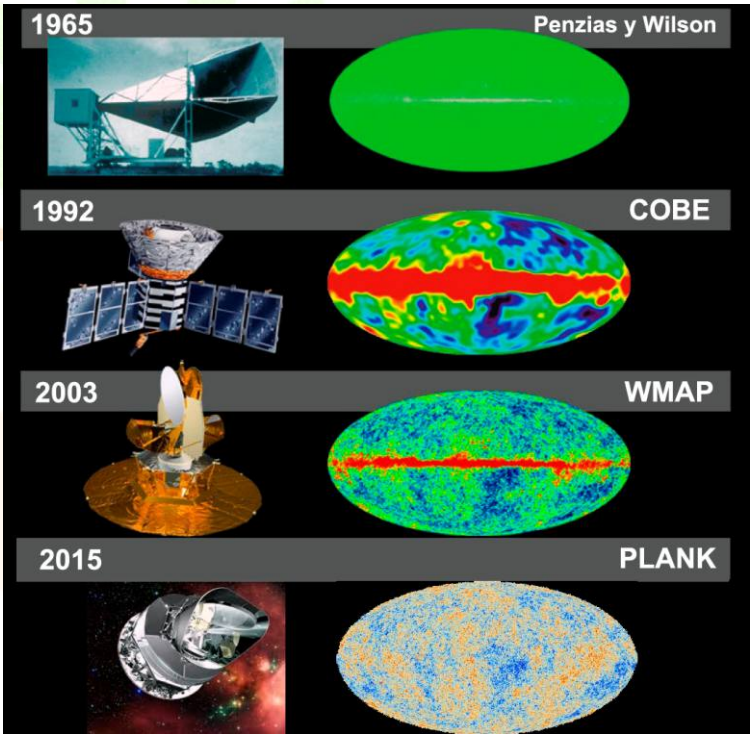
Serie: hojitas de conocimiento
Tema: CIENCIA
Enfoque: Universitario

Una mirada a la radiación cósmica de fondo

Autor
Beatriz García
Doctora en Astronomía (UNLP)
Investigadora del CONICET
Vicedirectora de ITeDA
Docente universitaria
Miembro de la Colaboración Internacional (Obs. Pierre Auger – Proy. QUBIC)
Ex presidente de la Comisión de Educación y Desarrollo de la Astronomía (IAU)
Autora del libro "Ladrones de Estrellas"

Imaginemos a dos astrofísicos (Arno Penzias y Robert Wilson) que en torno a 1964, en Nueva Jersey (EE.UU.), experimentaban con una antena super sensible, con el fin de detectar señales enviadas a satélites artificiales. Ocurrió que se encontraron además con un tenue y continuo ruido misterioso, de día y noche, que parecía provenir de todo el espacio. Revisaron su equipo meticulosamente, incluso limpiaron y quitaron nidos de palomas en la antena, pero el ruido persistía. Finalmente concluyeron que su fuente estaba fuera de nuestra galaxia. Varios astrofísicos de la Universidad de Princeton interpretaron esta señal de baja energía (de tan solo 3 Kelvin[1]) como radiación relacionada con la Teoría del Big Bang sobre el origen del Universo, predicha en 1948 por el astrofísico ruso Gueorgui Gámov. Penzias y Wilson habían descubierto la llamada Radiación Cósmica de Fondo (RCF) y por ello recibieron el Premio Nobel de Física en 1978. Sin embargo, este no fue el final de la historia ya que este "resto fósil del Big Bang" tenía mucha información por brindar.



En la imagen se muestra el estudio de la RCF desde las primeras observaciones de Penzias y Wilson, con antenas en Tierra en 1964, que mostraban una radiación igual en todas direcciones, hasta las más recientes con el satélite Planck, publicadas en 2015. Lo que se puede advertir es una mejora en la resolución de cada pixel de imagen. El COBE y el WMAP consiguieron verificar las pequeñas variaciones en la temperatura de la RCF, que están asociadas con pequeñas fluctuaciones en la densidad de materia en el universo temprano.

Energía electromagnética, expansión del universo y polarización

La radiación de fondo es energía electromagnética en la región de las microondas[2]. Desde el punto de vista de los procesos cósmicos, es lo más frío que puede existir en este momento, aunque fue energética cuando comenzó a circular por el Universo, 400.000 años después del Big Bang. Los fotones (partículas de luz) se expandieron junto con el espacio-tiempo y ahora los detectamos con mucha menor energía. Nuestros ojos no pueden detectarla, solamente instrumentos especiales. La radiación electromagnética son campos eléctricos y magnéticos que vibran perpendicularmente entre sí, que se propagan a la velocidad de la luz, sin necesidad de un medio (también en el vacío). Entonces podemos analizar los campos, especialmente el eléctrico, según sus características y a partir de su interacción con la materia. Una de esas características está relacionada con las direcciones de vibración. Los campos vibran perpendicularmente a la dirección de propagación en todas direcciones, si la radiación es normal. Sin embargo, por diversos motivos, el campo eléctrico puede estar polarizado y vibrar solo en ciertas direcciones. Si lo hace exclusivamente en una, la luz está linealmente polarizada. Así se la representa en casi todos los libros,

por simplicidad. Pero ¿qué es lo que polariza la luz producida por las estrellas? Es su interacción con el medio interestelar. Las nubes de gas y polvo modifican las direcciones de vibración. Desde la Tierra, usando un analizador, podemos determinar en qué dirección vibra el campo eléctrico y esto aporta datos fundamentales, como por ejemplo, el tamaño y orientación de los granos de polvo, en las nebulosas.

Nuevos descubrimientos en la RCF y un nuevo premio Nobel

A fines del siglo XX el satélite explorador COBE y a principios del siglo XXI el WMAP, encontraron pequeñas fluctuaciones en la radiación de fondo en microondas. Los equipos que trabajaban en estos proyectos, liderados por John Mather y George Smooth, comprobaron que la radiación de fondo responde a la de un cuerpo negro a 3.000 Kelvin y descubrieron que no era isotrópica (la radiación no es la misma en distintas direcciones). Las pequeñas variaciones en la temperatura se asociaron con fluctuaciones en la densidad, descubrimiento imprescindible para poder explicar por qué la materia se pudo agregar[3] para producir las galaxias. Mather y Smooth ganaron el Nobel por sus descubrimientos en 2006. Las anisotropías fueron estudiadas con mucha más resolución mediante el telescopio Planck4, cuyos resultados se publicaron en 2015. La colaboración en este proyecto verificó las constantes cosmológicas, relacionadas con la forma y la constitución del Universo, aquello que refuerza la teoría del nacimiento y evolución del mismo según el Modelo Standard.

La polarización de la RCF: los modos E y B

Las predicciones derivadas de la existencia de la RCF proponían formas de polarización del campo eléctrico, lo que fue buscado con dedicación por muchos investigadores. Estas alteraciones de la radiación de fondo, ocurrieron antes del momento en que el Universo se hizo transparente[4] y los fotones comenzaron a viajar libremente por el cosmos. Es decir, un momento inaccesible para la Astrofísica tradicional. Estaríamos viendo en la RCF algo que solo podemos modelizar. Un ejemplo equivalente sería pensar en nuestra propia estrella, el Sol. Solo podemos ver su superficie (fotósfera), sin embargo, en la luz que nos llega de ella hay información que nos permite hacer un modelo de toda la estructura interna hasta llegar al núcleo.

Se predijeron dos modos de polarización. Uno de ellos fue llamado modo E y está vinculado a las fluctuaciones en densidad que, como mencionamos antes, son fundamentales para verificar el modelo actual y para explicar el origen de las galaxias. El segundo, modo B, más audaz en lo que hace a predicción y más difícil de detectar, estaría vinculado con los primerísimos instantes del Cosmos, algo ocurrido a los 10^{-33} segundos después del Big Bang, cuando el Universo sufrió una expansión exponencial, tal como lo propone la Teoría Inflacionaria. Esta expansión habría originado ondas gravitacionales primordiales y su huella digital estaría en el modo B de polarización del campo eléctrico de la RCF. El modo E fue confirmado por las observaciones del telescopio DESI en 2002. Para detectar el modo B de polarización, una colaboración internacional propone, en la actualidad, un novedoso método que implica usar varios telescopios actuando en conjunto (seis en total, formando una red y dispuestos en 10.000 m^2 de superficie), con tecnología de última generación e instalados en un lugar donde la atmósfera sea tenue y limpia. Se necesita que la atmosfera no absorba señales, lo que introduciría errores en las observaciones, porque lo que se mide es una fluctuación pequeñísima del orden de los mili Kelvin. Este novedoso método es lo que se ha planificado con el nombre de *Proyecto Qubic* y va a ser construido próximamente en el norte Argentino. (Ver Hojita *"Una Mirada al Observatorio Qubic"*)

ABREVIATURAS
CNEA: Comisión Nacional de Energía Atómica
CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
IAU: International Astronomical Union
ITeDA: Instituto en Tecnologías de Detección y Astropartículas (CNEA-CONICET-UNSAM)
UNLP: Universidad Nacional de La Plata
UNSAM: Universidad Nacional de San Martín

REFERENCIAS
1 La escala Kelvin es una escala similar a la Celsius, solo que el "cero Kelvin" corresponde a -273,15 º Celsius. A este valor se denomina "cero absoluto" y es la temperatura más baja posible que puede existir, la ausencia total de energía y se considera imposible de alcanzar.
2 Ver Hojita "Una mirada al espectro electromagnético".
3 La materia se juntó para formar átomos, moléculas, nubes y posteriormente, galaxias. Todo eso se fue combinando, pegando, uniendo por la fuerza de gravedad.
4 Al principio, el universo era pequeño y denso, tanto que los fotones no podían viajar por él. La materia y la energía estaban acopladas. Al expandirse, se enfrió. Al enfriarse, la energía se transformó en materia y hubo un momento en que los fotones comenzaron a viajar libres, o sea, se desacoplaron de la materia. A eso llamamos transparente, es decir, no oponer resistencia o impedir la propagación de la energía electromagnética. El momento del desacople de materia y energía es cuando podemos ver la radiación de fondo.

Instituto de Energía y Desarrollo Sustentable
Comisión Nacional de Energía Atómica
Tel: 011-4704-1485 www .cnea.gov.ar/ieds
Av. del Libertador 8250 (C1429BNP) C. A. de Buenos Aires - República Argentina
Año de edición: 2019/1º ISBN: 978-987-1323-12-8

Publicación a cargo del Dr. Daniel Pasquevich y la Lic. Stella Maris Spurio.
Comité Asesor: Ing. Hugo Luis Corso - Ing. José Luis Aprea.
Responsable Científico: Dr. Gustavo Duffó.
Versión digital en www.cab.cnea.gov.ar/ieds
Los contenidos de éste fasciculo son de responsabilidad exclusiva del autor.