



# 16

## La Vía Láctea

- 16.1 Aspecto visual
- 16.2 Forma y tamaño
- 16.3 Un modelo a escala

*Lo que en tercer lugar observamos fue la naturaleza o carácter de la propia Vía LÁCTEA, que pudimos examinar con los sentidos gracias al anteojo, dirimiendo así con la certeza que dan los ojos todos los altercados que han atormentado durante tantos siglos a los filósofos. La GALAXIA no es, pues, otra cosa que un conglomerado de innumerables estrellas reunidas en montón.*

*Galileo Galilei, Sidereus Nuncius*

## 16.1 ASPECTO VISUAL

En noches despejadas y sin Luna se puede apreciar en el cielo una tenue y difusa banda blanquecina que atraviesa unas cuantas constelaciones: es la Vía Láctea.



Figura 16.1

<https://sitioshistoricos.com/descubriendo-la-via-lactea-desde-la-sierra-sur-de-jaen/>

Este nombre proviene de su aspecto como de algodón deshilachado, lechoso. Según el mito griego Hércules (hijo de Zeus y de la mortal Alcmena) fue puesto por su padre en el lecho de su dormida esposa Hera para que lo amamantase, pero ésta al darse cuenta de que aquel niño no era suyo retiró bruscamente el pecho y su leche saltó despedida hacia fuera, desparramándose por el cielo.

En otras culturas se inventaron otros mitos. Cierta tribu africana que habita en el desierto de Kalahari cree que la Vía Láctea es el esqueleto, la espina dorsal, que sostiene la bóveda de la noche sobre nosotros impidiendo que caiga. En España y en otros países cristianos se suele conocer como el Camino de Santiago.

Las siguientes imágenes (procedentes del programa Stellarium) recogen las zonas del cielo nocturno en las que se ve la Vía Láctea, con las constelaciones y las principales estrellas. Al igual que el zodiaco, la banda lechosa ocupa una posición fija en la esfera celeste y siempre se ve atravesando unas determinadas parcelas del firmamento, como el Cisne, por ejemplo.



En la figura superior, 16.2, vemos, de derecha a izquierda, cómo ese resplandor difuso se sitúa en Escorpio, Sagitario, el Águila, el Cisne y Casiopea.

En la figura 16.3 vemos envueltas en esa neblina de derecha a izquierda, a Casiopea, Perseo, Auriga, el territorio comprendido entre Orión y Géminis, Monoceros, Can Mayor y aparece ahora a la izquierda y en plena Vía Láctea una constelación invisible desde nuestras latitudes: Puppis que tiene dentro de sus fronteras a la segunda estrella más brillante, Canopus.



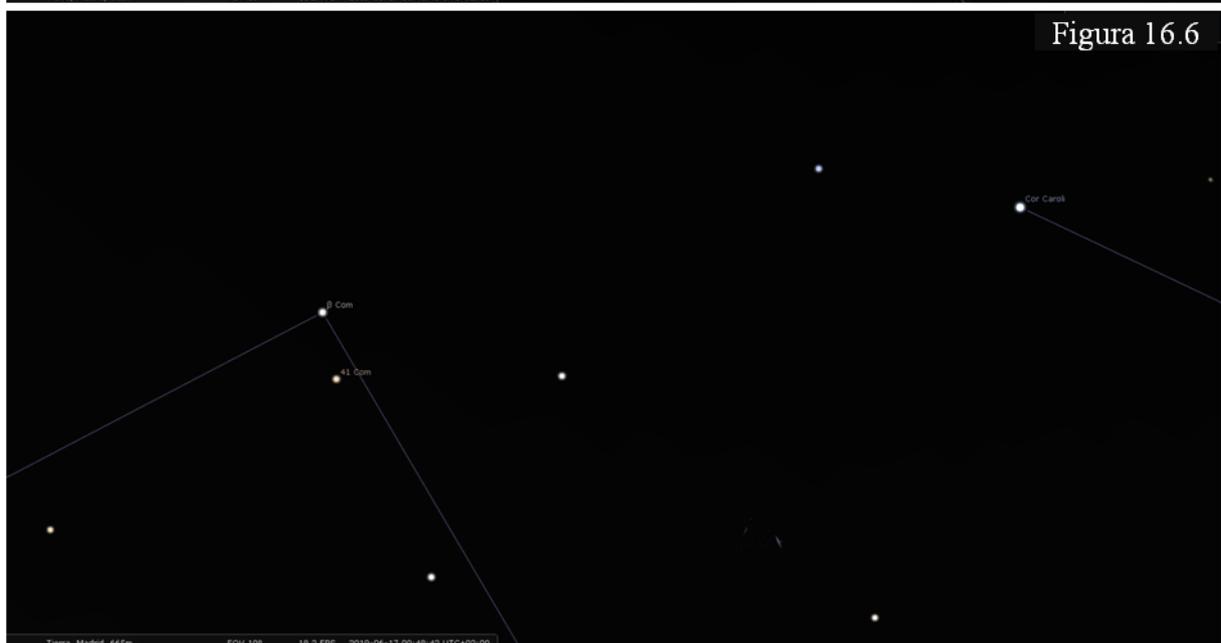
Y es que esa mancha blanquecina se extiende por algunas regiones muy próximas al polo Sur (como se ve en la figura 16.4) que nos son poco o nada familiares: a la derecha enlazando con la imagen anterior están Can Mayor y Puppis y luego Vela, Carina (la Quilla), la Cruz del Sur, el Centauro (con la brillante  $\alpha$  Centauro, la estrella más próxima, a solo 4,3 años luz) y de nuevo Escorpio y Sagitario, que ya vimos en la primera imagen (figura 16.2), completando así la banda galáctica que es también un cinturón en la esfera celeste. La línea central de la Vía Láctea, su ecuador, es un círculo máximo en ella.



Pero esa banda de luz difusa no es igualmente brillante ni tiene siempre la misma anchura: en Escorpio y Sagitario es muy notable y amplia, en el Águila parece romperse y deja en medio una zona bastante oscura, hacia Casiopea, Perseo y Auriga se hace francamente pobre (sobre todo en Perseo) para retomar una mayor amplitud y brillo en Can Mayor en las siguientes, hasta alcanzar su máximo esplendor, como ya vimos, en Escorpio y Sagitario.

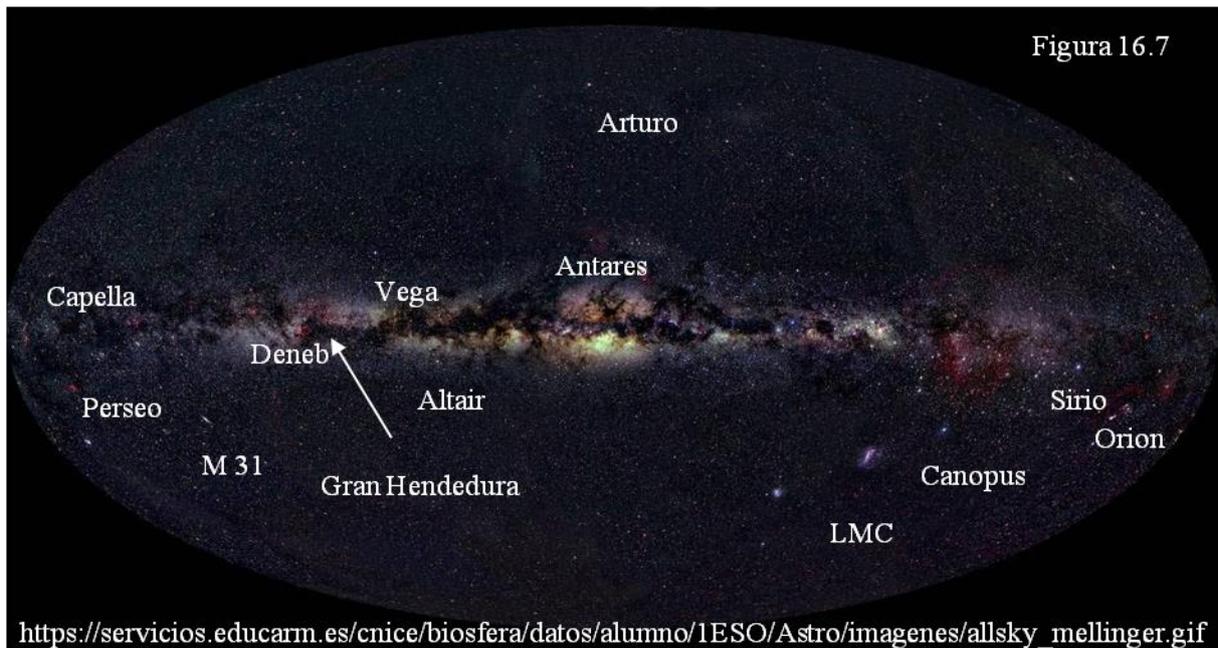
### Ejercicio 16.1

Estas dos imágenes tienen el mismo campo visual ( $10^\circ$  de ancho). La de arriba es parte de la constelación del Cisne, en plena Vía Láctea y la inferior es una zona muy alejada de ella (Coma Berenices y Canes Venatici). ¿Cuántas estrellas puedes contar en cada una? ¿Hay alguna otra diferencia más?

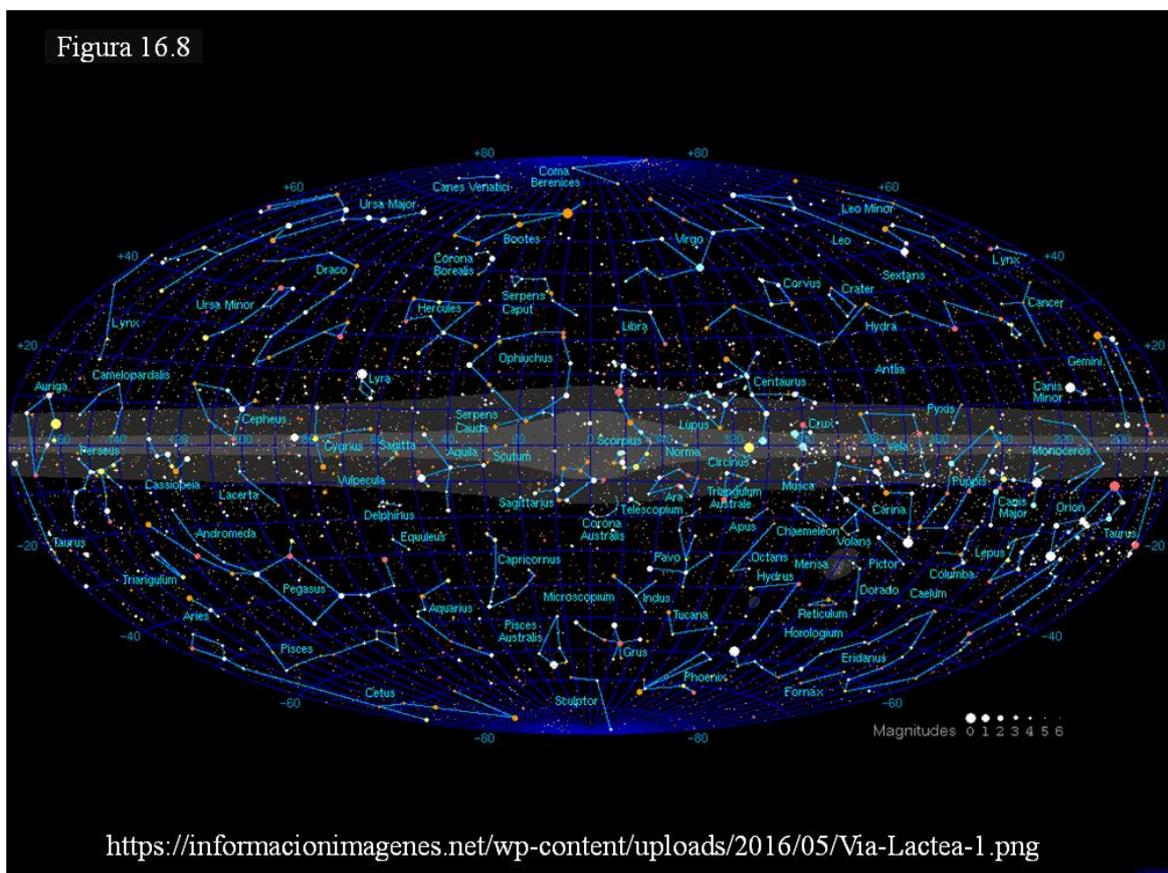


Puedes hacer tú mismo esta experiencia: una noche en la que la Luna no esté visible, dirige tu contador de estrellas (uno de los trabajos escolares del tema 1) hacia una constelación por la que pase la Vía Láctea y anota el número de estrellas que puedes ver a través de él. Realiza la misma experiencia dirigiendo la vista hacia zonas alejadas. ¿Hay alguna diferencia? ¿Dónde se ven más estrellas?

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

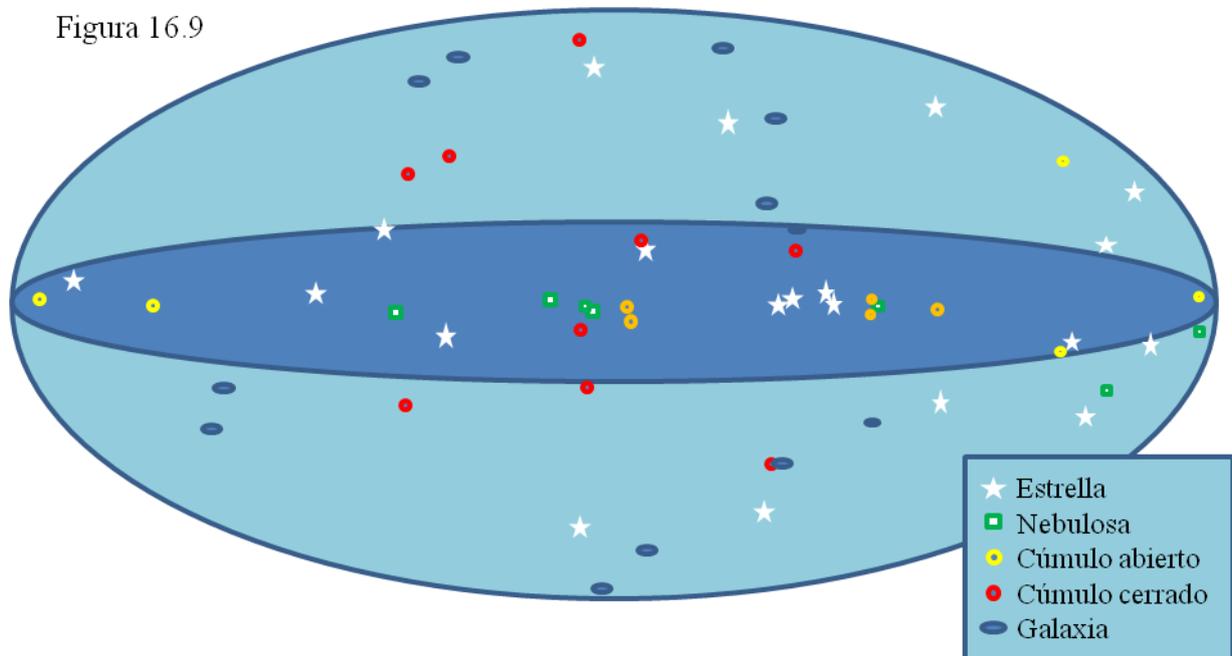


La figura 16.7 es una composición o mosaico de fotografías que muestra en su totalidad la esfera celeste y que está centrada en la Vía Láctea tal y como la vemos desde la Tierra. En la figura 16.8, con el mismo formato que la 7, están todas las constelaciones y estrellas visibles desde nuestro planeta sin ayuda de instrumentos, así como la banda central difusa de la Vía Láctea. Fíjate que una de las zonas más alejadas de ella es Coma Berenices (arriba en el centro). En el otro polo galáctico se sitúa Sculptor.



La figura 16.9 es un esquema simplificado de la imagen anterior. En ella están señaladas todas las estrellas de primera magnitud y las que tienen aún mayor brillo, así como los principales objetos del catálogo Messier, quedando indicado con diferentes símbolos si se trata de cúmulos abiertos, cúmulos globulares, nebulosas o galaxias. La elipse central marca los límites aproximados de la banda de la Vía Láctea.

Figura 16.9



### Ejercicio 16.2

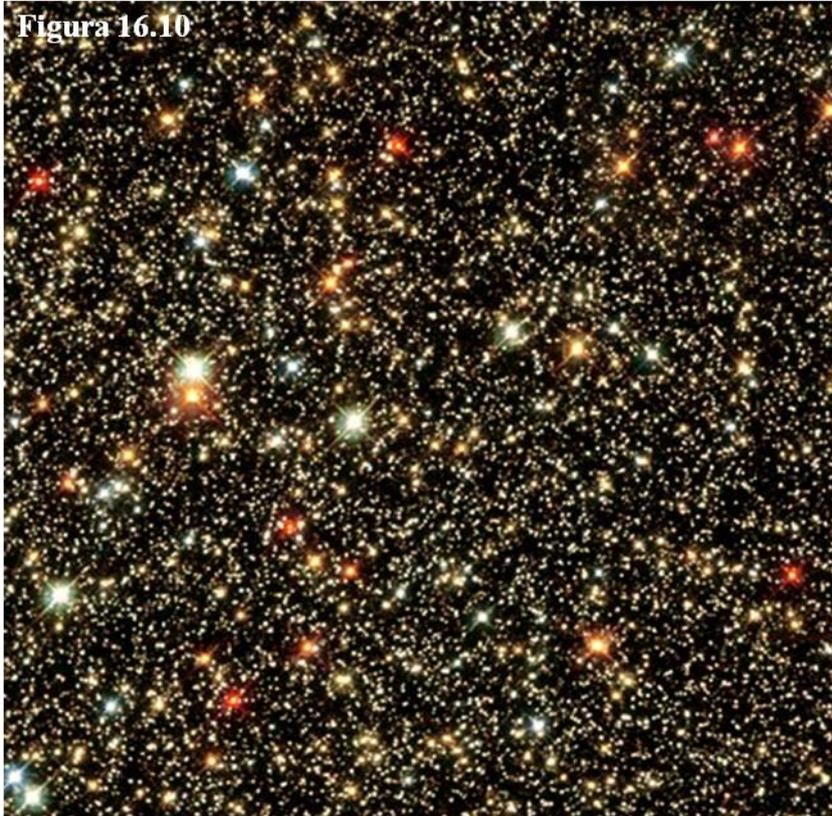
En la figura 16.9, cuenta el número de estrellas que hay dentro de los límites de la Vía Láctea, es decir, dentro del óvalo central.

- ¿Qué porcentaje representan con respecto al total de estrellas dibujadas?
- Haz lo mismo con los cúmulos abiertos que aparecen en la figura. La mayoría de los cúmulos abiertos, ¿se ven cerca o lejos de la Vía Láctea?
- Repite el recuento y responde a esta pregunta ¿tienden a verse cerca o lejos de la Vía Láctea c<sub>1</sub>) las nebulosas, c<sub>2</sub>) las galaxias y c<sub>3</sub>) los cúmulos globulares?

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

## 16.2 FORMA Y TAMAÑO

Ya las primeras observaciones telescópicas, las de Galileo en 1610, habían demostrado que esa mancha difusa conocida como Vía Láctea estaba compuesta por un enjambre de innumerables estrellas que, dada su lejanía, se mostraban a simple vista como una mancha difuminada (figura 16.10).



¿Qué era exactamente la Vía Láctea? ¿Es la imagen de todo el Universo? ¿Cuál es su forma y su tamaño? ¿Está el Sol en el centro? Estas eran las preguntas que se hacían los astrónomos en su afán por comprender la estructura general del Cosmos.

A lo largo del siglo XVIII gracias a los cada vez mejores y más potentes instrumentos se habían ido descubriendo diferentes tipos de objetos celestes: estrellas dobles, cúmulos de estrellas y nebulosas. Cualquier objeto que se viera a través del telescopio como una débil

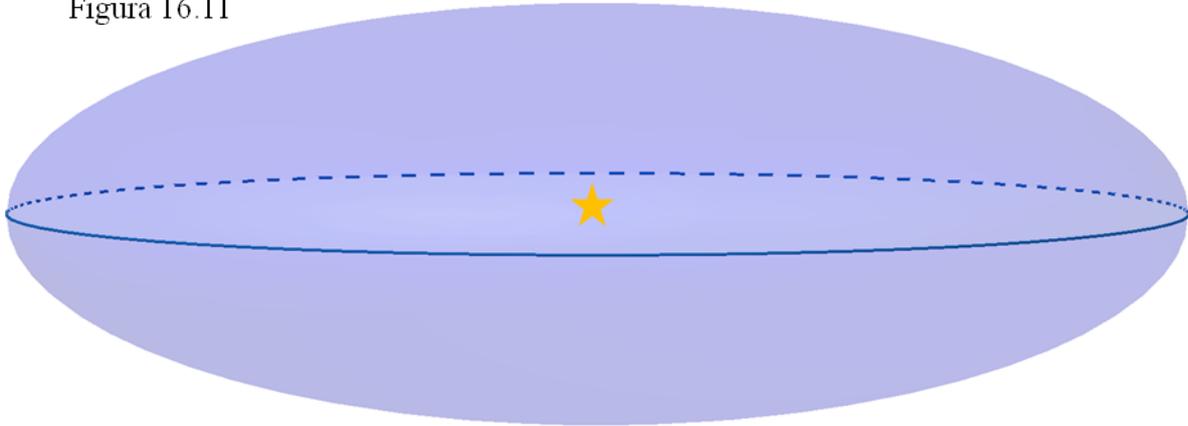
mancha borrosa era catalogado como nebulosa. Las había de diversas formas, unas (como la Gran Nebulosa de Orión) con auténtico aspecto de nube, deshilachada; otras redondeadas como M 13 en Hércules, M 20 (la nebulosa Trífida en Sagitario) o M 87 en Virgo, otras alargadas (como la Gran nebulosa de Andrómeda), pero había un número considerable de ellas que mostraban una clara disposición espiral (por ejemplo M 51 y M 101 visibles en las cercanías de la estrella Alkaid, el extremo de la “cola” de la Osa Mayor).

Pronto se vio que algunas de las “nebulosas” circulares eran en realidad aglomeraciones de estrellas densamente empaquetadas, lo que ahora conocemos como cúmulos cerrados o globulares. Pero para las demás no se tenían las ideas claras: ¿eran auténticas nubes, similares a las de la atmósfera terrestre, que es lo que parecían? ¿O bien consistían en conjuntos de millones de estrellas que se nos mostraban como manchas borrosas por su lejanía?

No se había podido determinar la distancia a ninguna estrella por lo que los únicos datos disponibles eran su distribución aparente en el cielo. Como vimos en el ejercicio 2, las estrellas y los cúmulos abiertos se situaban en su mayoría dentro de la franja de la Vía Láctea, así como muchas de las entonces llamadas “nebulosas”; los cúmulos globulares estaban por todas partes y otras de las “nebulosas”, especialmente las espirales, tenían tendencia a situarse fuera de ella. ¿Podía deducirse algo con tan escasa información?

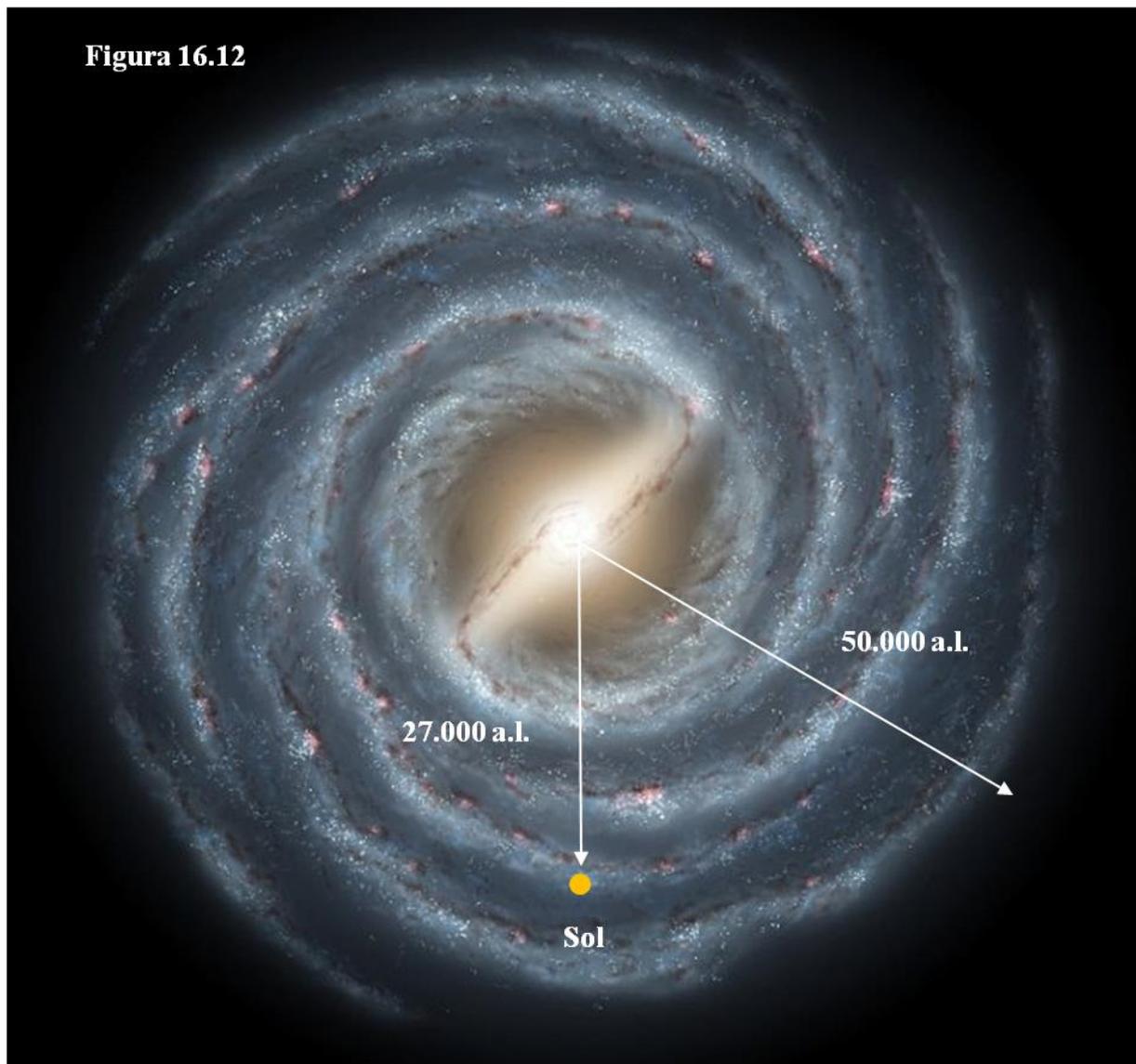
Uno de los primeros (hacia 1800) en hacerlo fue William Herschel, el descubridor de Urano. Estudiando el número de estrellas visibles en diferentes direcciones llegó a la conclusión de que la Vía Láctea era un inmenso enjambre de estrellas con forma de lente y que el Sol estaba situado más o menos en el centro (figura 16.11).

Figura 16.11



Hasta 1930 los temas de estudio y de debate fueron básicamente dos: si el Sol ocupaba una posición central o no y si la Vía Láctea constituía todo el Universo o existían otros sistemas estelares (otros “universos islas”) externos. Destacaron en ellos el holandés Jacobus Kapteyn y el norteamericano Harlow Shapley. Por esa época quedó ya claro que el sistema solar no está en el centro, que la Vía Láctea tenía una estructura espiral y que existían otras muchas galaxias: el Universo pegó otro estirón y se nos apareció de nuevo con dimensiones asombrosas.

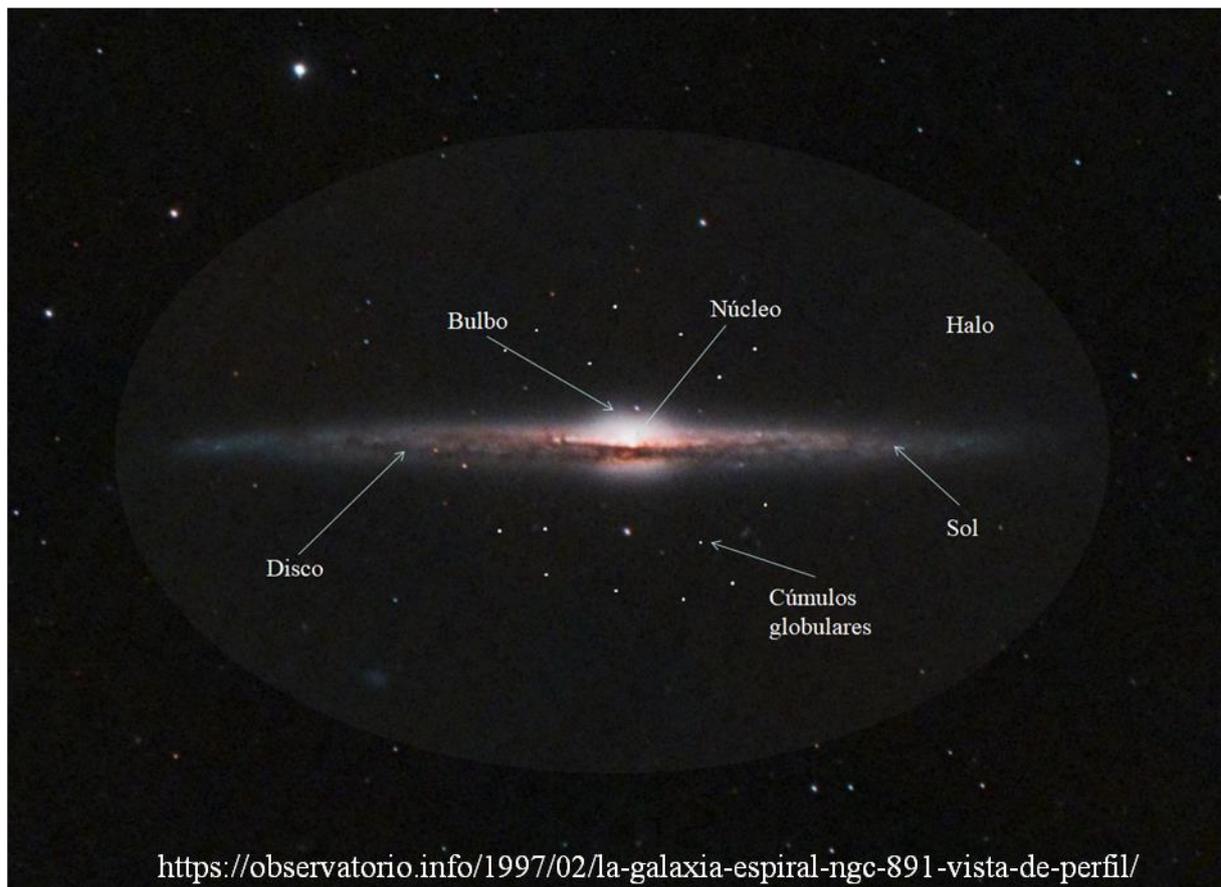
En el último siglo los incesantes avances tecnológicos y el desarrollo de numerosas investigaciones acerca de las distancias estelares, los movimientos propios, la absorción por el medio interestelar y otros muchos campos han permitido concretar la imagen de nuestro sistema estelar: la Vía Láctea, vista cenitalmente (figura 16.12), tiene forma circular, con un núcleo central donde se aprietan densamente las estrellas y unos brazos espirales que salen del núcleo. El diámetro es de unos 100.000 años luz y el Sol está situado a unos 27.000 años luz del centro.



<https://www.astrobiteca.com>

Si pudiéramos verla de perfil (figura 16.13) la estructura de la Vía Láctea estaría formada por un disco prácticamente plano, delgado (unos 2.000 años luz de espesor), donde se despliegan los brazos espirales y un abultamiento central (15.000 años luz de grosor) correspondiente al llamado “bulbo” que rodea al núcleo densamente poblado. Los cúmulos globulares se distribuyen esféricamente en torno al bulbo y, por último, toda ella está inmersa en un halo formado por la famosa y desconocida materia oscura.

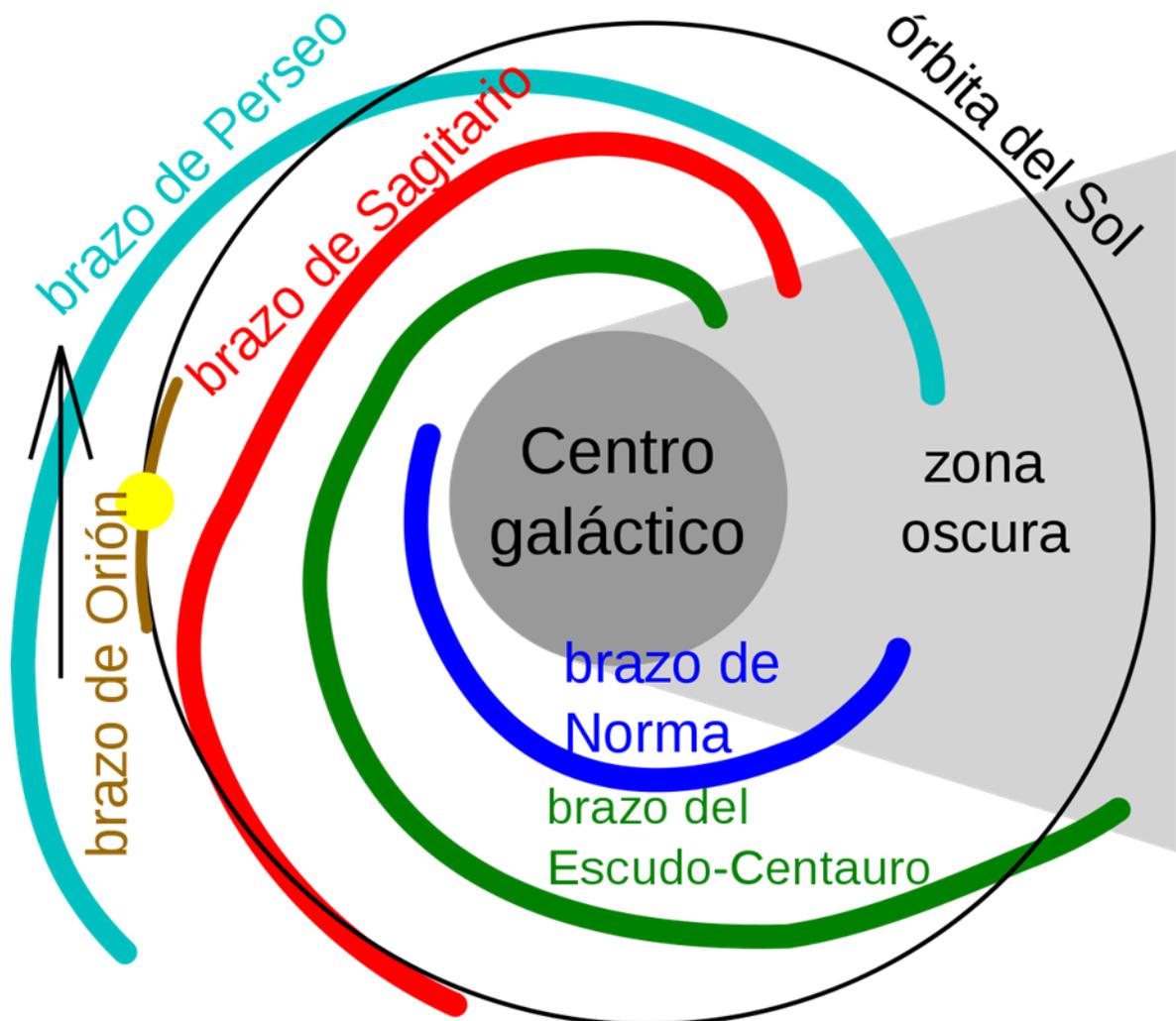
Figura 16.13



El bulbo de nuestra galaxia se une a los brazos espirales del disco mediante una estructura alargada formando como una barra (figura 16.12): la Vía Láctea entra dentro de la categoría de las galaxias espirales barradas (tema 17). En torno a la barra hay un anillo central del que surgen los brazos espirales que se desarrollan rodeándolo y que, además de estrellas en su mayoría relativamente jóvenes, están llenos de nebulosas (nubes de gas), algunas brillantes y otras oscuras donde aún se siguen dando procesos de formación de nuevas estrellas. En cambio, en el bulbo central las estrellas son viejas y rojizas y no hay prácticamente nada de gas con el que seguir creando nuevos soles. Los cúmulos globulares parecen ser los primeros objetos que se formaron cuando la enorme nube colapsó para dar lugar a nuestra galaxia; presentan esa distribución esférica porque son anteriores al aplanamiento de los materiales que fueron cayendo al disco (algo bastante similar a como se originó el sistema solar, pero a otra escala mucho mayor).

Nuestra galaxia tiene (figura 16.14) dos brazos principales, el de Escudo-Centauro y el de Perseo, y otros dos secundarios, el de Sagitario y el de Norma (la Escuadra). El Sol se encuentra en una especie de ramal del brazo de Sagitario, llamado brazo de Orión (o Local).

Figura 16.14



[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/ce/Espiral\\_de\\_la\\_V%C3%ADa\\_L%C3%A1ctea.svg/1200px-Espiral\\_de\\_la\\_V%C3%ADa\\_L%C3%A1ctea.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/ce/Espiral_de_la_V%C3%ADa_L%C3%A1ctea.svg/1200px-Espiral_de_la_V%C3%ADa_L%C3%A1ctea.svg.png)

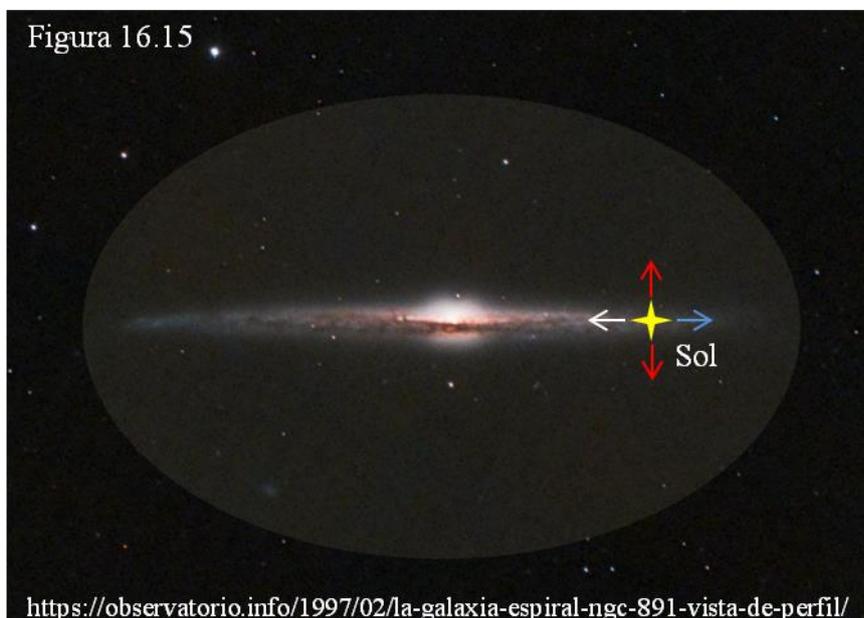
Todo el disco está rotando alrededor de un eje central perpendicular a él de tal manera que cada estrella o nebulosa circula a la velocidad que le corresponda según su posición. La máxima se alcanza a unos 25.000 años luz del núcleo; el Sol circula aproximadamente a 220 km/s y tarda en recorrer su órbita unos 225 millones de años.

La velocidad lineal de las estrellas del disco es prácticamente constante, con independencia de la distancia al centro, lo que quiere decir que no siguen las familiares leyes de Kepler. Esto solo puede explicarse si existe mucha más masa aparte de la visible. Por eso se cree que debe haber un masivo halo de materia oscura (invisible pero que ejerce su influencia gravitatoria).

## Ampliación: la estructura espiral

Una estrella o una nube en particular no están siempre fijas en el mismo punto de su brazo espiral. Es decir, los brazos espirales no son estructuras rígidas sino ondas (de densidad) que recorren toda la estructura del disco a menor velocidad que las estrellas y las nubes; cuando una nube llega a la zona más densa se retiene (como los coches en un atasco) y se agolpa con otras. Esto hace que allí se desencadene el nacimiento de estrellas. Las de tipo O, B, muy masivas y calientes, evolucionan rápidamente y su potente emisión ioniza el material que las envuelve produciendo nebulosas de emisión de un característico color rosado (las llamadas regiones H II). Todo esto ocurre sin que les dé tiempo a adelantar al brazo espiral, por lo que en éstos es donde hay estrellas azules jóvenes y regiones H II. En el espacio que queda entre un brazo y otro también hay estrellas, casi tantas como en ellos, pero las brillantes, jóvenes, azules de clases O y B predominan en los brazos y los hacen más visibles. Es también en ellos donde se acumula el gas, las nubes y el polvo que dificultan la visión del centro galáctico.

¿Por qué desde la Tierra vemos esa banda blanquecina? La explicación no es muy complicada: la Tierra está, junto con el Sol, en la posición señalada (figura 16.15), muy excéntrica, pero prácticamente en el plano central. Si se dirige la vista en cualquier dirección de ese plano central, nos tropezamos con tal cantidad de estrellas que sólo distinguimos claramente unas pocas, las más cercanas, y el resto forma una mancha difusa, la cual es más destacada si se observa (flecha blanca) hacia el centro de nuestra galaxia, que coincide con la dirección de la constelación de Sagitario, y menos acusada si se mira (flecha azul) hacia el borde externo (hacia la constelación de Perseo).



Dado que la totalidad de las estrellas visibles a simple vista pertenecen a nuestra galaxia es comprensible que la mayoría de ellas se vean precisamente mirando en cualquier dirección del plano galáctico. Solo las que estén muy, muy cerca de nosotros y se sitúen “por encima” o “por debajo” del plano se observarán desde la Tierra fuera de la banda de la Vía Láctea. Lo mismo ocurre con las

nebulosas y los cúmulos abiertos, que son objetos pertenecientes a nuestro sistema estelar.

En cambio, si se observa (flechas rojas) según una dirección perpendicular al plano de la galaxia, la vista no se encuentra con tantas estrellas y no se verá esa débil franja blanquecina. Por eso las galaxias externas se ven mayoritariamente en esas direcciones, libres del obstáculo visual que suponen las densas nubes del disco.

## 16.3 UN MODELO A ESCALA

Como ocurre a menudo en Astronomía, es difícil hacerse una idea de las dimensiones de objetos tan descomunales como nuestra galaxia. Para conseguirlo suelen proponerse comparaciones con objetos que nos sean familiares. Una posibilidad consiste en equiparar toda la Vía Láctea con una gran ciudad, como Madrid.

La figura 16.16 es un mapa de la ciudad de Madrid que vamos a suponer con forma circular, como la Vía Láctea. Hay una circunferencia dibujada con centro en la Puerta del Sol y un radio de 10 km. También aparece la escala gráfica. En el centro las casas están muy apiñadas, como en el núcleo de la galaxia, mientras que en los barrios periféricos hay más espacios vacíos sin construir, como ocurre en los brazos espirales.

La equivalencia entre distancias en la galaxia y en la ciudad es la siguiente:

Madrid	Vía Láctea
Radio $\approx$ 10 km	Radio $\approx$ 50.000 a.l.
5 km	25.000 a.l.
1 km	5.000 a.l.
100 m	500 a.l.

### Ejercicio 16.3

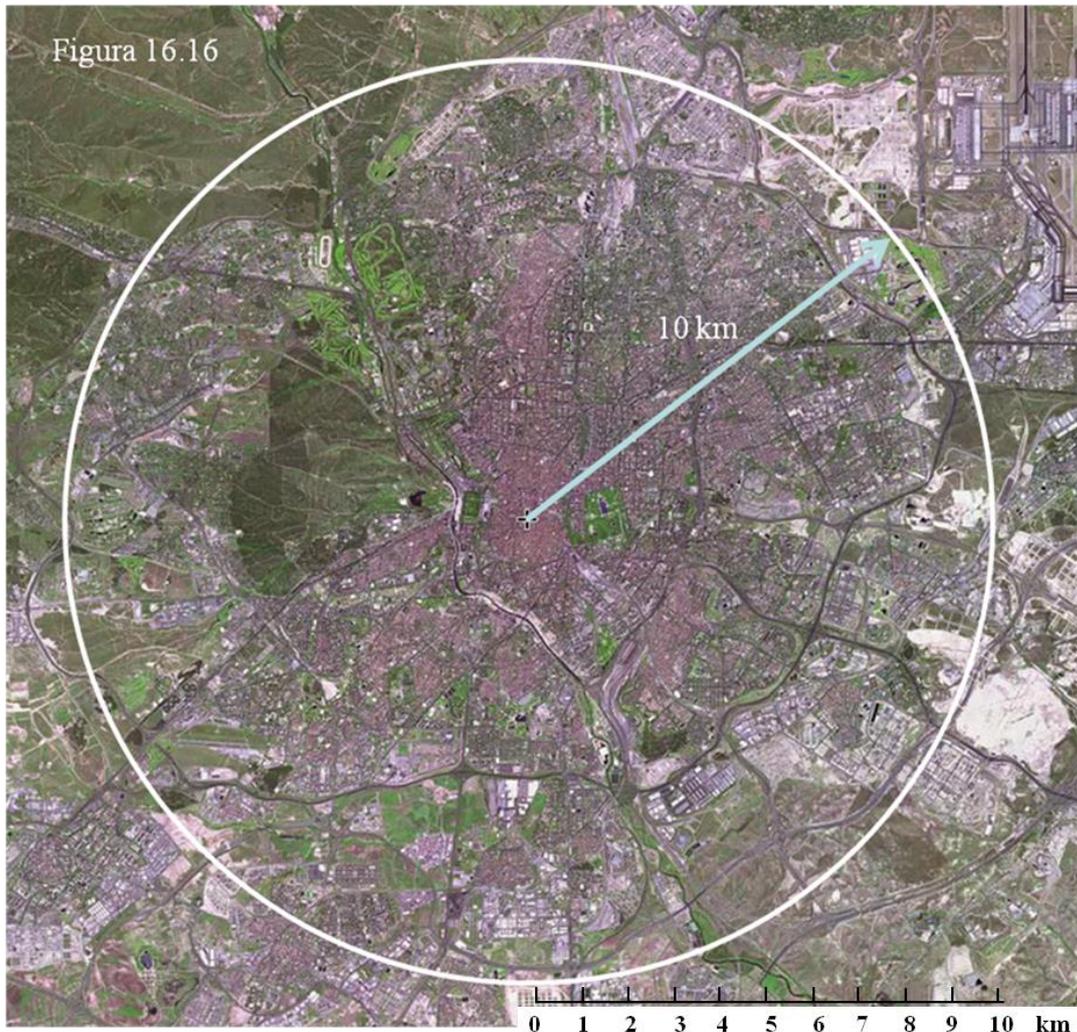
*El sistema solar está situado a 27.000 años luz del centro de la galaxia. ¿A qué distancia en km equivale en Madrid? Señala un punto sobre la figura 16.16, donde tú quieras, pero que esté a esa distancia de la Puerta del Sol. Utiliza la escala gráfica y márcalo con la letra S.*

*Completa la siguiente tabla:*

Objeto	Distancia real (años luz)	Distancia en Madrid (metros)
Deneb	1.600	
Rigel	900	
Betelgeuse	520	
Antares	520	
Nebulosa de Orión (M 42)	1.500	
Nebulosa de La Laguna (M 8)	4.500	
Pléyades (M 45)	400	
Cúmulo abierto M 37	4.200	
Cúmulo cerrado M 13	20.000	

*Sitúa sobre el mapa de Madrid todos los objetos anteriores. Ten en cuenta que las distancias se cuentan desde el punto S, que es donde está todo el sistema solar. Hazlo, en cualquier dirección, utilizando la escala gráfica.*

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



Casi todos los objetos celestes de la tabla anterior están muy cerca del punto S. El único que queda algo más alejado es el gran cúmulo de Hércules (M 13). La mayoría de las estrellas conocidas, de las nebulosas y de los cúmulos que podemos ver en el cielo están en nuestras proximidades. Es como si desde nuestra casa-observatorio (desde el punto S) sólo pudiéramos ver las casas vecinas y, estirando el cuello, parte de nuestro barrio. Del resto de la ciudad sólo podemos ver algunos edificios muy, muy altos; del resto de nuestra galaxia, sólo algunos objetos especialmente brillantes.

Para comprender mejor el verdadero tamaño de la Vía Láctea hay que hacerse una idea más detallada de las proximidades del Sol en donde se encuentran las estrellas más conocidas (Sirio, Vega, Capella, Arturo, etc.). Dado que éstas distan 50 años luz, como mucho, de nuestro astro, es preciso calcular la equivalencia en metros para distancias de ese orden de magnitud:

Vía Láctea (a.l.)	Madrid	Vía Láctea (a.l.)	Madrid
500	100 m	5	1 m
50	10 m	1	20 cm
10	2 m	0,5	10 cm

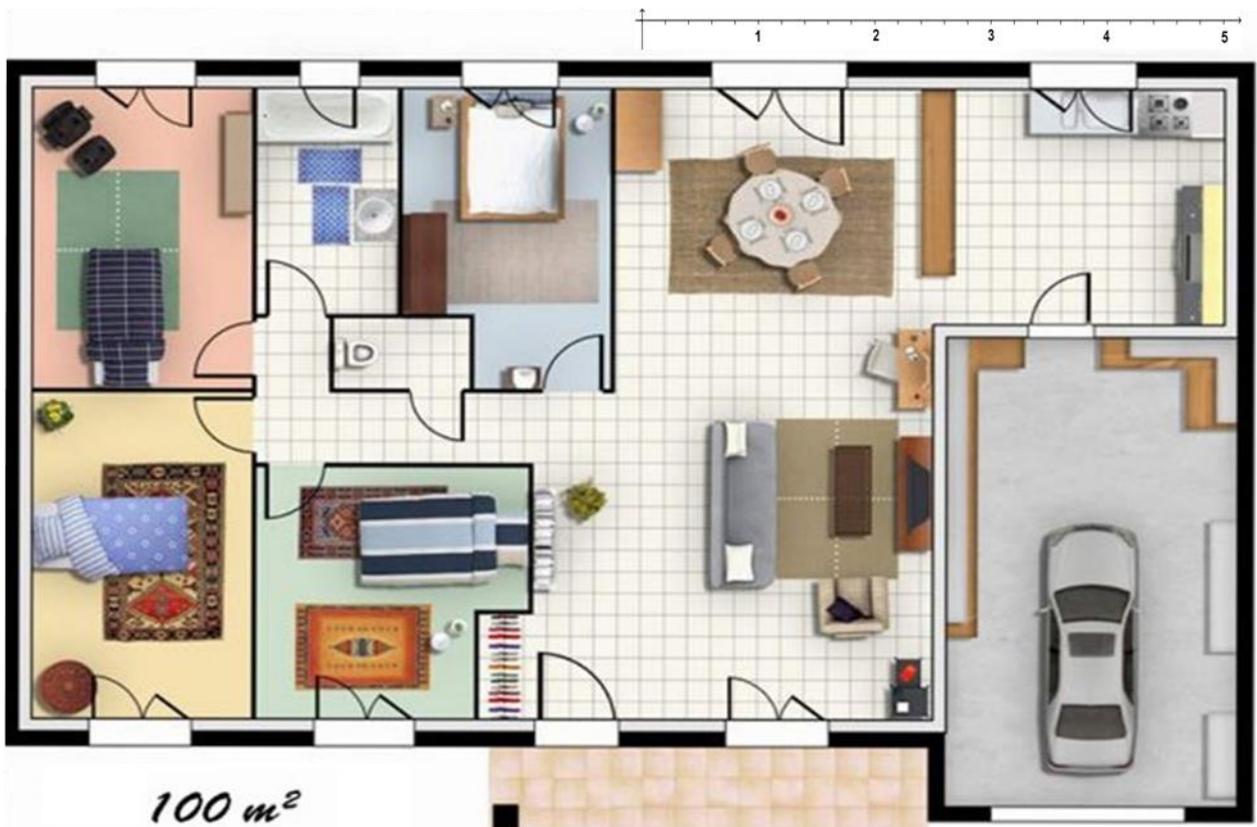
El mapa de Madrid (figura 16.16) es inadecuado para situar estas estrellas tan cercanas. Una distancia de 10 m es inapreciable en la escala gráfica del mapa de Madrid y una estrella a esa distancia (50 años luz) no se distinguiría del punto S. Se necesita un mapa más detallado.

### Ejercicio 16.4

La figura inferior es el plano de un piso, con su salón-comedor, cocina, baño y dormitorios. También hay una escala gráfica en la que ahora sí que podemos apreciar distancias del orden de un metro. Cada baldosa del suelo mide 20 cm. Vamos a suponer que el Sol está situado en el centro de la mesa del comedor. Las distancias en años luz desde el Sol hasta algunas de las estrellas más próximas son:

$\alpha$  Centauri (4,3) , Sirio (9) , Procion (11) , Vega (27) , Arturo (36) y Capella (45).

Calcula la equivalencia de estas distancias, en metros, en el modelo Madrid - Vía Láctea y sitúa todas estas estrellas sobre el plano del piso utilizando la escala gráfica que aparece allí. ¿En qué habitación podría estar cada una de ellas?



<http://planosycasas.net/wp-content/uploads/2017/11/Como-distribuir-una-casa-en-100-mts-cuadrados.jpg>

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

Resulta que, si la Vía Láctea fuera como Madrid, las estrellas más cercanas estarían en la misma habitación que nosotros y la mayor parte de las estrellas más brillantes y conocidas de las que podemos ver en el cielo estarían dentro de nuestra vivienda.

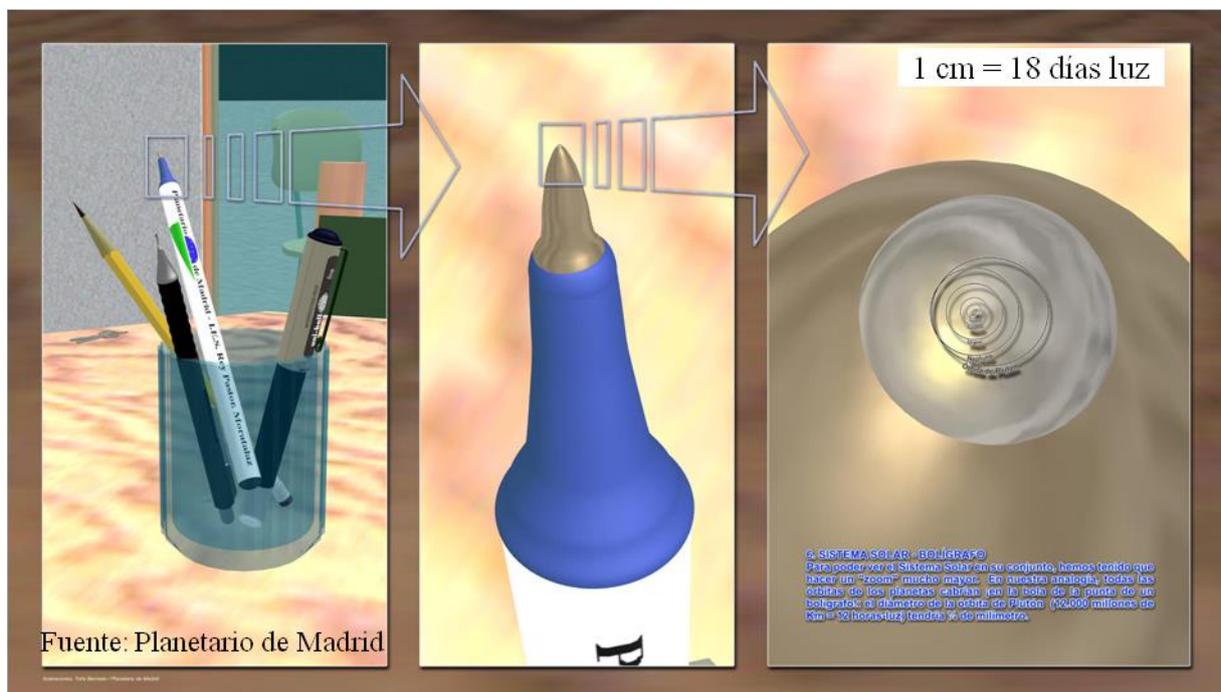
Conocemos realmente muy poco de nuestra galaxia, apenas nuestro piso, nuestros vecinos y algunos habitantes del barrio. Hay un gran número de otras casas y de otros barrios (otros brazos espirales de la Vía Láctea) llenos de magníficas estrellas y de otros objetos de interés como nebulosas y cúmulos, que apenas podemos distinguir forzando la vista con nuestros mejores telescopios.

Pero si el Sol está en el centro de la mesa del comedor, ¿dónde quedará la Tierra? ¿A 1 cm? ¿a 1 mm? ¿Podremos ahora dibujar su órbita aproximadamente? Hay que descender a mayor detalle aún, calculando la equivalencia en metros (o, mejor, en cm) de las distancias típicas del sistema solar (que son sólo de horas-luz y no de años luz como ocurre con las distancias a las estrellas).

Real (Vía Láctea)	Madrid
1 año luz	20 cm
20 días luz	1 cm
2 días luz	1 mm
1 día luz	0,5 mm
5 horas luz	0,1 mm

¡Sigue siendo imposible dibujar la Tierra! Todo el sistema solar completo, hasta la órbita de Urano, sólo mediría 1 décima de mm de diámetro. Sería como la punta de un alfiler o de un bolígrafo muy fino (figura 16.17). Y ahí dentro estarían el Sol, la Tierra, la Luna y todos los demás planetas. Todo el resto de la mesa del comedor estaría vacío y, un poco más allá, aparecería otro pequeño alfiler (otra estrella), y habría algunos otros desperdigados por el piso y por cada uno de los pisos de la ciudad.

Figura 16.17



La especie humana apenas ha explorado una mínima parte de esa punta de alfiler. Sólo muy recientemente alguna nave espacial no tripulada (la Voyager 2) ha rebasado los límites del sistema solar y, tras varios años de viaje, está comenzando a alejarse un poco de esa punta de alfiler moviéndose lentísimamente por la mesa del comedor. Tardará aún muchos años en llegar al borde de la mesa, en acercarse a otra punta de alfiler. La empresa de explorar todo el piso es, de momento, absolutamente inabordable con la tecnología actual. Pensar en salir al rellano de la escalera, en llegar a otra casa, es, hoy por hoy, cosa sólo de la ciencia ficción.

### Ejercicio 16.1

25 / 8. En la del Cisne se ven varias nebulosas; en la otra un par de débiles galaxias, si se fija uno mucho.

### Ejercicio 16.2

Hay 10 estrellas brillantes dentro, dos en el borde y 8 fuera. El 50% (o el 60% si incluimos las dos muy próximas).

Cúmulos abiertos: 9/1 (90%)

Nebulosas: 5-6 dentro, 1-2 fuera (71-86%)

Galaxias: 1/13 (8%)

Cúmulos cerrados: 3-4 dentro, 5-6 fuera (33-44%)

Los cúmulos abiertos y las nebulosas tienden claramente a verse dentro de la Vía Láctea. Las estrellas también pero menos abrumadoramente. Las galaxias ciertamente a verse fuera. Los cúmulos cerrados o globulares ligeramente a verse fuera.

### Ejercicio 16.3

El Sol estaría a 5,4 km del centro.

<b>Objeto</b>	<b>Distancia real (años luz)</b>	<b>Distancia en Madrid (metros)</b>
Deneb	1.600	320
Rigel	900	180
Betelgeuse	520	104
Antares	520	104
Nebulosa de Orión (M 42)	1.500	300
Nebulosa de La Laguna (M 8)	4.500	900
Pléyades (M 45)	400	80
Cúmulo abierto M 37	4.200	820
Cúmulo cerrado M 13	20.000	4.000

### Ejercicio 16.4

$\alpha$  Centauri (86 cm, algo fuera de la mesa del comedor)

Sirio (1,8 m, en la mesita del ordenador)

Procion (2,2 m, en la mesa baja del salón)

Vega (5,4 m, en uno de los dormitorios más lejanos al salón)

Arturo (7,2 m, justo en la esquina del dormitorio más alejado)

Capella (9 m, ya fuera del piso)

