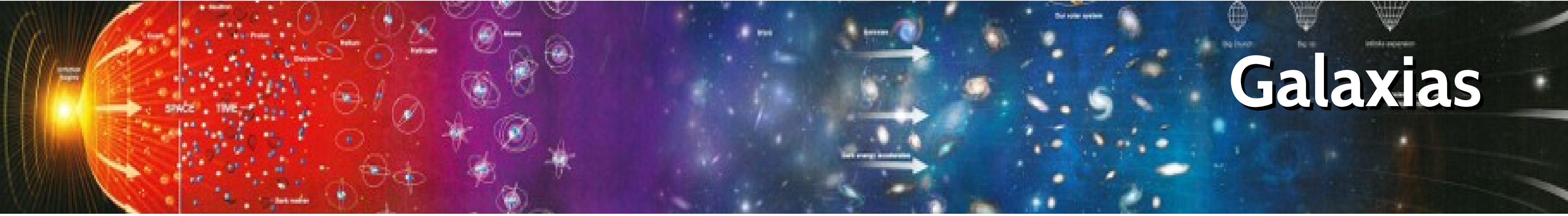
Universidad Nacional de Río Negro
Int Partículas, Astrofísica & Cosmología - 2021

- **Unidad** 03–Astrofísica, galaxias y Universo
- **Clase** U03 C01 - 11/16
- **Fecha** 13 Oct 2021
- **Cont** Galaxias
- **Cátedra** Asorey

U3: Astrofísica, escalas grandes
4 encuentros, del 06/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 unidad → fecha máxima de entrega 12/Nov

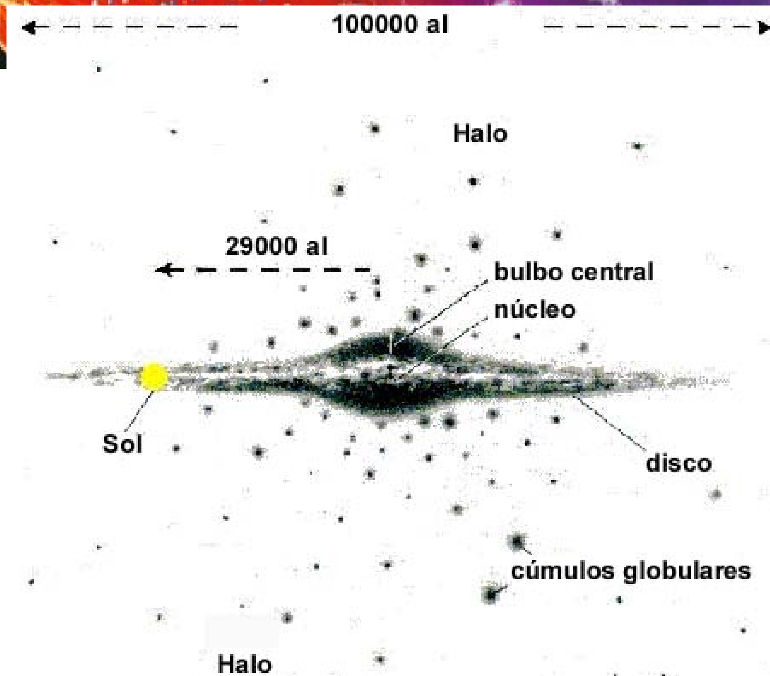
Contenidos: un viaje en el tiempo y el espacio

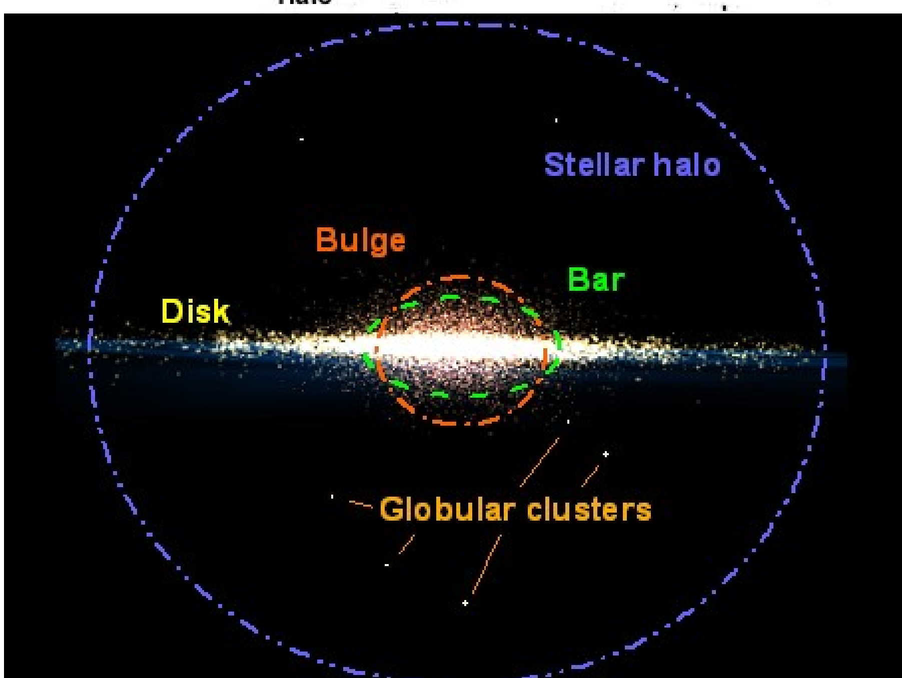


Galaxias

- 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)

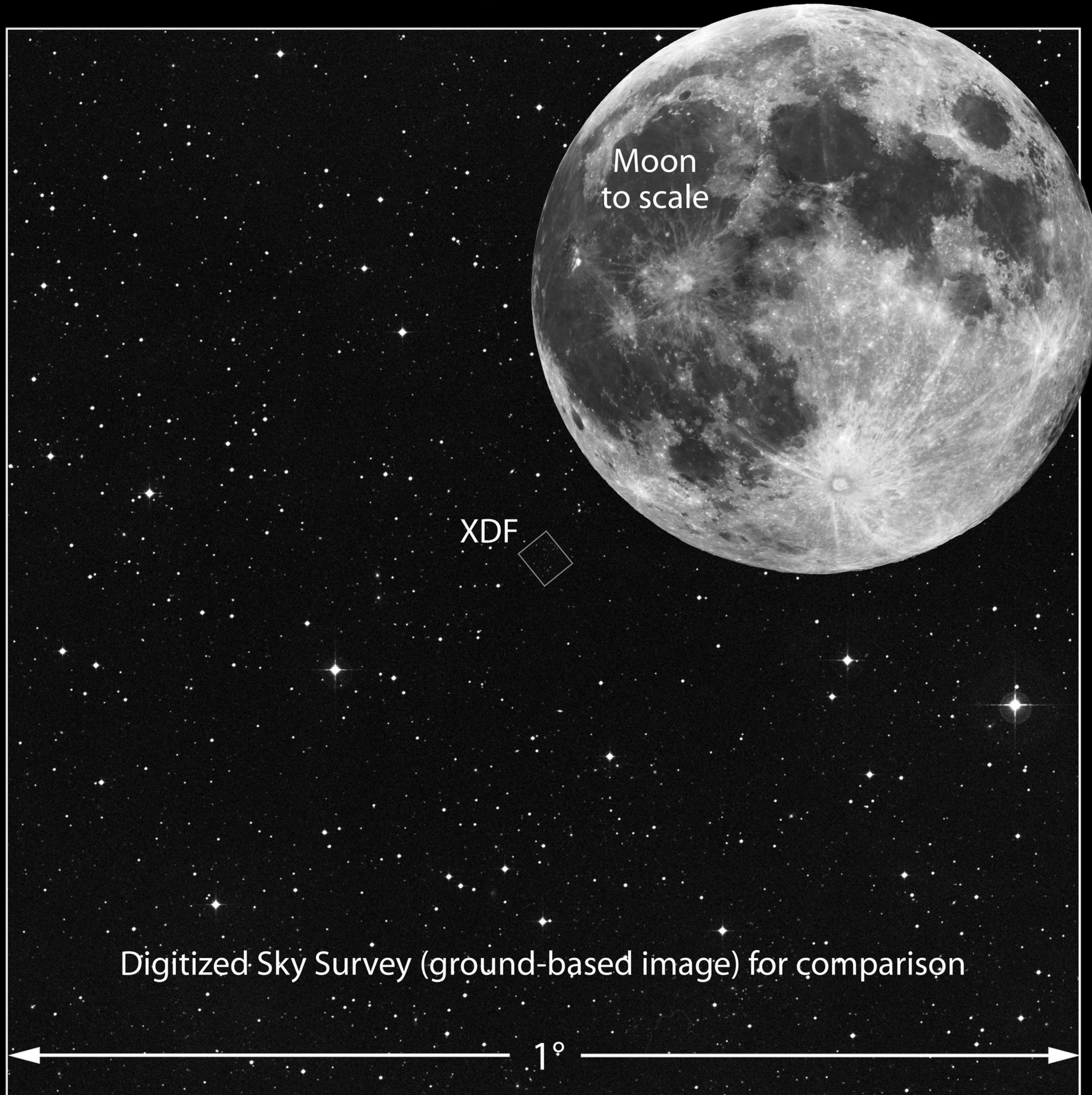
Componentes de una galaxia

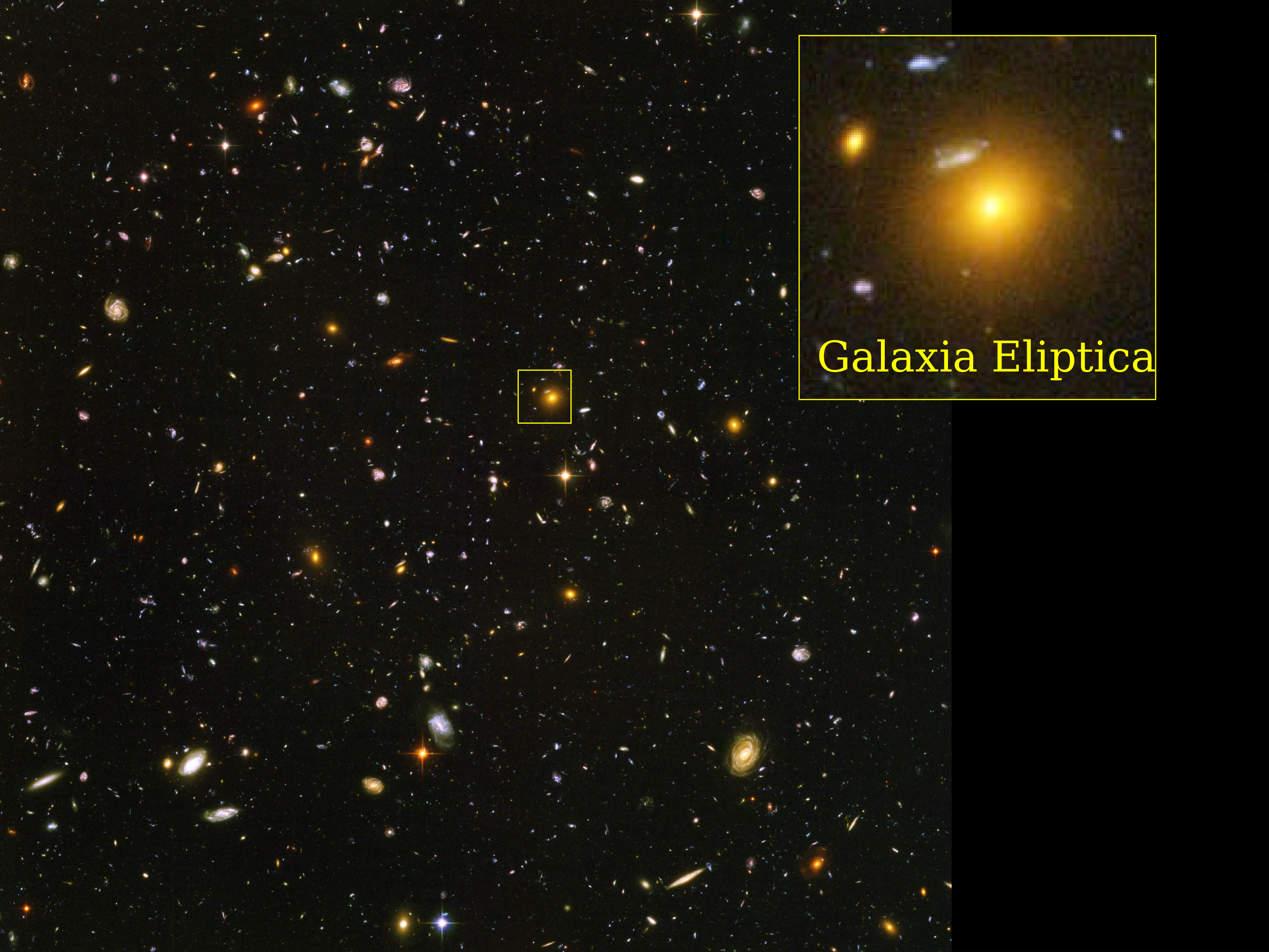




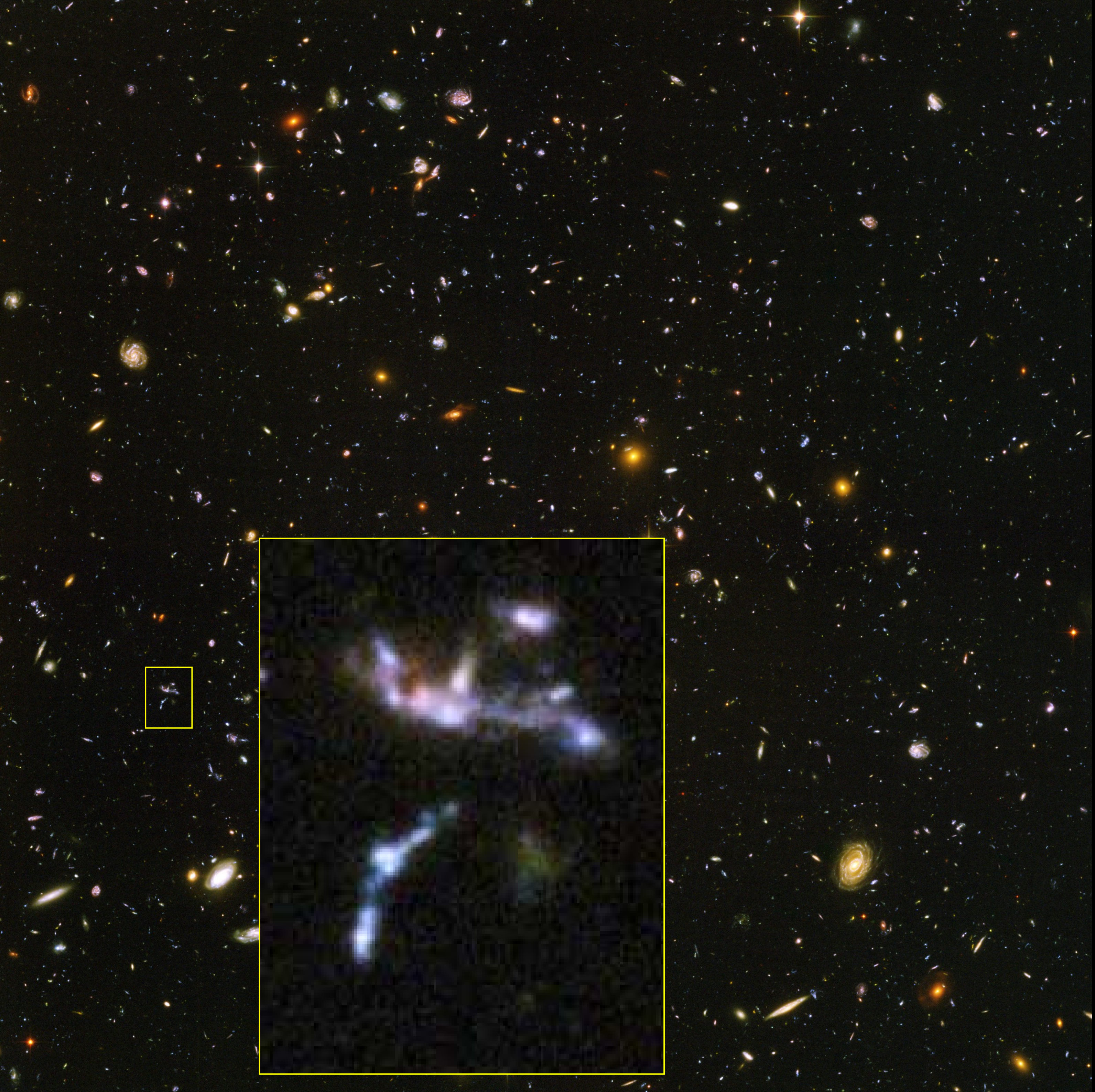
- **Disco**
  - Estrellas (solas o en cúmulos abiertos), polvo y gas distribuidos en forma de un disco delgado
- **Bulbo**
  - Distribución esférica de estrellas viejas y rojizas cerca del centro.
- **Núcleo**
  - Acumulación de estrellas en el centro de la galaxia. Usualmente hay un agujero negro muy 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 (NGC4038/9)

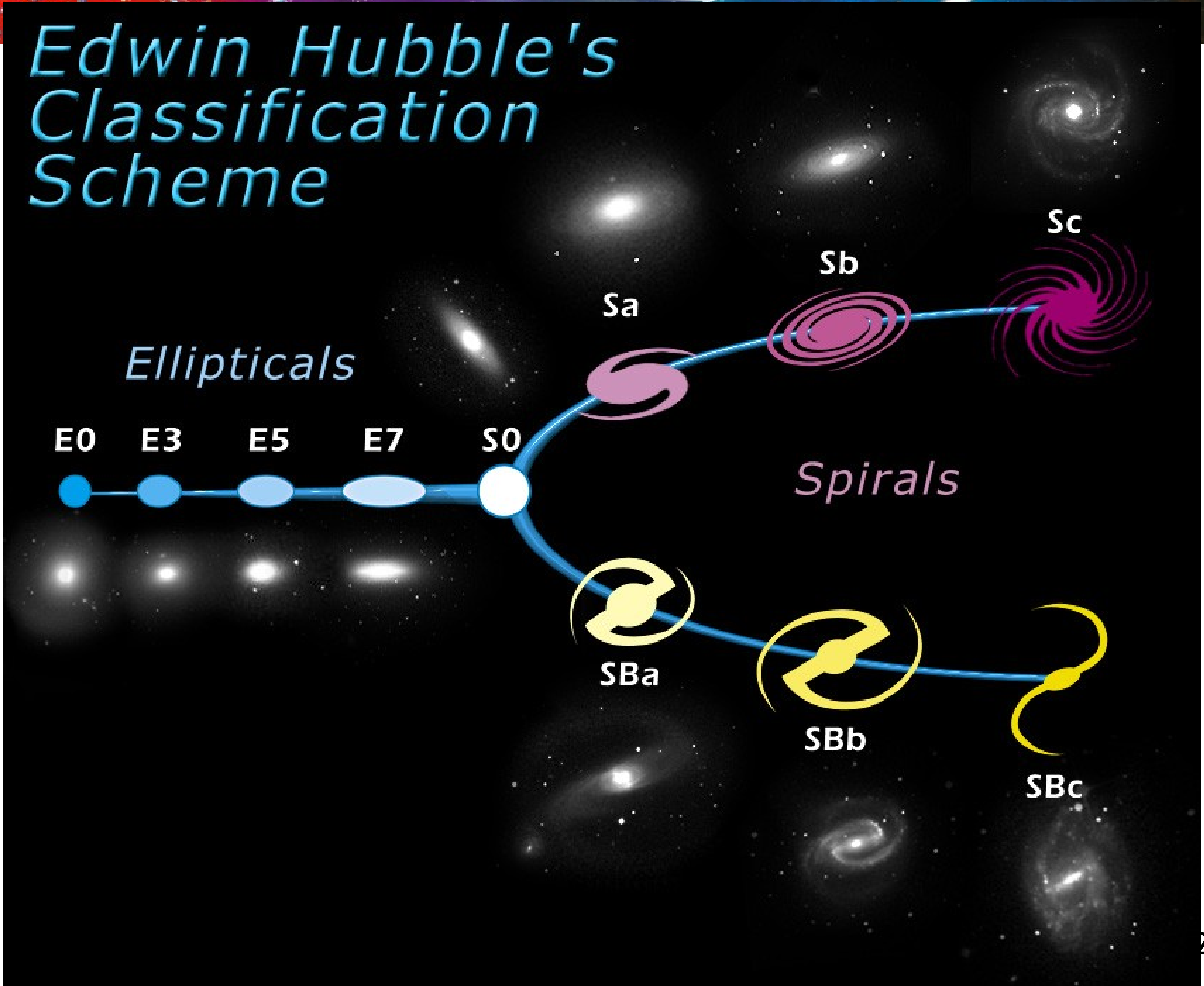
Colisión de Galaxias

Galaxia de Anillo (Hoag)

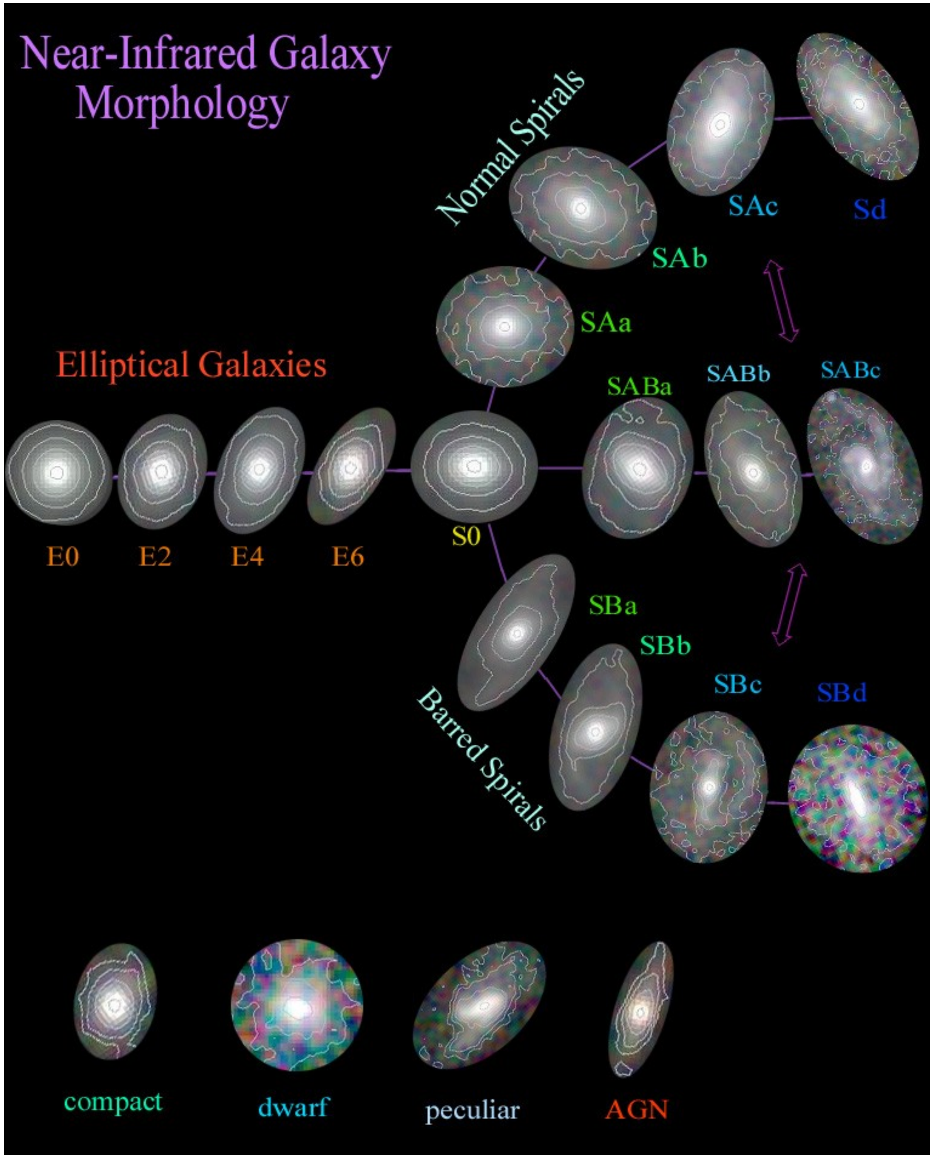
Colisión galáctica (NGC4676 – Mice galaxies)

Colisión galáctica: ARP 273

Clasificación galáctica, Hubble



Clasificación galáctica



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

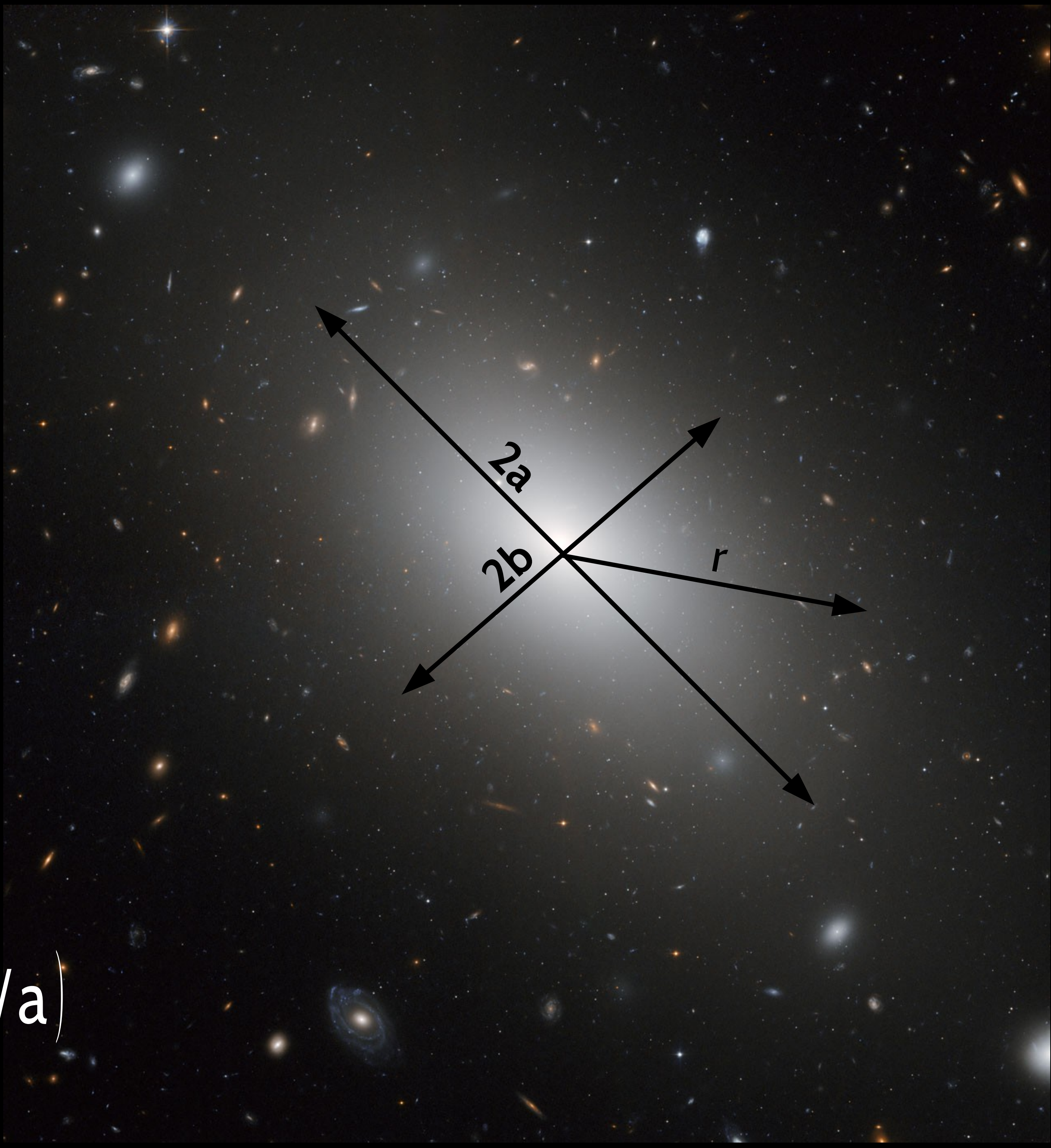
- **Ley de De Vaucouleurs**
  Variación de la intensidad luminosa como función del radio

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

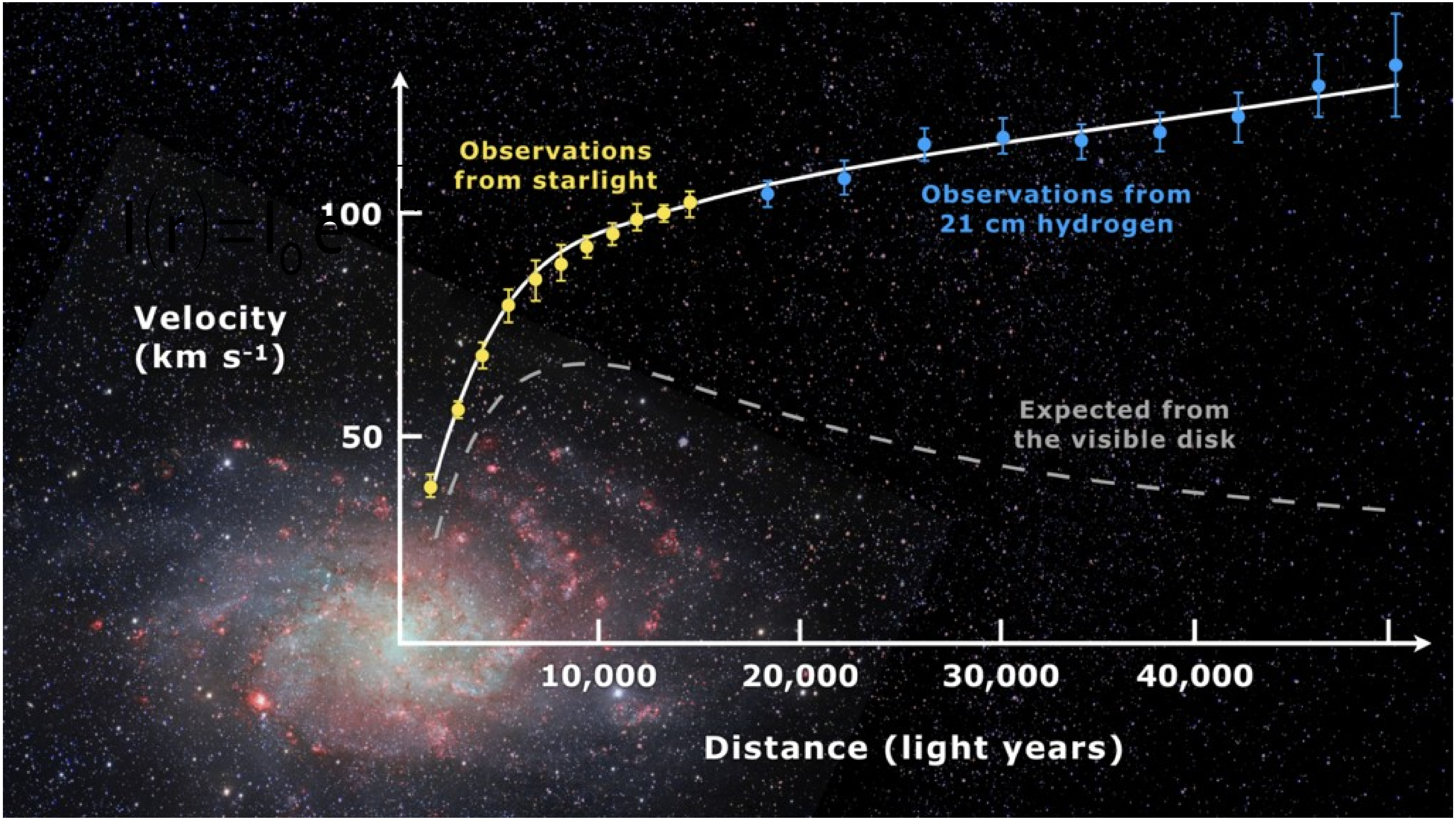
Galaxy Zoo

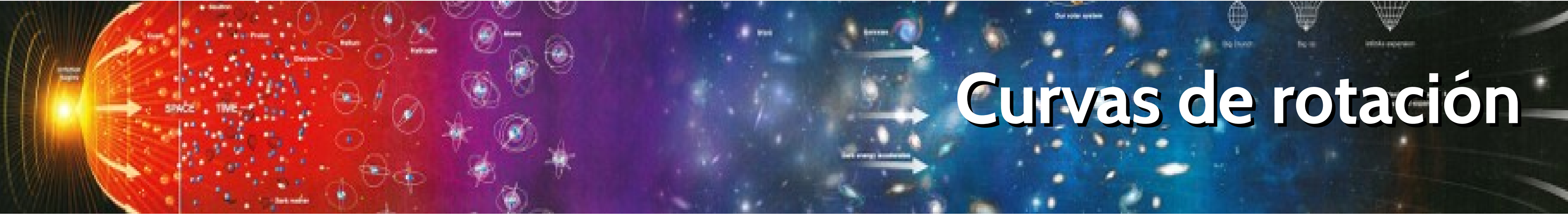
$$I(r) = I_0 e^{-\sqrt[4]{r/r_0}}$$

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



Curvas de rotación





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, $\alpha \sim 250$ km/s y r ~ 50 kpc

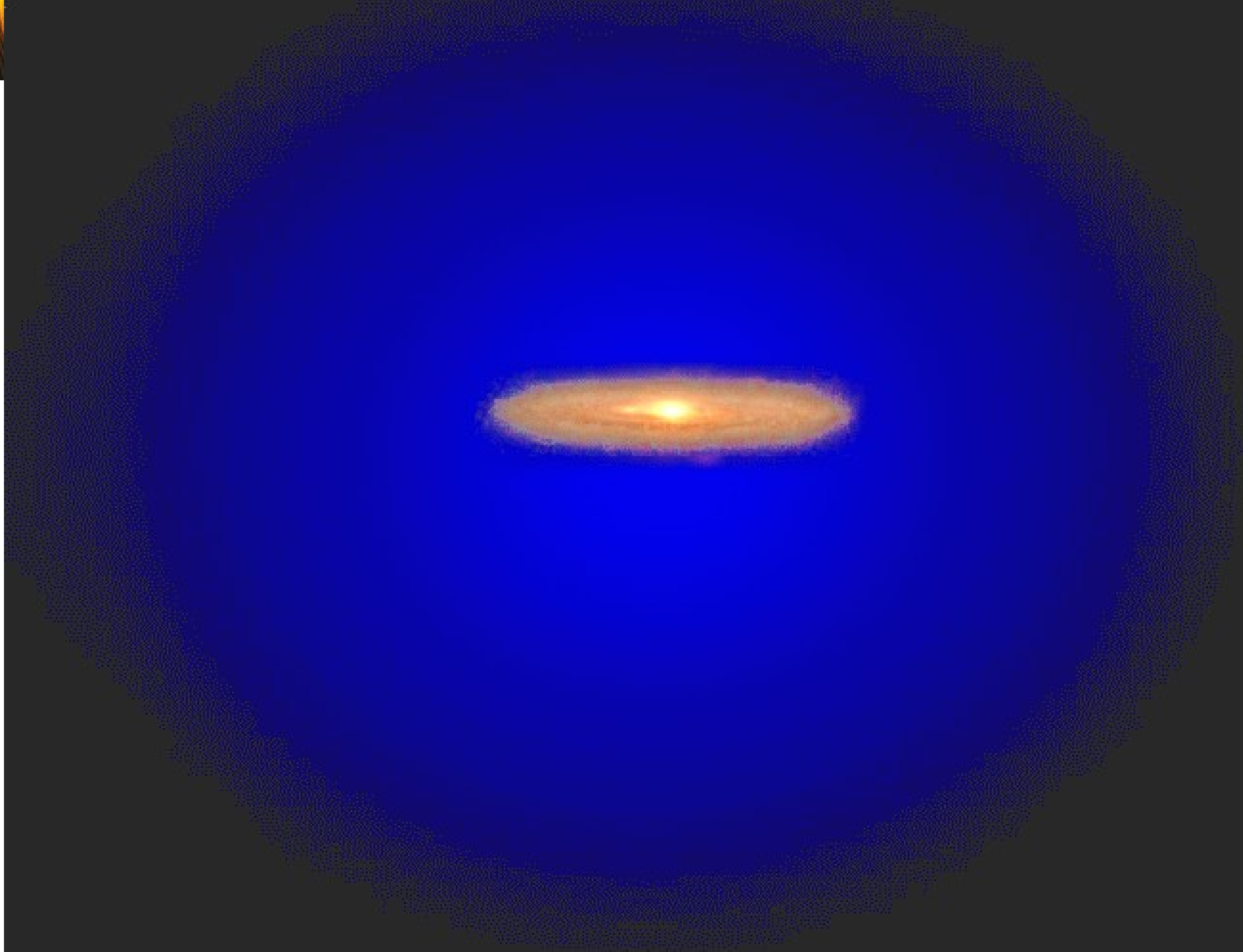
$$M = \frac{(250\,\mathrm{km/s})^2\, 50\,\mathrm{kpc}}{G} \simeq 8 \times 10^{11} M_{\odot}$$

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

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

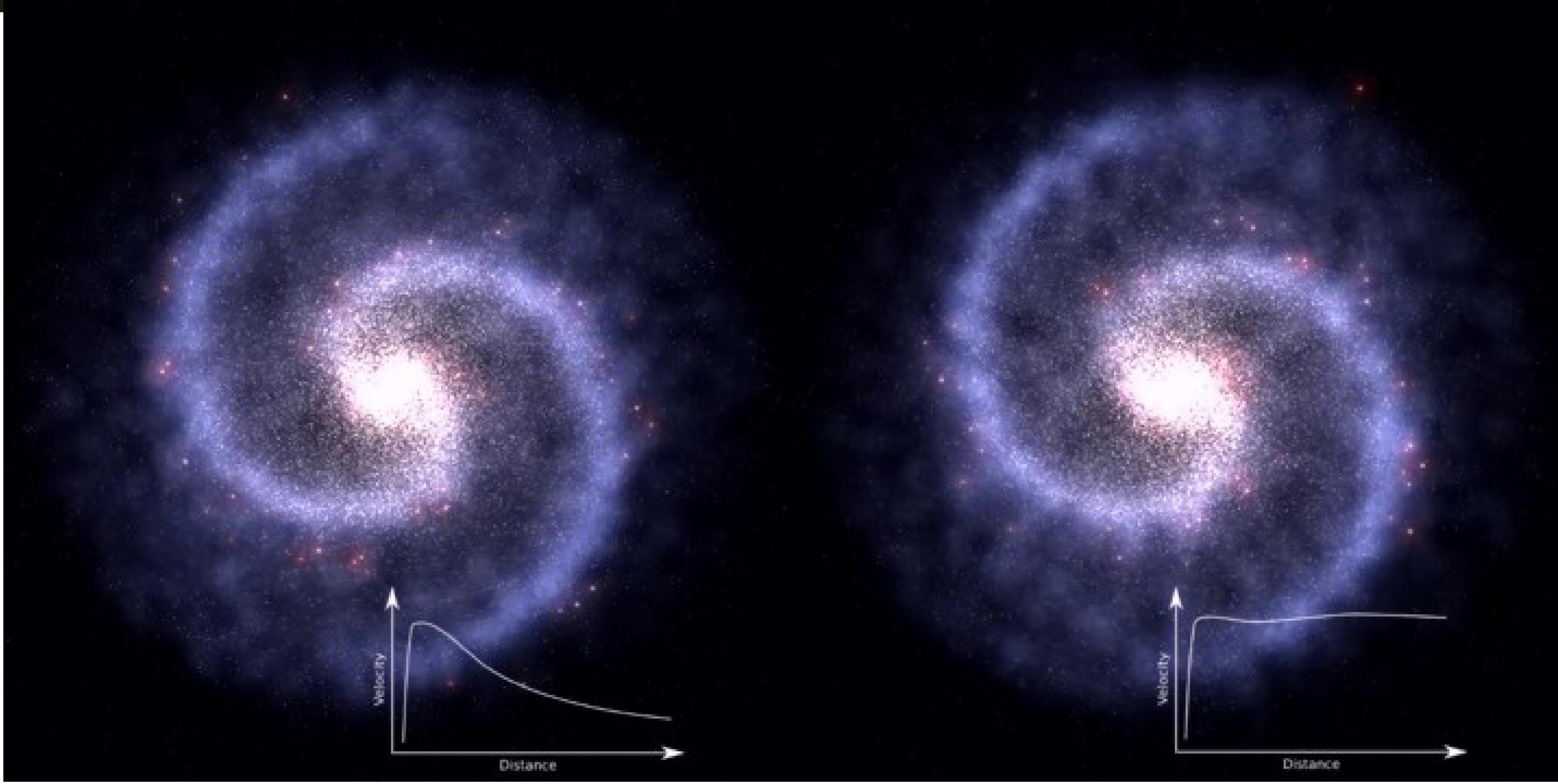
El tamaño galáctico es ~10-100 veces el radio observado

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)