

Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC)

Excelencia Severo Ochoa 2022-2026

www.iaa.es

NOTA DE PRENSA

Un nuevo “GPS cósmico” revela el mapa invisible más preciso del universo

Un equipo de cosmólogos del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) y del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) ha obtenido el censo más preciso hasta la fecha de los halos de materia oscura del Universo

El trabajo se basa en el desarrollo de un nuevo modelo, denominado GPS+, capaz de predecir cuántos halos de materia oscura existen en cada etapa de la historia cósmica

Granada, 2 de marzo de 2026. En el universo existen enormes estructuras invisibles que rodean las galaxias y los cúmulos de galaxias. Son los halos de materia oscura, concentraciones de materia que no emite luz ni puede observarse directamente, pero cuya gravedad mantiene unidas a las galaxias y guía su formación. Estos halos actúan como el “andamiaje” del universo: en su interior se forman y evolucionan las galaxias.

Un nuevo estudio liderado por el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) y el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) ha logrado el censo más preciso hasta la fecha de estas estructuras a lo largo de los 13.800 millones de años de historia. Este registro, que los cosmólogos denominan “función de masa de los halos”, no es una lista individual de objetos, sino una descripción matemática que indica cuántos halos de materia oscura existen en cada rango de masa en una época determinada del universo.

“Esto es importante porque no todos los halos son iguales: algunos albergan galaxias muy pequeñas; otros contienen galaxias como la Vía Láctea; y los más masivos pueden reunir enormes cúmulos con cientos o miles de galaxias”, explica Elena Fernández García, investigadora del IAA-CSIC y primera autora del artículo, publicado en la revista *Astronomy & Astrophysics Letters*.

Este nuevo resultado se basa en el desarrollo de un modelo teórico denominado GPS+, que permite predecir con gran precisión la abundancia de halos de materia oscura en distintas etapas de la historia del universo.

HACIA UNA DESCRIPCIÓN MÁS PRECISA

El trabajo supone un avance significativo porque corrige limitaciones de aproximaciones anteriores, que podían desviarse hasta en un 80 % al describir el universo primitivo. El nuevo modelo reduce esas discrepancias, especialmente en los extremos de masa —donde las incertidumbres eran mayores—, hasta situarlas en torno al 10-20 %, manteniendo una alta precisión a lo largo de casi toda la historia cósmica.

“La clave está en una idea sencilla”, señala Juan Bencort Rijo, investigador del IAC. “La materia del universo no se agrupa formando esferas perfectas, sino estructuras irregulares y complejas. Al incorporar esta realidad y otros detalles del proceso de colapso gravitatorio, el modelo GPS+ describe con mayor fidelidad cómo se forman los halos de materia oscura y, en consecuencia, cómo nacen y evolucionan las galaxias”.

Para comprobar la solidez del modelo, el equipo lo contrastó con Uchuu —“universo” en japonés—, un conjunto de simulaciones cosmológicas más completas y precisas realizadas hasta la fecha. Estas simulaciones, en cuya elaboración participó el IAA-CSIC, fueron realizadas por Tomoaki Ishiyama, investigador de la Universidad de Chiba y coautor del estudio, y ejecutado en Fugaku, uno de los superordenadores más potentes del mundo, en Japón.

“Todos los catálogos de halos de materia oscura generados a partir de las simulaciones Uchuu están disponibles en nuestra base de datos Skies & Universes, desarrollada en el IAA-CSIC, señala José Ruedas, responsable de esta infraestructura de Big Data y co-autor del trabajo.

Estas simulaciones no solo han servido para poner a prueba el modelo, sino también para mejorar las herramientas con las que interpretar las observaciones astronómicas actuales. Las nuevas predicciones permitirán analizar con mayor precisión los datos obtenidos por telescopios como el *James Webb Space Telescope*, que observa galaxias muy lejanas, formadas durante las primeras etapas del universo, así como los resultados de grandes cartografiados del cielo, como DESI (*Dark Energy Spectroscopic Instrument*), cuyo objetivo es reconstruir la distribución de materia a gran escala del universo y conocer la naturaleza de la energía oscura, un proyecto internacional en el que el IAA-CSIC ha desempeñado un papel clave en su desarrollo tecnológico y actualmente en su explotación científica.

“Disponer de un censo más exacto de los halos de materia oscura es clave para conectar esas observaciones con los modelos teóricos y comprobar si nuestra descripción del universo —incluida la naturaleza de la materia y la energía oscura— se ajusta a los datos”, sostiene Elena Fernández (IAA-CSIC).

El modelo GPS+ ya está disponible para la comunidad científica internacional, lo que facilitará su incorporación a futuros análisis y simulaciones. El trabajo refuerza la contribución del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) y del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) a la investigación cosmológica, en colaboración con la Universidad de Chiba (Japón) y la Universidad de Virginia (EE. UU.), y consolida su participación en el desarrollo de herramientas teóricas esenciales para interpretar los grandes sondeos del universo.

REFERENCIAS:

"A redshift-independent theoretical halo mass function validated with the Uchuu simulations"

<https://doi.org/10.1051/0004-6361/202558431>

MÁS INFORMACIÓN:

Elena Fernández García - efdez@iaa.es

Juan Betancort Rijo - jbetanco@iac.es

COMUNICACIÓN - INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE ANDALUCÍA (IAA-CSIC):

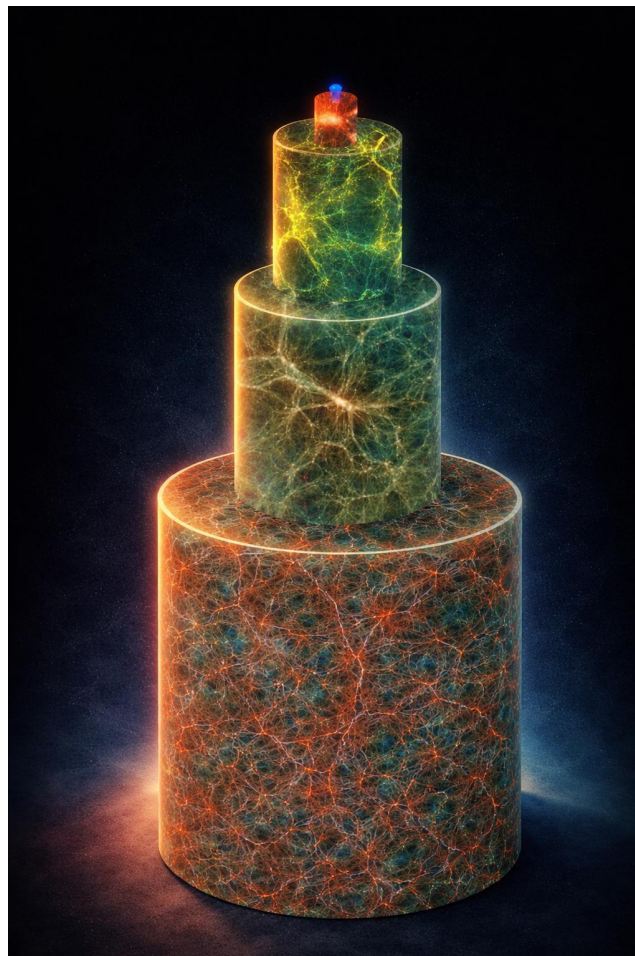
Amanda López (Responsable de Prensa) - alm@iaa.es

Emilio J. García - garcia@iaa.es

IMÁGENES

IMAGEN_UNO. Representación visual de la diferencia de volúmenes de cada simulación usada en el trabajo. La diferencia de volúmenes de cada cilindro representa la diferencia de volúmenes de las cajas simuladas usadas. Créditos: Elena Fernández (IAA-CSIC).

https://drive.google.com/file/d/1WAwv-lsGekik9gg6gPU3Bt0i4EiNssJV/view?usp=drive_link



IMAGEN_DOS. Esta porción del universo generada a partir de los halos de materia oscura en la simulación Uchuu muestra la distribución de galaxias y cuásares hasta miles de millones de años luz de distancia. En la imagen aparecen distintos tipos de objetos cósmicos que se observan con DESI —galaxias brillantes, galaxias rojas masivas, galaxias en formación estelar y cuásares— representados con diferentes colores. Un recuadro amplía la región más cercana, donde puede apreciarse la red cósmica: el entramado de estructuras a gran escala formado por las galaxias. Aunque espectacular, esta imagen corresponde a menos del 0,1 % del volumen total del mapa cosmológico, correspondiente a tres años de observaciones, recientemente publicado por DESI. Créditos: E. Fernández-García et al. (2025). ‘*DESI DR2 reference mocks: clustering results from Uchuu-BGS and LRG*’

https://drive.google.com/file/d/1PLn3DonKNcei5J7_om-iFtai0Z42jOCr/view?usp=drive_link

