamento Gravitacional

- Estimar a quantidade de massa;
 - Objeto lenteado e lente;
- Reconstrução da imagem lenteada de galáxias;
- Matéria escura:
 - Massa faltante nos aglomerados;
 - Outras evidências astrofísicas (curvas de rotação de galáxias);
- Expansão do universo;
 - Supernova Refsdal:
 - Supernova lenteada pelo aglomerado MACS J1149+2223





Considerações Finais

- A astronomia é uma ciência que cresceu muito no último século, porém ainda existem muitas perguntas sem uma resposta conclusiva.
- Modelos sobre a expansão do universo, a matéria escura e a energia escura são áreas quentes de pesquisa.

Considerações Finais

- A astronomia é uma ciência que cresceu muito no último século, porém ainda existem muitas perguntas sem uma



- Não somente pela tecnologia mas pelo conhecimento adquirido.

Considerações Finais

- A astronomia é uma ciência que cresceu muito no último século, porém ainda existem muitas perguntas sem uma resposta conclusiva.
- Modelos sobre a expansão do universo, a matéria escura e a energia escura são áreas quentes de pesquisa.
- Ciência é investimento!
 - Não somente pela tecnologia mas pelo conhecimento adquirido.

Todas estas perguntas são resultado deste crescente avanço deste ramo da ciência, que fornece aos interessados grandes oportunidades de pesquisas tanto na área teórica quanto na área observacional.

Inverno Astrofísico 2019

**Acampamento
Científico!**

*1 a 8 de Agosto de 2019
Fazenda do Centro/Castelo - ES*

INVERNO ASTROFÍSICO 2019

Fazenda do Centro, Castelo - ES
1 a 8 de Agosto



ESCOLA DE ASTROFÍSICA, COSMOLOGIA E GRAVITAÇÃO

MINI-CURSOS BÁSICOS

Introdução à Astrofísica - Gustavo Guerrero (UFMG)

Introdução à Relatividade Geral - Thiago R. P. Caramês (UFES)

Introdução à Cosmologia - Wiliam Ricaldi (UFES)

MINI-CURSOS ESPECÍFICOS

Objetos Compactos - Aneta Wojnar (UFES)

Gravitação Quântica - Felipe Tovar Falciano (CBPF)

Partículas Elementares - Gláuber Dorsch (UFES)

Formação de Estruturas no Universo - Hermano Velten (UFOP)

Buracos Negros - Júlio C. Fabris (UFES)

Ondas Gravitacionais - Júnior Toniato (UFES)

Gravitação Modificada - Martin Richarte (UFES)

Matéria e Energia Escúras - Saulo Carneiro (UFBA)

PALESTRAS ESPECIAIS

A simetria de Lorentz e sua possível violação - Humberto Belich (UFES)

As interpretações da Mecânica Quântica - Nelson Pinto Neto (CBPF)

A detecção das ondas gravitacionais - Riccardo Sturani (UFRN)

COMITÊ CIENTÍFICO

Adriano M. Oliveira

Aneta Wojnar

Gláuber Dorsch

Hermano Velten

Júlio C. Fabris

Júnior Toniato

Martin Richarte

Thaís Guio

Thiago R. P. Caramês

COMITÊ ORGANIZADOR LOCAL

Alexandre Almeida

Isabela Vieira

Juliana Peres

Laura de Carvalho

Lucas Felipe Bravim

Syrios Gomes

Taciana Tartaglia

Tales Gomes

Vinícius Barcellos

★ Inscrição e mais informações no site:
www.cosmo-ufes.org/ia2019



Acomodação com possibilidade de camping

