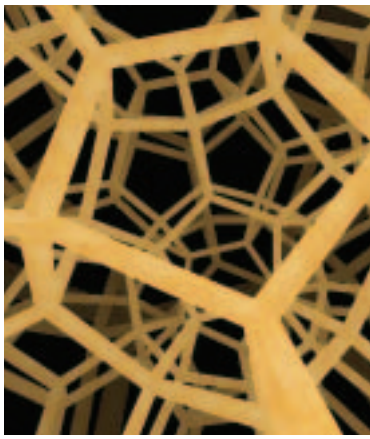
COSMOLOGIA

La forma del universo

Se ha interpretado la cartografía del fondo cósmico de microondas (FCM) efectuada por el satélite WMAP como una ratificación del modelo cosmológico vigente. A tenor de dicha hipótesis, vivimos en un universo plano, infinito, en expansión acelerada. Sin embargo, quedan por explicar algunas anomalías, que afectan a cuestiones fundamentales. Los datos concuerdan con la planitud, pero sólo yendo al límite inferior del margen de error del valor que WMAP le ha medido al parámetro de densidad que rige la geometría del universo. En realidad los datos casan mejor con un mundo de leve curvatura positiva —como una esfera—, un universo, pues, cerrado y finito, pero sin bordes. La finitud del universo, si fuera suficientemente pequeño, dejaría una huella directa en el FCM; pero esa pequeñez requiere topologías complicadas. Las fluctuaciones del FCM están relacionadas con las inhomogeneidades (o primeros grumos) de la densidad de la materia que comenzaba a estructurarse en el universo incipiente. De acuerdo con la cosmología relativista, las fluctuaciones de la materia representan fluctuaciones de la métrica del espacio mismo, y éste, si es finito, no puede admitir longitudes de onda mayores que su propio tamaño (de igual manera que las vibraciones de una campana no pueden ser mayores que la campana). Por ello, deberíamos encontrar "un corte" en el espectro y una longitud de onda máxima en las fluctuaciones medidas. Los datos del WMAP muestran precisamente dicho corte, esto es, un decrecimiento notable —e inesperado si el universo fuera infinito— en el espectro a las mayores longitudes características. Luminet, Weeks, Riazuelo, Lehoucq y Uzan han demostrado que un espacio finito con una topología determinada satisface las mediciones a todas esas escalas: un dodecaedro —su versión curva— tal, que cada cara está conectada con su opuesta; saliendo por la una se entra por la otra (un "espacio dodecaédrico de Poincaré"). El modelo les lleva además a una predicción contrastable: el FCM debe presentar seis pares de circunferencias, de 35º de radio, que exhiban un mismo patrón de fluctuaciones del FCM —las múltiples conexiones del espacio repiten imágenes en distintas posiciones—. Pero Cornish, Spergel y Starkman, a quienes se debe la idea de estudiar la pequeñez y complejidad topológica de un mundo finito mediante pares de circunferencias, han calculado con Eiichiro Komatsu, a partir de los resultados del WMAP, que, al menos, no las hay de más de 25º. Ahora bien, con un valor del parámetro de densidad de la masa-energía un poco distinto, el modelo dodecaédrico predeciría círculos menores, que deben buscarse aún. Hay todavía que comprobar otros aspectos del cálculo. En junio de 1999 *Investigación y Ciencia* publicó un artículo de Luminet, Weeks y Starkman acerca de la finitud del espacio.

—*Alejandro Gangui*

Un pentágono esférico es un fragmento pentagonal de esfera; con 12, se la embaldosa



Un observador que viviese en un dodecaedro esférico de caras conectadas podría interpretar que habita en un universo esférico constituido por células dodecaédricas esféricas iguales; 120 embaldosan la superficie tridimensional de una hiperesfera (una pelota) de cuatro dimensiones