



Boletín informativo

Año 3 No.46

Octubre de 2016

LA MATERIA OSCURA

Las grandes estructuras que vemos en el universo se formaron a partir de pequeñas irregularidades en la distribución de la materia al momento del big-bang. Más adelante, con la ayuda de la gravedad, estas fluctuaciones se hacen cada vez más fuertes y al final resultan galaxias, cúmulos, etc. Por otro lado, la radiación existente en el universo interactúa con la materia y por lo tanto se ve afectada por estas fluctuaciones. La señal que queda en la radiación de fondo es como una fotografía del universo joven y fue tomada por primera vez por el satélite COBE. El análisis de las fluctuaciones en la radiación de fondo indica que debe existir más materia en el universo de lo que observamos a simple vista. ¿Dónde está la materia que no observamos?

Materia Oscura: tal es el nombre con el que se ha designado a todo aquello que los astrónomos no pueden ver ni detectar

en forma directa, pero que se hace evidente a través de su atracción gravitatoria sobre otros cuerpos celestes. Identificar a esta entidad omnipresente y misteriosa que se hace sentir en todas partes del Universo se ha convertido en un desafío para la astrofísica moderna. El futuro se abre en una variedad de inquietantes posibilidades, a las que, por ahora, sólo podemos intentar asomarnos.

Bailando en la oscuridad

A mediados del siglo XIX surge el primer caso de lo que hoy llamaríamos "materia oscura". El inglés John C. Adams y el francés Urbain Le Verrier, trabajando por separado, notan que el movimiento del planeta Urano no sigue perfectamente las leyes de Newton. Pero en vez de pensar, como otros, que éstas fallaban, supusieron la existencia

de un planeta nunca visto hasta entonces, capaz de "perturbar" el movimiento de Urano con su atracción gravitatoria. Calcularon la posición de ese hipotético planeta, y la noche del 23 de septiembre de 1846, el alemán Johann G. Galle junto al entonces estudiante Louis d'Arrest pudieron observarlo con un telescopio en las coordenadas indicadas por Le Verrier. Neptuno, el octavo planeta, era ahora una realidad, pero había sido durante un tiem-

po una masa invisible cuya presencia sólo se infería debido a su fuerza de gravedad.

Para la misma época, Friedrich Bessel nota que Sirio, la estrella más brillante de nuestro cielo nocturno, se mueve siguiendo un camino sinuoso en la bóveda celeste, como si algo tironeara de ella. Recién en 1862, Alvan Clark logra detectar una estrellita compañera de Sirio, 11500 veces más débil que ésta,

aunque de masa no mucho menor. Ambas estrellas orbitan una alrededor de la otra, pero si no las observamos con un telescopio lo suficientemente poderoso, Sirio parece bailar un vals con una pareja invisible.

Pero no todos son éxitos. Envalentonado con el descubrimiento de Neptuno, Le Verrier propone en 1860 la existencia de otro planeta entre el Sol y Mercurio para explicar las variaciones de la órbita de este último planeta. El supuesto planeta no sólo recibió un nombre ("**Vulcano**"), sino que varios observadores, en distintas oportunidades, anunciaron haberlo visto. Pero nunca nadie pudo confirmar esas observaciones, y la existencia de Vulcano siguió siendo un misterio. Recién en 1916, el movimiento anómalo de Mercurio quedó explicado con la Relatividad General de Albert Einstein: Mercurio está muy cerca de la enorme masa del Sol y por eso la gravitación newtoneana no es exacta. Ya sin necesidad de planetas invisibles, Vulcano fue cayendo en el olvido. Su nombre reaparecería muchos años más tarde, aunque en otra parte del Universo, como la patria del Sr. Spok en la serie *Viaje a las Estrellas*.

Oscura, invisible, escondida o faltante?

Como muchos otros términos científicos actuales (*gran explosión, supercuerdas, agujeros negros*) el nombre de "materia oscura" es llamativo pero

puede conducirnos a interpretaciones erróneas si lo tomamos textualmente. Es bien sabido que en nuestra galaxia existen enormes nubes de polvo interestelar, que bloquean la luz de las estrellas formando regiones oscuras. Pero esto no es "materia oscura". De hecho, detectamos al polvo justamente por el modo en que afecta a la luz de las estrellas. Además, si bien el polvo es opaco observado en luz "visible" (con un telescopio óptico, digamos), aparece brillante en imágenes infrarrojas tomadas desde satélites artificiales.

Tampoco hablar de "materia invisible" sería correcto. Por ejemplo, el gas interestelar (mayormente hidrógeno neutro) es invisible a nuestros ojos (y a los telescopios ópticos), pero emite ondas de radio detectables con radiotelescopios. Hoy en día ya no estamos limitados a la estrecha ventana de la "luz visible". Disponemos de todo tipo de instrumentos, tanto en tierra como en el espacio, capaces de detectar materia que emita desde ondas de radio hasta rayos gamma. Así y todo, seguiría faltando masa para explicar los movimientos de estrellas y galaxias, por lo que el nombre original de "masa faltante" parecería ser el más adecuado. En todo caso, al decir "materia oscura" nos referiremos al sentido más amplio del término, es decir, no limitándonos a la luz visible sino abarcando todos los tipos de radiación electromagnética.

El Lado Oscuro de la Fuerza

En cuanto a qué es esta materia oscura o faltante, se presentan dos opciones básicamente distintas, aunque no excluyentes entre sí:

- *Está constituida por materia común y corriente, pero en formas que aún no pudimos detectar.*
- *Es algún tipo de materia no convencional, que no emite ni absorbe luz, ni ninguna otra radiación detectable.*

Para el primer caso hay muchos candidatos, y varios grupos de investigadores en todo el mundo están realizando campañas intensas para encontrarlos. Con detectores infrarrojos se han

descubierto enanas marrones, demasiado grandes para ser planetas, pero demasiado chicas para brillar como estrellas. El telescopio espacial Hubble permitió también descubrir numerosas enanas blancas (un tipo de "cadáveres estelares") y enanas rojas (verdaderas estrellas pero mucho más débiles que el Sol) antes indetectables. Además de estrellas enanas de todos los colores, otros revelamientos con distintas técnicas están revelando materia en toda una variedad de formas antes nunca "vistas", pero el resultado parece indicar que su masa sumada sería aún insuficiente para dar cuenta de toda la materia oscura.

La segunda opción involucra un problema adicional. Cuando dejamos atrás las galaxias y cúmulos de galaxias para evaluar globalmente al Universo, las teorías cosmológicas más aceptadas no encajan ni de casualidad con la densidad de materia observada. Intentando arreglar esto, se sugiere que sólo estaríamos viendo, como máximo, el 1% de toda la masa del Universo. De no ser así, no hay forma de explicar las propiedades actuales de éste. Peor aún, sólo una pequeña fracción de toda la masa del Universo estaría en forma de materia ordinaria (estrellas y sus remanentes, gas y polvo, planetas). Para el resto se postulan todo tipo de candidatos: neutrinos, axiones, monopolos, cuerdas cósmicas, racimos de quarks, y una larga lista de entidades exóticas, la mayoría de ellas pobremente conocidas o apenas imaginadas. Por tratarse de materia no convencional, que no absorbe y emite radiación electromagnética (luz, ondas de radio, etc.) como la materia "normal", su detección parece fuera de nuestro alcance por el momento, aunque podríamos acotar los candidatos con mejores teorías de formación y evolución de galaxias.

El hecho es que tanto astrofísicos teóricos como observadores parecen converger en una conclusión perturbadora: la mayor parte de la masa del Universo no se puede ver, y, lo que es peor, ni siquiera se sabría de qué está compuesta. Para

permitirán avanzar en la detección de otras variedades de materia oscura, nadie puede tener la certeza del éxito.

Quizás el camino para aclarar este enigma sea continuar estudiando a las galaxias, cúmulos de galaxias, supernovas y demás objetos celestes, a fin de comprenderlos mejor y determinar si realmente necesitamos tanta materia oscura como parece.

Bien podríamos estar ante un caso similar al del "éter luminífero", sustancia inventada por científicos del siglo XIX para explicar algunas propieda-

complicar aún más las cosas, en los últimos años ha resucitado la *constante cosmológica*, un término que Einstein había agregado a sus ecuaciones y luego desechó, arrepentido, porque no parecía tener ningún sentido físico. Esta constante implica una fuerza repulsiva, de origen desconocido, capaz de acelerar la expansión del Universo (independientemente de cuál es su densidad), y las últimas mediciones de supernovas lejanas parecen justamente indicar una aceleración. Debido a la relación entre energía y masa establecida por la teoría de la relatividad, esta fuerza, ya sea que provenga de la constante cosmológica o de otro origen, jugaría un papel similar al de la materia oscura. Por ello recibe el nombre (tenebroso aunque poco original a esta altura) de "energía oscura". Como vemos, el Universo ha caído en poder de Lord Darth Vader, el personaje siniestro de *Star Wars*, cuyo nombre, dicho sea de paso, suena muy parecido a *dark matter* (materia oscura, en inglés).

Epílogo: ¿Materia oscura o materia gris?

Sin duda arrojar algo de luz sobre el enigma de la materia oscura (y de su nueva cómplice, la energía oscura) es uno de los desafíos científicos más grandes para el siglo que estamos comenzando a transitar. Pero no está para nada claro (no podía ser de otra forma) cómo podrá lograrse esto. Si bien es lógico pensar que las nuevas tecnologías

des de la luz, pero que nadie jamás pudo detectar. Sólo un replanteo radical de las leyes de la física como el que produjo la Teoría Especial de la Relatividad en 1905 pudo mostrar que la hipótesis del éter era totalmente innecesaria. Aunque por ahora parece poco probable, nadie puede negar la posibilidad de que, en un futuro no muy lejano, se hable nostálgicamente de la materia oscura como de un ingenioso invento que intentaba cubrir algunas de las tantas cosas que ignoramos del sorprendente Universo en el que vivimos.