



# 17

# Galaxias

- 17.1 El Grupo local
- 17.2 Grupos próximos
- 17.3 Cúmulos y supercúmulos
- 17.4 Galaxias con núcleo activo
- 17.5 Formación y evolución

*El Universo es como un desierto. Es una gran burbuja de espacio casi vacío. Imagínese un kilómetro cúbico en un punto de densidad media. La cantidad de materia en un cubo así es tan pequeña que pesaría menos que una de las minúsculas partículas de polvo que vemos sobre una superficie de caoba pulida cuando es iluminada por un rayo de luz solar.*

*Afortunadamente, encontramos oasis en el desierto. Son las islas del cielo profundo llamadas galaxias, cada una de las cuales consiste en miles de millones de estrellas y grandes nebulosas de gas y polvo.*

*Lausten, Madsen, West, Explorando el cielo austral*

En el tema anterior se vio cómo es nuestro oasis, nuestro universo isla, la galaxia de la que formamos parte: la Vía Láctea. En éste vamos a comenzar un viaje intergaláctico, alejándonos poco a poco, para ir conociendo y situando a nuestros vecinos, las otras galaxias que están relativamente cerca. Es fácil darse cuenta así de lo desierto que está el Cosmos. Las distancias entre las galaxias, que aparecen continuamente en este tema, suelen medirse en millones de años luz, unidad abreviada desde ahora como Mal (millones de años luz).

## 17.1 EL GRUPO LOCAL

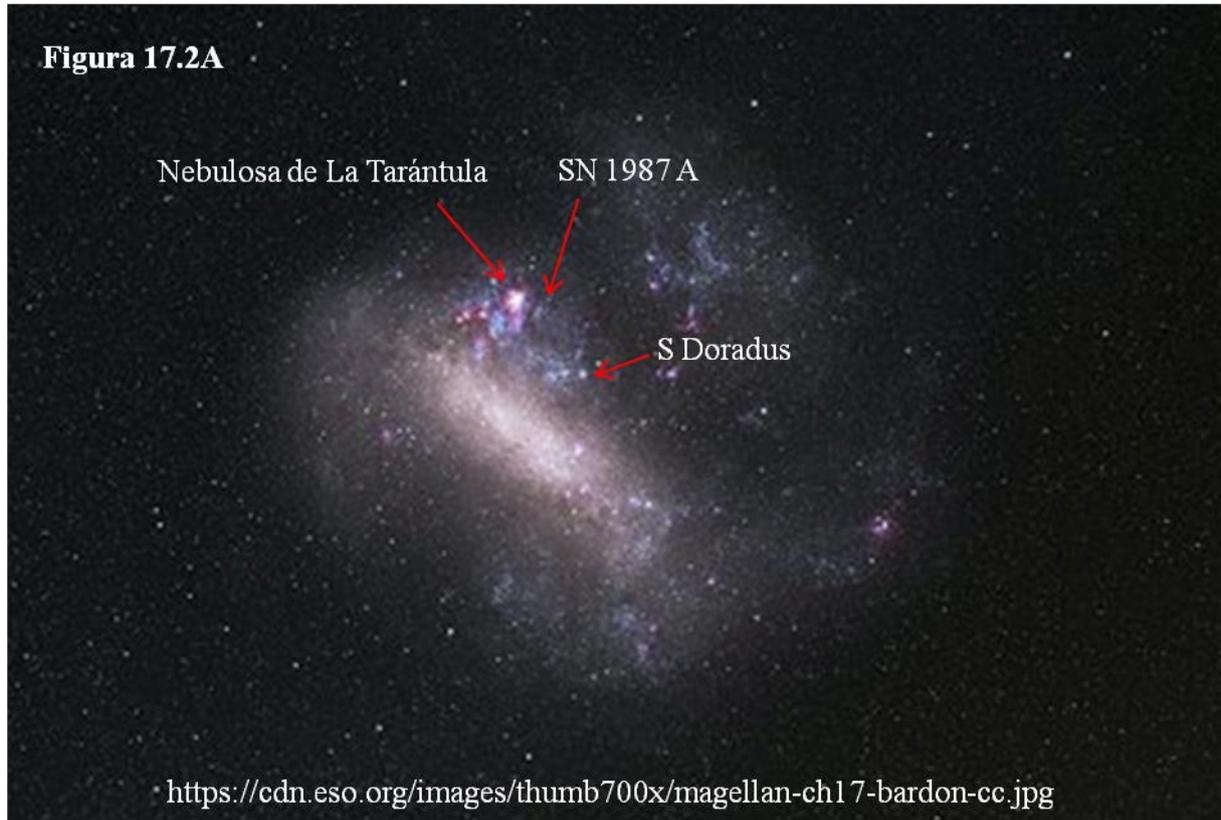
### *Las nubes de Magallanes*

Saliendo de nuestra Vía Láctea, las primeras galaxias con las que nos tropezamos son las Nubes de Magallanes, llamadas así porque los primeros europeos que las describieron fueron los que viajaron con Magallanes y Elcano en la primera circunnavegación de la Tierra, entre 1519 y 1522, aunque ya aparecen citadas en el siglo X por Al Sufi y en 1503 por Americo Vespucio. Son visibles a simple vista, como manchas difusas, pero sólo desde el hemisferio Sur terrestre puesto que están situadas a una declinación muy baja, unos 70° S, (figura 17.1).



La **Gran Nube de Magallanes** (GNM en español o LMC en inglés, *Large Magellanic Cloud*) tiene unos 35.000 años luz de “diámetro” (en realidad no tiene una forma determinada, ni

mucho menos esférica; se la clasificó siempre como Irregular aunque ahora se ha detectado alguna estructura espiral), está situada a 163.000 años luz de la Vía Láctea y su masa es de unos 15.000 millones de soles, es decir bastante más pequeña que la Vía Láctea pero todavía cabe considerarla de cierta envergadura, (figura 17.2A). Contiene numerosos objetos interesantes: la estrella hipergigante azul S Doradus (con una luminosidad un millón de veces la solar), cúmulos abiertos y cerrados, nebulosas, entre las cuales destaca la llamada Nebulosa de la Tarántula, una región de muy activa formación estelar.



En 1987 explotó, en la periferia de la nebulosa de La Tarántula (figura 17.2B), una supernova (SN 1987 A) que fue objeto de estudio y seguimiento al tratarse de la estrella de este tipo más cercana desde la invención del telescopio.

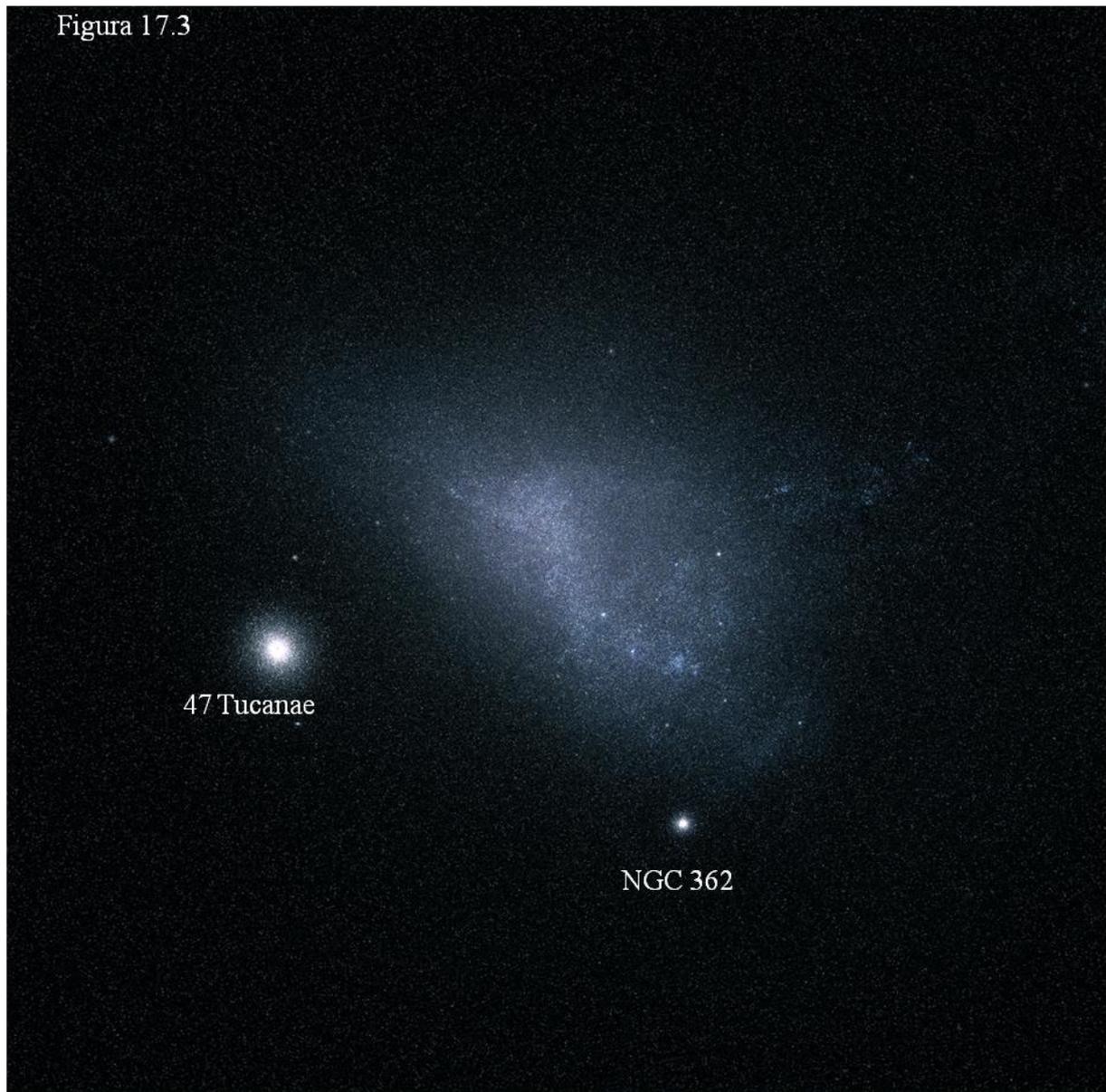


La **Pequeña Nube de Magallanes** (PNM en castellano o SMC del inglés *Small Magellanic Cloud*) es una galaxia irregular (sin forma definida) situada a unos 200.000 años luz y lo

bastante pequeña (su masa es de apenas 2.000 millones de soles) para ser calificada de “enana”.

Estudiando las variables cefeidas de la PNM la astrónoma norteamericana Henrietta Swan Leavitt descubrió en 1912 la relación periodo-luminosidad de este tipo de estrellas, de la máxima importancia (tema 14) para el cálculo de distancias.

En la fotografía se aprecian además dos cúmulos globulares (47 Tucan, uno de los más brillantes, y NGC 362) pertenecientes a la Vía Láctea.



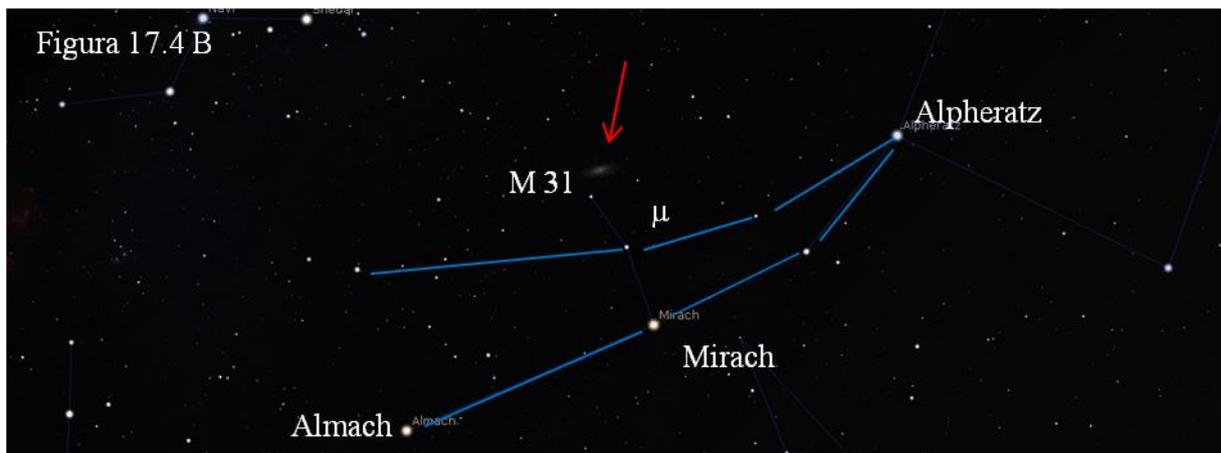
Ambas se consideran satélites de nuestra galaxia, ligadas a ella por la gravedad y seguramente distorsionadas por su cercanía. Se han identificado una decena más de galaxias enanas también satélites de la nuestra.

### *Andrómeda*

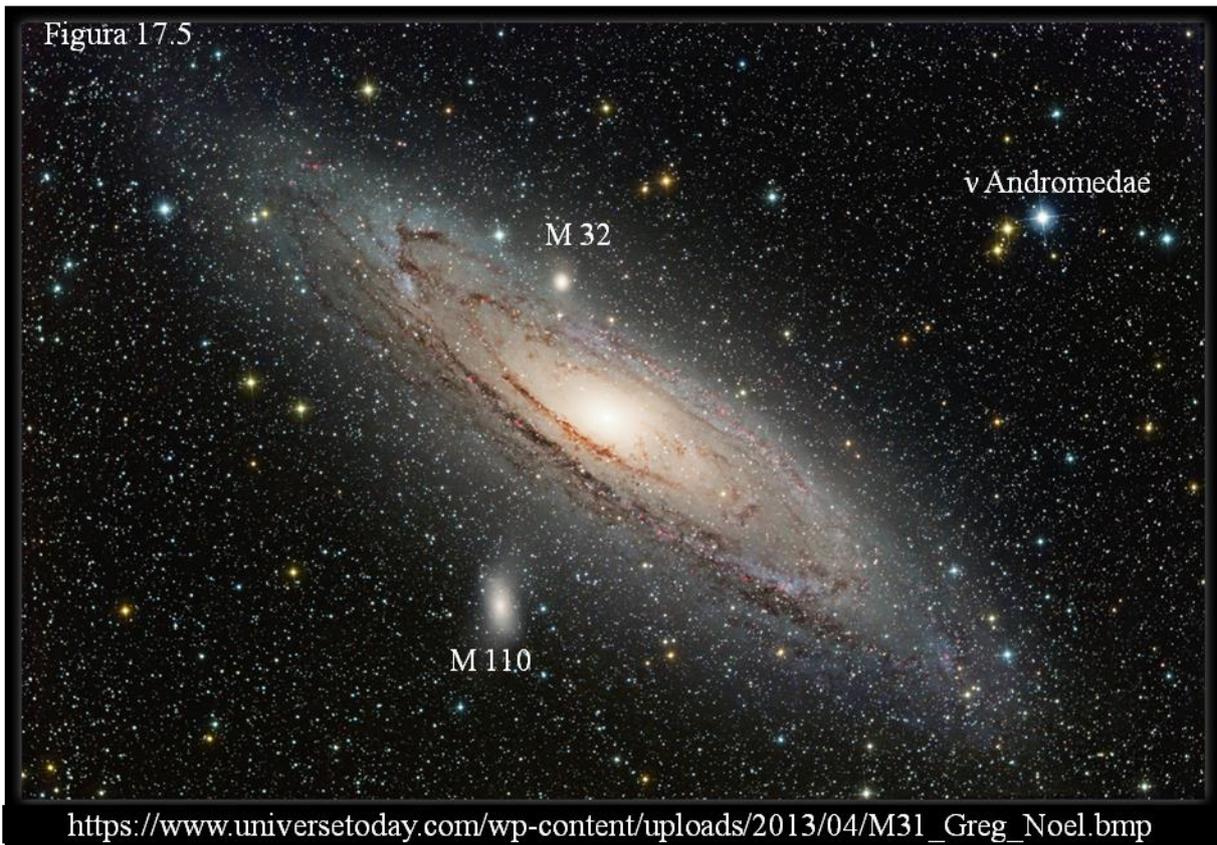
Nuestra siguiente parada en este viaje es ya un hito importante: la **Gran Galaxia de Andrómeda**, la **M 31** del catálogo Messier. Es el objeto más lejano que podemos vislumbrar a simple vista, en la posición que señala la flecha roja en la siguiente figura, y favorita de los aficionados para la observación telescópica.



Si seguimos la alineación que forman las estrellas Mirach y  $\mu$  Andromedae encontraremos en esa dirección la galaxia M 31.



Con los grandes equipos modernos se captan imágenes de una soberbia belleza:

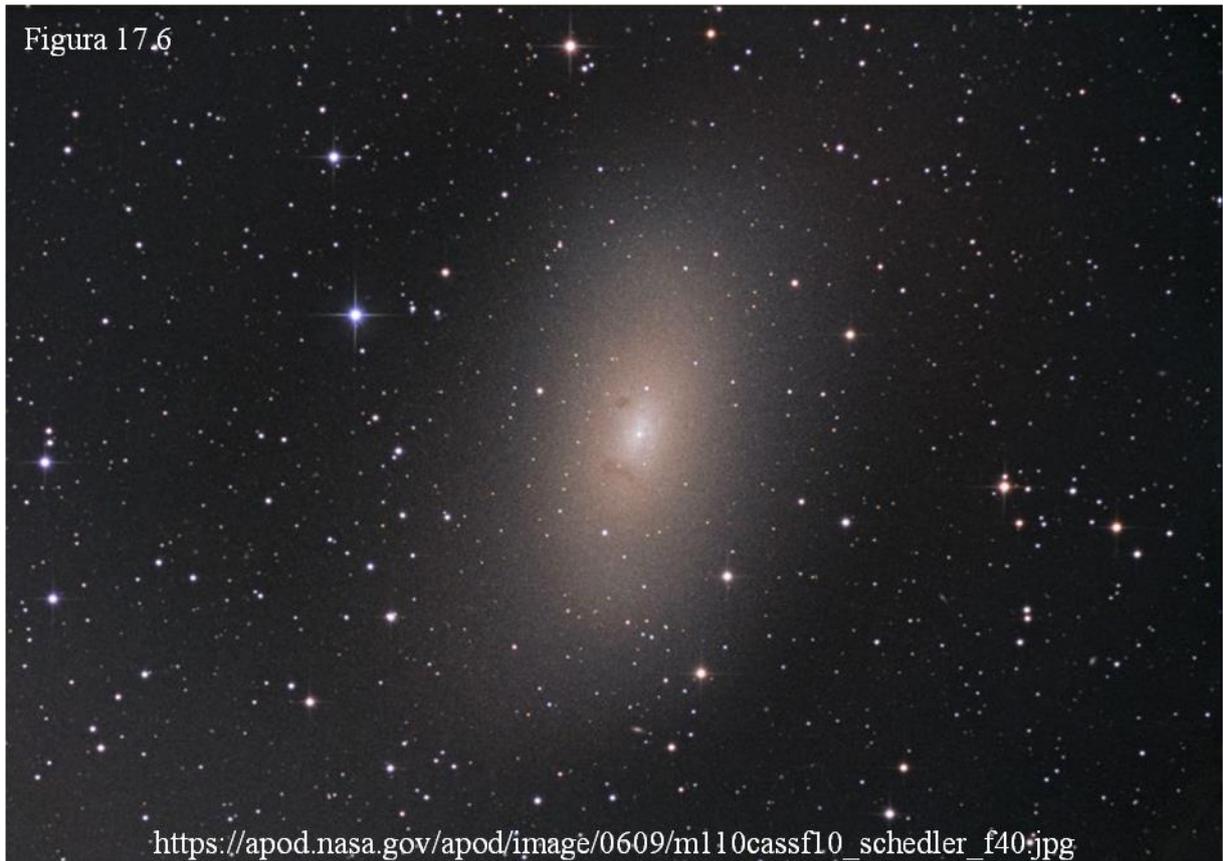


Es una galaxia espiral, pero no la vemos de frente, sino que se nos presenta casi de perfil por lo que no vemos con absoluta claridad esa estructura. El núcleo central manifiesta una tonalidad amarillenta mientras que las zonas exteriores son más azules y están surcadas por bandas oscuras (formadas por nubes de material opaco) que marcan la posición de los brazos espirales. En la fotografía aparecen también dos galaxias satélites (M 32 y M 110) así como la estrella  $\alpha$  Andromedae que nos puede servir para localizar esa débil nube en el cielo nocturno.

La distancia a M 31 centró el debate sobre la existencia o no de otras galaxias, de otros “universos islas”, externos a la Vía Láctea (ver tema 16). En 1920 Heber Curtis defendió que la “nebulosa” de Andrómeda era otro sistema estelar basándose en la magnitud aparente de algunas novas detectadas en ella, que eran significativamente menos brillantes que las observadas dentro de la Vía Láctea lo que implicaría una distancia mucho mayor. Frente a él, Harlow Shapley mantuvo entonces la posición de que Andrómeda era una nebulosa dentro de nuestra galaxia (cuyo tamaño había sobreestimado por lo que pensaba que constituía todo el Universo). La discusión fue zanjada por Edwin Hubble quien en 1925 encontró algunas cefeidas en M 31 confirmando definitivamente que se trataba de otra galaxia independiente y alejada.

Se encuentra a 2,5 millones de años luz (2,5 Mal) y es algo mayor que la Vía Láctea, su diámetro es del orden de 150.000 años luz y su masa visible (sin contar la materia oscura) de unos 150.000 millones de soles. Es una galaxia espiral muy grande, posiblemente porque a lo largo de los tiempos fue absorbiendo e integrando otras más pequeñas y cercanas. Sigue rodeada de varias satélites, como M 110 que tiene forma de esfera muy achatada (elipsoide).

Figura 17.6



La galaxia de Andr6meda y la Vía L6ctea se est6n acercando a la impresionante velocidad de 140 km/s y previsiblemente “chocar6n” dentro de unos 5.000 millones de a6os, aunque desde mucho antes comenzar6n a influirse mutuamente por efecto de su gravedad, deform6ndose notablemente y quiz6 terminen fusion6ndose en una 6nica galaxia gigante (figura 17.7).

Figura 17.7



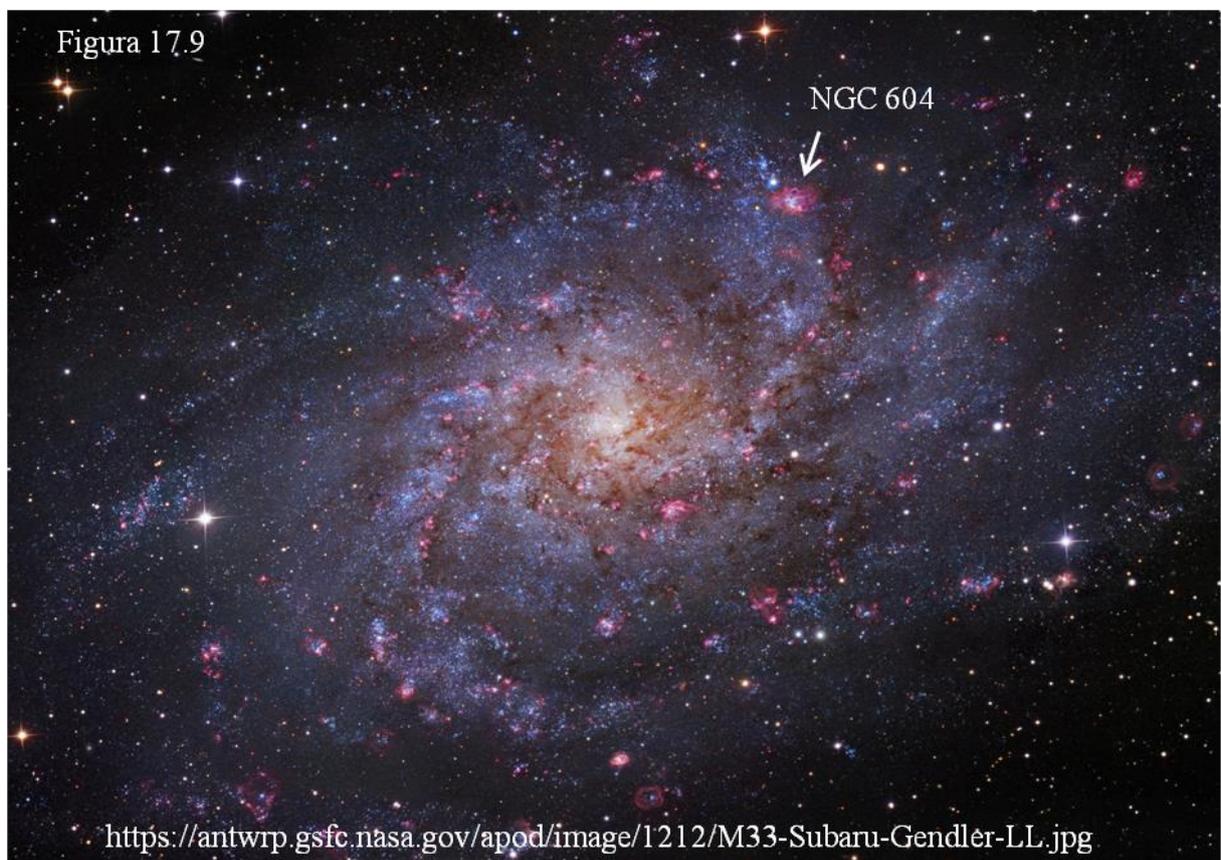
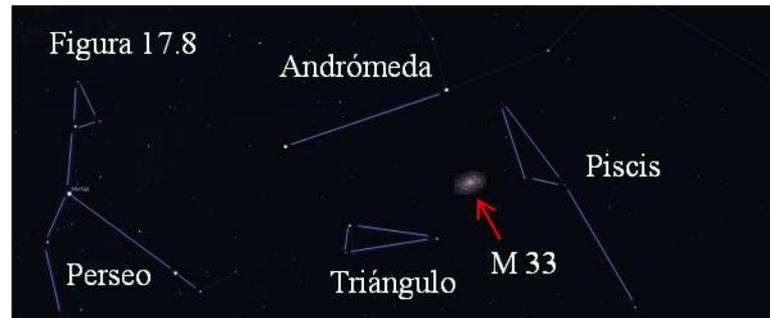
## El Triángulo

Dentro de los límites de la pequeña constelación del Triángulo, cerca de Andrómeda y Piscis, encontramos la tercera galaxia en importancia del Grupo Local: **M 33**, la **galaxia del Triángulo**.

La flecha de la figura 17.8 indica su posición en el cielo. Esta sí que la vemos casi cenitalmente y podemos observar sin ambigüedad su forma espiral, con sus brazos en torno al pequeño núcleo central, no muy “apretados” sino muy abiertos. De nuevo vemos una cierta

coloración amarilla o rojiza en el centro y una tonalidad azulada en los brazos que están cuajados de pequeñas manchas rosadas. En particular destaca una, NGC 604, que es una nebulosa en la que están naciendo nuevas estrellas muy calientes que emiten gran cantidad de energía en el rango del ultravioleta de forma que ionizan el hidrógeno de la nebulosa, dándoles esa característica tonalidad rosada; se llaman regiones H II. Otras similares son la nebulosa de Orión (M 42, dentro de nuestra galaxia) y la de La Tarántula (en la GNM). En M 33 éstas son muy abundantes lo que indica una elevada tasa de formación de nuevos soles (figura 17.9).

La galaxia del Triángulo es grande, pero no llega al tamaño de la Vía Láctea o de Andrómeda. Situada a 2,8 Mal de nosotros, tiene un diámetro de 50.000 años luz (la mitad que la Vía Láctea) pero su masa es “solo” de unos 25.000 millones de soles.



<https://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/image/1212/M33-Subaru-Gendler-LL.jpg>

## El Grupo Local

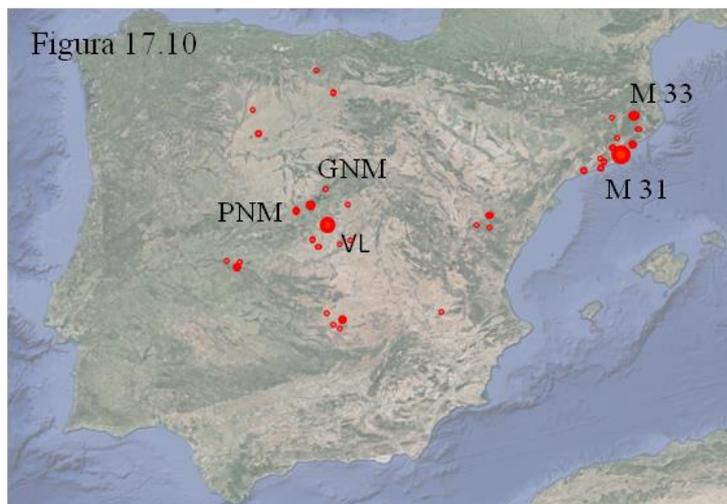
Además de las vistas hasta ahora, en nuestras inmediaciones (hasta una distancia de unos 5 Mal) existen otras 30 galaxias, la mayoría enanas y por lo general cobijadas bajo la “protección” de alguna de las dos gigantes del grupo: Andrómeda y la Vía Láctea.

Siguiendo la comparación que identifica la Vía Láctea con la ciudad de Madrid (tema 16) vamos a ver cómo podrían quedar situados los diversos miembros del Grupo Local. Recordemos que la escala utilizada era: 50.000 años luz en la realidad (el radio de nuestra galaxia) correspondían en el modelo a 10 km (el “radio” supuesto para Madrid) y siguiendo la misma escala 200 km corresponden a un millón de años-luz. Las principales galaxias del Grupo Local resultarían así a estas distancias del centro de Madrid, asimismo podríamos hacernos una idea del tamaño que tendrían en el modelo

Galaxia	Distancia Real (a.l.)	Distancia Modelo (km)	Ciudad	Número de habitantes
Vía Láctea	0	0	Madrid	3.000.000
M 31	$2,5 \cdot 10^6$	500 km		5.000.000
M 33	$2,8 \cdot 10^6$	560 km		600.000
GNM	163.000	32 km		250.000
PNM	200.000	40 km		40.000

Del tamaño de la Pequeña

Nube de Magallanes hay en el Grupo Local otras 5 galaxias y luego nos quedan otras 25 galaxias enanas, que corresponderían a pequeños núcleos urbanos de menos de 10.000 habitantes. Si llevamos todos estos datos a un mapa de la península Ibérica, nos podría quedar según indica la figura 17.10



Atenas!, y entre medias no habría nada.

Hay dos grandes urbes, otras dos ciudades importantes y luego 5 pequeñas capitales (de unos 40.000 habitantes) y otras 25 poblaciones menores, muchas de ellas cercanas a las dos grandes aglomeraciones. El resto estaría completamente deshabitado. No hay ninguna galaxia comparable a Lisboa, Sevilla, Valencia, Málaga o Bilbao: nada, todo vacío. Y si seguimos alejándonos, la próxima galaxia ya está a 10 Mal, es decir, a 2.000 km y se situaría más o menos, ¡en

### Ejercicio 17.1

¿Qué ciudades podrían corresponder, aproximadamente, por su situación y tamaño, a las demás galaxias? Completa este cuadro

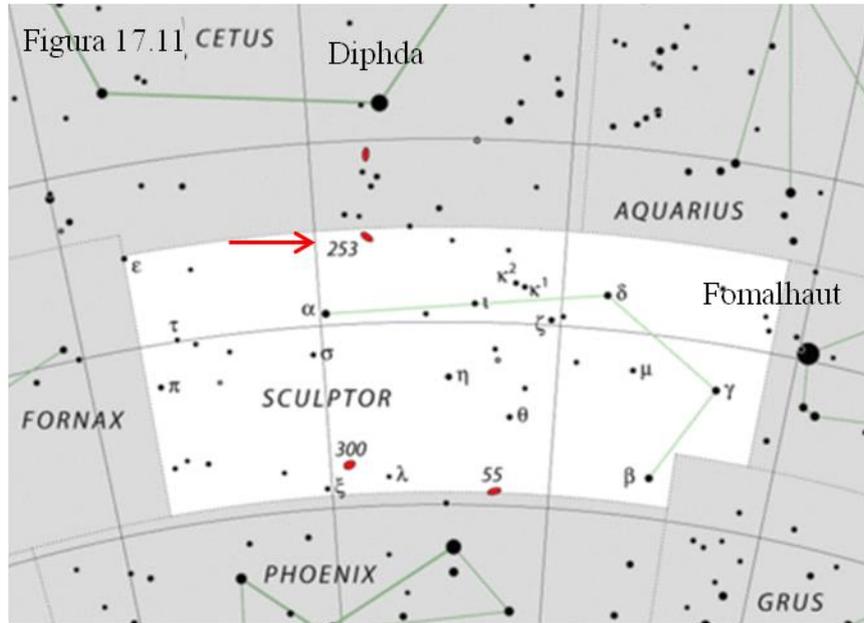
Haz clic [aquí](#) para ver la solución

Galaxia	Ciudad
Vía Láctea	Madrid
M 31	
M 33	
GNM	
PNM	

## 17.2 GRUPOS PRÓXIMOS

### *Sculptor*

En esta constelación (situada muy al Sur y por tanto visible desde nuestras latitudes solo en cortas temporadas, específicamente en otoño, y siempre bastante baja sobre el horizonte) se sitúa un grupo de galaxias semejante al Local: el grupo de Sculptor, el más cercano al nuestro (figura 17.11).



Su miembro más destacado es **NGC 253**, también conocida como “la moneda de plata”, quizá por su tono tan azulado. Situada a 11 Mal se nos presenta casi de canto, aunque se pueden apreciar las nubes oscuras que surcan todo su disco. Su tamaño (90.000 al de diámetro) es del mismo orden que el de la Vía Láctea aunque es más luminosa. Las siglas NGC provienen del *New General Catalog*, una compilación de objetos realizada por J. L. E. Dreyer en 1888 (figura 17.12)



## Osa Mayor

En las inmediaciones de la Osa Mayor encontramos otros grupos de galaxias de los más próximos y más fácilmente observables, favoritas de los aficionados (señaladas como pequeñas elipses rojas en la figura 17.13). Se ven mejor cuando la Osa Mayor esté lo más alta posible (primavera).



Esta pareja de compañeras son **M 81** (a la derecha en la figura 17.14) y **M 82**. M 81 es una espiral en la que el bulbo central amarillento es muy grande, mientras que los brazos no tienen un desarrollo excesivo y aparecen muy próximos, apretados hacia el núcleo. Similar a la Vía Láctea en tamaño (diámetro 95.000 a.l.) está a 12 Mal. En cambio, su vecina M 82 se nos presenta de canto, no tiene una forma definida y en su centro se observan unos filamentos rojizos que salen de ella. La distancia entre ambas es sólo de 150.000 a.l. y son las más destacadas de un grupo de galaxias algo más poblado que el nuestro.



Un poco más lejos encontramos por la misma zona **M 101** que es una hermosa espiral a 21 Mal, algo más grande que la nuestra (170.000 al de diámetro) con las habituales tonalidades amarillenta en el núcleo (bastante pequeño) y azulada en los brazos que manifiestan una notable asimetría (la parte de la derecha en esta imagen está mucho más desarrollada que la izquierda). Es la más importante de un pequeño grupo (figura 17.15).

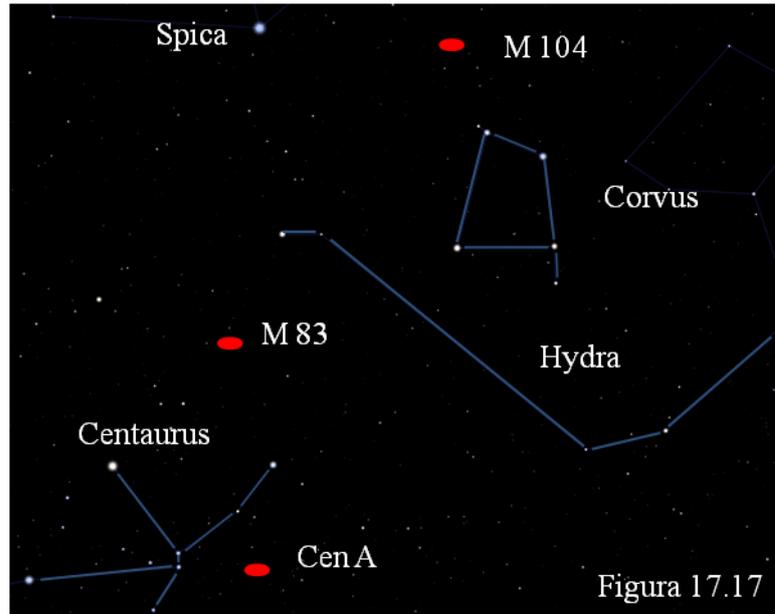


Otra de las más famosas es **M 51**, la **galaxia del Remolino**, a 23 Mal, que fue la primera en la que se apreció con claridad la estructura espiral (Lord Rosse, en 1845, con el entonces mayor telescopio del mundo de 1,8 m de diámetro). En esta fantástica fotografía del telescopio espacial Hubble destacan sus dos brazos perfectamente delineados, cuajados de regiones H II (manchas rosas) y de oscuras nubes de polvo que abrazan un núcleo relativamente pequeño. El brazo de arriba enlaza con otra galaxia menor lo que deja claro que ambas están interactuando (figura 17.16).



## Muy al Sur

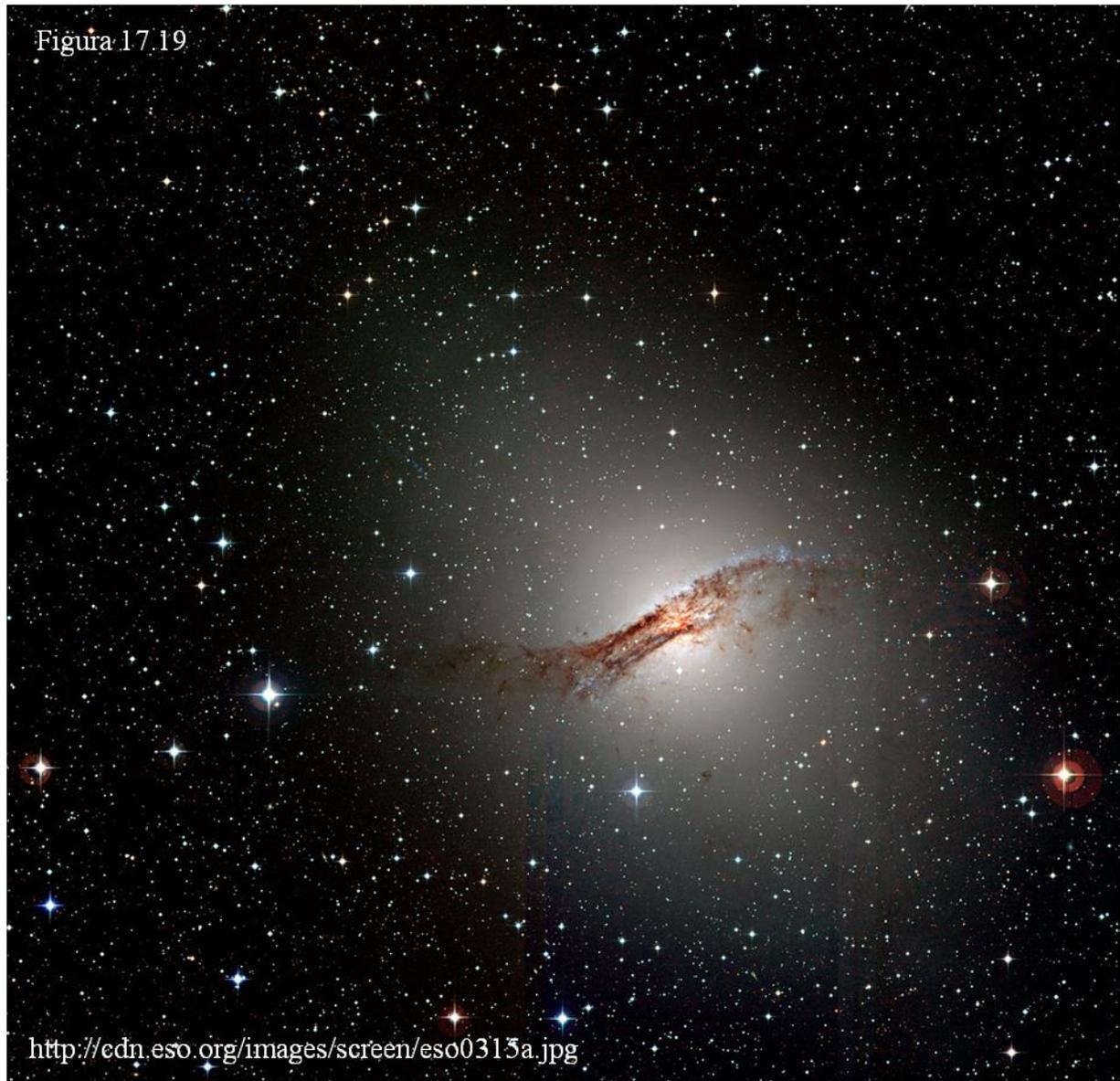
En las constelaciones de Hydra y Centaurus se sitúa otro grupo vecino, nombrado por sus dos principales galaxias M 83 y Centaurus A, situadas a unos 15 Mal. Su posición hace que sea difícil observarlas desde España. La mejor época es primavera, aunque se van a elevar poco por encima del horizonte Sur. Fuera de ese grupo, pero localizable en el mismo mapa, podemos encontrar otra belleza, la M 104.



**M 83** tiene del orden de 50.000 a.l. de diámetro y su estructura espiral es clarísima con los brazos plagados de brillantes regiones H II. El núcleo, más bien pequeño, parece algo alargado de forma que los brazos arrancan casi desde el mismo centro no como en M 51, por ejemplo. Es considerada por eso una espiral barrada (figura 17.18)



Nuestro desfile de modelos encuentra ahora una rareza, la galaxia NGC 5128 o **Centaurus A**, así llamada por ser una potente fuente de emisión de ondas radio. La fotografía es sorprendente: una elipse blanquecina con una mancha oscura que parece atravesarla. Se sospecha que estamos viendo una colisión: la zona blanca es una galaxia elíptica, pero está “tragándose” a otra galaxia espiral, visible por las oscuras nubes de gas y polvo del centro de la imagen. Sus dimensiones son de 100.000x80.000 a.l. (figura 17.19).



Por la misma zona del cielo, en la constelación de Virgo, casi en la frontera con Cuervo, nos tropezamos con la famosa **M 104**, conocida como la **galaxia del Sombrero** por su aspecto. Se trata de una espiral vista prácticamente de canto destacando notablemente las amplias bandas oscuras en el borde del disco, así como el enorme halo central que se extiende arriba y abajo y que le da ese aspecto de “platillo volante”. Está más lejos, a 30 Mal y su diámetro es de unos 80.000 a.l. (figura 17.20)



Este esquema, centrado en la Vía Láctea (VL), nos permite hacernos una idea de cómo están situadas nuestras vecinas:

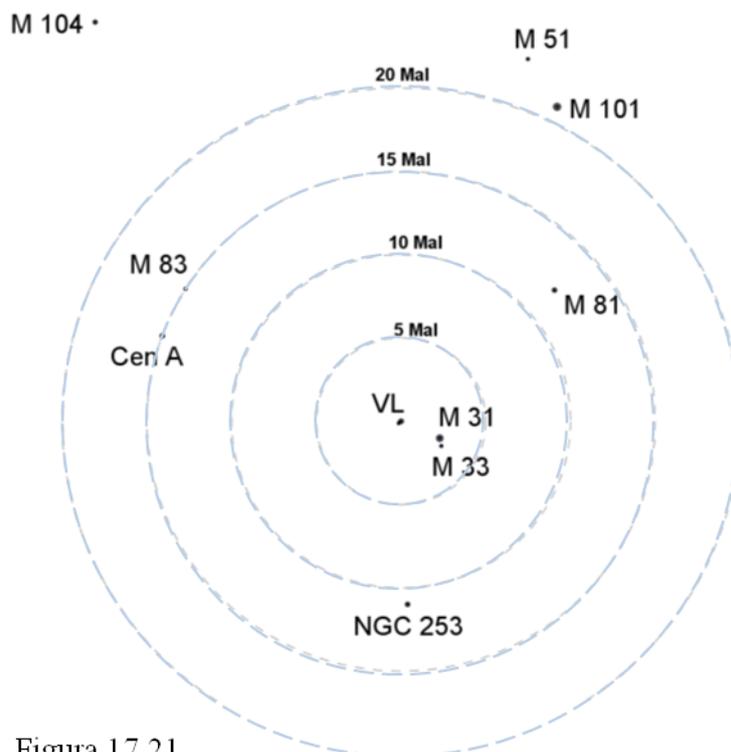
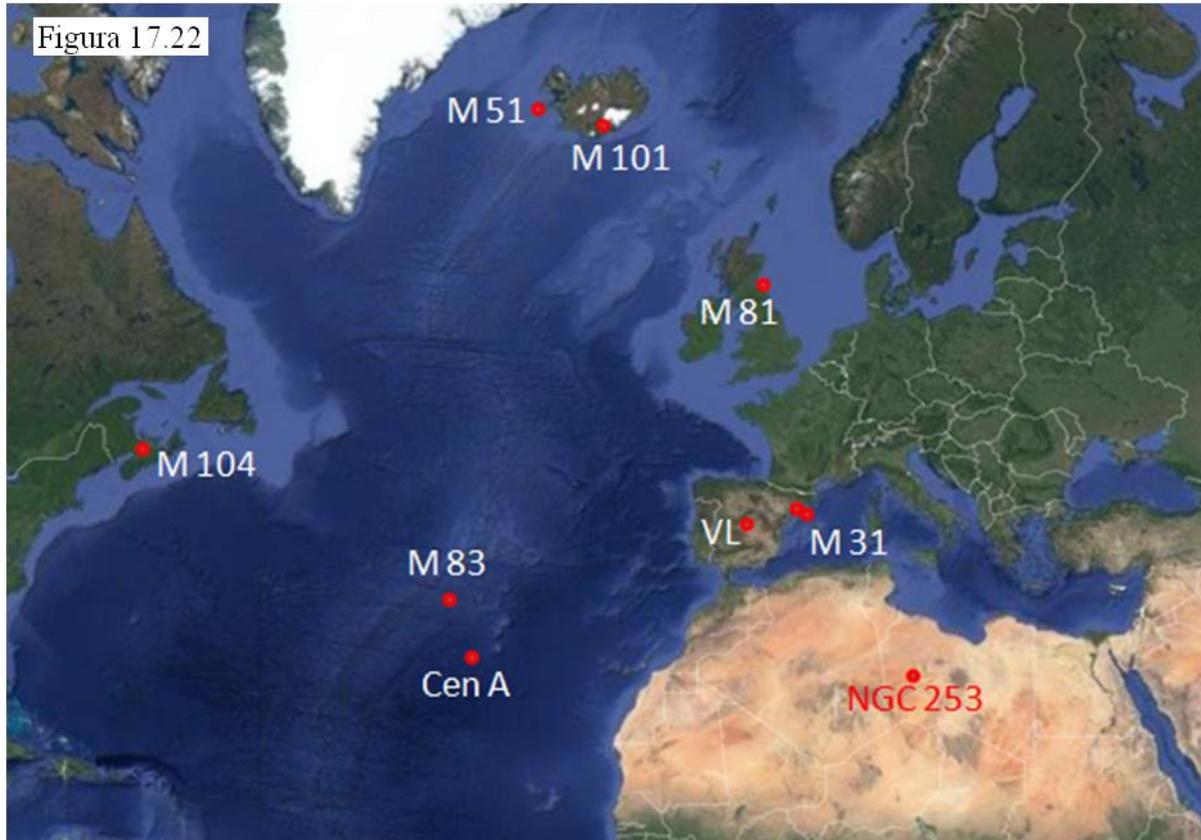


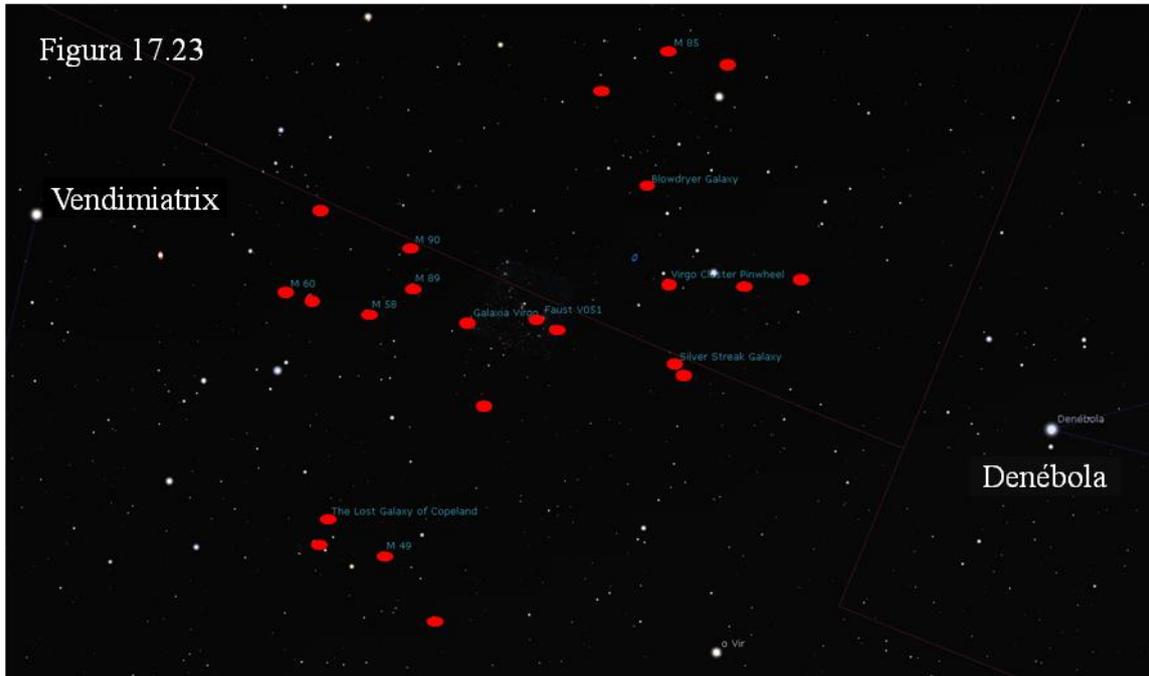
Figura 17.21

Siguiendo con el mismo modelo a escala y manteniendo la situación de Madrid – Vía Láctea y Barcelona – Andrómeda, estos grupos vecinos quedarían así: el más cercano, el de Sculptor, estaría en el interior de Libia, M 81 aproximadamente en Edimburgo, M 101 y M 51 en Islandia, M 83 y Cen A en mitad del Atlántico y M 104 en el extremo Este de Canadá (figura 17.22)



## 17.3 CÚMULOS Y SUPERCÚMULOS

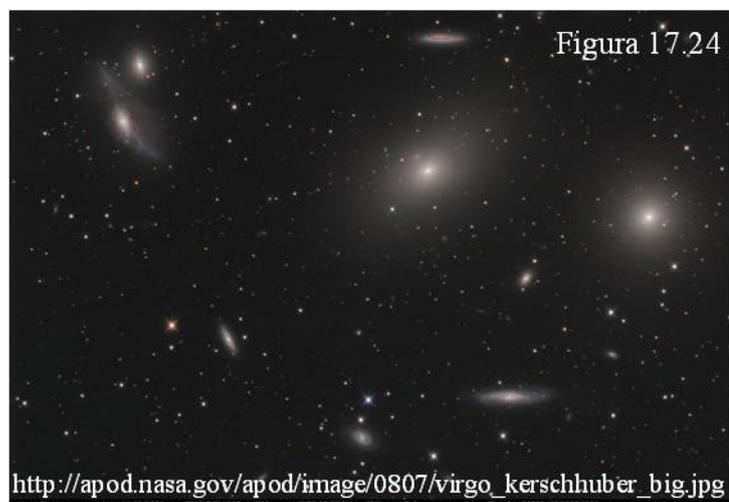
Hasta ahora, en este viaje cósmico que hemos emprendido, nos hemos ido topando con otros grupos de galaxias similares al Grupo Local, cada uno formado por unas pocas galaxias importantes (del estilo de la nuestra) que suelen ir acompañadas por algunas decenas de otras mucho más pequeñas. Ha llegado el momento de presentar la primera gran aglomeración de nuestro entorno.



### ➤ El cúmulo de Virgo

Este mapa de la figura 17.23 recoge la porción de la esfera celeste en la frontera entre las constelaciones de Virgo y Leo. A la derecha está Denebola ( $\beta$  Leonis) y a la izquierda Vendimiatrix ( $\epsilon$  Virginis). Además de otras estrellas, aparecen representadas (mediante pequeñas elipses rojas) las posiciones de galaxias grandes y brillantes: hay nada menos que 23, en un espacio bastante pequeño. En ningún otro lugar se da esta circunstancia, esta densidad. Recorriendo esta zona con un telescopio mediano lo normal es tropezarse continuamente con alguna que otra galaxia: es el **Cúmulo de Virgo**.

En una esfera de unos 7 Mal de radio hay un gran grupo de galaxias, cerca de 1.500, muchas tan masivas como la Vía Láctea y algunas gigantescas. Cualquier fotografía de algún rincón de esta zona está plagada de “universos islas” (figura 17.24)



La galaxia de mayor brillo aparente del cúmulo de Virgo es la **M 49**, una elíptica gigante de 150.000 a.l. de diámetro que tiene una coloración amarillenta y un núcleo con intenso brillo, su distancia es de 56 Mal (figura 17.25).

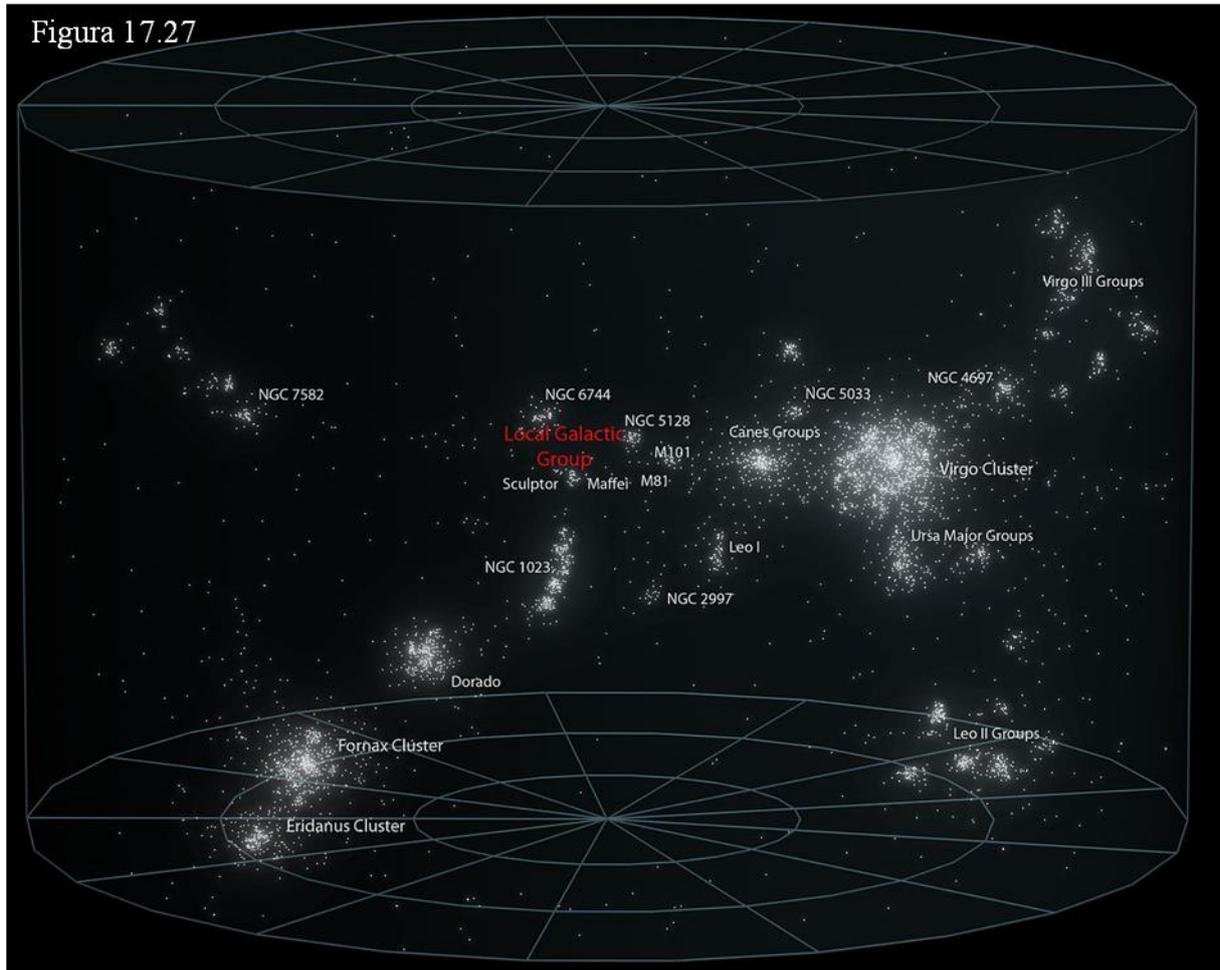


La segunda en brillo aparente, pero la más interesante, es **M 87** otra galaxia casi esférica que tiene un aspecto muy uniforme, sin rastros de nubes oscuras de polvo ni regiones H II; el brillo es muy intenso en el núcleo y se va difuminando conforme nos alejamos de él. Está a 53 Mal y tiene un diámetro de 250.000 a.l., pero lo más destacado es un chorro que parece surgir de su centro lo que hace suponer la existencia allí de alguna fuente energética muy potente. Es una de las más masivas galaxias conocida (figura 17.26)



## Estructuras a gran escala

El cúmulo de Virgo dista de nosotros entre 50 y 60 Mal y es el conjunto central de una estructura aún más grande que consta de unos 100 grupos de galaxias (entre ellos el nuestro): el **supercúmulo de Virgo** o Local. Parece tener una geometría bastante horizontal disponiéndose la mayoría de sus grupos y cúmulos en o muy cerca de un mismo plano, el llamado plano supergaláctico. Podría contener del orden de 10.000 galaxias en un espacio parecido a una hoja o un disco de unos 100 Mal de extremo a extremo y una altura o grosor de solo 10 Mal. La figura 17.27 representa a escala este supercúmulo.



[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/27/Superc%C3%BAmulo\\_de\\_Virgo.jpg/1280px-Superc%C3%BAmulo\\_de\\_Virgo.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/27/Superc%C3%BAmulo_de_Virgo.jpg/1280px-Superc%C3%BAmulo_de_Virgo.jpg)

## Clasificación de las galaxias



Hemos ido viendo unas cuantas fotografías de algunas de las galaxias más cercanas. Es momento de intentar poner un poco de orden y sistematizar lo observado. La clasificación que se sigue utilizando es la que hizo Edwin Hubble, (figura 17.28), en 1926 basada en el aspecto visual que nos ofrecen las galaxias.

Hay cuatro grupos: las elípticas, las espirales normales, las espirales barradas y las irregulares. Ya hemos visto algunas de cada tipo.

Hubble las dispuso en un esquema como éste, denominado “**diapasón**” de Hubble por su parecido con este instrumento (figura 17.29).



[http://naasbeginners.co.uk/AbsoluteBeginners/Galaxies\\_files/image001.jpg](http://naasbeginners.co.uk/AbsoluteBeginners/Galaxies_files/image001.jpg)

Las **elípticas** (E) parecen de forma esférica o de esfera achatada (elipsoide) y se les añade un número que indica su grado de achatamiento. Las E0 son prácticamente esféricas y las E7 son las más achatadas. Suelen tener una coloración amarillenta que se debe a la abundancia de estrellas viejas (de Población II), relativamente frías, de las clases espectrales K o M que emiten mayormente en tonalidades rojizas. No presentan ninguna otra estructura, sino que son muy uniformes, con un brillo que disminuye desde el centro hacia el exterior. Pueden ser de tamaños muy variados, desde enanas hasta gigantes y son más abundantes dentro de los cúmulos.

Las **espirales** (S, del inglés *spiral*) ofrecen una estructura bien diferenciada, con un núcleo amarillento (de nuevo porque las estrellas allí suelen ser viejas y rojizas) y unos brazos con forma de espiral que rodean al núcleo y que están muy señalados por su tonalidad azulada debida ahora a la abundancia allí de estrellas jóvenes, calientes, de las clases espectrales O, B, cuyo pico de radiación se sitúa en el azul. Estas estrellas ionizan el gas que las rodea haciéndolo fluorescer en las nebulosas de emisión llamadas regiones H II, de característico color rosado. Otro elemento destacado en los brazos es la existencia allí de zonas oscuras, formadas por nebulosas densas de gas y polvo. Todo ello nos indica que en los brazos sigue habiendo abundante gas en forma de nebulosas donde podrían seguir naciendo nuevas estrellas. No hay muchas galaxias espirales en los densos centros de los cúmulos galácticos, pero predominan en los grupos más dispersos y son por lo general de tamaño mediano y grande.

Si el núcleo, en vez de ser redondeado como en las espirales normales, tiene una forma más alargada (como una barra), pues clasificaríamos esa galaxia como **espiral barrada** (SB). Todas las espirales (normales y barradas) se subdividen en tres clases en función del tamaño relativo del bulbo central y del diferente arrollamiento de los brazos.

Las Sa (o las SBa) muestran un núcleo proporcionalmente grande y unos brazos muy apretados en torno al bulbo central, casi sin separación entre ellos. En las Sb (o las SBb) el núcleo no es tan destacado y los brazos se desenvuelven algo más, se separan más del bulbo central. Por último, las Sc o SBc tienen un núcleo reducido y los brazos aparecen más separados, con mucho espacio entre ellos.

Hay un tipo específico de galaxias intermedio entre las elípticas y las espirales, el denominado S0, o galaxias **lenticulares**. Tienen apariencia de disco (como las espirales) con un bulbo central, pero no hay atisbo de brazos; las estrellas parecen repartirse en el disco de manera uniforme. Es como una galaxia elíptica pero achatada al máximo.

Finalmente, las que no presentan una estructura clara son arrojadas a ese cajón de sastre que constituye el último grupo: las **irregulares** (Irr). Suelen ser más bien pequeñas y en ellas parecen abundar las estrellas jóvenes y las regiones H II.

Toda esta información sobre las características de los diferentes tipos de galaxias se recoge en la siguiente tabla:

	<b>E</b>	<b>S0</b>	<b>Sa SBa</b>	<b>Sb SBb</b>	<b>Sc SBc</b>	<b>Irregulares</b>
<b>Bulbo</b>	todo	más disco	grande	mediano	pequeño	no hay
<b>Brazos</b>	no hay	no hay	difusos cerrados	marcados	dominan abiertos	trazas
<b>Estrellas</b>	viejas	viejas	algunas jóvenes	bastante jóvenes	muchas jóvenes	dominan las jóvenes
<b>Gas</b>	trazas	trazas	1 %	2-5 %	5-10 %	10-50 %
<b>Región H II</b>	no hay	no hay	trazas	algunas	muchas	dominan
<b>Rotación</b>	aleatoria		alrededor del núcleo, en el plano del disco			
			lenta	moderada	rápida	
<b>Situación</b>	en cúmulos		en grupos pequeños			

## Ejercicio 17.2

Clasifica las siguientes galaxias. Rellena la tabla indicando el tipo a qué corresponde cada una de ellas. Posteriormente haz clic [aquí](#) para ver la solución

M 32	
NGC 1365	
NGC 1427 A	
NGC 3344	
NGC 524	



Las del ejercicio anterior son ejemplos muy definidos y no es difícil catalogarlas conforme a la organización que hizo Hubble. Sin embargo, en demasiados casos influye notablemente el ángulo de visión que nos ofrezca una galaxia, haciendo ardua la tarea de elegir, por ejemplo, entre una Sb o una Sc si la vemos muy de canto, como Andrómeda. ¿Cómo están de abiertos los brazos, que no se distinguen con claridad? Los expertos le otorgan el distintivo Sb. Además, no se tienen en cuenta propiedades físicas, sino exclusivamente el aspecto aparente. Por eso está siendo cuestionada, aunque la tradición hace que siga siendo ampliamente utilizada.

### Ejercicio 17.3

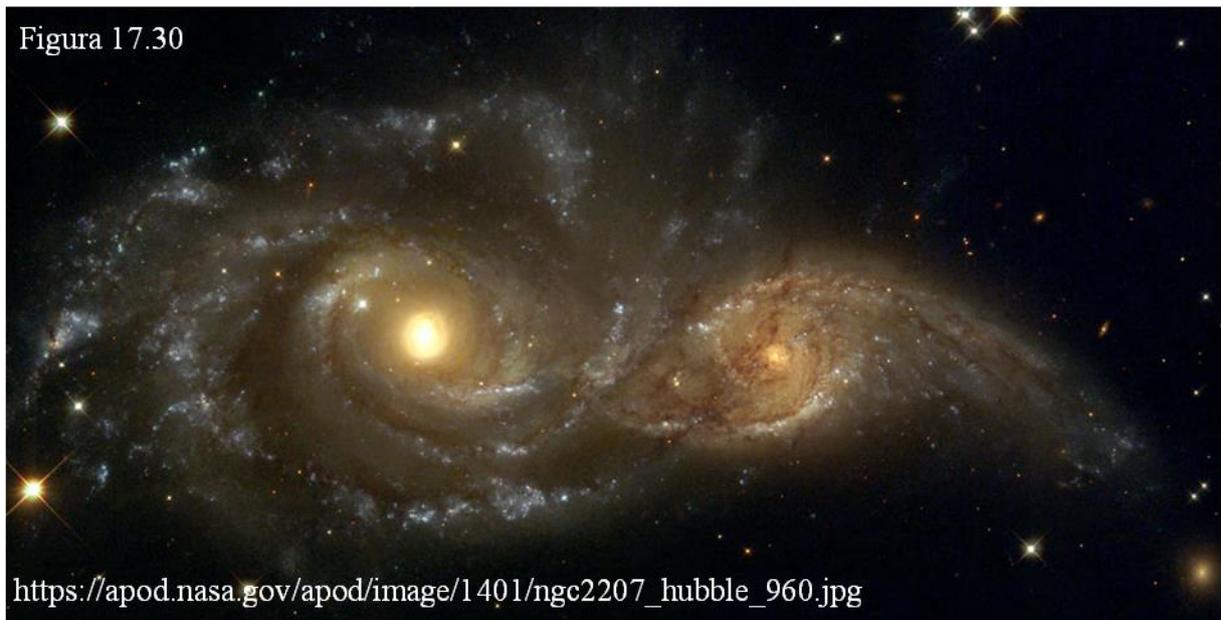
Clasifica todas las galaxias vistas en este tema. Para ello rellena la tabla siguiente:

<i>PNM</i>		<i>M 101</i>		<i>NGC 253</i>	
<i>GNM</i>		<i>M 51</i>		<i>M 104</i>	
<i>M 31</i>		<i>M 83</i>		<i>M 49</i>	
<i>M 110</i>		<i>Centaurus A</i>		<i>M 87</i>	

Haz clic [aquí](#) para ver la solución

### Colisiones

No es nada raro encontrar en el cielo galaxias que están muy próximas (como las Nubes de Magallanes y la Vía Láctea) o incluso en pleno contacto (como Centaurus A). De nuevo las imágenes tomadas por los grandes telescopios pueden ser espectaculares: estas dos galaxias espirales NGC 2207 (izquierda) e IC 2163 en la constelación de Can Mayor están literalmente tocándose (figura 17.30).



Así pues, las colisiones entre dos galaxias parecen ser bastante frecuentes y tienen un papel importante en la evolución de las mismas. Y, ¿qué es lo que ocurre en tales acercamientos? ¿Chocan las estrellas entre sí como bolas de billar saliendo despedidas en todas direcciones? Pues no es así, las estrellas son demasiado pequeñas y excesivamente distantes entre sí para que esto pueda suceder.

## Ampliación: choques galácticos

¿Cómo puede ocurrir que los choques galácticos sean frecuentes? ¿No hemos insistido en lo vacío que está el Universo? En realidad, es bastante lógico que esto suceda con facilidad. Intentemos imaginar dos galaxias medias (del tamaño de la nuestra, 100.000 al de diámetro) situadas a una distancia también media. Esto último es más difícil de precisar, pero asumamos que es de 2 Mal. Esa distancia es 20 veces mayor que el diámetro de cada galaxia.

Sería como tener dos platos soperos de 20 cm de diámetro separados entre sí por una distancia de  $20 \times 20 = 400$  cm = 4 m. Si los dejamos flotando libres en una habitación pues no será fácil que acaben chocando (aunque tampoco imposible) si se mueven al azar. Pero las galaxias no se desplazan libremente sino sometidas a la atracción gravitatoria: son masas enormes cada una tirando de la otra hacia ella. Por eso no es tan raro que acaben colisionando, máxime en las zonas de mayor densidad en los centros de cúmulos donde las distancias “típicas” pueden ser bastante menores.

Hagamos otra analogía para entender por qué, en cambio, las estrellas no chocan: supongamos de nuevo dos estrellas medias (como el Sol que tiene un diámetro de 1.400.000 km) situadas en un brazo galáctico. La distancia “típica” entre ellas pongamos que es de 1 año luz (esto es bastante poco; recuerda que la estrella más próxima a nosotros es  $\alpha$  Centauri que está a 4,3 a.l.). Hagamos un poco de cuentas. ¿Cuántas veces mayor es la distancia que las separa con respecto a su tamaño?

Como la luz recorre 300.000 km en 1 segundo, resulta que en un año recorrerá

$$1 \text{ a.l.} = 300.000 \text{ km} \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365 = 9,46 \cdot 10^{12} \text{ km}$$

Dividamos:  $9,46 \cdot 10^{12} \text{ km} / 1,4 \cdot 10^6 = 6,75 \cdot 10^6$

La distancia entre esas dos estrellas (1 año luz) es casi siete millones de veces mayor que su diámetro. Sería ahora como tener dos garbanzos (cada uno de 1 cm de diámetro) separados entre sí por una distancia igual a  $6,75 \cdot 10^6 \text{ cm} = 6,75 \cdot 10^4 \text{ m} = 67.500 \text{ m} = 67,5 \text{ km}$ .

Obviamente si dejamos dos garbanzos separados por 67,5 km que se muevan, sería un verdadero premio gordo de la lotería que acabaran haciendo diana.

Las estrellas dentro de una galaxia están organizadas y se mueven acompasadamente. Toda la galaxia conforma una unidad gobernada por la atracción gravitatoria de todas sus masas (estrellas, nubes, materia oscura). Pero si dos galaxias se aproximan lo suficiente se producirán tirones gravitatorios de la una en la otra que las deformarán (como las mareas de la Tierra provocadas por la Luna) hasta dislocarlas de tal modo que muchas estrellas saldrán despedidas formando corrientes (colas) que se alejan de su posición inicial. Las nubes de gas sí que chocarán y se comprimirán dando lugar a zonas más densas donde comenzarán a fabricarse nuevos soles y donde aparecerán regiones oscuras donde se acumula el polvo. Posiblemente, tras atravesarse la una a la otra, prosigan su camino pero frenándose y volviendo hacia atrás para colisionar de nuevo y acabar formando un único objeto gigante.

Estos procesos se pueden estudiar con ayuda de grandes ordenadores. El resultado puede ser un acto de canibalismo (si una galaxia es mucho más grande que la otra, simplemente se la “traga”, incorpora una parte de la pequeña y otra es desparramada), o bien una fusión, quizá con la creación de una galaxia elíptica gigante a partir de dos espirales.

Algunos ejemplos de simulaciones de este canibalismo galáctico los puedes encontrar en las webs de la figura 17.31.

**Figura 17.31 A**



**Figura 17.31 B**



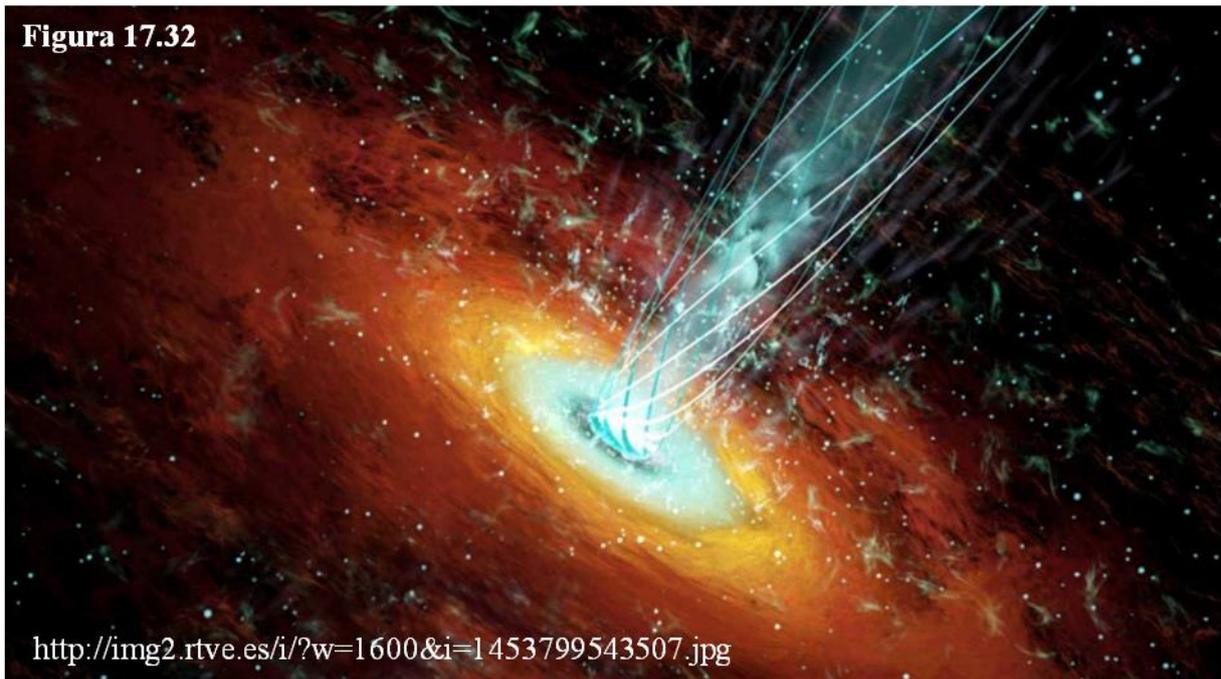
## 17.4 GALAXIAS CON NÚCLEO ACTIVO

A lo largo de la segunda mitad del siglo XX se descubrió un nuevo tipo de objetos celestes con algunas características extraordinarias: objetos muy lejanos (a miles de Mal), con aspecto de estrella borrosa (*quasi stellar objects*, de donde el término quásar), tremendamente luminosos (como 1.000 veces la luminosidad de toda la Vía Láctea) y también potentes emisores de rayos X, rayos gamma y, algunos, también de ondas de radio. Por ejemplo, el objeto bautizado como 3C 48, en la constelación del Triángulo, está a 4.100 Mal, parece una estrella algo difusa pero tiene que ser brillantísima para que la podamos ver desde tan lejos.

Pronto se vio que la “borrosidad” era en realidad una galaxia donde estaba alojado ese objeto. Pero casi siempre parecía una galaxia inusual, deformada o en colisión con otra. En conclusión, todos estos objetos procedían de galaxias con una actividad brutal cuyo origen tenía que ser una fuente muy poderosa de energía y muy pequeña, muy concentrada, en su núcleo. Por eso a los quásares y similares se les conoce, colectivamente, como galaxias con núcleo activo.

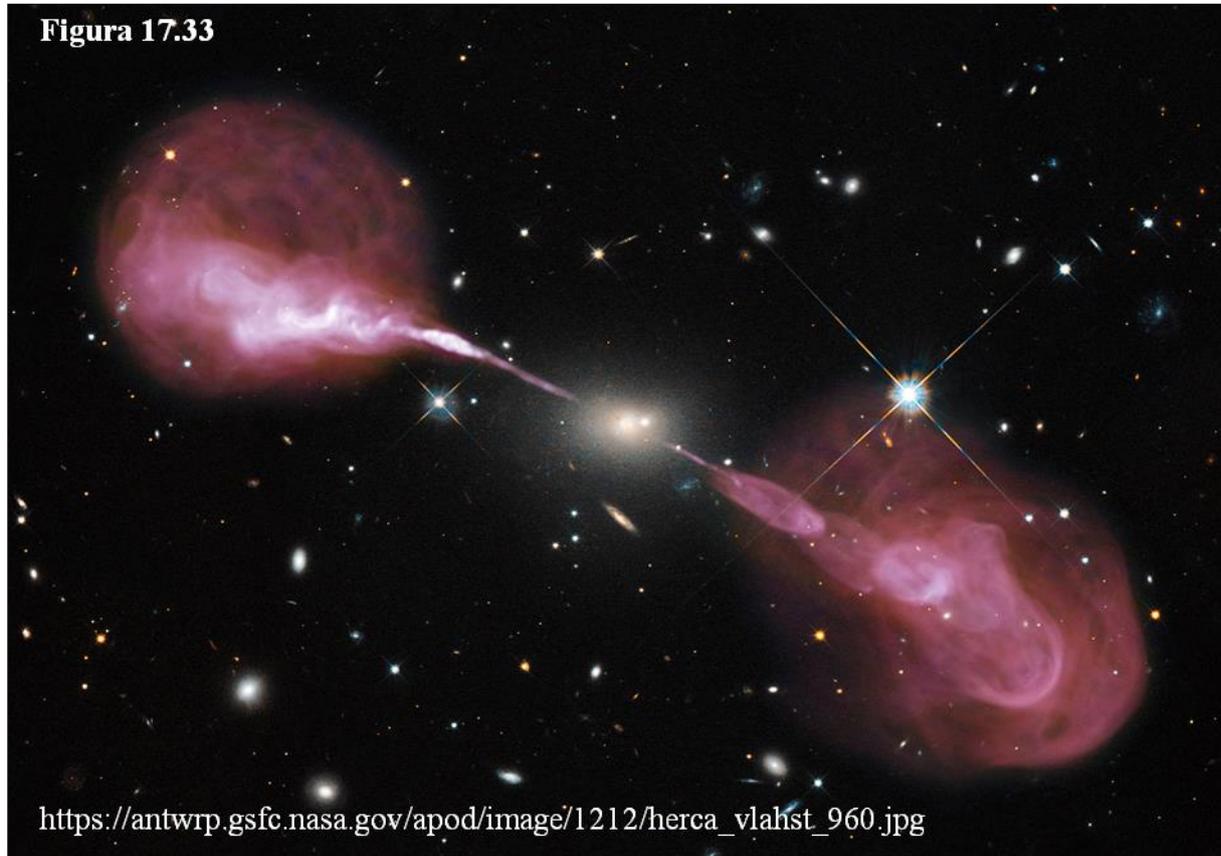
Los datos conocidos parecen encajar con este modelo teórico: la fuente de esa endiablada energía es un agujero negro supermasivo situado en el centro de la galaxia. La materia que va siendo atraída por el agujero negro forma a su alrededor un disco de acreción en el que las partículas giran a gran velocidad, se comprimen y calientan (todo a escalas gigantescas) y emiten una imponente cantidad de energía en todas las frecuencias del espectro (figura 17.32).

**Figura 17.32**



<http://img2.rtve.es/i/?w=1600&i=1453799543507.jpg>

Las extremas condiciones provocan que, además, se expulsen (en perpendicular al disco de acreción) partículas a velocidades cercanas a la de la luz que forman dos chorros (uno a cada lado). Estos chorros perturban toda la materia con la que tropiezan y producen dos lóbulos enormes bien visibles en las frecuencias de radio, como se puede ver en la fotografía de la galaxia de núcleo activo Hércules A.

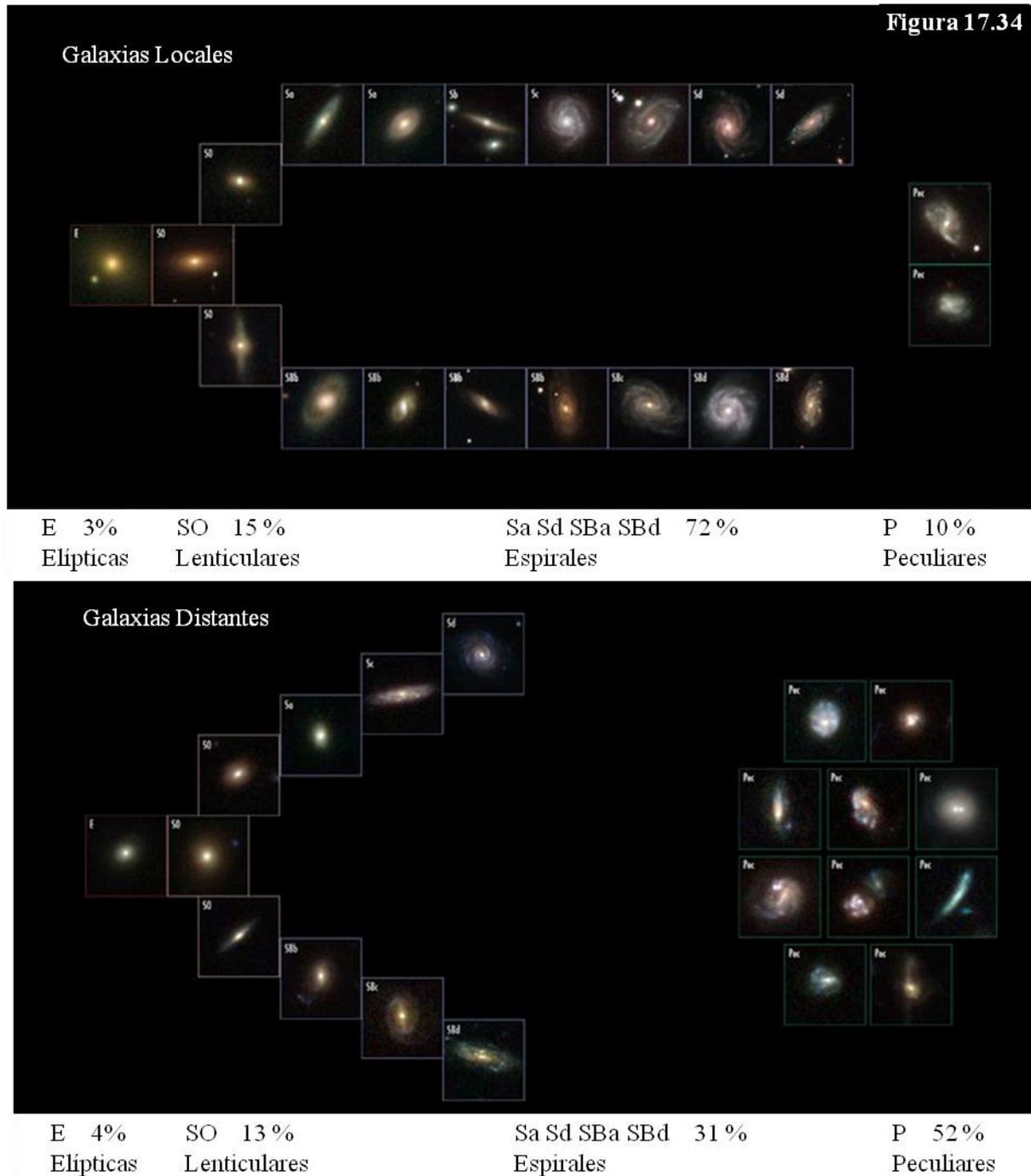


## 17.5 FORMACIÓN Y EVOLUCIÓN

El “diapasón” de Hubble pretendía reflejar un modelo evolutivo, de izquierda a derecha: las galaxias elípticas irían aplanándose con el tiempo (algo parecido a la formación del sistema solar) para, a medida que rotan, ir formando los brazos espirales. Muy bonito, pero no puede ser: las elípticas no tienen rotación global, conjunta, por lo que no tienden a aplanarse con el paso del tiempo. En cambio, las espirales sí que rotan. En el caso de que fueran “hijas” de una elíptica ¿de dónde provendría la energía para hacerla rotar?

Cuando observamos una galaxia muy lejana (por ejemplo, a 6.000 Mpc), estamos viéndola tal y cómo era hace 6.000 millones de años. Cuando Hubble hizo su clasificación solo tenía acceso a galaxias bastante próximas. ¿Se ha mantenido siempre igual el Universo? ¿O hay diferencias entre su estado actual (galaxias cercanas, locales) y el que tenía cuando era 6.000 millones de años más joven (galaxias distantes)?

Estas dos imágenes, creadas a partir de datos tomados tanto del Telescopio Espacial Hubble como de otros grandes telescopios terrestres, demuestran que las condiciones de hace seis mil millones de años eran muy diferentes de la que los astrónomos ven hoy. Las dos secciones muestran cuántas galaxias con formas distintas (elípticas, lenticulares, espirales y peculiares) se ven entre galaxias distantes, en comparación con las galaxias locales (figura 17.34)



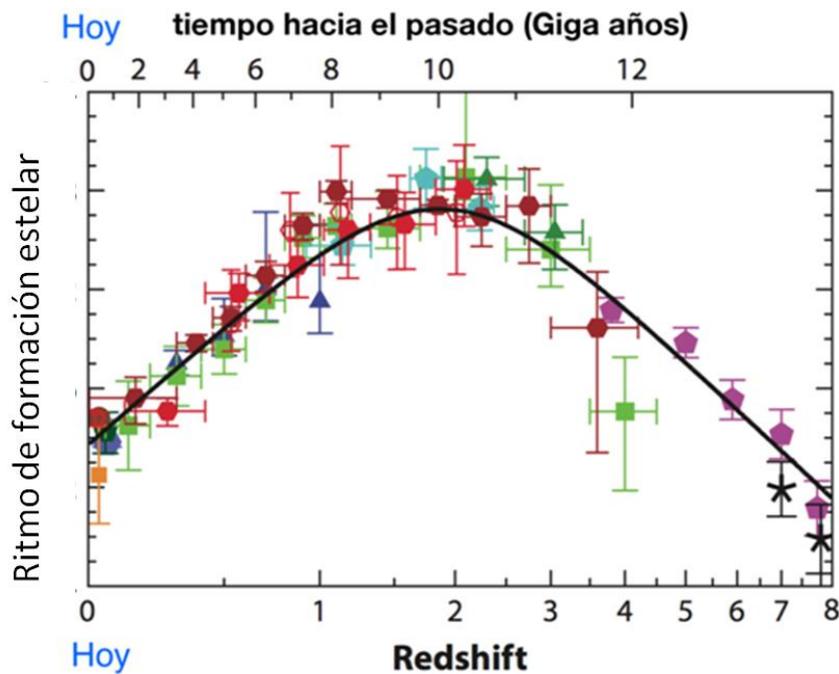
Aunque aún no disponemos de un relato detallado de la formación y evolución galáctica sí está claro que en el Universo “joven”, y por tanto distante, vemos galaxias con menos estructura y más pequeñas. A lo largo del tiempo las galaxias se han ido haciendo más masivas y han ido consiguiendo formas bien determinadas, elípticas o espirales.

La hipótesis actualmente más consensuada indica que las galaxias se forman aumentando de tamaño. Lo primero en formarse a partir de las nubes de gas existentes serían pequeños “objetos subgalácticos” (como cúmulos globulares) o pequeñas galaxias irregulares, muy azules con estrellas jovencísimas. Estos irían agrupándose, fusionándose para formar galaxias ya hechas y derechas y progresivamente más grandes. Esto explicaría la mayor abundancia de galaxias irregulares en el Universo primitivo.

El ritmo de creación de nuevas estrellas en las galaxias elípticas es muy rápido al principio para anularse en poco tiempo ( $10^9$  años) con lo que estas galaxias “envejecen” rápidamente. En las espirales el ritmo es moderado al principio para bajar un poco y mantenerse casi constante durante mucho tiempo ( $10^{10}$  años) por lo que mantienen un aspecto más “joven”.

Lo que sí parece claro es que el ritmo de formación estelar ha ido decreciendo con el tiempo. Alcanzó un máximo hace como 10.000 millones de años y desde entonces no ha dejado de disminuir. El Universo se va haciendo viejo (figura 17.35).

Figura 17.35



[http://revista.iaa.es/sites/default/files/2\\_2.jpg](http://revista.iaa.es/sites/default/files/2_2.jpg)

### Ejercicio 17.1

La asignación M 33 – Gerona es más que dudosa. La posición es más o menos correcta, pero no el número de habitantes. Haciendo caso a la población sería más adecuada Palma de Mallorca, pero la situación no.

Galaxia	Ciudad
Vía Láctea	Madrid
M 31	Barcelona
M 33	¿Gerona?
GNM	Segovia
PNM	Ávila

### Ejercicio 17.2

M 32	E 2
NGC 1365	SB b
NGC 1427 A	Irregular
NGC 3344	S ¿b? ¿c?
NGC 524	S0



### Ejercicio 17.3

PNM	Irregular	M 101	S c	NGC 253	S c
GNM	Irregular	M 51	S b	M 104	S a
M 31	S b	M 83	SB c	M 49	E 2
M 110	E 6	Centauro A	E 2 + S	M 87	E 0