



Los MODOS B de POLARIZACIÓN primordial, la huella del UNIVERSO TEMPRANO

Por Claudia G. Scóccola

Profesora Asociada del Departamento de Física, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

El fondo cósmico de radiación de microondas (CMB, por su sigla en inglés) es una de las fuentes más importantes de información en la cosmología moderna, ya que nos revela las primeras etapas del Universo y las huellas de procesos posteriores. El estudio de las diferencias en temperatura y polarización del CMB ha sido clave para definir el modelo cosmológico actual en el que el Universo comienza en un estado denso y caliente, se expande, se enfría y da lugar al colapso gravitatorio que forma las galaxias y la estructura cósmica. El patrón de polarización del CMB se describe con los llamados modos E y B. Mientras que la mayor parte de la polarización proviene de las inhomogeneidades de la materia en el universo primitivo —los modos E—, una pequeña parte —los modos B— es fundamental para entender los primeros momentos después del Big Bang y confirmar la existencia de la inflación cósmica.

Esta inflación propone que, en una fracción de segundo después del Big Bang, el universo se expandió rápidamente, ampliando las fluctuaciones cuánticas iniciales a escalas cosmológicas. Estas fluctuaciones dejaron perturbaciones de densidad y ondas gravitacionales en el espacio-tiempo. Mientras que las primeras dieron lugar a las galaxias y la estructura cósmica actual, las ondas gravitacionales primordiales dejaron

una huella en la polarización del CMB, es decir, los modos B.

Detectar los modos B primordiales sería una evidencia directa de las ondas gravitacionales producidas durante la inflación, una prueba fundamental para el modelo cosmológico actual. Además, nos permitiría acceder a escalas de energía más allá del alcance de los experimentos actuales, como los aceleradores de partículas. Sin embargo, medir estos modos B es un desafío. La señal es extremadamente débil y se encuentra superpuesta por otras contribuciones como los modos E de polarización, la emisión de polvo en nuestra galaxia y las distorsiones causadas por lentes gravitacionales. Extraer esta señal requiere un esfuerzo internacional coordinado y el uso de telescopios y experimentos altamente especializados.

Actualmente, varios experimentos están al frente de la búsqueda de los modos B primordiales, uno de ellos se realiza en el Simons Observatory, ubicado en el desierto de Atacama, el cual está equipado con telescopios avanzados diseñados para estudiar la polarización del CMB con gran precisión.

El análisis de datos también juega un rol crucial. Los cosmólogos deben desarrollar algoritmos complejos para separar las diversas fuentes de polarización y extraer la señal primordial con un alto nivel de

certeza. Este es un esfuerzo multidisciplinario que involucra física teórica, ingeniería, estadística y aprendizaje automático que, sumado a la ubicación privilegiada de Chile y al acceso a telescopios de última generación, ofrecerá una oportunidad única para aportar a esta búsqueda cosmológica.

Pero ¿por qué invertir en esta búsqueda? Porque comprender el origen y la evolución del Universo no solo amplía nuestro conocimiento sobre el cosmos, sino que también impulsa el desarrollo tecnológico y la innovación. Las herramientas creadas para el análisis de datos astronómicos ya están siendo aplicadas en campos como el análisis de imágenes médicas y las telecomunicaciones.

Es así que en un mundo donde los recursos científicos compiten con otras prioridades, es fundamental reconocer el valor transformador de la ciencia básica. La búsqueda de los modos B primordiales es una pieza más en el rompecabezas del cosmos y un paso en la continua exploración de nuestro lugar en el Universo. **■**

