



Imagen: Tres pasos para la constante de Hubble

## ACTUALIZACIÓN DE CRITERIOS DEL HUBBLE PROPORCIONA NUEVA EVIDENCIA DE LA PRESENCIA DE NUEVOS CONCEPTOS DE FÍSICA EN EL UNIVERSO

*Fecha de publicación: 22 de febrero de 2018 a las 3:00 p. m. (EST)*

**El nuevo censo es la medida más precisa de la tasa de expansión del universo**

La buena noticia: Los astrónomos han realizado la medida más precisa hasta la fecha de la tasa a la cual el universo se está expandiendo desde el "Big Bang" (la gran explosión). La noticia posiblemente inquietante: Esto puede significar que existe algo desconocido en la composición del universo. Las nuevas cifras contradicen las medidas independientes de la expansión del universo primigenio. ¿Está sucediendo algo imprevisto en las profundidades del espacio?

Los astrónomos han progresado mucho desde los inicios del siglo XX, cuando no tenían ni una pista de que vivíamos en un universo en expansión. Antes de poder comprender esto, los astrónomos necesitaban un instrumento de medida celeste preciso para calcular las distancias hasta los objetos distantes. En esa época, muchos astrónomos pensaban que los parches de luz tenues y borrosos que ahora conocemos como galaxias eran objetos dentro de nuestra Vía Láctea. Pero en 1913, la astrónoma de Harvard Henrietta Leavitt descubrió unas estrellas pulsantes únicas que conservan un resplandor constante sin importar dónde se ubiquen. Llamadas variables Cefeidas, estas estrellas se convirtieron en criterios confiables para que los astrónomos midieran las distancias cósmicas desde la Tierra.

Pocos años después, y partiendo del trabajo pionero de Leavitt, el astrónomo Edwin Hubble encontró una estrella variable Cefeida en la Nebulosa de Andrómeda. Al medir la enorme distancia de la estrella, Hubble probó que la nebulosa era realmente una galaxia completa: una isla separada de miles de millones de estrellas muy lejos de nuestra Vía Láctea.

Posteriormente encontró muchas galaxias en el espacio. Cuando usó las variables Cefeidas para medir las distancias galácticas, halló que cuanto más lejos se encuentra una galaxia, más rápido aparenta estar alejándose de nosotros. Esto le condujo al hallazgo monumental de que nuestro universo se está expandiendo uniformemente en todas las direcciones. Y que incluso la edad del universo, que hoy en día sabemos que es de 13.8 mil millones de años, se podía calcular a partir de la tasa de expansión.

Apenas pudo haber imaginado Leavitt que su trabajo con las variables Cefeidas se convertiría en el sólido peldaño inicial de una escalera de distancias cósmicas de técnicas entrelazadas que permitiría realizar mediciones a través de miles de millones de años luz.

Los resultados más recientes del telescopio Hubble que consolidan la escalera cósmica confirman una discrepancia irritante que muestra que el universo se está expandiendo ahora más rápidamente de lo que se esperaba a partir de su trayectoria proyectada poco después del Big Bang. Los investigadores sugieren que pueden estar operando nuevos conceptos de física para explicar la discrepancia. Una idea es que el universo contiene una nueva partícula subatómica de alta velocidad. Otra posibilidad es que la energía oscura, que ya se sabe que está acelerando el cosmos, puede estar empujando a las galaxias a alejarse unas de otras con una fuerza aún mayor, o en incremento.

El estudio del Hubble extiende la cantidad de estrellas Cefeidas analizadas a distancias de hasta 10 veces más lejos a través de nuestra galaxia que los resultados previos del Hubble. Las nuevas mediciones ayudan a reducir la probabilidad de que la discrepancia en los valores sea una coincidencia a 1 en 5,000.

## La historia completa

Los astrónomos han usado el Telescopio Espacial Hubble de la NASA para realizar las mediciones más precisas de la tasa de expansión del universo desde que se calculó por primera vez hace casi un siglo. Sorprendentemente, los resultados están forzando a los astrónomos a considerar que pueden estar observando evidencia de que algo inesperado está teniendo lugar en el universo.

Esto se debe a que el hallazgo más reciente del Hubble confirma una discrepancia irritante que muestra que el universo se está expandiendo ahora más rápidamente de lo que se esperaba a partir de su trayectoria proyectada poco después del Big Bang. Los investigadores sugieren que puede haber nuevos conceptos de física que expliquen la discrepancia.

“La comunidad realmente está trabajando duramente para comprender el significado de esta discrepancia”, dijo el investigador especial y Premio Nobel Adam Riess, del Instituto Científico del Telescopio Espacial (Space Telescope Science Institute, STScI) y Johns Hopkins University, ambos en Baltimore, Maryland.

El equipo de Riess, que incluye a Stefano Casertano, también de STScI y Johns Hopkins, ha estado usando el Hubble durante los pasados seis años para afinar las mediciones de las distancias a las galaxias, usando sus estrellas como indicadores de distancia. Estas mediciones se usan para calcular cuán rápidamente se está expandiendo el universo con el transcurso del tiempo, un valor conocido como la constante de Hubble. El nuevo estudio del equipo extiende la cantidad de estrellas analizadas a distancias hasta 10 veces más lejos en las profundidades del espacio que los resultados previos del Hubble.

Pero el valor de Riess refuerza la disparidad con el valor anticipado derivado de observaciones de la expansión del universo primigenio, 378,000 años después del Big Bang: el evento violento que creó el universo hace aproximadamente 13.8 mil millones de años. Esas mediciones fueron realizadas por el satélite Planck de la Agencia Espacial Europea, que crea mapas del fondo cósmico de microondas, una reliquia del Big Bang. La diferencia entre los dos valores es de alrededor del 9 por ciento. Las nuevas mediciones del Hubble ayudan a reducir la probabilidad de que la discrepancia en los valores sea una coincidencia a 1 en 5,000.

El resultado del Planck pronosticó que el valor de la constante de Hubble ahora debería ser 67 kilómetros por segundo por megaparsec (3.3 millones de años luz), y que no podría ser mayor de 69 kilómetros por segundo por megaparsec. Esto significa que por cada 3.3 millones de años luz adicionales de distancia entre una galaxia y nosotros, esta se está moviendo a 67 kilómetros por segundo más rápido. Pero el equipo de Riess midió un valor de 73 kilómetros por segundo por megaparsec, lo que indica que las galaxias se están moviendo a una velocidad mayor que lo que implican las observaciones del universo primigenio.

Los datos del Hubble son tan precisos que los astrónomos no pueden descartar la disparidad entre los dos resultados como si se tratara de errores a consecuencia de una medición o método en particular. “Ambos resultados han sido comprobados de múltiples maneras, así que, salvo que ocurriera una serie de errores no relacionados”, explicó Riess, “cada vez es más probable que no se trate de un fallo, sino de una característica del universo”.

### Una explicación de una discrepancia frustrante

Riess resumió unas cuantas explicaciones posibles para el descuadre, todas relacionadas con el 95 por ciento del universo que está envuelto en la oscuridad. Una posibilidad es que la energía oscura, que ya se sabe que está acelerando el cosmos, puede estar empujando a las galaxias a alejarse unas de otras con una fuerza aún mayor, o en incremento. Esto significa que la aceleración en sí podría no tener un valor constante en el universo, sino cambiar con el transcurso del tiempo en el universo. Riess compartió un Premio Nobel por el descubrimiento de la expansión acelerada del universo en 1998.

Otra idea es que el universo contiene una nueva partícula subatómica que viaja a una velocidad próxima a la de la luz. Dichas partículas veloces se denominan en conjunto “radiación oscura” e incluyen partículas previamente conocidas como los neutrinos, que se crean en reacciones nucleares y descomposiciones radiactivas. A diferencia de un neutrino normal, que interactúa mediante una fuerza subatómica, esta nueva partícula solo sería afectada por la gravedad y se le llama un “neutrino estéril”.

Otra posibilidad atractiva adicional es que la materia oscura (una forma invisible de la materia que no está compuesta por protones, neutrones y electrones) interactúa más intensamente con la materia o radiación normal de lo que se asumía previamente.

Cualquiera de estos escenarios cambiaría los contenidos del universo primigenio, teniendo como consecuencia inconsistencias en los modelos teóricos. Estas inconsistencias producirían un valor incorrecto para la constante de Hubble, inferida a partir de las observaciones del cosmos juvenil. Este valor entonces discreparía de la cifra derivada de las observaciones del Hubble.

Riess y sus colegas aún carecen de respuesta alguna a este frustrante problema, pero su equipo seguirá trabajando para afinar la tasa de expansión del universo. Hasta la fecha, el equipo de Riess, llamado Supernova H0 for the Equation of State (SH0ES), ha reducido la incertidumbre a un 2.3 por ciento. Antes del lanzamiento del Hubble en 1990, los estimados de la constante de Hubble fluctuaban por un factor de dos. Una de las metas clave del Hubble era ayudar a los astrónomos a reducir el valor de esta incertidumbre a una cifra dentro de un margen de error de tan solo el 10 por ciento. Desde 2005, el grupo ha buscado afinar la precisión de la constante de Hubble a un nivel que permita una mejor comprensión del comportamiento del universo.

### Construcción de una escalera de distancias robusta

El equipo ha tenido éxito afinando el valor de la constante de Hubble, agilizando y fortaleciendo la construcción de la escalera de distancias cósmicas, la cual usan los astrónomos para medir distancias precisas hasta las galaxias cercanas y lejanas de la Tierra. Los investigadores han comparado esas distancias con la expansión del espacio conforme se ha medido mediante el estiramiento de la luz de galaxias que se alejan. Entonces han usado la velocidad aparente hacia afuera de las galaxias en cada distancia para calcular la constante de Hubble.

Pero el valor de la constante de Hubble solo es tan preciso como la precisión de las mediciones. Los astrónomos no pueden usar una cinta métrica para medir las distancias entre las galaxias. En su lugar, han elegido clases especiales de estrellas y supernovas como criterios o indicadores de distancia cósmicos para medir las distancias galácticas con precisión.

Algunas de las más confiables para las distancias más cortas son las variables Cefeidas, estrellas pulsantes que aumentan de brillo y se opacan con una frecuencia que corresponde a su resplandor intrínseco. Por tanto, sus distancias pueden inferirse comparando su resplandor intrínseco con su resplandor aparente visto desde la Tierra.

La astrónoma Henrietta Leavitt fue la primera en reconocer la utilidad de las variables Cefeidas para medir distancias en 1913. Pero el primer paso es medir la distancia hasta las Cefeidas sin importar su resplandor, usando una herramienta básica de la geometría llamada el paralaje. El paralaje es el desplazamiento aparente de la posición de un objeto debido a un cambio en el punto de vista del observador. Esta técnica fue inventada por los antiguos griegos, quienes la usaron para medir la distancia de la Tierra a la Luna.

El resultado más reciente del Hubble se basa en mediciones del paralaje de ocho Cefeidas recién analizadas en nuestra galaxia, la Vía Láctea. Estas estrellas están alrededor de 10 veces más lejanas que cualquiera otra que se haya estudiado previamente, ubicadas entre 6,000 y 12,000 años luz de la Tierra, haciendo de su medición un desafío mayor. Pulsan a intervalos más largos, justo como las Cefeidas observadas por el Hubble en galaxias distantes que contienen otro criterio confiable, estrellas que explotan conocidas como supernovas Tipo Ia. Este tipo de supernova se ilumina con un resplandor uniforme y es lo suficientemente brillante como para ser vista desde una distancia relativamente mayor. Las observaciones anteriores del Hubble estudiaron 10 Cefeidas de parpadeo más rápido ubicadas de 300 años luz a 1,600 años luz de la Tierra.

### Escaneando las estrellas

Para medir el paralaje con el Hubble, el equipo tenía que medir el pequeño tambaleo aparente de las Cefeidas causado por el movimiento de la Tierra alrededor del Sol. Estos tambaleos miden tan solo 1/100 de un solo píxel en la cámara del telescopio, que es aproximadamente el tamaño aparente de un grano de arena visto desde una distancia de 100 millas.

Por tanto, para asegurar la precisión de las mediciones, los astrónomos desarrollaron un ingenioso método que no fue previsto cuando se lanzó el Hubble al espacio. Los investigadores inventaron una técnica de escaneo mediante la cual el telescopio medía la posición de la estrella mil veces por minuto cada seis meses durante cuatro años.

El equipo calibró el verdadero resplandor de las ocho estrellas de pulsación lenta y realizó una correlación cruzada de ellas con sus primas parpadeantes más lejanas para estrechar las imprecisiones en su escalera de distancias. Entonces, los investigadores compararon el resplandor de las Cefeidas y supernovas en esas galaxias con un grado mayor de confianza, para poder medir con más precisión el resplandor real de las estrellas, y así poder calcular las distancias a cientos de supernovas en galaxias remotas con mayor precisión.

Otra ventaja de este estudio es que el equipo usó el mismo instrumento, la Cámara 3 de Campo Amplio (Wide Field Camera 3) del Hubble, para calibrar las luminosidades tanto de las Cefeidas cercanas como las de las que se hallaban en otras galaxias, eliminando así los errores sistemáticos que es casi imposible evitar introducir al comparar esas mediciones realizadas por telescopios distintos.

“Usualmente, si tratamos de medir el cambio en la posición de una estrella con relación a otra cada seis meses a estas distancias, uno está limitado por la capacidad de determinar con exactitud la ubicación de la estrella”, explicó Casertano. Usando la nueva técnica, Hubble gira lentamente a través de un objetivo estelar y capta la imagen como un rayo de luz. “Este método permite tener varias oportunidades para medir los desplazamientos extremadamente pequeños causados por el paralaje”, agregó Riess. “Se está midiendo la separación entre dos estrellas, no solo en un único lugar de la cámara, sino una y otra vez miles de veces, reduciendo así los errores en la medición”.

La meta del equipo es reducir aún más la incertidumbre usando datos del Hubble y del observatorio espacial Gaia de la Agencia Espacial Europea, que medirá las posiciones y distancias de las estrellas con una precisión sin precedentes. “Esta precisión será lo que necesitaremos para diagnosticar la causa de esta discrepancia”, dijo Casertano.

Los resultados del equipo han sido aceptados para su publicación en The Astrophysical Journal.

El Telescopio Espacial Hubble es un proyecto de cooperación internacional entre la NASA y la ESA (European Space Agency, Agencia Espacial Europea). El Centro de Vuelo Espacial Goddard de la NASA (Goddard Space Flight Center), situado en Greenbelt, Maryland, gestiona el telescopio. El Instituto Científico del Telescopio Espacial (Space Telescope Science Institute, STScI), situado en Baltimore, dirige las operaciones científicas del Hubble. La Asociación de Universidades para la Investigación Astronómica (Association of Universities for Research in Astronomy, Inc.) de Washington D.C. gestiona el STScI para la NASA.

---

## CRÉDITOS

*Ilustraciones: NASA, ESA, A. Feild (STScI) y A. Riess (STScI/JHU)*

*Ciencia: NASA, ESA y A. Riess (STScI/JHU)*

## ENLACES RELACIONADOS

*Este sitio no se hace responsable del contenido de los enlaces externos*

- *El artículo científico de A. Riess et al.*  
[http://imgsrc.hubblesite.org/hvi/uploads/science\\_paper/file\\_attachment/308/finalpass5.pdf](http://imgsrc.hubblesite.org/hvi/uploads/science_paper/file_attachment/308/finalpass5.pdf)

- *Portal de la NASA sobre el Hubble*  
[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/hubble/main/index.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/main/index.html)
- *Publicación del STScI (2 de junio de 2016), “El Hubble de la NASA descubre que el universo se está expandiendo más rápidamente de lo anticipado”*  
[http://hubblesite.org/news\\_release/news/2016-17](http://hubblesite.org/news_release/news/2016-17)

#### PERSONAS DE CONTACTO

*Donna Weaver / Ray Villard*

*Instituto Científico del Telescopio Espacial, Baltimore, Maryland*

*410-338-4493 / 410-338-4514*

*dweaver@stsci.edu / villard@stsci.edu*

*Adam Riess*

*Instituto Científico del Telescopio Espacial/Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland*

*410-338-6707*

*ariess@stsci.edu*

#### ETIQUETAS

*Cosmología, Datos, Galaxias Distantes, Galaxias, Ilustraciones, Estrellas, Supernovas*

---

#### **Imágenes de la publicación (6)**

[http://hubblesite.org/images/year/2018?release\\_key=2018-12](http://hubblesite.org/images/year/2018?release_key=2018-12)