

## Los astrofísicos miden la expansión del Universo a lo largo de 11.000 millones de años

- En el estudio internacional participan investigadores del Instituto de Ciencias del Cosmos de la Universidad de Barcelona, el Instituto de Física de Altas Energías y el Instituto de Física Teórica IFT UAM-CSIC

Barcelona / Madrid, 20 de julio de 2020. **El Sloan Digital Sky Survey (SDSS) publica hoy un análisis exhaustivo del mayor mapa tridimensional del Universo jamás creado, que llena los vacíos más significativos en nuestra exploración de la historia del cosmos.**

Nuestro conocimiento sobre el Universo incluye tanto su historia antigua como la historia reciente de su expansión, pero entre ambos períodos existían vacíos en un lapso correspondiente a 11.000 millones de años. Durante cinco años, los científicos del SDSS han trabajado para conocer qué ocurrió durante ese período, y han utilizado esa información para conseguir uno de los avances más importantes en cosmología de la última década.

Los nuevos resultados son fruto de uno de los programas del SDSS, la colaboración internacional Extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey (eBOSS), en la que participan más de cien astrofísicos. Tres investigadores españoles han tenido un papel relevante en el análisis presentado hoy: Héctor Gil Marín, del Instituto de Ciencias del Cosmos de la Universidad de Barcelona (ICCUB); Andreu Font Ribera, del Instituto de Física de Altas Energías (IFAE), y Santiago Ávila, del Instituto de Física Teórica IFT UAM-CSIC. En el núcleo de los nuevos resultados se encuentran las mediciones detalladas de más de dos millones de galaxias y cuásares, que cubren 11.000 millones de años de tiempo cósmico.

Gracias al estudio de la radiación del fondo cósmico de microondas (CMB, por sus siglas en inglés), y a las mediciones de las cantidades relativas de los elementos creados poco después del Big Bang, sabemos cómo era el Universo en su infancia. Conocemos también la historia de la expansión del Universo a lo largo de los últimos mil millones de años, a partir de los mapas de galaxias y de las mediciones de las distancias entre ellas, incluidas aquellas hechas en fases anteriores del SDSS.

«El análisis de eBOSS y los experimentos previos de SDSS muestran la historia de la expansión del Universo a lo largo del mayor período de tiempo estudiado hasta ahora», declara Héctor Gil Marín, del ICCUB. Este investigador, becado por la Fundación “la Caixa” para realizar su posdoctorado en este centro, ha liderado el análisis de estos mapas de galaxias, midiendo el ritmo de expansión y el

crecimiento de las estructuras del Universo de hace 6.000 millones de años. Estas medidas ayudan a unir la física temprana con la tardía, lo que permite generar una imagen completa de la expansión del Universo a lo largo del tiempo.

Una mirada al mapa obtenido —que se muestra en la imagen adjunta— revela filamentos y vacíos que definen la estructura del Universo desde el momento en que tenía solo unos 300.000 años. Usando este mapa, los investigadores buscan patrones en la distribución de las galaxias, los cuales proporcionan información sobre diversos parámetros clave de nuestro Universo, que eBOSS ha sido capaz de medir con una precisión superior al 1 % —las señales de estos patrones se muestran en los recuadros de la imagen.

Este mapa es el resultado de más de veinte años de esfuerzos para cartografiar el Universo mediante el telescopio de la Fundación Alfred P. Sloan. La historia cósmica que revela muestra que la expansión del Universo comenzó a acelerarse hace unos 6.000 millones de años, y que ha seguido en aumento desde entonces. Esta expansión acelerada parece deberse a un misterioso componente invisible del Universo, llamado *energía oscura*, que es consistente con la teoría general de la relatividad de Einstein, pero extremadamente difícil de conciliar con nuestro conocimiento actual de la física de partículas.

Al combinar las observaciones hechas por eBOSS con los estudios sobre la infancia del Universo, los investigadores han obtenido una imagen con algunas incompatibilidades. La medición del ritmo actual de expansión del Universo (la conocida como *constante de Hubble*) es aproximadamente un 10 % inferior al valor encontrado cuando se mide el ritmo de expansión utilizando la distancia a galaxias cercanas.

«La alta precisión de los datos hace muy improbable que este desajuste se deba al azar», apunta Andreu Font Ribera, investigador del IFAE en Barcelona, quien ha liderado la interpretación de los resultados. «La gran variedad de datos de eBOSS hace que se llegue a esta misma conclusión de varias maneras independientes», comenta.

No existe una explicación ampliamente aceptada para esta discrepancia en las medidas de las tasas de expansión, pero una posibilidad emocionante es que una forma previamente desconocida de materia o energía del Universo temprano hubiese dejado una huella en la expansión que observamos en la actualidad.

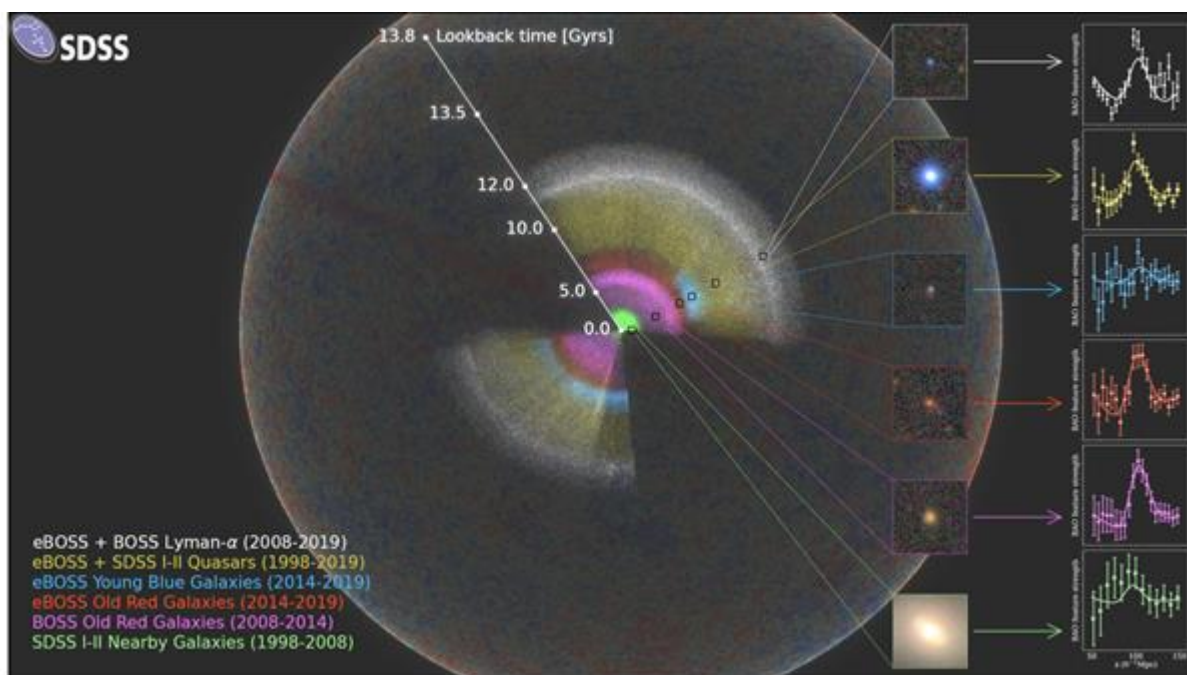
Todos estos resultados han visto la luz hoy con la publicación de más de veinte artículos científicos en ArXiv, documentos que describen, a lo largo de más de quinientas páginas, los análisis de los últimos datos de eBOSS. Con este hito se cumplen los objetivos clave del estudio.

Los distintos grupos del equipo eBOSS, ubicados en universidades de todo el mundo, se han centrado en diferentes aspectos del análisis. Los investigadores han utilizado galaxias rojas y masivas para obtener la parte del mapa datada hace 6.000 millones de años. Para distancias más lejanas, han usado galaxias azules más jóvenes. Por último, han utilizado cuásares —galaxias brillantes que se iluminan como consecuencia de la materia absorbida por un agujero negro supermasivo situado en su núcleo— para obtener el mapa del Universo de hace 11.000 millones de años y tiempos anteriores. Para revelar los patrones del Universo se ha hecho un análisis muy cuidadoso de cada medida, con el objetivo de eliminar posibles contaminantes.

«Hemos medido las propiedades estadísticas de estos mapas de galaxias y hemos deducido la tasa a la que se expande el Universo a lo largo del tiempo», explica Santiago Ávila, del Instituto de Física Teórica IFT UAM-CSIC, quien ha desarrollado nuevos métodos para simular por ordenador mapas de galaxias como los que se observan en este estudio. Ávila añade: «En combinación con datos adicionales del fondo cósmico de microondas y observaciones de supernovas, hemos deducido que la curvatura geométrica del Universo es, de hecho, plana, y también hemos medido la tasa de expansión local con una precisión superior al 1 %».

Siguiendo el camino del SDSS, ya se está trabajando en la siguiente generación de telescopios que relevarán a eBOSS. Se empezará a finales de año con el Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI), que observará diez veces más galaxias y cuásares que eBOSS gracias a un nuevo instrumento localizado en el Observatorio Nacional de Kitt Peak (Arizona, Estados Unidos). Al mismo tiempo, la Agencia Espacial Europea planea para 2022 el despegue del satélite *Euclid*, equipado con un telescopio único que proporcionará una visión complementaria del Universo. Estos instrumentos, ambos con participación española, aportarán datos con una precisión nunca vista hasta el momento, hecho que nos permitirá resolver el enigma de la energía oscura y la discordancia entre el ritmo de expansión del Universo local y el primitivo. O tal vez, revelarán más sorpresas.

## Imágenes



Pie de imagen:

El mapa del SDSS se muestra como un arco iris de colores, ubicado dentro del Universo observable (la esfera exterior, que muestra las fluctuaciones en el fondo cósmico de microondas). Estamos situados en el centro de este mapa. El recuadro para cada sección del mapa codificada por colores incluye la imagen de una galaxia o cuásar típico de esa sección, y también la señal del patrón que el equipo de eBOSS mide allí. Al mirar a lo lejos, miramos hacia atrás en el tiempo. Por lo tanto, la ubicación de estas señales revela la tasa de expansión del Universo en diferentes momentos de la historia cósmica.

Créditos: Anand Raichoor (EPFL), Ashley Ross (Ohio State University) y SDSS.

Descarga: IMAGE #1 (PNG, 4.96 pulgadas x 2.8 pulgadas, 300 dpi, 1.41 MB)

<https://bit.ly/eboss-pie-diagram>

<https://drive.google.com/file/d/13usZqZ8NiZaGiaYjGDAUb1-pMEv1GQ2c/view?usp=sharing>

## Enlace a resultados

- Descripción del proyecto:  
<https://www.sdss.org/surveys/eboss/>
- Resumen de los datos de SDSS/eBOSS:  
<https://www.sdss.org/science/final-bao-and-rsd-measurements/>
- Resultados de la interpretación cosmológica de las medidas de eBOSS:  
<https://www.sdss.org/science/cosmology-results-from-eboss/>

## Agradecimientos:

Los fondos para el Sloan Digital Sky Survey IV han sido provistos por la Fundación Alfred P. Sloan, la Oficina de Ciencia del Departamento de Energía de los Estados Unidos y las instituciones participantes. El SDSS reconoce el apoyo y los recursos del Centro de Computación de Alto Rendimiento de la Universidad de Utah. El sitio web de SDSS es [www.sdss.org](http://www.sdss.org).

El SDSS es administrado por el Consorcio de Investigación Astrofísica para las Instituciones Participantes de la Colaboración SDSS, que incluye al Grupo de Participación de Brasil, la Institución Carnegie para la Ciencia, la Universidad Carnegie Mellon, el Grupo de Participación de Chile, el Grupo de Participación de Francia, el Centro de Astrofísica Harvard-Smithsonian, el Instituto de Astrofísica de Canarias, la Universidad Johns Hopkins, el Kavli Institute for the Physics and Mathematics of the Universe (IPMU)/Universidad de Tokio, el Grupo de Participación de Corea, el Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley, el Instituto Leibniz de Astrofísica de Potsdam (AIP), el Instituto Max Planck de Astronomía (MPIA Heidelberg), el Instituto Max Planck de Astrofísica (MPA Garching), el Instituto Max Planck de Física (MPE), los Observatorios Astronómicos Nacionales de China, la Universidad Estatal de Nuevo México, la Universidad de Nueva York, la Universidad de Notre Dame, el Observatorio Nacional de Brasil/MCTI, la Universidad Estatal de Ohio, la Universidad Estatal de Pensilvania, el Observatorio Astronómico de Shanghái, el Grupo de Participación del Reino Unido, la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad de Arizona, la Universidad de Colorado Boulder, la Universidad de Oxford, la Universidad de Portsmouth, la Universidad de Utah, la Universidad de Virginia, la Universidad de Washington, la Universidad de Wisconsin, la Universidad Vanderbilt y la Universidad de Yale.



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA



Institut de Ciències del Cosmos  
UNIVERSITAT DE BARCELONA



EXCELENCIA  
SEVERO  
OCHOA

Institut de Física  
d'Altes Energies



Universidad Autónoma  
de Madrid



Instituto de  
Física  
Teórica  
UAM-CSIC

## Contactos

Héctor Gil Marín

Correo-e: [hectorgil@icc.ub.edu](mailto:hectorgil@icc.ub.edu)

Tel. 675 43 63 06

Junior Leader Fundació “La Caixa” Fellow

Instituto de Ciencias del Cosmos, Universidad de Barcelona

Andreu Font Ribera

Correo-e: [afont@ifae.es](mailto:afont@ifae.es)

Tel. 722504362

Científico Ramón y Cajal

Instituto de Física de Altas Energías

Santiago Ávila

Correo-e: [santiago.avila@uam.es](mailto:santiago.avila@uam.es)

Tel. 675201453

Intertalentum Postdoctoral Fellow

Instituto de Física Teórica (UAM-CSIC)