

En la categoría de Ciencias Básicas

## Premio Fronteras del Conocimiento a Charles Fefferman y Jean-François Le Gall por sus contribuciones fundamentales en dos áreas de las matemáticas con numerosas ramificaciones

- **Los dos galardonados han abierto “nuevas perspectivas** en el análisis matemático y la teoría de la probabilidad, con una enorme influencia sobre toda una generación de matemáticos”, según resalta el acta del jurado
- **Ambos han introducido “poderosas técnicas de análisis** para resolver problemas matemáticos de larga duración, algunos de los cuales están motivados por preguntas fundamentales de la física teórica”
- **Fefferman es un matemático extraordinariamente versátil**, autor de resultados en áreas tan aparentemente distantes como la descripción matemática del comportamiento de fluidos, el análisis de las leyes de la mecánica cuántica o las propiedades del grafeno y otros materiales bidimensionales
- **Le Gall ha realizado contribuciones fundamentales** a la teoría de la probabilidad, y una parte importante de su trabajo está motivada por modelos físicos que intentan explicar el mundo cuántico a escala atómica y en la época del origen del universo

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Ciencias Básicas en su XIV edición ha reconocido las contribuciones fundamentales de los profesores **Charles Fefferman**, de la Universidad de Princeton, y **Jean-François Le Gall**, de la Universidad París-Saclay, a dos áreas de las matemáticas que han tenido numerosas ramificaciones con aplicaciones en múltiples campos.

24 de febrero de 2022

Según el acta del jurado, los galardonados han abierto “nuevas perspectivas en el análisis matemático y la teoría de la probabilidad, con una enorme influencia sobre toda una generación de matemáticos”. El jurado ha subrayado, además, que ambos “han introducido poderosas técnicas de análisis para resolver problemas matemáticos con una larga historia, algunos de los cuáles están motivados por preguntas fundamentales de la física teórica”.

El profesor Fefferman, catedrático de Matemáticas Herbert E. Jones, Jr. '43 en la Universidad de Princeton (Nueva Jersey, Estados Unidos), está considerado uno de los matemáticos actuales más versátiles, autor de resultados en áreas tan aparentemente distantes como la descripción matemática del comportamiento de fluidos, el análisis de las leyes de la mecánica cuántica o las propiedades del grafeno y otros materiales bidimensionales. Fefferman “ha introducido novedosas técnicas que permiten estudiar la estructura detallada de las funciones y el comportamiento de las soluciones de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, incluidas las que aparecen en la dinámica de fluidos”, destaca el acta del jurado.

Le Gall investiga en teoría de la probabilidad, y una parte importante de su trabajo procede de modelos físicos que intentan explicar el mundo cuántico a escala atómica y en la época del origen del universo, con el desarrollo de una teoría cuántica de la gravedad.

### **“Siento que los problemas me atrapan”**

Fefferman ingresó en la Universidad de Maryland (EEUU) con solo 14 años y publicó su primer trabajo matemático un año más tarde. En 1971, con 22 años, se convirtió en el catedrático más joven de Estados Unidos. Parte de su extensa carrera tiene una estrecha relación con España y en concreto con la escuela matemática de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), iniciada cuando el matemático español Antonio Córdoba, actualmente catedrático emérito de Análisis Matemático en la UAM, se trasladó a Chicago para ser su primer estudiante de doctorado. Ambos investigadores han mantenido una estrecha relación, y Fefferman ha obtenido importantes resultados matemáticos también en colaboración con el hijo de Córdoba, Diego.

Fefferman “destaca por su versatilidad”, afirma el profesor Córdoba, uno de los cinco nominadores que ha promovido su candidatura para este galardón. “Lo normal es que un matemático haga contribuciones fundamentales en una o dos áreas; Fefferman las ha hecho en análisis armónico, en ecuaciones en derivadas parciales, en problemas de mecánica cuántica y también en el área de mecánica de los fluidos, donde dio con la clave de un resultado que abrió un camino para entender la turbulencia”.

24 de febrero de 2022

Otros resultados de su trabajo tienen que ver con computación, matemática financiera, redes neuronales y física del estado sólido. “Esta diversidad de áreas es lo que hacen que Fefferman sea un matemático excepcional”, añade Córdoba.

Entrevistado tras conocer el fallo del jurado, Fefferman ha explicado que para él, el salto entre áreas es natural: “Tengo la sensación de que yo no elijo los problemas, sino que ellos me eligen a mí. Me entero de algún problema y es tan fascinante que no puedo dejar de pensar en él. Y si pertenece a un campo que no he estudiado anteriormente, pero creo que tengo alguna posibilidad de poder contribuir algo a resolverlo, lo intento”.

No se siente, sin embargo, experto en muchas áreas: “Cuando la gente me habla de lo que está haciendo en el mundo de las matemáticas, a veces me siento muy ignorante porque están pasando tantas cosas que el abordaje de cada nuevo tema exige mucho trabajo previo”.

Fefferman ha realizado largas estancias de investigación en España, ha dirigido la tesis doctoral a siete matemáticos de nuestro país y colabora con una docena de ellos. Su investigación con el grupo de Diego Córdoba en el Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT), en Madrid, logró describir matemáticamente cómo rompen las olas, demostrando así que, tal como se esperaba –y como cualquiera puede observar, porque efectivamente las olas rompen–, en el movimiento de los fluidos se producen fenómenos llamados singularidades –que se corresponden con el *splash* de la ola–. El resultado es importante porque certifica que, en efecto, el modelo que usan los físicos para describir el fenómeno es correcto. “Una de las funciones de los matemáticos es actuar de notarios, dando fe de que los modelos de la Ciencia están bien propuestos”, explica Córdoba.

Fefferman contabiliza en “varias docenas” los problemas que ha resuelto a lo largo de su carrera. Escogió como uno de sus favoritos el llamado teorema de la dualidad, porque es un resultado que conecta dos conceptos muy distintos, proporcionando una herramienta funcional que abrió nuevas perspectivas en el Análisis Armónico. Le gusta en parte porque es de los que menos ha tardado en resolver: “apenas un par de semanas”, frente a otros que le han llevado “hasta 20 años”.

A sus 73 años sigue investigando. Trabaja ahora en definir matemáticamente las curiosas propiedades físicas de los nuevos materiales bidimensionales, con problemas como el comportamiento de los electrones en el borde de una lámina de grafeno. También, en un problema de la teoría de control: cómo controlar un sistema cuyo comportamiento no se conoce,

24 de febrero de 2022

el equivalente a lo que logra un piloto cuando “el avión resulta gravemente dañado por alguna razón y él aprende a controlarlo y logra aterrizar. Es un problema enorme, pero estamos progresando”, asegura el galardonado.

En palabras de Córdoba, “Fefferman ha tenido como hábito de investigación abrir nuevos caminos y perspectivas, dejar trabajo a los demás para muchos años y cambiarse rápidamente a otro tema”.

### **La geometría de los movimientos aleatorios**

Jean-François Le Gall ha “transformado profundamente el área de la teoría de la probabilidad”, escribe Emmanuel Royer, director científico adjunto del Instituto Nacional de Ciencias Matemáticas y sus Interacciones (Centro Nacional de Investigación Científica, CNRS, Francia), institución que ha nominado al matemático francés.

Para la catedrática de la Facultad de Matemáticas de la Universitat de Barcelona Marta Sanz-Solé, investigadora también en probabilidad y gran conocedora del trabajo de Le Gall, sus aportaciones son “realmente cruciales, porque han generado a su vez nueva investigación en torno a sus resultados, y por el impulso a las conexiones con la física matemática”.

Gran parte de los problemas en que trabaja Le Gall proceden de la física, aunque él se describe –según ha declarado en una entrevista tras conocer el fallo– como un “matemático teórico que trabaja en objetos matemáticos interesantes en sí mismos, sin pensar en las aplicaciones”. Las matemáticas avanzan, afirma, “por una motivación estética”.

Su primer trabajo se centró en el movimiento browniano matemático. Se trata de un área que remite a Albert Einstein, quien logró explicar el movimiento aleatorio de granos de polen flotando en agua como el resultado de la vibración de las moléculas del fluido, y demostró así que los átomos y moléculas realmente existen. Le Gall ha investigado la geometría que resulta de las trayectorias de las partículas en el movimiento browniano: “He trabajado mucho en el estudio del movimiento browniano, que describe el movimiento aleatorio de una partícula sujeta a cambios continuos de dirección, y he introducido varios objetos importantes relacionados con el movimiento browniano”.

En los últimos quince años su investigación ha creado una nueva rama en teoría de la probabilidad basada en la investigación de las llamadas “esferas brownianas”. No son realmente

24 de febrero de 2022

esferas, sino “objetos matemáticos” –explica el premiado– de superficie irregular que surgen cuando decenas de miles de triángulos diminutos se pegan al azar unos a otros. “Los físicos inventaron estas esferas como modelo para la teoría de la gravedad cuántica”, señala, “mi contribución ha consistido en hacer que este modelo sea riguroso”. El campo atrae ahora gran actividad matemática y “ha abierto nuevas perspectivas de investigación”.

Uno de los resultados que Le Gall sitúa entre sus favoritos es de hace nueve años y hace referencia a estas esferas brownianas; en concreto, demuestra su “unicidad” en el sentido matemático: “Era una cuestión clave, un problema que llevaba abierto unos ocho años”, explica. “Es importante porque si no eres capaz de demostrar la unicidad de tu modelo no puedes saber si realmente funciona”.

## El poder transformador de las matemáticas

Ambos galardonados defienden la importancia crucial de las matemáticas en el mundo actual, tanto para impulsar el avance del conocimiento en todos los campos de la ciencia, como para sentar las bases del desarrollo tecnológico.

“El funcionamiento de cualquiera de los *gadgets* que utilizamos todos los días”, señala Fefferman, “depende de las matemáticas, y para que un *gadget* sea capaz de hacer lo que queramos, antes se ha tenido que resolver un problema matemático”.

El catedrático de Princeton considera que “la principal utilidad de las matemáticas es su capacidad para aportar grandes ideas que jamás hubieran emergido si no fuera por ellas, y que han transformado el mundo. Todavía no sabemos cuál será la gran idea que traerán las matemáticas en el siglo XXI, pero en el siglo XX fue el ordenador. Antes de que existieran ordenadores, los matemáticos se dedicaron a pensar sobre lo que se podía calcular y lo que significaba computar algo, e imaginaron máquinas que, posteriormente, en el contexto de la II Guerra Mundial, llevaron al desarrollo de los primeros ordenadores, que fueron ideados por matemáticos”. Por ello, Fefferman considera que la revolución de la informática es el ejemplo perfecto que refleja cómo, “a partir del trabajo de muchos matemáticos, nacen ideas que pueden transformar el mundo de maneras impredecibles”.

Le Gall, por su parte, destaca no solo el papel fundamental de las matemáticas en las tecnologías que usamos en nuestra vida cotidiana, “como el GPS, que está basado en análisis matemático avanzado”, sino su contribución indispensable para el avance del conocimiento en todos los

24 de febrero de 2022

campos: “Las matemáticas son el lenguaje de la ciencia, así que es muy importante resaltar, por ejemplo, que los físicos, al igual que los químicos o los biólogos, utilizan matemáticas para comprender la naturaleza. La mecánica cuántica, por ejemplo, o la relatividad, dependen de una matemática profunda. Es fundamental para la ciencia contar con buenos modelos matemáticos”.

### Nominadores de los galardonados

**Charles Fefferman** ha sido nominado por Antonio Córdoba, catedrático emérito de Análisis Matemático de la Universidad Autónoma de Madrid (España); el Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT), España; Joseph J. Kohn, catedrático emérito de Matemáticas de la Universidad de Princeton (EE.UU.); Assaf Naor, catedrático de Matemáticas de la Universidad de Princeton (EE.UU.); la Real Sociedad Matemática Española (RSME); y Yakov Sinai, catedrático emérito de Matemáticas en la Universidad de Princeton (EE.UU.).

**Jean-François Le Gall** ha sido nominado por el Instituto Nacional de Ciencias Matemáticas y sus Interacciones del Centro Nacional de Investigación Científica Investigación Científica (CNRS, Francia).

### Biografías de los premiados

**Charles Fefferman** (Washington D.C., Estados Unidos, 1949) se licenció en Matemáticas y Físicas en la Universidad de Maryland en 1966, a la edad de 17 años, y se doctoró en Matemáticas en la Universidad de Princeton, a la edad de 20 (1969). En 1971 ya era catedrático en la Universidad de Chicago y en 1973 regresó a Princeton, donde hoy es Herbert E. Jones, Jr. '43 University Professor of Mathematics. Autor de unos 150 artículos científicos, ha formado parte del Consejo Editorial de revistas como *Advances in Mathematics*, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *Communications in Partial Differential Equations*, *Revista Matemática Iberoamericana* y el *Journal of Fourier Analysis and Applications*. Ha sido profesor visitante en las universidades de Maryland, Nueva York y París, así como en el Instituto Tecnológico de California, el Instituto Weizmann y la Universidad Bar-Ilan (ambos en Israel) y en la Universidad Autónoma de Madrid, donde actualmente dirige, en el Instituto de Ciencias Matemáticas, un laboratorio dedicado a problemas de mecánica de fluidos.

**Jean-François Le Gall** (Morlaix, Francia, 1959) se doctoró en Matemáticas en la Universidad Pierre y Marie Curie (París VI) en 1982 y en 1987 leyó su tesis de Estado en Matemáticas en la

24 de febrero de 2022

misma universidad. Entre 1983 y 2007 desarrolló su carrera en las universidades Pierre y Marie Curie y la Escuela Normal Superior de París; en esta última fue catedrático y director de Estudios Matemáticos y del Máster en Matemáticas e Informática. Desde 2006 es catedrático en el Laboratorio de Matemáticas de Orsay de la Universidad París-Saclay, donde ha codirigido el Máster en Probabilidad y Estadística, ha dirigido el Grupo de Probabilidad y Estadística y ha sido miembro sénior del Instituto Universitario de Francia. Le Gall es, además, investigador principal de GeoBrown, un proyecto que ha merecido un ERC Advanced Grant, vicepresidente de Investigación del Departamento de Matemáticas de Orsay y vicepresidente del Comité Nacional Francés de Matemáticos. Autor de más de 130 publicaciones en revistas científicas, es editor asociado de la serie editorial Grundlehren der mathematischen Wissenschaften (Principios de ciencias matemáticas) y de la revista *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*.

### Jurado y Comité Técnico de Ciencias Básicas

El jurado de esta categoría ha estado presidido por **Theodor Hänsch**, director de la División de Espectroscopia Láser del Instituto Max Planck de Óptica Cuántica (Alemania), y premio Nobel de Física; y ha contado como secretario con **Jeffrey Long**, catedrático de Química y catedrático de Ingeniería Química y Biomolecular en la Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos). Los vocales han sido **Emmanuel Candès**, titular de la Cátedra Barnum-Simons en Matemáticas y Estadística en la Universidad de Stanford (Estados Unidos); **Nigel Hitchin**, catedrático emérito Savilian de Geometría en el Instituto Matemático de la Universidad de Oxford (Reino Unido); **Hongkun Park**, titular de la Cátedra Mark Hyman Jr. de Química y catedrático de Física en la Universidad de Harvard (Estados Unidos); **Martin Quack**, director del Grupo de Cinética y Espectroscopia Molecular en el Laboratorio de Química Física de la Escuela Politécnica Federal (ETH) de Zúrich (Suiza); y **Sandip Tiwari**, titular de la Cátedra Charles N. Mellowes de Ingeniería en la Universidad Cornell (Estados Unidos).

En cuanto al **Comité Técnico de Apoyo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)**, ha estado coordinado por **M.<sup>a</sup> Victoria Moreno**, vicepresidenta adjunta de Áreas Científico-Técnicas del CSIC, e integrado por **Alberto Casas González**, profesor de investigación en el Instituto de Física Teórica (IFT, CSIC-UAM); **Francisco García Labiano**, coordinador adjunto del Área Global Materia e investigador científico en el Instituto de Carboquímica (ICB, CSIC); **Berta Gómez-Lor Pérez**, investigadora científica en el Instituto de Ciencias Materiales de Madrid (ICMM); **Alejandro Luque Estepa**, científico titular en el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA, CSIC); y **María Luz Sanz Murias**, investigadora científica en el Instituto de

24 de febrero de 2022

Química Orgánica General (IQOG, CSIC).

## **Sobre los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento**

La Fundación BBVA tiene como foco de su actividad el fomento de la investigación científica y la creación cultural de excelencia, así como el reconocimiento del talento.

Los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento reconocen e incentivan contribuciones de singular impacto en la ciencia, la tecnología, las humanidades y la música, en especial aquellas que amplían significativamente el ámbito de lo conocido en una disciplina, hacen emerger nuevos campos o tienden puentes entre diversas áreas disciplinares. El objetivo de los galardones, desde su creación en 2008, es celebrar y promover el valor del conocimiento como un bien público sin fronteras, que beneficia a toda la humanidad porque es la mejor herramienta de la que disponemos para afrontar los grandes desafíos globales de nuestro tiempo y ampliar la visión del mundo de cada individuo. Sus ocho categorías atienden al mapa del conocimiento del siglo XXI, desde el conocimiento básico hasta los campos dedicados a entender e interactuar el entorno natural, pasando por ámbitos en estrecha conexión, como la biología y la medicina o la economía, las tecnologías de la información, las ciencias sociales y las humanidades y un área universal del arte como la música. Están dotados con 400.000 euros en cada una de las ocho categorías, un símbolo artístico creado por la artista Blanca Muñoz y un diploma.

En la evaluación de las nominaciones al Premio Fronteras del Conocimiento en la categoría de Ciencias Básicas, procedentes de numerosas instituciones y países, la Fundación BBVA cuenta desde la primera edición de los premios con la colaboración de la principal organización pública española de investigación, el CSIC. El Consejo Superior de Investigaciones Científicas designa Comités Técnicos de Apoyo, integrados por destacados especialistas del correspondiente ámbito de conocimiento, que llevan a cabo la primera valoración de las candidaturas, elevando al jurado una propuesta razonada de finalistas. El CSIC designa, además, la presidencia de cada uno de los jurados en las ocho categorías de los premios y colabora en la designación de todos sus integrantes, contribuyendo así a garantizar la objetividad en el reconocimiento de la innovación y excelencia científica.



XIV Edición  
**Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento**

Con la colaboración del  
**CSIC**

[www.premiosfronterasdelconocimiento.es](http://www.premiosfronterasdelconocimiento.es)

24 de febrero de 2022

**CONTACTO:**

**Departamento de Comunicación y Relaciones Institucionales**

Tel. 91 374 52 10 / 91 374 81 73 / 91 537 37 69

[comunicacion@bbva.es](mailto:comunicacion@bbva.es)

Para información adicional sobre la Fundación BBVA, puede visitar: [www.fbbva.es](http://www.fbbva.es)