

Sistemas Estelares 2024

Galaxias (1a. clase)

Características generales y morfología

Prof. Gabriel Ferrero

Diapositivas editadas a partir de las elaboradas por la Prof. Claudia Scoccola

Henrietta Swan Leavitt



(1868 - 1921)

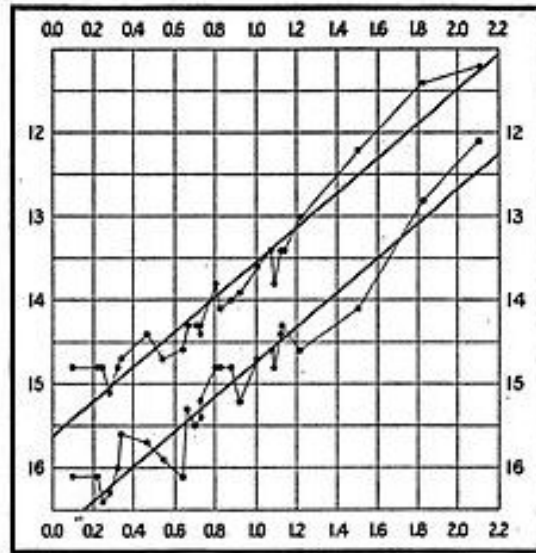


FIG. 2.

Relación período - luminosidad de las cefeidas (~1912)

Edwin Hubble



(1889 - 1953)

17.45 to 19.05. The familiar period-luminosity relation is conspicuously present and the curve is parallel to Shapley's general curve expressing the corresponding relation among previously known Cepheids. The displacement in magnitudes between these two curves leads to a value of $m - M = 21.65$, corresponding to a distance of 214,000 parsecs.

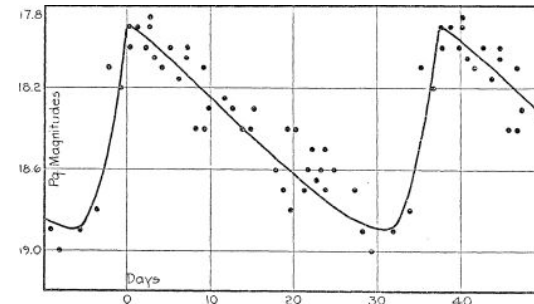


FIG. 1.—Light curves for two Cepheids in N.G.C. 6822. Upper curve, varia

NGC 6822, A remote stellar system (1925)

Galaxias como bloques de la estructura del Universo

Galaxia: Sistema vasto, unido gravitacionalmente, compuesto por:

- Estrellas
- Restos estelares
- Gas interestelar
- Polvo cósmico
- Materia oscura

Diversidad:

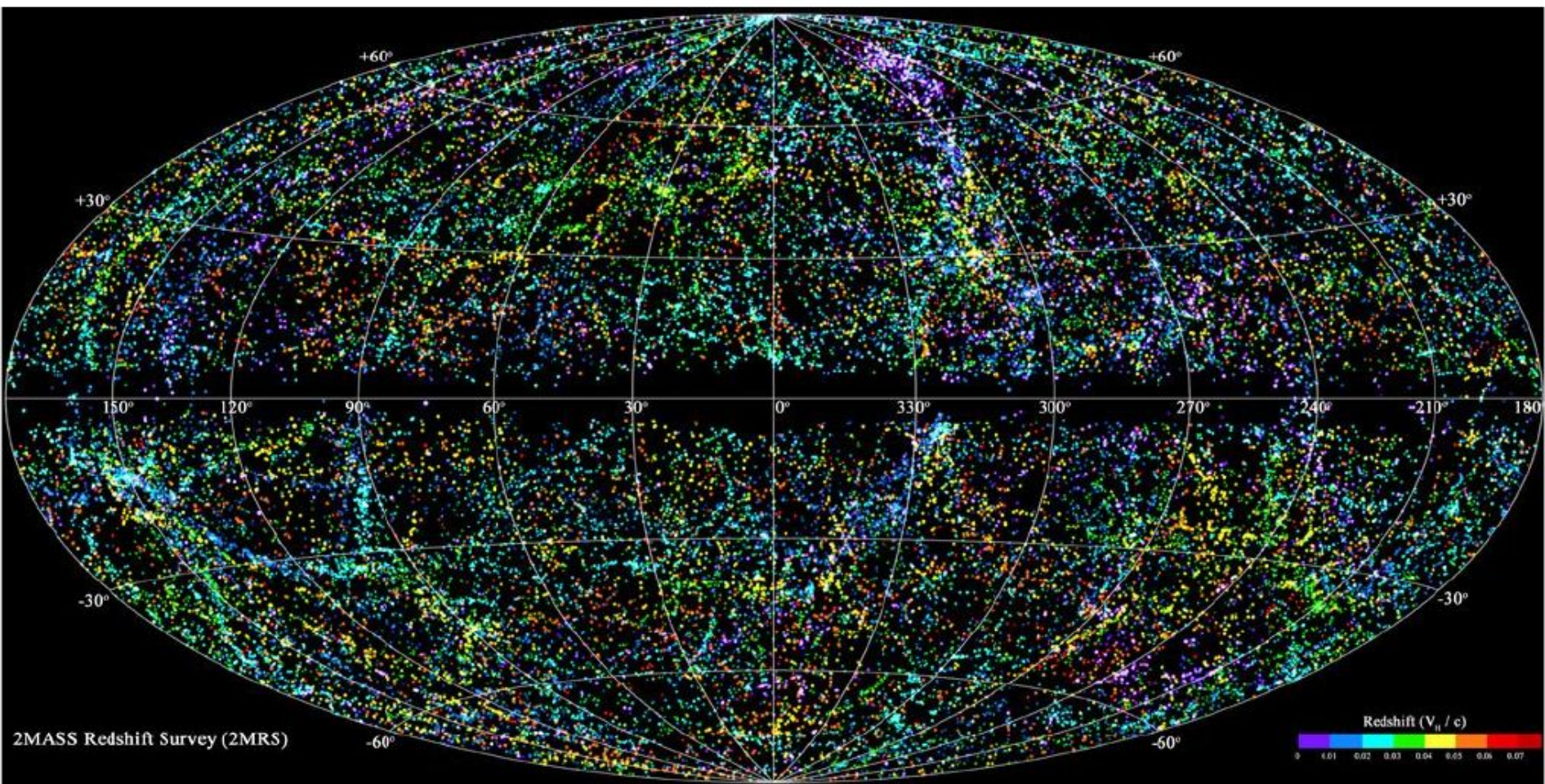
- Vienen en diversas formas y tamaños.
- Contienen desde miles hasta miles de millones de estrellas.

Fundamentales:

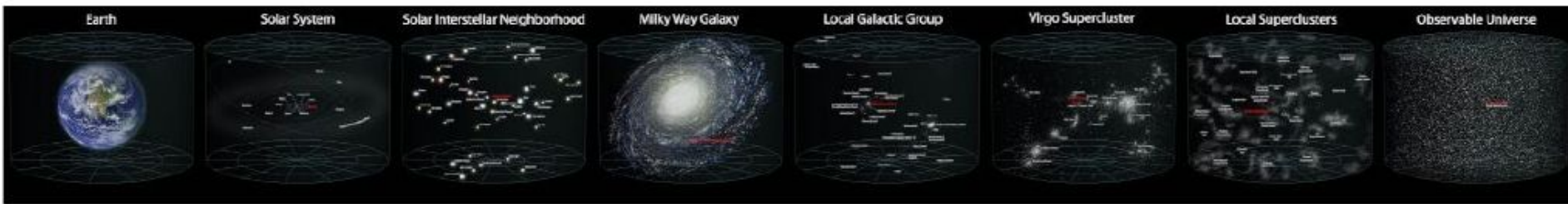
- Son los **bloques fundamentales** del Universo.
- Desempeñan un papel central en la **estructura** y **evolución** del Universo.

- Las galaxias se organizan en Grupos, Cúmulos y supercúmulos a gran escala.
- Crean una red cósmica que define la estructura del Universo.
- Importantes para comprender la evolución y organización del cosmos.

Distribución de galaxias en el Universo Local

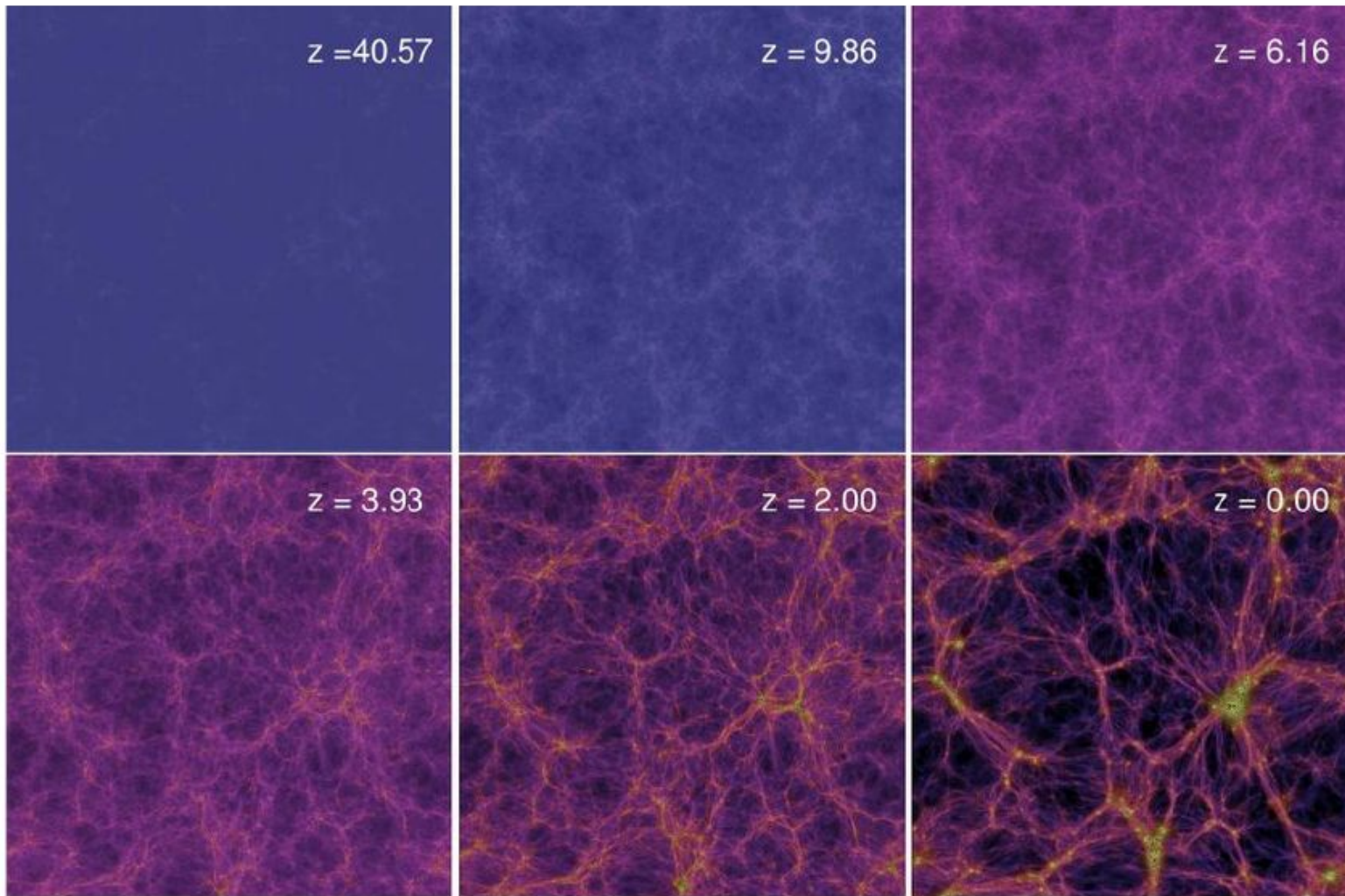


Veamos la ubicación de la Tierra en el Universo, a distintas escalas:



Pueden ver esta imagen con muy **alta resolución** en: <https://www.jpl.nasa.gov/infographics/earths-location-in-the-universe>

<https://www.jpl.nasa.gov/infographics/earths-location-in-the-universe/>



Los halos de materia oscura se forman por agregación jerárquica.

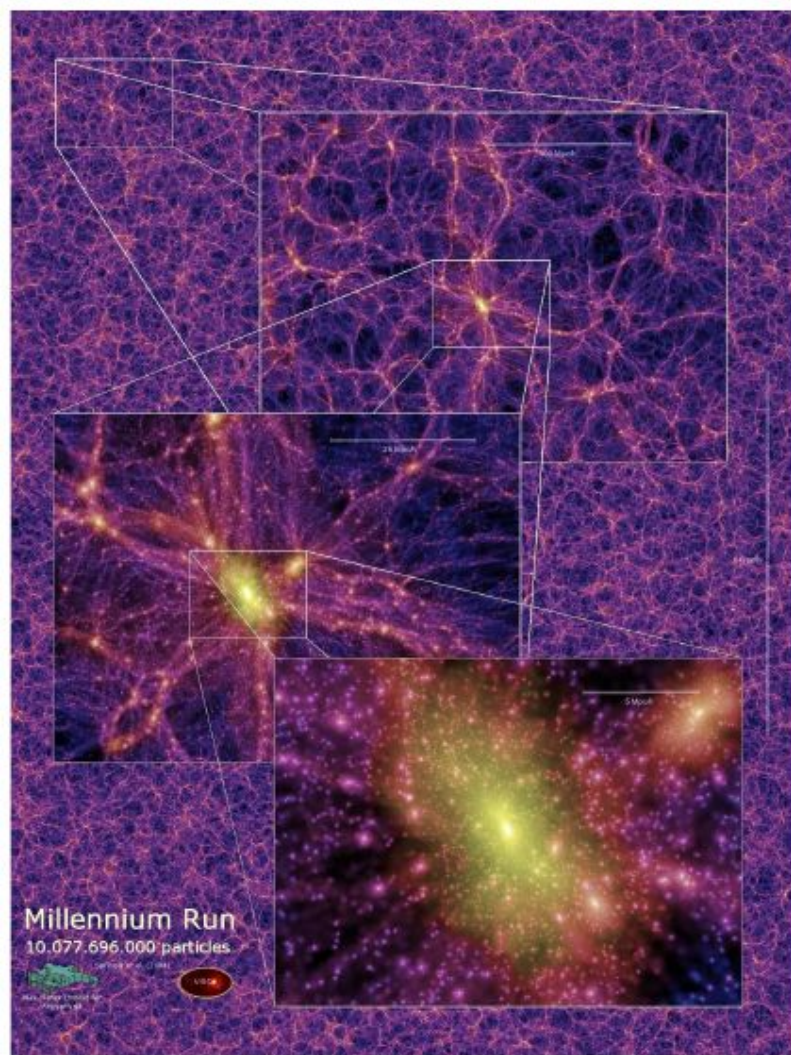
Desde estructuras más pequeñas a estructuras más grandes.

Dentro de los DM halos se forman las galaxias.

Quieren pasar de z a edad o distancia?
 Usen una [calculadora cosmológica](#)

si $z \ll 1$ se puede aproximar $z \approx \Delta\lambda / \lambda$: corrimiento al rojo o *redshift*

<https://www.astro.ucla.edu/~wright/CosmoCalc.html>



- **Millennium Run:**
 - Más de 10 mil millones de partículas.
 - Rastreo de la materia en el Universo.
 - Región cúbica de 2 mil millones de años luz.
 - Cálculos en supercomputadora de Alemania por un mes.
- **Resultados:**
 - Historias evolutivas de alrededor de 20 millones de galaxias.
 - Comprender la formación de galaxias y agujeros negros supermasivos.
 - Comparación con observaciones reales para validar modelos.

(2×10^9 a.l. \sim 650 Mpc)

Características generales de las galaxias y clasificación

Si bien no hay una **clasificación** estricta en términos del tamaño, observamos galaxias en el Universo en **distintos rangos de tamaño físico y de masa**.

Algunos valores de referencia, y ejemplos de galaxias en dicha categoría:

1. Galaxias Enanas:

- Diámetro típico: Menos de 10,000 parsecs (pc).
- Ejemplo: Nube menor de Magallanes (SMC).

2. Galaxias de Tamaño Mediano:

- Diámetro típico: Entre 10,000 pc y 30,000 pc.
- Ejemplo: Nube mayor de Magallanes (LMC).

3. Galaxias Grandes:

- Diámetro típico: Más de 30,000 pc.
- Ejemplo: Vía Láctea.

4. Galaxias Gigantes:

- Diámetro típico: Más de 100,000 pc.
- Ejemplo: Galaxia de Andrómeda (M31).

Recuerden:

Para conocer el **tamaño físico** de una galaxia, necesito conocer:

- ❖ Diámetro angular
- ❖ Distancia

Una clasificación más aceptada se basa en la **morfología** (dentro de una misma categoría morfológica, las galaxias pueden tener distinta masa, y distinto tamaño físico)

Galaxias - Morfología

Las galaxias se clasifican en dos grandes grupos:

- ❑ Elípticas (tempranas)
- ❑ Espirales (tardías)

Galaxias tempranas: elípticas y lenticulares

- ❑ Morfología dominada por bulbo
- ❑ Con poblaciones estelares viejas
- ❑ Muy poco o nada de gas y polvo
- ❑ Poca formación estelar

Galaxias tardías: espirales (con o sin barra) e Irreg.

- ❑ Morfología dominada por disco
- ❑ Puede tener gran cantidad de gas y polvo
- ❑ Formación estelar activa

Nota:

Las galaxias más viejas, grandes y masivas que se observan en el Universo son tempranas.

Tomar esta afirmación
con precaución.

La clasificación morfológica es muy importante para cualquier **estudio estadístico** que se quiera hacer (utilizando datos de los *surveys*) acerca de las propiedades de las galaxias (tanto normales como anfitrionas de AGN), estudios de estructura a gran escala, y formación y evolución de galaxias.

Tipo **temprano**

- elípticas y lenticulares (S0)
- sin evidencia de regiones HII: sin H α u [OIII] en emisión y tienen H β en absorción
- dominadas por estrellas viejas, sin formación estelar reciente

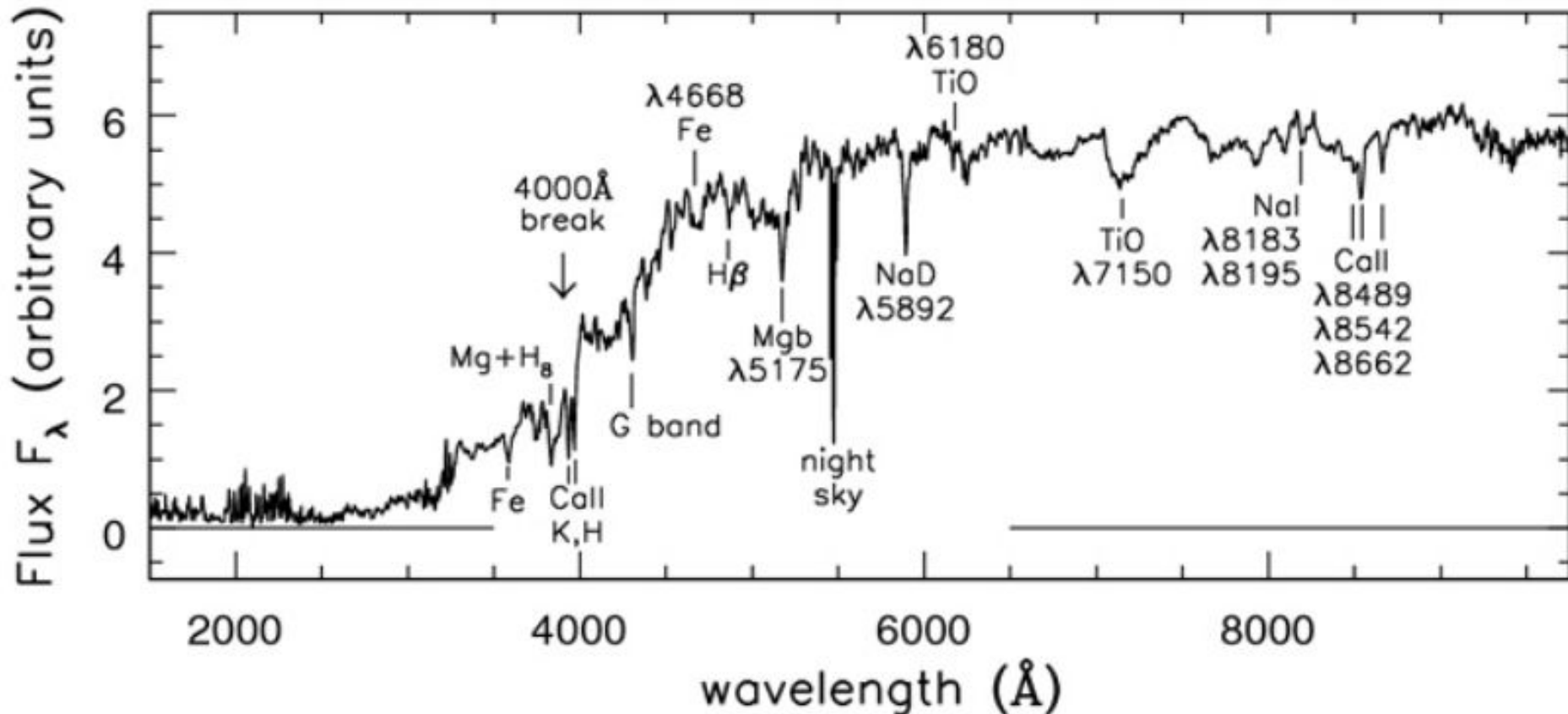
Tipo **tardío**

- espirales e irregulares
- evidencia de regiones HII: H α , [OIII] y H β en emisión
- mezcla de estrellas viejas y jóvenes con formación estelar en curso



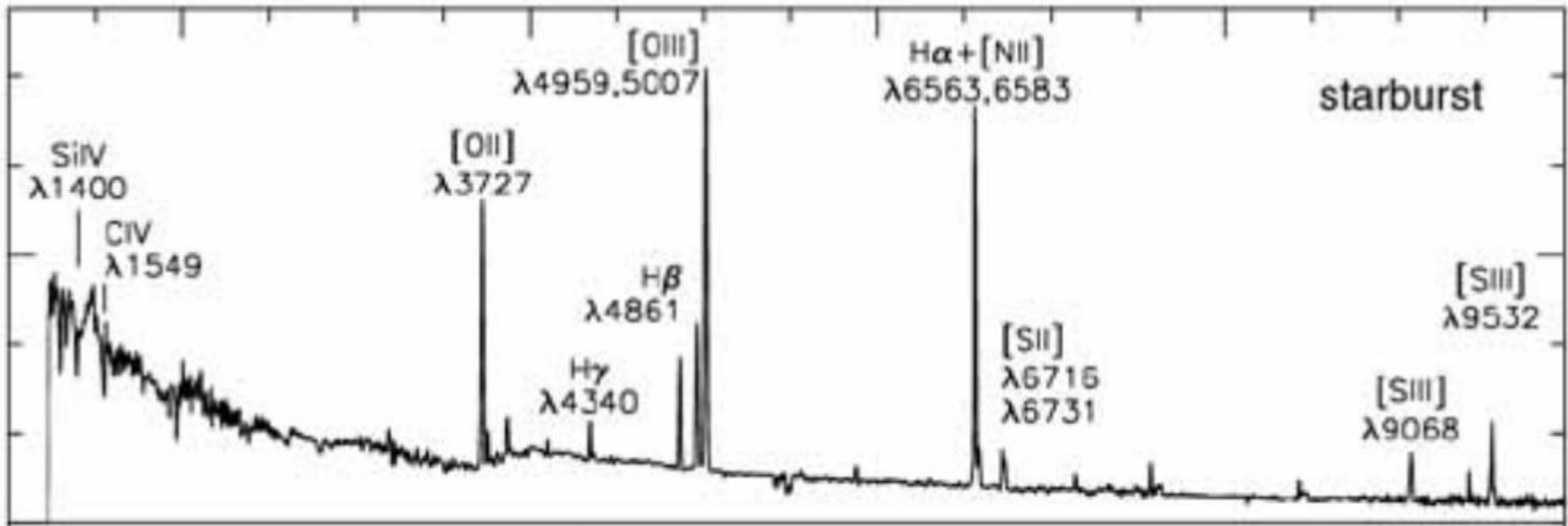
Tipo temprano

- elípticas y lenticulares (S0)
- sin evidencia de regiones HII: sin H α u [OIII] en emisión y tienen H β en absorción
- dominadas por estrellas viejas, sin formación estelar reciente



Tipo **tardío**

- espirales e irregulares
- evidencia de regiones HII: Halpha, [OIII] y Hbeta en emisión
- mezcla de estrellas viejas y jóvenes con formación estelar en curso



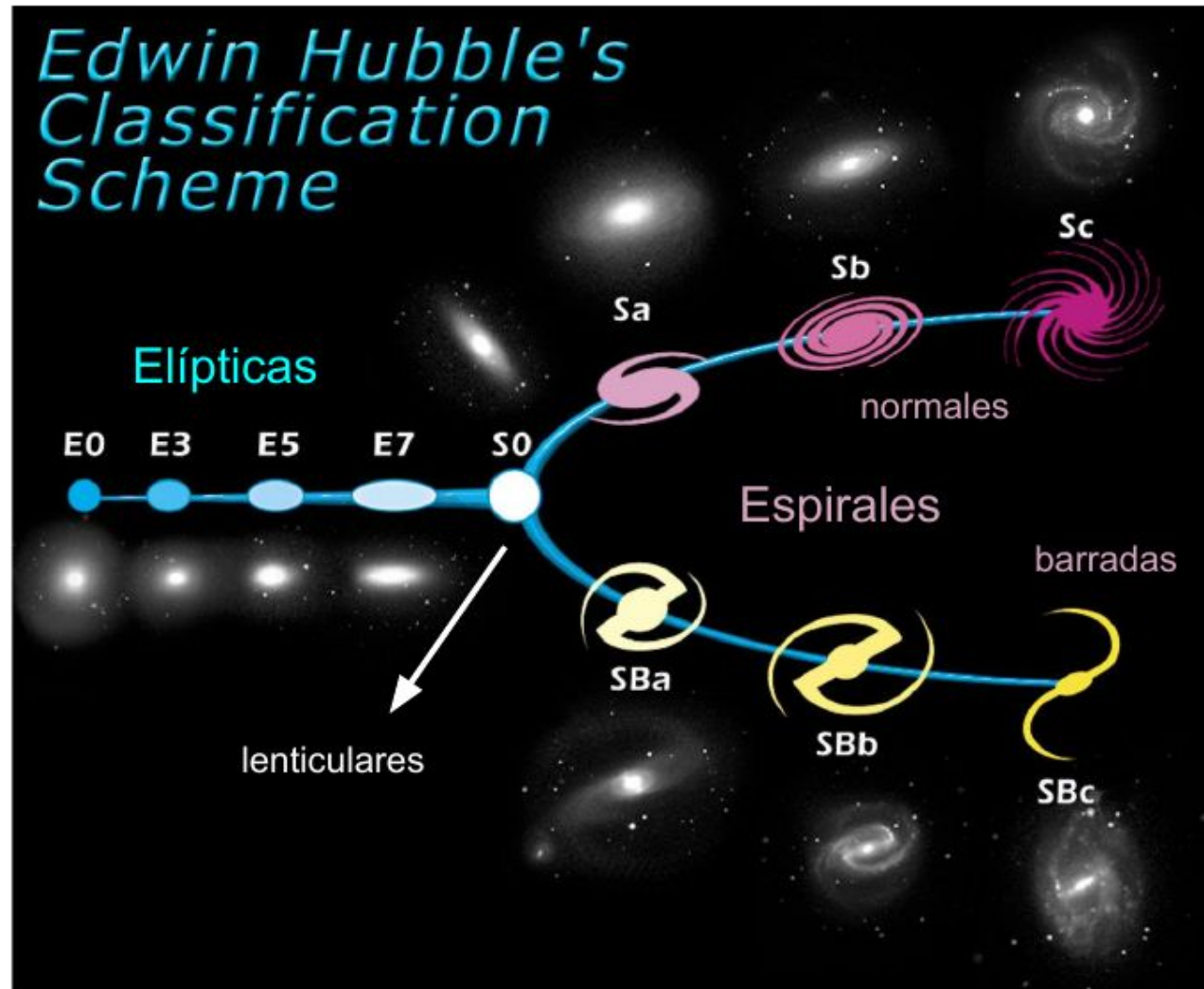
Hay una manera de acomodar los tipos de galaxias que se llama "esquema de clasificación de Hubble" (1926)

Elípticas ordenadas por achatamiento.

Lenticulares como transición.

Espirales separadas en "barradas" y "no barradas".

Se subclasifican según el aspecto de la relación bulbo/disco, apretamiento de brazos espirales, y grado de resolución de los mismos.



Esquema de Hubble, ilustrado con Imágenes del telescopio Hubble.

E2



E4



S0



Sa



Sb



Sc



SBa



SBb



SBc



Componentes de los distintos tipos de galaxias

Galaxias **elípticas** E tienen una sola componente, esferoidal.

En con $n=10*(1 - b/a)$

E0: forma circular (proyectada), E7: las + achatadas.

Lenticulares: S0 tienen 2 o 3 componentes (poco MIE, poca formación estelar):

- ❖ Esferoide
- ❖ Disco
- ❖ Y eventual barra

Originalmente sólo se las colocó en la unión de las elípticas con la bifurcación de las ramas.

Pero luego se las clasificó en: SO1, SO2, SO3 (según importancia de la banda de polvo ($3>2>1$))
SBO1, SBO2, SBO3 (según prominencia de la barra)

Espirales: S. Tienen 2 componente principales:

- ❖ Bulbo (bulge): semejante a E de baja luminosidad
- ❖ Disco con brazos espirales

En las SB los brazos surgen de los extremos de la barra.

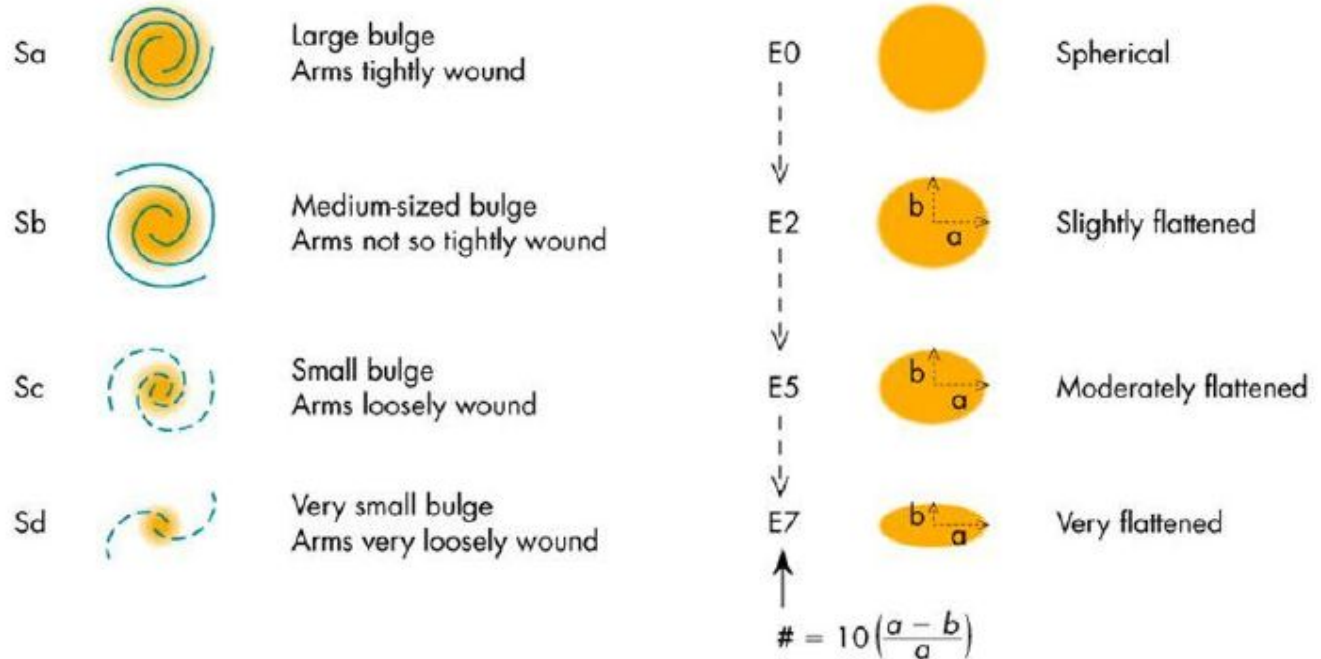
Learning the Hubble Classification Scheme

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Spirals

Ellipticals

- 1) Relación bulbo/disco:
a: B/D grande
c: B/D pequeño
- 2) Grado de apretamiento de los brazos espirales (a: apretados, c: sueltos)
- 3) Grado de resolución de los brazos espirales (en reg III individuales): a: menos resueltos, c: mas resueltos.



Estos 3 criterios no son independientes.

Galaxias irregulares

NGC 4449



NGC 1569



Las irregulares no estaban en la clasificación original de Hubble.

Irr 1 : no simétricas, regiones de formación estelar.

Irr2: no simétricas, pero imágenes más suaves, + bandas de polvo

Clasificación de **de Vaucouleurs** (1959)

Extiende la clasificación de espirales: Sd, Sm, Im

La clase Sd se superpone parcialmente a la Sc de Hubble, e incluye parte de las Irr I.

El resto de las irregulares Irr 1: Sm o Im (la “m” es de Magallánica)

Nube mayor de Magallanes: SBm

Nube menor de Magallanes: Im

Barras:

SA: denota falta de barras

SB: espiral barrada

SAB: caso intermedio (barra débil)

(r) con anillo

(s) sin anillo

(R) anillo externo.

Anillos:

Nuclear: si $r/a < 1$

Interno si $r/a \sim 1$

Externo si $r/a > 1$

Donde:

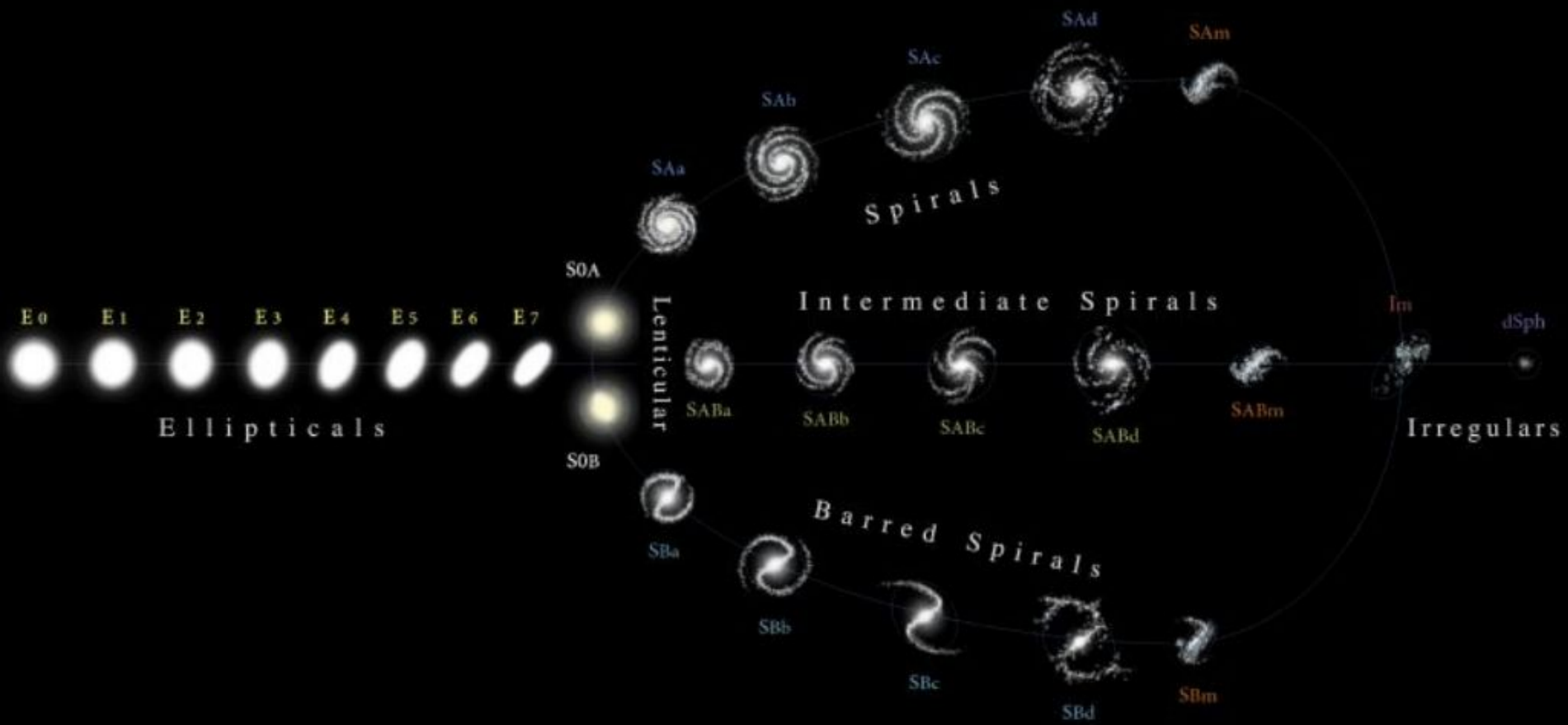
r es el radio del anillo

a es el semieje mayor de la barra.

Útil para trabajo detallado pero engorroso en general.

Clasif. Numérica es útil para realizar trabajos cuantitativos.

HUBBLE-DE VAUCOULEURS DIAGRAM



Clases de Luminosidad

Van den Bergh S. (1960, ApJ 131, 558)

Número romano I → + luminosa (mayor masa) a IV: menos luminosa (menor cantidad de masa).

Clase I: $M_B = -20$

Clase IV: $M_B = -14.5$

Las clases de luminosidad complementan el esquema de Hubble.

Luminosidad: producción total de **energía** por unid. de **tiempo (producción de energía intrínseca)**.

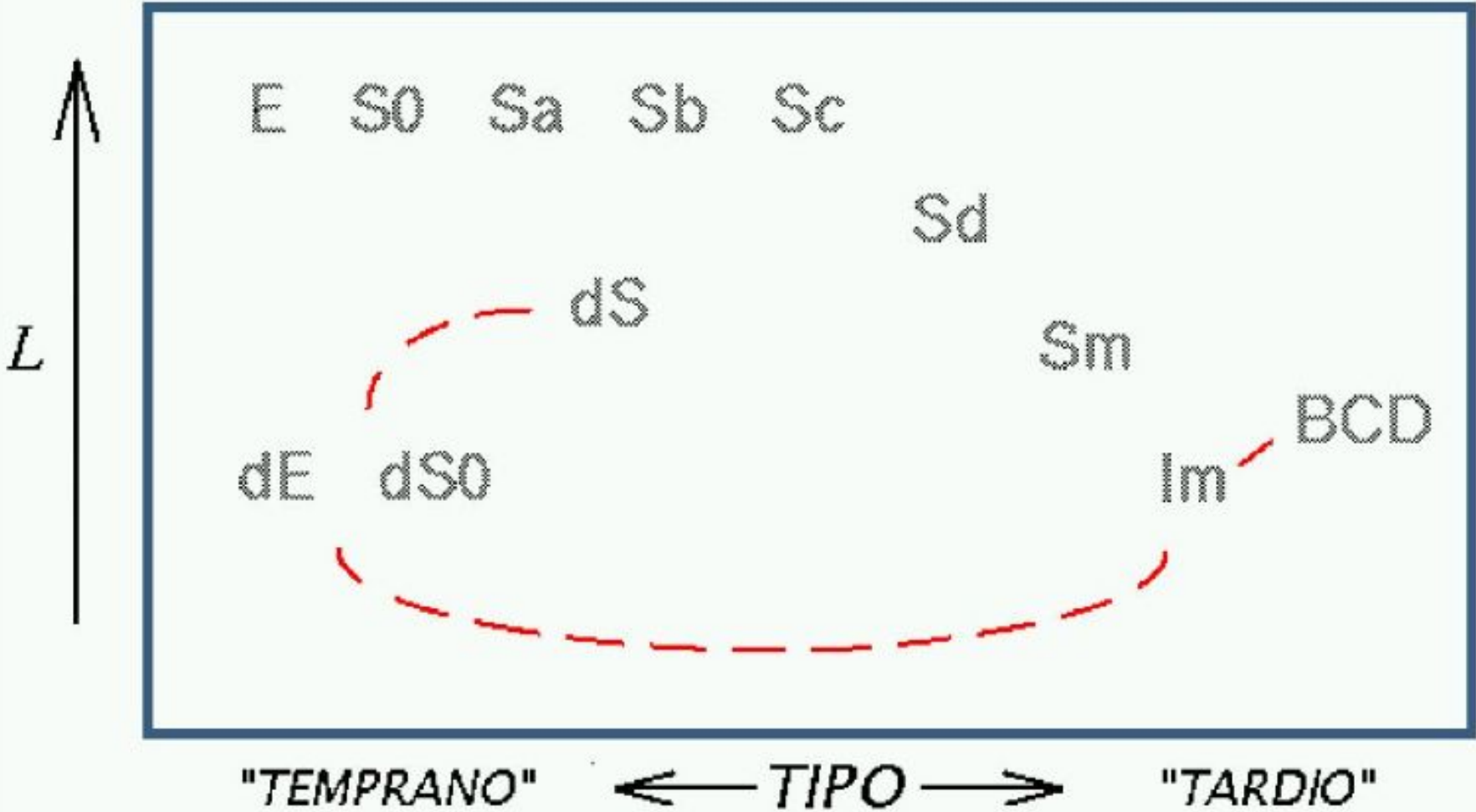
Notar que el **flujo** se refiere a la luminosidad corregida por la distancia.

Por lo tanto, una galaxia lejana pero de alta luminosidad podría parecer más débil que una galaxia cercana de baja luminosidad.

Las clases de luminosidad son los números romanos I, II, III, IV y V. Las galaxias más luminosas son de clase I y las menos luminosas son de clase V.

Las galaxias más luminosas son generalmente de mayor tamaño y contienen más estrellas.

Relación luminosidad - morfología



Clasificación por colores:

Tipos tempranos: más rojos.

Galaxias elípticas, con poco gas y estrellas viejas.

Hay muy luminosas y poco luminosas (ocupan todo el rango de luminosidad).

Tipos tardíos: los muy tardíos son las Irr, que no desarrolla estructura espiral. Tiene mucho gas y estrellas jóvenes.

En el medio de estos extremos se ubican las demás galaxias.

Dinámica:

Esferoides (E y bulbos de espirales): soportados por la **dispersión de velocidades**

Discos (soportados por **rotación**) que contrarresta la gravedad.

