

## CAPÍTULO 1

### **PANORÁMICA: LA VÍA LÁCTEA, EL SISTEMA SOLAR Y LA ECLÍPTICA**

*La Vía Láctea abre el capítulo. A continuación un breve y vertiginoso recorrido por las galaxias introducirá muchas de las cuestiones que se desarrollarán a lo largo del libro. Después pausaremos el ritmo para centrarnos en el sistema solar y ya más concienzudamente examinamos cómo se ven el Sol y los planetas desde la Tierra.*

#### ***El sistema solar en la galaxia***

Tuvimos suerte de nacer en el sistema solar. Nuestra estrella, el Sol, es de las que duran. Otras ya hubiesen explotado. En realidad lo han hecho. El Sol y sus planetas se formaron solo hace 4 mil quinientos millones de años con los restos de estrellas anteriores que habían explotado. Pero el Sol pertenece a una galaxia mucho más vieja que él a la que llamamos Vía Láctea, el mismo nombre que recibe esa mancha lechosa que, en verano, cruza el cielo de norte a sur.

Si nos alejamos de las luces del alumbrado una noche de julio o de agosto, podremos contemplar la mancha difusa blanquecina que cubre gran parte del cielo como si fuera un camino (ver figura 1).

A la mancha blanca que recorre el cielo, desde la constelación de El Cisne, a la izquierda de la figura 1, hasta la de Sagitario («la tetera»), a la derecha, se le llamó Vía Láctea. Está formada por millones de estrellas demasiado débiles para distinguirlas individualmente a simple vista, pero en cantidad tal que constituyen una especie de nube.

El Sol, con sus apéndices planetarios, es una más de las miles de millones de estrellas que pertenecen a la galaxia en la que están las estrellas de esa banda lechosa.

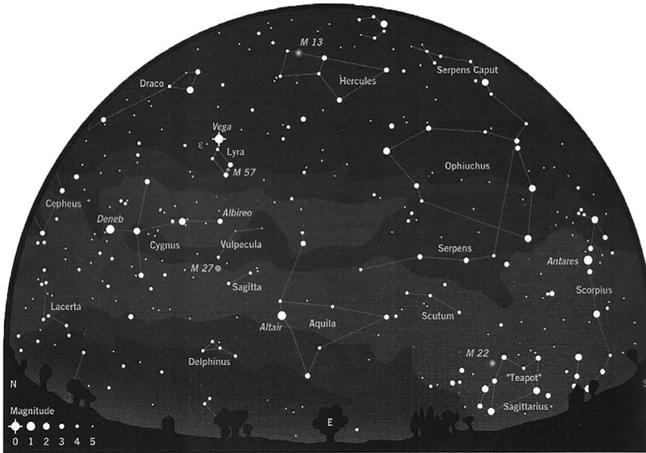


Figura 1. La Vía Láctea en verano.

Si pudiéramos ver nuestra galaxia desde fuera comprobaríamos que su forma se parece mucho a la de la fotografía (ver figura 2). Es la llamada M81 y se encuentra a 12 millones de años luz<sup>1</sup>. Como ella, o



Figura 2. Galaxia M81. A su izquierda se encuentra la galaxia M82. Fotografía de Fernando Ábalos.

como la nuestra, hay muchas galaxias en el firmamento. Sus señas de identidad son los brazos espirales que se ven en la fotografía, marcados por el intenso brillo de millones de estrellas.

Todas ellas tienen forma de disco plano en rotación. Si, como sugeríamos, pudiéramos salir de la galaxia que nos envuelve, la Vía Láctea, encontraríamos nuestro sistema solar en una posición bastante periférica, en uno de los brazos espirales, a 27 mil años luz del centro de la galaxia (ver figura 3).

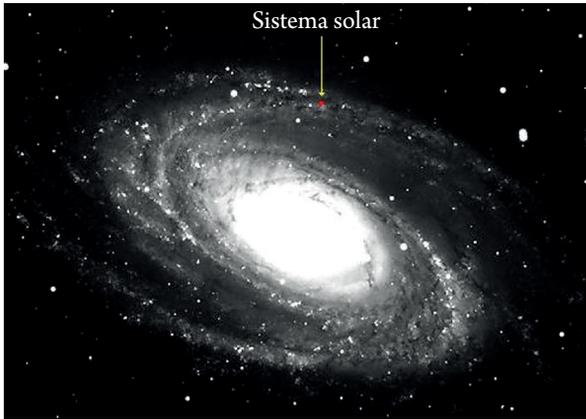


Figura 3. Posición relativa del sistema solar en la Vía Láctea.

Y, vista de perfil, podríamos apreciar la forma de disco (ver figura 4). El diámetro de ese disco es de unos cien mil años luz.

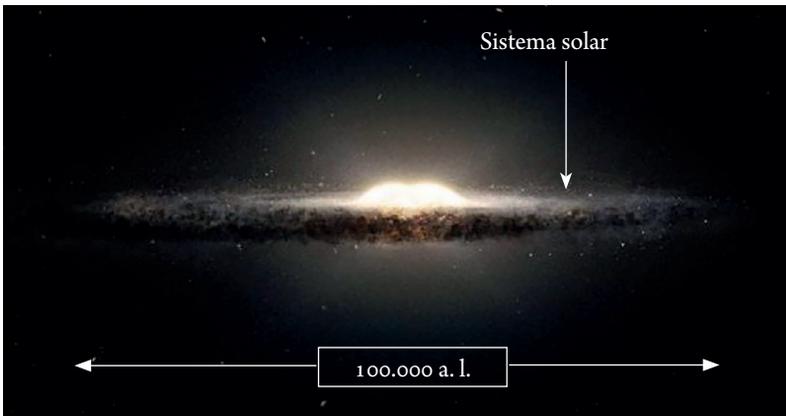


Figura 4

La figura 4 nos aclara por qué vemos en el cielo una mancha lechosa. Desde nuestra posición en la galaxia vemos el disco de la galaxia, en el que se concentra la mayor parte de las estrellas, como una banda nubosa que se proyecta en el cielo. En realidad, lo que vemos en el cielo es el plano central de la galaxia. Lo que los griegos llamaron Vía Láctea no es ni más ni menos que el disco de perfil.

La situación de la Tierra en verano es la que se muestra en la figura 5, en la que se ha agrandado enormemente el tamaño del sistema solar en relación al de la galaxia (esto se justifica en el Apéndice A). Observamos que la Tierra está entre el Sol y el centro de la galaxia. Por eso, al caer la noche y colocarnos al otro lado del Sol, nuestra mirada desde la Tierra se dirige hacia la parte central de la Vía Láctea, donde la acumulación de estrellas es mayor. Veremos la zona de la franja galáctica más luminosa. En particular, veremos el centro de la Vía Láctea, que ya en 1917 un gran astrónomo llamado Shapley había situado en la dirección de Sagitario<sup>2</sup> (en la figura 1 puede verse, abajo a la derecha, la constelación «Sagittarius»). Si la revolución copernicana había desplazado la Tierra del centro del sistema solar, ahora el Sol también se quedaba en un lugar discreto de la galaxia, muy alejado del centro.



Figura 5. Situación relativa del centro de la galaxia, la Tierra y el Sol en verano. La figura no está hecha a escala.

Tal y como se observa en la figura 1, en verano, en las primeras horas de la noche, podemos ver Sagitario, y, por tanto, el centro de la galaxia, entre el este y el sur (conforme avanza el verano Sagitario se va desplazando cada vez más hacia el sur); la gran mancha de la Vía Láctea llega desde el Cisne, en el norte, hasta Sagitario, hacia el sur. Parece dividirse

en dos ramas separadas por una zona oscura a la que se le ha dado el nombre de «The Great Rift» (en español, la Gran Grieta) (ver figura 6). Es una acumulación de gas y polvo<sup>3</sup> que tapa las estrellas del disco que se encuentran detrás.

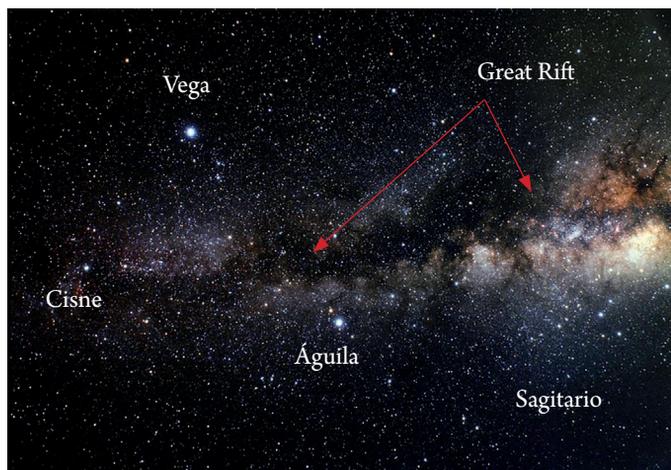


Figura 6. La «Gran Grieta» de la Vía Láctea.

Por el contrario, en invierno, la Tierra se encuentra al otro lado del Sol (ver figura 7). Por esa razón, cuando de noche dejemos de ver el Sol, contemplaremos el lado exterior del disco galáctico, donde no hay tantas estrellas, por lo que esa parte de la Vía Láctea aparece menos brillante.

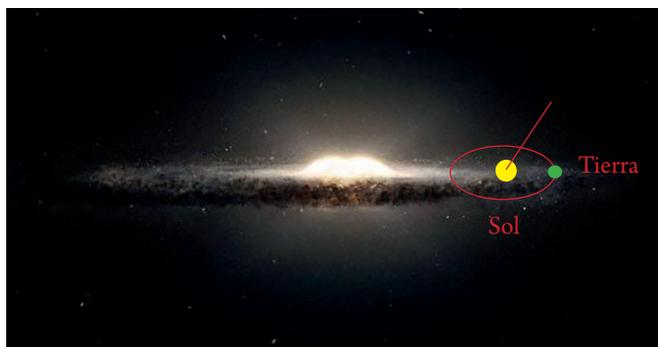


Figura 7. Situación relativa del centro de la galaxia, la Tierra y el Sol en invierno.

El siguiente dibujo (figura 8) muestra la mancha lechosa de la Vía Láctea en el cielo de invierno. No se ve Sagitario ni, por tanto, el centro galáctico.



Figura 8. La Vía Láctea en invierno, un camino en el cielo que une Sirio, la estrella más brillante (abajo en la figura), con Capella, en la constelación de Auriga (en la parte de arriba de la figura).

### ***Situándonos en el cosmos***

El Sol da vueltas alrededor del centro de la galaxia (que, como hemos visto, desde nuestra posición se encuentra en la dirección de la constelación Sagitario). Si la Tierra se mueve alrededor del Sol más deprisa que el avión más veloz, a 108 mil km/h, el Sol se mueve aún más rápido en la galaxia, a 700 mil km/h.

En realidad, el sistema solar es tan joven que todavía no ha tenido tiempo de dar más que una veintena de vueltas alrededor del centro galáctico, porque el centro de la galaxia se encuentra muy lejos, a 27 mil años luz de distancia. La galaxia, en cambio, es mucho más antigua: tiene, aproximadamente, 13 mil millones de años. Pero, ¿cómo se formaron las galaxias? Aquí presentaremos solo el esquema general del proceso de formación. Muchos detalles tendrán que esperar la pertinente explicación en capítulos posteriores.

El Big Bang ocurrió hace 13.700 millones de años, y las primeras galaxias aparecieron cuando el universo tenía solo unos 500 millones de años. El universo estaba, por entonces, lleno del hidrógeno y el helio que se habían generado muy al principio. Pero esos gases no estaban perfectamente repartidos, tenían grumos. La fuerza de la gravedad hizo que cada uno de ellos atrajese a la materia circundante. De este modo estos grumos constituyeron el germen de las galaxias. En torno a ellos se concentró más materia. Alrededor de lo que había sido un pequeño grumo se formó una gran nube de gas turbulento. En los remolinos de esa nube se generaron las primeras estrellas –en grupos de cientos de miles: los llamados cúmulos globulares<sup>4</sup>–. Después, el gas de la gran nube fue comprimiéndose. Caía hacia el centro atraído por la fuerza de la gravedad. Pero la nube inicial tenía un cierto movimiento de rotación y, al girar, se fue concentrando en un solo plano<sup>5</sup>. Así se creó el disco plano de las galaxias, llamadas espirales, como la nuestra. Los brazos espirales corresponden a zonas de mayor densidad. En torno a ellos se apretujó especialmente la materia. Y al apelmazarse fue aumentando su temperatura (un gas se calienta cuando su volumen se reduce). Cuando la temperatura llegó a cierto umbral se produjo la ignición: comenzó la fusión nuclear del hidrógeno. Ese es el mecanismo de formación de las estrellas y vale tanto para las de los brazos espirales como para las de los cúmulos globulares que se habían creado antes. El caso es que alrededor de los brazos espirales se crearon así millones de estrellas. Hermosas estrellas azules de muy alta temperatura que remarcan la forma de los brazos espirales. Las de mayor masa duran muy poco y acaban su corta vida en una gran explosión. Las de masas más pequeñas tendrán una vida más larga. En el capítulo 5 veremos con más detalle los procesos físicos que se dan en las estrellas. Allí se explicará cómo antes de la formación de las estrellas solo había en el universo hidrógeno y helio (generados en el Big Bang) y que es en el interior de las estrellas donde se sintetizan los demás elementos (del carbono en adelante). Tras la muerte de una estrella, esos elementos se incorporan al material de la galaxia. Así, la siguiente generación de estrellas dispondrá ya de elementos tales como el carbono y el oxígeno. Y menos mal, porque sin esos elementos, nosotros, los humanos, no estaríamos aquí.

Cuando se forman las estrellas hay tropezones de materia que no llegan a agregarse a la masa apretada de la estrella incipiente; se quedan medio flotando. Pero los pedazos sueltos tienden a juntarse. Así se forman los planetas que orbitan alrededor de las estrellas. Ahora bien, en el universo todo es cuestión de masa. Un planeta es una estrella que no tiene suficiente masa para que su interior llegue a la temperatura de ignición, a la que empiezan las reacciones nucleares que hacen que la estrella emita luz. Con bastante frecuencia se forman dos (o más) grandes concentraciones de masa cercanas que dan lugar a dos estrellas que orbitan una alrededor de la otra: constituyen un sistema binario. Muchas de las estrellas que vemos en el cielo son, en realidad, estrellas –o sistemas– binarias.



Figura 9. M<sub>32</sub>, galaxia elíptica satélite de Andrómeda, a 2,56 millones de años luz.

Pero las galaxias no suelen estar aisladas. Tienden a estar organizadas en grupos y cúmulos. Los efectos gravitatorios dentro de estos cúmulos hacen que las galaxias alteren su forma. Las estrellas, que inicialmente giraban en un plano alrededor del centro de la galaxia, desplazan sus órbitas. Lo que era en un principio un sistema muy organizado en un disco se convierte en algo más desorganizado: hay órbitas en todas direcciones. Los procesos de interacción entre las galaxias pueden alterar profundamente su forma inicial y dar lugar a diferentes posibilidades. Con mucha frecuencia la galaxia entera se vuelve más esferoidal, o, en general, más elíptica –con ese nombre se las conoce–.