



Imagen: Mosaico de cúasares con lente gravitacional

LAS LUPAS CÓSMICAS PRODUCEN UNA MEDIDA INDEPENDIENTE DE LA EXPANSIÓN DEL UNIVERSO

8 de enero de 2020 2:55 p. m. (EST)

Una nueva medición del Hubble refuerza la discrepancia en la velocidad de expansión del universo

En inglés, la gente usa la frase "Holy Cow" (una especie de "Santo Cielo", en español) para expresar entusiasmo. Jugando con esa frase, los investigadores de una colaboración internacional desarrollaron un acrónimo (HOLICOW) para nombrar a su proyecto que expresa la emoción acerca de las mediciones del telescopio espacial Hubble respecto de la velocidad de expansión del universo.

Conocer el valor preciso de qué tan rápido se expande el universo es importante para determinar la edad, el tamaño y el destino del cosmos. Desentrañar este misterio ha sido uno de los principales desafíos en astrofísica en los últimos años.

Los miembros del equipo HOLICOW (Lentes H0 en Wellspring de COSMOGRAIL) usaron el Hubble y una técnica que es completamente independiente de cualquier método anterior para medir la expansión del universo, un valor llamado constante de Hubble.

Este último valor representa la medición más precisa hasta el momento utilizando el método de lente gravitacional, en el que la gravedad de una galaxia en primer plano actúa como una lupa gigante que amplía y distorsiona la luz de los objetos de fondo. Este último estudio no se basó en la técnica tradicional de "escalera de distancias cósmicas" para medir distancias precisas a las galaxias mediante el uso de varios tipos de estrellas como "indicadores de millas cósmicas". En cambio, los investigadores emplearon la física exótica de las lentes gravitacionales para calcular la velocidad de expansión del universo.

El resultado de los investigadores refuerza aún más una inquietante discrepancia entre la velocidad de expansión calculada a partir de las mediciones del universo local y la velocidad predicha por la radiación de fondo del universo primitivo, una época previa a que existieran galaxias y estrellas. El nuevo estudio aporta evidencia a la idea de que pueden ser necesarias nuevas teorías para explicar lo que los científicos están descubriendo.

La historia completa

Un equipo de astrónomos que utiliza el telescopio espacial Hubble de la NASA ha medido la velocidad de expansión del universo utilizando una técnica que es completamente independiente de cualquier método anterior.

Conocer el valor preciso de qué tan rápido se expande el universo es importante para determinar la edad, el tamaño y el destino del cosmos. Desentrañar este misterio ha sido uno de los principales desafíos en astrofísica en los últimos años. El nuevo estudio aporta evidencia a la idea de que pueden ser necesarias nuevas teorías para explicar lo que los científicos están descubriendo.

El resultado de los investigadores refuerza aún más una inquietante discrepancia entre la velocidad de expansión, llamada constante de Hubble, calculada a partir de las mediciones del universo local y la velocidad predicha por la radiación de fondo del universo primitivo, una época previa a que existieran galaxias y estrellas.

Este último valor representa la medición más precisa hasta el momento utilizando el método de lente gravitacional, en el que la gravedad de una galaxia en primer plano actúa como una lupa gigante que amplía y distorsiona la luz de los objetos de fondo. Este último estudio no se basó en la técnica tradicional de "escalera de distancias cósmicas" para medir distancias precisas a las galaxias mediante el uso de varios tipos de estrellas como "indicadores de millas cósmicas". En cambio, los investigadores emplearon la física exótica de las lentes gravitacionales para calcular la velocidad de expansión del universo.

El equipo de astronomía que realizó las nuevas mediciones de la constante de Hubble se denomina H0LiCOW (Lentes H0 en Wellspring de COSMOGRAIL). COSMOGRAIL es el acrónimo en inglés de "monitoreo cosmológico de lentes gravitacionales", un importante proyecto internacional cuyo objetivo es monitorear lentes gravitacionales. "Wellspring" se refiere a la abundante cantidad de sistemas de lentes de cuásares.

El equipo de investigación obtuvo el valor H0LiCOW para la constante de Hubble a través de técnicas de observación y análisis que se han refinado en gran medida en las últimas dos décadas.

H0LiCOW y otras mediciones recientes sugieren una velocidad de expansión más rápida en el universo local de lo que se esperaba según las observaciones del satélite Planck de la Agencia Espacial Europea de cómo se comportó el cosmos hace más de 13.000 millones de años.

El abismo entre los dos valores tiene implicaciones importantes para comprender los parámetros físicos subyacentes del universo y podría requerir una nueva física para explicar la discrepancia.

"Si estos resultados no concuerdan, puede ser una pista de que aún no sabemos completamente cómo evolucionó la materia y la energía con el tiempo, sobre todo en los primeros tiempos", comentó el líder del equipo H0LiCOW, Sherry Suyu, del Instituto Max Planck de Astrofísica en Alemania, la Universidad Técnica de Múnich y el Instituto de Astronomía y Astrofísica Academia Sínica en Taipei, Taiwán.

Cómo lo hicieron

El equipo de H0LiCOW usó el Hubble para observar la luz de seis cuásares lejanos, los brillantes reflectores de los agujeros negros gaseosos supermasivos en órbita en el centro de las galaxias. Los cuásares son objetos de fondo ideales por muchas razones; por ejemplo, son brillantes, extremadamente lejanos y están dispersos por todo el cielo. El telescopio observó cómo la luz de cada cuásar se multiplicaba en cuatro imágenes por la gravedad de una galaxia masiva en primer plano. Las galaxias estudiadas están a una distancia entre 3000 y 6500 millones de años luz. La distancia promedio de los cuásares es de 5500 millones de años luz de la Tierra.

Los rayos de luz de cada imagen de cuásar con lente toman un camino un poco diferente a través del espacio para llegar a la Tierra. La longitud del camino depende de la cantidad de materia que esté distorsionando el espacio a lo largo de la línea de visión hacia el cuásar. Para rastrear cada camino, los astrónomos monitorean el parpadeo de la luz del cuásar mientras su agujero negro engulle material. Cuando la luz parpadea, cada imagen con lente se ilumina en un momento diferente.

Esta secuencia parpadeante permite a los investigadores medir las demoras entre cada imagen a medida que la luz con lente viaja a lo largo de su camino hacia la Tierra. Para comprender completamente estas demoras, el equipo utilizó primero el Hubble para trazar mapas precisos de la distribución de la materia en cada galaxia que actúa como lente. Los astrónomos podrían deducir de manera confiable las distancias desde la galaxia hasta el cuásar, y desde la Tierra hasta la galaxia y hasta el cuásar de fondo. Al comparar estos valores de distancia, los investigadores midieron la velocidad de expansión del universo.

"La duración de cada demora indica qué tan rápido se está expandiendo el universo", comentó el miembro del equipo Kenneth Wong, del Instituto Kavli de Física y Matemáticas del Universo de la Universidad de Tokio, autor principal del artículo más reciente de la colaboración H0LiCOW. "Si las demoras son más cortas, el universo se está expandiendo a una mayor velocidad. Si son más largas, la velocidad de expansión es menor".

El proceso de demora es análogo a cuatro trenes que salen de la misma estación exactamente al mismo tiempo y viajan a la misma velocidad para llegar al mismo destino. Sin embargo, cada uno de los trenes llega a destino en un momento diferente. Esto se debe a que cada tren toma una ruta diferente, y la distancia para cada ruta no es la misma. Algunos trenes viajan por colinas. Otros atraviesan valles, y otros recorren montañas. A partir de los distintos horarios de llegada, se puede inferir que cada tren recorrió una distancia diferente para llegar a la misma parada. Del mismo modo, el patrón de parpadeo del cuásar no aparece al mismo tiempo porque parte de la luz se retrasa al recorrer las curvas creadas por la gravedad de la materia densa en la galaxia interviniente.

Cómo se compara

Los investigadores calcularon un valor de la constante de Hubble de 73 kilómetros por segundo por megaparsec (con un 2,4 % de incertidumbre). Esto significa que por cada 3,3 millones de años luz de distancia adicionales entre una galaxia y la Tierra, la galaxia parece moverse a 73 kilómetros por segundo más rápido como resultado de la expansión del universo.

La medición del equipo también está cerca del valor de la constante de Hubble de 74 calculado por el equipo Supernova H0 para el equipo de Ecuación del Estado (SH0ES), que utilizó la técnica de la escalera de distancias cósmicas. La medición del SH0ES se basa en medir las distancias a las galaxias cercanas y lejanas a la Tierra mediante el uso de estrellas y supernovas variables Cefeidas como puntos de medición de las galaxias.

Los valores del SH0ES y H0LiCOW difieren significativamente del número de Planck de 67, lo que refuerza la tensión entre las mediciones constantes de Hubble del universo moderno y el valor predicho basado en las observaciones del universo primitivo.

"Uno de los desafíos que superamos fue tener programas de monitoreo especializados a través de COSMOGRAIL para calcular las demoras en varios de estos sistemas de lentes cuásar", explicó Frédéric Courbin de la Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, líder del proyecto COSMOGRAIL.

Suyu agregó: "Al mismo tiempo, se desarrollaron nuevas técnicas de modelado de masas para medir la distribución de materia de una galaxia, incluidos los modelos que diseñamos para utilizar las imágenes de alta resolución del Hubble. Las imágenes nos permitieron reconstruir, por ejemplo, las galaxias anfitrionas de los cuásares. Estas imágenes, junto con imágenes adicionales de campo más amplio tomadas con telescopios

terrestres, también nos permiten caracterizar el entorno del sistema de lentes, que afecta la curvatura de los rayos de luz. Las nuevas técnicas de modelado de masas, en combinación con las demoras, nos ayudan a medir las distancias precisas a las galaxias".

Formado en 2012, el equipo de H0LiCOW ahora cuenta con las imágenes del Hubble e información de las demoras de 10 cuásares con lentes y galaxias que actúan como lentes intermedias. El equipo continuará buscando y haciendo un seguimiento de los nuevos cuásares con lentes en colaboración con investigadores de dos nuevos programas. Un programa, llamado STRIDES (Estudio de perspectivas de lentes potentes sobre energía oscura), está buscando nuevos sistemas de cuásares con lentes. El segundo, llamado SHARP (Programa de lentes potentes de alta resolución angular), usa óptica adaptativa con los telescopios W.M. Keck para obtener imágenes de los sistemas con lentes. El objetivo del equipo es observar otros 30 sistemas de cuásares con lentes para reducir su incertidumbre del 2,4 % al 1 %.

El próximo telescopio espacial James Webb de la NASA, que se lanzará en 2021, puede ayudarlos a alcanzar su objetivo del 1 % de incertidumbre mucho más rápido gracias a su capacidad de trazar las velocidades de las estrellas en una galaxia que actúa como lente, lo que permitirá a los astrónomos desarrollar modelos más precisos de la distribución de la materia oscura en la galaxia.

El trabajo del equipo de H0LiCOW también allana el camino para estudiar cientos de cuásares con lentes que los astrónomos están descubriendo a través de estudios como el Estudio de la Energía Oscura y el PanSTARRS (Telescopio de exploración panorámica y sistema de respuesta rápida), y el futuro Gran Telescopio Sinóptico de la National Science Foundation, que se espera que descubra miles de fuentes adicionales.

Además, el Telescopio Espacial Infrarrojo de Campo Amplio (WFIRST) de la NASA ayudará a los astrónomos a abordar la discrepancia en el valor de la constante de Hubble al rastrear la historia de expansión del universo. La misión también utilizará múltiples técnicas, como muestrear miles de supernovas y otros objetos a varias distancias, para ayudar a determinar si la discrepancia es el resultado de errores de medición, técnicas de observación o si los astrónomos deben ajustar la teoría de la que derivan sus predicciones.

El equipo presentará sus resultados en la 235.ª asamblea de la Sociedad Estadounidense de Astronomía en Honolulu, Hawái.

El telescopio espacial Hubble es un proyecto de cooperación internacional entre la Agencia Espacial Europea (ESA) y la NASA. El Centro de Vuelo Espacial Goddard de la NASA, ubicado en Greenbelt, Maryland, administra el telescopio. El Instituto Científico del Telescopio Espacial (STScI), ubicado en Baltimore, Maryland, dirige las operaciones científicas del Hubble. El STScI está a cargo de la NASA, a través de la Asociación de Universidades para la Investigación en Astronomía en Washington, D.C.

CRÉDITOS

NASA, ESA y S.H. Suyu (Instituto Max Planck de Astrofísica, Universidad Técnica de Múnich e Instituto de Astronomía y Astrofísica Academia Sínica), y K.C. Wong (Instituto Kavli de la Universidad de Tokio para la Física y las Matemáticas del Universo)

PALABRAS CLAVE

Asamblea de la Sociedad Estadounidense de Astronomía, cosmología, lente gravitacional, galaxias lejanas, galaxias activas/cuásares, universo, edad/tamaño

PERSONAS DE CONTACTO

Donna Weaver y Ray Villard

Instituto Científico del Telescopio Espacial, Baltimore, Maryland

410-338-4493 / 410-338-4514

dweaver@stsci.edu / villard@stsci.edu

Sherry Suyu

Instituto Max Planck de Astrofísica, Garching, Alemania

suyu@mpa-garching.mpg.de

Kenneth Wong

Instituto Kavli de la Universidad de Tokio para la Física y las Matemáticas del Universo, Chiba, Japón

ken.wong@ipmu.jp

Geoff Chih-Fan Chen

Universidad de California, Davis, California

chfchen@ucdavis.edu

ENLACES RELACIONADOS

- *Artículo científico de K.C. Wong et al. (aceptado por MNRAS, preimpresión)*
https://hubblesite.org/uploads/science_paper/file_attachment/525/190704869.pdf
- *Portal de la NASA sobre el Hubble*
https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/main/index.html
- *Artículo especial del Goddard sobre la constante de Hubble medida por el WFIRST*
https://wfirst.gsfc.nasa.gov/feature_hubble_constant.html

Imágenes de la publicación (3)

<https://hubblesite.org/contents/news-releases/2020/news-2020-04?Year=2020&Year=2019&itemsPerPage=100#section-id-2>