

EL MISTERIO DE LO INVISIBLE

Víctor Alí Mancilla Gaytán

Voltea a tu alrededor, ¿qué ves?: ¿una pared, una ventana, tu cama, un árbol, el cielo? Tal vez un perro o, quizás, personas que pasan. Para que gran parte de lo que puedes ver en este momento se formara tuvo que suceder algo excepcional hace unos 13 mil 700 millones de años: el Big Bang. Esa gran explosión no solo dio origen a las cosas que hay a tu alrededor, sino también a los cuerpos más distantes que puedas imaginar. Incluso a cosas que no somos capaces de ver pero sabemos que están ahí.

Lo que podemos detectar con los sentidos solo conforma el 5 por ciento de la materia del universo, una rebanada muy pequeña del vasto pastel cósmico. El 95 por ciento restante está formado, en su mayoría, por energía oscura.

Si bien puede parecer un concepto fantástico, propio de la ciencia ficción, la energía oscura es algo real. Su misterioso nombre se debe a que no conocemos prácticamente nada sobre ella, aunque sabemos que debe existir para poder explicar cómo funciona el universo, específicamente su continua expansión.

Todos los objetos que mencionamos hace un momento se mueven, generalmente, alrededor de otros. Nosotros, junto con la Tierra, nos movemos alrededor del Sol. El Sol y los demás planetas del Sistema Solar se mueven alrededor del centro de la Vía Láctea. Pero objetos como las galaxias no solo se mueven, sino que también se alejan entre sí. Es como cuando hay dos lanchas en medio de un lago. Si empujas la lancha que se encuentra al lado de la tuya, esta se alejará de ti y, a su vez, tú te alejarás

Hilma af Klint, *The Large Figure Paintings, No. 5*, 1907 © ▶



La materia oscura es necesaria para explicar por qué los objetos giran demasiado rápido en torno al centro de las galaxias.

de ella. Con los objetos más masivos del universo ocurre algo similar solo que, a diferencia de las lanchas, las galaxias no se alejan porque se estén moviendo en direcciones contrarias, sino porque se genera espacio entre ellas.

Algunas de las primeras observaciones de este fenómeno ocurrieron en 1912 y las realizó el astrónomo estadounidense Vesto Melvin Slipher en el Observatorio Lowell, en Arizona. Slipher notó que la luz que emiten distintas nebulosas presentaba un color o una longitud de onda inusual. Normalmente, en la luz de los cuerpos celestes más cercanos se pueden detectar líneas de colores con distintos tonos de azul, verde, amarillo y rojo. Sin embargo, en objetos muy lejanos estas líneas de colores se recorren, acercándose cada vez más al rojo.

Esta fue la pauta que le permitió al astrónomo Edwin Hubble proponer algo que cambiaría la forma en la que entendemos el universo.¹ El hecho de que la luz que emiten estas nebulosas sea cada vez más rojiza significa que está perdiendo intensidad porque se está alejando de nosotros. Algo similar ocurre cuando en una carretera el coche de enfrente se aleja y la luz de sus faros se hace más débil cuanto más crece la distancia que nos separa de él.

Hubble había leído el trabajo de Slipher y estaba fascinado por él, así que se propuso ampliarlo. En 1929, después de varios años de realizar meticulosas observaciones junto con su colaborador, el astrónomo estadounidense Milton Humason, Hubble comprobó que la mayoría de las nebulosas más allá de la Vía Láctea

presentaban un corrimiento al rojo y que, mientras más alejadas estaban, mayor era ese desplazamiento al rojo de los colores de su luz.

Esto significa que mientras los tonos de la luz que emiten los cuerpos celestes (que deberían de ser azules, verdes o amarillos) estén más cerca de un tono rojizo, la distancia y la velocidad con la que se alejan de nosotros serán mayores. Esa fue la conclusión a la que llegó y que comprobaba las suposiciones teóricas hechas dos años antes por el astrónomo y sacerdote belga Georges Lemaître.

Las observaciones a las teorías de Lemaître hechas por Hubble y Humason se convirtieron en la Ley de Hubble-Lemaître sobre la expansión del universo, que le daba la razón a Albert Einstein sobre la existencia de este fenómeno. Einstein propuso que toda la materia (los planetas, las estrellas, las galaxias, etcétera) está dentro de una red conocida como espacio-tiempo. Esta red se deforma por la masa de los objetos, lo que explica parcialmente la existencia de los campos gravitatorios. En pocas palabras, la materia le dice al espacio cómo curvarse y el espacio le dice a la materia cómo moverse. Además, Einstein se percató de que ese espacio-tiempo se puede estirar y contraer (como un hule), pero no puede permanecer estático; por lo tanto, el universo no está fijo, no es eterno ni invariable, sino que cambia.

¿Qué es lo que cambia? El espacio. Sin embargo, de acuerdo con las ecuaciones de Einstein, la materia tendería a desacelerar la expansión del universo debido a que la atracción gravitacional que ejerce sobre otros objetos generalmente los acercaría.

A finales del siglo pasado, científicas y científicos de todo el mundo intentaron medir la desaceleración de la expansión a partir de observaciones de supernovas y galaxias lejanas,

¹ Mario García Bartual, "¿Qué aportó a la ciencia Edwin Hubble?", *La Vanguardia*, 2020. Disponible en <https://bit.ly/306oiBt>



Burbujas de estrellas recién nacidas en la nebulosa Pata de Gato, 2018. NASA's Marshall Space Center ©

tal como hicieron Slipher y Hubble en su momento. Pero lo que hallaron fue sorprendente: la expansión no está perdiendo velocidad, al contrario, se está acelerando: la distancia entre galaxias es cada vez mayor.

Estos resultados cambiaron la forma en que la ciencia mira el universo, ya que esa aceleración no sería posible si solo existiera materia. Entonces, debía haber algo más que no habíamos sido capaces de notar, por lo menos no hasta hace poco tiempo.

En las profundidades de los montes Apeninos, en Italia, se llevó a cabo el experimento XENONIT, diseñado para detectar algo que, como sucede con la energía oscura, no puede verse pero se intuye: la materia oscura.² Su nombre señala que este tipo de materia no interactúa con el campo electromagnético: la luz no es absorbida por ella y tampoco es reflejada. Aunque no sea perceptible, sabemos que está ahí por otro tipo de pistas. Por ejemplo, la ma-

teria oscura es necesaria para explicar por qué los objetos giran demasiado rápido en torno al centro de las galaxias. Según las leyes de gravitación universal, para que esto suceda se requiere de más materia de la que suponemos que tienen las galaxias, como si hubiera en ellas algo que no podemos detectar.

Otra pista la proporcionan satélites como el Hubble. Hay haces de luz provenientes de estrellas o galaxias lejanas, cuyas direcciones se encuentran deformadas. Este fenómeno es conocido como *lente gravitacional* y solo es posible si existe un gran cúmulo de materia que genere una fuerza de gravedad suficiente como para desviar la dirección de la luz. El hecho de no observar ningún cuerpo celeste que genere este fenómeno es lo que sugiere a la astrofísica que debe haber algo oculto ahí, invisible para nuestros ojos.

Ubicado a mil 400 metros de profundidad en una cueva, XENONIT pretende detectar la materia oscura. Dentro de los montes Apeninos hay una gran vasija con 3.5 toneladas de xenón

² Clara Moskowitz, "XENONIT: Ver en la oscuridad", *Investigación y ciencia*, 2016. Disponible en <https://bit.ly/3060Q5E>

líquido, una sustancia que emite luz cuando sus átomos son perturbados. Se piensa que la materia oscura es ubicua, es decir, que se encuentra por igual en prácticamente todos lados, por lo que estiman que en un segundo unas cien mil partículas atraviesan cada centímetro cuadrado de espacio. El problema es que casi nunca interactúan con la materia que sí vemos (también llamada *materia bariónica*).

Sin embargo, la energía oscura es todavía más escurridiza, por lo que se busca en interacciones gravitacionales entre objetos muy masivos. Por eso, en septiembre de 2021 el equipo de investigación del físico Sunny Vagnozzi, del Instituto de Cosmología de Kavil en la Universidad de Cambridge, propuso una forma distinta para detectar la energía oscura en la Tierra.³

Todo parte de que hace aproximadamente un año, el equipo del XENONIT detectó una señal inesperada: un exceso de lo que normalmente se observaría en la gran vasija con xenón líquido. Este tipo de excesos en sus observaciones usualmente son una casualidad, pero, de acuerdo con Luca Visinelli, investigador de los Laboratorios Nacionales de Frascati, en Italia, algunas veces también pueden conducirnos a descubrimientos importantes.⁴

El equipo de investigación de Sunny Vagnozzi piensa que lo que el XENONIT observó pudo generarse en regiones del Sol donde los campos magnéticos son muy fuertes. Concretamente, sus avances proponen que las señales registradas por el experimento fueron causadas por un tipo de partícula conocida como

camaleón. Estas son partículas subatómicas que pueden cambiar de propiedades dependiendo de las circunstancias del ambiente que las rodea. Aquí en la Tierra pueden ser un tipo de partícula que prácticamente no interactúa con nada, como los neutrinos, pues en nuestro planeta la densidad de la materia es alta y el campo de los neutrinos es diminuto, lo que los hace casi imposibles de detectar; pero, en el vacío del espacio, la densidad de la materia es casi nula y, entonces, el campo de las partículas camaleón podría actuar sin problema, acelerando la expansión del espacio con mayor facilidad.

Se cree que los camaleones pueden formarse en el Sol debido a que el plasma que se genera en su interior está altamente magnetizado. Para comprobar su hipótesis, el equipo de Vagnozzi elaboró un modelo físico que permite reconstruir lo que sucedería en un detector como el de XENONIT si la energía oscura se produjera en una región del Sol conocida como Tacolina, donde los campos magnéticos son muy intensos. Lo que vino después fue algo sorprendente.

Los resultados del modelo encajan con las observaciones del experimento XENONIT. Esto significaría que podríamos detectar energía oscura utilizando experimentos originalmente diseñados para observar materia oscura. La ventaja no solo es el hecho de que podamos detectar ambas, sino que lo podríamos hacer aquí en la Tierra.

Aún debe confirmarse si lo que detectó XENONIT no fue simplemente una casualidad porque, si en verdad se logró detectar energía oscura, esto implicaría que estamos más cerca de revelar los secretos que el universo ha estado ocultando frente a nuestros ojos. **U**

³ Ver Sunny Vagnozzi, Luca Visinelli, Philippe Brax, *et al.*, "Direct Detection of Dark Energy: The XENONIT Excess and Future Prospects", *Physical Review D*, 2021, núm. 104, vol. 6.

⁴ University of Cambridge, "Have We Detected Dark Energy? Scientists Say it's a Possibility", *ScienceDaily*, 15 de septiembre de 2021. Disponible en <https://bit.ly/3rOM68G>