



Imagen: MACS J1206

LAS OBSERVACIONES DEL HUBBLE SUGIEREN QUE FALTA UN INGREDIENTE EN LAS TEORÍAS DE LA MATERIA OSCURA

Fecha de publicación: 10 de septiembre de 2020, 2:00 p.m. (EDT)

LOS INVESTIGADORES ENCUENTRAN UNA SORPRENDENTE LAGUNA ENTRE LAS OBSERVACIONES Y LAS TEORÍAS SOBRE LA MATERIA OSCURA

Mientras estudiaba el cúmulo de galaxias Coma en 1933, el astrónomo Fritz Zwicky descubrió un problema. La masa de todas las estrellas del cúmulo representaba solamente un pequeño porcentaje del peso necesario para evitar que las galaxias miembros se escapan de la atracción gravitacional del cúmulo. Predijo que la "masa faltante", ahora conocida como materia oscura, era el pegamento que mantenía unido al cúmulo.

La materia oscura, como su nombre indica, es una materia que no se ve. No emite, absorbe ni refleja la luz, ni interactúa con ninguna partícula conocida. La presencia de estas esquivas partículas solo se conoce a través de su atracción gravitatoria sobre la materia visible en el espacio. Esta misteriosa sustancia es el andamiaje invisible de nuestro universo que forma largas estructuras filamentosas, la red cósmica, a lo largo de las cuales se forman las galaxias.

Aún más desconcertante es que la materia oscura constituye la mayor parte del contenido de masa del universo. La materia de la que se componen las estrellas, los planetas y los seres humanos representa solo un pequeño porcentaje del contenido del universo.

Los astrónomos llevan décadas persiguiendo esta fantasmal sustancia, pero todavía no tienen muchas respuestas. Han ideado ingeniosos métodos para inferir la presencia de la materia oscura rastreando las señales de sus efectos gravitatorios.

Una de las técnicas consiste en medir cómo la gravedad de la materia oscura en un cúmulo de galaxias masivas amplía y deforma la luz de una galaxia lejana de fondo. Este fenómeno, llamado lente gravitacional, produce imágenes difusas de galaxias distantes y, en ocasiones, varias copias de una misma imagen.

Un estudio reciente de 11 cúmulos de galaxias de gran tamaño descubrió que algunos cúmulos de materia oscura a pequeña escala están tan concentrados que los efectos de lente que producen son 10 veces más fuertes de lo esperado. Estas concentraciones están asociadas con galaxias de cúmulo individuales.

Los investigadores que usan el telescopio espacial Hubble y el Very Large Telescope del Observatorio Europeo Austral en Chile descubrieron, con un detalle sin precedentes, imágenes distorsionadas a menor escala de galaxias remotas anidadas como muñecas Matryoshka dentro de las distorsiones de lentes a mayor escala en el núcleo de cada cúmulo, donde residen las galaxias más masivas.

Este inesperado descubrimiento significa que hay una discrepancia entre estas observaciones y los modelos teóricos sobre cómo debería distribuirse la materia oscura en los cúmulos de galaxias. Podría indicar una laguna en la comprensión actual de los astrónomos sobre la naturaleza de la materia oscura.

La historia completa

Los astrónomos han descubierto que puede haber un ingrediente que falta en nuestra receta cósmica de cómo se comporta la materia oscura.

Han descubierto una discrepancia entre los modelos teóricos de cómo debería distribuirse la materia oscura en los cúmulos de galaxias, y las observaciones de la adherencia de la materia oscura sobre los cúmulos.

La materia oscura no emite, absorbe ni refleja la luz. Su presencia solamente se conoce mediante su atracción gravitatoria sobre la materia visible en el espacio. Por lo tanto, la materia oscura sigue siendo tan esquiva como el gato de Cheshire de Alicia en el País de las Maravillas: únicamente se ve su sonrisa (en forma de gravedad), pero no al animal en sí.

Una de las formas en que los astrónomos pueden detectar la materia oscura es midiendo cómo su gravedad distorsiona el espacio, un efecto llamado lente gravitacional.

Los investigadores han descubierto que las concentraciones a pequeña escala de materia oscura en los cúmulos producen efectos de lente gravitacional 10 veces más fuertes de lo esperado. Estas pruebas se basan en las observaciones, de un nivel de detalle sin precedentes, de varios cúmulos de galaxias masivas realizadas por el telescopio espacial Hubble de la NASA y el Very Large Telescope (VLT) del Observatorio Europeo Austral en Chile.

Los cúmulos de galaxias, las estructuras más masivas del universo compuestas por galaxias individuales, son los mayores depósitos de materia oscura. No solamente se mantienen unidos en gran parte por la gravedad de la materia oscura, sino que las propias galaxias de los cúmulos están repletas de materia oscura. Por lo tanto, la materia oscura en los cúmulos está distribuida tanto a gran escala como a pequeña escala.

"Los cúmulos de galaxias son laboratorios ideales para comprender si las simulaciones del universo por computadora reproducen de manera confiable lo que podemos inferir sobre la materia oscura y su interacción con la materia luminosa", afirma Massimo Meneghetti, del INAF (Instituto Nacional de Astrofísica) - Observatorio de Astrofísica y Ciencias del Espacio de Bolonia, Italia, autor principal del estudio.

"Hicimos muchas pruebas cuidadosas al comparar las simulaciones y los datos en este estudio, y persiste la conclusión de que hay una discrepancia", continuó Meneghetti. "Un posible origen de esta discrepancia es que estemos pasando por alto algún elemento clave de física en las simulaciones".

Priyamvada Natarajan, de la Universidad de Yale en New Haven, Connecticut, una teórica principal del equipo, añadió: "Hay una característica del universo real que simplemente no estamos captando en nuestros modelos teóricos actuales. Esto podría señalar una laguna en nuestra comprensión actual de la naturaleza de la materia oscura y sus propiedades, ya que estos extraordinarios datos nos han permitido sondear la distribución detallada de la materia oscura en las escalas más pequeñas".

El trabajo del equipo aparecerá en el número del 11 de septiembre de la revista Science.

La distribución de la materia oscura en los cúmulos se explora a través de la curvatura de la luz, o el efecto de lente gravitacional, que producen. La gravedad de la materia oscura amplía y deforma la luz de los objetos lejanos de fondo, como un espejo de la casa de los espejos, produciendo distorsiones y a veces varias imágenes de la misma galaxia lejana. Cuanto mayor sea la concentración de materia oscura en un cúmulo, más drástica será la curvatura de la luz.

Las nítidas imágenes del Hubble, junto con los espectros del VLT, ayudaron al equipo a elaborar un mapa preciso y de alta fidelidad de la materia oscura. Identificaron una multitud de galaxias de fondo a través de imágenes múltiples afectadas por los lentes gravitacionales. Al medir las distorsiones de las lentes, los astrónomos pudieron trazar la cantidad y distribución de la materia oscura.

Los tres cúmulos de galaxias principales utilizados en el análisis, MACS J1206.2-0847, MACS J0416.1-2403 y Abell S1063, formaban parte de dos estudios del Hubble: los programas Frontier Fields y Cluster Lensing And Supernova survey with Hubble (CLASH).

Para sorpresa del equipo, las imágenes del Hubble también revelaron arcos de menor escala e imágenes distorsionadas anidadas dentro de las distorsiones de lente de mayor escala en el núcleo de cada cúmulo, donde residen las galaxias más masivas.

Los investigadores creen que las lentes incrustadas se producen por la gravedad de densas concentraciones de materia oscura asociadas a galaxias individuales del cúmulo. Se sabe que la distribución de la materia oscura en las regiones interiores de las galaxias individuales aumenta el efecto de lente general del cúmulo.

Las observaciones espectroscópicas de seguimiento contribuyeron al estudio al medir la velocidad de las estrellas que orbitan en el interior de varias de las galaxias del cúmulo. "Sobre la base de nuestro estudio espectroscópico, pudimos asociar las galaxias con cada cúmulo y estimar sus distancias", afirma el miembro del equipo Piero Rosati, de la Universidad de Ferrara, Italia.

"La velocidad de las estrellas nos permitió obtener un estimado de la masa de cada galaxia, incluida la cantidad de materia oscura", agregó el miembro del equipo Pietro Bergamini, del Observatorio de Astrofísica y Ciencias Espaciales del INAF, en Bolonia, Italia.

El equipo comparó los mapas de materia oscura con muestras de cúmulos de galaxias simulados con masas similares, situados aproximadamente a las mismas distancias que los cúmulos observados. Los cúmulos de las simulaciones por computadora no mostraban el mismo nivel de concentración de materia oscura en las escalas más pequeñas, las asociadas a las galaxias individuales de los cúmulos que se observan en el universo.

El equipo espera continuar las pruebas de resistencia del modelo estándar de la materia oscura para determinar su intrigante naturaleza.

El proyectado telescopio espacial Nancy Grace Roman de la NASA detectará galaxias aún más distantes gracias a las lentes gravitacionales de los cúmulos de galaxias masivas. Las observaciones ampliarán la muestra de cúmulos que los astrónomos pueden analizar para seguir probando los modelos de materia oscura.

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

CRÉDITOS

NASA, ESA, P. Natarajan (Universidad de Yale), M. Meneghetti (INAF-Observatorio de Astrofísica y Ciencia de Bolonia, Italia), P. Rosati (Universidad de Ferrara, Italia) y los equipos de CLASH-VLT/Zoom

Agradecimientos: NASA, ESA, M. Postman (STScI) y el equipo CLASH

PALABRAS CLAVE

Lentes gravitacionales, cúmulos de galaxias, materia oscura

PERSONAS DE CONTACTO

Donna Weaver y Ray Villard

Space Telescope Science Institute, Baltimore, Maryland

410-338-4493 / 410-338-4514

dweaver@stsci.edu / villard@stsci.edu

Priyamvada Natarajan

Universidad Yale, New Haven, Connecticut

203-436-4833

priyamvada.natarajan@yale.edu

Massimo Meneghetti

INAF-Observatorio de Astrofísica y Ciencia, Bolonia, Italia

massimo.meneghetti@inaf.it

ENLACES RELACIONADOS

El artículo científico de M. Meneghetti et al.

https://imgsrc.hubblesite.org/hvi/uploads/science_paper/file_attachment/602/complete_manuscript.pdf

Portal de la NASA sobre el Hubble

https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/main/index.html

Comunicado de la ESA sobre el Hubble

<https://esahubble.org/news/heic2016/>

Video del Centro Goddard de NASA

<https://svs.gsfc.nasa.gov/13713>

Publicación de la Universidad Yale

<https://news.yale.edu/2020/09/10/holding-mirror-dark-matter-discrepancy>

Imágenes de la publicación (2)

<https://hubblesite.org/contents/news-releases/2020/news-2020-29?Year=2020&itemsPerPage=50#section-id-2>