

Maravillas del Universo

POR BEJAMÍN MONTESINOS
ASTROFÍSICO. INVESTIGADOR DEL CSIC

Os quiero hablar en este artículo de descubrimientos. El título me permite cubrir muchísimas cosas, pero como el espacio del que dispongo es limitado, voy a intentar explicarlos de una forma lo más clara posible un puñado de hitos que han marcado la historia de la Astronomía y nuestro conocimiento del cosmos en los últimos cien años.

El Universo es un lugar maravilloso, como vemos en la figura 1, lleno de objetos y estructuras exóticos, y nunca deja de sorprendernos... así es que comenzaré por lo último que los astrónomos han descubierto (o lo penúltimo... seguro que en tiempo que media entre que entregué este original y el momento en que lo estás leyendo, ha habido otro descubrimiento prodigioso)...

Planetas alrededor de otras estrellas

El 13 de noviembre de 2008, un grupo de astrofísicos canadienses nos daban a conocer la primera imagen de un sistema planetario distinto del nuestro. La mostramos en la figura 2, y quizás hay que explicarla un poco para que no resulte desconcertante. Si pudiéramos ver nuestro Sistema Solar desde muy lejos y comparásemos el brillo del Sol con el brillo reflejado de Júpiter, su cociente sería del orden de 1000 millones, equivalente a si pusiéramos la iluminación de cinco estadios de fútbol de Primera División concentrados en un foco, y al lado una bombilla de un árbol de Navidad. Intentar hacer una fotografía de Júpiter sin que nos molestara la luz del Sol sería equivalente a hacerle una fotografía a la bombillita evitando la potente luz del foco... eso es lo que han hecho estos astrónomos, utilizando técnicas de observación complejas han logrado eliminar, al menos en parte, la luz de la estrella central y mostrarnos el brillo de tres planetas, etiquetados como 'b', 'c' y 'd', que giran en torno a ella, de nombre HR 8799 (un simple nombre de catálogo) que es bastante parecida a nuestro Sol y está situada a 130 años luz de nosotros.

La imagen de la figura 2 nos muestra el sistema planetario alrededor de la estrella HR 8799 obtenida con uno de los telescopios Keck, con un espejo de 10 metros de diámetro, en Hawaii. Las manchas rojas, azules y verdes que aparecen en el centro de la fotografía son los restos del procesado que ha



Figura 1

Un tapiz de objetos astronómicos. De izquierda a derecha y de arriba abajo: dos regiones de gas y polvo donde se forman estrellas, dos 'nebulosas planetarias' (estrellas similares al Sol muy evolucionadas que han expulsado su envoltura al espacio), un cúmulo de galaxias, dos galaxias en interacción, una nube de gas en torno a una estrella muy masiva, los restos de una explosión de supernova, una imagen muy profunda del espacio mostrando galaxias muy lejanas, Saturno, Marte y un anillo en torno a un 'candidato' a agujero negro en el centro de una galaxia. Cortesía: Hubble Space Telescope, NASA/ESA.]

tenido que hacerse sobre la imagen original para 'borrar' la luz de la estrella que no se deseaba que saturara la imagen de los planetas. Lo importante de esta fotografía es que por primera vez podemos ver un sistema planetario distinto del nuestro, orbitando alrededor de una estrella similar al Sol. (Cortesía: C. Marois, National Research Council (Canadá), Observatorio Keck).

so o habrá vida en otros planetas? El primer paso para responder esa pregunta era el descubrimiento de otros sistemas planetarios.

Paradójicamente, la gran mayoría de los exoplanetas se han descubierto sin verlos directamente, sino a través de una técnica indirecta fácil de comprender. Todos hemos jugado alguna vez a coger de los brazos a un niño pequeño y a darle vueltas 'volando' a nuestro alrededor. Mientras que el niño 'orbita' en torno a nosotros, nuestro cuerpo no permanece fijo sino que también sufre un pequeño movimiento de bamboleo. Para entender el método de detección de planetas hay que imaginar que nosotros somos las estrellas centrales y los niños, los planetas. Puesto que, como hemos dicho, la luz reflejada por el planeta es millones de veces más débil que la emitida por la estrella, lo que realmente se ve al observar un sistema planetario extrasolar es el bamboleo de la estrella: a partir de las medidas de la velocidad de la estrella se deduce la presencia de un cuerpo masivo, el planeta, a su alrededor.

Vida en otro planeta

Sabemos que los planetas estaban ahí, podemos ver sus efectos sobre la estrella en torno a la que orbitan, pero no éramos capaces de obtener una fotografía. Era algo frustrante escribir un artículo o dirigirse al público en una charla de divulgación, y no poder enseñar la imagen de un sistema planetario. Los tres planetas que se ven en esa fotografía tienen varias veces la masa de Júpiter, es decir, son planetas grandes y gaseosos, como la inmensa mayoría de los que se han descubierto hasta ahora, sin embargo, gracias a proyectos que ya están en marcha pronto descubriremos planetas rocosos, de los que los astrónomos llaman 'tipo Tierra', aunque pasarán todavía bastantes años antes de que podamos saber si existe vida en ellos.

Puesto que los viajes interestelares son imposibles en la actualidad, no podemos pensar en viajar hasta esas estrellas que poseen planetas para estudiarlos in situ. Para recorrer con un cohete que viajara a 50.000 kilómetros por hora la distancia entre nosotros y esa estrella situada a 130 años luz a la que nos referíamos antes se necesitarían ¡¡¡más de dos millones de años!!! ¿Cómo podremos entonces saber si existe vida en otros planetas? Tendremos que ingeniarlos para poder analizar en detalle la luz que reflejan de su estrella. Si alguien mirara nuestra Tierra desde muy lejos y tuviera los medios necesarios para analizar su luz, vería que en la atmósfera de nuestro planeta hay moléculas de agua, ozono y dióxido de carbono, entre otros muchos compuestos más que son consecuencia, en parte, de que sobre la Tierra hay seres vivos. Si en algún momento

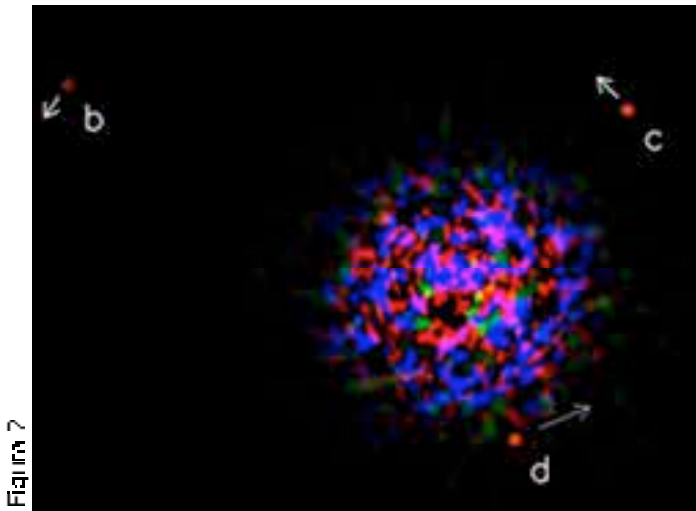


Figura 2

¿Por qué es importante este descubrimiento? Hagamos un poco de historia. En 1995 dos astrónomos suizos, Michel Mayor y Didier Queloz, hicieron pública la detección del *primer planeta* que orbitaba en torno a una estrella distinta del Sol. Estos objetos se conocen como *planetas extrasolares* o *exoplanetas*, y aunque su existencia se suponía, las técnicas de observación no habían permitido hasta entonces descubrirlos. Desde ese año, se han descubierto más de 320 planetas extrasolares, y hay una estrella, 55 Cnc, en torno a la que sabemos orbitan al menos cinco planetas.

Sin duda, la detección de planetas extrasolares ha supuesto una revolución en la Astronomía de finales del siglo XX y en lo que llevamos del XXI. Desde que se tuvo conciencia de las dimensiones del Universo y del hecho de que nuestra Tierra gira en torno a una estrella pequeña, en una más de los 100.000 millones de galaxias que conocemos, ha habido una pregunta que se ha repetido incesantemente: ¿estamos solos en el Univer-

Sin duda, la detección de planetas extrasolares ha supuesto una revolución en la Astronomía de finales del siglo XX y en lo que llevamos del XXI.

detectáramos lo mismo en la atmósfera de un exoplaneta, podríamos afirmar, con muchas posibilidades de no equivocarnos, que allí hay vida... no podríamos especular mucho más, ni decir si esa vida es similar a la que existe en nuestro planeta, pero sin duda sería un descubrimiento de gran impacto no solo científico sino social.

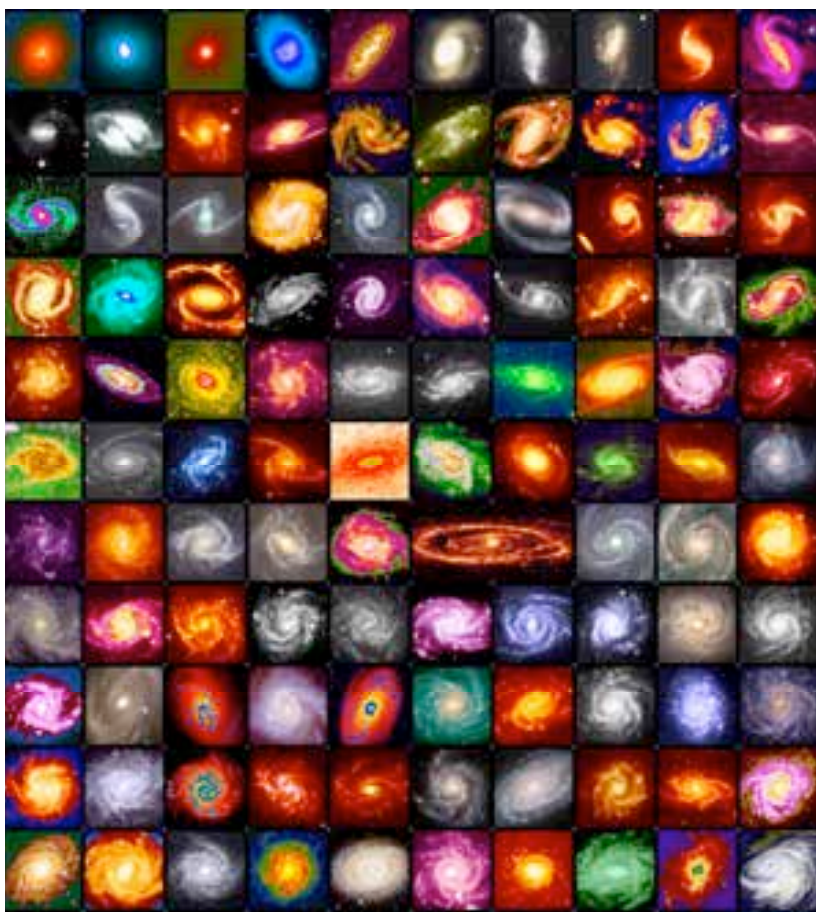
El Universo en expansión: ¿dónde vamos?...

A finales de la década de los años 20 del siglo pasado, Edwin Hubble, un astrónomo estadounidense, hizo dos descubrimientos que cambiaron para siempre la comprensión de las escalas y dimensiones del Universo. Desde unos dos siglos antes, el estudio de la estructura del Universo estaba íntimamente relacionado con la distribución y naturaleza de los objetos que se observaban en el cielo, aparte de los que formaban el Sistema Solar y las estrellas. El astrónomo inglés William Herschel (1738-1822) realizó un minucioso estudio de unos objetos de los que se recibía muy poca luz y que vistos a través de sus telescopios tenían el aspecto de manchas nubosas, de modo que fueron llamadas nebulosas. Durante todo el siglo XIX y comienzos del XX no estuvo clara la naturaleza de estas nebulosas, que al observarse aisladas en el cielo recibieron el enigmático nombre de universos-isla.

Pero el descubrimiento crucial de Hubble fue demostrar que las galaxias se alejan de nosotros... es decir que el Universo se está expandiendo.

Hubble demostró que esas estructuras eran galaxias, enormes conjuntos de decenas o cientos de miles de millones de estrellas, muchas de ellas similares a nuestra propia galaxia, la Vía Láctea. En la figura 3 podemos ver un muestrario del 'zoo de las galaxias'.

La figura 3 nos muestra un mosaico de fotografías de galaxias. Las galaxias son los bloques que construyen el Universo. Son agrupaciones de decenas o cientos de miles de millones de estrellas. Las galaxias a su vez forman estructuras enormes, como los cúmulos, con decenas o cientos de galaxias, o los supercúmulos, con miles de ellas. Hay más de 100.000 millones de galaxias conocidas en el Universo que podemos observar desde la Tierra. La mayoría de las galaxias que aparecen en este panel son espirales, con brazos que rodean a su núcleo. (Cortesía: Astrojan Astro-nomical Pictures.)



Pero el descubrimiento crucial de Hubble fue demostrar que las galaxias se alejan de nosotros... es decir que el Universo se está expandiendo. Hubble observó un buen conjunto de galaxias y estudiando su luz pudo deducir que cuanto más distante estaba una galaxia más grande era su velocidad de alejamiento. El hecho sorprendente era que en cualquier dirección que mirara se observaba ese movimiento de expansión... si no se tiene cuidado en analizar bien este resultado uno podría pensar que por una casualidad cósmica nosotros estamos situados en el centro del Universo... sin embargo cualquier tentación de caer en un nuevo antropocentrismo, que dominó la concepción del Universo durante siglos, se desvanece si pensamos que todas las galaxias se alejan de todas, de modo que desde cualquier galaxia, un observador vería el mismo fenómeno. Esto se entiende muy bien con la ayuda de la figura 4: si sobre la superficie de un globo pintamos puntos que representen galaxias e inflamos el globo, todos los puntos/galaxias se alejarán más y más unos

Figura 3

Es paradójico que después de todos los esfuerzos que se han hecho para saber cual es la composición del universo, sólo conocemos bien el 5% de su contenido.

de otros conforme el globo se va hinchando. Un minúsculo observador 'montado' en uno de esos puntos vería que los que le circundan se alejarían, independientemente de la dirección en que mirara.

El descubrimiento de la expansión del Universo dio lugar a muchas preguntas. Una de ellas era bastante obvia: si el Universo está hecho de materia, y la materia, como sabemos, tiene efectos gravitatorios, ¿será capaz el propio Universo de parar su expansión y comenzar a contraerse? Si el Universo se creó, según la teoría hoy más asentada, en una gran explosión, el Big Bang, una posibilidad para su evolución futura, dentro de muchos miles de millones de años, sería la vuelta a los orígenes, en lo que en inglés se conoce con el sonoro nombre de Big Crunch, en el caso en el que el contenido de materia del Universo fuera muy grande. Si por el contrario, éste fuera pequeño, el futuro del Universo sería una expansión eterna.

Los cosmólogos se pusieron manos a la obra y comenzaron a calcular cuánta masa tiene el Universo, y de hecho, ¡encontraron más de la que esperaban!: además de la materia que podemos ver en forma de asteroides, cometas, planetas, estrellas, nebulosas o galaxias, existe un tipo de materia que no emite ni refleja luz en absoluto y a la que se bautizó con el enigmático nombre de materia oscura.

Hasta mediados de los años 90 los cálculos daban el sorprendente resultado de que el contenido total de materia en el Universo era muy cercano al que separa las dos posibilidades que describíamos más arriba... sin embargo, la sorpresa más grande estaba por llegar... la materia ordinaria (de la que estamos hechos nosotros y todo lo que nos rodea) y la materia oscura (de la que por el momento conocemos su existencia pero no de qué está compuesta), no son los principales componentes del Universo...

¿Qué significa esto?

Desde 1998 se han publicado una serie de trabajos de investigadores que estudian de una forma muy minuciosa la expansión del Universo. En ellos, se mide la intensidad de la luz procedente de la explosión de supernovas de un cierto tipo en galaxias muy lejanas.



Figura 4

Una supernova es la explosión final de una estrella mucho más masiva que nuestro Sol. La comparación de esa luz con la de supernovas del mismo tipo cercanas a nosotros demuestra que no solo el Universo se está expandiendo, como ya sabíamos, sino que en la actualidad, esta expansión se está acelerando. Si el Universo sólo estuviera compuesto de materia -ordinaria y oscura-, no sería posible explicar una expansión acelerada, puesto que la materia tiene efectos gravitatorios y por tanto atractivos: tiene que haber 'algo' en el cosmos que posea efectos antigravitatorios y que tire hacia afuera de todo el Universo. Los cosmólogos, perplejos, han llamado a ese 'algo' energía oscura... lo de 'oscura' viene en una buena medida porque no tienen la más mínima idea de cual es su origen.

Para explicar el comportamiento actual del Universo es necesario que la energía oscura sea su componente dominante. De hecho, los cálculos más recientes demuestran que el 5% de contenido total del Universo es materia ordinaria, el 25% es materia oscura, cuya composición, como hemos dicho, no conocemos, pero que tiene también efectos gravitatorios, y el ¡¡¡70%!!! es energía oscura, que posee las propiedades de una 'presión negativa' o de una 'antigravedad'. Es paradójico que después de todos los esfuerzos que se han hecho para saber cual es la composición del Universo, sólo conocemos bien el 5% de su contenido.

El Universo tiene ahora unos 13.700 millones de años de edad. No sabemos su destino: si la energía oscura mantiene ese porcentaje de presencia conforme la expansión aumenta, los escenarios más extremos nos indican que dentro de cientos de miles de millones de años las galaxias podrían desgajarse en pedazos bajo el efecto de esa antigravedad.

En cualquier caso, eso nos queda muy lejos, así es que disfrutemos mirando al cielo, admirando las maravillas que nos ofrece el inigualable espectáculo de una noche estrellada, e intentando comprenderlas desde nuestro pequeño planeta azul. ■