LICIA VERDE, INSTITUTO DE CIENCIAS DEL COSMOS DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA

“La energía oscura está aquí y es muy difícil librarse de ella”

Cerca de un millar de físicos y físicas de todo el mundo han presentado esta semana los últimos resultados sobre la búsqueda de materia y energía oscuras, ondas gravitacionales, neutrinos y otras astropartículas. Entre ellos, la cosmóloga italiana Licia Verde explica cómo avanzan las investigaciones y los experimentos más punteros sobre nuestro universo.

Enrique Sacristán 4/9/2021 08:00 CEST

La astrofísica Licia Verde, profesora ICREA en el Instituto de Ciencias del Cosmos de la Universidad de Barcelona. / Frederic Camallonga

Mujeres investigadoras han presentado cerca del 40 % de las ponencias plenarias en la **17ª conferencia internacional sobre física de astropartículas y subterránea** (TAUP 2021), organizada de forma virtual desde Valencia por el Instituto de Física Corpuscular (CSIC-UV) entre el 26 de agosto y el 3 de septiembre.

Entre ellas figura la astrofísica italiana **Licia Verde** (Venecia, 1971), profesora ICREA en el Instituto de Ciencias del Cosmos (ICC) de la Universidad de

Barcelona y ganadora este año del Premio Rei Jaume I en ciencia básica. Su intervención se ha centrado en la actualidad de la cosmología.

¿Crees que existe un solo universo o podría haber más?

No puedo descartar que haya otros universos, pero observables, aquí y ahora, no puede haber muchos más de uno: el nuestro. Con los datos de la Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP), existe hasta un estudio que establece un límite: tiene que haber menos de 1,6 universos visibles, no puede haber más. Y los datos de la misión Planck serán todavía mejores, al tener más resolución y menos ruido.

Es verdad que quedan algunas anomalías, como la famosa mancha fría [una región del cosmos inusualmente grande y fría] que no tiene una explicación obvia. Entre las muchas posibles hay quien ha propuesto que sea una señal de otro universo, como un 'moratón' por la colisión con otro universo, pero esto es muy especulativo, tan solo una de muchas otras posibles explicaciones menos exóticas.

> *No puedo descartar que haya otros universos, pero observables, aquí y ahora, no puede haber muchos más de uno: el nuestro*

¿Nuestro universo comenzó con el big bang o simplemente se hincha y deshincha sucesivamente y ahora toca la fase expansiva?

Empezó o bien con el big bang o con algo extremamente similar e indistinguible de un big bang. Además, hay muchas indicaciones de que algo como la inflación también tuvo lugar: una expansión acelerada superrápida que duró una pequeña fracción de segundo y que, cuando acabó, dejó nuestro universo visible del tamaño de una casa más o menos. Lo que pueda haber pasado antes de esa fase ha sido cancelado por esta expansión.

Se han buscado desviaciones de las predicciones de la inflación e información sobre una posible etapa preinflación o 'pre big bang', pero no se

ha encontrado nada. La ausencia de evidencia no es evidencia de la ausencia, pero esto empezaría a parecerse a la tetera de Russell [una analogía planteada en los debates sobre la existencia de Dios por el filósofo Bertrand Russell sobre una supuesta tetera que orbita alrededor del Sol].

¿Podemos seguir confiando en la solidez del modelo estándar de la cosmología o comienza a tener fisuras?

Hasta ahora ha sobrevivido a una avalancha de observaciones, test y pruebas. Con pocos parámetros este modelo describe muy bien las observaciones del universo, desde poco después del big bang hasta la actualidad, y en escalas que van desde el horizonte que observamos hasta cúmulos de galaxias. Además, el valor de esos parámetros es siempre el mismo dentro de los márgenes de error, para todas las observaciones, con distintos objetos, desde la luz del universo primigenio hasta posiblemente las propiedades estadísticas de las galaxias, con una excepción: el valor de la velocidad de expansión del universo a día de hoy, la constante de Hubble.

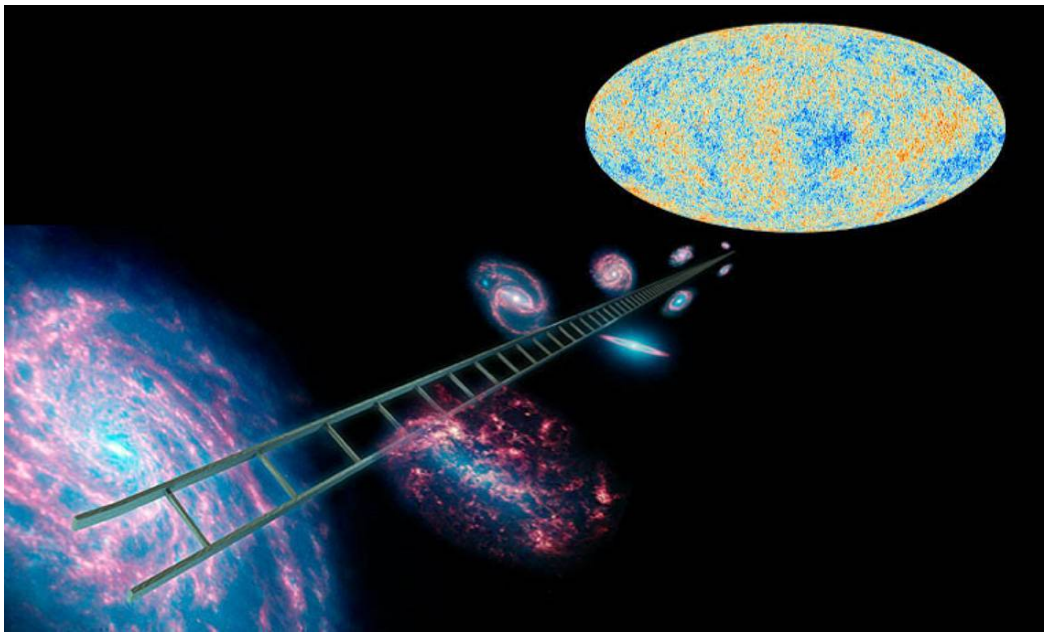
> *El modelo estándar de la cosmología describe muy bien las observaciones del universo, con una excepción: el valor de la velocidad de expansión del universo a día de hoy, la constante de Hubble*

Alguno de tus estudios se centra en ese problema. ¿Qué ocurre con la constante de Hubble?

El valor de este parámetro del modelo estándar derivado de observaciones del universo más temprano (por ejemplo, el fondo cósmico de microondas) no coincide exactamente con el que obtenemos hoy midiendo directamente distancias y velocidades, por ejemplo, con las estrellas cefeidas. La desviación es pequeña, entre un 5 y 7 %, pero las barras de error se han hecho tan pequeñas que la desviación es significativa.

La comunidad científica todavía no ha llegado a un consenso sobre el origen de esta discrepancia. Si se pudiera descartar definitivamente un efecto instrumental o un error en las medidas, entonces esto podría ser una señal

de que hay fisuras en el modelo estándar, pero mientras no haya ese consenso, seguimos confiando en él.



Los científicos tratan de solucionar la discrepancia entre las medidas de la expansión del universo basadas en el fondo cósmico de microondas (arriba a la derecha) y las observaciones directas de las galaxias de nuestro entorno local. / NASA/JPL-Caltetch/ESA and the Planck Collaboration

Tras los descubrimientos de ondas gravitacionales con los detectores LIGO y Virgo, cuál es el próximo reto en este campo? ¿Ves próximo el descubrimiento de ondas gravitacionales primordiales de los inicios del big bang, como las que creyó detectar BICEP2?

Eso sería muy interesante para entender lo que encendió el big bang, la escala de energía de la inflación y su física. Hay un esfuerzo experimental enorme, pero no creo que se logre muy pronto. ¡Es un reto muy difícil! Pero, para los impacientes, también sería interesante descubrir la distribución de masa de las fuentes de las ondas gravitacionales que detecta la colaboración LIGO-Virgo.

En teoría tendría que haber un hueco o brecha de masa, y no encontrar objetos con alrededor de 3 masas solares ni tampoco mucho menos masivos que la masa del Sol… Esto ofrecería consistencia entre lo que hemos aprendido sobre estrellas y ondas gravitatorias. Pero claro… puede

haber sorpresas.

En el congreso se ha hablado de la multitud de experimentos sobre neutrinos en marcha (KATRIN, BOREXINO, Super-Kamiokande, T2K, NOvA, IceCube, KM3NET, DUNE, NEXT, Hyper-Kamiokande...). ¿Qué están buscando?

Los neutrinos son esas partículas fantasma y enigmáticas que pueden ayudar a descifrar algunos misterios profundos del universo. Sabemos que tienen masa (aunque ese descubrimiento fue inesperado), que son materia oscura aunque no pueden ser toda la materia oscura (ya que son calientes ¡y corren demasiado!) y que hay tres tipos o sabores, que además se intercambian entre sí cuando viajan por el espacio. Pero no conocemos sus masas, ni tampoco por qué y cómo es que la tienen, o cómo se relacionan con las otras partículas del modelo estándar, cómo giran (sus espines) y se transforman unos en otros.

Además, un neutrino podría ser su propia antipartícula, y entender esto podría ofrecer una respuesta a la pregunta ¿por qué estamos aquí?, ya que, en teoría, el big bang generó tanta materia como antimateria, y tendrían que haberse aniquilado entre sí dejando solo radiación: ni estrellas, ni galaxias, ni planetas... pero no fue así.

> *Descubrir si un neutrino puede ser su propia antipartícula ayudará a responder por qué estamos aquí*

Respecto a los experimentos para encontrar materia oscura, ¿cuáles son los principales métodos de búsqueda?

Las evidencias más fuertes sobre su existencia proceden de observaciones cosmológicas y astronómicas. Sabemos que no está compuesta de materia 'normal' (bariónica), que hay mucha y que tiene que ser fría. Pero estas son evidencias indirectas, así que si la materia oscura fuera una partícula —muy atractivo para la física de partículas—, estaría bien poder detectarla y así tener una evidencia directa. Los experimentos de búsqueda directa de materia oscura intentan hacer precisamente eso. Pero esta materia no

interacciona (o casi) con el electromagnetismo ni con la fuerza nuclear fuerte, solo queda la fuerza nuclear débil. Por eso los WIMP (*weakly interactive massive particles*) han sido una idea tan popular.

Se supone que cuando esta partícula de materia oscura interacciona con el detector (por ejemplo un cristal como en el caso de los experimentos SuperCDMS, DAMA/LIBRA o ANAIS, o bien un gas noble líquido como en LUX, Xenon, PandaX o Darkside), el golpe de la colisión produce vibraciones o fotones o cargas eléctricas. Desafortunadamente, después de décadas de esfuerzo, todavía no se ha encontrado ninguna evidencia. Por supuesto, la materia oscura también podría ser otra partícula, como por ejemplo un axión, pero tampoco se ha encontrado evidencia de uno que pudiera ser materia oscura.

El experimento ANAIS (abajo uno de sus módulos de control) se localiza en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc. / LSC-Canfranc

¿Es verdad que los resultados del experimento español ANAIS, localizado en el Laboratorio Subterráneo de Canfranc (Huesca), contradicen a otro anterior?

El experimento DAMA/LIBRA (ubicado en el Laboratorio del Gran Sasso en

Italia) detectó y siguió viendo, ¡durante más de 20 años!, una señal con modulación estacional que se podía interpretar como viento de WIMP. El Sol se mueve alrededor del centro galáctico supuestamente en una nube de materia oscura, así que tiene un viento de esas partículas en contra, si es que hay WIMP. La Tierra (que gira alrededor del Sol) también tiene este viento pero, como en el verano (en el hemisferio norte) nuestro planeta se mueve con una componente que va en la misma dirección del Sol y en el invierno en la dirección opuesta, debería recibir este viento modulado.

Sin embargo, ANAIS no ve ninguna señal modulada. Es un experimento independiente y nos lleva a la conclusión de que la modulación detectada por DAMA no es materia oscura, probablemente es ambiental. Respecto a ANAIS, hay que recordar que es un experimento *made in Spain*, en concreto de la Universidad de Zaragoza. Además está liderado por dos investigadoras y su equipo tiene el ratio más alto de mujeres-hombres (alrededor de 50-50) que yo he visto en experimentos punteros de física.

> *El experimento ANAIS de búsqueda de materia oscura es made in Spain y presenta el ratio más alto de mujeres-hombres (50-50) que he visto en experimentos punteros de física*

¿Algún avance sobre la energía oscura? ¿Cómo va el instrumento DESI con el que colaboras?

La energía oscura está aquí y es muy difícil librarse de ella. Todos los experimentos coinciden en que constituye casi el 70 % del contenido del universo, que se comporta de manera indistinguible de una constante cosmológica, y que tiene efectos en la geometría y la historia de expansión del universo, así como en el crecimiento de las estructuras cósmicas.

Respecto al Instrumento Espectroscópico para la Energía Oscura (DESI), está tomando datos desde el pasado mes de mayo . En dos buenas noches mide tantos espectros de luz como todo el 2dFGRS, un cartografiado que tardó cinco años y con el que hice mi tesis doctoral. Actualmente, investigo en análisis precisos de grandes cartografiados 3D de galaxias, en particular

para aplicarlos a los datos de DESI y realizar interpretaciones cosmológicas correctas. Con mi grupo estamos sacando una serie de estudios que plantean ideas y metodologías, ¡ahora solo falta aplicarlas!

Derechos: **Creative Commons**

TAGS

ENERGÍA OSCURA | DESI | ANAIS | UNIVERSO | COSMOLOGÍA | MATERIA OSCURA | NEUTRINOS | ONDAS GRAVITACIONALES |

Creative Commons 4.0
Puedes copiar, difundir y transformar los contenidos de SINC. Lee las condiciones de nuestra licencia