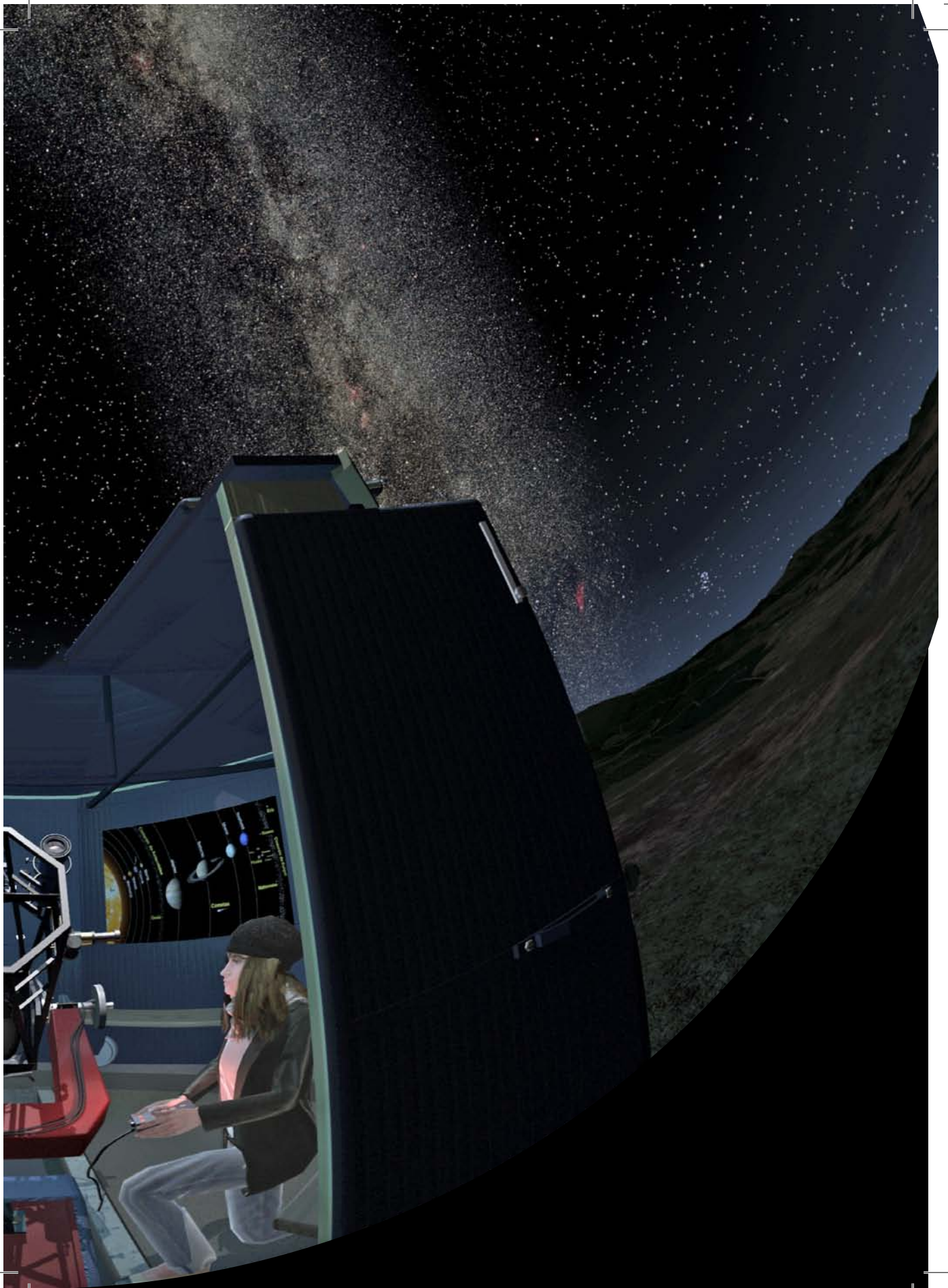


CIELO PROFUNDO EN TODA LA CÚPULA

FERNANDO JÁUREGUI Y JAVIER ARMENTIA

Imagen del telescopio
Sultán en el Observatorio
Astronómico de
Guirguillano, Navarra.
[Todas las imágenes son
cortesía de los autores]





Este artículo ilustra la película de planetario en formato fulldome «Cielo Profundo» producida por el Planetario de Pamplona en colaboración con los Museos Científicos Coruñeses y el Parc Astronòmic del Montsec y cuenta con financiación del Programa de Ayudas al Fomento de la Cultura Científica y de la Innovación de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FECYT. Las actividades de divulgación y educación científica del Planetario de Pamplona cuentan con el impulso de la Obra Social «la Caixa» y la Fundación Caja Navarra.



Artículo exclusivo
colaboración de la
Sociedad Española
de Astronomía

La puesta de Sol puede ser uno de los momentos especiales del día. Para los humanos, que somos una especie esencialmente diurna, el atardecer nos proporciona esa pausa relajada que nos permite disfrutar del incendio de colores que acompaña al Sol mientras cruza la línea del horizonte.

La atmósfera de la Tierra esparce la luz solar tiñendo el cielo con la gama completa de tonos amarillos, naranjas, rojos, rosáceos, azules, granates, violetas... creando esa explosión de colores.

Poco a poco se empiezan a dibujar las estrellas sobre el fondo pálido; despacio, sin prisa, a medida que se apaga el cielo, la noche se hace más intensa, más profunda, más bella...

Somos seres emocionales y por eso todos, no solo los artistas o los filósofos, nos conmovemos bajo las estrellas que rompen el negro de la noche.

Bienvenidos al planetario...

CIELO PROFUNDO (DEEP SKY)

Propone un viaje a lugares que se esconden tras el fondo negro de la noche. Quien mira al cielo profundo siente la emoción de encontrarse con lugares lejanos y la necesidad de entender qué es lo que se ve, qué puede haber más allá, de qué manera vamos entendiendo un lugar en ese sorprendente Universo. También como homenaje a Carl Sagan, quien hace más de treinta años, se asomó a las costas del océano cósmico para hacer un viaje de la mano de la astronomía y la astrofísica para entender qué somos y de dónde venimos.

En esta historia que ha creado el equipo dirigido por Fernando Jáuregui para el Planetario de Pamplona, nuestra nave se asoma a ese cielo oscuro que los astrónomos hemos amado desde hace miles de años, en una experiencia de media hora de duración, una síntesis que solo es posible gracias a la sensación inmersiva que producen las cúpulas de los planetarios digitales, especialmente cuando como en Pamplona conviven con la belleza del cielo estrellado reproducido con el máximo realismo posible.

EL CATÁLOGO DE MESSIER

De los múltiples catálogos que agrupan los distintos objetos del

Universo, sin duda alguna el más popular y preferido por los aficionados a la astronomía es el de Messier, dado que todos sus objetos son accesibles a la visión humana a través de pequeños telescopios. Por ello, siempre que estamos en una observación pública y el cielo es suficientemente oscuro, es inevitable que en alguno de los oculares se muestre uno de ellos. Más cuando incluso podemos encontrar objetos de Messier a simple vista, como la gran nebulosa de Orión (M 42), los cúmulos de las Pléyades (M 45) o el Pesebre (M 44), o la galaxia espiral de Andrómeda (M 31).

Estos objetos se ven como débiles manchas de luz de formas y aspecto variado. Hoy entendemos la naturaleza de cada uno de ellos, la distancia a la que se encuentran de nosotros, su tamaño, su composición... pero cuando los vemos en el cielo a simple vista o a través del ocular del telescopio no tenemos noción de lo cerca o lejos que están y en consecuencia, tampoco de su tamaño real. En apariencia todos los objetos del Universo se nos muestran como si estuvieran pegados en el interior de una esfera muy grande cuyo centro ocupamos nosotros: la bóveda celeste.

Si representamos los objetos de Messier en esa esfera las nebulosas y los cúmulos de estrellas menos densos se sitúan preferentemente en la zona del plano de la

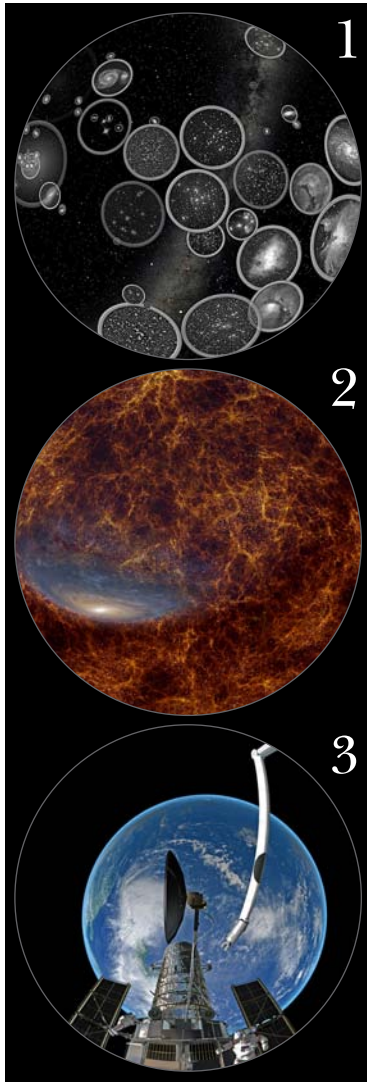


FIGURA 1. Ampliación de algunos objetos del catálogo de Messier en la bóveda celeste.

FIGURA 2. Imagen exterior de la Vía Láctea sobre el fondo de galaxias que forman parte del Supercúmulo Local denominado Laniakea.

FIGURA 3. Fotograma de la secuencia de la última visita de los astronautas al Telescopio Espacial Hubble en 2009.

La Vía Láctea desde fuera se parece mucho a algunos de los objetos de Messier. El Sol está a unos 28 000 años luz del centro y tarda 230 millones de años en completar una vuelta en torno al centro galáctico que se halla en la dirección de Sagitario. El Sistema Solar tiene unos 20 años galácticos y sabemos que su corazón, el Sol, dejará de latir antes de cumplir los 45.

Los objetos del catálogo de Messier que no son cúmulos globulares ni galaxias se arraciman en torno a nuestra posición en la Galaxia: al fin y al cabo al observar el Universo vemos mejor lo que nos queda cerca. Más allá, de hecho, sucede como en el refrán, que los árboles no nos dejan ver el bosque. La cartografía galáctica sigue siendo un tema en el que no paramos de descubrir novedades, no en vano vivimos en una galaxia espiral barrada de 100 000 años luz de diámetro.

Apenas en las afueras de la Vía Láctea encontramos dos galaxias enanas, la del Can Mayor y la Galaxia Enana Esferoidal de Sagitario. Esta última está en permanente interacción con la Vía Láctea, cuyo plano ha atravesado en varias ocasiones. A unos 180 000 años luz nos encontramos con dos pequeñas galaxias irregulares denominadas Nubes de Magallanes, la grande y la pe-

queña. Apreciables a simple vista en la parte sur de la bóveda celeste, estas galaxias satélite de la Vía Láctea permanecen ligadas a ella por la fuerza de la gravedad. El campo gravitatorio generado por nuestra Galaxia, con una masa equivalente a la de 200 000 millones de soles, mantiene a las Nubes de Magallanes en órbita, al tiempo que las fuerzas de marea distorsionan su forma confi-riéndoles ese aspecto irregular.

En los últimos años, se han descubierto varias decenas de galaxias enanas en la zona de influencia de la Vía Láctea, en torno a 1,4 millones de años luz de distancia. Todas ellas parecen comportarse como satélites.

A 2,5 millones de años luz, en la dirección en que vemos desde la Tierra a la princesa encadenada Andrómeda, hallamos la famosa M 31, la galaxia hermana mayor de la Vía Láctea. Precisamente fue Charles Messier quien la describió por primera vez en 1764, aunque ya el persa Abd-al-Rahman Al-Sufi nombraba esa «pequeña nube» en su Tratado de las estrellas fijas, publicado en el año 946. M 31 también tiene varias galaxias capturadas por su enorme gravedad. Dos de ellas tienen su hueco en el famoso catálogo, se trata de M 32 y M 110, precisamente la última de las «M».

Más lejos, a casi 3 millones de años luz en dirección de la constelación del Triángulo se encuentra M 33, la tercera de las espirales de nuestro Grupo Local y la menor en tamaño. Recientes observaciones parecen indicar que está orbitando a M 31 y que en un pasado no demasiado remoto interactuó con ella. La galaxia del Triángulo es accesible a la visión humana sin la ayuda de telescopios, solo

Vía Láctea; los cúmulos globulares se apartan de este plano pero tienden a concentrarse en la dirección de la constelación de Sagitario; y las galaxias se pueden encontrar en cualquier dirección que miremos, excepto en la zona de la propia Vía Láctea.

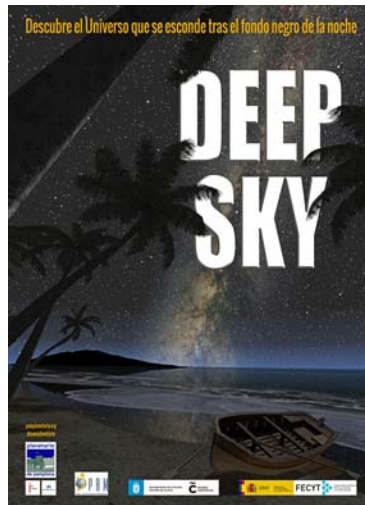
LA VÍA LÁCTEA Y EL GRUPO LOCAL

Un viaje imaginario lejos, muy lejos, de la Tierra nos ayuda a visualizar la posición de estos objetos y también la que ocupamos nosotros respecto a ellos.

en lugares donde el cielo no está contaminado lumínicamente y en noches de buenas condiciones de visibilidad. Por ello, este objeto se usa para medir la calidad del cielo estrellado en las categorías más oscuras de la escala de Bortle.

Estas tres grandes espirales con sus galaxias satélites y unas decenas de galaxias enanas constituyen el Grupo Local, con un diámetro de unos 5 millones de años luz: nuestro pequeño hogar en el Universo. Pero se trata de un hogar cambiante, en continua evolución. La galaxia dominante del grupo es M 31 y nos encontramos en ruta de colisión con ella. La Vía Láctea y la galaxia de Andrómeda se aproximan a más de 100 kilómetros por segundo. En unos 3500 millones de años el aspecto de ambas espirales empezará a cambiar, sus estructuras se fundirán y crearán un baile increíble de estrellas y nubes moleculares que cambiarán el escenario actual para siempre. En esa fusión las estrellas de una y otra galaxia cambiarán sus órbitas por nuevas trayectorias que podrán estabilizarse o conducir las irremediablemente al frío y oscuro espacio intergaláctico. En esos lugares el cielo nocturno ya no será un cielo estrellado.

Todavía hoy es una incógnita el futuro que le espera a la tercera de las grandes espirales de nuestro Grupo Local. Existen varias opciones para la galaxia del Triángulo: podría ser engullida por M 31 en su camino hacia la Vía Láctea, también podría unirse a la colisión de sus dos hermanas mayores fundiéndose con ellas (con nosotros) para siempre. Pero también es factible que la interacción gravitatoria entre M 31 y la Vía Láctea proporcione a su órbita la energía suficiente



Póster del programa de planetario.

como para escapar de su ligadura y convertirse en espectadora de lujo de la fusión de ambas. En ese caso, M 33 abandonaría la familia antes de ser devorada por ella.

Estos fabulosos procesos de fusiones galácticas hacen que las nubes de gas y polvo que permanecían dispersas entre las estrellas puedan condensarse y crear regiones de formación estelar muy activas. Es precisamente en esas regiones donde se pueden formar nuevas estrellas, nuevos planetas que las orbitan y también nuevos seres vivos que pueblen esos planetas. Comprobamos una vez más, que las condiciones más favorables para la vida surgen del caos.

LANIAKEA

El Grupo Local de Galaxias es una pieza más de una estructura mucho mayor. Hasta hace poco hablábamos del Supercúmulo Local, o Supercúmulo de Virgo, como la estructura galáctica más grande a la que pertenecemos. Pero el 4 de septiembre de 2014, un equipo de la Universidad de Hawái liderado por R. Brent Tully, publicó un artículo en *Nature* en el que

proponen una nueva forma de definir los supercúmulos de galaxias usando las velocidades de los distintos elementos constituyentes. Aplicando esta técnica pudieron descubrir movimientos globales de sistemas galácticos que apuntaban hacia el interior de regiones que podían identificar y aislar. Las fronteras no están del todo definidas, pero pueden identificarse regiones divergentes con relativa facilidad. Eso permite incluir al Supercúmulo Local (antiguamente conocido como Supercúmulo de Virgo) y a los antiguos supercúmulos de Hydra-Centauro, Pavo-Indo y Supercúmulo del Sur (Cúmulo de Fornax y Nubes de Dorado y Eridano) como parte del nuevo Supercúmulo Local al que bautizaron Laniakea, «cielo inmenso» en hawaiano.

El Gran Atractor que configura Laniakea domina unas cien mil galaxias en un espacio de 520 millones de años luz de diámetro. Se estima que Laniakea contiene alrededor del 4 % del Universo observable. Pero sabemos que el Universo es mucho mayor que lo que podemos ver. En el inmenso cuerpo del Universo, Laniakea es la célula donde estamos.

EL HUBBLE Y LOS CAMPOS PROFUNDOS

Hace veinte años, en 1995, el Telescopio Espacial Hubble observó una región del espacio oscura, profunda, donde no se había observado antes nada. El objetivo del llamado Campo Profundo del Hubble era precisamente ver más lejos de lo que habíamos mirado nunca. Tras una preparación minuciosa y un complejísimo procesado de las imágenes, el Universo de hace 5000 millones de años apareció en las pantallas. Eran...

¡más galaxias, muchísimas! levemente diferentes a como son ahora, más pequeñas y con estructuras menos definidas.

Para estar seguros de que el campo elegido en la constelación de la Osa Mayor era equivalente a cualquier otro, en 1996 repitieron estas observaciones en otra dirección del espacio. El resultado fue totalmente equivalente: ahí aparecían el mismo tipo de galaxias primigenias que en el Campo Profundo Norte del Hubble.

Este tipo de observaciones se repitieron en 2004 pero esta vez usando un detector más potente que había instalado dos años antes la tripulación del *Columbia*.

El Campo Ultra Profundo del Hubble permitió ver las galaxias más distantes que pueden observarse en luz visible. Se encuentran a 13 000 millones de años luz y pertenecen a un Universo que tenía poco más de 800 millones de años.

Para ver más allá, para ver más atrás en el tiempo, tenemos que mirar en luz infrarroja ya que la expansión del espacio desplaza la luz que emitieron esas galaxias por debajo del límite visible por nuestro ojo.

En mayo de 2009, mientras en la Tierra celebrábamos el cuarto centenario del primer telescopio de Galileo, el HST recibió la última visita de un transbordador espacial. Los astronautas de la misión STS-125 a bordo del *Atlantis* le instalaron los detectores y los sistemas más precisos y modernos. Usando sus nuevas cámaras infrarrojas, aprovechando el efecto de lente gravitatoria y combinando sus observaciones con las de los grandes telescopios terrestres, el Hubble volvió a espiar el fondo negro de la noche para obtener las imágenes del Universo más an-

LA PELÍCULA DE PLANETARIO EN DATOS

Duración: 30 minutos y 16 segundos.
Tipo de fotograma: círculo inscrito en un cuadrado de 4096 píxeles de lado (4k).
Los 16 777 216 píxeles de cada fotograma ocupan 48 MB de espacio en disco.

Frame rate: 30 fotogramas por segundo.

Número total de fotogramas: 54 480.

Espacio en disco que ocupan los fotogramas: 2,49 TB.

Audio: Multipista 5.1 (seis pistas de audio por idioma). Cada pista es un archivo wav a 48 KHz y 24 bits de profundidad que ocupa 261,6 MB en disco.

Idiomas: castellano, euskara, catalán, inglés y francés (6,13 GB de espacio en disco).

tiempo, aproximándose más y más al límite de lo que se puede ver.

EL ORIGEN DEL TODO

Lo más profundo del cielo que hemos llegado a detectar es una débil señal de radio que nos llega desde todas las direcciones del Universo: el Fondo Cósmico de Microondas. Se descubrió por casualidad en 1964 por Arno Penzias y Robert Wilson. Se trata de la primera luz del Universo, del momento en que se formaron los átomos y esa luz pudo viajar libremente por el cosmos que se había convertido en transparente. Hoy sabemos que el Fondo Cósmico de Microondas se desacopló cuando el Universo se enfrió a unos 3000 grados a la edad de 380 000 años. Pero fijémonos que esta radiación nos llega desde todas las direcciones del espacio. No importa hacia donde miramos, si lo hacemos suficientemente lejos, estaremos viendo el mismo punto.

Así de extraño es nuestro mundo. O incluso más, ya que podemos asegurar que el Universo nació aquí, en el sitio donde te encuentras ahora mismo, hace unos 13 800 millones de años. Todos los lugares

del Universo actual formaban parte del mismo punto cuando el espacio-tiempo y todas sus propiedades, aparecieron de la nada.

Nos encontramos a la orilla de este océano cósmico al que podemos asomarnos cada noche. Nuestra curiosidad innata nos impulsa a estudiar, a interrogar a la Naturaleza, a pararnos a pensar... y a escuchar.

Hemos mirado más allá de lo que ven nuestros ojos, interrogando a ese cielo profundo que espera, escondido, tras el fondo negro de la noche.

Y hemos visto que cuanto más lejos miramos, más nos acercamos a nuestro propio origen.

Nosotros somos la prueba de que este Universo puede llegar a tomar conciencia de sí mismo; que diminutas partes de su materia pueden organizarse hasta ser capaces de comprender su composición, sus leyes, su evolución.

Es posible imaginar que seres inteligentes de otros planetas estudian como nosotros este Universo, miran en lo profundo de su noche y disfrutan bajo su propio cielo estrellado. Nosotros como ellos somos hijos de las estrellas y nadamos en el mismo océano cósmico.

Aquí estamos, nosotros, nuestros conocimientos, lo que somos y lo que fuimos, todo lo que nos importa... sobre este maravilloso planeta de colores... en algún lugar y en algún tiempo de nuestro propio cielo profundo. (A)



Fernando Jáuregui, responsable del departamento de producción y docencia del Planetario de Pamplona.

Javier Armentia, director del Planetario de Pamplona.