

La Tensión de Hubble: nueva controversia sobre la expansión del universo



Región del cielo mostrando gran cantidad de galaxias NASA/ESA/HST

Los cosmólogos llevan meses enfrascados en un tenso debate sobre la expansión del universo. Para resolver la controversia quizás haya que modificar alguna ley de la física

UNA CONSTANTE QUE NO ES CONSTANTE

Durante los últimos cien años, desde el mismísimo descubrimiento del big bang, la expansión del universo ha sido objeto de encendidos debates que han pasado por altos y bajos, pero que están tomando un nuevo brío en la actualidad. Los astrónomos no se ponen de acuerdo sobre el ritmo de expansión del universo. Estos debates se han centrado en el valor de la constante de Hubble, el parámetro que mide el ritmo de la expansión que, grosso modo, se encuentra en torno a 70 kilómetros por segundo y por megaparsec (km/s/Mpc).

Cuando menos, pueden ustedes decir que se trata de unas unidades raras. Un megaparsec es una unidad de distancia que equivale a 3,26 millones de años luz, una magnitud conveniente cuando consideramos la estructura a gran escala del universo. Pero ¿qué significado físico tiene la constante de Hubble? ciertamente todo esto requiere una explicación pero, para no perder el hilo, ofrecemos esa explicación (que tan sólo contiene una fórmula, y fácil) al final de este artículo.



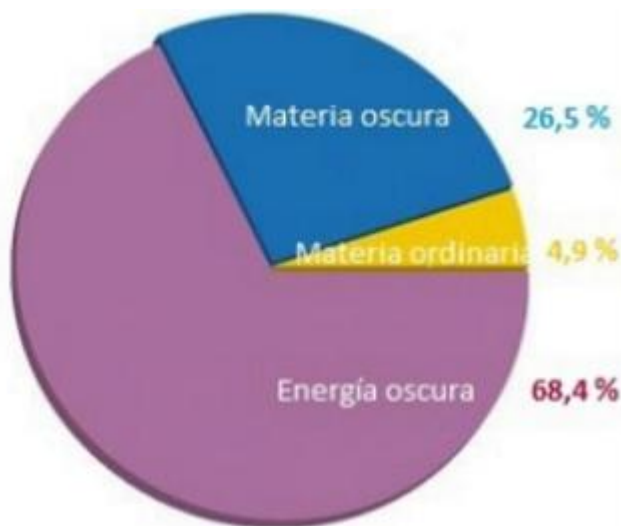
Recreación de la expansión del universo NASA

Hace tan solo dos décadas que se descubrió que la expansión del universo es acelerada, y esto, junto con el hecho de que el universo se va diluyendo según se expande, se traduce en que la 'constante' de Hubble va modificándose ligeramente según va avanzando el tiempo. Así que, para expresarnos con propiedad, no deberíamos hablar de constante

de Hubble, sino de 'parámetro' de Hubble (H). Aquí, para simplificar, nos centraremos en el valor actual de H, esto es, en el momento presente, este valor de H en el universo actual (local) se designa por H_0 .

UN SIGLO DE CONTROVERSIAS

Poco después del descubrimiento del big bang, las primeras estimaciones de H_0 eran tan burdas que la edad que resultaba para el universo era más corta que la edad de la Tierra. La gran astrónoma Henrietta Leavitt desarrolló un método que utilizaba unas estrellas variables (las denominadas cefeidas) como balizas para indicar las distancias de las galaxias. Pero aun así, con este método tan potente, hace tan solo 30 años, las medidas de H_0 procedían de dos familias de astrónomos que parecían irreconciliables. Una serie de astrónomos medía valores en torno a 50 km/s/Mpc, mientras que otra escuela encontraba valores del orden de 100 km/s/Mpc.



Estimación de la composición del universo. EM

Finalmente, en el año 2001, otra astrónoma norteamericana, Wendy Freeman (Univ. Chicago), observando gran número de cefeidas con el telescopio espacial Hubble determinó un valor mucho más fiable: 72 km/s/Mpc, con una incertidumbre del 10%. En los últimos años, estas medidas se han refinado más y más, la cosmología se ha convertido en una ciencia de precisión. Además de las cefeidas se han incluido otros indicadores de distancia (como las supernovas de tipo Ia). Y gracias a todo ello, se ha determinado $H_0 = 73,5$ km/s/Mpc, con tan solo un 2 % de incertidumbre.

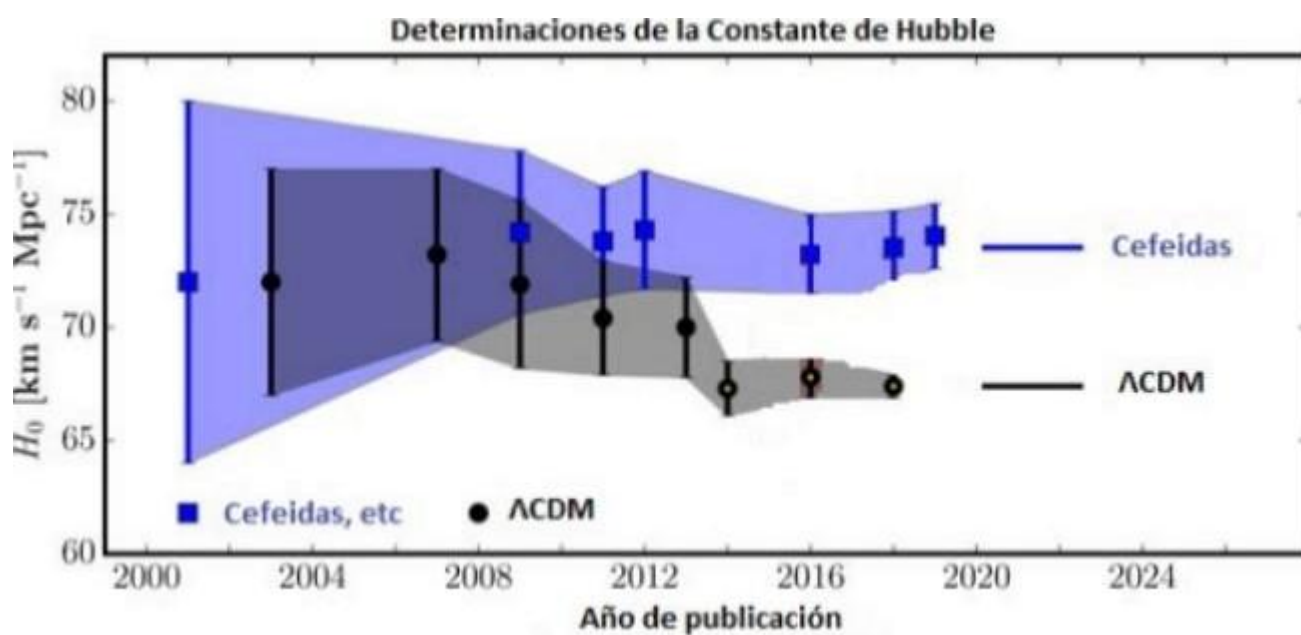
Entre tanto, el descubrimiento de la expansión acelerada del universo desembocó en un modelo cosmológico, denominado CDM, en el que la energía oscura es responsable de la aceleración del universo y representa el 68,4% de la composición total del universo. Un 26,5% estaría constituido por materia oscura fría (CDM, por sus siglas en inglés) y un 4,9% por materia ordinaria. A esto hay que añadir la masa de los neutrinos (mal conocida) y otros efectos para llegar al 100% total. Utilizando este modelo y los fantásticos datos que obtuvo el satélite Planck de la ESA, puede extrapolarse, desde el universo primitivo, el valor actual H_0 , que resulta ser 67.4 km/s/Mpc, con un 1% de incertidumbre. Y otros datos obtenidos por el proyecto de observación cosmológica 'Dark Energy Survey (DES) obtienen exactamente ese mismo valor, aunque con una incertidumbre del 2%.

TENSO DEBATE

Conviene insistir en que, aunque todas las medidas se refieren al valor actual H_0 , las primeras (con cefeidas y supernovas) se realizan utilizando datos del universo actual (local), mientras que las segundas medidas (con Planck y DES) utilizan datos del universo primitivo y extrapolan el valor de H al universo

actual. Pues bien, las diferencias entre ambos conjuntos de medidas son muy significativas desde el punto de vista estadístico: las medidas realizadas en el universo local arrojan un valor de H_0 que es un 9% más alto que la extrapolación de los datos del universo primitivo.

Y nuevamente parece que no hay conciliación posible. Todos los astrónomos argumentan sobre la alta calidad de sus medidas, la bondad de su método, y dicen haber repetido mil veces los procesos de reducción de datos. El debate se escenificó en un importante congreso que reunió hace unos meses en Berlín a 130 cosmólogos, incluyendo a algunos de los más prestigiosos del mundo y a algún que otro premio nobel. Esas largas discusiones continúan en la literatura científica y en todas las ocasiones posibles, y acaparan la actualidad en cosmología. Por el momento no se vislumbra acuerdo posible. Este debate que, como vemos, ha alcanzado grandes dimensiones, ha pasado a denominarse la Tensión de Hubble.



UNA PARTE EN DIEZ MIL MILLONES

Algunos cosmólogos teóricos ya derrochan imaginación tratando de encontrar una salida posible. Unos argumentan que la materia oscura podría ir destruyéndose según el universo evoluciona o, al menos, perder parte de su capacidad para frenar la expansión. Otros buscan la razón en variaciones de la densidad de materia oscura. Todas estas ideas no pasan de ser especulaciones por el momento, pero hay un consenso creciente de que algún ingrediente de lo que se ha venido en llamar "nueva física" será necesario para resolver la controversia. Quizás sea preciso modificar ligeramente alguna de las leyes fundamentales de la física, admitiendo por ejemplo pequeñas variaciones en la ley de la gravedad.

En mi opinión, considero indispensable continuar con las observaciones. Por ejemplo, Wendy Freeman acaba de publicar un nuevo estudio, basado en observaciones de estrellas gigantes rojas, que encuentra un valor intermedio entre los dos anteriores (69.8 km/s/Mpc) con una incertidumbre del 2%. Un valor que añade más leña al fuego del debate.

Hay que lograr más precisión en las observaciones y eliminar todas las fuentes de error que puedan encontrarse en los procesos interpretativos. Para ello sería ideal poder medir la expansión de manera directa. Es decir, medir la distancia a una galaxia lejana, repetir la medida al cabo de un tiempo y obtener así la expansión directamente, sin ningún ejercicio de interpretación, ni extrapolaciones desde el universo primitivo. El problema es que, como señalamos al final de este artículo, la expansión del universo en un año es algo menos de una parte en diez mil millones. Separando las medidas por diez años tendríamos que apreciar una parte en mil millones. Esto, que es completamente imposible hoy, quizás sea factible dentro de diez o veinte años con los grandes telescopios y radiotelescopios (como el ELT o el SKA) que se encuentran ahora en construcción.

También interesante

- La expansión del universo se expresa mediante la **Ley de Hubble-Lemaître**, una ecuación muy sencilla que relaciona linealmente la velocidad (V) a la que se separan dos galaxias cualesquiera con la distancia (d) que media entre ellas: $V = H \times d$, donde H es la constante de Hubble. Vemos pues que la expansión no puede describirse con una única velocidad, la naturaleza es un poco más compleja. Realmente cuando hablamos de la expansión del universo nos estamos refiriendo a la dilatación del espacio que se creó en el big bang. De manera similar a lo que sucede con la dilatación de un metal, es adecuado describir la dilatación del espacio con un coeficiente, la constante de Hubble, que en cierta medida juega el papel de ese coeficiente de dilatación. Supongamos que $H=70$ km/s/Mpc. Por poner un ejemplo, dos galaxias separadas por 100 megaparsecs, se están separando a una velocidad $V= 7000$ km/s. Otras dos galaxias que se encuentren a 101 megaparsecs de distancia se separarán a 7070 km/s. Y por cada megaparsec adicional, la velocidad estará incrementada en 70 km/s. Por tanto, en un millón de años, dos galaxias separadas inicialmente por 100 megaparsecs se habrán separado 7000 parsecs adicionales (unos 23000 años luz). En un año, cada longitud L del espacio se dilata por un porcentaje ligeramente inferior a una parte en diez mil millones.

