



Investigadores del CEFCA revelan la distribución de la materia bariónica en el Universo desde el *Big Bang* y la acción de la gravedad en grandes escalas cosmológicas

25 de marzo, 2021.- Tres trabajos científicos concebidos inicialmente por un grupo de investigadores durante su etapa en el Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón (CEFCA) demuestran que la fuerza de la gravedad se comporta en escalas cosmológicas tal y como predice la Teoría de la Relatividad General de Albert Einstein. Además, estos científicos han resuelto el problema de la materia bariónica perdida, que consiste en que, hasta el momento, sólo se conseguía observar una fracción pequeña de toda la materia que constituye los planetas, las estrellas y los seres vivos en el universo cercano. Como ha detectado el equipo del CEFCA, este tipo de materia se encuentra en forma de gas caliente y difuso rellenando el espacio entre galaxias.

Los trabajos han sido desarrollados por los científicos Carlos Hernández-Monteagudo, Jonás Chaves-Montero, Raúl Angulo y Giovanni Aricò, que plantearon las investigaciones durante su etapa dentro del CEFCA, si bien ahora están vinculados a otros organismos científicos españoles, como el Instituto de Astrofísica de Canarias y el *Donostia International Physics Center*. En uno de los trabajos también participó J. D. Emberson, científico canadiense en el *Argonne National Laboratory* en Illinois, EE.UU.

Sus investigaciones se basan en aplicar una nueva técnica que consiste en comparar datos de dos tipos de mapas astronómicos: mapas de desplazamientos al rojo o *redshift* de miles de galaxias, y mapas de radiación de fondo cósmico de microondas (CMB, por sus siglas en inglés), obtenidas con el satélite *Planck*. Al combinar estos dos tipos de mapas, el grupo de investigadores ha podido realizar, por primera vez, un censo completo de la materia ordinaria y su evolución a lo largo del 90 por ciento de la vida del Universo, es decir, desde muy poco después del *Big Bang* hasta la actualidad.

De los dos tipos de mapas considerados, por un lado, el CMB constituye una radiación que inunda todo el universo visible, y que llega a nosotros después de ser liberada en el universo primitivo, siendo extremadamente sensible a parámetros cosmológicos que describen el universo. Y por otro lado, los cambios en el espectro electromagnético de las galaxias, comúnmente conocidos como desplazamientos al rojo o *redshift*, han sido también esenciales para el desarrollo de la cosmología moderna.

Hace casi cien años, Edwin Hubble descubrió que los desplazamientos al rojo de las galaxias aumentan con su distancia a nosotros, proporcionando el primer apoyo observacional a la teoría del Big Bang. Desde entonces, los desplazamientos

al rojo se han utilizado para asignar distancias a las galaxias, y así generar mapas 3D de su densidad en el universo, mapas en los que se basan la mayor parte de los análisis cosmológicos hasta la fecha.

El Dr. Chaves-Montero, científico que lidera el trabajo centrado en la detección de la materia bariónica, y que es el segundo doctor en astrofísica formado en la escuela del CEFCA, explica: “La mayoría de la materia ordinaria es invisible para nosotros, porque no está lo suficientemente caliente como para emitir en rayos X. Sin embargo, al usar mapas de desplazamientos al rojo de galaxias, y compararlos con mapas de CMB, encontramos que toda esta materia llena el espacio entre las galaxias”.

En otro de los tres trabajos, dirigido por Hernández-Monteagudo, los mapas de desplazamiento al rojo de galaxias se han utilizado para estudiar las fuerzas gravitacionales entre galaxias en escalas cósmicas. Hernández-Monteagudo destaca que “a diferencia de los enfoques anteriores, nuestro nuevo método no necesita convertir los desplazamientos al rojo de las galaxias en distancias: siendo más simple, nuestra técnica concluye que las observaciones son compatibles con teoría de la gravedad de Einstein”. “Por tanto”, añade, “este nuevo método es sensiblemente más sencillo y robusto que los métodos estándar usados hasta el momento, por lo que tiene mucho potencial de cara a enfrentar otros grandes problemas cosmológicos, como pueden ser la medición de la masa de los neutrinos (unas partículas fundamentales muy ligeras), o la caracterización estadística del universo justo después del *Big Bang*”.

Estos hallazgos, que han supuesto unos 5 años de trabajo, han sido publicados por la revista científica “Noticias Mensuales de la Real Sociedad Astronómica Británica” (MNRAS por sus siglas en inglés).

El equipo de científicos del CEFCA participantes en estos trabajos está compuesto por Raúl Angulo, Giovanni Aricò, Jonás Chaves-Montero, y Carlos Hernández-Monteagudo.

Los artículos científicos a los que han dado lugar estas investigaciones pueden accederse desde estos enlaces:

- Hernandez-Monteagudo, Carlos; Chaves-Montero, Jonas; Angulo, Raul E. “Angular Redshift Fluctuations: a New Cosmological Observable”. *MNRAS*: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019arXiv191112056H/abstract>
- Chaves-Montero, Jonas; Hernandez-Monteagudo, Carlos; Angulo, Raul E.; Emberson, J. D. “Measuring the evolution of intergalactic gas from $z=0$ to 5 using the kinematic Sunyaev-Zel'dovich effect”. *MNRAS*: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019arXiv191110690C/abstract>
- Hernández-Monteagudo, Carlos; Chaves-Montero, Jonás; Angulo, Raúl E.; Aricò, Giovanni. “Tomographic Constraints on Gravity from Angular Redshift Fluctuations in the Late Universe”, *MNRAS*: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2020arXiv200506568H/abstract>

Contacto e información complementaria:
Dr. Carlos Hernández-Monteagudo: chm@iac.es

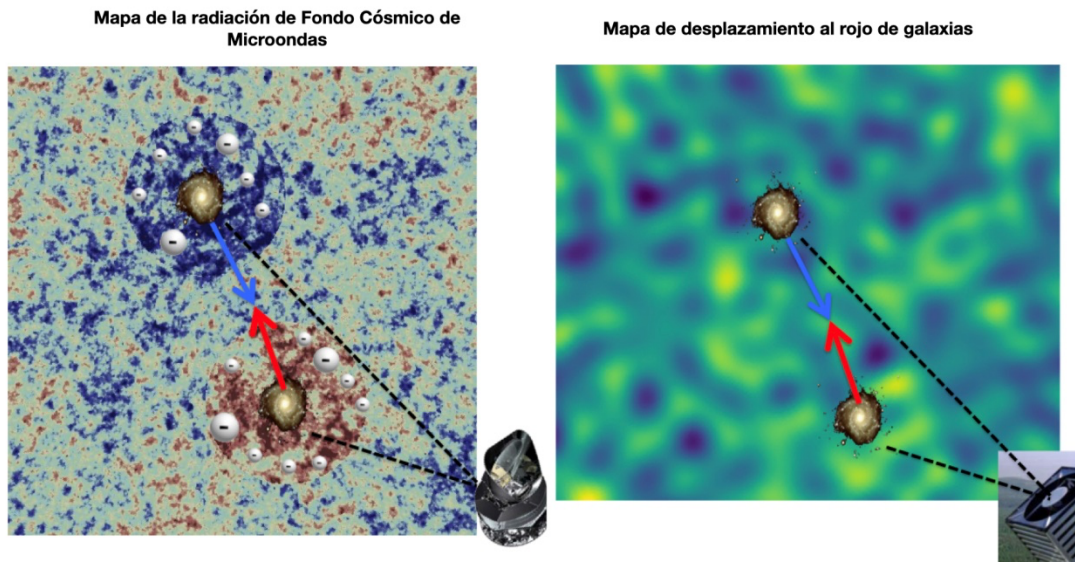
Notas para editores

Sobre CEFCA y OAJ

El Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón (CEFCA) es un centro de investigación fundado en 2008 y situado en Teruel, dependiente del Departamento de Ciencia, Universidad y Sociedad del Conocimiento del Gobierno de Aragón. Las líneas principales de investigación del CEFCA, que constituye una Unidad Asociada al CSIC, son la Cosmología y la Formación y Evolución de Galaxias. Las actividades del CEFCA incluyen el desarrollo, operación y explotación científica de la Infraestructura Científica y Técnica Singular (ICTS) española Observatorio Astrofísico de Javalambre (OAJ), que está equipado con dos telescopios especialmente diseñados para llevar a cabo grandes cartografiados del cielo únicos en el mundo. Además, el CEFCA lidera el proyecto J-PAS, un consorcio multinacional que llevará a cabo un mapa del Universo observable desde Javalambre sin precedentes en la astrofísica internacional.

[Página web del CEFCA](#)

Imagen:



La presencia de materia ionizada alrededor de galaxias y que se mueve con ellas deja una huella en la radiación de Fondo Cósmico de Microondas (panel izquierdo), que puede detectarse conociendo el patrón de velocidades de galaxias, proporcionado por el mapa de fluctuaciones de desplazamiento al rojo (panel derecho). Crédito: Carlos Hernández-Monteagudo