



## LAS ESCALAS CÓSMICAS

**C**uando miramos el cielo nocturno y los astros que pueblan la bóveda celeste, nos preguntamos a menudo a qué distancia se encuentran. Entender las escalas cósmicas no resulta fácil, ya que los tamaños de las estrellas y las galaxias, así como las distancias que nos separan de ellas son tan enormes que nuestra experiencia cotidiana no es de gran ayuda para hacernos una idea de la inmensidad del universo.

Empecemos, pues, con nuestro planeta. Dar una vuelta completa a la Tierra en coche (a 120 km por hora, la velocidad máxima permitida en las autopistas, y sin parar) requeriría 14 días: ¡un viaje agotador! ¿Y en avión? A la velocidad de crucero de un Jumbo (910 km por hora) serían necesarios casi 2 días de vuelo continuo para completar el perímetro terrestre alrededor del ecuador. Si el Jumbo pudiera llegar al Sol emplearía 19 años para cubrir los 150 millones de kilómetros que nos separan del astro rey. Decididamente, para seguir hablando de distancias necesitamos algo que sea mucho más veloz.

Los astrónomos usamos la luz porque se traslada a la inconcebible velocidad de 300.000 km por segundo. Nada puede ir más rápido. Por tanto, en un segundo, la luz daría siete vueltas y media a la Tierra, y necesitaría 8 minutos para recorrer la distancia que nos separa del Sol. Si la luz ha de viajar desde el Sol hasta Neptuno necesitará algo más de 4 horas. Una analogía nos puede ayudar a situar la Tierra entre los planetas del Sistema

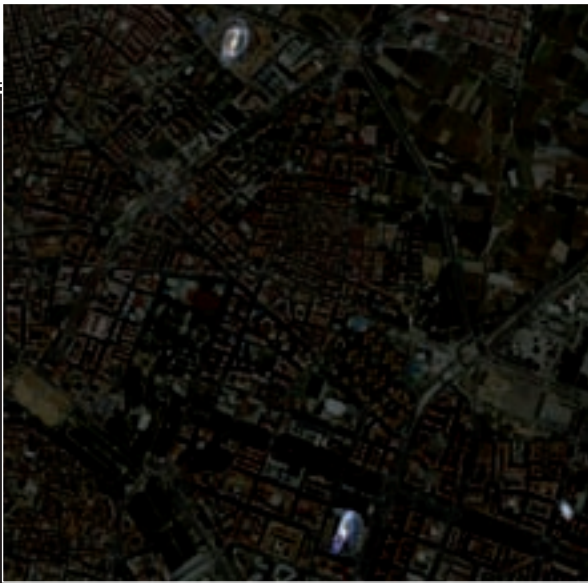
Solar, tomando la distancia entre el Sol y Neptuno como la que separa las porterías en un campo de fútbol de 100 metros de largo, la Tierra estaría a 3,3 metros de la portería del Sol, dentro del área pequeña, y Júpiter, a 17,3 metros, se situaría en el borde del área de penalti. A esa misma escala, el diámetro de Júpiter sería de apenas tres milímetros, de unas décimas de milímetro el de la Tierra y el del Sol rondaría los tres centímetros. Esto nos da una idea, además, de lo vacío que está el espacio.

El Sol es sólo una de los centenares de miles de millones de estrellas que hay en nuestra Galaxia. ¿A qué distancia está la estrella más cercana? Próxima Centauri, que es así como se llama, se encuentra a 4,2 años luz. Eso indica que la luz, a 300.000 km por segundo, tarda 4,2 años en recorrer los cerca de 40 billones (o sea, millones de millones) de kilómetros que nos separan de esta estrella. Siguiendo con la analogía anterior en la que un campo de fútbol corresponde a la distancia entre el Sol y Neptuno, necesitaríamos casi 9.000 campos, uno detrás de otro (la distancia, en línea recta, entre Barcelona y Santiago de Compostela), para llegar a nuestra vecina estelar más próxima, sabiendo que en el primero de ellos estarían todos los planetas del Sistema Solar.

Aunque los viajes por nuestra Galaxia son bastante comunes en historias de ficción como *Star Wars*, la realidad es bien distinta. Basta con considerar que la sepa-

El cúmulo de Virgo, a 65 millones de años luz, ocupa una amplia región del cielo. En este mosaico de  $2^\circ \times 1,5^\circ$  se muestra la parte central del cúmulo, dominada por la galaxia gigante elíptica M87 (la más brillante en el panel izquierdo de la imagen), rodeada por un enjambre de pequeñas galaxias. A la derecha (oeste) se aprecian varias galaxias espirales y lenticulares formando la llamada cadena de Markarian.





Montaje en el que se muestran las tres galaxias principales del Grupo Local (la Vía Láctea, Andrómeda y la galaxia del Triángulo) ubicadas sobre una vista aérea de la ciudad de Valencia. A esta escala, cada kilómetro representa un millón de años luz.

**«AUNQUE LOS VIAJES POR NUESTRA GALAXIA SON BASTANTE COMUNES EN HISTORIAS DE FICCIÓN, LOS VIAJES INTERESTELARES SON HOY POR HOY IMPRACTICABLES»**

ración de promedio entre las estrellas de la Vía Láctea es aproximadamente 10 millones de veces el diámetro de una estrella típica y, por tanto, los viajes interestelares son hoy por hoy impracticables. La extensión de la galaxia es de 100.000 años luz. Para visualizarla, necesitamos cambiar de analogía. Si ahora nuestro campo de fútbol correspondiera a toda la Vía Láctea, una estrella gigante tendría, a esa escala, el diámetro del virus del resfriado –ultramicroscópico– y la distancia entre el Sol y Próxima Centauri sería del tamaño de una hormiga.

Parece que las galaxias prefieren estar en grupo: la atracción gravitatoria les imprime ese carácter «social». Nuestra galaxia, por ejemplo, forma parte del llamado Grupo Local, que consiste en una treintena de galaxias, de las cuales Andrómeda, la Vía Láctea y la galaxia del Triángulo son las mayores y tienen un majestuoso diseño espiral, y el resto son galaxias enanas que orbitan –como satélites– en torno a las más grandes. La galaxia de Andrómeda se encuentra a 2,5 millones de años luz de distancia y es el objeto celeste más lejano que podemos ver desde la Tierra a simple vista, sin ayuda de instrumentos ópticos. En nuestro modelo, sería como otro campo de fútbol situado a 2,5 km de distancia (aproximadamente la separación entre dos estadios en una misma ciudad, por ejemplo el estadio del Valencia y el del Levante); es decir, podríamos visualizar el Grupo Local de galaxias como una ciudad de unos pocos kilómetros de extensión con 3 estadios principales y una treintena de miniestadios o canchas de tenis.

Existen grupos más densos de galaxias, los cúmulos, que pueden albergar varios miles de galaxias, como el de Virgo que está a 65 millones de años luz. La luz que hoy captan nuestros telescopios procedente de las galaxias de ese cúmulo inició su viaje cuando por la superficie de la Tierra caminaba el *Tyrannosaurus rex*; así pues, la imagen que vemos de esas galaxias no corresponde a su aspecto actual, sino al que tenían hace 65 millones de años. Si en alguna de ellas sucediera hoy algo astronómicamente observable –como la explosión de una estrella en supernova– habría que esperar otros 65 millones de años para observarlo en la Tierra. La astronomía hace, pues, arqueología cósmica, ya que, como la velocidad de la luz es finita, no se observan los objetos como son hoy, sino como eran cuando la luz partió de ellos: mirar lejos es mirar hacia el pasado remoto del universo. Gracias a este hecho se puede entender la evolución del cosmos, desde el universo primitivo hasta nuestros días.

Con los telescopios situados en tierra y en el espacio se ha podido realizar una auténtica cartografía tridimensional que revela la existencia de estructuras de tamaño aún superior al de los cúmulos de galaxias: los supercúmulos, que forman un tejido cósmico con filamentos y paredes que encierran grandes vacíos en los que prácticamente no se detecta materia luminosa. Observamos galaxias a miles de millones de años luz; la radiación que captamos hoy de las más remotas partió mucho antes de que se formara el Sistema Solar. Pero como la edad del universo es finita, la parte del universo que podemos observar es sólo una fracción (seguramente muy pequeña) del total. Hoy se estima que el universo tiene unos 14.000 millones de años de edad, por lo que el radio de nuestro universo observable expresado en términos de la distancia que ha recorrido la luz en ese tiempo sería de 14.000 millones de años luz (en realidad la distancia actual a los puntos que habrían emitido esa luz sería aún mayor debido a la expansión del universo). Volviendo a nuestra última analogía –en la que la Vía Láctea está representada por un campo de fútbol– el radio de todo el universo observable resultaría, a esa escala, ligeramente superior al diámetro de la Tierra.

Pero, ¿dónde está la última frontera? Deberíamos preguntar a los cosmólogos y no creerles si nos dicen, como los exploradores en el pasado: ¡más allá hay dragones!

Pero, ¿dónde está la última frontera? Deberíamos preguntar a los cosmólogos y no creerles si nos dicen, como los exploradores en el pasado: ¡más allá hay dragones!

VICENT MARTÍNEZ

Observatori Astronòmic de la Universitat de València