Universidad Nacional de Río Negro
Int Partículas, Astrofísica & Cosmología - 2020

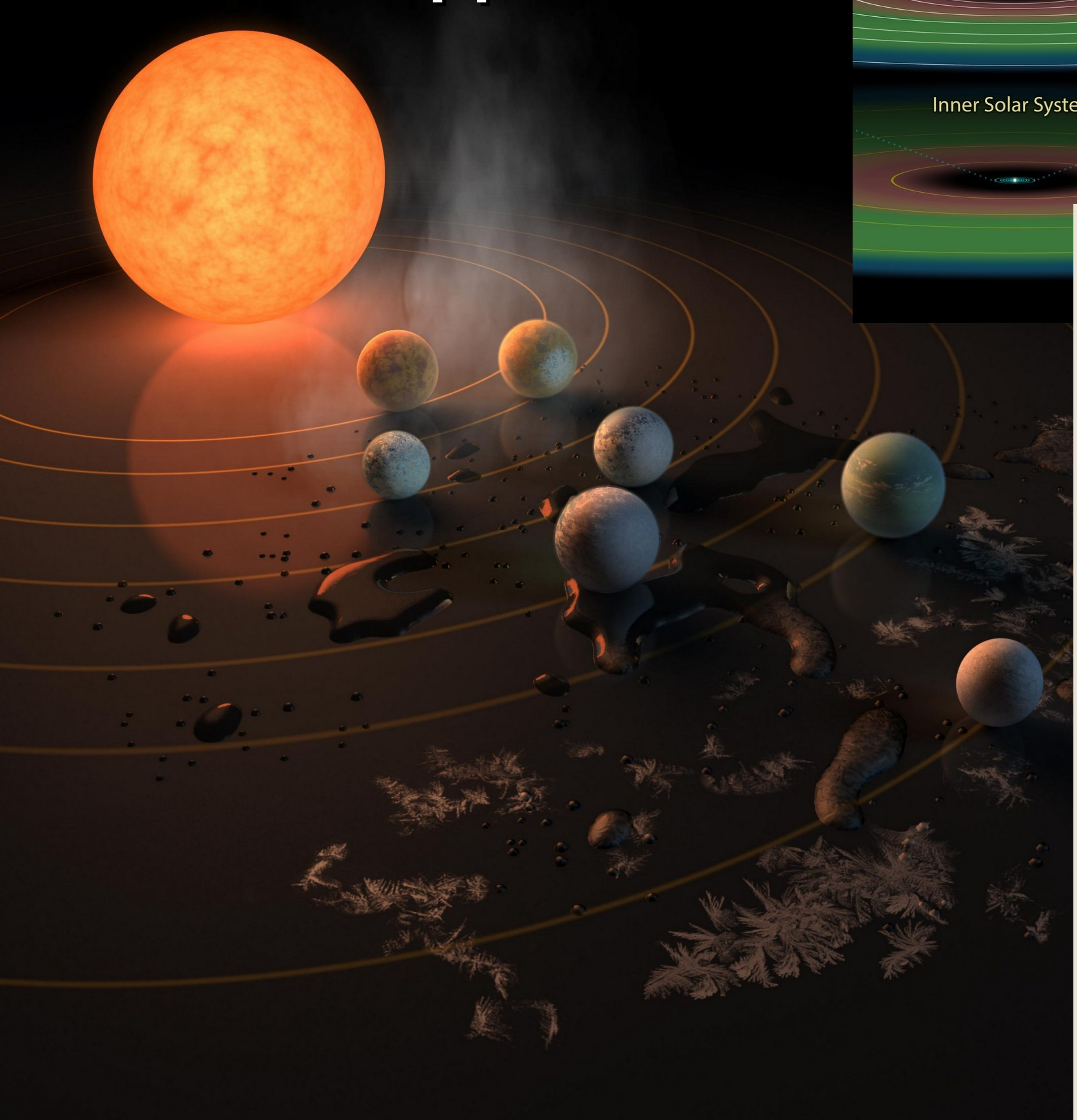
- **Unidad** 03–Astrofísica: escalas
- **Clase** U03C01 - 11/16
- **Fecha** 13 Oct 2020
- **Cont** Galaxias
- **Cátedra** Asorey
- **Web** https://gitlab.com/asoreyh/unrn-ipac/

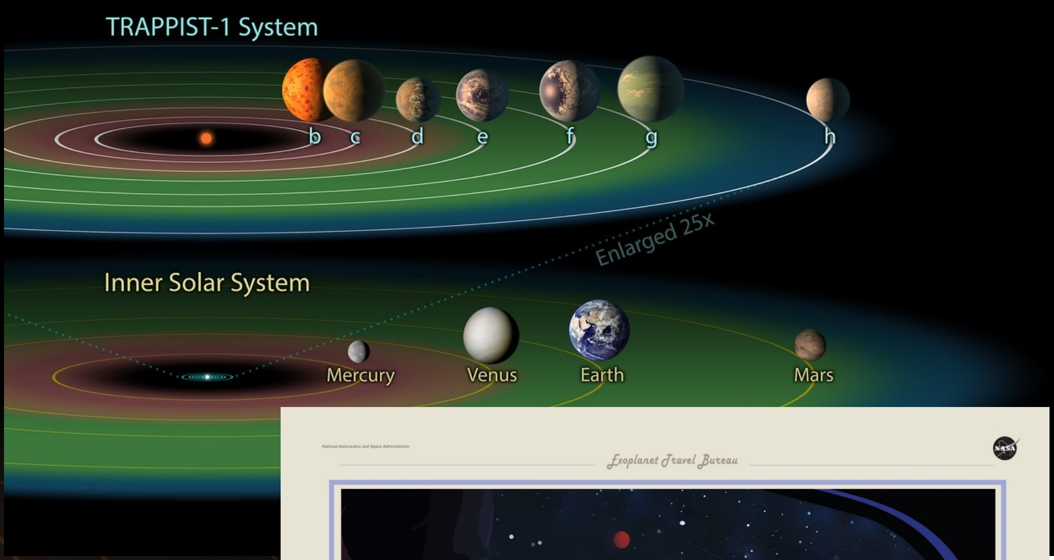
Contenidos: un viaje en el tiempo y el espacio

U3: Astrofísica, escalas grandes
3 encuentros, del 13/Oct al 27/Oct

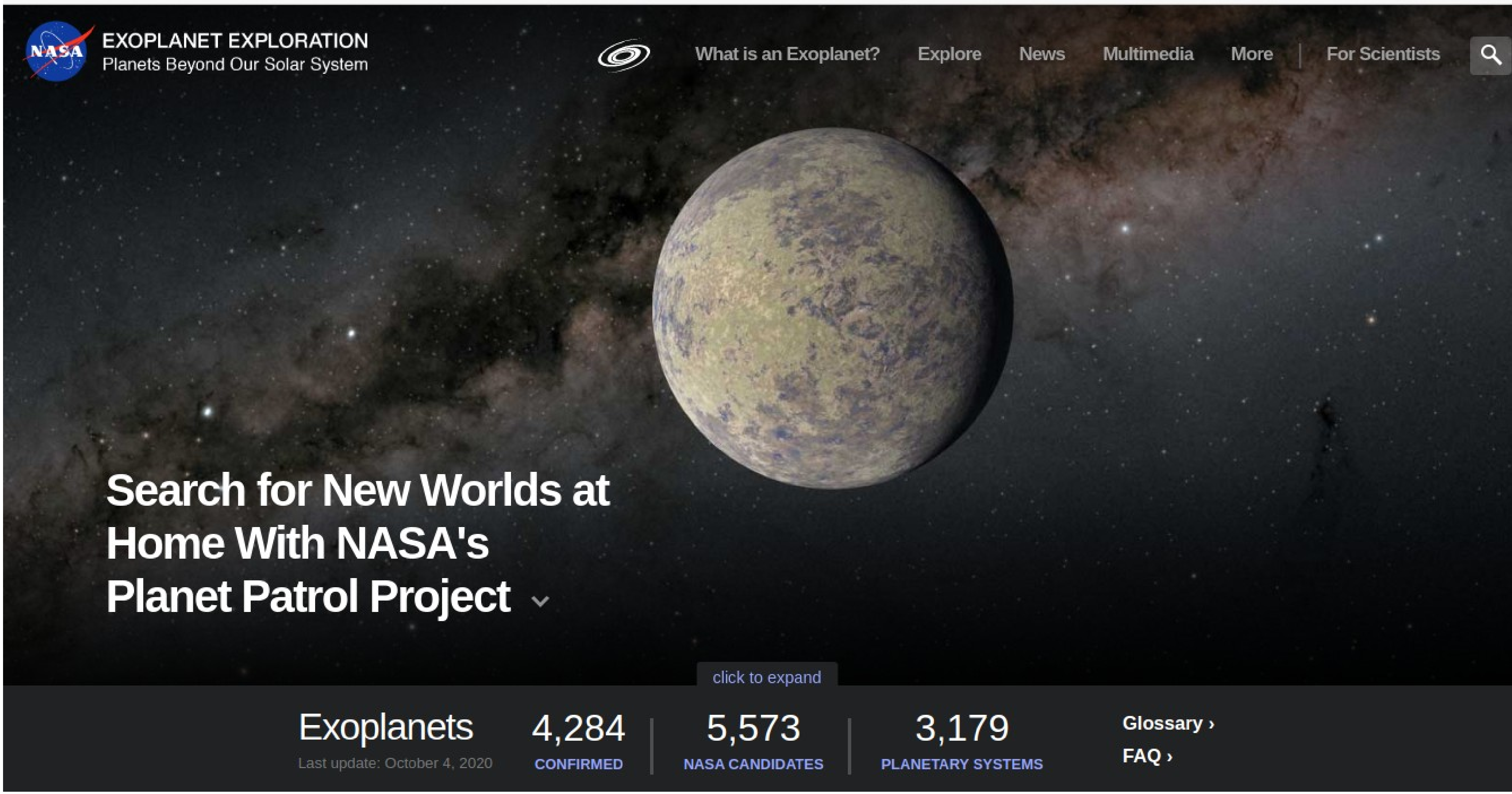
- Relatividad General.
  - Introducción y conceptos básicos.
  - Solución de Schwarzschild.
  - Objetos compactos: enanas blancas, estrellas de neutrones y agujeros negros.
- Formación de estructuras
  - Galaxias: Modelos y formación. GalaxyZoo.
  - Galaxias de Núcleos activos. Clasificación.
  - Formación de estructuras. Corrimiento al rojo y el universo en expansión.
- Trabajo de la unidad: Midiendo distancias en el Universo. Entrega Viernes 30/Oct/2020

Sistema Trappist 1

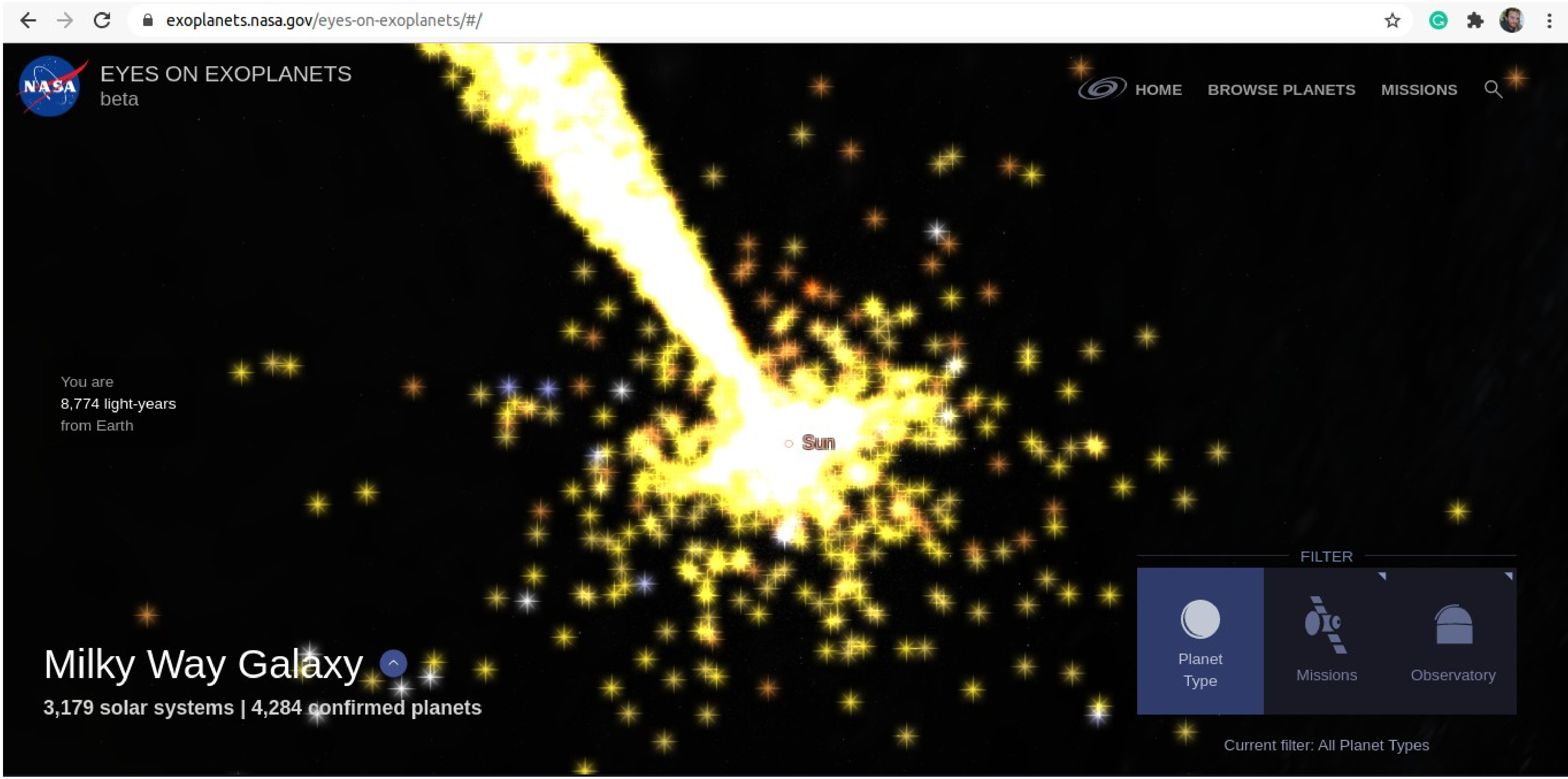




https://exoplanets.nasa.gov/



https://exoplanets.nasa.gov/eyes-on-exoplanets



Vida, por Wikipedia
https://es.wikipedia.org/wiki/Vida

- *"puede definirse como la capacidad de administrar los recursos internos de un ser físico de forma adaptada a los cambios producidos en su medio, sin que exista una correspondencia directa de causa y efecto entre el ser que administra los recursos y el cambio introducido en el medio por ese ser, sino una asíntota de aproximación al ideal establecido por dicho ser, ideal que nunca llega a su consecución completa por la dinámica del medio"*

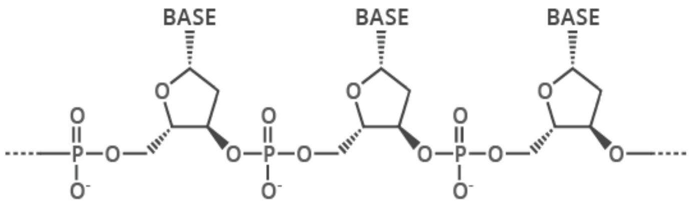
Para la biología, si está vivo tiene que...

- (auto)organización
- crecimiento
- reproducción
- evolución
- homeóstasis
- Movimiento

- Si falta algo de esto → no está vivo (virus, viroides, células cancerosas)

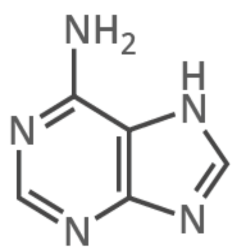
THE CHEMICAL STRUCTURE OF DNA

THE SUGAR PHOSPHATE 'BACKBONE'

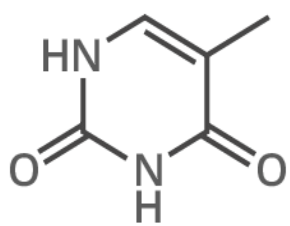


DNA is a polymer made up of units called nucleotides. The nucleotides are made of three different components: a sugar group, a phosphate group, and a base. There are four different bases: adenine, thymine, guanine and cytosine.

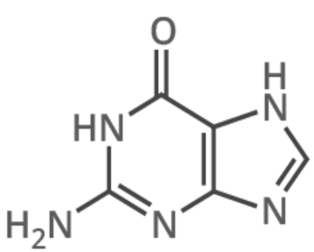
A ADENINE



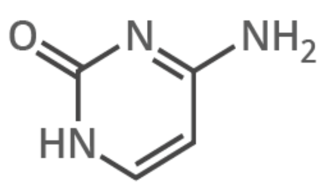
T THYMINE



G GUANINE

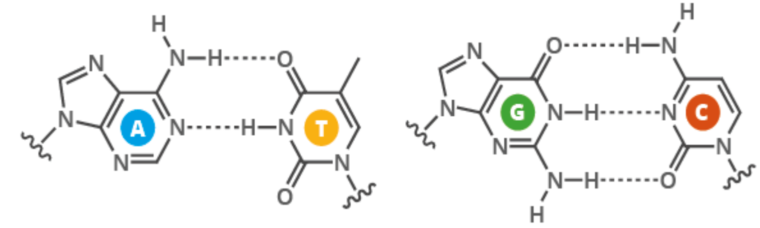


C CYTOSINE



WHAT HOLDS DNA STRANDS TOGETHER?

DNA strands are held together by hydrogen bonds between bases on adjacent strands. Adenine (A) always pairs with thymine (T), while guanine (G) always pairs with cytosine (C). Adenine pairs with uracil (U) in RNA.



FROM DNA TO PROTEINS

The bases on a single strand of DNA act as a code. The letters form three letter codons, which code for amino acids - the building blocks of proteins.

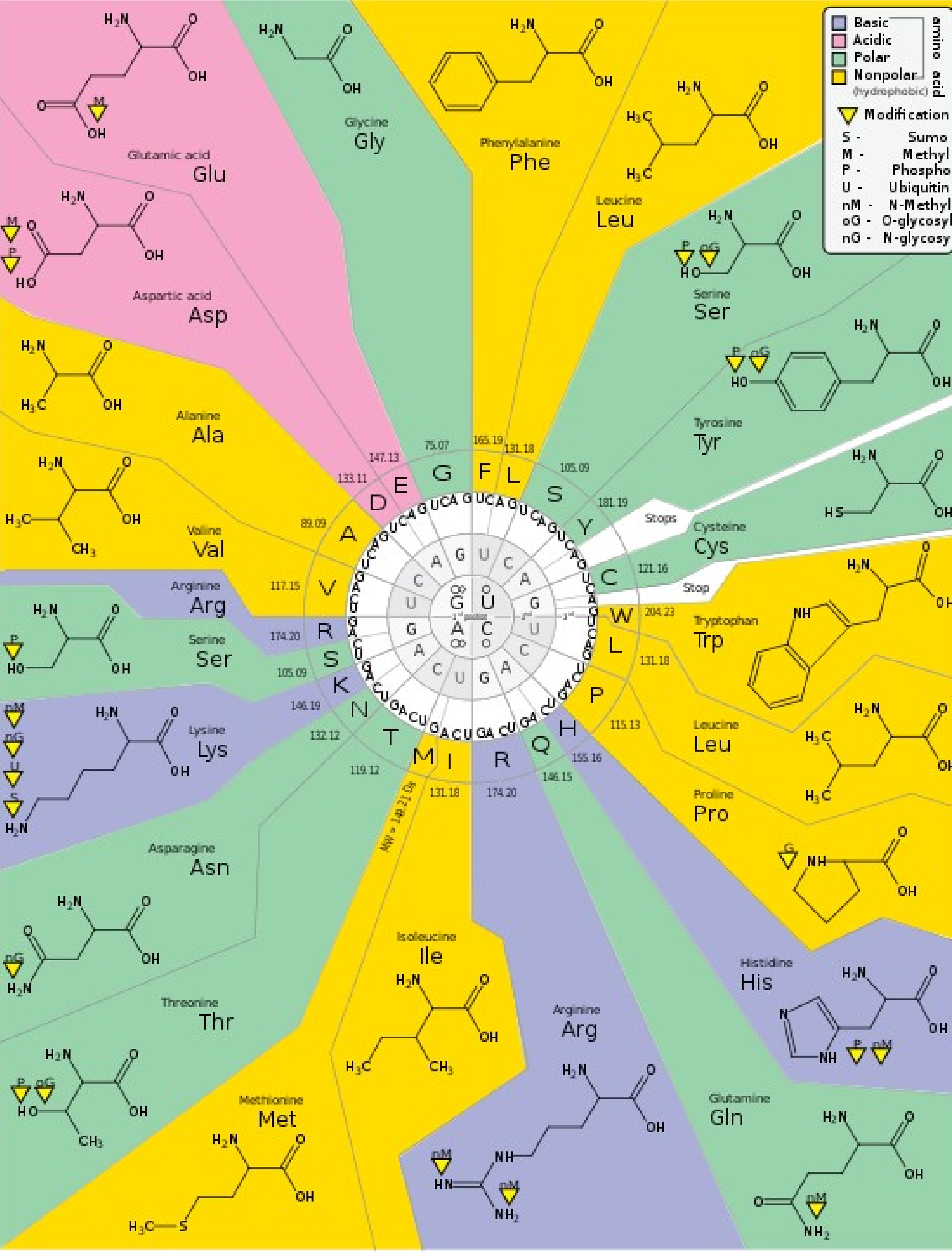
DNA → (TRANSCRIPTION) → RNA → (TRANSLATION) → PROTEIN

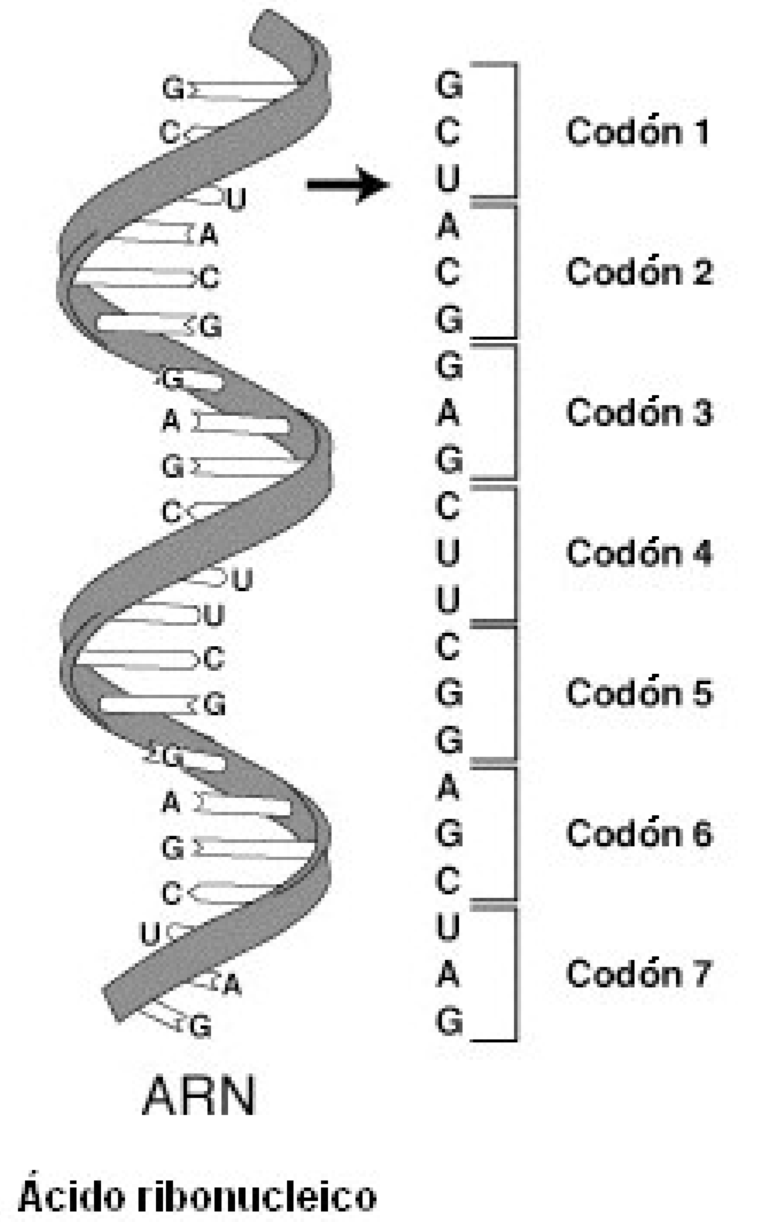
An enzyme, RNA polymerase, transcribes DNA into mRNA (messenger ribonucleic acid). It splits apart the two strands that form the double helix, then reads a strand and copies the sequence of nucleotides. The only difference between the RNA and the original DNA is that in the place of thymine (T), another base with a similar structure is used: uracil (U).

DNA SEQUENCE	T T C	C T G	A A C	C C G	T T A
mRNA SEQUENCE	U U C	C U G	A A C	C C G	U U A
AMINO ACID	Phenylalanine	Leucine	Asparagine	Proline	Leucine

In multicellular organisms, the mRNA carries genetic code out of the cell nucleus, to the cytoplasm. Here, protein synthesis takes place. 'Translation' is the process of turning the mRNA's 'code' into proteins. Molecules called ribosomes carry out this process, building up proteins from the amino acids coded for.

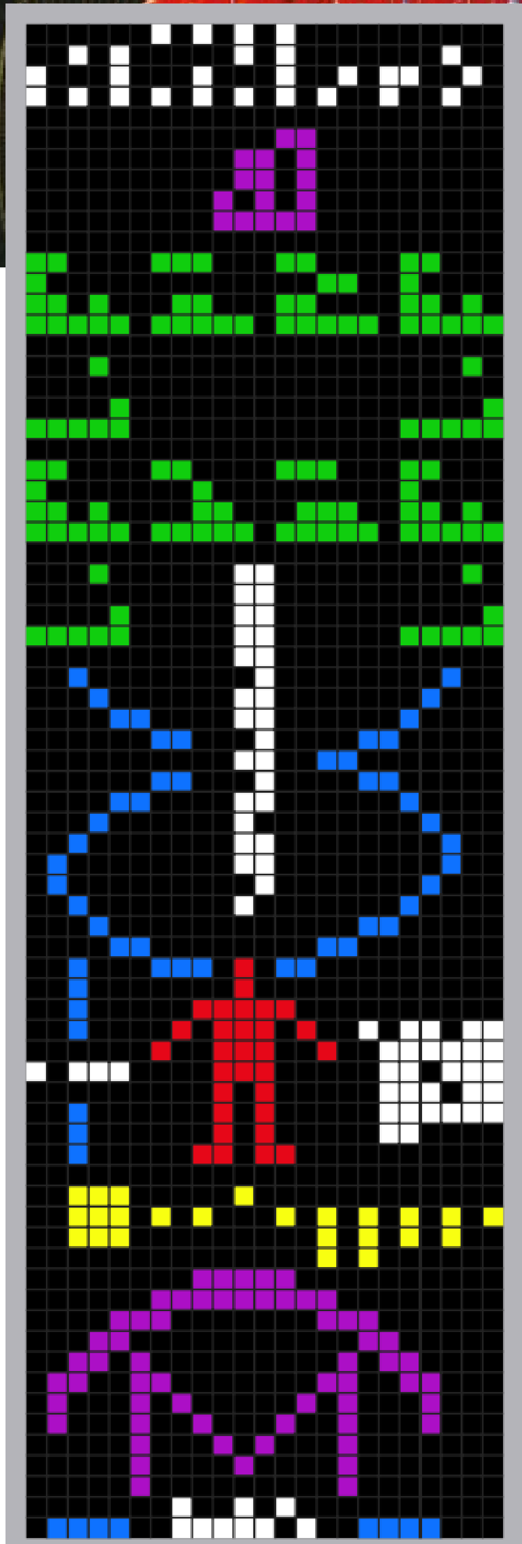
Código Genético





B

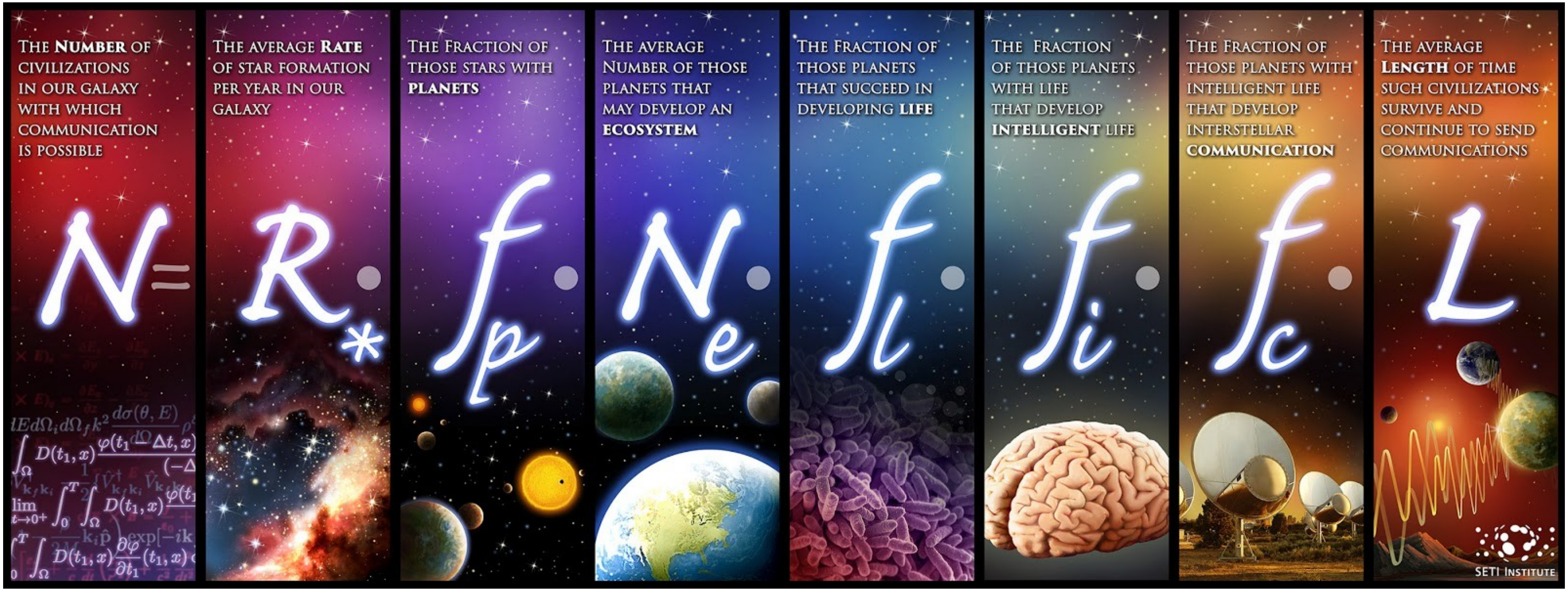
Mensaje de Arecibo



- 1679 bits enviados a M13 (8 kpc) (16/Nov/1974)
  - Diseñado por Carl Sagan y Frank Drake
  - Números 0 al 9 en binario
  - Componentes del ADN (HCNOP)
  - Nucleótidos y doble hélice
  - Humanidad, altura y población humana 1974
  - Sistema Solar (Sol y Planetas → Tamaño)
  - Telescopio, medidas y longitud de onda

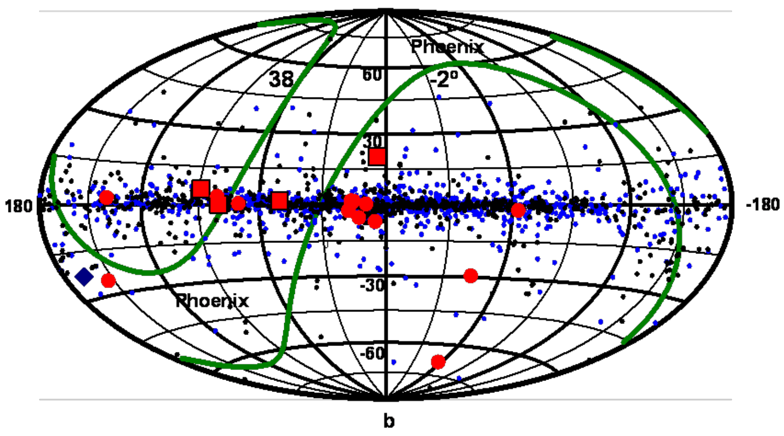
La ecuación de Drake

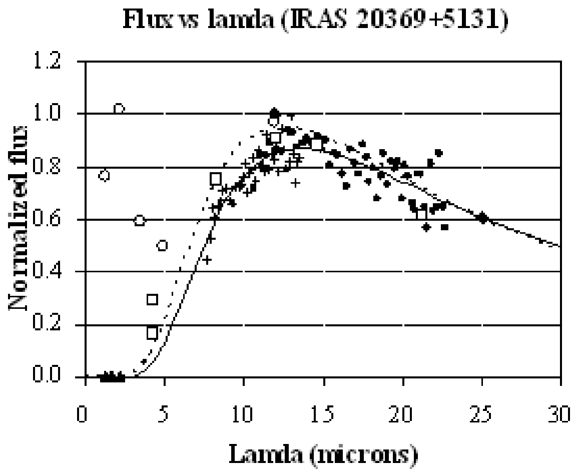
https://steemit.com/cervantes/@simonmaz/planetas-extrasolares-x--1526399175-543130 2

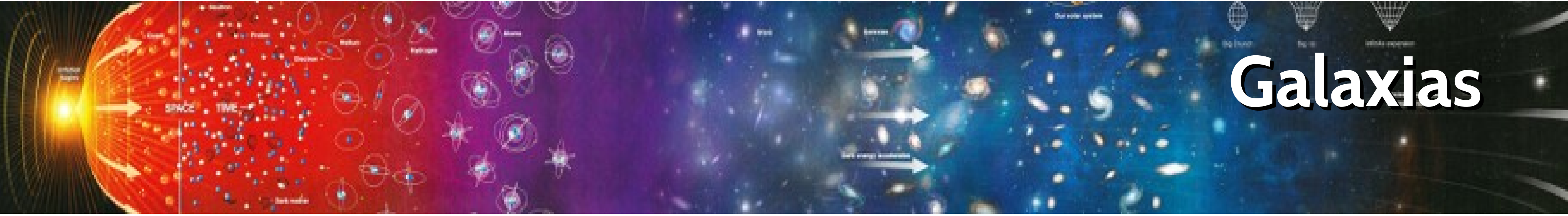


IRAS (InfraRed Astronomical Satellite)

http://home.fnal.gov/~carrigan/infrared_astronomy/Fermilab_search.htm



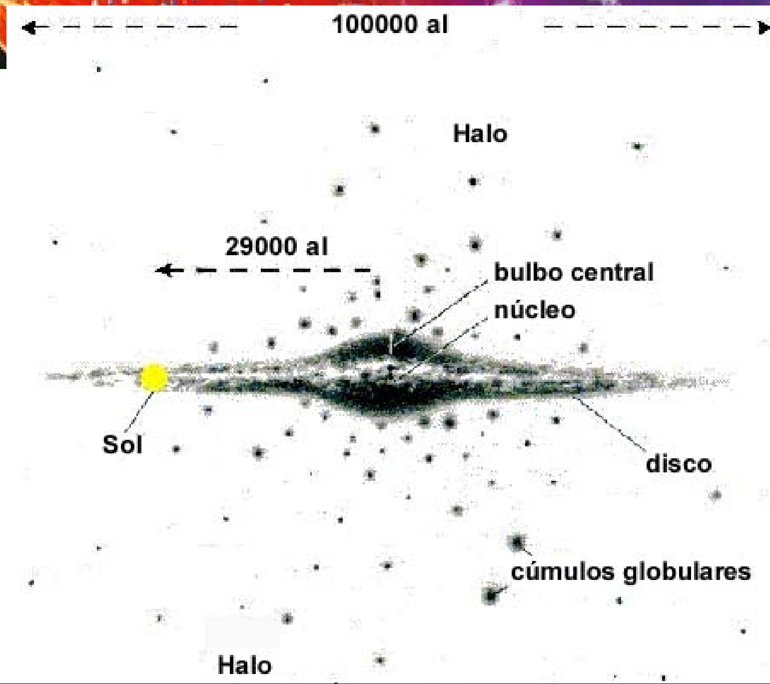


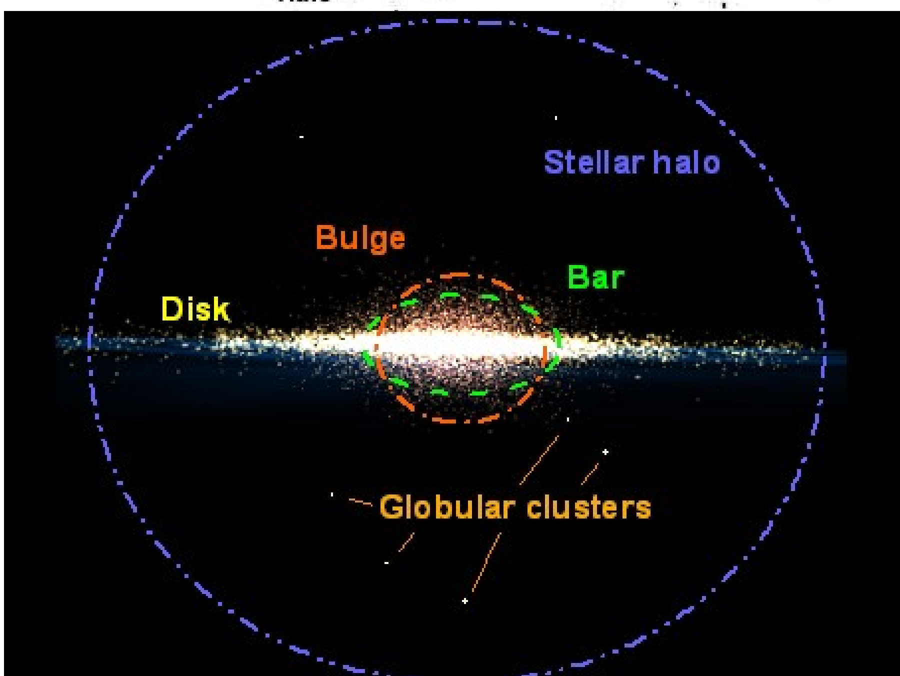


Galaxias

- Una **galaxia** **es un sistema autogravitante compuesto por:**
  - Estrellas (Vía Láctea: 10^{11} estrellas)
  - Remanentes estelares
  - Un medio interestelar formado por gas y polvo...
  - Un agujero negro central (no en todas, pero...)
  - Materia oscura (no está confirmada, pero...)
- **Tamaños:**
  - Enanas (~1000 estrellas, 1000 pc)
  - Gigantes (100000 pc, 10^{14} estrellas)
- Están separadas por distancias ~Mpcs (1 Mpc ~ $3{,}1 \times 10^{22}$ m)

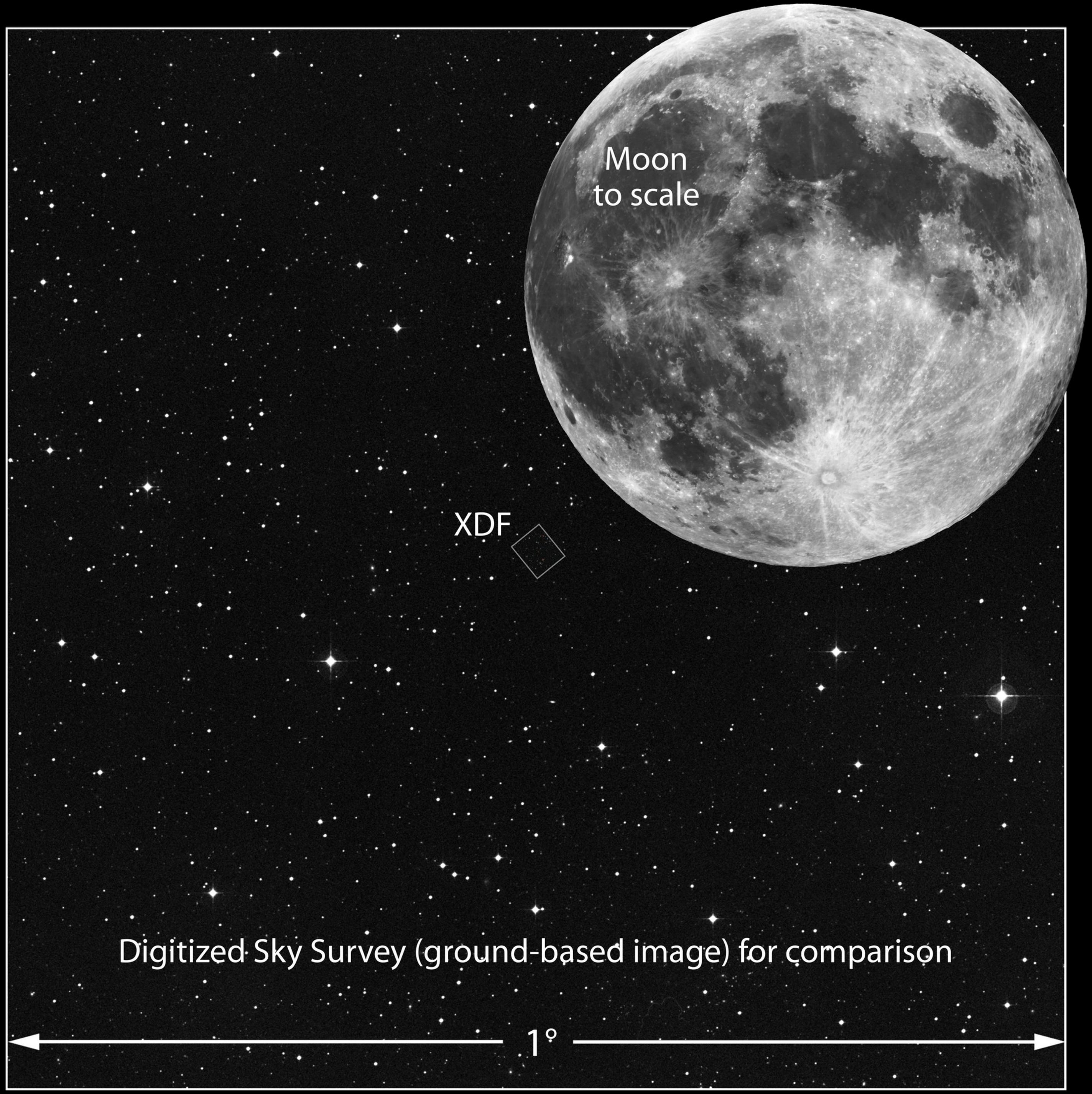
Componentes de una galaxia

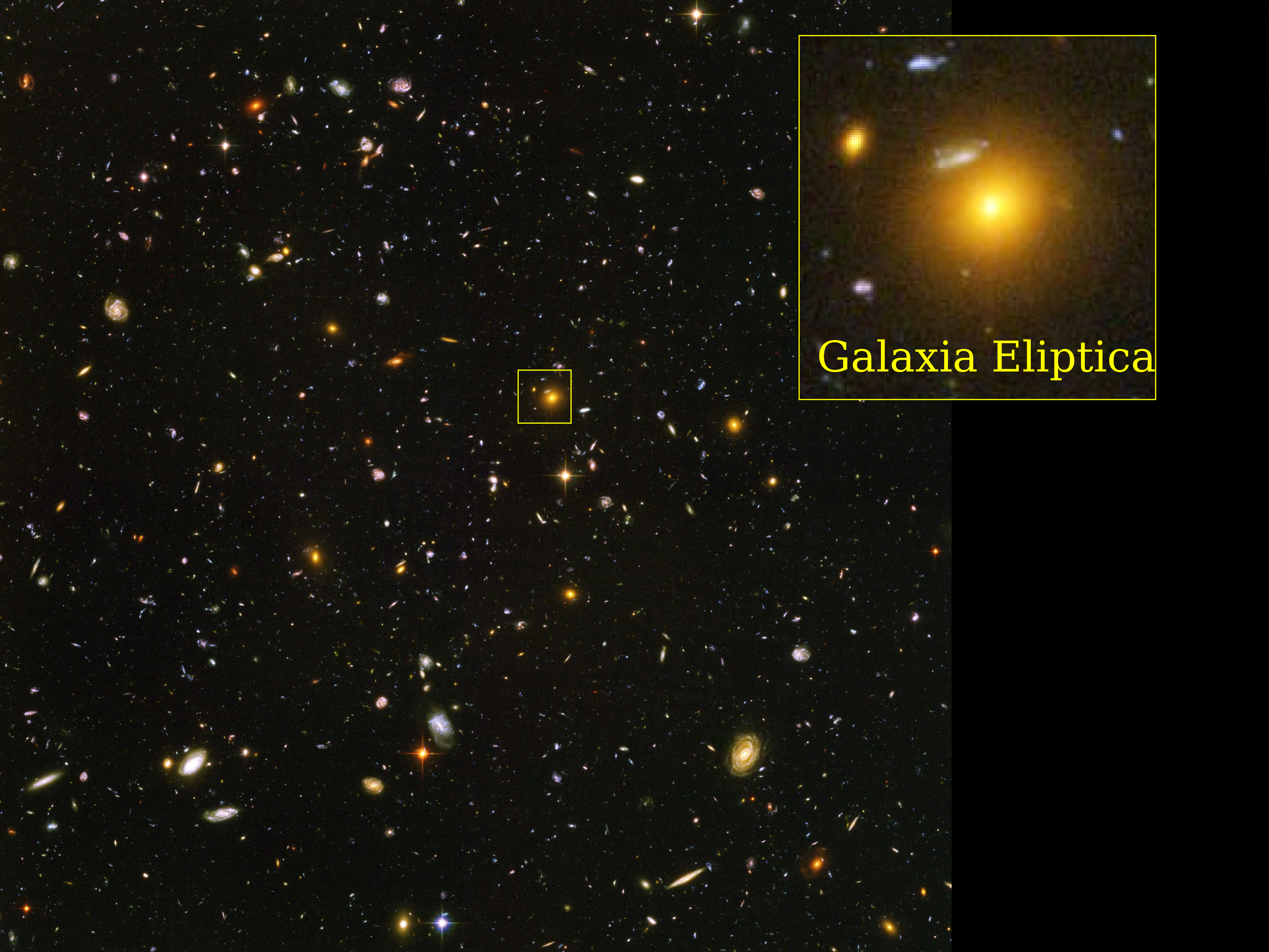




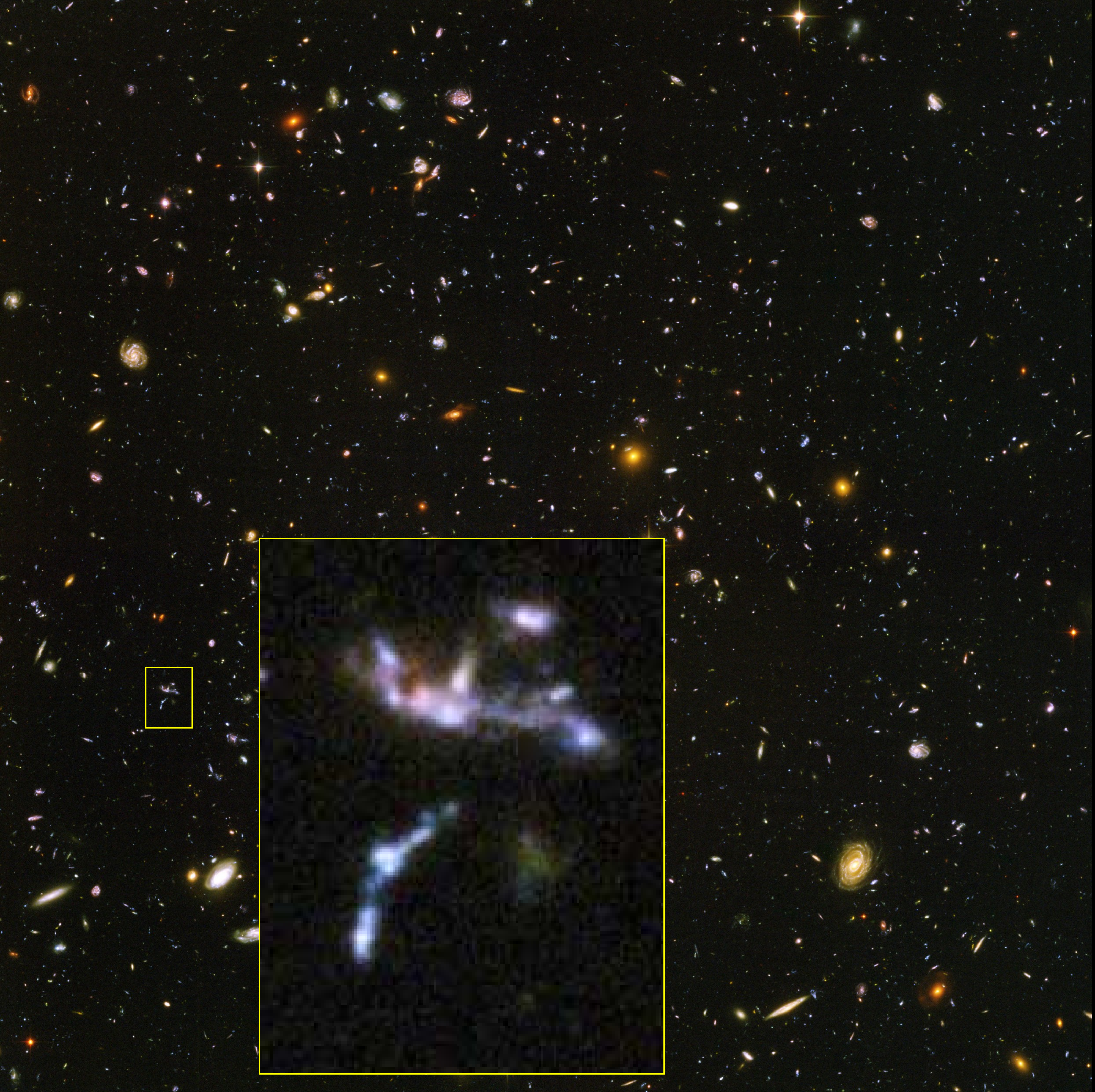
- **Disco**
  - Estrellas (solas o en cúmulos abiertos), polvo y gas distribuidos en forma de un disco delgado
- **Bulbo**
  - Distribución esférica de estrellas viejas y rojizas cerca del centro.
- **Núcleo**
  - Acumulación de estrellas en el centro de la galaxia. Usualmente hay un agujero negro muy masivo en el centro
- **Halo**
  - Distribución esférica de estrellas y cúmulos globulares (cúmulos de millones de estrrellas viejas (gigantes rojas))

Size of Hubble eXtreme Deep Field on the Sky




Galaxia Eliptica

n Galáctica



Clasificación Galáctica

Clasificación Galáctica

Clasificación Galáctica

Clasificación Galáctica

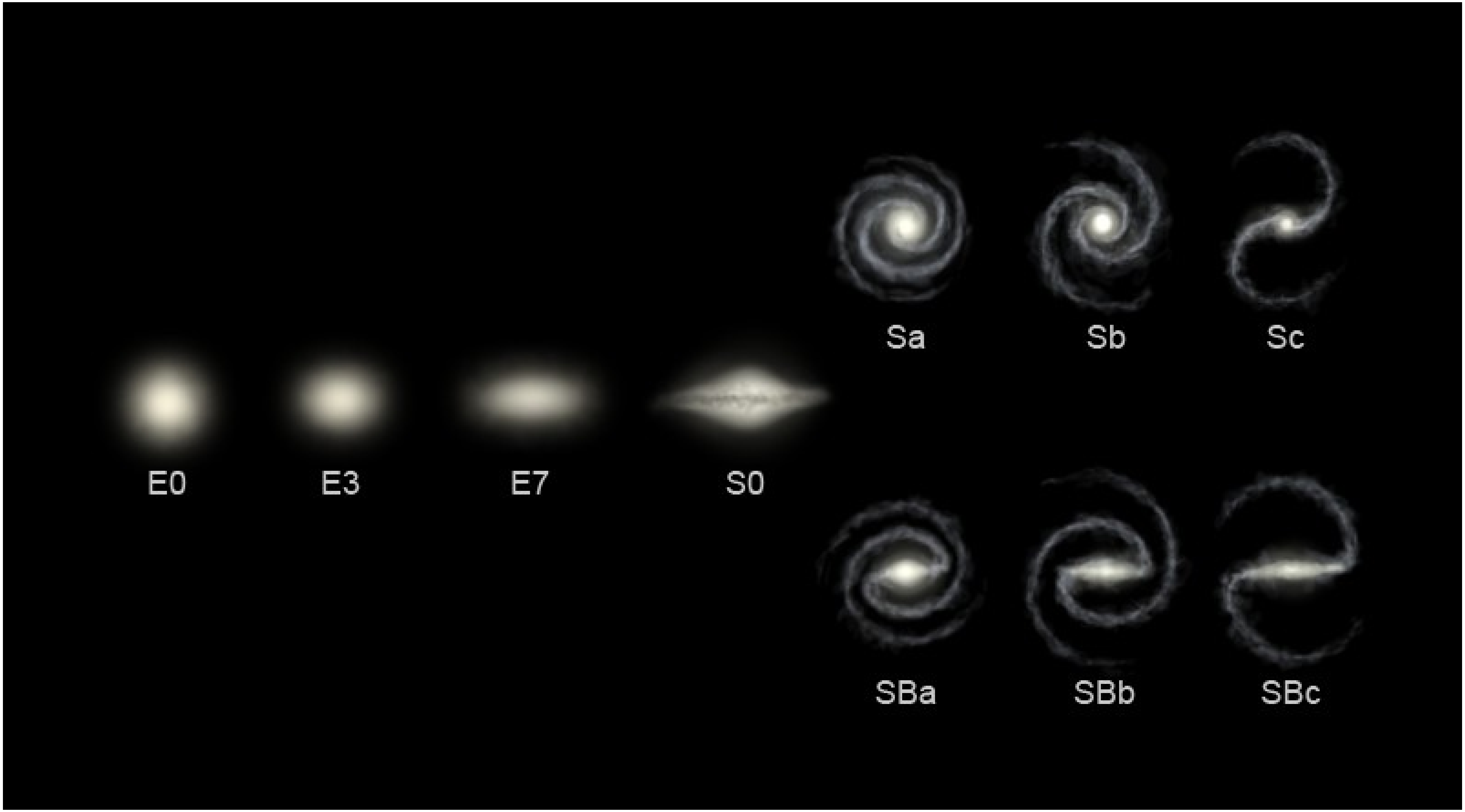
Clasificación Galáctica (Antennae NGC4038/9)

Colisión de Galaxias

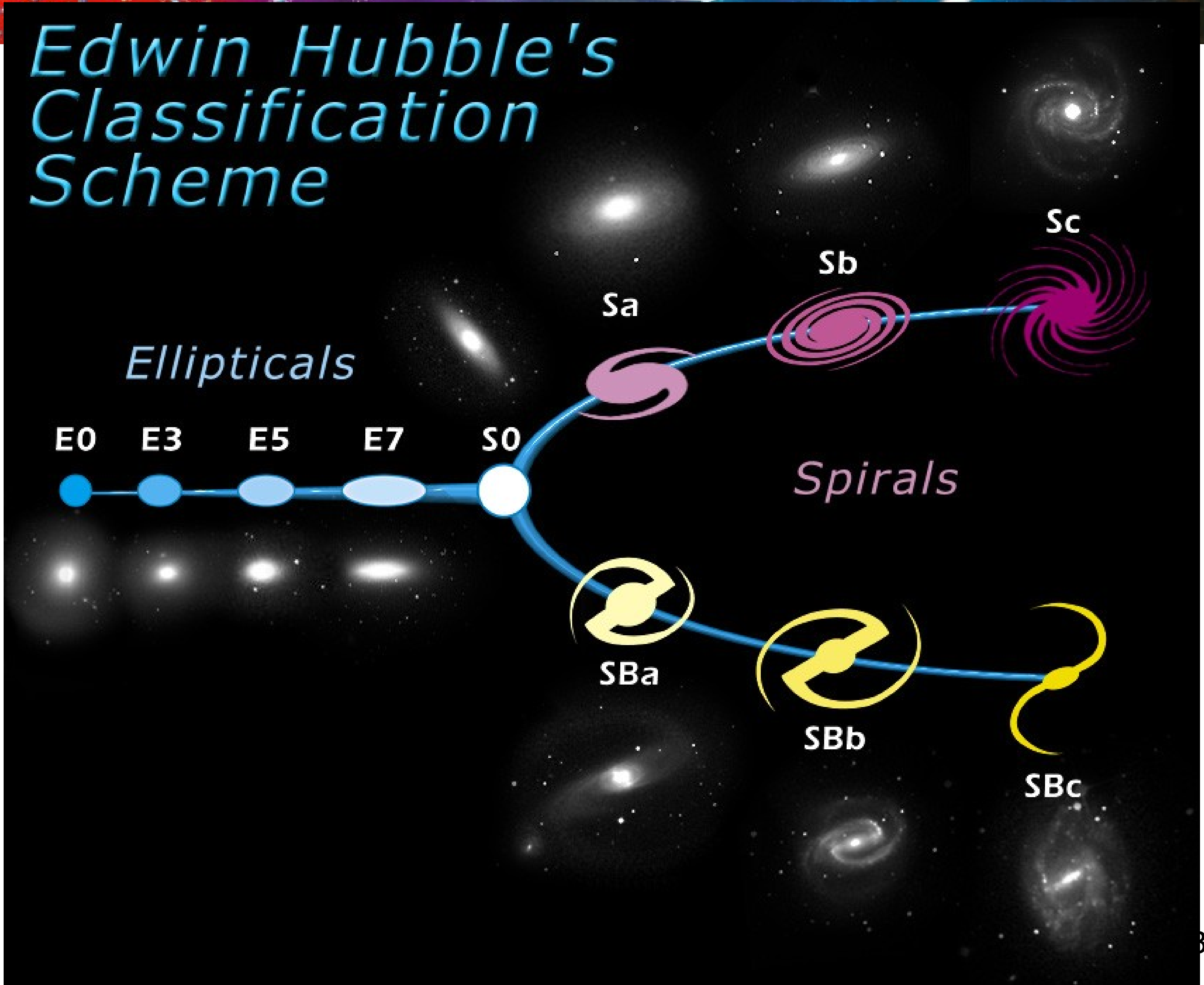
Galaxia de Anillo (Hoag)

Colisión galáctica (NGC4676 – Mice galaxies)

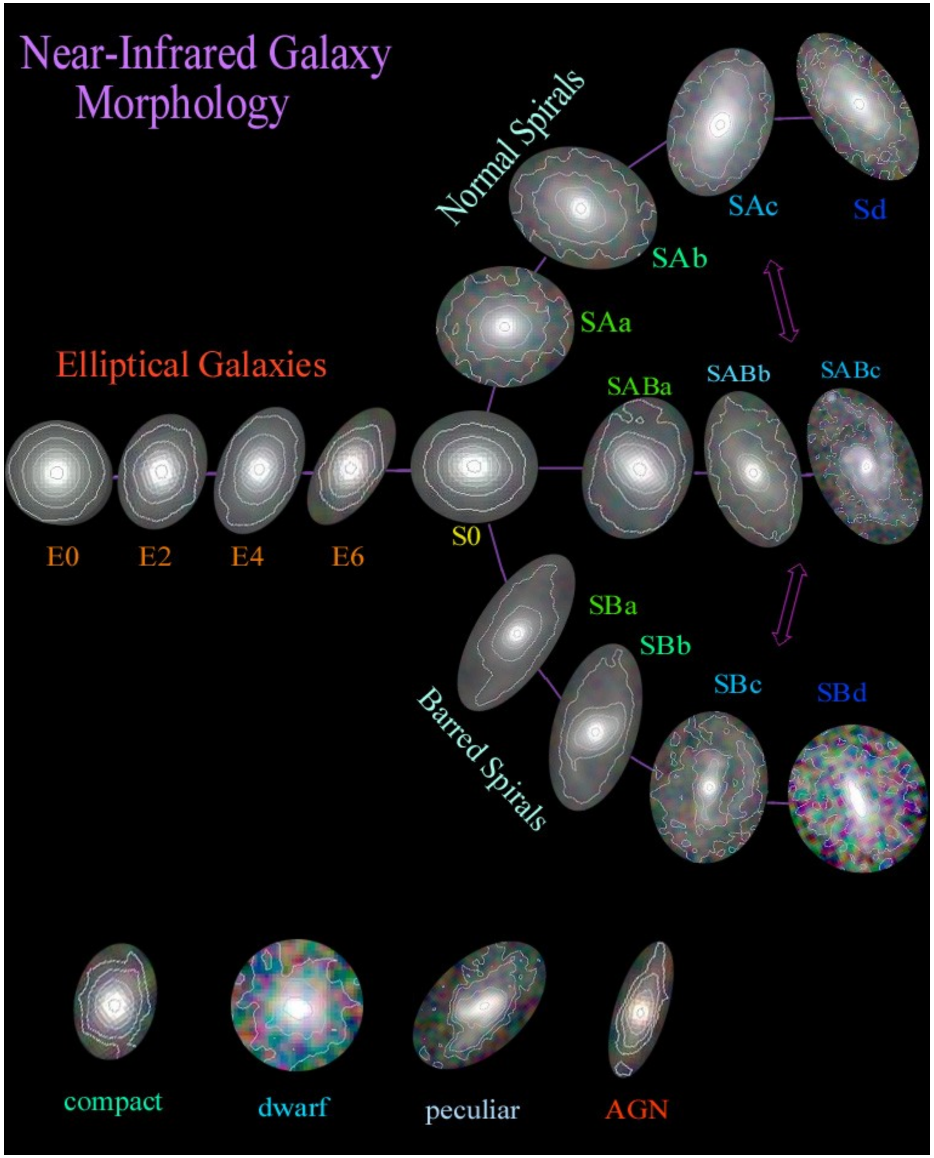
Colisión galáctica: ARP 273


Sa
Sb
Sc
E0
E3
E7
S0
SBa
SBb
SBc

Clasificación galáctica, Hubble



Clasificación galáctica



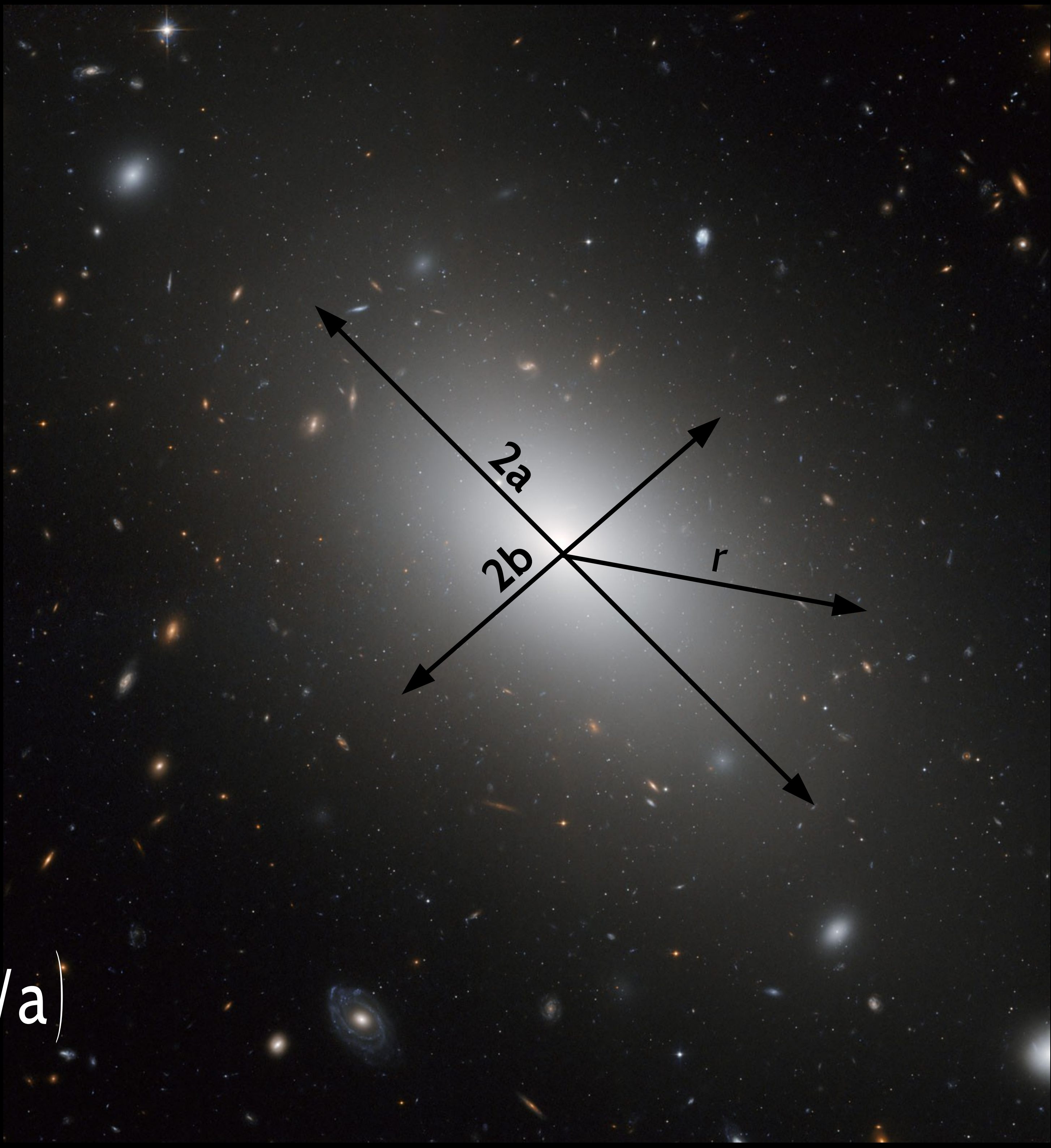
Tipo	Fracción
Espirales	60%
Elípticas	13%
Lenticulares	22%
Irregurales	3%
Peculiares	1%

- **Ley de De Vaucouleurs**
  Variación de la intensidad luminosa como función del radio

$$I(r)=I_0 e^{-\sqrt[4]{r/r_0}}$$

Galaxy Zoo

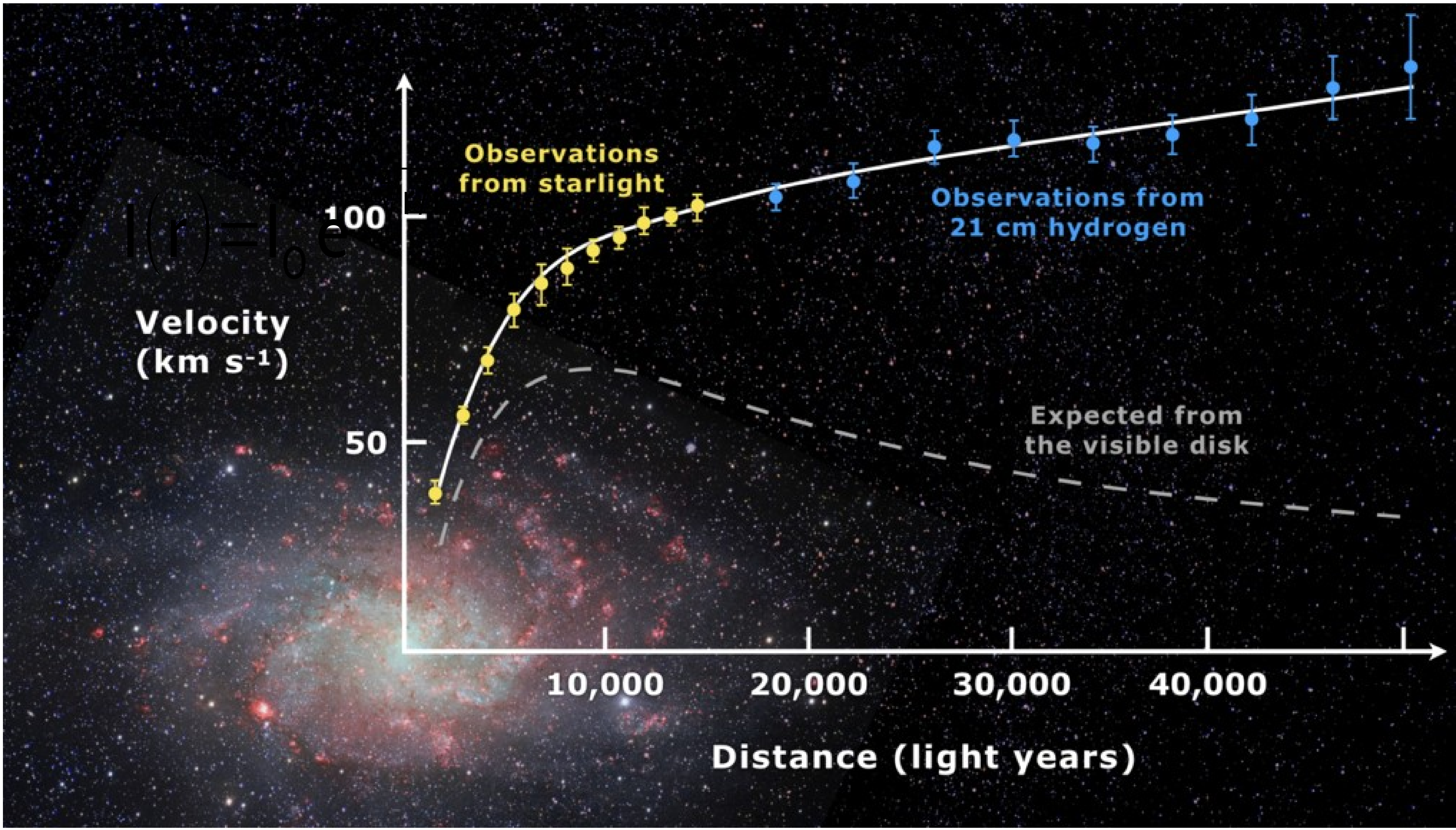
http://www.galaxyzoo.org

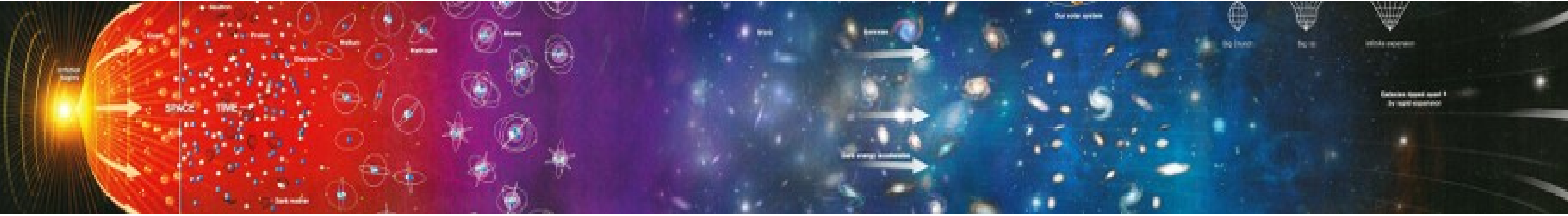


$$I(r) = I_0 e^{-\sqrt[4]{r/r_0}}$$

$$E_q \rightarrow E_q = 10\left(1 - b/a\right)$$

Curvas de rotación





- Igualando la fuerza centrífuga y la fuerza gravitatoria:

$$v_{\omega}(r)=\sqrt{\frac{GM}{r}}\rightarrow M(r)=\frac{v_{\omega}^{2}}{G}r$$

- Pero en una galaxia típica

$$v_{\omega}(r)\simeq\alpha\rightarrow M(r)=\frac{\alpha^{2}}{G}r\propto r\,(!!)$$

- Relación de Tully-Fisher

$$\omega\propto\sqrt[4]{L}$$

Materia oscura (no visible)

- Consideremos, p. ej, $\alpha \sim 250$ km/s y r ~ 50 kpc

$$M = \frac{(250\,\mathrm{km/s})^2\, 50\,\mathrm{kpc}}{G} \simeq 8\times 10^{11} M_\odot$$

- Pero según Tully-Fisher, $M_{vis} \simeq 10^{10} M_\odot$

Materia oscura (no visible)

- Consideremos, p. ej, α ~ 250 km/s y r ~ 50 kpc

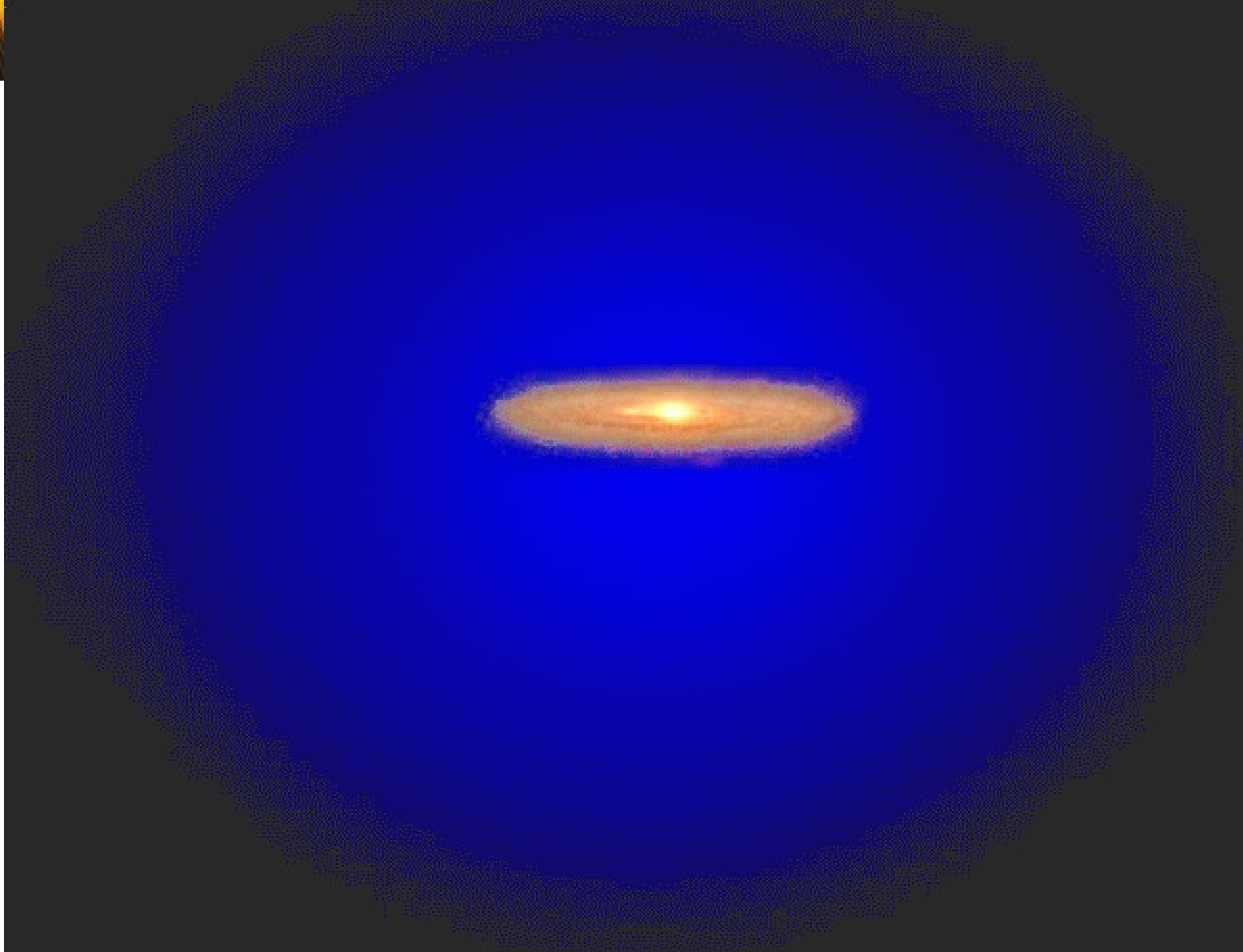
$$M = \frac{\left(250\,\mathrm{km/s}\right)^2 50\,\mathrm{kpc}}{G} \simeq 8 \times 10^{11} M_\odot$$

- Pero según Tully-Fisher, $M_{vis} \simeq 10^{10} M_\odot$

La masa galáctica es ~10-100 veces la masa observada

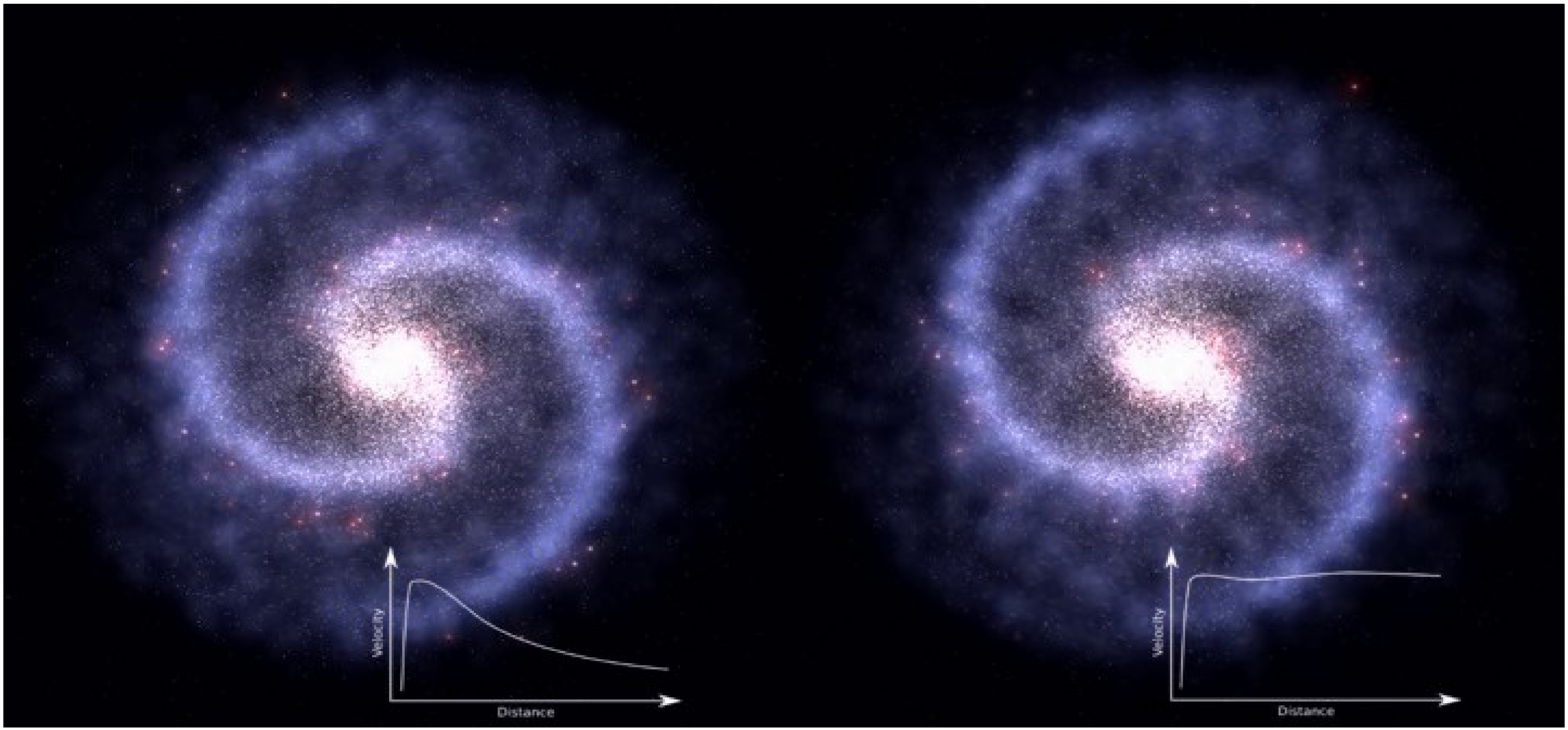
El tamaño galáctico es ~10-100 veces el radio observado

El “halo” de materia oscura



Simulaciones n-cuerpos

Curvas de rotación con y sin materia oscura



Otras explicaciones para explicar estos comportamientos:
distribución de masa en el disco galáctico (Newton)
MOND (MO Newtonian Dynamics)