

José María Maza Sancho

SOMOS POLVO
DE ESTRELLAS

CAPÍTULO I

PRIMERAS
IDEAS
COSMOLÓGICAS

Por muchos siglos el ser humano pensó que el centro del cosmos era la Tierra: una Tierra plana, con una bóveda celeste en lo alto. A partir del siglo v a. C. se empezó a pensar en una Tierra esférica, de grandes dimensiones. Para el siglo III a. C., con el trabajo de Eratóstenes en Alejandría, se conoció el tamaño de nuestro planeta con bastante precisión. El cosmos de Pitágoras —cosmos, en griego, significa orden y belleza, es lo opuesto al caos; cosmología y cosmética provienen de la misma raíz— está compuesto por una sucesión de esferas cristalinas

que giran en torno de la Tierra. La esfera más lejana es la que contiene a todas las estrellas, que no cambian sus posiciones relativas y que por generaciones se ven inalterables; se las llamó “estrellas fijas”. La esfera que contenía las estrellas giraba en torno a la Tierra en un día y arrastraba en su curso a todas las esferas interiores: las de los planetas, el Sol y la Luna. Las esferas interiores se desplazaban lentamente con respecto a la esfera exterior de las estrellas fijas, en períodos de semanas, meses o años. Durante el siglo II a. C., el gran astrónomo griego Hiparco de

Nicea describe esos movimientos utilizando círculos grandes y pequeños, llamados deferentes y epiciclos. Hiparco fue uno de los más grandes astrónomos de la antigüedad; vivió su vida en la isla de Rodas y tuvo contacto con los astrónomos de Babilonia, lo que le permitió descubrir la precesión de los equinoccios. Los equinoccios son los puntos en el cielo donde el ecuador celeste corta el círculo máximo —llamado eclíptica— por donde se ve desplazarse al Sol en el curso del año. Cuando el Sol cruza el ecuador de sur a norte, el 21 de marzo, se dice que está en el equinoccio vernal: comienzo de la primavera en el hemisferio boreal. Ese punto se usa como referencia para definir las coordenadas de las estrellas en el cielo. Sin embargo, lo que Hiparco encontró es que el equinoccio vernal se desplaza a lo largo de la eclíptica, dando una vuelta completa en 26.000 años. El desplazamiento es de cincuenta segundos de arco en un año, equivalente a un grado y medio ¡por siglo! Ese movimiento del eje de rotación terrestre es similar al bamboleo de un trompo que gira y antes de detenerse oscila alrededor de la vertical. El descubrimiento de la precesión muestra la enorme ca-

lidad y continuidad de las observaciones astronómicas realizadas en Babilonia. Hiparco desarrolló, además, un excelente modelo matemático para describir el movimiento del Sol y de la Luna, basado en epiciclos, deferentes y círculos excéntricos.

En el siglo II, el astrónomo alexandrino Claudio Ptolomeo elaboró una completa teoría matemática que permitía predecir las posiciones del Sol, la Luna y los planetas. Ptolomeo basa su teoría en el trabajo previo de Hiparco. En su libro, que hoy conocemos como *Almagesto*, Ptolomeo explica su sistema del mundo y el detalle del modelo matemático (geométrico) de las órbitas, basado en deferentes y epiciclos. El planeta gira fijo al borde de un círculo pequeño (epiciclo) cuyo centro describe un círculo mayor, que gira en torno de la Tierra (deferente). Siguiendo sus instrucciones se pueden refinar los elementos de las órbitas y, con ello, predecir las posiciones de los cuerpos celestes. Por 1400 años la teoría geocéntrica de Ptolomeo constituyó la base del conocimiento astronómico mundial. La adoptaron los astrónomos árabes y posteriormente la Europa medieval cristiana. El *Almagesto* es un resumen del

conocimiento astronómico griego, babilonio y helenístico, al igual que el libro *Los elementos* de Euclides, que representa la enciclopedia de los conocimientos geométricos de su época. El modelo geocéntrico de Ptolomeo es la primera gran teoría científica de la historia y sin duda la más longeva: sirvió al ser humano por catorce siglos.

El año 1543, el canónigo polaco Nicolás Copérnico (1473-1543) desafía la autoridad de Ptolomeo, Aristóteles y la Iglesia —que los había adoptado a ambos como “verdad oficial”—, planteando que el Sol es el centro del universo y que la Tierra es un mero planeta, que gira sobre sí mismo en veinticuatro horas y se traslada en torno al Sol durante un año. El modelo de Ptolomeo contemplaba una Tierra inmóvil en el centro del cosmos: el cielo giraba en torno a la Tierra cada veinticuatro horas y arrastraba en su giro al Sol, la Luna y los planetas. A su vez, estos se desplazaban lentamente contra las estrellas, en un movimiento general hacia el este. El modelo heliocéntrico de Copérnico fue lentamente ganando terreno entre los estudiosos gracias a la obra del astrónomo danés Tycho Brahe (1546-1601), el gran

astrónomo y matemático alemán Johannes Kepler (1571-1630) y el gran físico y astrónomo italiano Galileo Galilei (1564-1642). En 1687, cuando el genio inglés Isaac Newton (1643-1727) publica su gran tratado, *Principios matemáticos de filosofía natural*, se sintetiza el conocimiento de la mecánica celeste de Kepler y la mecánica terrestre de Galileo, y se establece la “gravitación universal”. En el siglo y medio transcurrido entre Copérnico y Newton se sentaron las bases de la ciencia moderna.

A partir de la obra de Newton, la veracidad de la hipótesis heliocéntrica de Copérnico queda apoyada en bases sólidas, con una nueva física. Las objeciones que se le hacían a Copérnico utilizando la física aristotélica pierden todo valor. También se deduce de ahí que el Sol es una estrella y que las estrellas son soles muy distantes, pero semejantes a nuestro Sol. El astrónomo inglés Thomas Digges fue el primero, en 1576, en eliminar la esfera de las estrellas fijas, diciendo que las estrellas brillantes están más cerca y que las que vemos más débiles están más lejanas. Antes de Digges, el filósofo alemán Nicolás de Cusa había sostenido, en 1440, en su libro *De Docta*

Ignorantia (“Acerca de la ignorancia científica”), que el Sol era una estrella y las estrellas son soles, en un mundo infinito. Durante el mes de febrero de 1600, el pensador italiano Giordano Bruno fue quemado en la hoguera bajo el yugo de la Inquisición, en Roma, por sostener, entre otras herejías, que las estrellas son soles, que deben existir planetas en torno a las estrellas y posiblemente vida en esos planetas. A partir del siglo XVII queda establecido que el Sol es una estrella y las estrellas son soles. El Sol y miles de millones de estrellas constituyen un sistema estelar que llamamos Vía Láctea. Todas las estrellas giran en torno al centro de la Vía Láctea: la única manera de mantenerse en equilibrio entre la atracción gravitacional de todas las otras y la fuerza centrífuga del movimiento de rotación.

La Vía Láctea es esa franja blanquecina que vemos cruzar el cielo, en particular en los meses de invierno —junio y julio—. El mito griego dice que es el camino de la leche, la leche de Hera expulsada al cielo, cuando

amamantaba a Heracles (Hércules). La Vía Láctea es un gigantesco sistema de estrellas —entre ellas el Sol— muy aplanado y que vemos de canto proyectado sobre el cielo. Hoy sabemos que el Sol, junto con doscientos mil millones de estrellas, forman la Vía Láctea (200.000.000.000 son muchas estrellas; para ponerlo en un contexto, si repartiéramos las estrellas de la Vía Láctea equitativamente entre todos los habitantes del planeta, nos tocarían 30 estrellas a cada uno). En 1755, el filósofo alemán Immanuel Kant (1724-1804) propuso que el universo en gran escala estaba lleno de universos-islas y galaxias como la Vía Láctea. Durante un siglo y medio muchos astrónomos discutieron la veracidad de estas afirmaciones, acumulando observaciones que permitieran probar o refutar la idea de los universos-islas de Kant. Entre los más destacados cabe recordar al inglés de origen alemán William Herschel (1738-1822), al holandés Jacobo Kapteyn (1851-1922) y al norteamericano Harlow Shapley (1885-1972).



▲ Vista de la Vía Láctea durante una noche de invierno, desde el observatorio ALMA, a 5000 metros de altura sobre el nivel del mar, al oriente de San Pedro de Atacama, en el norte de Chile. © Y. BELETSKY (LCO)/ESO.

William Herschel, en Inglaterra —hacia fines del siglo XVIII, haciendo recuentos estelares—, abre la indagación para determinar la forma y tamaño de la Vía Láctea. Apuntaba su telescopio a una zona del cielo y contaba en ella todas las estrellas que su ojo veía. Contó estrellas en 683 regiones, distribuidas sobre toda la esfera celeste. Su modelo se asemeja a un esferoide oblató —forma de lenteja— y dimensiones que no pudo especificar más allá de decir que el eje corto de la lenteja era 5 veces menor que el diámetro, y que este era 900 veces mayor que la distancia del Sol a Sirio, la estrella más brillante del cielo. Hoy sabemos que Sirio está a unos 10 años luz del Sol, por lo cual el modelo de la Vía Láctea construido por Herschel tiene aproximadamente 10.000 años luz (un año luz es una medida de distancia que corresponde a lo que puede viajar la luz en un año, moviéndose 300.000 kilómetros cada segundo: lo que equivale a 9,5 billones —millones de millones— de kilómetros: 9.500.000.000.000 km).

El trabajo de William Herschel también permitió conocer miles de nebulosas pequeñas en el cielo, objetos que, a diferencia de las estrellas, tienen un aspecto difuso al mirarlos

con un telescopio. Parecían galaxias, o universos-islas en el sentido de Kant. Desgraciadamente, las nuevas observaciones no fueron tan claras como hubiese sido deseable. Al descubrir un nuevo tipo de nebulosas, que llamó nebulosas planetarias, dudó que fueran objetos extraordinariamente distantes. Las nebulosas planetarias tienen una estrella central rodeada de una nebulosa que, en muchas ocasiones, se ve redonda, verdosa, parecida a un planeta; de ahí su nombre. Con este descubrimiento cuestionó la teoría kantiana de los universos-islas. En 1845, en Irlanda, William Parsons (1800-1867), el tercer conde de Rosse, descubre que la nebulosa Messier 51 tiene una estructura espiral. Con su telescopio —en ese momento el más grande del mundo— de 72 pulgadas de diámetro (1,83 metros) encuentra una estructura espiral en varias otras nebulosas. Algunos astrónomos de la segunda mitad del siglo XIX pensaron que se trataba de sistemas solares en formación: en el centro de la nebulosa espiral se iba a formar una estrella y, en los brazos, los planetas. La verdadera naturaleza de las nebulosas espirales solo vino a ser clarificada entrado el siglo XX.

El trabajo de Herschel sugería una Vía Láctea achatada, con un tamaño de unos 10.000 años luz de diámetro y con el Sol en el centro. El trabajo de Jacobo Kapteyn, en Holanda, refinó el modelo, lo hizo algo más grande, de unos 30.000 años luz de diámetro, achatado y con el Sol muy cerca del centro. En 1916, el norteamericano Harlow Shapley, utilizando estrellas variables y la “relación período-luminosidad”*, descubierta por Henrietta Leavitt en Harvard, encontró que la Vía Láctea es mucho mayor que lo que se pensaba y que el Sol está muy lejos del centro de ella. La Vía Láctea de Shapley tenía un tamaño enorme, unos 300.000 años luz, achatada y con el Sol a mitad de camino entre el centro y el borde. Ciertamente, la

escala de distancia que utilizó Shapley estaba equivocada y hoy sabemos que la Vía Láctea tiene más bien 185.000 años luz de diámetro y el Sol se sitúa a unos 26.500 años luz del centro. El modelo propuesto por Shapley hace un siglo se ha refinado enormemente gracias a observaciones hechas con los actuales radiotelescopios y sigue siendo la esencia de la visión actual de la Vía Láctea (como estamos dentro de la galaxia es muy difícil hacerse una idea cabal de su forma —no nos podemos tomar una *selfie* con la Vía Láctea—; además, las distancias a las estrellas son difíciles de estimar por la presencia de polvo en el espacio entre ellas, que las hace ver más débiles por la absorción de su luz).

* Un cierto tipo de estrellas, llamadas cefeidas, varían periódicamente su luz, y miss Leavitt en Harvard encontró que las que tienen un período de variación de unos pocos días son mucho menos luminosas que las que tienen períodos de variación de semanas o meses. Por ello, midiendo el período de variación se puede estimar la luminosidad, y midiendo el brillo aparente de la estrella se puede estimar su distancia; eso hizo Shapley.



◀ La Vía Láctea desde el
observatorio ALMA, en el
norte de Chile.
© ESO/B. TAFRESHI
(TWANIGHT.ORG).

