

Astronomía Extragaláctica

Cap. 3: Propiedades generales de las galaxias

Profesor: Sergio A. Cellone

Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas

Universidad Nacional de La Plata, Argentina



curso 2015

Cap. 3: Propiedades generales de las galaxias

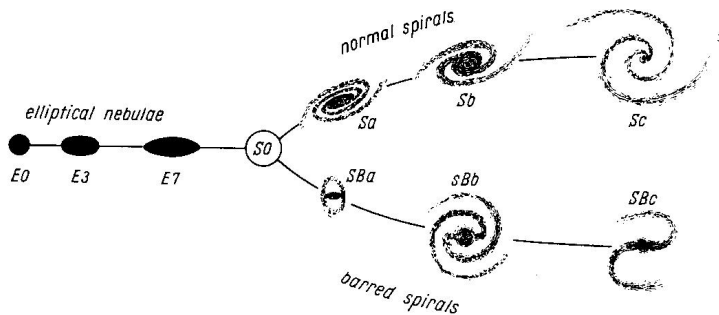
- 1 Clasificación morfológica
- 2 Clasificación cuantitativa
- 3 Distribuciones espectrales de la emisión de energía
- 4 Distribuciones de brillo superficial
- 5 La corrección K
- 6 Función de luminosidad

Cap. 3: Propiedades generales de las galaxias

- 1 Clasificación morfológica
- 2 Clasificación cuantitativa
- 3 Distribuciones espectrales de la emisión de energía
- 4 Distribuciones de brillo superficial
- 5 La corrección K
- 6 Función de luminosidad

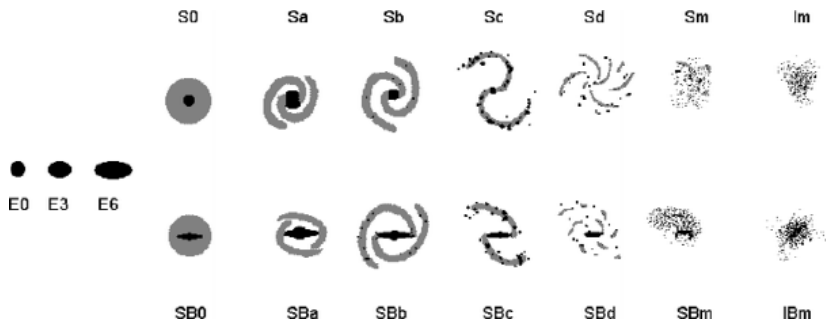
Clasificación morfológica

Hubble (*tuning fork*)



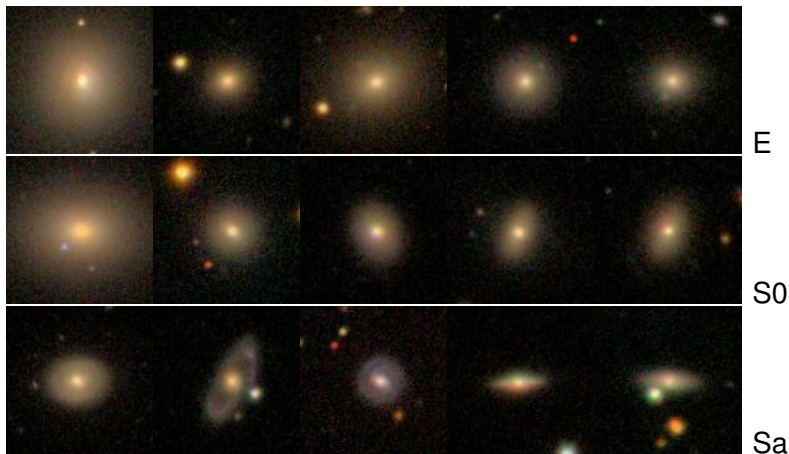
Clasificación morfológica

Hubble extendida



Clasificación morfológica

Sloan Digital Sky Survey (SDSS)



Clasificación morfológica

Sloan Digital Sky Survey (SDSS)



Sa



Sb



Sc

Clasificación morfológica

Galaxias luminosas



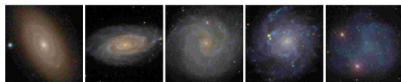
E2

S0⁻

S0⁰

S0⁺

S0/a



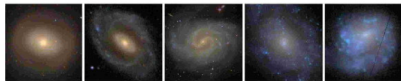
SAa

SAb

SAc

SAd

SAm



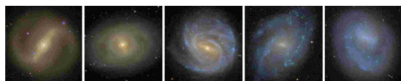
SABa

SABb

SABc

SABd

SABm



SBa

SBb

SBc

SBd

SBm

Clasificación morfológica

Galaxias enanas



cE0

cE4

dE0,N

dE4,N

dE5



dS0,N

dS0,N

dS0

dS0,N

dS0



BCD

BCD

BCD

large dE

large dE

Clasificación morfológica

Galaxias esferoidales e irregulares enanas



dSph

dSph

dI

dI

Clasificación morfológica

Objetos peculiares



green pea



Hanny's Voorwerp



red spiral



blue spiral

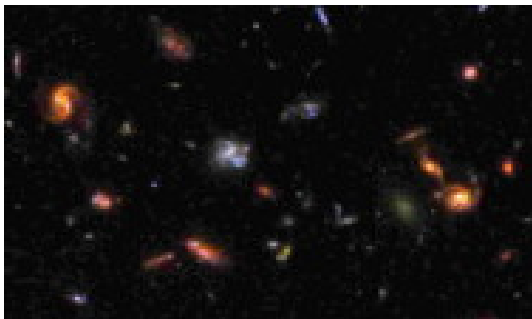
Clasificación morfológica

Galaxias a alto z



Clasificación morfológica

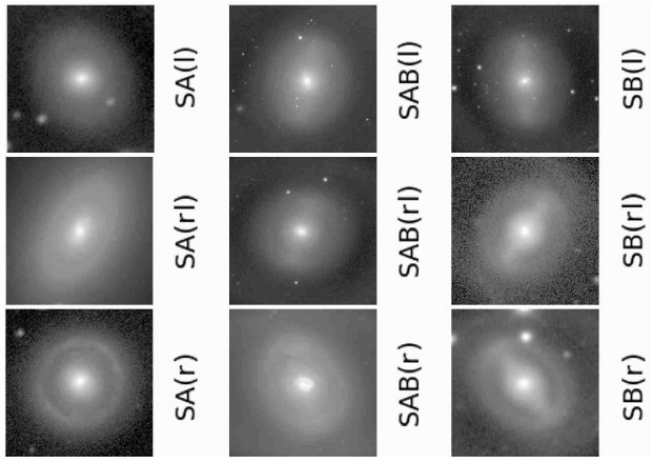
Galaxias a alto z



esféroides	discos
dispersión de velocidades (cinemáticamente “calientes”)	rotación (cinemáticamente “fríos”)
colores rojos	colores azules
pob. estelares viejas	p. e. compuestas (viejas + jóvenes)
SFR fuertemente decreciente (SFR actual baja)	SFR \sim decreciente o constante (SFR actual alta)
<i>abundancias altas</i>	abundancias bajas
poco gas y polvo	cantidad alta de gas y polvo
<i>estructura compacta</i>	estructura extendida
elípticas → lenticulares	→ espirales → irregulares

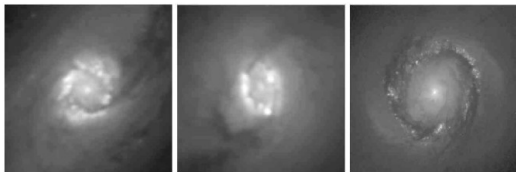
Otras componentes

Anillos y lentes

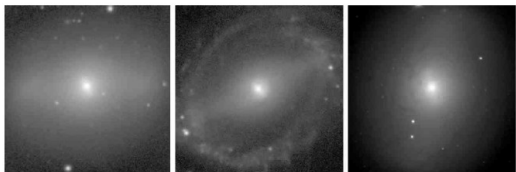


Otras componentes

Anillos y barras nucleares



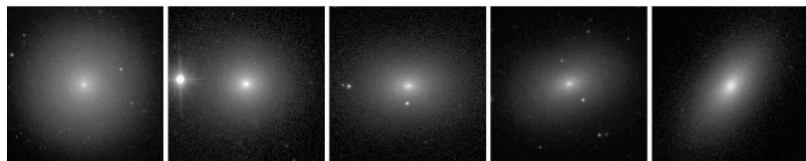
nuclear rings (nr)



nuclear bars (nb)

Clasificación morfológica

Elípticas



E0

E2

E3

E4

E5



E⁺0

E⁺2

E⁺3

E⁺4

E⁺7

Galaxias elípticas

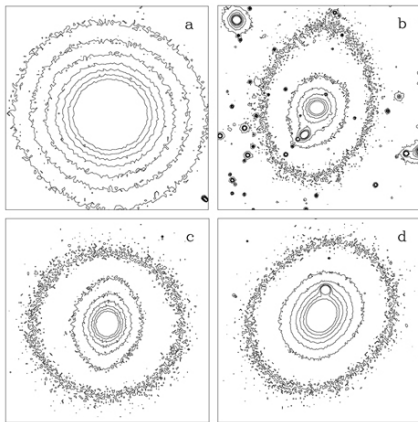
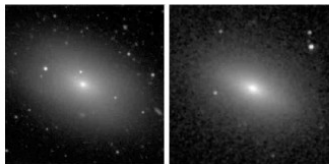


Fig 6.1 (R. de Jong) 'Galaxies in the Universe' Sparke/Gallagher CUP 2007

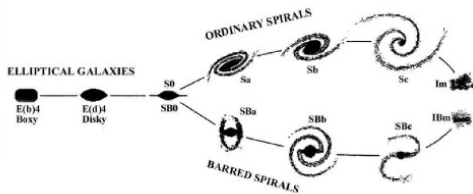
Clasificación morfológica

Elípticas *boxy* y *disky*



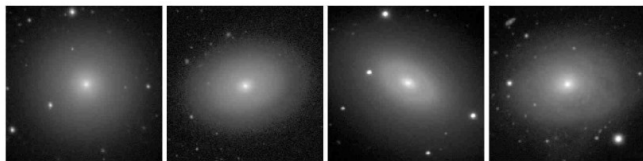
E(b)5

E(d)5



Clasificación morfológica

Lenticulares

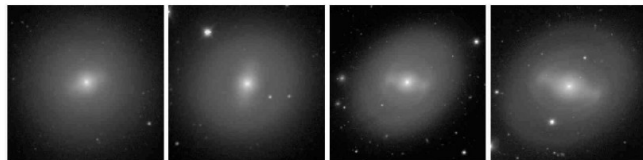


SA0⁻

SA0⁰

SA0⁺

SA0/a



SB0⁻

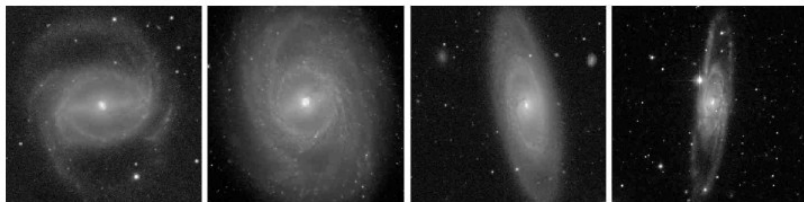
SB0⁰

SB0⁺

SB0/a

Clasificación morfológica

Inclinación



33°

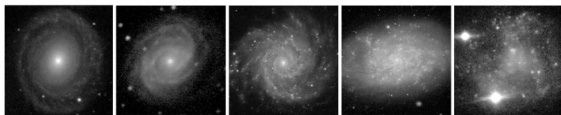
49°

71°

81°

Clasificación morfológica

Espirales



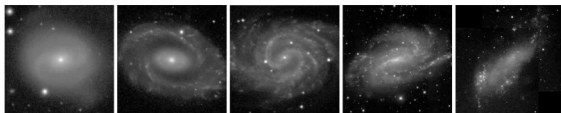
SAa

SAb

SAc

SAd

SAm



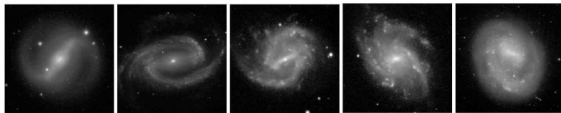
SABa

SABb

SABc

SABd

SABm



SBa

SBb

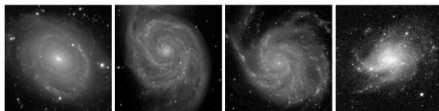
SBc

SBd

SBm

Clasificación morfológica

Espirales (clases intermedias)

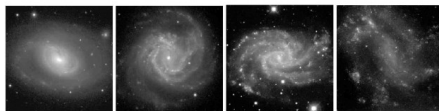


SAab

SABbc

SACd

SAdm

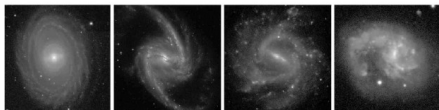


SABab

SABbc

SABcd

SABdm



SBab

SBbc

SBcd

SBdm

Clasificación morfológica

Espirales y lenticulares (de canto)



$E^{+7}/S0^{-}$



$S0^{-}$



$S0^0$



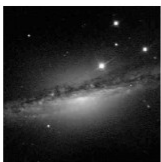
$S0^{+}$



$S0/a$



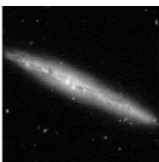
Sa



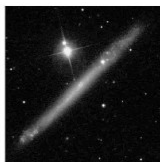
Sab



Sb



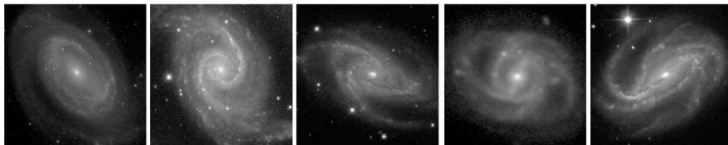
Sc



Sd

Clasificación morfológica

Espirales según nro. de brazos y otros tipos



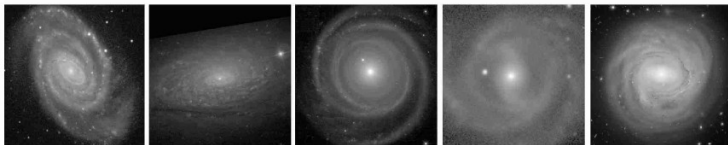
m=1

m=2

m=3

m=4

m=5



grand
design

flocculent

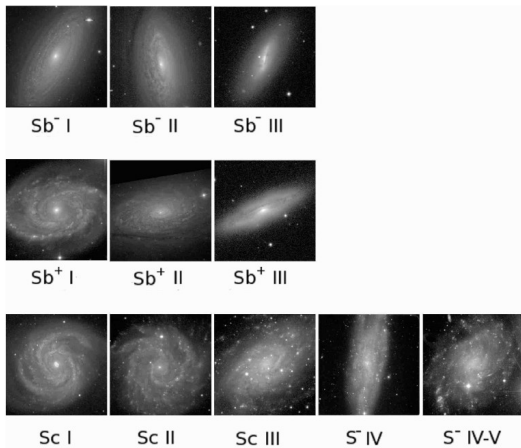
counter-
winding
SA

counter-
winding
SB

anemic

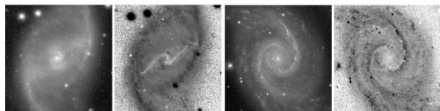
Clasificación morfológica

Clases de luminosidad



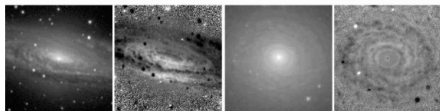
Clasificación morfológica

Bandas de polvo



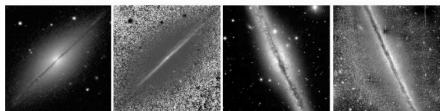
bar dust lanes

spiral arm dust lanes



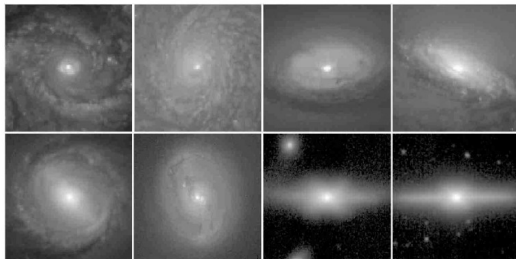
near-side dust lanes

dust ring

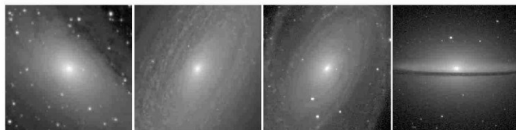


red planar dust lane

blue planar dust lane



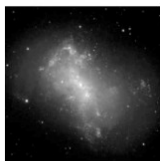
"pseudobulges"



"classical bulges"

Clasificación morfológica

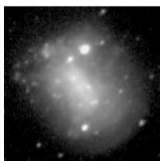
Irregulares



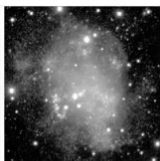
IB(s)m



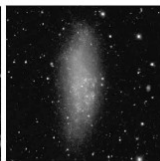
IB(s)m



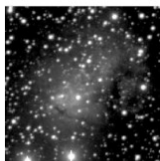
IB(s)m



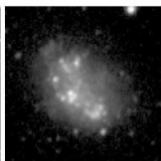
IAB(s)m



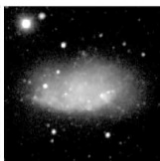
IAB(s)m



Im



Im



Im



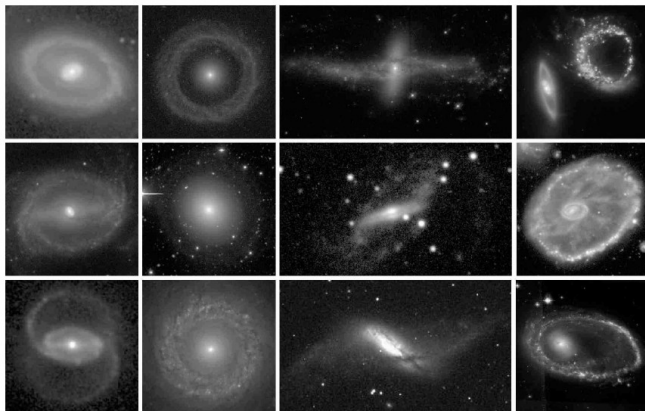
I0 pec



I0 pec

Clasificación morfológica

Anillos



resonance

accretion

polar

collisional

Clasificación morfológica

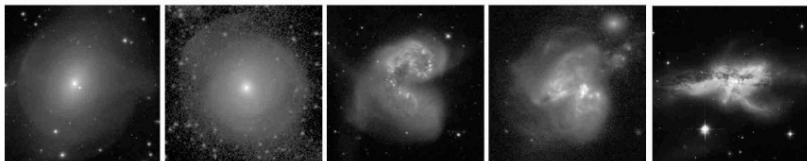
Interactuantes



dust-lane ellipticals

tidal tails/bridges

M51-type



shell/ripple galaxies

ongoing and advanced mergers

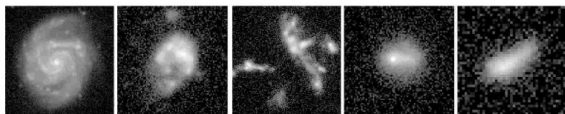
Clasificación morfológica

Warps



Clasificación morfológica

Galaxias a alto z



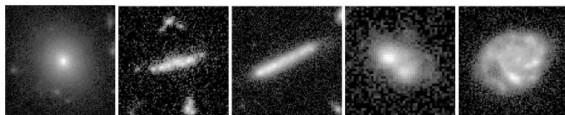
spiral
(0.59)

clump clusters
(1.26)

(1.46)

tadpoles
(0.53)

(0.99)



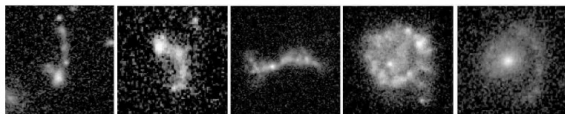
elliptical
(0.66)

chains
(3.34)

(0.69)

double
(3.35)

spiral
(0.99)



bent chains
(1.01)

(1.15)

merger
(1.01)

ring
(0.70)

part. ring
(0.42)

Cap. 3: Propiedades generales de las galaxias

- 1 Clasificación morfológica
- 2 Clasificación cuantitativa**
- 3 Distribuciones espectrales de la emisión de energía
- 4 Distribuciones de brillo superficial
- 5 La corrección K
- 6 Función de luminosidad

Clasificación cuantitativa

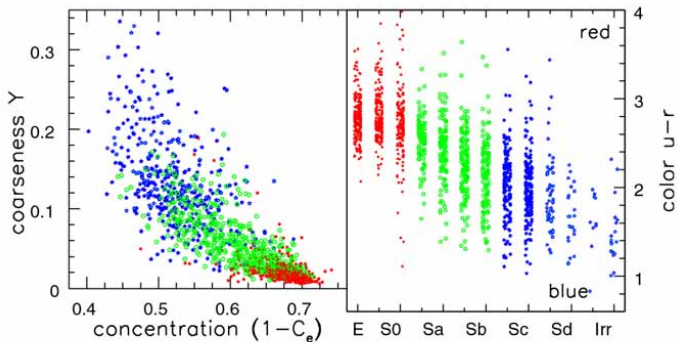
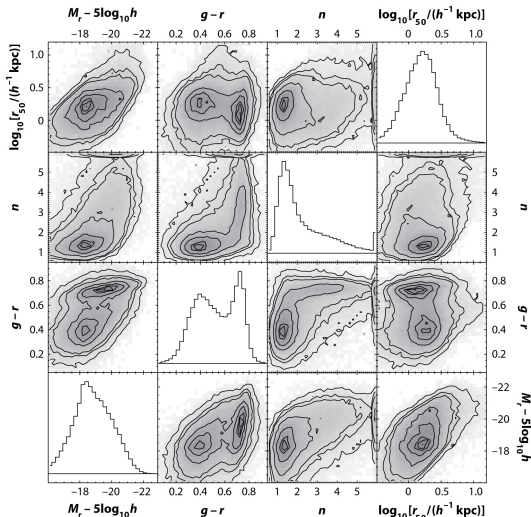



Fig 5.25 (C. Yamauchi) 'Galaxies in the Universe' Sparke/Gallagher CUP 2007

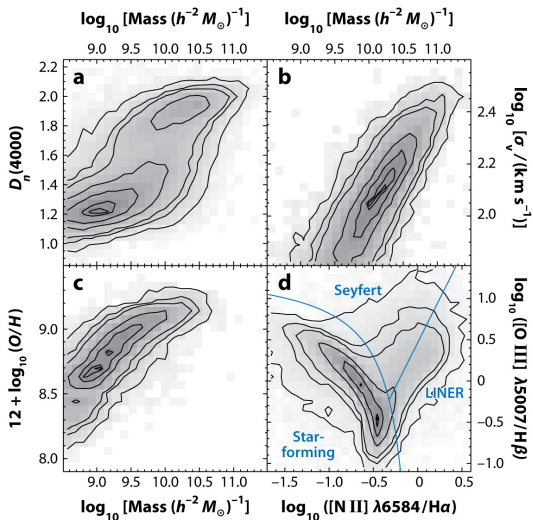
Propiedades globales




 Blanton MR, Moustakas J. 2009.
Annu. Rev. Astron. Astrophys. 47:159–210

(Blanton & Moustakas, 2009)

Propiedades globales

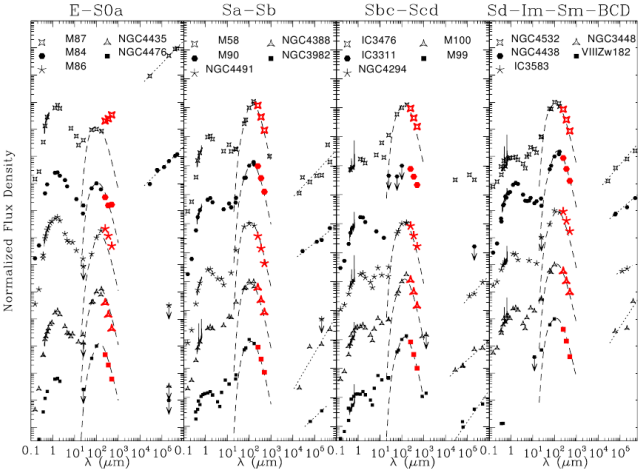


 Blanton MR, Moustakas J. 2009.
Annu. Rev. Astron. Astrophys. 47:159–210

(Blanton & Moustakas, 2009)

Cap. 3: Propiedades generales de las galaxias

- 1 Clasificación morfológica
- 2 Clasificación cuantitativa
- 3 Distribuciones espectrales de la emisión de energía**
- 4 Distribuciones de brillo superficial
- 5 La corrección K
- 6 Función de luminosidad



Cap. 3: Propiedades generales de las galaxias

- 1 Clasificación morfológica
- 2 Clasificación cuantitativa
- 3 Distribuciones espectrales de la emisión de energía
- 4 Distribuciones de brillo superficial**
- 5 La corrección K
- 6 Función de luminosidad

Brillo superficial del cielo nocturno

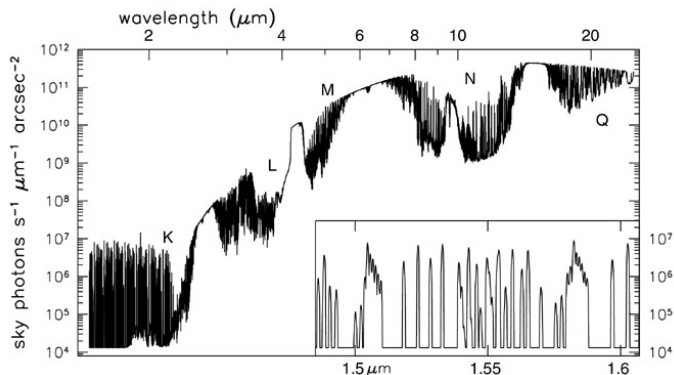


Fig 1.15 (Gemini) 'Galaxies in the Universe' Sparke/Gallagher CUP 2007

Brillo superficial del cielo nocturno

Valores en mag arcsec^{-2} para distintas bandas fotométricas

Banda	λ	Desde el espacio	Cielo oscuro	Luna llena
	1500 Å	25.0	—	—
	2000 Å	26.0	—	—
	2500 Å	25.6	—	—
<i>U</i>	3700 Å	23.2	22.0	—
<i>B</i>	4400 Å	23.4	22.7	19.4
<i>V</i>	5500 Å	22.7	21.8	19.7
<i>R</i>	6400 Å	22.2	20.9	19.9
<i>I</i>	8000 Å	22.2	19.9	19.2
<i>J</i>	1.2 μm	20.7	15.0	15.0
<i>H</i>	1.6 μm	20.9	13.7	13.7
<i>K</i>	2.2 μm	21.3	12.5	12.5
<i>K'</i>	2.2 μm	21.3	13.7	13.7

$$I(r) = I_e e^{-b_n \left[\left(\frac{r}{r_e} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right]}$$

$$\mu(r) = \mu_e + 1.0857 b_n \left[\left(\frac{r}{r_e} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right].$$

$$I(r) = I_e e^{-b_n \left[\left(\frac{r}{r_e} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right]}$$

$$\mu(r) = \mu_e + 1.0857 b_n \left[\left(\frac{r}{r_e} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right].$$

Flujo total:

$$F = 2\pi r_e^2 b_n^{-2n} e^{b_n} I_e n \Gamma(2n)$$

donde $\Gamma(x) = \int_0^\infty e^{-t} t^{x-1} dt$ es la función Gamma.

Flujo en función del radio:

$$F(r) = 2\pi r_e^2 b_n^{-2n} I_e n e^{b_n} \gamma \left(2n, b_n \left(\frac{r}{r_e} \right)^{\frac{1}{n}} \right)$$

donde $\gamma(a, z) = \int_0^z e^{-t} t^{a-1} dt$ es la función Gamma Incompleta.

Flujo total:

$$F = 2\pi r_e^2 b_n^{-2n} e^{b_n} I_e n \Gamma(2n)$$

donde $\Gamma(x) = \int_0^\infty e^{-t} t^{x-1} dt$ es la función Gamma.

Flujo en función del radio:

$$F(r) = 2\pi r_e^2 b_n^{-2n} I_e n e^{b_n} \gamma \left(2n, b_n \left(\frac{r}{r_e} \right)^{\frac{1}{n}} \right)$$

donde $\gamma(a, z) = \int_0^z e^{-t} t^{a-1} dt$ es la función Gamma Incompleta.

Ley de de *Vaucouleurs* (n=4)

$$I(r) = I_e e^{-7.67 \left[\left(\frac{r}{r_e} \right)^{\frac{1}{4}} - 1 \right]}$$

Ley Exponencial (n=1)

$$I(r) = I_0 e^{-\left(\frac{r}{r_0} \right)}$$

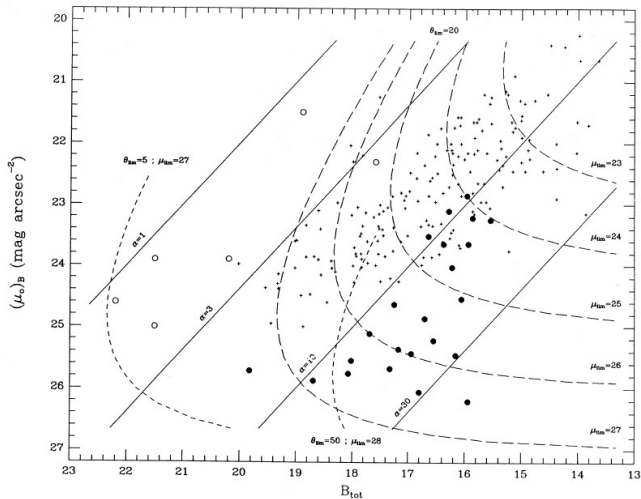
Ley de *de Vaucouleurs* (n=4)

$$I(r) = I_e e^{-7.67 \left[\left(\frac{r}{r_e} \right)^{\frac{1}{4}} - 1 \right]}$$

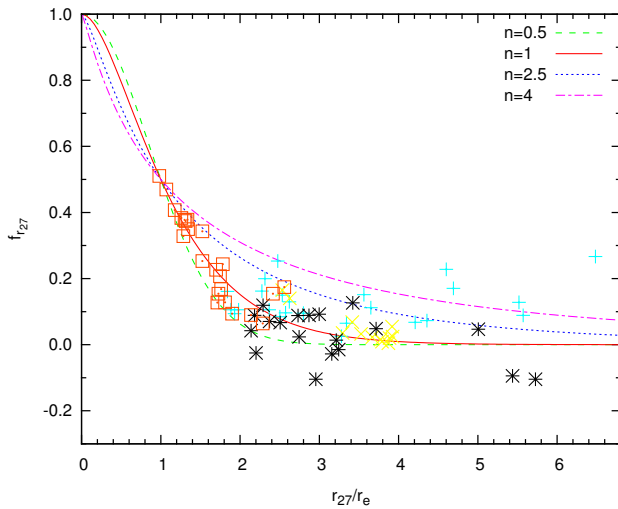
Ley Exponencial (n=1)

$$I(r) = I_0 e^{-\left(\frac{r}{r_0} \right)}$$

Relación brillo superficial - magnitud integrada



Perfil truncado



Cap. 3: Propiedades generales de las galaxias

- 1 Clasificación morfológica
- 2 Clasificación cuantitativa
- 3 Distribuciones espectrales de la emisión de energía
- 4 Distribuciones de brillo superficial
- 5 La corrección K**
- 6 Función de luminosidad

$E(\lambda, t)$: luminosidad monocromática emitida en el marco de referencia de la fuente.

F_{λ_0} : flujo observado dentro de la banda con long. de onda efectiva λ_0 .

t_e : instante en el que se emitió la luz.

t_0 : instante de la observación ($t_0 > t_e$).

$S(\lambda)$: función de transmisión del filtro + detector.

d_L : distancia de luminosidad, depende del modelo de Universo adoptado.

Cap. 3: Propiedades generales de las galaxias

- 1 Clasificación morfológica
- 2 Clasificación cuantitativa
- 3 Distribuciones espectrales de la emisión de energía
- 4 Distribuciones de brillo superficial
- 5 La corrección K
- 6 Función de luminosidad**

Función de Schechter

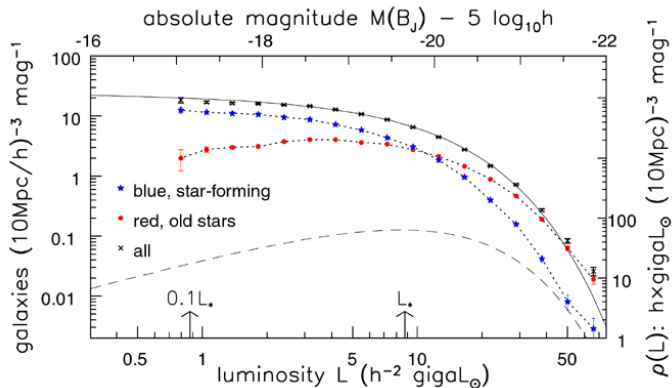


Fig 1.16 'Galaxies in the Universe' Sparke/Gallagher CUP 2007

Bibliografía del capítulo:

- *Galaxies in the Universe: An Introduction*,
Linda S. Sparke & John S. Gallagher III (Cambridge
University Press, 2nd. Edition, 2000).
- *Galactic Astronomy*,
J. Binney & M. Merrifield (Princeton University Press,
1998).
- *Galaxy Morphology*,
Ronald J. Buta, 2011. Planets, Stars, and Stellar Systems,
Vol. 6
- *K and evolutionary corrections from UV to IR*,
Poggianti 1997, A&AS, 122, 399