

LFIS223

# Astronomía General

Patricia Arévalo

Tema 9  
Galaxias

# Historia de la Astronomía Extragaláctica

S. X. Al-Sufi describió una “pequeña nube” en el cielo, distinta a las estrellas



S. XVII: Giordano Bruno intuyó que las estrellas son soles, por lo que murió en la hoguera



S. XVIII: Thomas Wright propuso que las “nebulosas” distantes deben ser como la Vía Láctea



S XVIII: Immanuel Kant las describe como “Universos Isla”

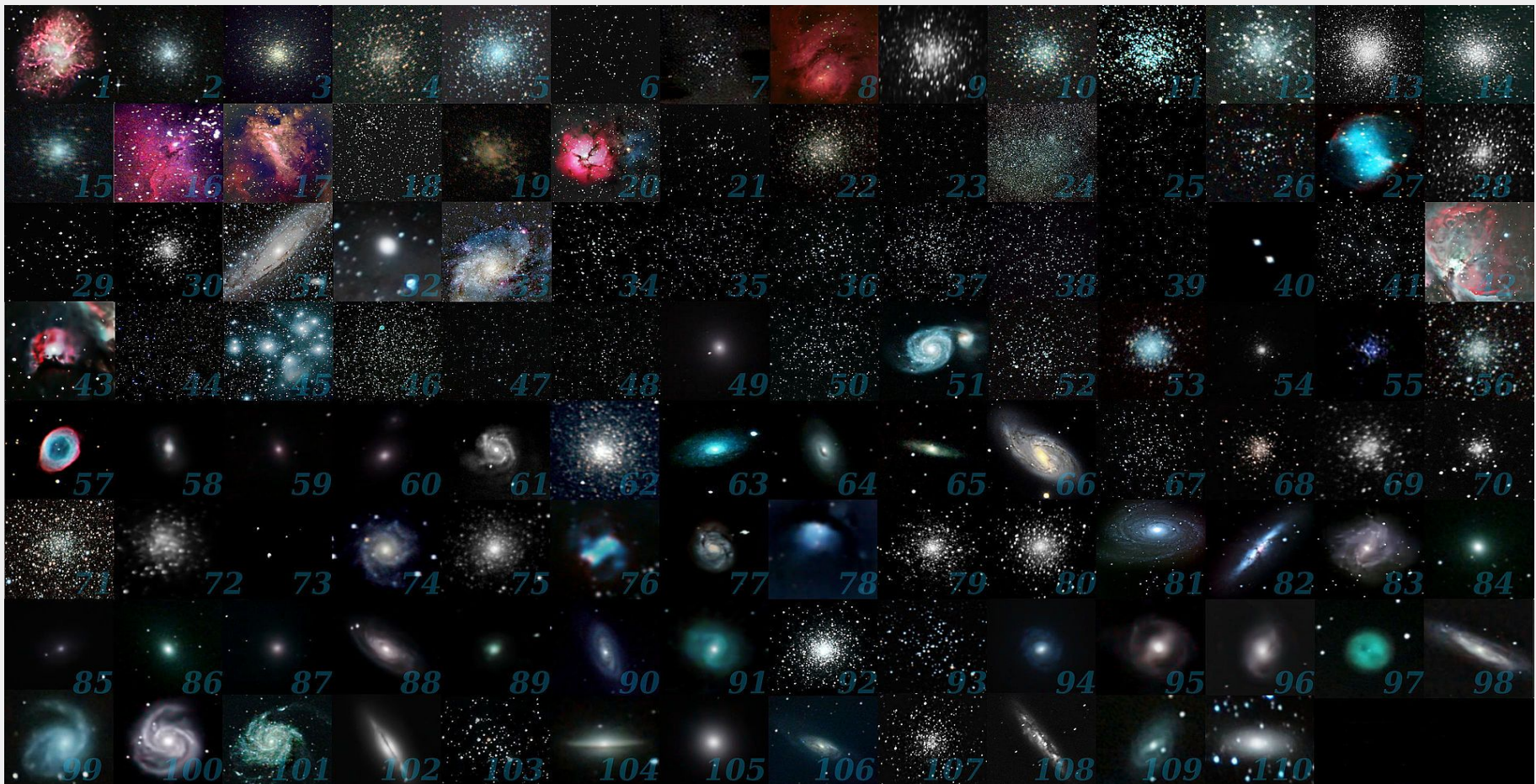




# Historia de la Astronomía Extragaláctica

S. XIX. Extensivas observaciones y primeros catálogos de estos objetos difusos.

**Charles Messier** cataloga 103 objetos mientras buscaba cometas. Aunque muchos de estos objetos son nebulosas dentro de nuestra galaxia, o cúmulos de estrellas, muchos si son galaxias (e.g. Andrómeda/M31 que es un sistema externo a la VL)



# Historia de la Astronomía Extragaláctica

**1781-1802:** **William Herschel y su hijo John** expanden el catálogo de Messier al hemisferio sur. Clasificaron las nebulosas en **elípticas** sin rasgos definidos y nebulosas en forma de **espiral** (whirlpool-like)

E. Dyer publica el “**New General Catalog**” (NGC), basado en el trabajo de Herschel, que contenía casi 8000 objetos.

M1 = NGC1952 = Nebulosa del Cangrejo

M31 = NGC224 = Andrómeda

M104 = NGC4594 = Sombrero

Mientras muchas de estas nebulosas residían en nuestra Vía Láctea, la naturaleza de las otras nebulosas permanecía una pregunta abierta.

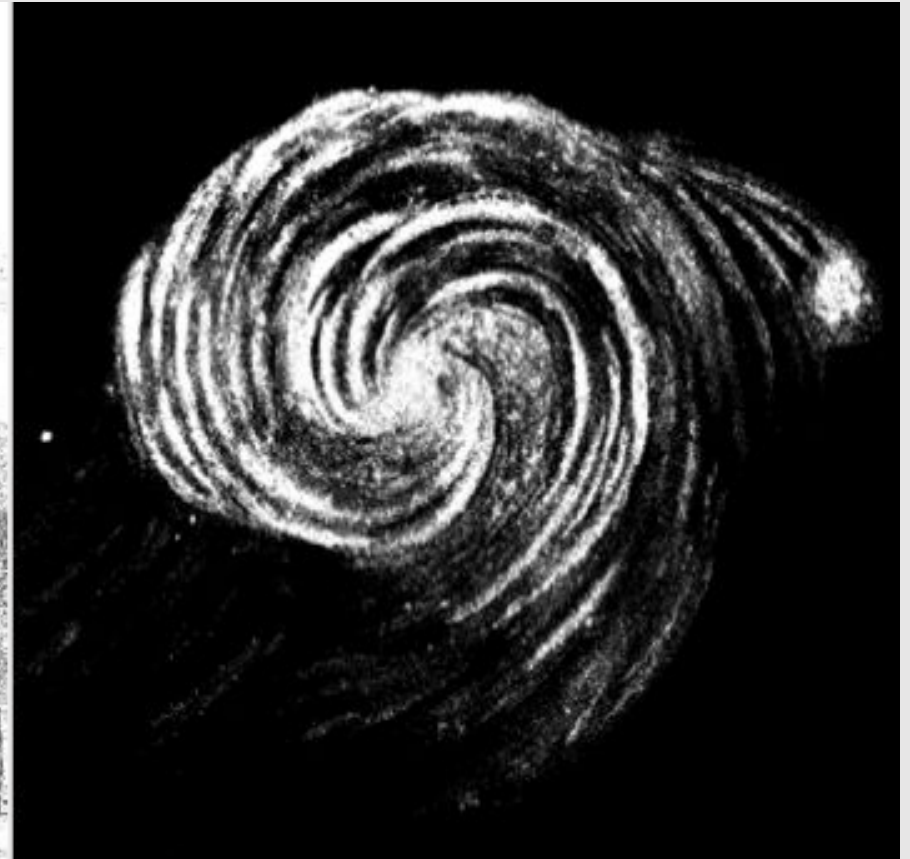
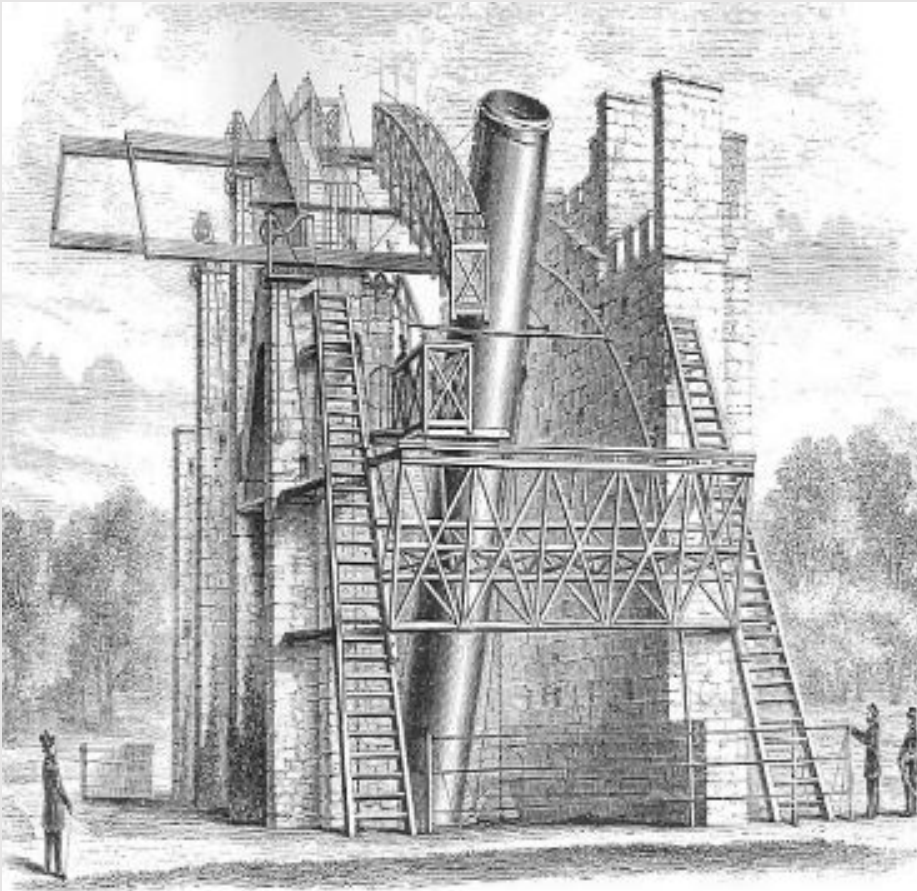


Dibujos de nebulosas realizados por Herschel



# Historia de la Astronomía Extragaláctica

**1845:** **William Parson** construye un telescopio de 1.8 metros y observa la estructura espiral de la galaxia M51 (la Galaxia remolino).



# Historia de la Astronomía Extragaláctica

**1920:** **Harlow Shapley y Herber Curtis** debatieron acerca de la estructura de la Vía Láctea y de la estructura global del Universo.

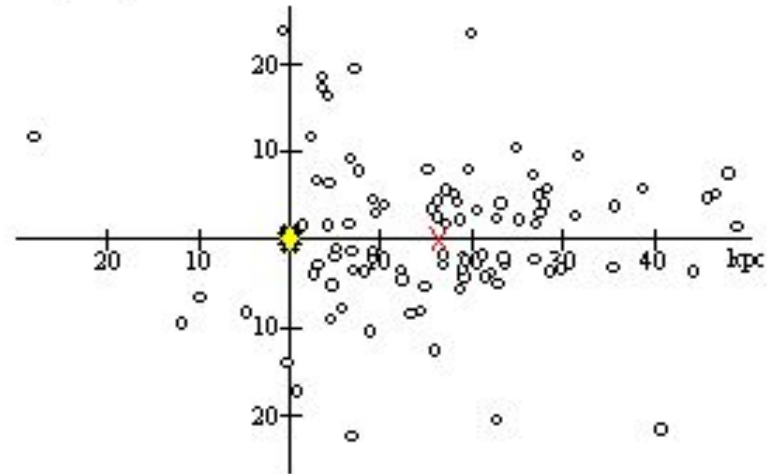
Gran debate sobre la naturaleza de las nebulosas espirales:

**¿Eran universos fuera de la Vía Láctea?**

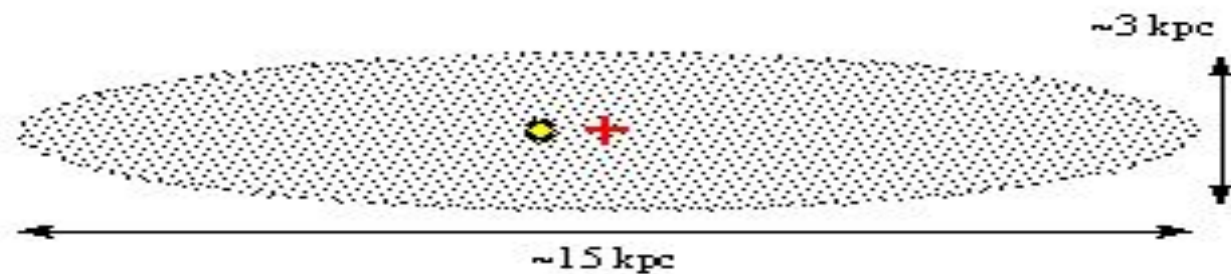
- Shapley argumentaba que NO, basado en su modelo con un tamaño muy grande de la Vía Láctea.
- Otros creían que SI eran galaxias diferentes, basados en el modelo de Kapteyn de una Vía Láctea mucho más pequeña.

# Historia de la Astronomía Extragaláctica

Shapley's Globular Cluster Distribution



Kapteyn Model (1922)



kpc = kiloparsec = 1000 pc

# Historia de la Astronomía Extragaláctica

**1923: Edwin Hubble** usó el telescopio de 100 pulgadas de Mount Wilson y descubrió **estrellas variables (Cefeidas) en Andrómeda (M31)**, las que usó para determinar una **distancia:  $\sim 300$  kpc\***.

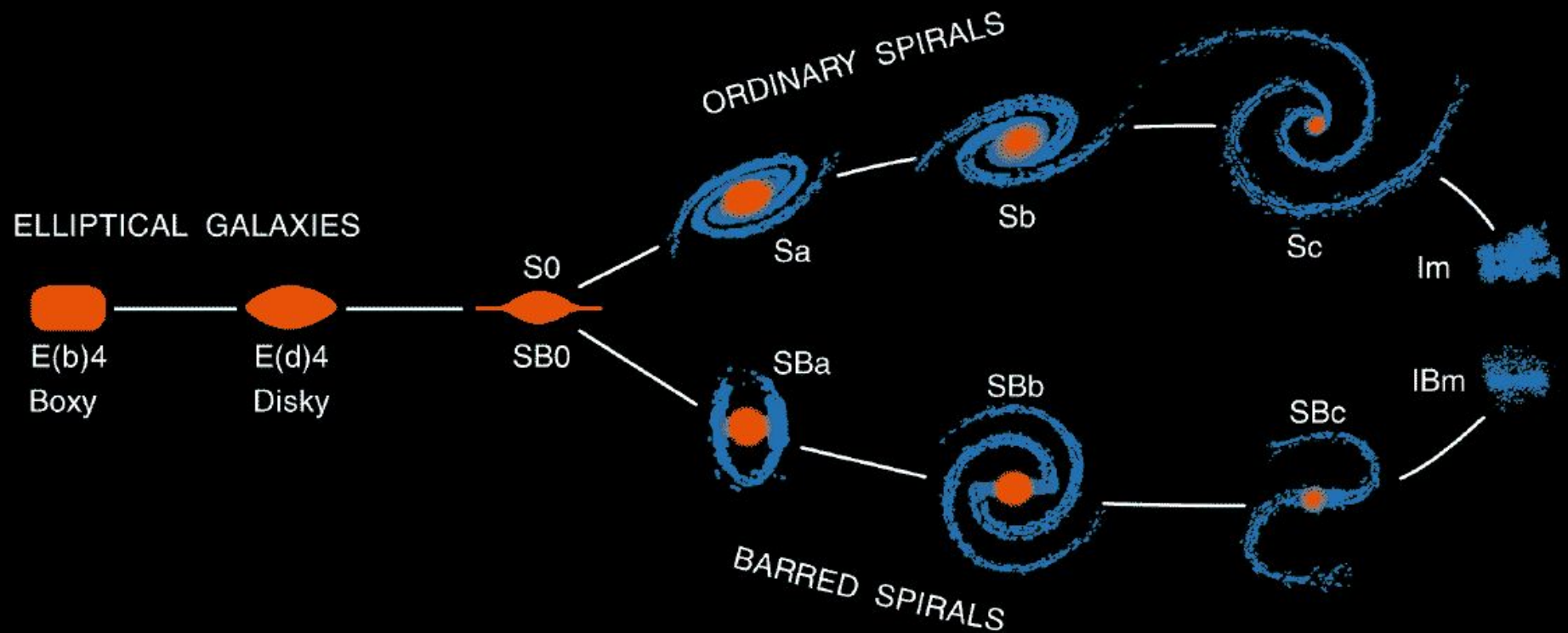
Esta distancia ubica a M31 FUERA de la Vía Láctea en cualquier modelo, es una fuente EXTRAGALÁCTICA!



\*La distancia estaba subestimada por más un factor 2 debido a las deficientes calibraciones de Cefeidas en la época. La distancia es  $\sim 775$  Kpc



# Clasificación de Hubble



# Clasificación de Hubble

1926: Hubble clasificó las galaxias en 3 tipos morfológicos básicos según su apariencia:

- **Elípticas (E)**: Distribución de estrellas bastante uniforme. Subdivididas desde **E0** (esférica) a **E7** (la más aplanada), que no necesariamente está relacionada con la forma real, sino con su apariencia desde nuestro punto de vista.



# Clasificación de Hubble

1926: Hubble clasificó las galaxias en 3 tipos morfológicos básicos según su apariencia:

- **Elípticas (E)**: Distribución de estrellas bastante uniforme. Subdivididas desde **E0** (esférica) a **E7** (la más aplanada), que no necesariamente está relacionada con la forma real, sino con su apariencia desde nuestro punto de vista.



- **Espirales (S)**: Concentración central y disco con brazos espirales. Subdivididas en **S** (sin barra) y **SB** (con barra) y a la vez en **a**, **b** o **c** según el tamaño del bulbo y cuán abiertos son los brazos. La mayoría de las galaxias observadas son espirales.





# Clasificación de Hubble

1926: Hubble clasificó las galaxias en 3 tipos morfológicos básicos según su apariencia:

- **Elípticas (E)**: Distribución de estrellas bastante uniforme. Subdivididas desde **E0** (esférica) a **E7** (la más aplanada), que no necesariamente está relacionada con la forma real, sino con su apariencia desde nuestro punto de vista.



- **Espirales (S)**: Concentración central y disco con brazos espirales. Subdivididas en **S** (sin barra) y **SB** (con barra) y a la vez en **a**, **b** o **c** según el tamaño del bulbo y cuán abiertos son los brazos. La mayoría de las galaxias observadas son espirales.



- **Irregulares (Irr)**: Sin forma definida, son las más pequeñas, dominadas por estrellas azules jóvenes (las nubes de Magallanes son los prototipos de las irregulares)



# Galaxias Elípticas

- Estrellas viejas y rojas, poco gas, poca formación estelar (básicamente población II).
- Diámetro: gran gama de tamaños, de 0.5 a 100 kpc
- Masa:  $10^7$  a  $10^{13}$  Msun
- Luminosidad:  $10^5$  a  $10^{11}$  Lsun
- Dinámica: Aleatoria
- Densidad estelar decrece hacia afuera

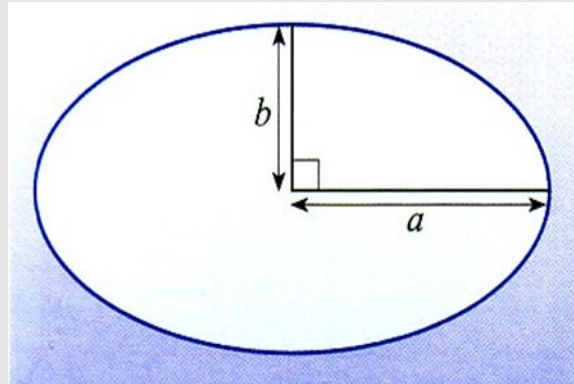


En el extremo están la elípticas enanas (dwarf ellipticals) dE. Son galaxias muy pequeñas, con una masa que puede ser  $M \sim 10^6 M_{\odot}$

# Galaxias Elípticas

- Las galaxias elípticas tienen una distribución suave de luz, no poseen disco ni brazos espirales, ni gas ni polvo.
- Hubble las subdivide según su elipticidad

$$\varepsilon = 1 - \beta/\alpha$$



- $\alpha$  = eje mayor aparente
- $\beta$  = eje menor aparente (proyectado en el plano del cielo)

- La clasificación viene dada en unidades de  $10\varepsilon$ :
- E0 = esférica
- E7 = Altamente aplanada





# Galaxias Espirales

- Estrellas jóvenes, azules, gas y polvo, formación estelar.
- Mezcla de Población I y II
- Diámetro: 5 a 100 kpc
- Masa:  $10^9$  a  $10^{13}$  Msun
- Luminosidad:  $10^8$  a  $10^{11}$  Lsun
- Dinámica: Aleatoria (Bulbo y Halo) + Rotación (Disco)

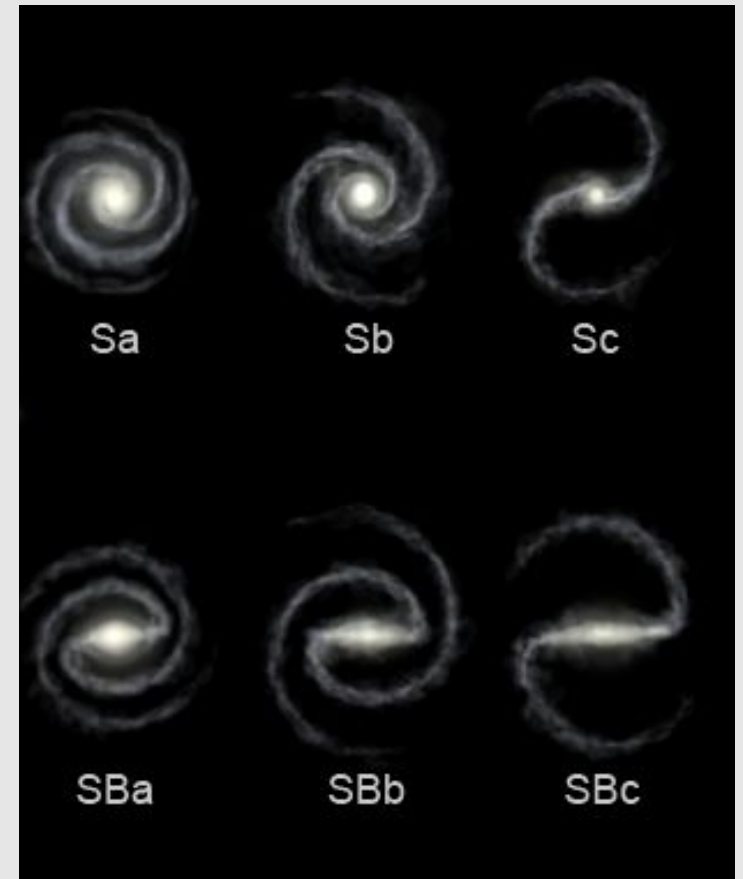


# Galaxias Espirales

- Las galaxias espirales las ordena Hubble en una doble secuencia de espirales con y sin barra (espirales ordinarias y barradas).
- Las ordena según la prominencia del halo-bulbo y la forma de los brazos espirales

|     |     |     |
|-----|-----|-----|
| Sa  | Sb  | Sc  |
| SBa | SBb | SBc |

- Sa/SBa: Bulbo prominente; brazos muy “enrollados”.
- Sb/SBb: Bulbo mediano; brazos más abiertos.
- Sc/SBc: Bulbo muy pequeño; brazos muy abiertos.





# M31: Galaxia Andrómeda (Sb)



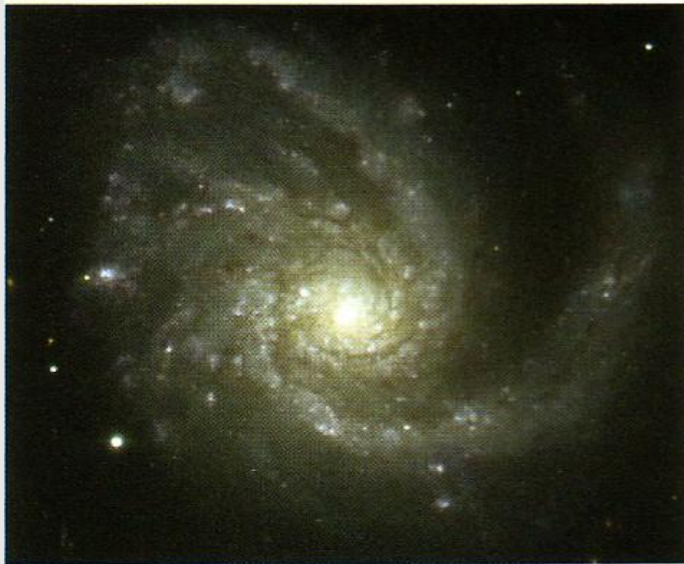




(e) M77 Hubble type Sb



(f) M91 Hubble type SBb



(g) M99 Hubble type Sc



(h) NGC 1073 Hubble type SBc

# Galaxias Lenticulares

- En 1936, Hubble introdujo las galaxias **lenticulares (S0)**, galaxias que **tienen un disco pero no presentan brazos espirales**
- Las lenticulares las supuso como galaxias “de transición” entre las elípticas y las espirales.
- Las subdividió en S0 y SB0



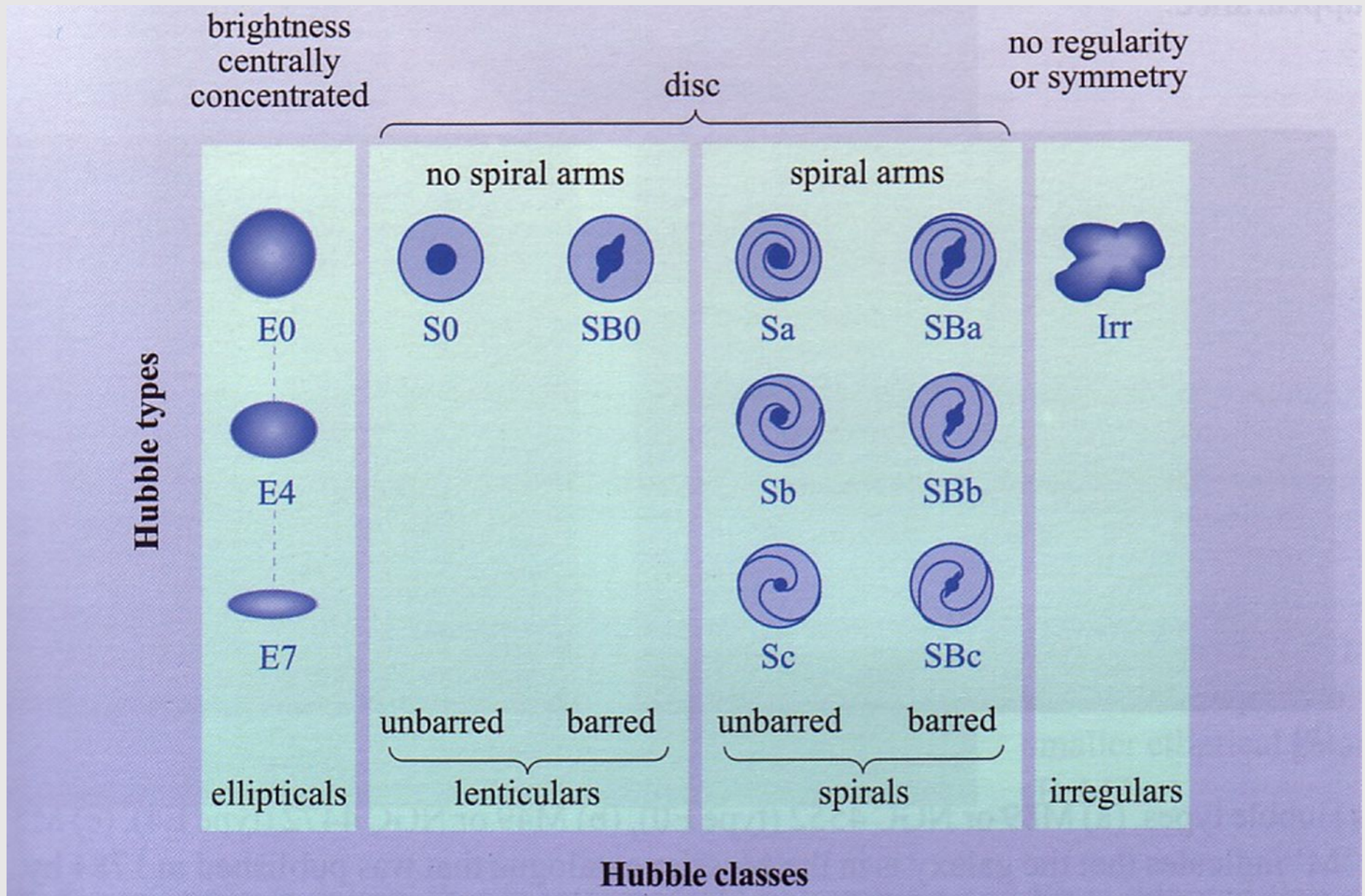
# Galaxias Irregulares

- Mucho gas, polvo y formación.
- Dominadas por estrellas de población I
- Diámetro: 1 a 10 kpc
- Masa:  $10^8$  a  $10^{10}$  Msun
- Luminosidad:  $10^7$  a  $10^{10}$  Lsun
- Dinámica: Aleatoria + Rotación



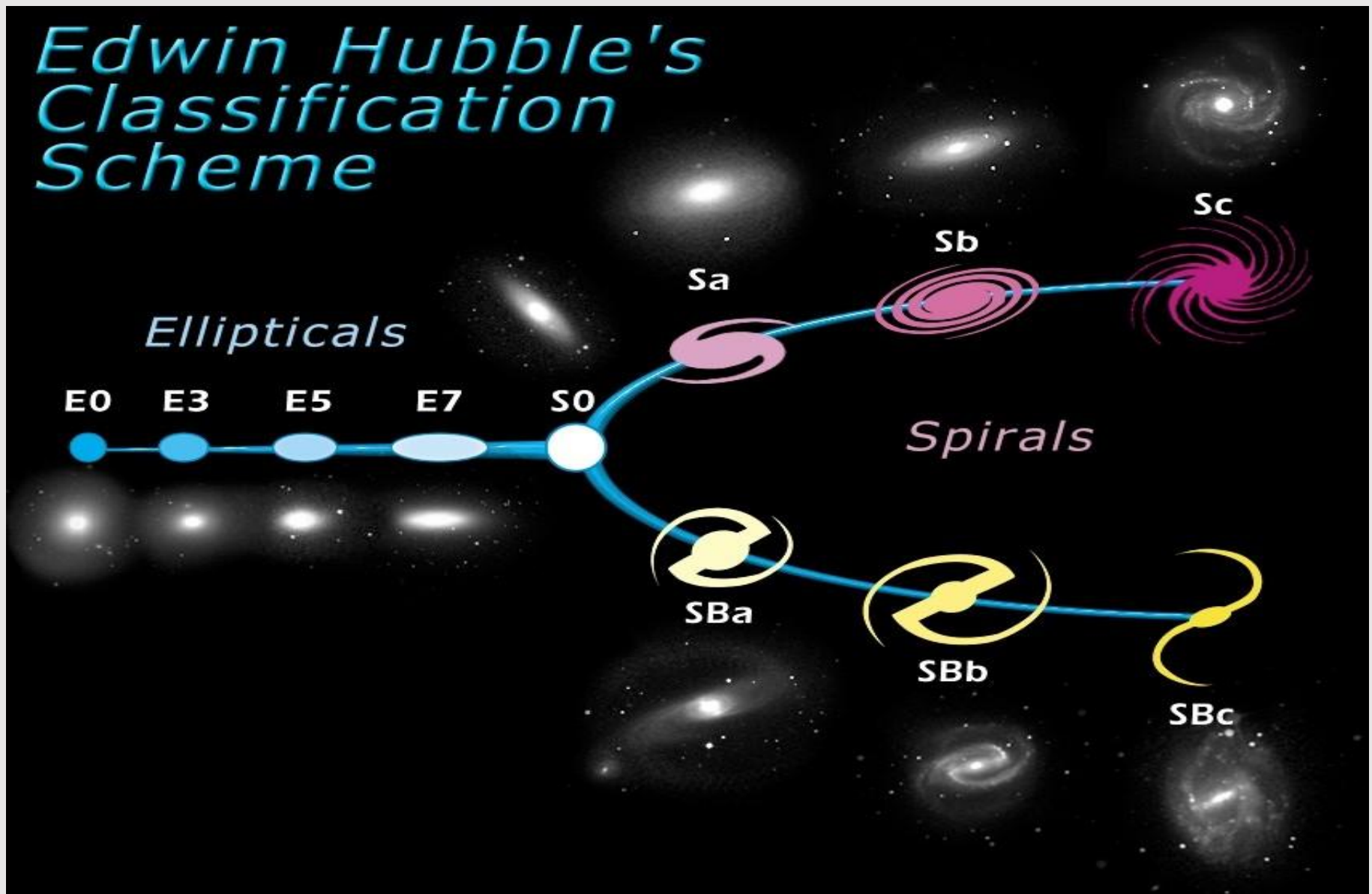


# Clasificación de Hubble

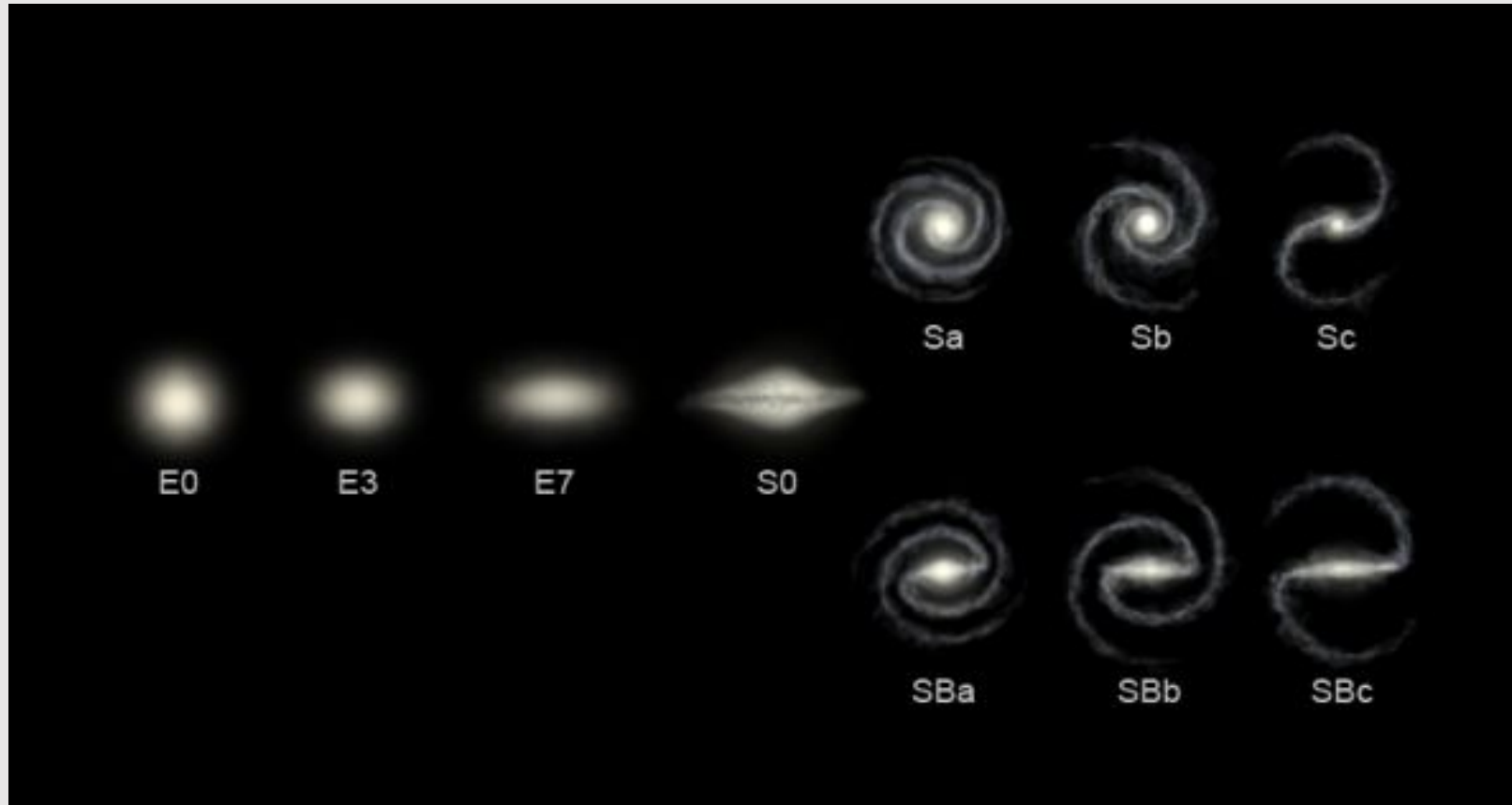


Elementos considerados: Halo, Bulbo, Disco, Brazos espirales, Barra

# Secuencia de Hubble



# Secuencia de Hubble



**Galaxias de tipo “temprano”**  
(early-type galaxies)



**Galaxias de tipo “tardío”**  
(late-type galaxies)

Hubble supuso que era una secuencia evolutiva



# Secuencia de Hubble



**Galaxias de tipo “temprano”**  
(early-type galaxies)  
Son “viejas” (rojas)

**Evolución**

**Galaxias de tipo “tardío”**  
(late-type galaxies)  
Son “jóvenes” (azules)

Y lo es pero en el sentido contrario!