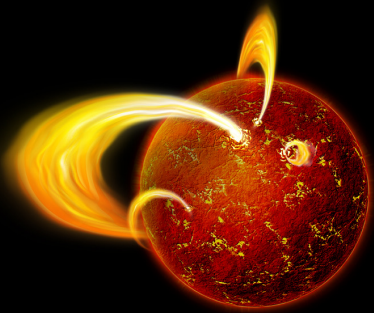


ASTRONOMIA DE RAIOS X e γ

João Braga

joao.braga@inpe.br



estrelas



sistemas binários



M1: Caranguejo
supernovas



“bursts” de raios gama



Gás quente em aglomerados

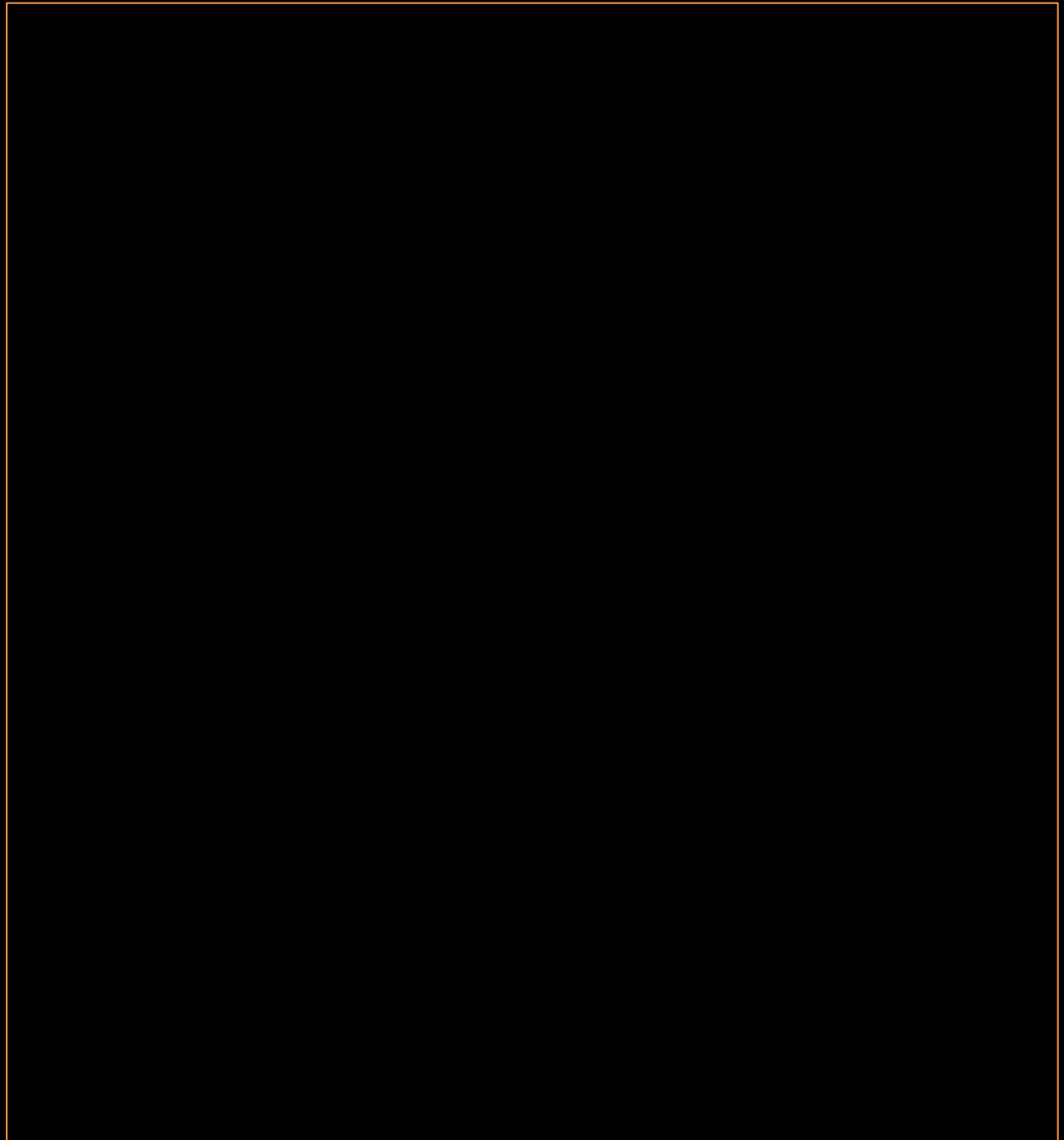


buraco negro
em M87:AGNs

UNIVERSO

Imagem de uma
região “vazia”

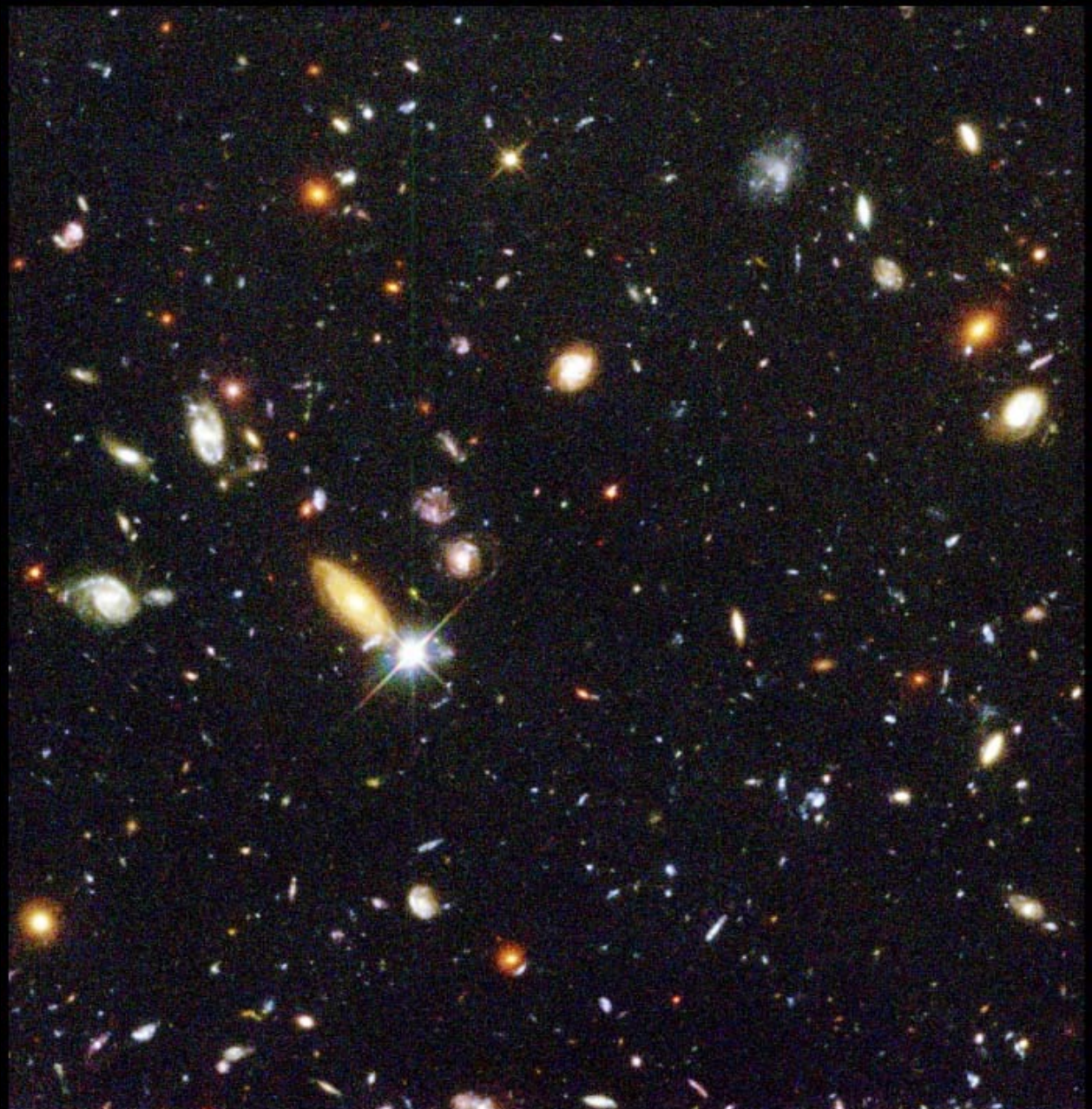
Telescópio
Espacial Hubble



Universo

Imagem de uma
região “vazia”

Telescópio
Espacial Hubble



Hubble Deep Field

HST • WFPC2

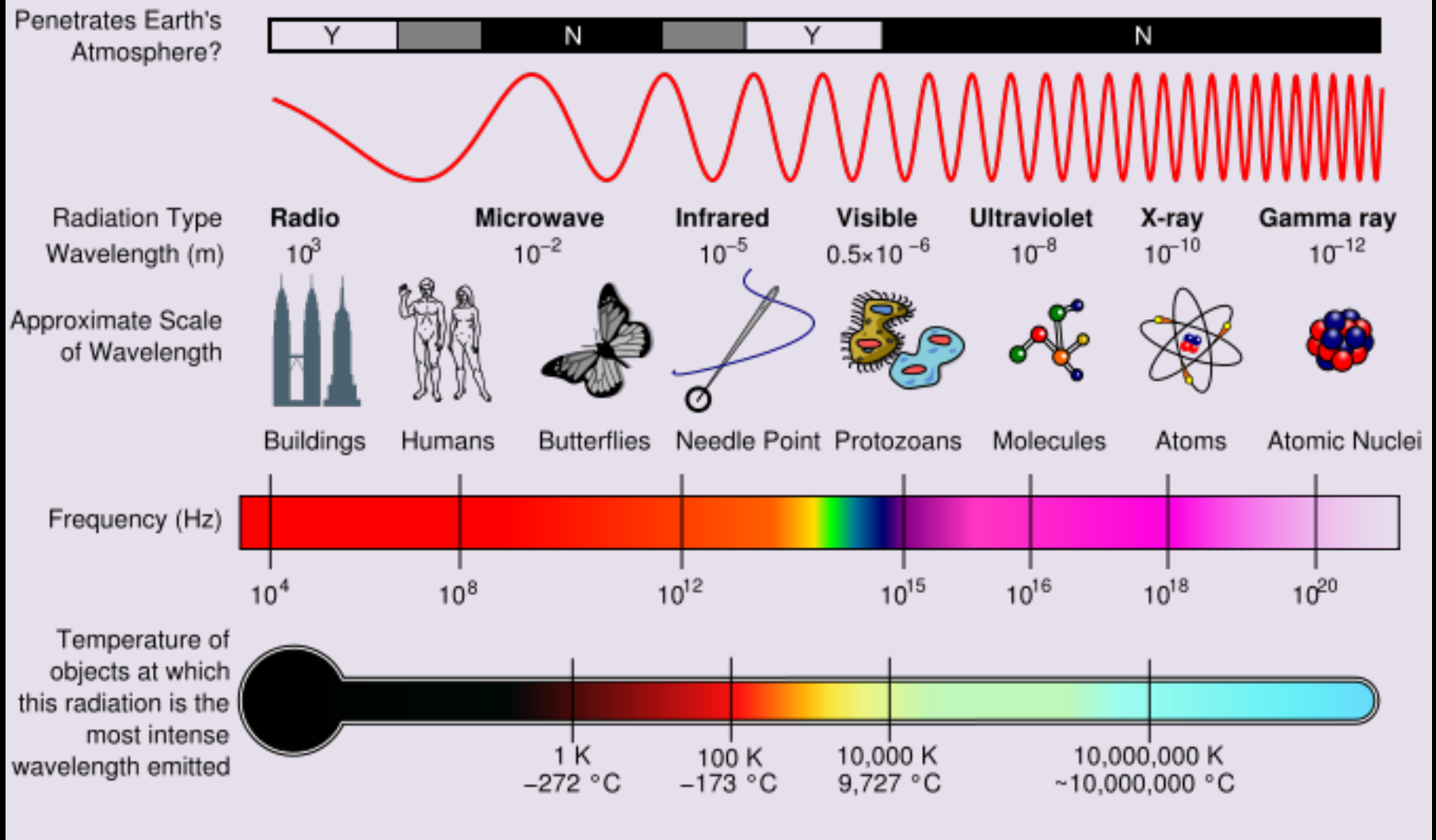
PRC96-01a • ST ScI OPO • January 15, 1996 • R. Williams (ST ScI), NASA

Mensageiros cósmicos:

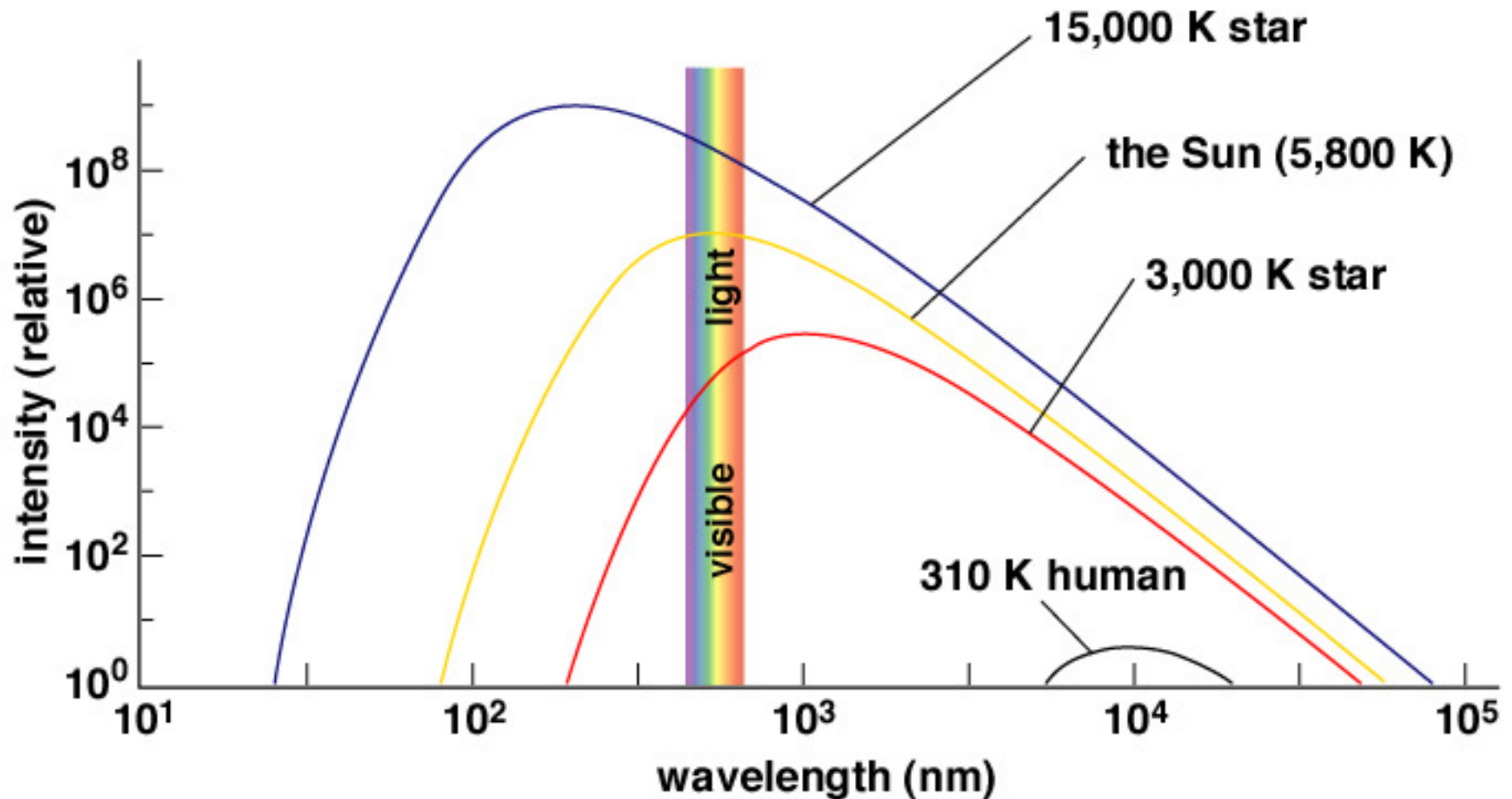
Luz :
radiação
eletromagnética

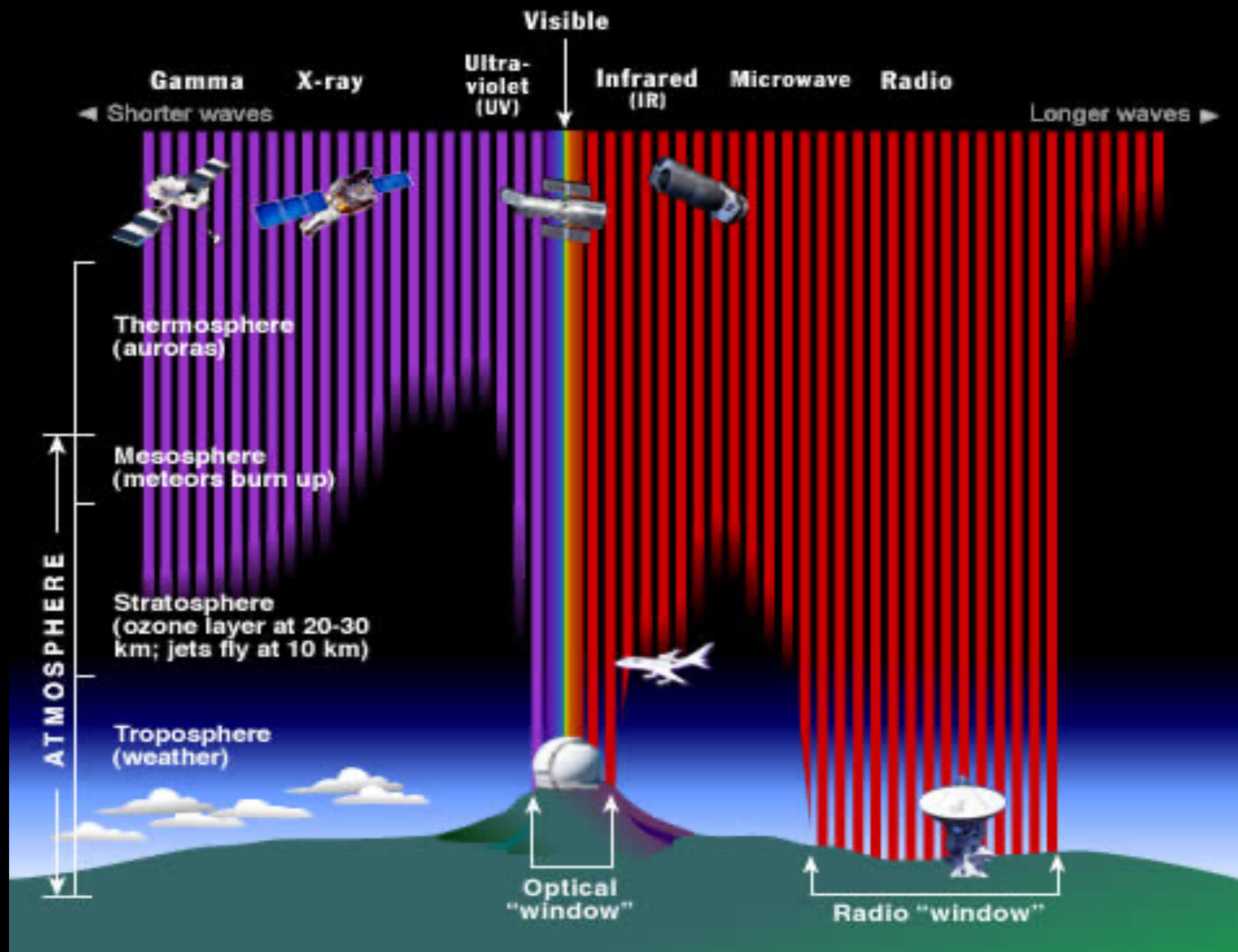


Espectro eletromagnético



Espectro da luz de uma fonte térmica

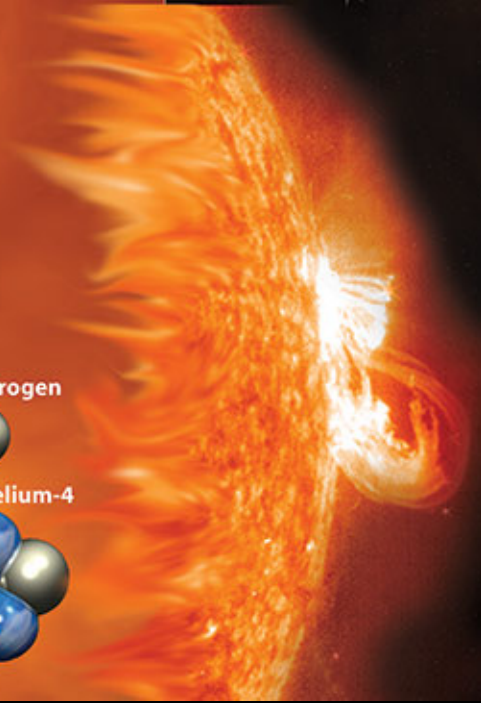
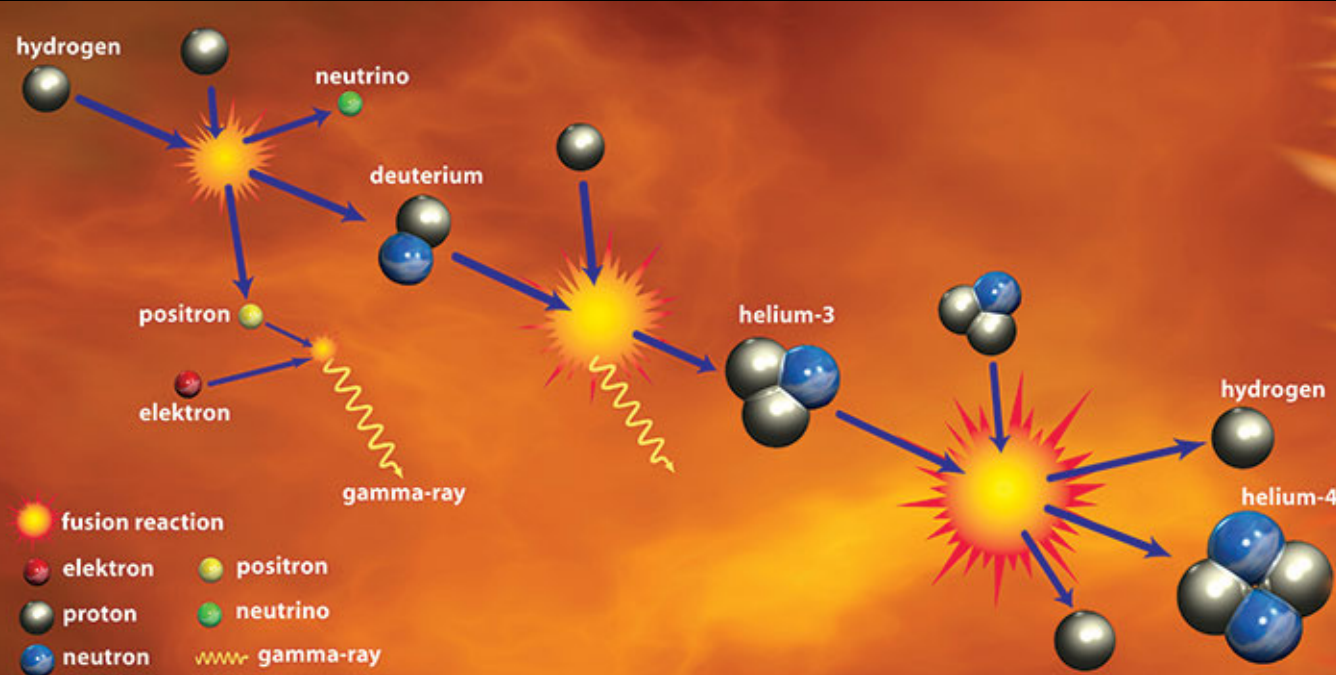
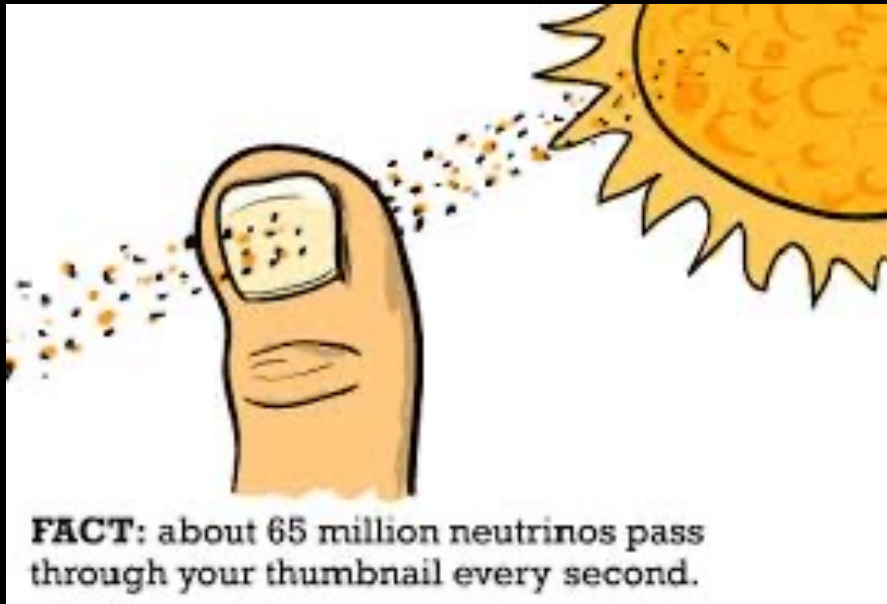




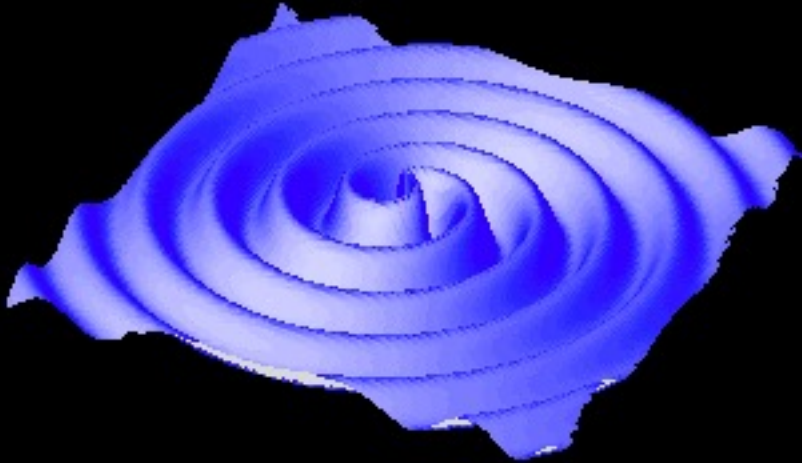
Raios cósmicos



neutrinos



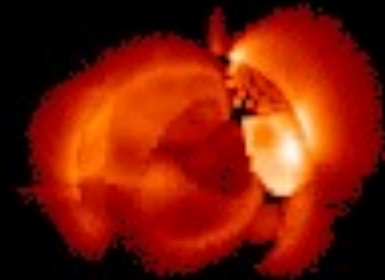
ondas gravitacionais



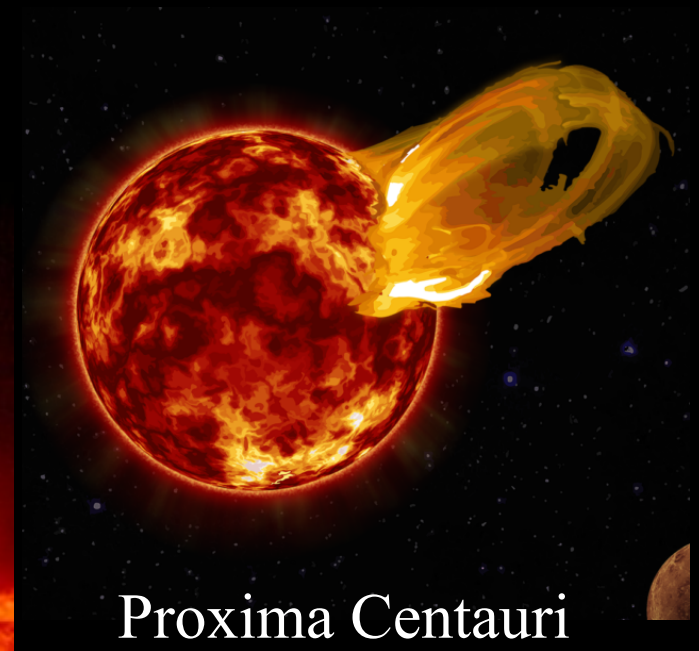
Fontes cósmicas de raios X e γ

- Coroas e explosões estelares
- Supernovas
- Sistemas binários com um objeto compacto
- Pulsares
- Galáxias
- Núcleos ativos de galáxias
- Bursts de raios gama
- Ruído de fundo difuso de raios X

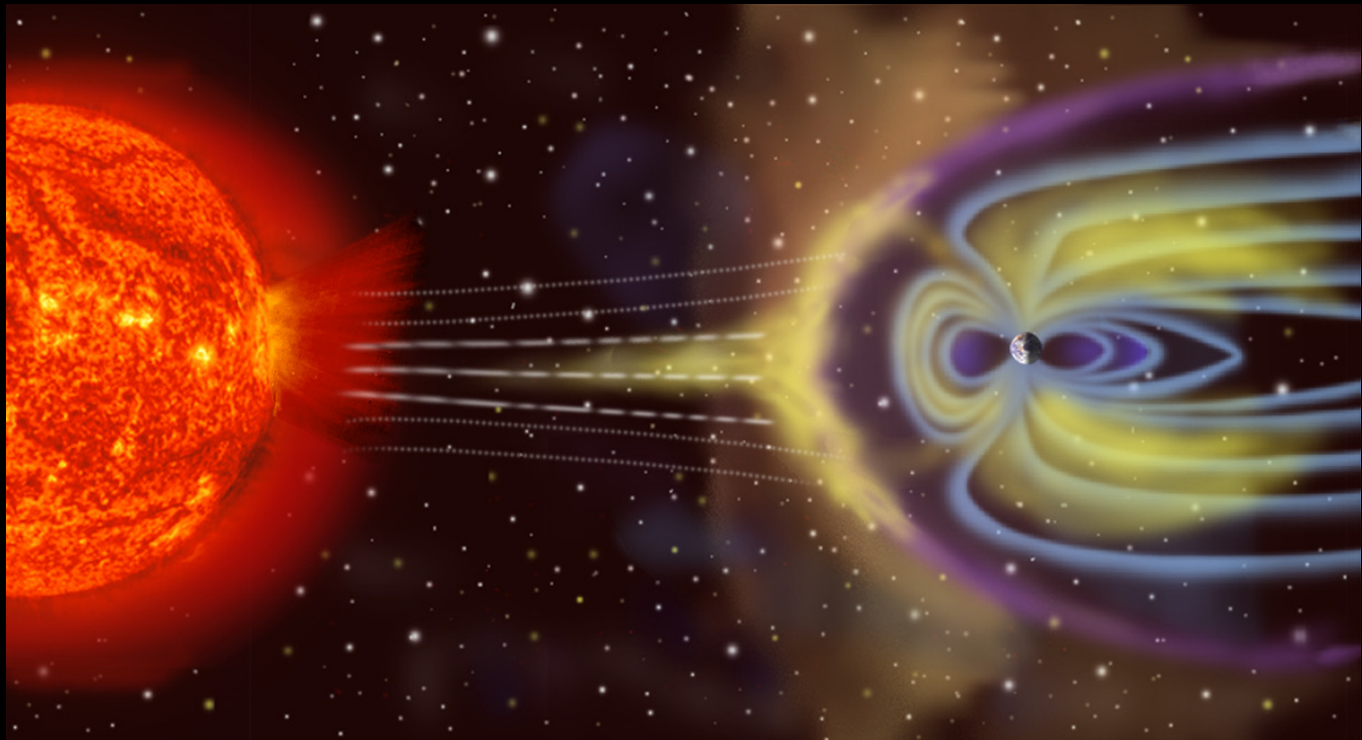
Coroas estelares



Explosões em estrelas



SOL



PRODUTOS FINAIS DA EVOLUÇÃO DAS ESTRELAS: OBJETOS COMPACTOS

- estrelas com $M < 8 M_{\odot}$



anãs brancas (tamanho da Terra)

- estrelas com $M > 8 M_{\odot}$



explodem: supernovas

⇒ estrelas de nêutrons (

⇒ buracos negros (horiz



)

Objetos compactos

Uma colher de chá de:

anã branca: 20

estrela de nêutrons:
população da Terra, ou 800

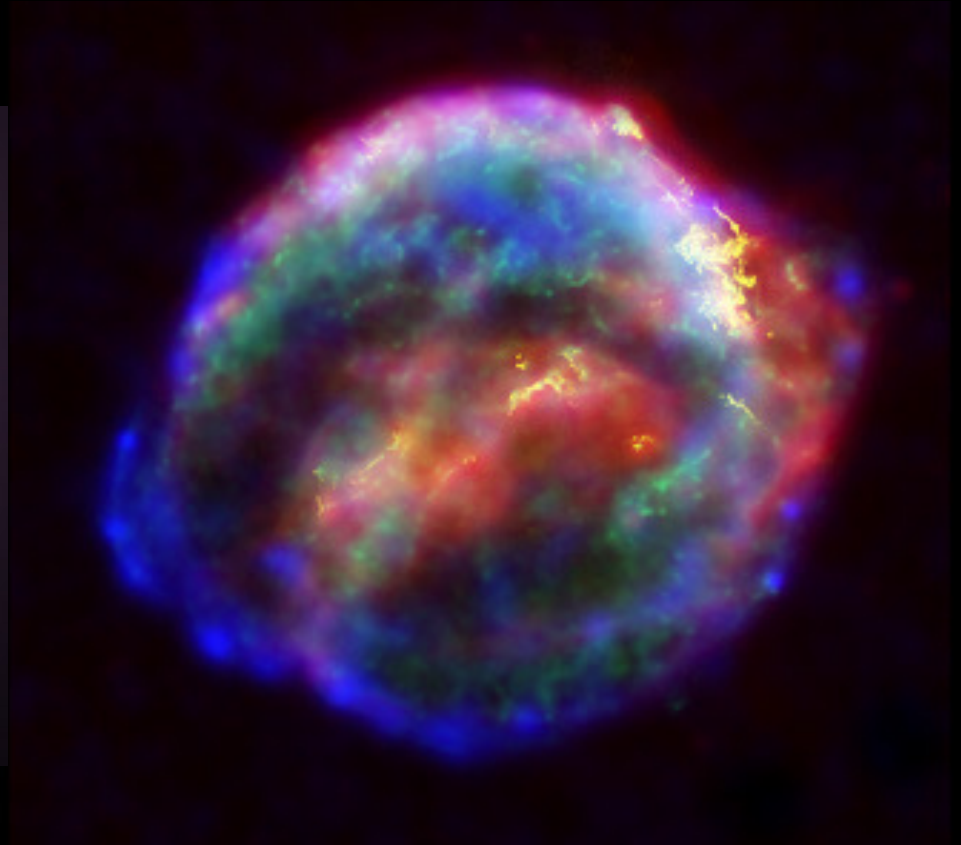


S



S

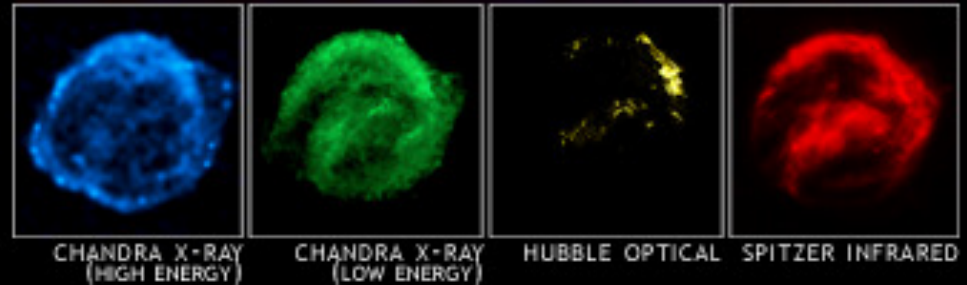
Supernovas !



Uma a cada século por galáxia

A olho nu:

- supernova de Kepler (1604)
- SN 1987A (fev. de 1987) na LMC



Brilha como uma galáxia inteira!

Queima de combustível nuclear nas estrelas

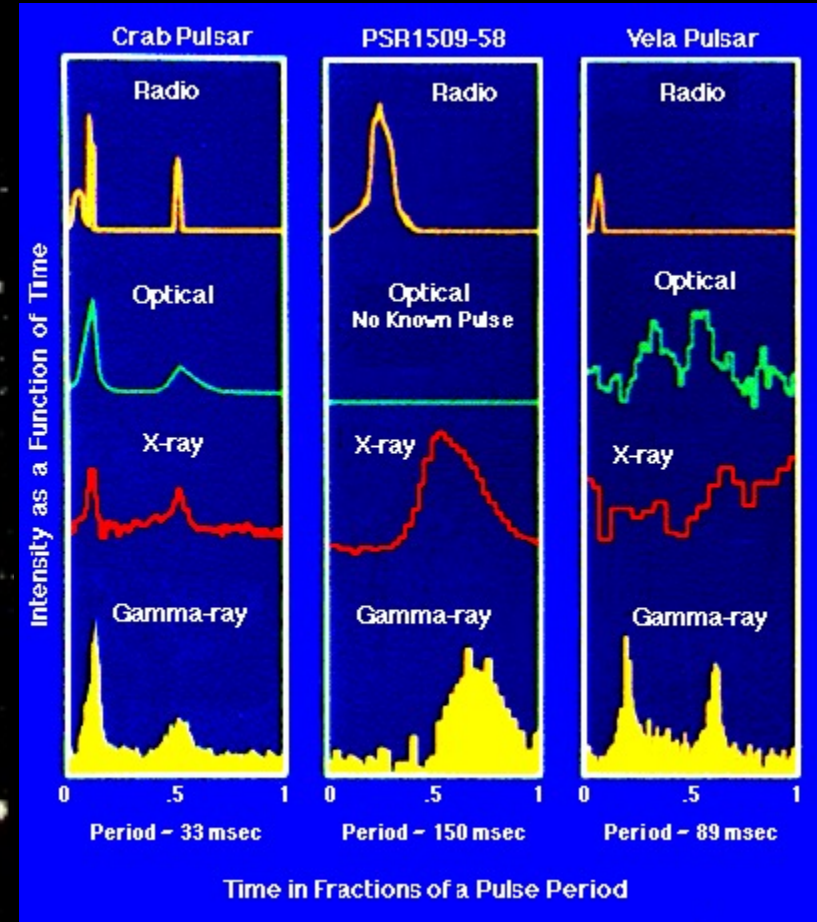
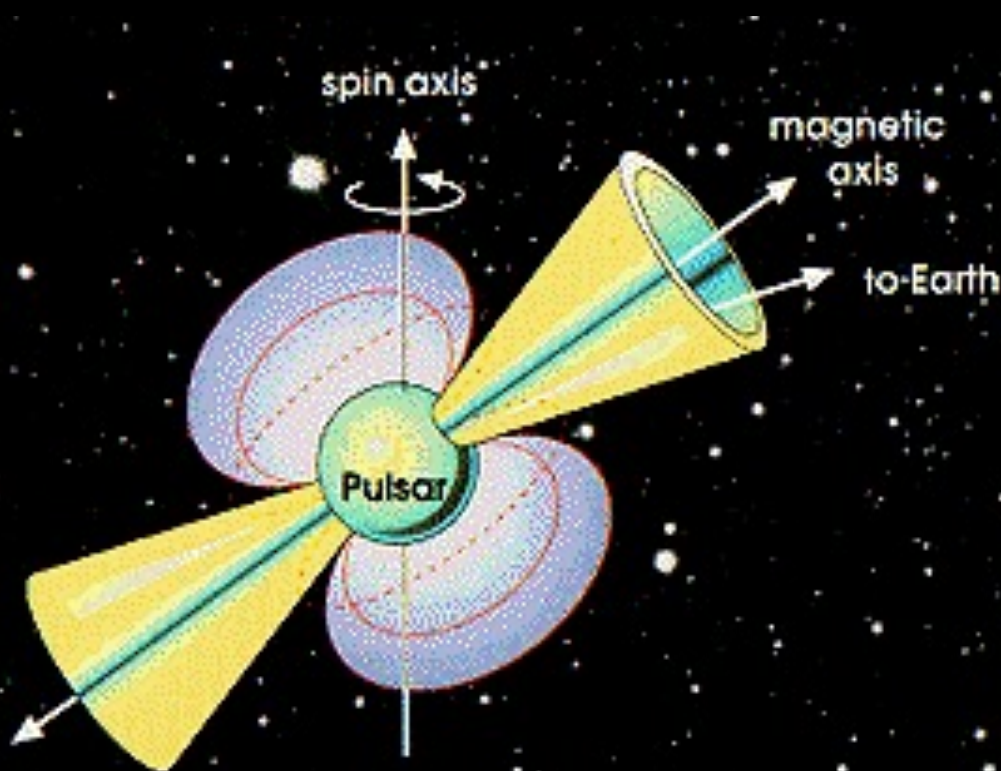


EXPLOÇÃO DE UMA SUPERNOVA



Estrelas de nêutrons isoladas: **pulsares**

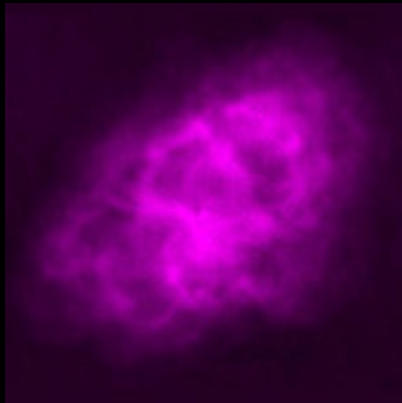
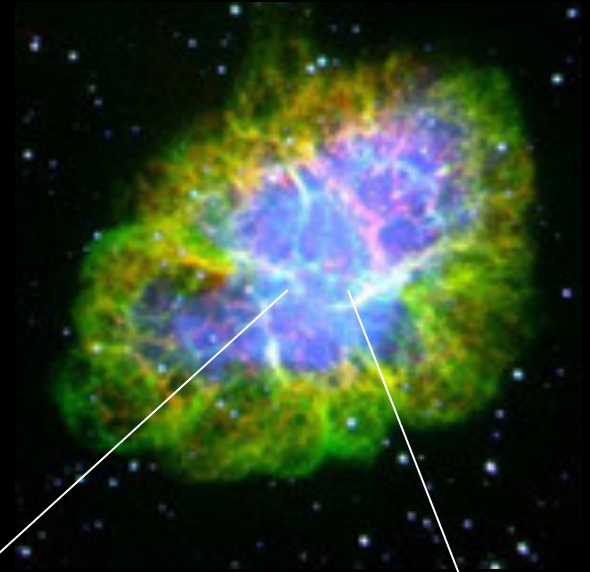
pulsar



A nebulosa e o pulsar do Caranguejejo

Supernova observada pelos chineses no ano 1054

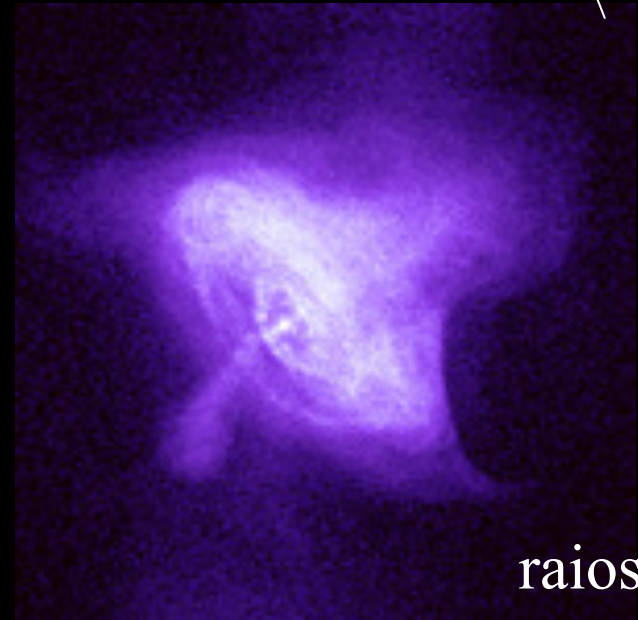
óptico



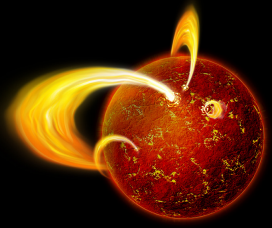
rádio



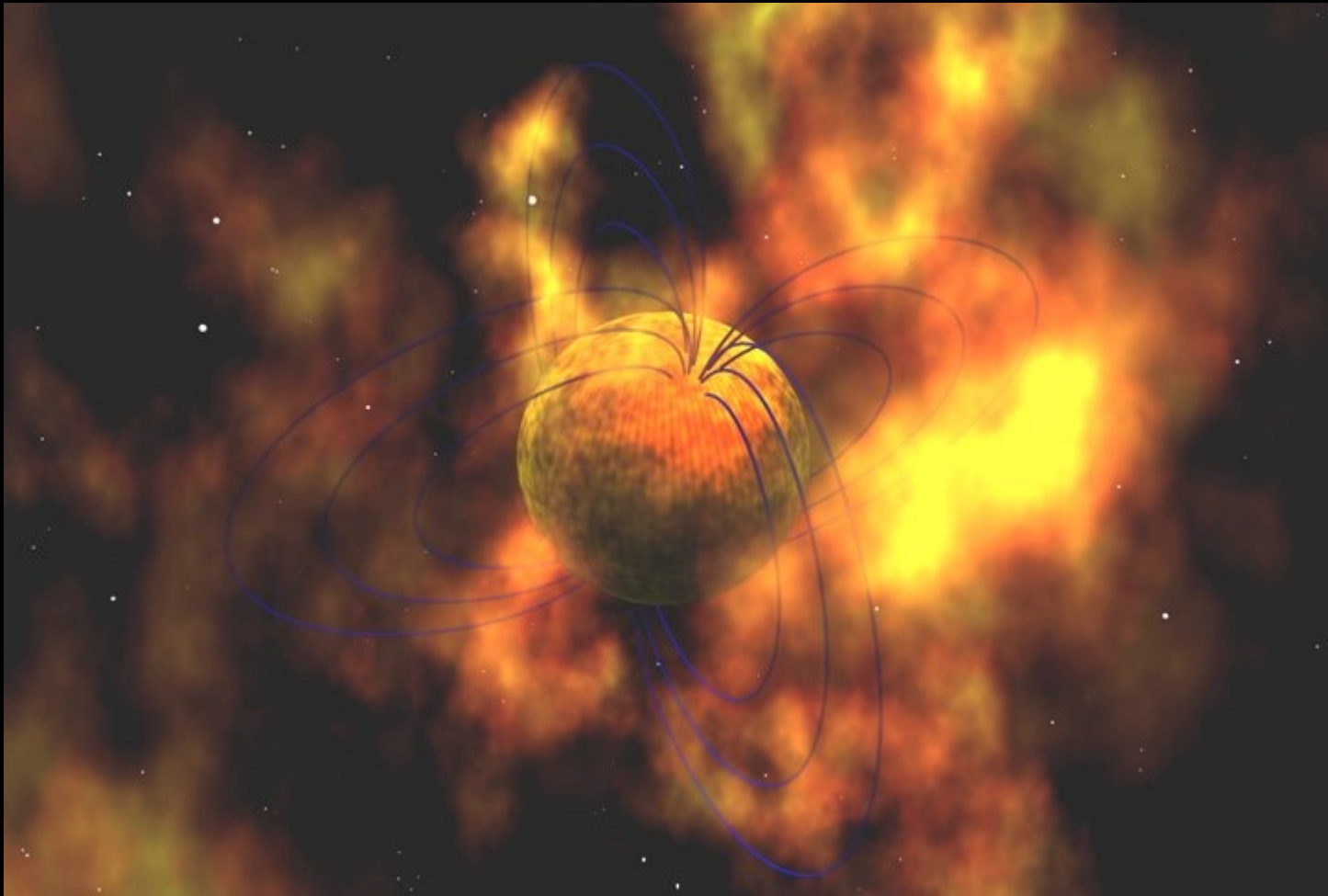
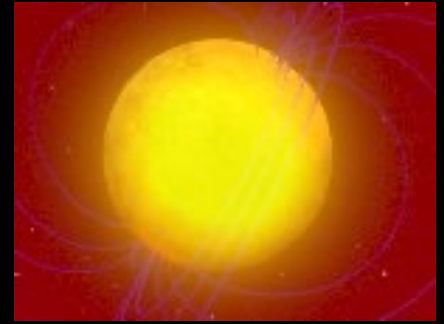
infravermelho



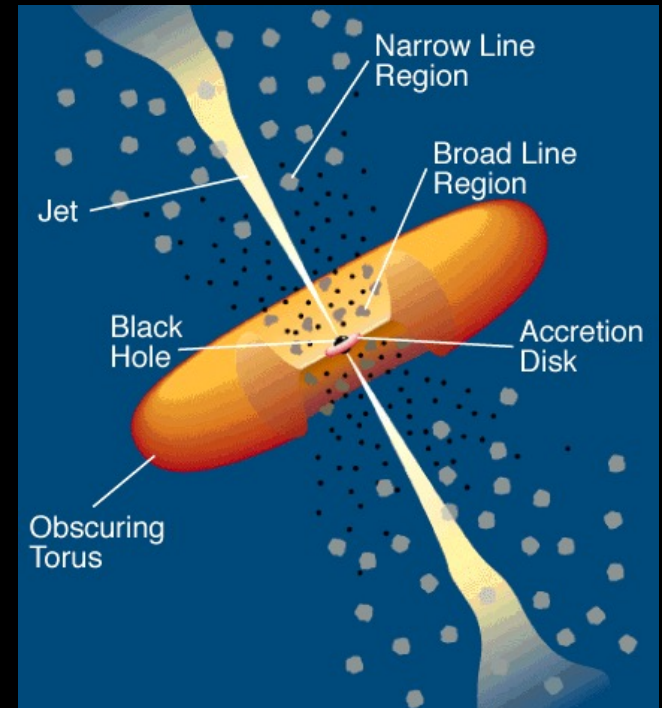
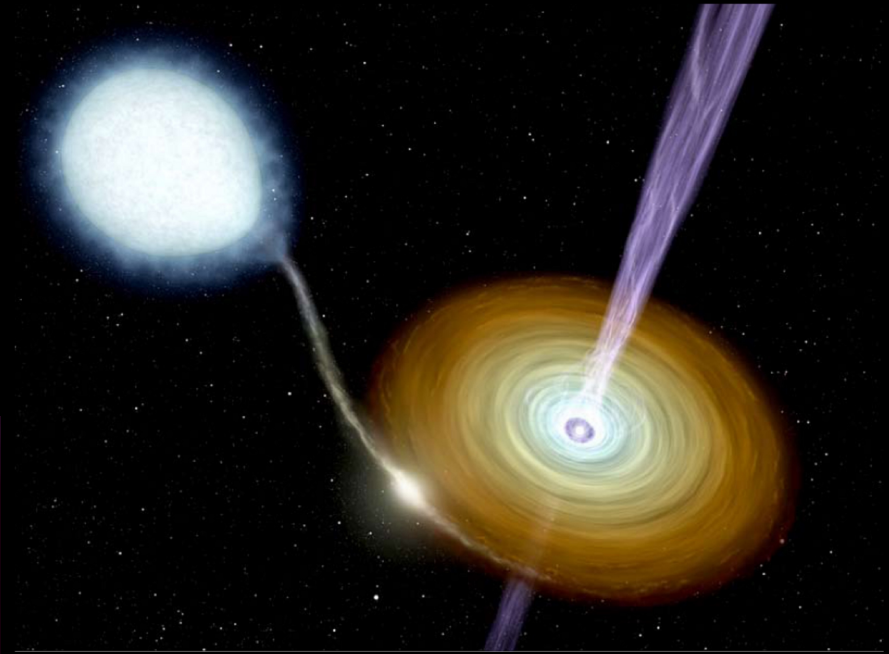
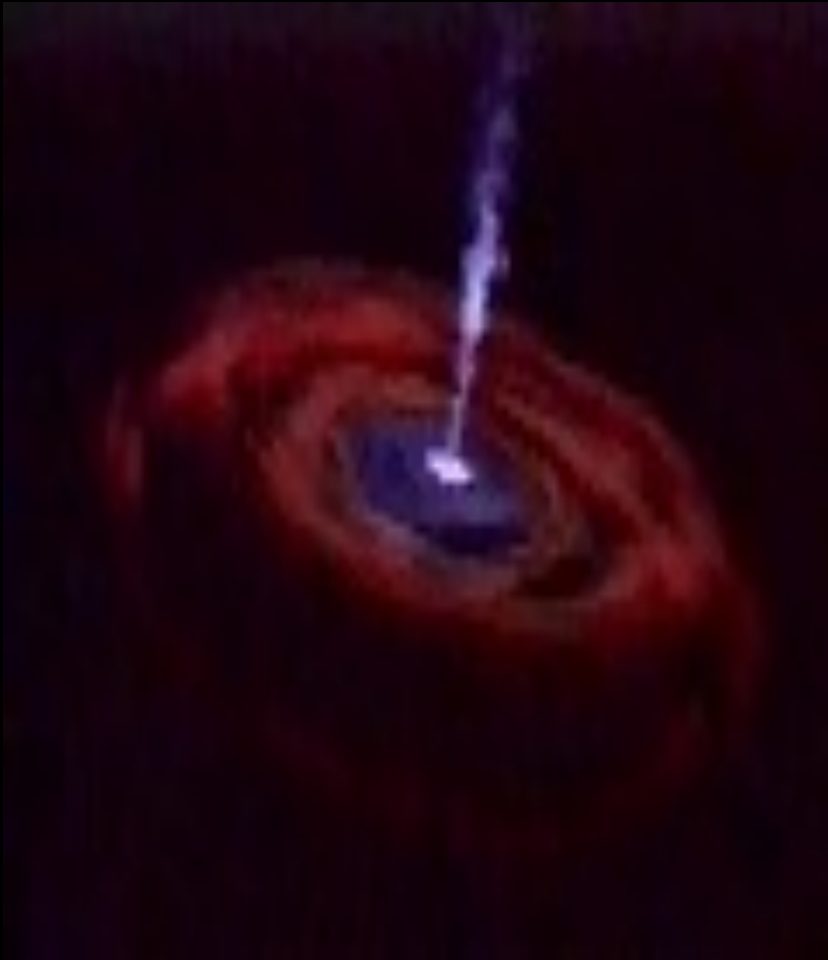
raios X



Magnetars



buracos negros



Buracos Negros nos centros das galáxias





Jatos observados em rádio

M87

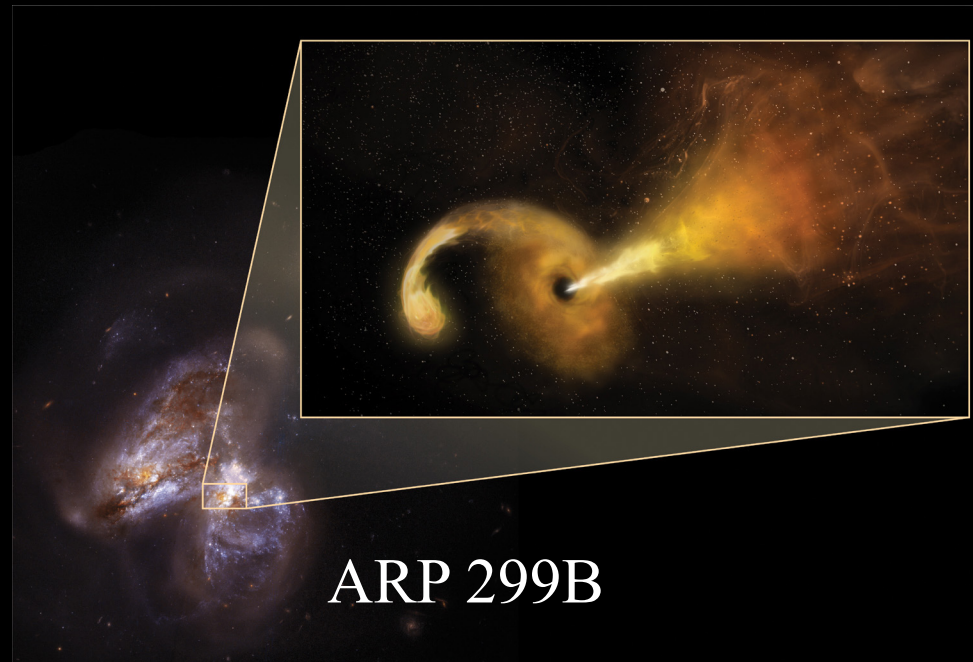
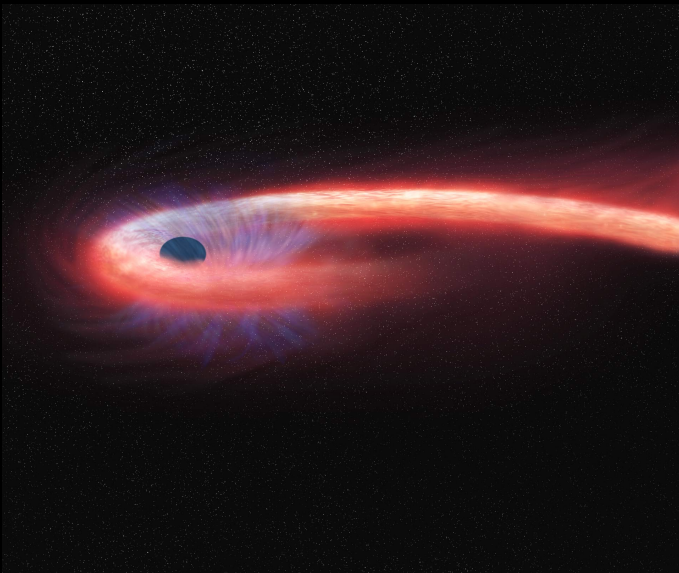
53 milhões de anos-luz da Terra

Imagens de buracos negros: The Event Horizon Telescope

Buraco negro de
6,5 bilhões de M_{\odot}

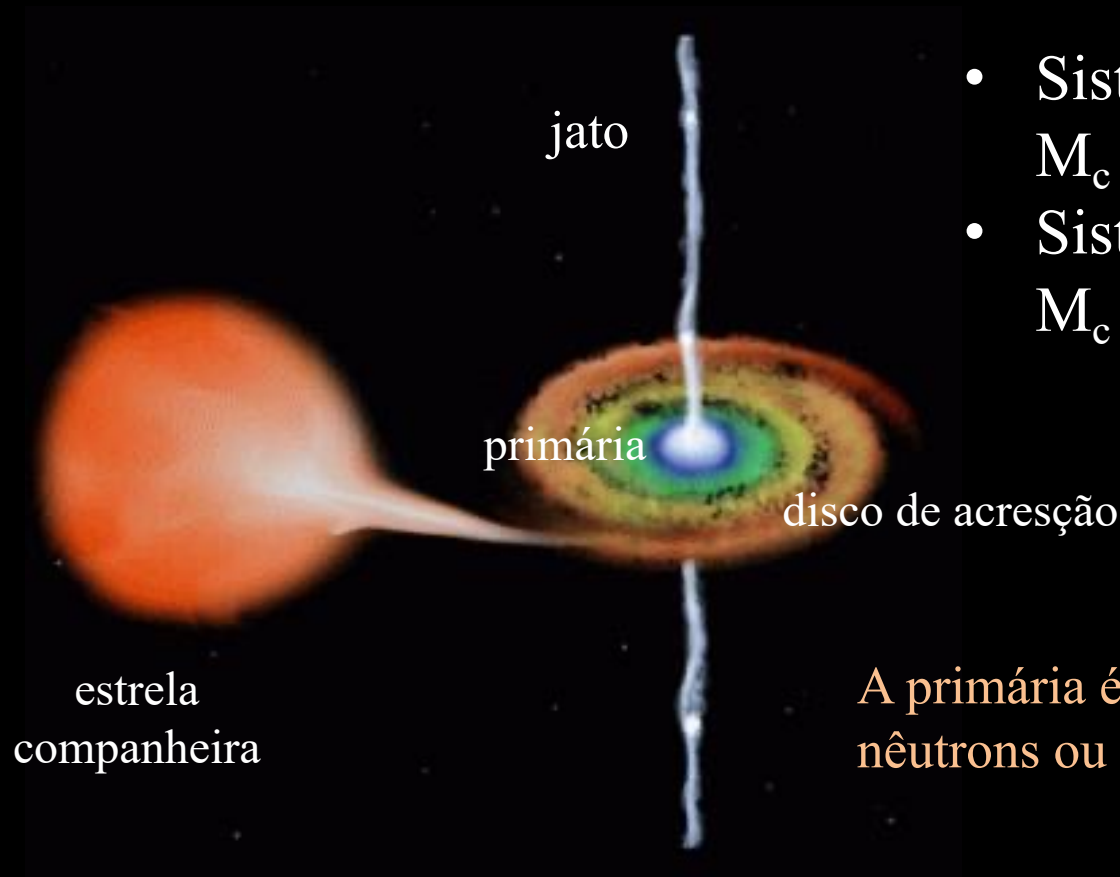


Tidal Disruption Events (TDEs)



ARP 299B

Sistemas binários de raios X

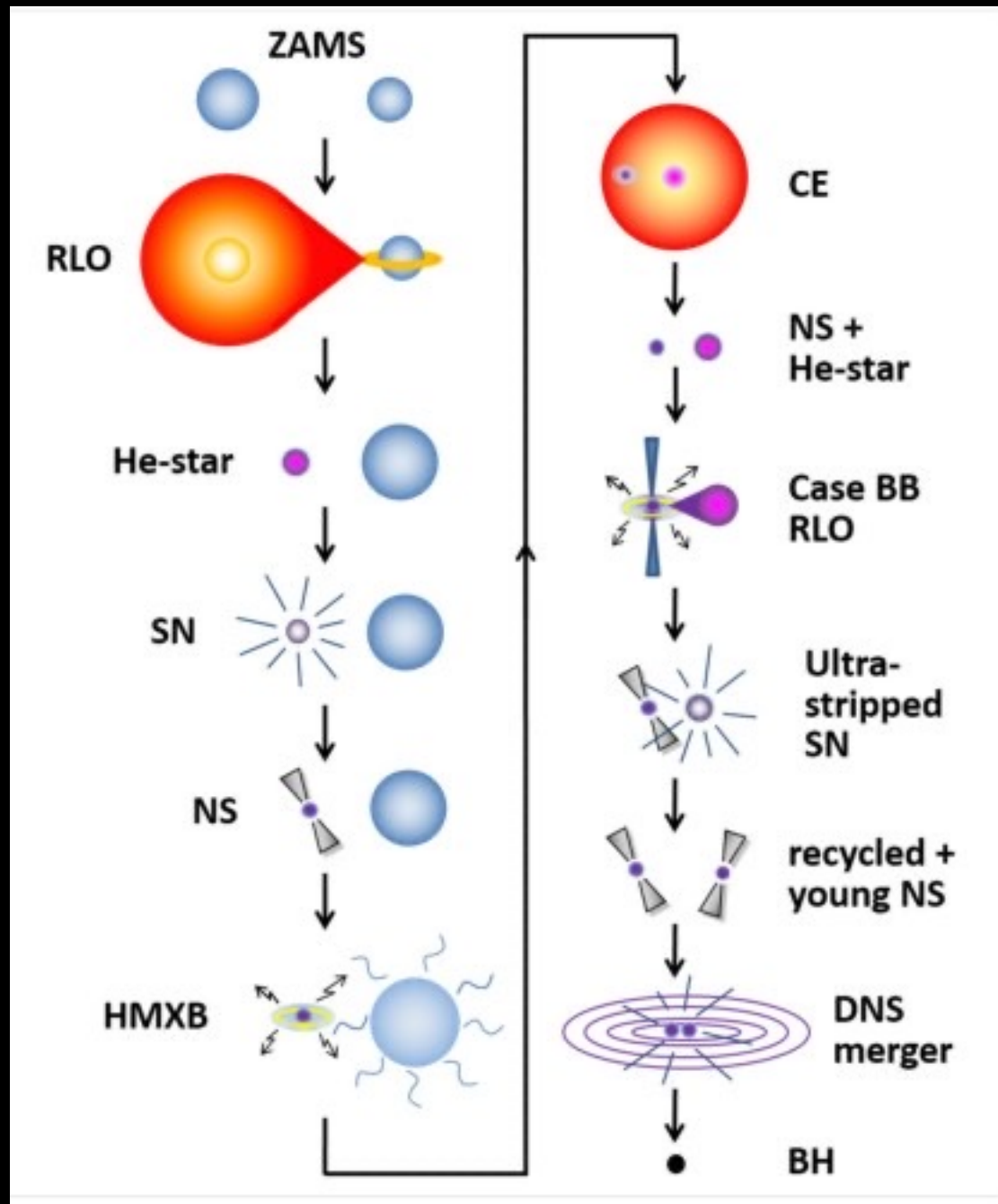


- Sistemas de alta massa:
 $M_c > 10 M_{\odot}$
- Sistemas de baixa massa:
 $M_c < 1 M_{\odot}$

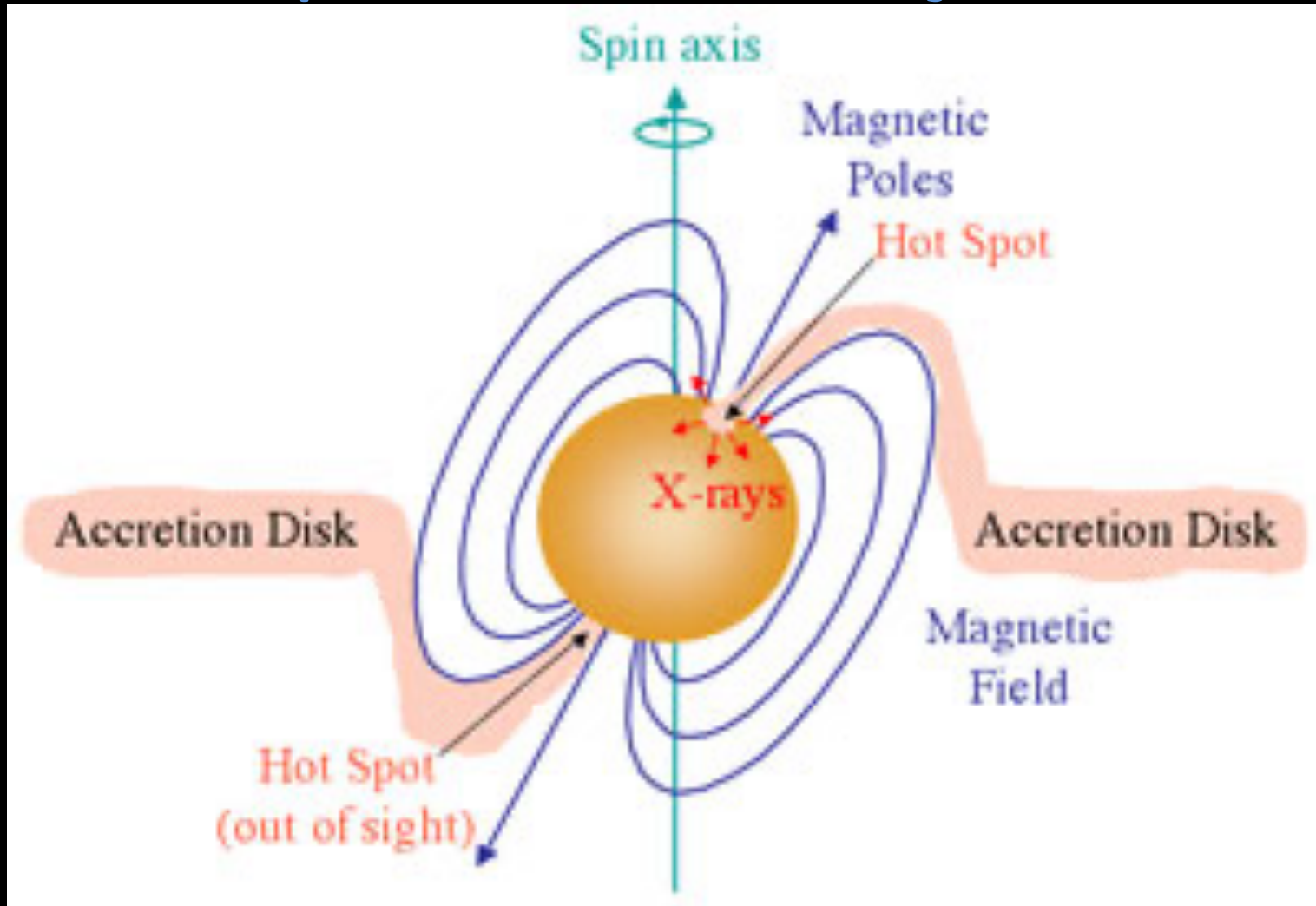
A primária é uma estrela de nêutrons ou um buraco negro

Às vezes a distância entre a primária e a secundária pode chegar a $1 R_{\odot}$ e a secundária pode ser uma anã branca

possível evolução



Pulsar de raios X, ou pulsar de acreção

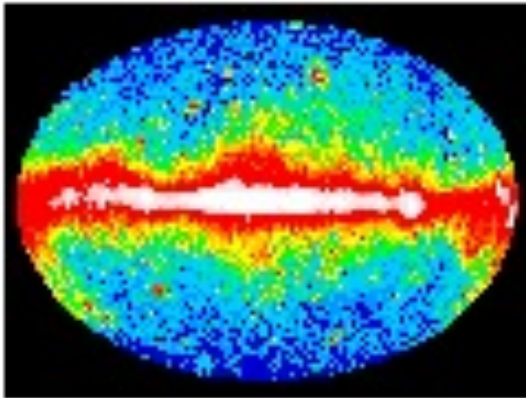


bursts de raios γ

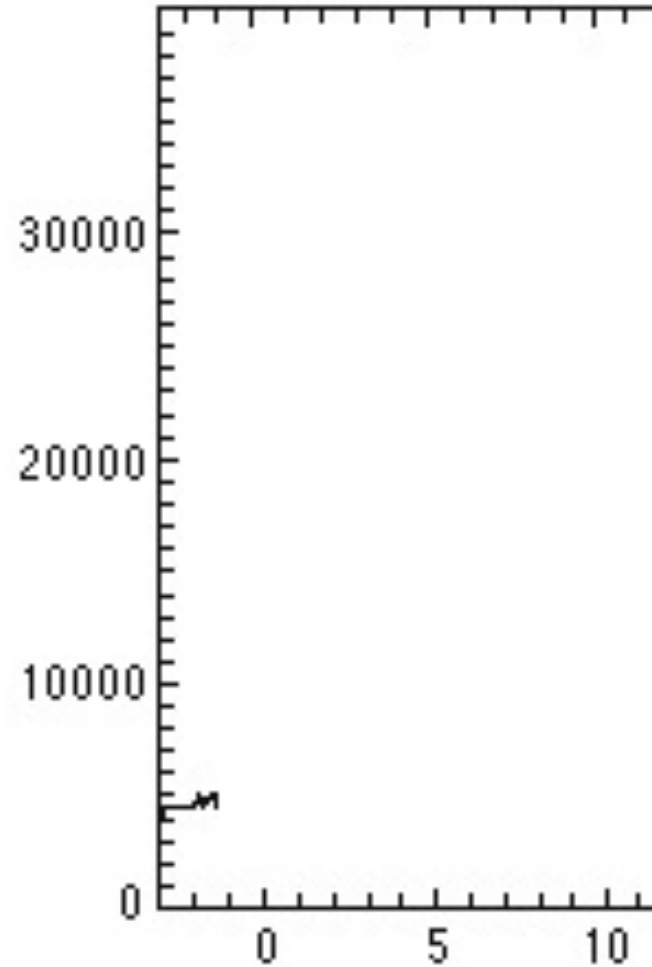
Explosões

- mais
- emit
- são

Alguns



Counts per Second



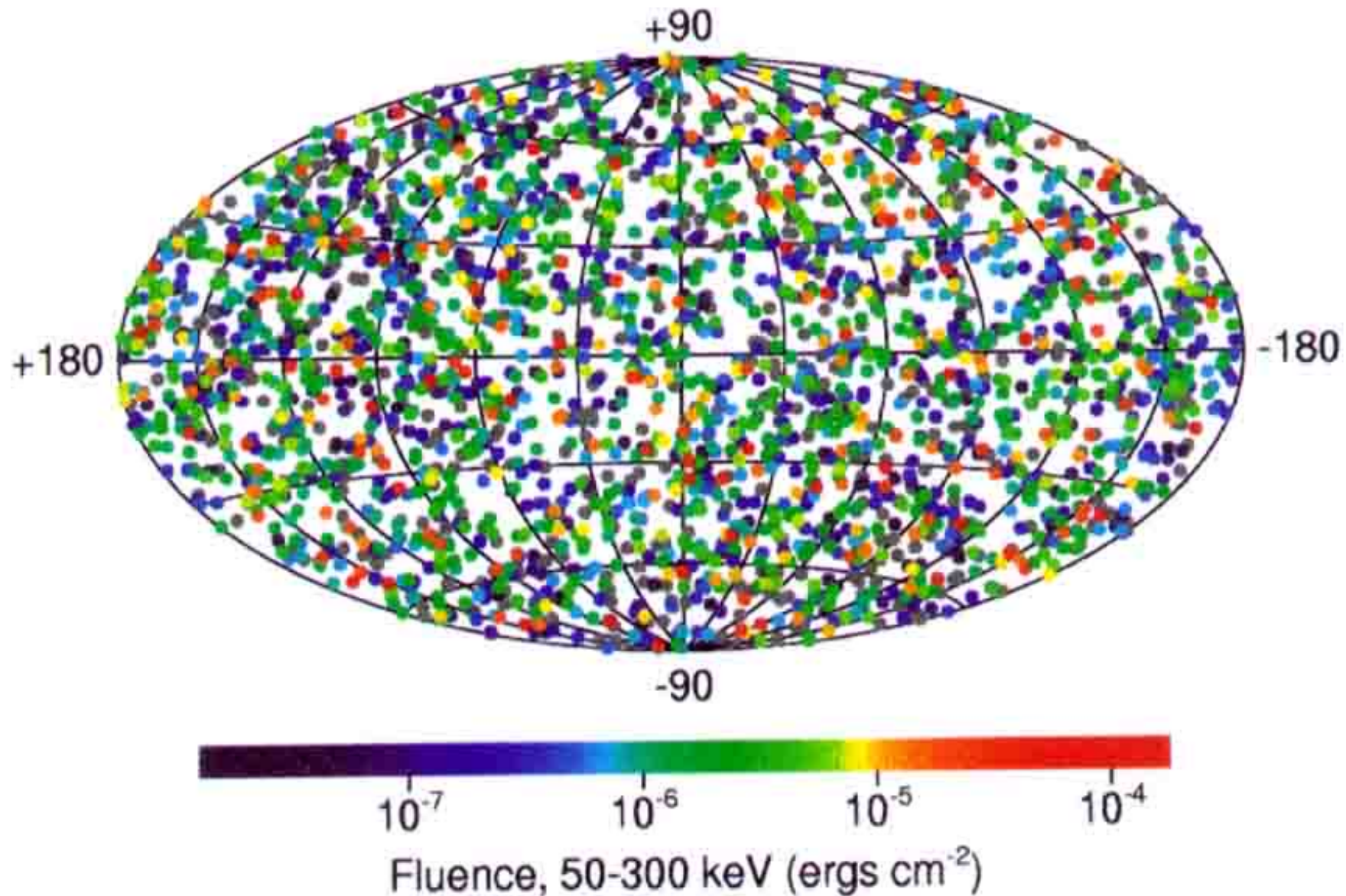
Time in Seconds

(ama)

ol

10

2704 BATSE Gamma-Ray Bursts



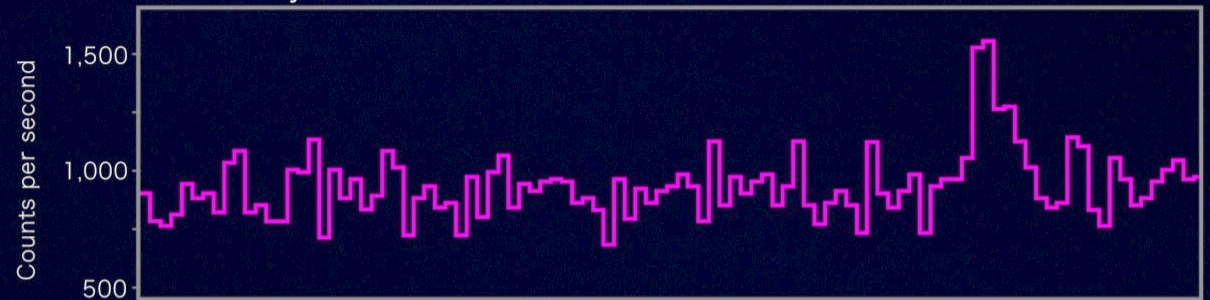
GW 170817/GRB 170817A

Fermi



Gamma rays, 50 to 300 keV

GRB 170817A

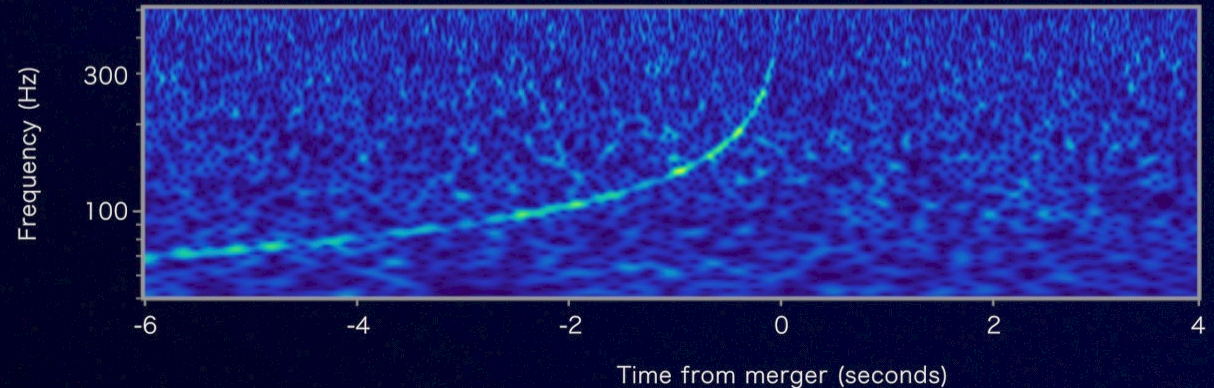


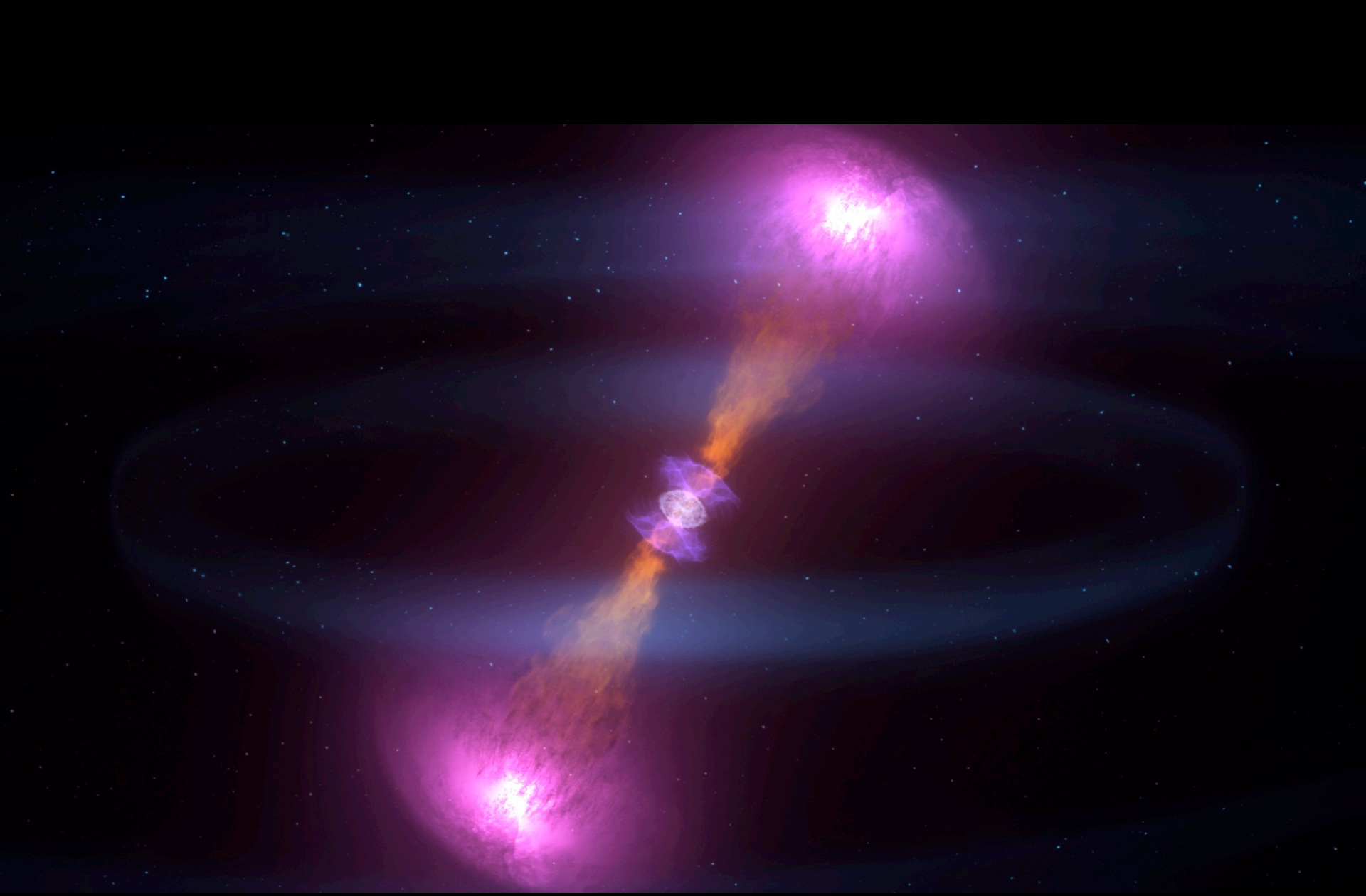
LIGO



Gravitational-wave strain

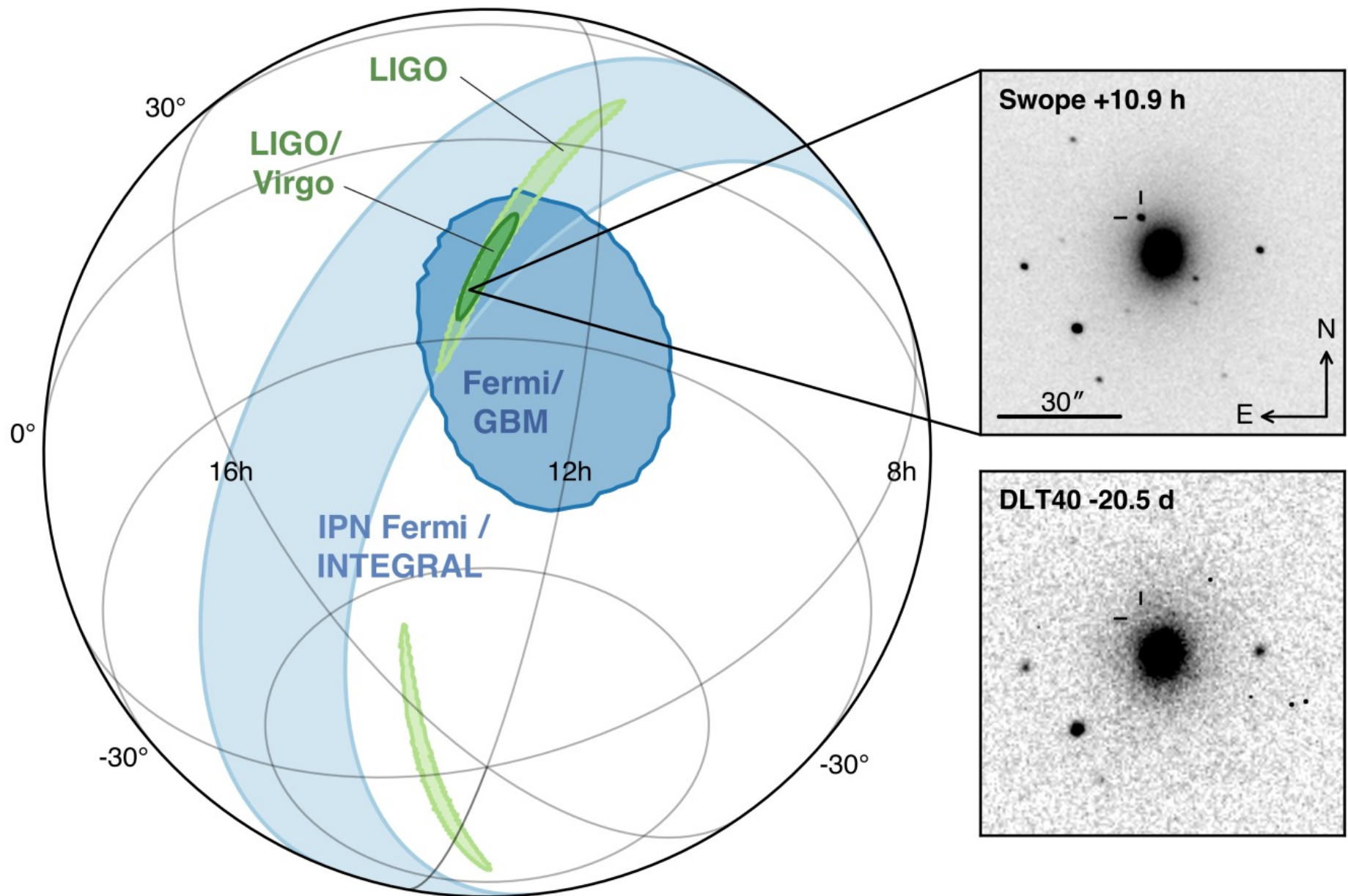
GW170817





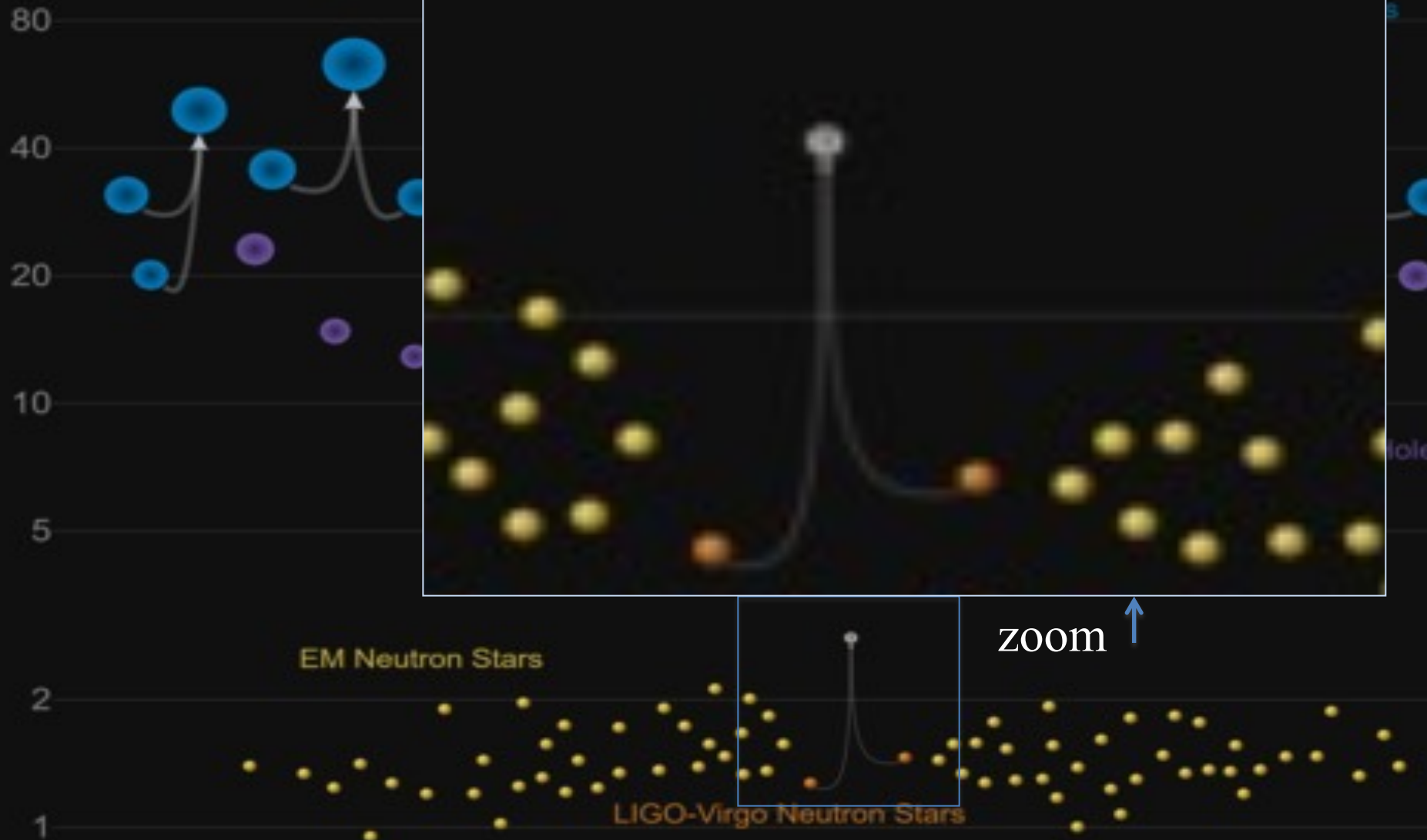
Distância: 120 milhões de anos-luz

Localização no céu



Masses in the Stellar Graveyard

in Solar Masses



Grandes contribuições da astronomia de raios X

- Descoberta dos sistemas binários estelares com um objeto compacto: **Scorpius X-1**
- Descoberta dos buracos negros estelares: **Cygnus X-1** e mais ~30
- Descobertas dos pulsares de acreção: **Centaurus X-3** e mais dezenas
- Descoberta dos gases quentes em aglomerados de galáxias
- Em geral: gases extremamente quentes e fenômenos extremamente energéticos e rápidos são estudados em raios X ! **Objetos compactos** são vistos em raios X

Desafios atuais da astrofísica

- Usar diferentes mensageiros cósmicos:
Astronomia multimensageira
- Encontrar planetas como a Terra:
Vida no universo
- Entender o que são a matéria escura e a energia escura
- Descobrir se o “nosso universo” é o único ou se existem outros “universos”
- Encontrar uma “teoria de tudo” que explique o Big Bang e os buracos negros