

El nuevo universo

Los científicos solían bromear diciendo que la cosmología era una disciplina en la que el cociente entre teoría y datos era casi infinito. Montones de teorías, y apenas si un dato. Pero a lo largo de los últimos veinte años el cociente se ha invertido: ahora casi es cero. Disponemos de una cantidad de datos enorme, que no para de crecer, que ha permitido descartar todas las teorías menos una, que no solo concuerda con todos los datos de que se dispone, sino que ha ido prediciendo otros hechos. Esta teoría única es el fundamento de una nueva concepción del cosmos, nuestro nuevo universo. Su nombre técnico, según su acrónimo en inglés, es lambda CDM, pero resulta más simple llamarla «teoría doble oscura».

En esta nueva forma de concebir el cosmos, todo lo que se puede ver con los mayores telescopios, tanto instalados sobre la Tierra o en órbita a su alrededor, es solo la mitad del 1% de lo que el universo realmente contiene.

Las estrellas, las nubes de gas que emiten un resplandor, los planetas (fig. 1) y los cien mil millones de galaxias que hay hasta el horizonte cósmico (fig. 2) pertenecen a ese medio por ciento visible. Lo demás, ¿qué es? Al universo, *como un todo*, lo controlan dos cosas invisibles cuyo baile de la una con la otra, que prosigue desde el *Big Bang*, ha creado las galaxias visibles, únicos hogares para los sistemas planetarios y la vida. Las dos bailarinas que no vemos son la *materia oscura* y la *energía oscura*, las dos «oscuridades» de la teoría doble oscura. Pese a su abrumadora importancia para el universo como un todo, hasta el siglo xx nada se sabía de la materia oscura ni de la energía oscura;

ni siquiera se las había podido imaginar nadie. Entre la materia oscura –que provocó el derrumbe sobre sí mismas de las ingentes masas de materia que dieron lugar a las galaxias– y la energía oscura –que hace que estas galaxias se alejen unas de otras cada vez más deprisa– nuestro universo en evolución ha resultado ser mucho más dinámico que en la vieja idea de un espacio sin fin salpicado de estrellas.

De la cosmología moderna está brotando el primer relato científicamente fidedigno de la naturaleza y origen del universo.¹ Basándose en los grandes logros del siglo XIX y de principios del XX –en particular la evolución, la relatividad y la mecánica cuántica–, el final del siglo XX y el principio del XXI han sido una edad de oro de la astronomía. En un sentido muy real, hemos descubierto el universo.

El nuevo panorama científico difiere de todos los anteriores relatos de la creación no solo en que se basa en hechos, sino en que es el primero que nace de la colaboración de personas de diferentes religiones, razas y culturas del mundo entero, cuyas contribuciones están sujetas a un mismo criterio de verificabilidad. El nuevo concepto del universo no excluye a nadie y ve a todos los seres humanos como iguales. Nos pertenece a todos, no solo porque todos somos parte de él, sino porque en todas partes, la investigación necesaria para descubrirlo ha sido, en muy gran medida, financiada públicamente. El fruto de

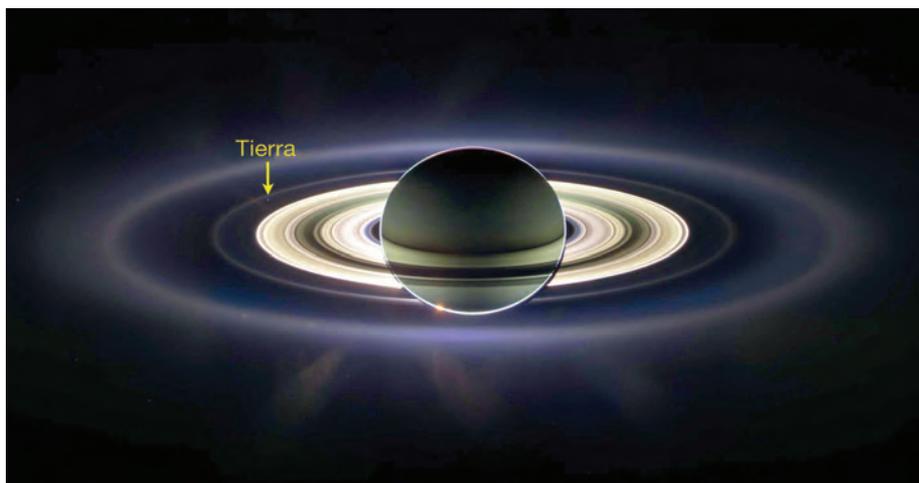


Fig. 1. Saturno con la Tierra al fondo

esta colaboración transnacional podría llegar a constituir una visión unificadora y creíble de la realidad en el sentido más amplio, donde la Tierra, nuestras vidas y las ideas de todas nuestras religiones están inmersas.

En toda la historia de la civilización occidental solo ha habido tres concepciones físicas del universo fundamentalmente diferentes, si bien dentro de cada una de ellas hayan existido incontables varia-



Fig. 2. El campo ultraprofundo del Hubble en luz infrarroja

ciones. En la primera, la Tierra era plana. Fijémonos, por ejemplo, en una representación del cosmos procedente del antiguo Egipto (fig. 3).



Fig. 3. El cosmos de los antiguos egipcios, versión simplificada

Vemos que la Tierra plana es un dios llamado Geb. El cielo es su hermana y amante, la diosa Nut, cuyo cuerpo contiene las estrellas. Nut y Geb, cielo y Tierra, nacieron aferrados el uno a la otra en un abrazo; fue su padre, Shu, el dios del aire o del espacio, quien los separó. Anhelaban volver a juntarse, pero Shu los mantenía separados interponiendo el espacio entre ellos. Los egipcios creían que solo seguirían separados si no dejaban de realizar los ritos prescritos como era debido, día tras día. Si abandonaban su religión, el cielo y la Tierra se juntarían de nuevo y sería el fin de la creación. Así, al practicar su religión, los antiguos egipcios creían que estaban apuntalando, entendiéndose al pie de la letra, el cosmos, lo que les daba la sensación de que realmente eran importantes.

En esta magna visión de los egipcios, la Tierra era parte de un cosmos repleto de dioses, un cosmos sobrecogedor pese a que en su mayor parte era invisible. Las aguas del Nilo fluían desde el mundo espiritual hasta los campos. El pueblo egipcio descendía de los dioses. Se solía pintar a Nut en el interior de las tapas de los ataúdes, de

forma que los difuntos yaciesen bajo la protectora presencia de la diosa y se les diese la bienvenida cuando retornaran a ella.

Las historias de los dioses –no solo Geb, Nut y Shu, sino muchos, muchos otros– explicaban a los antiguos egipcios por qué las cosas funcionaban como lo hacían. Su cosmología era más complicada que lo expuesto aquí y había muchas versiones locales, pero tenían esto en común: proporcionaban una explicación rica y satisfactoria de la vida, la naturaleza, el cosmos y la divinidad, aunque las partes correspondientes a la naturaleza y al cosmos distasen de ser realistas según los criterios modernos.

Mucho después, en los antiguos Israel y Judá, el cosmos de la Tierra plana seguía reinando, indiscutido (fig. 4). La estructura tripartita, cielo, Tierra y en medio el espacio, era la misma para los hebreos que para los egipcios; sin embargo, las partes ya no eran dioses, sino una Tierra, aire y firmamento inanimados, ya que para los hebreos solo había un Dios.



Fig. 4. El cosmos de los antiguos hebreos

Se produjo entonces el primer gran cambio cosmológico en la historia de Occidente. La imaginación griega se desprendió de la Tierra plana, bidimensional, y adoptó un universo tridimensional. Los griegos comprendieron que la Tierra no es una torta que reposa sobre el agua, sino una esfera rodeada de aire. A lo largo de los mil años siguientes, esta idea se fue difundiendo lentamente hasta que, en la Edad Media, las personas educadas de Oriente Próximo y del norte de África, así como de toda Europa hasta Escandinavia, creían que la Tierra era una esfera en el centro de un universo esférico (fig. 5).

Se pensaba por entonces que en el firmamento no había nada que no girase alrededor de la Tierra. Unas esferas de cristal, encajadas unas en otras, arrastraban a los planetas, a la Luna y al Sol, mientras que la esfera más exterior arrastraba a las estrellas fijas. El universo entero rotaba alrededor de la Tierra una vez al día, y más allá de la esfera de las estrellas fijas estaba el cielo. Según la concepción cristiana medieval, Dios había situado las esferas exactamente donde les correspondía en una «gran cadena del ser», y el lugar de cada criatura e institución de la Tierra era parte de la prolongación descendente de la jerarquía cósmica de las esferas. Se consideraba blasfemo poner en entredicho la jerarquía o el lugar que se ocupase en ella, ya que era el lugar que Dios había escogido para cada uno. Esta cosmología medieval, como la egipcia, explicaba la estructura social de la época y al mismo tiempo la imponía rígidamente. La concepción medieval, como la egipcia, proporcionaba a la gente común una explicación satisfactoria de su existencia. Se entendía que el mundo ordinario estaba rodeado de un cosmos espiritual, y los actos y expectativas de los seres espirituales que habitaban allí daban significado a la vida diaria aquí. Este era el panorama cósmico tan bellamente descrito por Shakespeare en *Cimbelino* (acto 5, escena 5), obra que se escribe, tiene su gracia, en el mismo momento en que Galileo lo refutaba:

¡La bendición de estos cielos que todo lo cubren
caiga sobre sus cabezas como rocío! Pues son dignos de
tachonar el cielo con estrellas.

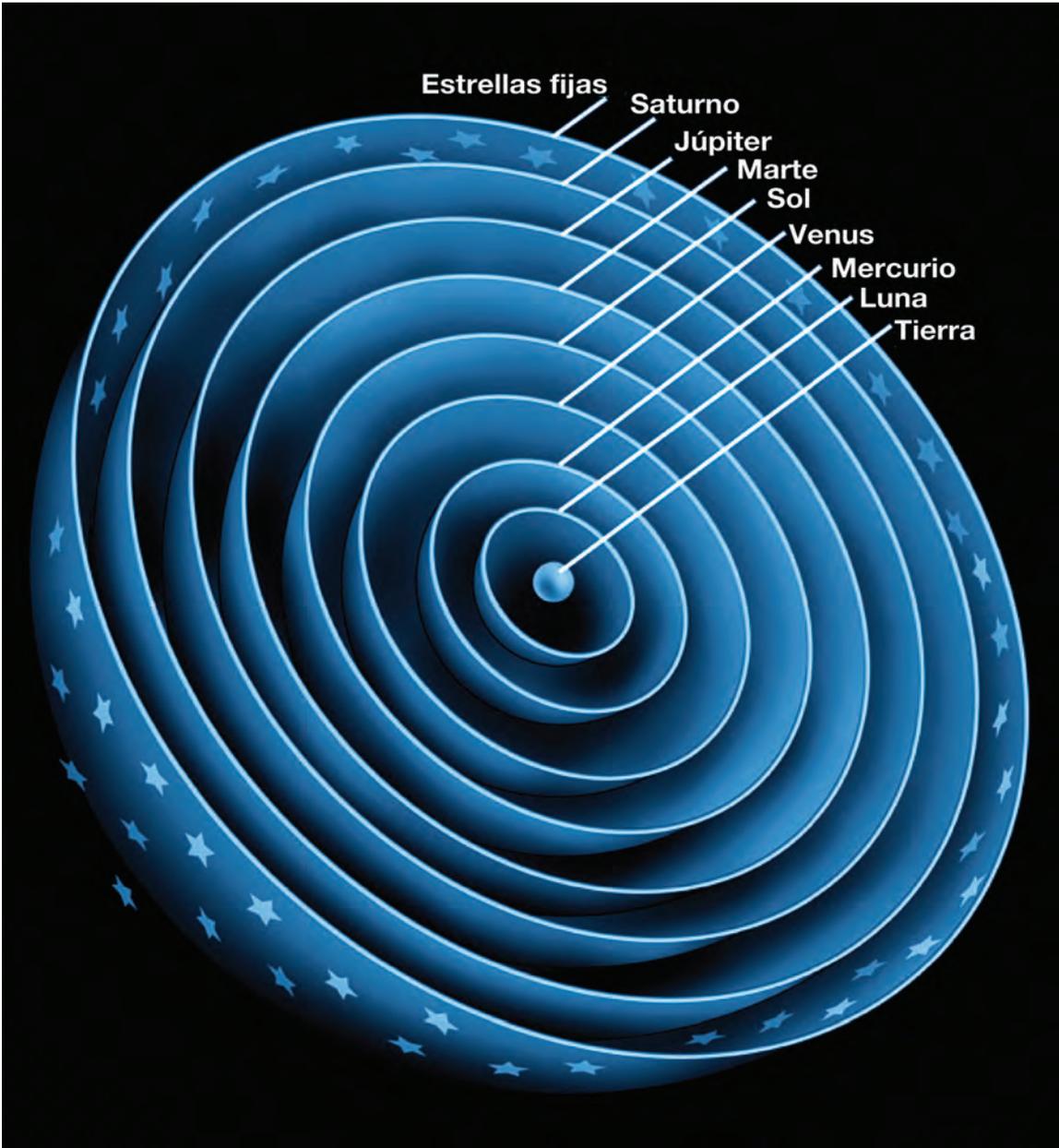


Fig. 5. El cosmos medieval

El segundo gran cambio cosmológico empezó en 1543, cuando un clérigo, Nicolás Copérnico, planteó que resultaba más fácil entender los movimientos de los planetas si se consideraba que en el centro no estaba la Tierra, sino el Sol. A lo largo del siglo siguiente, Galileo, Johannes Kepler e Isaac Newton completaron la revolución copernicana al presentar numerosas observaciones indicando que la Tierra no podía ser el centro del universo y al elaborar la física de un universo centrado en el Sol. Esta nueva concepción del cosmos dio lugar a unas controversias tremendas, pero consiguió afianzarse a causa de su potencia predictiva y explicativa. La concepción medieval fue sustituida por el universo que ahora llamamos newtoniano: el cosmos de la Ilustración.

En el universo newtoniano la Tierra no es el centro del universo. No hay centro. La Tierra es un planeta que se mueve como los demás alrededor de nuestra estrella, el Sol. No hay lugar en el universo que sea especial o central, y menos el nuestro. El intrigante dibujo de M. C. Escher titulado *División cúbica del espacio*, aunque no incluye objetos celestes, retrata claramente la idea newtoniana fundamental de que el espacio es una retícula infinita donde ningún lugar es diferente de los demás (fig. 6). Por primera vez en la historia de las cosmologías dejó de haber un lugar donde lo físico se convertía en espiritual. Era físico en toda su extensión, posiblemente hasta el infinito.

Desde el siglo XVII, el universo newtoniano ha ido siendo cada vez más prevalente, de manera que las personas con creencias religiosas han tenido a menudo que elegir: o (1) negar la validez de la ciencia y quedar aisladas de una buena parte del progreso de la humanidad, o (2) adoptar una visión dualista en la que se aceptaba la ciencia pero se creía que había dos tipos de realidad, la espiritual y la física, en la que la «espiritual» no estaba sujeta a las leyes de la física. Con la mente así dividida, es posible creer en la ciencia y seguir creyendo a la vez en casi cualquier otra cosa. Por fortuna, (1) y (2) ya no son las únicas alternativas.

Vivimos en el tercer gran cambio cosmológico, una revolución científica tan profunda en sus consecuencias, seguramente, como la copernicana. La revolución actual empezó a principios del siglo XX, cuando la mayoría de los astrónomos todavía creía que la *Vía Láctea era el universo*. En el siglo XVIII, por ejemplo, el astrónomo británico William Herschel, al dibujar la Vía Láctea, puso erróneamente el Sol

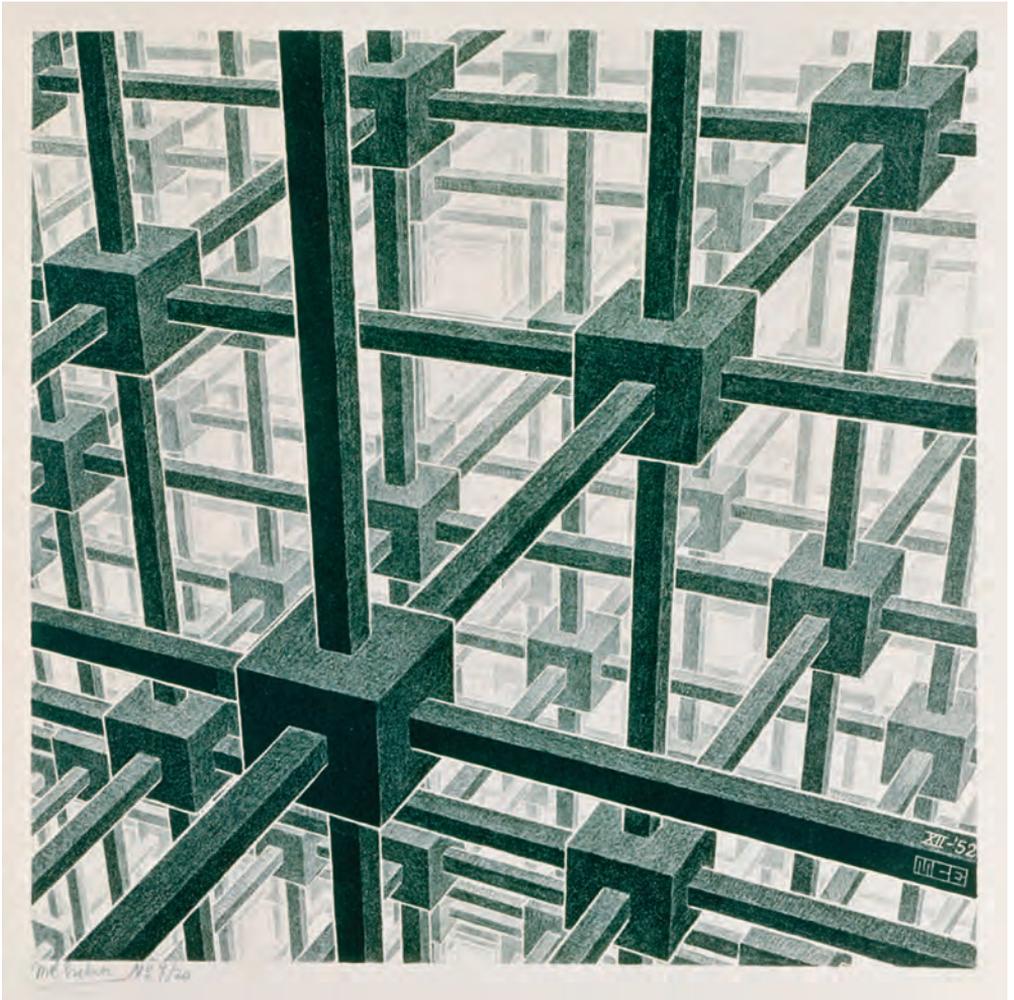


Fig. 6. El cosmos newtoniano, según lo representa la *División cúbica del espacio* de M. C. Escher

cerca del centro (fig. 7). En aquellos tiempos, a todos los objetos borrosos observados por los astrónomos se les llamaba *nebulae*, que significa ‘nubes’; es decir, creían que eran nubes de gas situadas dentro de la Vía Láctea. Pero el astrónomo estadounidense Edwin Hubble descubrió en 1924 que algunas nebulosas eran en realidad galaxias

que estaban muy lejos de la Vía Láctea. De pronto, nuestra galaxia se convirtió en solo una más entre miles de millones; el universo se agrandó incalculablemente. Luego, en 1929, Hubble hizo un descubrimiento aún más asombroso: las galaxias distantes se están alejando de nosotros, y cuanto más lejos están, más deprisa se alejan. Hubble había descubierto la expansión del universo. Mediante un razonamiento retrospectivo, los astrónomos comprendieron que si ahora el universo se estaba expandiendo es que tuvo que haber una época en la que todo se encontraba mucho más junto. Era el *Big Bang*, o «gran explosión», pero no había todavía pruebas directas de su existencia.

A mediados del siglo xx hubo un vivo debate en astronomía entre la teoría del *Big Bang* y la teoría del estado estacionario. Ambas aceptaban las evidencias de que el universo se estaba expandiendo,

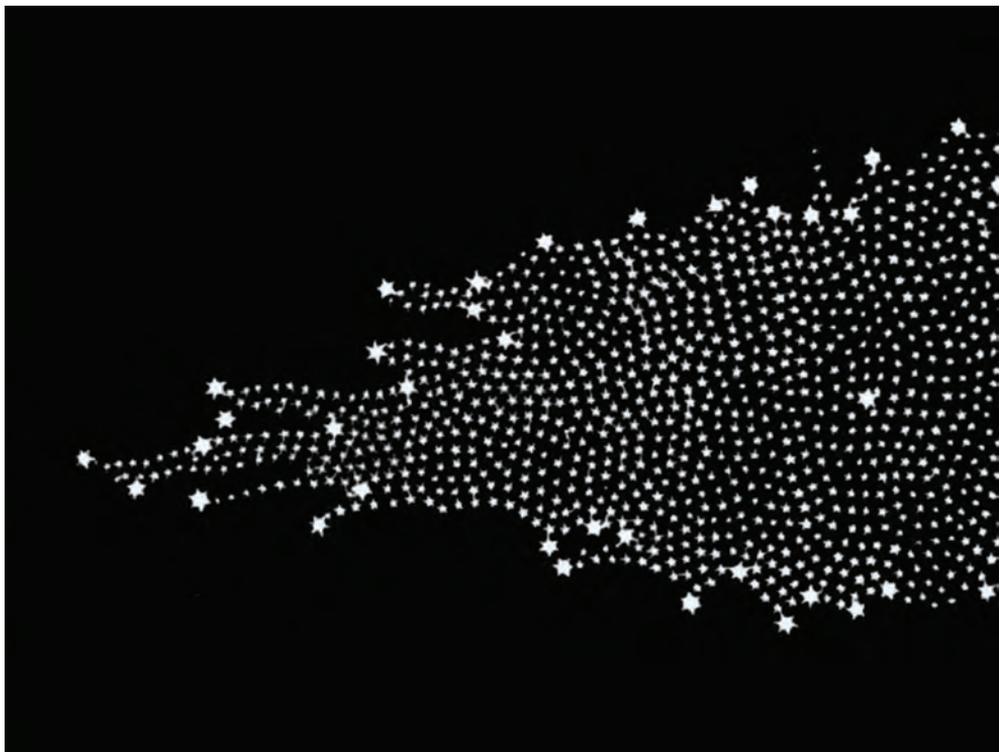
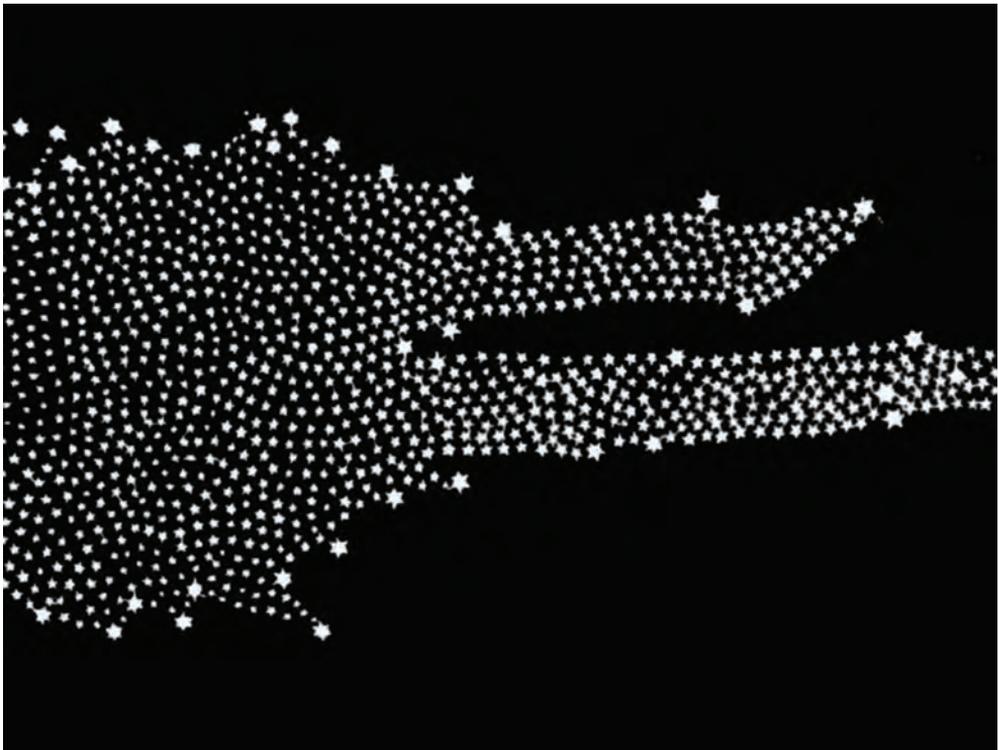


Fig. 7. El mapa de la Vía Láctea que dibujó William Herschel

pero los que propugnaban el estado estacionario sostenían que no hubo *Big Bang*; el universo no tenía ni principio ni final y, en líneas generales, no cambiaba, ya que se creaba materia espontáneamente y esa materia formaba galaxias nuevas a medida que las viejas se iban separando. La teoría del estado estacionario, sin embargo, quedó muy tocada cuando se descubrió en 1965 que una débil radiación térmica, procedente del *Big Bang*, impregnaba el universo entero. Y después recibió un golpe fatal cuando se descubrió que las galaxias muy distantes (en el tiempo y en el espacio) no son como las cercanas: el universo había estado evolucionando. La teoría del *Big Bang* se ganó una aceptación general en lo que valía, pero no podía explicar por qué una explosión universal acabó formando galaxias. Esto ocurría décadas antes de que la teoría doble oscura ofreciese una explicación.



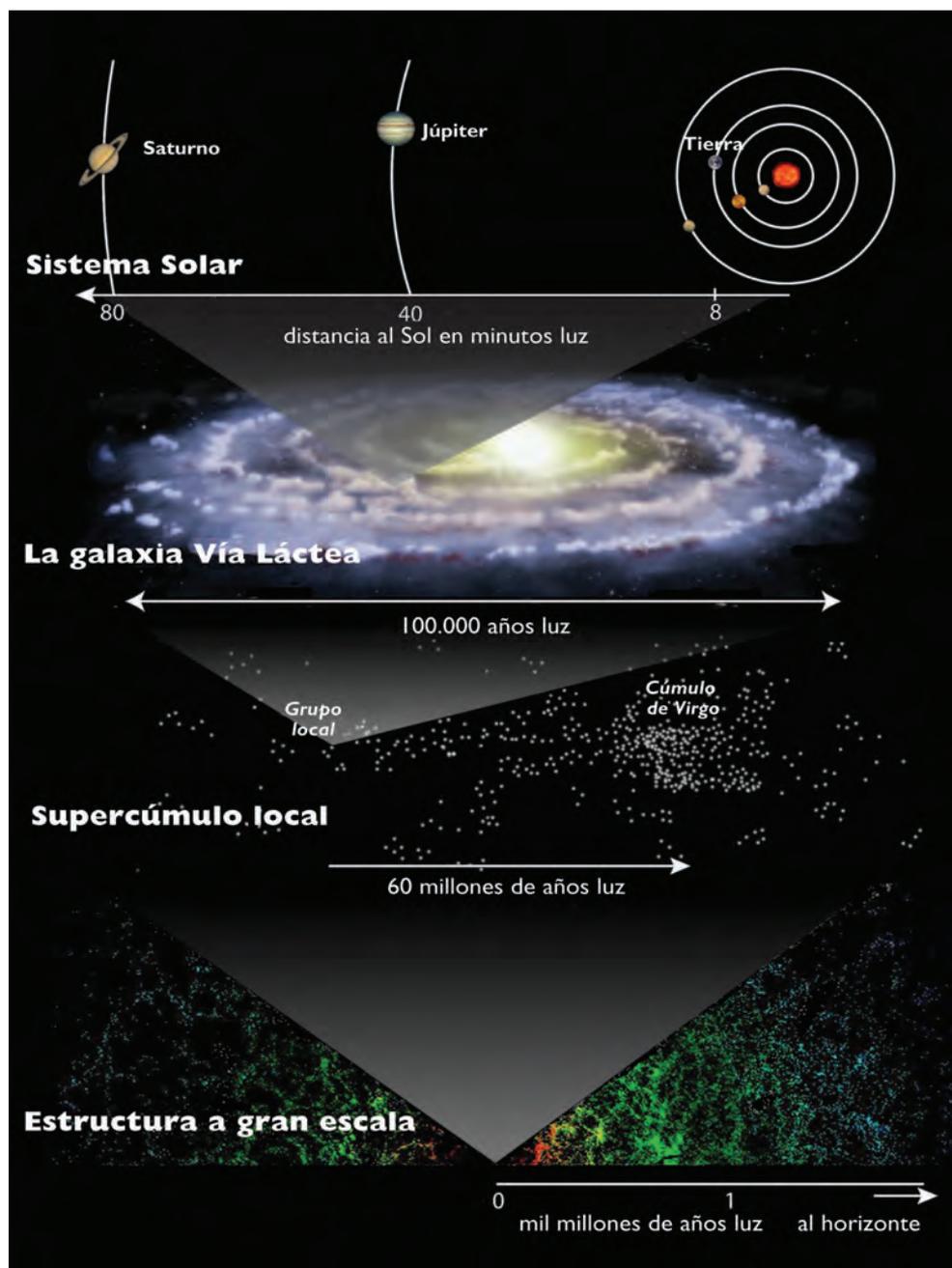


Fig. 8. Nuestras señas en el universo

Hacia 1980, más o menos, la mayoría de los astrónomos se había convencido ya de que la mayor parte de la masa que mantiene unidas las galaxias y los cúmulos de galaxias es invisible, pero no sabían cómo sucedía. En 1993 se tuvo la primera prueba sólida de que la parte de la teoría doble oscura que se refiere a la materia oscura fría podía ser cierta. En esas, en 1998, unos astrónomos descubrieron que la expansión del universo está en realidad acelerándose; era la primera auténtica confirmación de la energía oscura. Desde entonces, todas las observaciones astronómicas, que se han ido acumulando rápidamente, respaldan el modelo doble oscuro.

Esta revolución nos presenta una oportunidad tan excepcional que solo dos veces antes la ha habido: la oportunidad de volver a concebir la realidad misma en el amanecer de una nueva visión del universo. Ahora, la gran pregunta es: ¿qué va a hacer nuestra civilización con esta nueva concepción del cosmos? Pero a eso ya llegaremos más adelante. Antes, tenemos que entender esta nueva visión, y cualquiera que tenga una mente abierta puede conseguirlo.

La mejor forma de entender nuestra identidad cósmica es partiendo de casa y yendo hacia fuera (fig. 8). De los ocho planetas de nuestro sistema solar, la Tierra es el tercero a partir del Sol, un planeta que no es ni demasiado caliente ni demasiado frío. La luz atraviesa el sistema solar en unas horas, así que el tamaño del sistema solar se mide en «horas luz». Pero cruzar nuestra galaxia, la Vía Láctea, le lleva a la luz unos cien mil años. (La velocidad de la luz en el espacio es de unos trescientos mil kilómetros por segundo, y no varía. Un año luz es la distancia que recorre la luz en un año.) Nuestro sistema solar entero es una minúscula mota a medio camino, más o menos, entre el borde visible de la Vía Láctea y su engrosamiento central lleno de estrellas.

La Vía Láctea forma parte de lo que los astrónomos llaman el «Grupo local» de galaxias. Es un grupo que se mantiene unido por la gravedad y que consta de dos grandes galaxias –la nuestra y la de Andrómeda– más una cincuentena de galaxias menores. Nuestro Grupo local es solo una mota a la escala del Supercúmulo local de galaxias, unas mil galaxias brillantes (y muchos miles de galaxias débiles) dispersas en una lámina gruesa de unos cien millones de años luz de extensión que aún sigue expandiéndose. Inmerso en el Supercúmulo local, a unos sesenta millones de años luz de nosotros, está

el Cúmulo de Virgo de galaxias. Se llama así porque lo vemos en la dirección en que se encuentra la constelación de Virgo, aunque más lejos: lo que solemos llamar las constelaciones están formadas por estrellas de nuestra propia galaxia, no lejanas al Sol, que se interponen, pues, en un primer plano.

A partir de las siguientes fotos (y las que se puedan ver en nuestra web) emprendemos un viaje virtual que parte de la Tierra, deja atrás las estrellas locales, que son cartografiadas de verdad, sale del disco de la Vía Láctea y recorre parte de nuestro Supercúmulo local hasta el Cúmulo de Virgo. Puede verse en  *Viaje al Cúmulo de Virgo*, un vídeo de nuestro sitio web, <http://new-universe.org>.

A un lado de la constelación de Orión, tal como se la ve desde la Tierra, la Vía Láctea se arquea a través del cielo hacia la izquierda. La espada que cuelga del cinturón de Orión se va deshaciendo a medida que nos acercamos a ella porque las estrellas que la componen están a diferentes distancias. Acercándonos más vemos que el centro de la espada no es una estrella, sino la nebulosa de Orión, una nube de gas iluminada por las jóvenes estrellas que allí se forman (fig. 9).

Pero todo esto se encuentra dentro del disco de la Vía Láctea, donde nubes de polvo bloquean parte de la luz. Si nos alzamos sobre el disco, fuera de él, veremos el panorama completo de nuestra galaxia, con sus cientos de miles de millones de estrellas (fig. 10). La Vía Láctea tiene dos galaxias satélite cercanas, las Nubes de Magallanes, visibles justo a su izquierda. Las pequeñas manchas de luz al fondo no son estrellas, sino galaxias, muchas de las cuales brillan tanto como la Vía Láctea. Todas estas galaxias están en nuestro Supercúmulo local.

Los cúmulos de galaxias, como el de Virgo, se encuentran en las intersecciones de cadenas o filamentos de galaxias. Al Cúmulo de Virgo se le ve aquí con una larga cadena de galaxias que se extiende hacia la derecha (fig. 11). La mayor parte de las galaxias de la cadena son galaxias de disco (fig. 12), como la Vía Láctea, pero en el Cúmulo de Virgo también hay galaxias elípticas (grandes bolas de estrellas sin disco). En el centro del Cúmulo de Virgo está la galaxia elíptica gigante M87. Esta galaxia tiene un agujero negro en su centro cuya masa es más de tres mil millones de veces la masa de nuestro Sol. Parte del material que cae hacia el agujero negro sale disparado como un chorro.

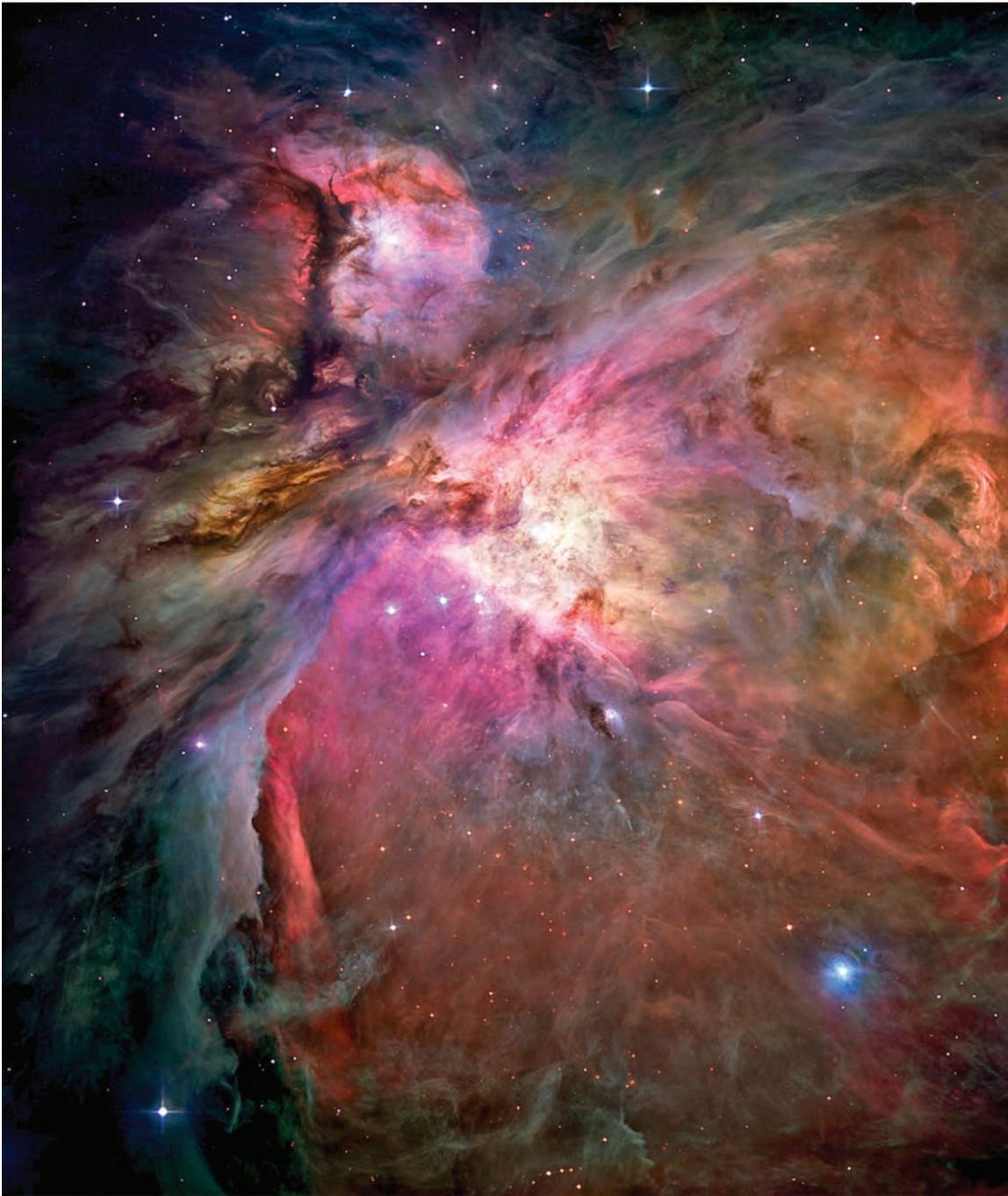


Fig. 9. La nebulosa de Orión



Fig. 10. La galaxia Vía Láctea con las Nubes de Magallanes grande y pequeña



Fig. 11. El Cúmulo de Virgo y una cadena de galaxias



Fig. 12. La galaxia del Remolino (M51)



Fig. 13. Carlitos y Snoopy: «No tienes la menor importancia».



Fig. 14. Calvin y Hobbes: «¡Qué noche tan clara!».

Sin embargo, incluso un viaje de sesenta millones de años luz es una excursión corta si se compara con las distancias que la teoría doble oscura les permite simular ahora a los astrónomos. Estos números enormes a menudo hacen sentirnos insignificantes. Es una sensación tan común en nuestra cultura, hasta entre los niños, que aparece por ejemplo en Carlitos y Snoopy y en Calvin y Hobbes (figs. 13, 14). En ambas tiras de dibujos, a los personajes les resulta incómoda la sensación de nuestra insignificancia cósmica, así que rehúyen pensar en ella. Esa sensación deriva de la premisa newtoniana de que en un universo incomprensiblemente vasto y frío somos, por citar al famoso biólogo Stephen Jay Gould, un «fortuito añadido cósmico».² Pero ahora sabemos que no es así. El nuevo panorama está revelando un universo donde los seres inteligentes tienen un lugar central y muy especial, y esto en más de un sentido. Por fin contamos con una manera de visualizar el todo: desde esa nueva perspectiva podemos tener plena confianza de estar viendo en su integridad qué somos realmente.