



# EL ORIGEN DEL UNIVERSO

Sergio Torres  
Departamento de Física  
Universidad de los Andes

En la Universidad de los Andes existe un grupo de astrofísica que está dando su grano de arena, —o mejor: su polvo de estrella—, para descifrar el mayor enigma de la humanidad: el origen del universo.

**D**ESDE LA MAS REMOTA ANTIGÜEDAD las civilizaciones han utilizado los conocimientos en astronomía para el desarrollo de sus sociedades. Las enseñanzas de la cosmología de los sumerios, babilonios y egipcios se pueden entender en términos de la necesidad de un sistema de medida del tiempo que permitiera la planeación del trabajo agrícola. Dado que la periodicidad de los fenómenos astronómicos ofrecía el único método posible en aquellos tiempos, el universo entero viene concebido como un inmenso reloj, la astronomía era una ciencia aplicada y de su progreso dependía el desarrollo social y económico del Estado.

Las cosas han cambiado, los gobiernos no se interesan por las ciencias básicas, y mucho menos los gobiernos de los países que se dejan llamar del "Tercer Mundo", que las consideran como molestias innecesarias alejadas de la realidad del país. En el caso de Colombia, por ejemplo, es preocupante ver la posición extremadamente utilitarista y cortoplacista de la política de ciencia y tecnología del presente gobierno. Es cierto que el tema de la ciencia y la tecnología ha penetrado las esferas de la política de desarrollo del país, pero lo que no está claro es si de verdad existe un interés legítimo por parte de los gobernantes en incorporar las ciencias básicas en la cultura del país y dar el apoyo necesario, o si por el contrario la inserción del término "ciencia y tecnología" en el discurso de planeación nacional sólo ocurre porque está de moda en las nuevas teorías económicas.

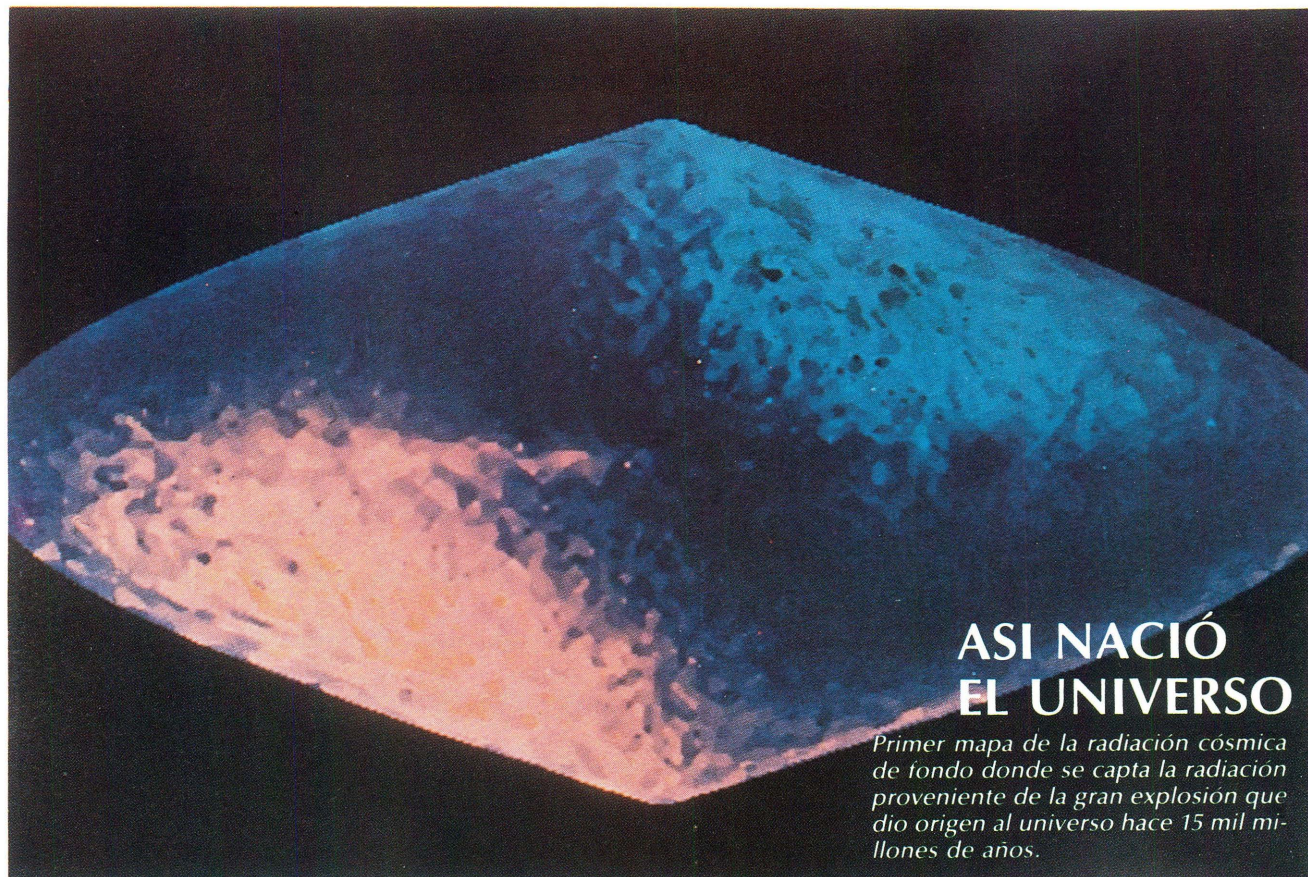
Las sociedades han reducido la prioridad que se le daba al estudio del cosmos, y es una ironía que precisamente el conocimiento de las ciencias planetarias es el que nos va a salvar del estado de descomposición que el sistema económico occidental ha producido en el planeta. El efecto invernadero, la lluvia ácida, la reducción de la capa de ozono, la contaminación de las aguas y la atmósfera, son efectos que se pueden entender —y eventualmente controlar— con el estudio de las atmósferas de otros planetas. Por ejemplo, el estudio de la atmósfera de Venus permitió descubrir y entender el efecto invernadero.

No por estar en Colombia, un país con muchas necesidades básicas, podemos sustraernos a la tarea del estudio de los misterios del cosmos. Lo hacían nuestros antepasados precolombinos, lo han hecho de alguna forma todas las civilizaciones, y no por capricho sino por satisfacer necesidades intelectuales. ¿Cuál es el origen del universo? ¿Cómo se formaron las galaxias, las estrellas y los planetas? ¿Cuál es el futuro del universo? En resumen, ¿quiénes somos? Las cuestiones fundamentales que nos hemos planteado a través de la historia no surgen por ser ciudadanos de un país "desarrollado" sino por ser seres humanos, grupo del cual también los colombianos formamos parte. No sin razón dice Carl Sagan: "Somos polvo de estrella, mirando a las estrellas".

## EL RASTRO DEL ORIGEN

En 1965 dos astrónomos, A. Penzias y R. Wilson, quienes trabajaban para el laboratorio de la Bell Telephone en New Jersey detectaron una señal en la antena que usaban para estudiar las condiciones atmosféricas para las comunicaciones con microondas. La primera sospecha sobre la fuente de la extraña señal fueron los montoncitos de caca de paloma que se encontraron sobre la antena; pero, después de analizar las características de la señal, se comprobó que se trataba nada menos que del descubrimiento del origen del universo.

El modelo del universo que hoy cuenta con mayor aceptación (el "big bang") dice que toda la materia y energía en el universo estaba concentrada en un punto que explotó hace 15 mil millones de años. Así comenzó todo, fue una gran explosión que dejó una onda electromagnética que llena todo el espacio y por eso se le llama radiación cósmica de fondo. Las teorías sobre los procesos que ocurrieron en esos primeros momentos del universo, cuando se formaron los elementos químicos livianos y se empezaron a gestar las galaxias, predicen la existencia de efectos observables en la radiación cósmica de fondo (llamados anisotropías). Es decir, las mediciones de la radiación cósmica de fondo nos permiten ver cómo se formó el universo.



## ASI NACIÓ EL UNIVERSO

*Primer mapa de la radiación cósmica de fondo donde se capta la radiación proveniente de la gran explosión que dio origen al universo hace 15 mil millones de años.*

En noviembre de 1989 la NASA lanzó el satélite COBE (Cosmic Background Explorer) el cual tiene a bordo los instrumentos más sensibles que se han desarrollado con el objeto de hacer mediciones muy precisas de la radiación cósmica de fondo. Seis meses después del lanzamiento se publicaron algunos resultados preliminares que estremecieron a la comunidad científica internacional: el fondo de radiación cósmica no presentaba ninguna anisotropía y su distribución espectral (intensidad de la radiación para cada frecuencia) resultaba ser la de un cuerpo en perfecto equilibrio térmico a una temperatura de  $-270.45$  grados centígrados.

Estos resultados por un lado confirman la teoría del "big bang", pero por otro lado ponen en problemas serios las teorías que explican la formación de galaxias y estructuras mayores en el universo. Nuestro universo no es completamente homogéneo, de lo contrario no existirían galaxias, estrellas, planetas, ni mucho menos seres inteligentes. Por el contrario, los resultados experimentales más recientes indican que más allá de las galaxias existen estructuras de cúmulos de galaxias, y estos cúmulos a su vez se agrupan en supercúmulos. ¿Cómo llegó a formarse todo esto sin dejar rastro alguno en la radiación de fondo?, éste es el gran enigma de la astrofísica. Es como si dejáramos cien micos con tarros de pintura de todos los colores en un cuarto de paredes perfec-

tamente blancas y después de una semana al entrar al cuarto vemos que las paredes continúan resplandeciendo blancura, sin una sola mancha.

Para explicar esta contradicción, los físicos teóricos creen que en el universo existe una gran componente de masa oscura que no afecta a la radiación cósmica de fondo pero sí contribuye a formar las galaxias y los cúmulos. Esta materia oscura sería más del 90% de la materia del universo, sin embargo aún no sabemos cuál es su naturaleza. Existen candidatos para llenar ese vacío que van desde partículas hipotéticas hasta agujeros negros. Las partículas más favorecidas para ocupar este lugar son los neutrinos masivos. Los neutrinos son partículas neutras que interactúan muy débilmente con la materia ordinaria, pero hay tantos de ellos (en un segundo atraviesan cada centímetro cuadrado de nuestro cuerpo más de un millón de estas partículas) que si tuvieran masa, solo bastaría con un valor muy bajo de su masa para poder explicar el enigma.

El problema de la existencia de los agujeros negros ha sido parcialmente resuelto por observaciones indirectas pero todavía falta mucho por hacer en este campo. Los estudios de galaxias espirales como la nuestra indican que es muy probable que exista un agujero negro en el centro de este tipo de

galaxias. Obviamente el sitio más indicado para probar esta hipótesis es el centro de nuestra propia galaxia.

## INVESTIGACIÓN EN LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

El grupo de astrofísica de la Universidad de los Andes ha venido estudiando estos problemas y desarrollando técnicas estadísticas para el análisis de anisotropías. Este esfuerzo va encaminado a desarrollar los conocimientos y las herramientas necesarias para evaluar diferentes modelos cosmológicos y eventualmente confrontarlos con los datos del experimento de la NASA. El grupo también ha establecido importantes contactos con los otros experimentos de radiación de fondo que actualmente están en proceso de toma de datos: el grupo del Instituto Tecnológico de Massachusetts dirigido por E. Cheng quien realiza experimentos en globos; el de astrofísica experimental de la Universidad de Roma dirigido por F. Melchiori con importantes experimentos en la Antártida; y el de la Universidad de California (Berkeley) dirigido por G. Smoot, quien ha desarrollado el más importante programa de mediciones de la radiación de fondo desde estaciones terrestres.

**¿Cuál es el futuro del universo? En resumen, ¿quiénes somos? Las cuestiones fundamentales que nos hemos planteado a través de la historia no surgen por ser ciudadanos de un país “desarrollado” sino por ser seres humanos, grupo del cual también los colombianos formamos parte. No sin razón dice Carl Sagan: “Somos polvo de estrella, mirando a las estrellas”.**

También hemos profundizado en problemas de astrofísica experimental que pueden ser estudiados en Colombia. Reconociendo el gran potencial que ofrece el país con su cercanía al Ecuador terrestre y al mismo tiempo la alta densidad de picos que superan los 3500 metros, hemos emprendido un estudio de sitios para experimentos de rayos cósmicos y astronomía infrarroja y ultravioleta.

Las ventajas que posee Colombia para la ubicación de un observatorio nos coloca en una situación privilegiada para el estudio de la galaxia, ya que un observatorio de este tipo en el Ecuador terrestre, y hasta el momento no se ha construido ninguno, nos ofrece máxima visibilidad del disco galáctico. Quizá podremos algún día resolver en Colombia el problema de la existencia de un agujero negro en el centro de nuestra galaxia. En presencia de un agujero negro toda la materia es fuertemente acelerada hacia su interior produciendo una radiación característica

de muy alta energía. Esta fuente de energía, y la de otras estrellas que misteriosamente parecen emitir radiación electromagnética muy intensa, se puede estudiar con experimentos de rayos cósmicos.

Es posible desarrollar instrumentos no muy costosos para la detección de los rayos cósmicos. Uno de estos detectores (Planar Resistive Counters) se puede fabricar con dos láminas de plástico cubiertas con una capa de aluminio que sirve como electrodo. Dentro de las dos capas dispuestas en forma de sandwich se hace circular un gas que se ioniza al paso de partículas cargadas. Normalmente este aparato se comporta como un condensador que no deja pasar la corriente, siempre y cuando el gas no se ionice, en cuyo caso sí la deja pasar. Este efecto se traduce en una señal eléctrica que se puede amplificar y procesar. Detectores de este tipo *han sido desarrollados* por un grupo de físicos de la Universidad de Roma, con quienes se han establecido vínculos para desarrollar proyectos conjuntos.

Otro aspecto importante que se debe medir para entender las fuentes de muy alta energía (en nuestra galaxia o fuera de ella), es la radiación ultravioleta emitida por estos objetos. El proyecto CLUE (Cherenkov Light Ultraviolet Experiment), propuesto por cinco universidades italianas, tiene como objetivo estudiar este componente de rayos cósmicos. El departamento de física de la Universidad de los Andes es uno de los colaboradores del proyecto y planea desarrollar un paquete de software para este experimento.

Los conocimientos que se deriven de nuestros esfuerzos quizá algún día contribuyan al avance de la humanidad, mientras tanto estoy seguro de que contribuyen al enriquecimiento de nuestras vidas, porque el conocimiento es belleza, o como dijo el poeta:

*“Somos polvo de estrellas.  
Hace 15.000.000.000 de años éramos una masa  
el hidrógeno flotando en el espacio, girando  
lentamente danzando  
y el gas se condensó más y más  
cada vez más y más  
y la masa se hizo estrella y empezó a brillar  
condensándose se hacían calientes y luminosas  
la gravitación producía energía térmica: luz y calor  
como decir amor”.*

Ernesto Cardenal (Cántico Cósmico).

### NOTA

*La colaboración del Centro Internacional de Física CIF de Bogotá ha sido indispensable para llevar a cabo la investigación descrita en este artículo.*