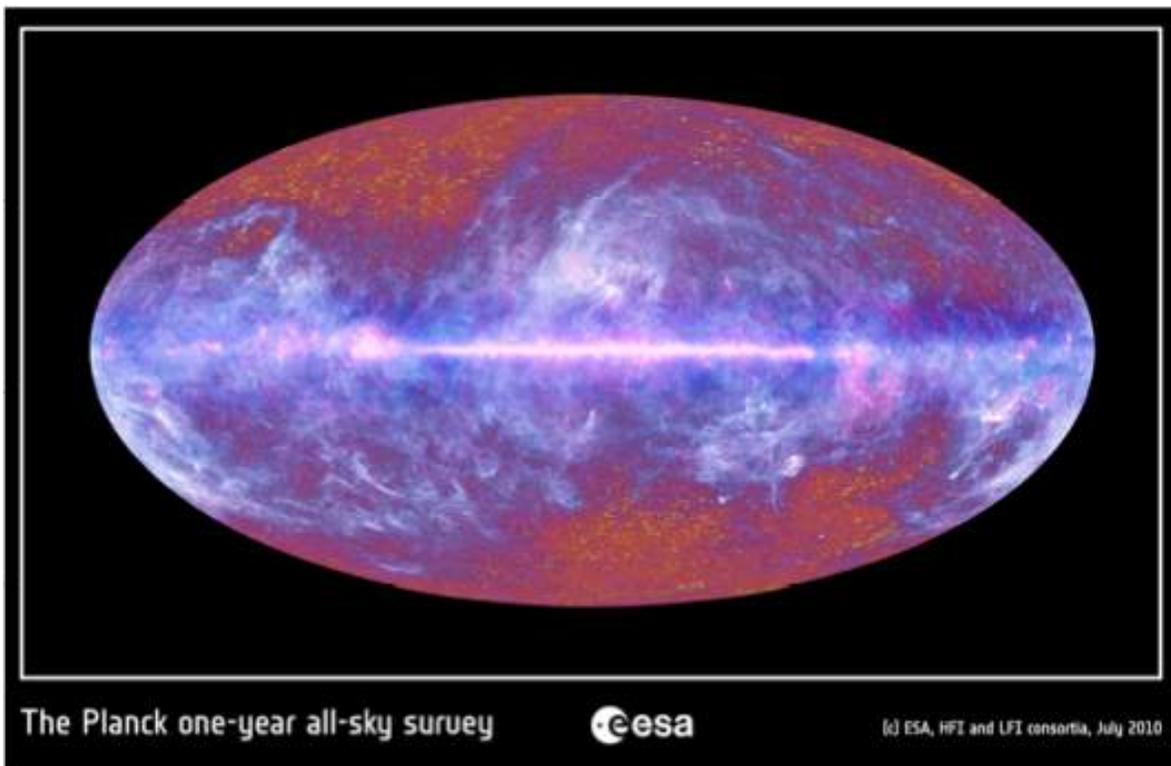


# El Universo según Planck

**Gonzalo Palma**

*Bautizado en honor del padre fundador de la mecánica cuántica, el físico alemán Max Planck, un solitario satélite orbita la Tierra una vez al año para observar la luz proveniente de las zonas más oscuras del universo. Estas partículas de luz, que forman parte del primer resplandor que existió en el cosmos, integran lo que hoy se conoce como Fondo de Radiación Cósmica: un baño de luz imperceptible al ojo humano y cuyo estudio aparece hoy como la principal herramienta para develar el origen del Universo.*

Hace poco más de un año fue lanzado al espacio el satélite Planck, bautizado así en honor del célebre físico alemán Max Planck, padre fundador de la mecánica cuántica. Solitario y ajeno a los bulliciosos eventos terrestres, Planck orbita la Tierra una vez por año, abocado a observar el cosmos a través de dos sensores diseñados para captar microondas, las señales de luz más abundantes en el universo. La bella imagen inferior, difundida recientemente por la Agencia Espacial Europea, corresponde a la primera fotografía completada desde que el satélite inició su misión. En ella se puede apreciar, descansando a lo largo del horizonte, a nuestra galaxia, la Vía Láctea, desde



donde emergen caóticas bocanadas de gas y polvo interestelar en tonos azules y

violetas brillantes (los colores asignados no corresponden realmente al color observado por los sensores, sino que indican la temperatura observada en las distintas orientaciones donde se mide).

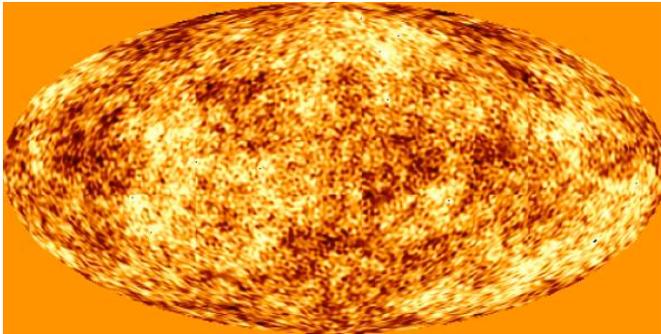
El paisaje se torna menos llamativo, sin embargo, al enfocar nuestra mirada hacia las regiones rojizas más oscuras que conforman el telón de fondo para nuestra galaxia. Aunque resulte paradójico, el objetivo de Planck es precisamente atrapar los fotones (unidades portadoras de luz) provenientes de estas regiones, pues estas partículas forman parte, ni más ni menos, de la primera luz que existió en el universo, generada mucho antes que existiesen las primeras estrellas y galaxias. Conocido por cosmólogos y cosmólogas como el Fondo de Radiación Cósmica, este baño de luz imperceptible al ojo humano inunda por completo a nuestro universo y su estudio se ha vuelto la principal herramienta para develar los secretos del origen del cosmos.

En términos simples, podría decirse que el Fondo de Radiación Cósmica es un fósil luminoso del universo primitivo. Su existencia es evidencia de que el universo fue muy pequeño y caliente en el pasado, dando paso al paradigma del Big-Bang (o el gran estallido), de acuerdo al cual el espacio y el tiempo habrían emergido de una gran explosión inicial. La opinión de la comunidad científica actual es que esta radiación fue producida unos pocos instantes después del Big-Bang, cuando el universo tenía tan sólo 380.000 años de edad, un estado evolutivo apenas en ciernes comparado con el maduro universo actual de 14.000 millones de años. Si por un momento imagináramos que el universo de hoy tiene 24 horas de existencia, comprobaríamos que esta luz fue generada apenas dos segundos desde el surgimiento del cosmos. Desde entonces, los fotones del fondo han viajado sin obstáculos hasta encontrarse con nosotros, meros espectadores de la sinfonía cósmica.

Si bien la luz del Fondo de Radiación Cósmica es imperceptible a simple vista, resulta tan abundante que, sin saberlo, observamos diariamente sus efectos: por ejemplo, 1% del ruido exhibido por un televisor mal sintonizado se debe al bombardeo constante de la radiación del fondo. Algo enigmático sobre este fondo es que se aprecia prácticamente igual en todas las direcciones en las que lo observemos. Esto es compatible con el llamado "principio cosmológico", de acuerdo al cual no hay ningún lugar privilegiado en el universo y, por lo tanto, éste debiera verse idéntico en cualquier dirección en la que miremos.

Aun así, existen diferencias muy pequeñas en la energía acarreada por fotones provenientes de distintas direcciones del cielo. Por ejemplo, si se observa con atención la imagen anterior, se apreciará pequeñas manchas amarillas y rojas en las zonas más oscuras, aquellas alejadas del horizonte. Estas manchas revelan que nuestro universo primitivo fue levemente más caliente en algunas zonas y más frío en otras. La imagen que se muestra a continuación ofrece una simulación de lo que se espera obtener a partir de la imagen anterior, una vez sustraída la presencia de la Vía Láctea: una suerte de carta sinóptica de temperaturas de nuestro universo cuando apenas tenía 380.000 años de edad.

Quizás lo más fascinante acerca de estas pequeñas "anisotropías" (diferencias de acuerdo a la dirección en la que miramos), es que su presencia es consistente con un periodo previo al Big-Bang y en el cual el universo habría sufrido una expansión acelerada a un ritmo extraordinario. A esta época hipotética se le conoce como el periodo de "Inflación Cósmica" y representa una de las ideas más provocativas de la ciencia contemporánea porque, de ser cierta, nuestro universo sería tan sólo una pe-



queña mota de polvo en un basto meta-universo habitado por una cantidad innumerable de otros universos hermanos, algunos de ellos similares al nuestro y muchos otros con características enteramente distintas. Estos universos hermanos, sin embargo, están desconectados del nuestro.

La idea de Inflación Cósmica ofrece un terreno fértil para pensar y explorar los aspectos más enigmáticos de las leyes fundamentales de nuestra naturaleza. En efecto, durante el periodo de Inflación, lo más grande y lo más pequeño coexistieron en forma simultánea, de tal modo que la naturaleza "cuántica" de las leyes de la física se manifestó en toda la extensión del universo. Aunque muy difícil de comprender - incluso para aquellos y aquellas que dedican su vida a estudiar estas materias- no sería incorrecto afirmar que todas las estructuras que apreciamos hoy, como planetas, estrellas, galaxias, cúmulos, e incluso nosotros, deben su origen a pequeñas fluctuaciones cuánticas llevados a cabo antes del Big-Bang, precisamente durante el periodo de Inflación Cósmica.

Si bien aún no existe un marco teórico completo para estudiar Inflación Cósmica, existen una serie de propuestas -algunas más consistentes que otras- para entender la naturaleza del universo previo a la gran explosión. Una de ellas es Teoría de Cuerdas, que propone que todo lo que percibimos en forma de fuerzas y materia constituyen vibraciones de objetos elementales llamados cuerdas. Si bien es cierto que las teorías que intentan dar un fundamento al periodo de Inflación son aún muy especulativas, este fenómeno tiene la virtud de proveer predicciones muy concretas. Por ejemplo, ciertas teorías predicen que debería haber manchas amarillas levemente más grandes que las rojas, mientras que otras consignan precisamente lo contrario. Esto es significativo ya que la observación de los cielos bien podría validar o echar por tierra las descabelladas ideas de los físicos teóricos, acostumbrados a divagar sin límites sobre nuestra naturaleza. De este modo, Planck no sólo nos regala fotografías hermosas, también nos hace reflexionar sobre nuestro lugar en la naturaleza, que es justamente una de las principales labores de la ciencia.

Es pertinente mencionar que el satélite no está solo en esta empresa, ya que una variedad de otros experimentos complementarios también se están llevando a cabo. Sin ir muy lejos, en Chile existe un puñado de observatorios también dedicados a la contemplación del fondo, tales como CBI, ACT y QUEST, mientras que otros tantos están en avanzada etapa de planificación. Y es que en Chile el número de científicos dedicados a las ciencias cosmológicas está creciendo rápidamente, posiblemente debido a la buena base con la que el país cuenta en disciplinas afines, tales como Astronomía, Gravitación y Física de Partículas. En consecuencia, estamos ad portas de una época dorada de la Cosmología, dado que los grandes avances recientes -tanto teóricos como experimentales- auguran un fascinante futuro para las ciencias cosmológicas durante las próximas décadas.

### **Gonzalo PALMA**

Profesor asistente del Departamento de Física (DFI) de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Licenciado en Física de la Universidad de Chile, Magíster en Física de la Universidad Católica de Chile y Doctor en Física de la Universidad de Cambridge, UK.

Su áreas de especialidad son la cosmología, gravitación y física de partículas.  
(Colección de artículos de divulgación científica del departamento\_dfi-fcfm)