



Imagen: Cuásares con lente gravitacional

EL HUBBLE DETECTA LOS CÚMULOS DE MATERIA OSCURA MÁS PEQUEÑOS HASTA EL MOMENTO

8 de enero de 2020 2:40 p. m. (EST)

Lupas cósmicas descubren materia oscura fantasmal en pequeñas concentraciones

Al buscar materia oscura, los astrónomos deben realizar una especie de "caza de fantasmas". Esto se debe a que la materia oscura es una sustancia invisible que no se puede ver directamente. Sin embargo, constituye la mayor parte de la masa del universo y forma la base sobre la que se construyen las galaxias. La materia oscura es el "pegamento" gravitacional que mantiene unidas las galaxias y los cúmulos de galaxias. Los astrónomos pueden detectar su presencia indirectamente midiendo cómo su gravedad afecta a las estrellas y galaxias.

La misteriosa sustancia no está compuesta por las mismas cosas que componen las estrellas, los planetas y las personas. Ese material es materia "bariónica" normal, que consiste en electrones, protones y neutrones. Sin embargo, la materia oscura podría ser algún tipo de partícula subatómica desconocida que interactúa débilmente con la materia normal.

Una teoría popular sostiene que las partículas de materia oscura no se mueven muy rápido, lo que facilita su agrupamiento. Según esta idea, el universo contiene una amplia gama de concentraciones de materia oscura, desde pequeñas hasta grandes.

Los astrónomos han detectado cúmulos de materia oscura alrededor de galaxias grandes y medianas. En la actualidad, utilizando el Hubble y una nueva técnica de observación, los astrónomos han descubierto que la materia oscura forma cúmulos mucho más pequeños que los conocidos previamente.

Los investigadores buscaron pequeñas concentraciones de materia oscura en los datos del Hubble midiendo cómo se ve afectada la luz de los cuásares lejanos a medida que viaja a través del espacio. Los cuásares son núcleos brillantes alimentados por agujeros negros de galaxias muy distantes. Las imágenes del Hubble muestran que la luz de estas imágenes de cuásares es deformada y ampliada por la gravedad de las galaxias masivas en primer plano, en un efecto llamado "lente gravitacional". Los astrónomos utilizaron este efecto de lente para detectar los pequeños cúmulos de materia oscura. Los cúmulos se encuentran a lo largo de la línea de visión del telescopio hacia los cuásares, así como adentro y alrededor de las galaxias de lentes en primer plano.

La historia completa

Utilizando el telescopio espacial Hubble de la NASA y una nueva técnica de observación, los astrónomos han descubierto que la materia oscura forma cúmulos mucho más pequeños que los conocidos previamente. Este resultado confirma una de las predicciones fundamentales de la teoría ampliamente aceptada de la "materia oscura fría".

Según esta teoría, todas las galaxias se forman y se incrustan dentro de las nubes de materia oscura. La materia oscura en sí misma consiste en partículas lentas o "frías" que se unen para formar estructuras que van desde cientos de miles de veces la masa de la galaxia Vía Láctea hasta cúmulos no más masivos que el peso de un avión comercial. (En este contexto, "frío" se refiere a la velocidad de las partículas).

La observación del Hubble arroja nuevos indicios sobre la naturaleza de la materia oscura y cómo se comporta. "Hicimos una prueba de observación muy concluyente con el modelo de materia oscura fría, que se superó muy bien", comentó Tommaso Treu, de la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA), miembro del equipo de observación.

La materia oscura es un tipo de materia invisible que constituye la mayor parte de la masa del universo y forma la base sobre la que se construyen las galaxias. Si bien los astrónomos no pueden ver la materia oscura, pueden detectar su presencia indirectamente midiendo cómo su gravedad afecta a las estrellas y galaxias. Detectar las formaciones de materia oscura más pequeñas buscando estrellas incrustadas puede ser difícil o imposible, ya que contienen muy pocas estrellas.

Si bien se han detectado concentraciones de materia oscura alrededor de galaxias grandes y medianas, hasta el momento no se han encontrado cúmulos mucho más pequeños de materia oscura. En ausencia de evidencia observacional sobre estos cúmulos pequeños, algunos investigadores han desarrollado teorías alternativas, incluida la "materia oscura cálida". Esta idea sugiere que las partículas de materia oscura se mueven rápidamente y se comprimen demasiado rápido para fusionarse y formar concentraciones más pequeñas. Las nuevas observaciones no respaldan esta suposición, puesto que indican que la materia oscura es "más fría" de lo que debería ser en la teoría alternativa de la materia oscura cálida.

"La materia oscura es más fría de lo que pensábamos a escalas más pequeñas", comentó Anna Nierenberg, del Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA en Pasadena, California, líder del estudio del Hubble. "Anteriormente, los astrónomos han llevado a cabo otras pruebas de observación de las teorías de la materia oscura, pero la nuestra proporciona la evidencia más concluyente hasta el momento respecto de la presencia de pequeños cúmulos de materia oscura fría. Al combinar las últimas predicciones teóricas, herramientas estadísticas y nuevas observaciones del Hubble, tenemos un resultado mucho más sólido que antes".

La búsqueda de concentraciones de materia oscura sin estrellas ha resultado ser todo un desafío. Sin embargo, el equipo de investigación del Hubble utilizó una técnica en la que no era necesario buscar la influencia gravitacional de las estrellas como trazadoras de materia oscura. El equipo apuntó a ocho "farolas" cósmicas potentes y distantes, llamadas "cuásares" (regiones que rodean agujeros negros activos y emiten enormes cantidades de luz). Los astrónomos midieron cómo la luz emitida por el oxígeno y el gas de neón que orbita cada uno de los agujeros negros de los cuásares se deforma por la gravedad de una galaxia masiva en primer plano, que actúa como una lupa.

Usando este método, el equipo descubrió cúmulos de materia oscura a lo largo de la línea de visión del telescopio hasta los cuásares, así como adentro y alrededor de las galaxias con lentes interpuestas. Las concentraciones de materia oscura detectadas por el Hubble son 1/10.000 a 1/100.000 veces la masa del halo de materia oscura de la Vía Láctea. Es probable que muchas de estas pequeñas agrupaciones no contengan ni siquiera galaxias pequeñas y, por lo tanto, hubiera sido imposible detectarlas mediante el método tradicional de búsqueda de estrellas incrustadas.

Los ocho cuásares y galaxias se alinearon con tanta precisión que el efecto de deformación, llamado "lente gravitacional", produjo cuatro imágenes distorsionadas de cada cuásar. El efecto es como mirarse en una casa de espejos. Esas imágenes cuadruplicadas de los cuásares son raras debido a la alineación casi exacta que debe haber entre la galaxia en primer plano y el cuásar de fondo. Sin embargo, los investigadores necesitaban las múltiples imágenes para hacer un análisis más detallado.

La presencia de los cúmulos de materia oscura altera el brillo aparente y la posición de cada imagen distorsionada de los cuásares. Los astrónomos compararon estas mediciones con predicciones de cómo se verían las imágenes del cuásar sin la influencia de la materia oscura. Los investigadores utilizaron las medidas para calcular las masas de las pequeñas concentraciones de materia oscura. Para analizar los datos, los investigadores también desarrollaron programas informáticos elaborados y técnicas intensivas de reconstrucción.

"Imaginen que cada una de estas ocho galaxias es una lupa gigante", explicó el miembro del equipo Daniel Gilman, de UCLA. "Los pequeños cúmulos de materia oscura actúan como pequeñas grietas en la lupa y alteran el brillo y la posición de las cuatro imágenes del cuásar en comparación con lo que esperaría ver si la lupa fuera lisa".

Los investigadores utilizaron la cámara de campo amplio 3 del Hubble para capturar la luz infrarroja cercana de cada cuásar y dispersarla en sus colores componentes para su estudio con espectroscopía. Las emisiones únicas de los cuásares de fondo se ven mejor con luz infrarroja. "Las observaciones del Hubble desde el espacio nos permiten realizar estas mediciones en sistemas de galaxias que no serían accesibles con la resolución más baja de los telescopios terrestres, y la atmósfera de la Tierra es opaca a la luz infrarroja que necesitábamos para observar", explicó el miembro del equipo Simon Birrer, de UCLA.

Treu agregó: "Es increíble que, después de casi 30 años de operación, el Hubble ofrezca vistas de vanguardia de la física fundamental y la naturaleza del universo que ni siquiera imaginábamos cuando se lanzó el telescopio".

Las lentes gravitacionales se descubrieron al examinar los estudios terrestres como la Exploración Digital del Espacio Sloan y la Exploración de la Materia Oscura, que proporcionan los mapas tridimensionales más detallados del universo hasta el momento. Los cuásares se encuentran a unos 10.000 millones de años luz de la Tierra; las galaxias en primer plano, a alrededor de 2000 millones de años luz.

La cantidad de pequeñas estructuras detectadas en el estudio ofrece más pistas sobre la naturaleza de la materia oscura. "Las propiedades de las partículas de la materia oscura determinan cuántos cúmulos se forman", explicó Nierenberg. "Eso significa que podemos conocer la física de la partículas de la materia oscura al contar los pequeños cúmulos".

Sin embargo, el tipo de partícula que forma la materia oscura sigue siendo un misterio. "En la actualidad, no hay evidencia directa de laboratorio de que existan partículas de materia oscura", dijo Birrer. "Los físicos de partículas ni siquiera hablarían sobre la materia oscura si los cosmólogos no dijeran que existe, según las observaciones de sus efectos. Cuando los cosmólogos hablamos de la materia oscura, nos preguntamos: ¿cómo riges el aspecto del universo y en qué escalas?".

Los astrónomos podrán realizar estudios de seguimiento de la materia oscura utilizando futuros telescopios espaciales de la NASA como el James Webb y el Telescopio Espacial Infrarrojo de Campo Amplio (WFIRST), ambos observatorios infrarrojos. El Webb será capaz de obtener de manera eficiente estas mediciones para todos los cuásares con lentes cuádruples conocidos. La nitidez del WFIRST y su gran campo visual ayudarán a los

astrónomos a observar toda la región del espacio afectada por el inmenso campo gravitacional de galaxias masivas y cúmulos de galaxias. Esto ayudará a los investigadores a descubrir muchos más de estos sistemas extraños.

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 NASA y la ESA (Agencia Espacial Europea). 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, A. Nierenberg (JPL) y T. Treu and D. Gilman (UCLA)

PALABRAS CLAVE

Asamblea de la Sociedad Estadounidense de Astronomía, galaxias activas/cuásares, materia oscura, galaxias lejanas

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

Anna Nierenberg

Laboratorio de Propulsión a Reacción, Pasadena, California

818-393-5095

anna.m.nierenberg@jpl.nasa.gov

Tommaso Treu / Daniel Gilman

Universidad de California, Los Ángeles, California

310-206-5617 (oficina) / 757-814-5869 (celular)

tt@astro.ucla.edu / gilmanda@ucla.edu

ENLACES RELACIONADOS

- *Artículo científico de D. Gilman et al. (MNRAS)*
https://hubblesite.org/uploads/science_paper/file_attachment/526/stz3480.pdf
- *Artículo científico de A. Nierenberg et al. (aceptado por MNRAS)*
https://hubblesite.org/uploads/science_paper/file_attachment/522/stz3588.pdf
- *Portal de la NASA sobre el Hubble*
https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/main/index.html

Imágenes de la publicación (3)

<https://hubblesite.org/contents/news-releases/2020/news-2020-05?Year=2020&Year=2019&itemsPerPage=100#section-id-2>