

VIII edición

Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

8th edition

Fallo en la categoría de Ciencias Básicas de la octava edición

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento a Hawking y Mukhanov por descubrir que las galaxias tienen su origen en fluctuaciones cuánticas

- De forma independiente y con un año de diferencia, ambos investigadores llegaron a la misma conclusión que posteriormente ha sido verificada por las observaciones de telescopios espaciales
- Su originalidad fue conectar la física cuántica y la cosmología para explicar por qué en el universo hay grandes acumulaciones de materia

Madrid, 19 de enero de 2016.- Los físicos Stephen Hawking y Viatcheslav Mukhanov son los ganadores del Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en la categoría de Ciencias Básicas por descubrir que las galaxias se formaron a partir de perturbaciones cuánticas en el principio del universo.

La materia se agrupa en el universo formando galaxias, cúmulos de galaxias y supercúmulos de galaxias. Esas grandes estructuras de materia llevan creciendo poco más de 13.000 millones de años, es decir, desde que el universo empezó a expandirse en el Big Bang. Pero ¿cómo empezó el proceso? ¿Por qué empezó a acumularse la materia? A principios de los años ochenta Hawking y Mukhanov, trabajando de forma independiente, dijeron que en el universo recién nacido, fracciones de segundo después de iniciarse la expansión, tuvo que haber fluctuaciones cuánticas que actuaron como semillas de las galaxias. Nadie creía entonces que llegara a ser posible demostrar experimentalmente su existencia, pero han bastado tres décadas para que ocurriera exactamente eso: en 2013 un satélite europeo confirmó plenamente las predicciones.

El físico ruso Mukhanov, actualmente catedrático de Cosmología en la Universidad Ludwig-Maximilians de Múnich, Alemania, explicó ayer tras recibir la noticia del premio que "ni en sus mejores sueños" imaginó, en los años ochenta, que sus predicciones llegarían a ser demostradas experimentalmente.

Mukhanov publicó su trabajo en 1981, cuando aún era un estudiante de doctorado en el Instituto de Física y Tecnología de Moscú, donde investigaba

bajo la influencia de grandes físicos teóricos, entre ellos Yakov Zeldovich –uno de los creadores de la bomba atómica–. “Yo no trabajaba para hacer feliz a los experimentos, trabajaba para hacer feliz a Zeldovich”, dijo ayer Mukhanov en tono de broma, que recuerda no obstante el ambiente de gran libertad científica que se respiraba en ese grupo, aún en el régimen de la Unión Soviética. Mukhanov firmó su trabajo con G. Chibisov, fallecido en 2008.

En los años setenta la cosmología era un área “todavía muy especulativa”, señala Mukhanov. Se sabía que el universo está expandiéndose, y que era muy probable que hubiera estado muy caliente en el pasado. Pero no mucho más. Apenas había datos observacionales, lo que contribuía a que no fuera un área muy importante en la Física. Sin embargo, la formación de las galaxias era una de las cuestiones consideradas más relevantes, y también pensaba en ella Stephen Hawking.

En 1982, empleando modelos distintos a los de Mukhanov y Chibisov, Hawking llegó esencialmente a las mismas conclusiones.

Como explica el acta del jurado, “Stephen Hawking y Viatcheslav Mukhanov propusieron que las fluctuaciones cuánticas microscópicas eran el origen de la estructura observable a gran escala del universo. Este planteamiento, ahora validado por las observaciones, es un resultado fundamental en la cosmología”.

Mukhanov “fue el primero en reconocer que la estructura del universo, incluyendo la formación de las galaxias, podía tener origen cuántico microscópico”, indica el acta. “En 1982, Hawking estudió de manera independiente un escenario para la aceleración cósmica en presencia de fluctuaciones cuánticas, llegando a la misma conclusión”.

Como explicó ayer Mukhanov, “llegamos a la idea de que la misma física que es responsable de la estructura de la materia a escalas muy pequeñas, de los átomos, puede ser responsable también de la estructura a gran escala. Esto parece una locura, pero nos dimos cuenta de que en el pasado el universo era extremadamente pequeño, y por eso la física cuántica podía explicar cómo se formaron los embriones de las galaxias”.

El británico Stephen Hawking, director de investigación en el Centro de Cosmología Teórica de la Universidad de Cambridge, es probablemente más conocido por sus aportaciones fundamentales a la física de los agujeros negros. La predicción de que los agujeros negros no solo absorben materia y energía sino que además emiten la llamada radiación de Hawking deriva de la aplicación de la teoría cuántica a los agujeros negros, pero carece aún de confirmación experimental.

El trabajo por el que recibe este premio, en cambio “puede considerarse el descubrimiento más importante de los confirmados experimentalmente en la unificación de la física teórica fundamental de partículas con la cosmología”, señala el jurado.

La luz fósil del Big Bang

La confirmación experimental de la teoría de que las fluctuaciones cuánticas en el universo recién nacido dieron lugar a las galaxias y las demás acumulaciones de materia proviene del estudio de la llamada radiación cósmica de fondo de microondas. Esta radiación es una luz que llena todo el cielo, invisible al ojo humano pero detectable con sensores específicos. Los astrofísicos la detectaron por primera vez de modo casual en los años sesenta, y descubrieron que contiene una gran cantidad de información sobre cómo era el universo cuando empezó a expandirse. La mera existencia de esta radiación cósmica de fondo se considera una de las más sólidas pruebas a favor del Big Bang, y ha sido sobre todo su estudio detallado lo que ha recabado los ansiados datos experimentales en cosmología. Gracias a ello la investigación del origen del universo es hoy un área de gran actividad.

El análisis en profundidad de la radiación de fondo empezó en los años noventa con el satélite COBE, de la NASA. Un tipo de información que los científicos sabían que debía contener la radiación de fondo tenía que ver precisamente con la formación de las galaxias. Si hoy se observan -como efectivamente ocurre- acumulaciones de materia, hay que suponer que en el principio del universo también hubo irregularidades, por muy pequeñas que fueran. Y esas irregularidades debían estar en la radiación de fondo, medibles en forma de variaciones de temperatura.

La predicción de Mukhanov y Hawking indicaba que el origen de esas irregularidades se debía a fluctuaciones cuánticas, y calculaba cómo se traducirían a variaciones de temperatura en la radiación de fondo.

Sin embargo, las medidas de los primeros satélites, aunque consolidaron a grandes rasgos el modelo del Big Bang, tenían un grado de precisión aún demasiado bajo como para confirmar o desmentir la teoría de Mukhanov y Hawking. Lo que Mukhanov llamó ayer "la palabra final" la puso el satélite Planck, de la Agencia Espacial Europea (ESA), en 2013.

Planck midió la temperatura de la radiación de fondo en toda la esfera celeste con una precisión nunca antes alcanzada -millonésimas de grado-, y pudo así detectar regiones donde esa temperatura variaba ligerísimamente. "Planck ha medido exactamente, "con una precisión del 99,999999....%, lo que habíamos predicho", dice emocionado Mukhanov.

"Hoy Zeldovich sería inmensamente feliz", prosigue, si conociera las medidas realizadas por el satélite Planck.

Mukhanov mostró además su satisfacción por recibir el premio junto a Hawking, a quien admira y con quien tiene una muy buena relación. No fue posible ayer obtener declaraciones del físico británico.

¿Por qué fluctuaciones cuánticas?

Una derivación de la predicción de los galardonados conduce a un aspecto de la teoría del Big Bang que aún no se considera demostrado: la inflación. Así llaman los físicos a un brevísimo periodo nada más iniciada la expansión en que el universo creció de forma mucho más rápida a como lo ha seguido haciendo después. Para Mukhanov, la inflación es la mejor manera de explicar que las fluctuaciones cuánticas crecieron hasta dar lugar a las acumulaciones de materia actuales, pero admite que otros apuestan por hipótesis alternativas.

De lo que no hay duda es de que las fluctuaciones cuánticas existieron: sin ellas no hay manera de explicar las variaciones de temperatura medidas por Planck en la radiación de fondo.

Ante la pregunta de por qué pensó en ellas como origen de las galaxias, Mukhanov responde: “¿Y quién sabe por qué se piensan las cosas?”. Sí explica que las fluctuaciones cuánticas son una conclusión obligada de uno de los principios sobre los que se sustenta toda la mecánica cuántica: el Principio de Incertidumbre de Heisenberg.

Este principio dice que no es posible tener una partícula en reposo absoluto en un punto dado: existe siempre una incertidumbre tanto en su posición como en su velocidad. Aplicado a una distribución homogénea de materia, como la que se supone que constituye el universo en sus primeros momentos, el principio de incertidumbre diría que no podemos localizar simultáneamente la materia y su velocidad y que, como consecuencia de ello, se producirían siempre irregularidades; es decir, las citadas fluctuaciones.

Biografías

Stephen Hawking nació en Oxford el 8 de enero de 1942, el día que se cumplía el 300 aniversario de la muerte de Galileo Galilei. Quería estudiar Matemáticas en la universidad, pero como en Oxford -el alma mater de su padre y de su madre- no era posible hacerlo a finales de los años 50, se matriculó en Ciencia Natural y más tarde se especializó en Física. A continuación se trasladó al Trinity College de Cambridge, donde se doctoró en Cosmología.

Con 24 años ganó el Adam Prize, de la Facultad de Matemáticas de Cambridge, por su estudio *Singularidades y geometría del espacio-tiempo* y con 32 fue elegido miembro de la Royal Society. Ese mismo año había comenzado su investigación sobre los agujeros negros, postulando que después del Big Bang se formaron diminutos agujeros negros primitivos y que debían crear y emitir partículas térmicamente, lo que dio lugar a la denominación de “radiación de Hawking”.

En 1979 accedió a la Cátedra Lucasiana de Matemáticas de la Universidad de Cambridge, creada en 1663 y cuyo segundo titular fue Isaac Newton. Desempeñó este puesto hasta su jubilación en 2009. Después se convertiría en director de investigación en el Centro de Cosmología Teórica de esta misma universidad.

Hawking ha destacado también en su faceta divulgativa con obras tan conocidas como *Historia del tiempo: del Big Bang a los agujeros negros*, *El universo en una cáscara de nuez* y *El gran diseño*.

Viatcheslav Mukhanov (Kanash, antigua URSS, 1952), se interesó por la Física desde muy joven. En 1972 se matriculó en el Instituto de Investigación Nuclear de Moscú, orientado principalmente a la Física aplicada. "A mí me interesaban más el cielo, las estrellas y la relatividad general", pero solo "permitían estudiar física teórica a 20 de cada 600 alumnos, que además eran divididos en dos grupos, el Instituto Landau y el Instituto Lebedev". Su perseverancia en los estudios le permitió, finalmente, incorporarse al segundo grupo, liderado entonces por el profesor Vitali Ginzburg, premio Nobel en 2003 por sus trabajos sobre la superconductividad. Fue así como se convirtió en astrofísico, aunque su sueño era entrar en el campo de la cosmología.

Su trabajo de tesis consistía en formular una nueva teoría de la formación de las galaxias que superase a las existentes. Descontento con el resultado de sus investigaciones, se cruzó por su camino Guennadi Chibisov, otro miembro del Instituto Lebedev diez años mayor, quien le sugirió cuantificar las desigualdades y explicar así el origen de la estructura del universo. A Mukhanov le intrigaba si las fluctuaciones cuánticas podían o no explicar la estructura del universo. "Pasé cerca de un año haciendo cálculos. Las fórmulas ocupaban páginas y páginas, sin esperanza de que pudieran llegar a ser de utilidad". Sin embargo, en primavera pudo presentar sus primeras conclusiones en la publicación 138 del Instituto Lebedev. No fue hasta un año después, en mayo de 1981, cuando gracias a la ayuda de Ginzburg el *JETP Letters* publicó su trabajo "Quantum fluctuations and a nonsingular universe" con sus predicciones. En 1988, recibió la medalla de oro de la Academia de las Ciencias de la URSS.

A principios de los años 90, con el desmoronamiento de la URSS, conoció al cosmólogo Robert Branderberger, a quien convenció para escribir un artículo sobre perturbaciones cosmológicas que en 1992 le valió un puesto postdoctoral en el ETH Zurich. Allí permaneció cinco años hasta aceptar su cargo actual en la Universidad Ludwig-Maximilians de Múnich, donde ejerce como titular de la Cátedra de Cosmología.

Sobre los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

La Fundación BBVA fomenta, apoya y difunde la investigación científica y la creación artística de excelencia, en la certeza de que la ciencia, la cultura y el conocimiento en su sentido más amplio son los pilares de un futuro mejor para las personas. La Fundación BBVA diseña y desarrolla su actividad en colaboración con las principales instituciones científicas y culturales nacionales e internacionales, y con la aspiración permanente de incentivar de manera singular los proyectos que desplazan las fronteras de lo conocido.

En 2008 la Fundación BBVA creó los premios Fronteras del Conocimiento para reconocer a los autores de avances particularmente significativos en un amplio abanico de áreas científicas, tecnológicas y artísticas, disciplinas que responden

al mapa del conocimiento en la última parte del siglo XX y en el presente, así como a retos fundamentales como el cambio climático y la cooperación al desarrollo, áreas todas ellas merecedoras de una mayor visibilidad y reconocimiento social.

Las **ocho categorías** incluyen áreas clásicas -*Ciencias Básicas (Física, Química y Matemáticas)* y *Biomedicina*-; otras más recientes, características de nuestro tiempo -*Tecnologías de la Información y la Comunicación, Ecología y Biología de la Conservación, Cambio Climático, Economía, Finanzas y Gestión de Empresas, y Cooperación al Desarrollo*; y un área particularmente innovadora de las artes, *Música Contemporánea*.

Los **jurados** de cada categoría están compuestos por destacados expertos en sus respectivas áreas, que operan con completa independencia y utilizan los criterios internacionales de reconocimiento de la excelencia. En la organización de los premios la Fundación BBVA cuenta con la colaboración de la principal entidad pública española de investigación, el **Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)**. El CSIC designa Comisiones Técnicas de Evaluación que llevan a cabo una primera valoración de las candidaturas y, posteriormente, elevan al jurado una propuesta razonada de finalistas. El CSIC designa también la Presidencia de cada uno de los jurados.

En la categoría de Ciencias Básicas los miembros de la **comisión técnica del CSIC** han sido **Diego Córdoba Gazolaz**, profesor de investigación del Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT-CSIC); **Carmen García García**, profesora de investigación del Instituto de Física Corpuscular, del CSIC y de la Universidad de Valencia; **Joaquín Pérez Pariente**, profesor de investigación del Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (ICP-CSIC); **Francisco Javier Rojo Marcos**, investigador científico y coordinador del área de Ciencias y Tecnologías Químicas de Instituto de Investigaciones Químicas (IIQ-CSIC); **Hernán Ruy Míguez García**, profesor de investigación del Instituto de Ciencias Materiales de Sevilla, del CSIC y la Universidad de Sevilla; y **José Manuel Serrá Alfaro**, profesor de investigación del Instituto de Tecnología Química del CSIC y de la Universidad Politécnica de Valencia.

Jurado de Ciencias Básicas (Física, Química y Matemáticas)

El jurado de esta categoría ha sido presidido por **Theodor W. Hänsch**, titular de la Cátedra Carl Friedrich v. Siemens en la Facultad de Física de la Universidad Ludwig-Maximilians de Múnich (Alemania) y premio Nobel de Física 2005; y cuenta como secretario con **Avelino Corma**, profesor de investigación en el Instituto de Tecnología Química del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y de la Universidad Politécnica de Valencia (CSIC-UPV) (España). El resto de los miembros son **Ignacio Cirac**, director de la División Teórica del Instituto Max Planck de Óptica Cuántica (Alemania); **Trevor Hastie**, catedrático John A. Overdeck de la Universidad de Stanford (EE. UU.); **Nigel Hitchin**, catedrático Savilian de Geometría de la Universidad de Oxford (Reino Unido); **Martin Quack**, director del Grupo de Cinética y Espectroscopia Molecular en la Escuela

Politécnica Federal (ETH) de Zúrich (Suiza); y **Sandip Tiwari**, catedrático Charles N. Mellows de Ingeniería en la Universidad de Cornell (EE. UU.).

Premiados otras ediciones

Puede conocer los galardonados de otros años en el siguiente [link](#):

<http://www.fbbva.es/TLFU/tlfu/esp/microsites/premios/fronteras/galardonados/2015/index.jsp>

CALENDARIO DE ANUNCIO DE LOS PRÓXIMOS GALARDONADOS

CATEGORÍA	FECHA
Biomedicina	Martes, 26 de enero de 2016
Ecología y Biología de la Conservación	Martes, 2 de febrero de 2016
Música Contemporánea	Martes, 9 de febrero de 2016
Economía, Finanzas y Gestión de Empresas	Martes, 16 de febrero de 2016
Cooperación al Desarrollo	Martes, 23 de febrero de 2016

PRIMERAS DECLARACIONES E IMÁGENES DEL PREMIADO

Pueden acceder a un vídeo con la primera entrevista al premiado tras recibir la noticia del galardón en el FTP de Atlas con estas coordenadas y nombre:

Servidor: **213.0.38.61**

Usuario: **AgenciaAtlas5**

Contraseña: **premios**

El vídeo lleva por nombre:

"PREMIO CIENCIAS BÁSICAS PROFESORES VIATCHESLAV MUKHANOV Y STEPHEN HAWKING "

En caso de incidencias, por favor, contactad con Alejandro Martín de la productora ATLAS:

Móvil: 639 16 58 61

E-Mail: amartin@atlas-news.com

Fundación BBVA

Para más información, póngase en contacto con el Departamento de Comunicación y Relaciones Institucionales de la Fundación BBVA (91 374 52 10; 91 537 37 69; 91 374 81 73 o comunicacion@fbbva.es) o consultar en la web www.fbbva.es