

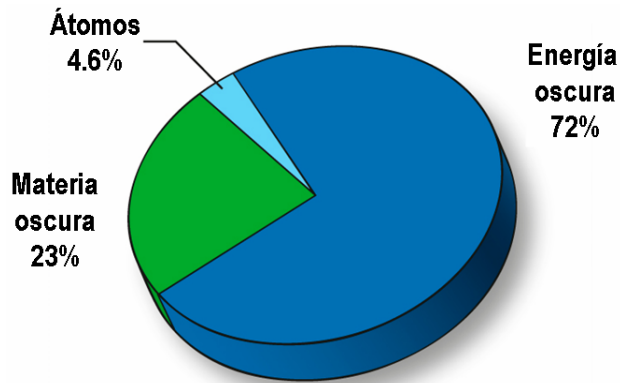
El universo oscuro

Antonio López Maroto

El estudio del universo a gran escala ha sido considerado durante muchos años como una disciplina más cercana a la especulación filosófica que al rigor científico. Incluso en algunos casos, el propio objeto de estudio ha producido encendidas reacciones dentro de la comunidad científica. Podemos citar como ejemplo al eminente Lord Rutherford, quien abjuró de la Cosmología como ciencia, amenazando con expulsar de su laboratorio en Cambridge al que osara pronunciar en su presencia la palabra *universo*. Sin embargo, en los últimos años estamos asistiendo a una auténtica revolución en la comprensión de lo que hay más allá de los límites de la galaxia. Esta revolución ha llegado de manos de los nuevos satélites y telescopios, que han permitido explorar con una precisión sin precedentes los objetos más lejanos y los acontecimientos del pasado más remoto.

Un hito particularmente importante ocurrió a comienzos de los noventa, cuando la NASA envió al espacio el satélite COBE (COsmic Background Explorer). Su misión era realizar un análisis detallado del llamado Fondo Cósmico de Microondas, es decir, la radiación primordial del *Big Bang* que debido a la expansión del universo se enfrió hasta una temperatura actual de alrededor de 270 grados centígrados bajo cero. COBE descubrió que esta radiación presenta la misma temperatura en todas direcciones con pequeñísimas fluctuaciones. El estudio de las fluctuaciones, junto con otras observaciones astrofísicas, ha permitido determinar muchas de las propiedades de nuestro universo, como su edad, el contenido de materia o el ritmo al que se expande con una gran precisión. Estas observaciones han hecho de la Cosmología actual una disciplina científica de pleno derecho y por ello, los padres de COBE, John Mather y George Smoot recibieron en el año 2006 el Premio Nobel de Física.

En la actualidad tenemos un conocimiento bastante detallado de lo que ocurrió en el universo desde aproximadamente un segundo después del Big Bang hasta el momento presente: sabemos cómo se formaron los elementos químicos más ligeros, cómo se formaron los cúmulos y las galaxias, y dentro de ellas las estrellas, y cómo en el interior de las estrellas se formaron los elementos químicos más pesados de los que estamos hechos. Sin embargo, estas mismas observaciones que nos han permitido avanzar tanto en tan poco tiempo plantean dos importantes interrogantes para los que no tenemos respuesta. El primero es que la materia luminosa, la que forma las estrellas, constituye una ínfima parte del contenido total de materia del universo. Pero no sólo eso, sabemos además que la mayor parte de esa otra *materia oscura*, la que no emite luz, no puede estar formada por protones o neutrones, ni por ninguna otra clase de materia conocida. El segundo interrogante surge del descubrimiento a finales de los noventa de que el universo se expande cada vez más deprisa. Si el universo sólo contuviera materia o energía ordinarias, esta expansión acelerada no encontraría explicación dentro de la teoría de la gravitación de Einstein. Para que tenga lugar, necesitamos de la existencia de un nuevo tipo de energía con extrañas propiedades y a la que se ha bautizado con el nombre de *energía oscura*. En conjunto, las observaciones indican que esta parte *oscura* del universo dominaría su contenido actual (ver Figura).



En la figura se muestra el contenido actual del universo. Estas cantidades no suman 100% dados los límites en la precisión del satélite WMAP (sucesor de COBE) para determinar las abundancias de materia y energía oscuras. (NASA/WMAP Science Team, 2008)

En los últimos años algunos miembros de nuestro grupo en el Departamento de Física Teórica de la UCM están trabajando en la búsqueda de modelos que pudieran arrojar luz sobre la naturaleza de estas componentes oscuras. El hecho de que no puedan ser descritas dentro de los modelos aceptados de la Física actual constituye una de las indicaciones más fuertes en favor de la existencia de nueva Física, bien en forma de nuevas partículas o como modificaciones de la Teoría de Relatividad General de Einstein. Una de las posibilidades para esta nueva Física son los conocidos como *mundos-brana*, en los que nuestro universo se entiende como una especie de membrana tridimensional sumergida en un espacio de dimensión superior. En un trabajo publicado en la revista *Physical Review Letters*, mostramos cómo las oscilaciones de esta *brana* pueden identificarse con nuevas partículas (*branones*) que cumplirían todos los requisitos para ser candidatos a materia oscura y, de hecho, podrían explicar las abundancias detectadas. La posibilidad de encontrar estas nuevas partículas de materia oscura en los futuros aceleradores, como el Large Hadron Collider, que comenzará a funcionar en el Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN) a finales de este mismo año, o en los numerosos experimentos de detección directa de materia oscura en el halo de la galaxia, ha sido también estudiada por nuestro grupo.

Por otra parte, muy recientemente se ha comenzado a explorar la posibilidad de que ciertas teorías de gravitación modificadas pudieran explicar la naturaleza de la energía oscura. En un trabajo que acaba de ser enviado para publicación, mostramos cómo en el caso en el que la interacción gravitacional permitiera la presencia de campos vectoriales a escalas cosmológicas, el universo experimentaría una expansión acelerada que reproduciría con gran precisión la actualmente detectada. Las futuras observaciones astrofísicas, ya en preparación, permitirán determinar si realmente la interacción gravitatoria requiere estos nuevos ingredientes.

El universo oscuro que habitamos depara sin duda enormes sorpresas. No sólo nuestras teorías físicas tendrán que ser corregidas para entender de qué está hecho, sino que tal vez ello nos permita comprender cómo fue su origen y, por qué no, cuál será finalmente su destino.