Nota de prensa
14 de febrero de 2024

En la categoría de Ciencias Básicas

Premio Fronteras del Conocimiento a Claire Voisin y Yakov Eliashberg por impulsar el avance del pensamiento matemático al tender puentes entre dos áreas clave de la geometría

- **Los galardonados han logrado "contribuciones sobresalientes"** al desarrollo de dos vertientes de la geometría que exploran "espacios de grandes dimensiones, son difíciles de visualizar y hacen necesarias nuevas técnicas matemáticas para comprenderlos y estudiarlos", según resalta el acta del jurado

- **Sus investigaciones han "cruzado la frontera"** entre dos campos distintos de la geometría, intercambiando ideas y herramientas que "han estimulado enormemente la investigación internacional" en esta área de las matemáticas

- **Estas dos áreas de la geometría han adquirido una especial importancia** en los últimos años al vincularse con las teorías de la física cuántica, que explora las propiedades más fundamentales de la materia y la energía a escala subatómica

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Ciencias Básicas ha sido concedido en su XVI edición a Claire Voisin (Centro Nacional de Investigación Científica, CNRS, Francia) y Yakov Eliashberg (Universidad de Stanford, EEUU) por impulsar el avance del pensamiento matemático al derribar barreras y tender puentes entre dos áreas clave de la geometría. Los investigadores galardonados han realizado "contribuciones sobresalientes" a las denominadas geometrías algebraica y simpléctica, que exploran "espacios de grandes dimensiones, son difíciles de visualizar y hacen necesarias nuevas técnicas matemáticas para comprenderlos y estudiarlos", en palabras del jurado.

Estos dos campos han adquirido una especial importancia en los últimos años al vincularse con las teorías de la física cuántica, que explora las propiedades más fundamentales de la materia y la energía a escala subatómica. Trabajando de manera independiente, los matemáticos

galardonados "han desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de estos aspectos diversos de la geometría, en particular al adaptar y relacionar conceptos de uno y otro campo, cruzando la frontera entre ambas disciplinas". Por ello, sus contribuciones "han estimulado enormemente la investigación internacional en ambas áreas de las matemáticas", concluye el acta del fallo.

"Cuando se derriban las fronteras entre dos áreas de las matemáticas, esto resulta muy estimulante para los investigadores de nuestra disciplina, ya que permite adoptar un nuevo lenguaje y posiblemente un nuevo marco, una nueva forma de ver las cosas desde el otro lado, lo que te permite avanzar más. Si puedes enmarcar un problema que te plantea un desafío desde otra perspectiva, a veces puedes encontrar el camino a seguir. Esta ha sido una contribución fundamental de Voisin y Eliashberg, que han impulsado el progreso de las matemáticas al romper barreras entre áreas diversas de la geometría", explica el profesor Nigel Hitchin, catedrático emérito Savilian de Geometría en el Instituto Matemático de la Universidad de Oxford (Reino Unido) y miembro del jurado.

La geometría algebraica es una disciplina clásica de las matemáticas que parte de una clase de ecuaciones sencillas, aquellas definidas por polinomios, y estudia sus soluciones desde el punto de vista de la geometría. "Es una disciplina que tiene una cierta rigidez", explica Hitchin, porque al modificar, incluso ligeramente, los objetos geométricos que trata, sus propiedades pueden cambiar hasta el punto de volverse irreconocibles. Por otro lado, la geometría simpléctica, de la que Eliashberg contribuyó a sentar las bases, surge a partir de los objetos geométricos que describen el movimiento en física. Es, en principio, una disciplina "más flexible", apunta Hitchin, ya que desde su origen estudia cómo varían la posición y la velocidad a lo largo del tiempo.

Los matemáticos premiados han establecido paralelismos entre la geometría algebraica y simpléctica, sacando a la luz los aspectos más flexibles de la primera y los más rígidos de la segunda, además de aplicar herramientas procedentes de cada disciplina para estudiar problemas en principio asignados a la otra.

El descubrimiento de una "simetría de espejo" entre dos áreas de la geometría

Voisin recuerda que su relación con las matemáticas no se debió a ningún "flechazo" repentino, sino que más bien fue una pasión fraguada lentamente a lo largo de muchos años. De hecho, aunque la asignatura siempre se le dio "muy bien" en el colegio, al principio no le atraía especialmente porque le parecía "poco profunda". Sin embargo, su actitud empezó a cambiar

al descubrir el álgebra en un libro de texto que le recomendó su hermano mayor, y fue entonces cuando empezó a "hacer matemáticas por placer" durante su adolescencia. Aun así, incluso entonces no se planteó dedicarse profesionalmente a esta disciplina, sino que únicamente "hacía lo que me interesaba, sin pensar en el futuro". Fue en su etapa universitaria, y sobre todo al embarcarse en su tesis doctoral, cuando descubrió "las ideas maravillosas" de la topología algebraica, un campo que emplea las herramientas del álgebra para estudiar ciertas propiedades de los objetos geométricos, y empezó a "interesarse profundamente" en el pensamiento matemático. "De repente, poco a poco", recuerda, "me di cuenta de que aquello se estaba volviendo sumamente interesante".

Así comenzó una prolífica carrera investigadora que dio lugar a notables aportaciones al campo de la geometría algebraica. Muy pronto reparó en que la llamada simetría de espejo, ya desarollada por otros autores, podía jugar un papel importante para tender puentes entre la geometría algebraica y la simpléctica. Puesto que ambas geometrías juegan un papel relevante en ciertas áreas de la física, ya existían sospechas de que los objetos matemáticos de una y otra disciplina tenían que estar relacionados. "Cuando me topé con la conjetura de la simetría de espejo, me chocó mucho", recuerda Voisin, y la propia sorpresa le inspiró para estudiarla en detalle. Plasmó sus conclusiones en el libro *Simetría de espejo*, publicado en 1996, contribuyendo así a crear "dinámicas de intercambio entre la geometría simpléctica y la algebraica", afirma.

Hoy en día, tanto la geometría simpléctica como la algebraica han cobrado una importancia renovada debido a su potencial para dotar de fundamentos matemáticos a la teoría cuántica de campos. Esta es una rama de la física cuántica que se emplea con gran éxito para estudiar la física de partículas, y que, sin embargo, no está del todo bien definida matemáticamente. Por ello, una línea de investigación puntera actualmente consiste en tratar de reconstruir la teoría cuántica de campos a partir de la geometría simpléctica o algebraica para luego explorar si las consecuencias físicas que se deducen de estas formulaciones coinciden con la realidad.

De entre sus trabajos posteriores, Voisin destaca que aquellos que le han proporcionado más "placer" son los artículos en los que ha obtenido "resultados importantes, pero relativamente fáciles de enunciar y que pude demostrar mediante un método elegante, simplemente porque di con una nueva manera de pensar en el problema". Por ejemplo, en un artículo publicado en 2004 en *Inventiones Mathematicae*, descubrió que existían ciertos objetos dentro de la geometría algebraica, llamados variedades de Kähler, que no se podían obtener a partir de

deformaciones de otras variedades aparentemente relacionadas. Para demostrar esta imposibilidad, empleó herramientas procedentes de la topología, una rama más relacionada con la geometría simpléctica que con la algebraica.

Del 'exilio interior' en la URSS a la transformación de las matemáticas desde Stanford

Nacido en Leningrado (hoy San Petersburgo) en 1946, la primera pasión de Eliashberg no fueron los números y las ecuaciones, sino la música. "Cuando era niño, pensaba que me iba a dedicar a tocar el violín toda mi vida", recuerda. Sin embargo, tras participar con gran éxito en unas olimpiadas escolares cuando tenía 13 años, fue invitado a participar en un club juvenil de matemáticas donde una "excelente profesora" le llevó a fascinarse por esta disciplina y a optar por esta carrera en la Universidad de Leningrado.

Pese a la brillantez que mostró como estudiante y el alto nivel de excelencia logrado en su tesis doctoral, recuerda que "diversas circunstancias" en la Unión Soviética de aquella época le obligaron a padecer una especie de exilio interior, ya que en 1972 fue enviado a trabajar a una universidad en la ciudad de Siktivkar, casi a 1.300 kilómetros al noroeste de Moscú, donde en invierno se alcanzaban temperaturas gélidas de muchos grados bajo cero. En 1979 intentó solicitar por primera vez un visado para salir del país, pero no solo fue rechazado, sino que en respuesta a su petición se le condenó a "una especie de limbo de ocho años", un periodo durante el que se le expulsó de la universidad y no pudo dedicarse a las matemáticas.

No fue hasta 1987, "gracias a la apertura de la Perestroika", cuando finalmente se le concedió un visado que le permitió viajar a Estados Unidos y reiniciar su brillante carrera investigadora, inicialmente en Berkeley y desde 1989 en Stanford, donde se convirtió en titular de la cátedra de matemáticas que sigue ocupando hoy.

La investigación de Eliashberg "ha transformado varias áreas de la geometría de manera fundamental, ha creado algunas nuevas, y ha revelado conexiones inesperadas entre áreas sin relación previa", en palabras de su nominador Kai Cieliebak, catedrático de Análisis y Geometría en la Universidad de Augsburgo (Alemania). El galardonado contribuyó a fundar el campo de la geometría simpléctica y otro relacionado, la topología simpléctica, que también estudia los objetos que describen el movimiento, aunque centrándose en aquellas de sus propiedades que no cambian cuando los objetos se deforman. Aunque las nociones fundamentales en estas dos áreas comenzaron a surgir en el siglo XIX y principios del XX, el resultado que demostró

14 de febrero de 2024

Eliashberg en los años 1980 fue el que realmente estableció la existencia de la topología simpléctica y la convirtió en el prolífico campo de investigación que es hoy.

Sin embargo, debido a la marginación a la que había sido sometido por el régimen soviético, no pudo publicar su trabajo hasta 1987, cuando apareció en la revista *Functional Analysis and its Applications*. Un año antes, había recibido una invitación para impartir una charla en el Congreso Internacional de Matemáticos (el encuentro más importante para esta comunidad a nivel mundial), pero "por supuesto que no se me permitió viajar, así que mi charla la tuvo que dar otra persona", recuerda.

Además, junto a Mikhail Gromov, estableció la Teoría del H Principio (*Homotopy Principle*), que permite resolver ecuaciones diferenciales y relaciones diferenciales, que tiene aplicaciones tanto en geometría diferencial, incluyendo topologia simpléctica y problemas de inmersión isométrica, como en ecuaciones en derivadas parciales y dinámica de fluidos.

El premiado también sentó, junto a Helmut Hofer y Alexander Givental, las bases de otra rama de la geometría llamada geometría de contacto y fundó una línea de trabajo dentro de la geometría y la topología simplécticas, llamada teoría simpléctica de campos, más estrechamente relacionada con la geometría algebraica. "Hay preguntas que puedes enfocar desde el lado simpléctico y también desde el algebraico, son perspectivas complementarias", apunta Eliashberg. Su trabajo ha demostrado que la combinación de ambos enfoques, muchas veces, constituye la clave para resolverlas.

La utilidad de una "fuente de sabiduría" con "una noción muy precisa de lo que es verdad"

Voisin reconoce que su investigación "no tiene ninguna aplicación directa" en la resolución de problemas prácticos. Al mismo tiempo, sin embargo, advierte de que en el campo de las matemáticas "nunca se sabe lo que puede ser útil" en un futuro, tanto para inspirar nuevos avances en el conocimiento básico de la naturaleza, como para impulsar el desarrollo de la tecnología.

En cualquier caso, para ella las matemáticas son ante todo "un hecho de la civilización", cuyo valor cultural es comparable a la música: "Hacer matemáticas", afirma, "es una fuente de sabiduría, una manera de obtener conocimiento que está en la raíz de algo fundamental en la actividad humana". Desde esta óptica, enfatiza, por un lado, el hecho de que los matemáticos

poseen "una noción muy precisa de lo que es verdad, de lo que se sabe y no se sabe. Para nosotros, un punto clave es demostrar. Cuando algo no se demuestra, no podemos llamarlo una afirmación".

Al mismo tiempo, en nuestra sociedad actual, inundada de pantallas y saturada de mensajes instantáneos por múltiples canales, Voisin reivindica las matemáticas como una disciplina mental imprescindible: "Para mí es una forma de concentración, y creo que hoy mucha gente no se da cuenta de lo importante que es saber concentrarse".

Eliashberg, por su parte, también resalta "la belleza de los nuevos mundos creados por las matemáticas", con frecuencia gracias al diálogo creativo entre perspectivas diversas: "Creo que, tanto en las matemáticas como en la ciencia en general, los resultados más maravillosos se consiguen al descubrir las conexiones entre conceptos y métodos que parecían no tener relación entre ellos. Me emociona la unificación de áreas diferentes de las matemáticas y la interacción fecunda que se logra al descubrir vínculos insospechados".

Al igual que Voisin, el premiado resalta el hecho de que, tal y como ha demostrado tantas veces la historia de la ciencia, "si logras una gran idea matemática, en algún momento esa idea traerá aplicaciones que beneficiarán a la sociedad". De hecho, sus propias investigaciones ya se están utilizando para el diseño de futuras misiones espaciales: "Algunos de mis colegas están colaborando con la NASA para tratar de aplicar herramientas derivadas de mi trabajo en la optimización de la trayectoria de una nave espacial o satélite, utilizando el mínimo combustible posible y aprovechando la fuerza gravitatoria de los planetas".

Por último, a Eliashberg le motiva especialmente que su trabajo como profesor sirva para inspirar a nuevas generaciones de jóvenes matemáticos que "puedan beneficiar a la sociedad de muchas maneras, quizá de maneras que yo ni siquiera soy capaz de imaginar".

Biografías de los premiados

Yakov Eliashberg (San Petersburgo, Rusia, 1946), de nacionalidad estadounidense, se doctoró en 1972 en la entonces Universidad de Leningrado, bajo la dirección de Vladimir Rikhlin. Ese mismo año se trasladó a la recién fundada Universidad de Siktivkar, capital de la república de Komi, donde dirigió el Departamento de Matemáticas hasta 1979. Entre 1981 y 1987 trabajó como

ingeniero de *software* en el Instituto de Contabilidad de Leningrado, apartado por las autoridades soviéticas de la carrera matemática tras solicitar un visado para emigrar. En 1988 logró trasladarse a Estados Unidos y desde 1989 es catedrático de la Universidad de Stanford, donde hoy desempeña la Cátedra Herald L. y Caroline L. Ritch de Matemáticas. Ha sido profesor visitante en universidades de siete países –desde Estados Unidos a Japón, pasando por Suiza o Reino Unido– y es editor asociado del *Journal of Symplectic Geometry* y miembro del Consejo Editorial de *Geometry and Topology*.

Claire Voisin (Saint-Leu-la-Forêt, Valle del Oise, Francia, 1962) se doctoró en 1986 por la Universidad de París Sur bajo la dirección de Arnaud Beauville y ese mismo año se incorporó al Consejo Nacional de Investigación Científica (CNRS) de Francia. Hoy es profesora de Investigación en el Instituto de Matemáticas de Jussieu-Paris Rive Gauche, un laboratorio de investigación que depende del CNRS, la Universidad de la Sorbona y la Universidad de París. Ha sido miembro del Centro de Matemáticas Laurent Schwartz de la Escuela Politécnica de París y fue la primera mujer matemática en incorporarse al Colegio de Francia, donde desempeñó la Cátedra de Geometría Algebraica entre 2016 y 2020. Ha sido ponente invitada en los principales centros de investigación y congresos especializados del mundo y ejerce o ha ejercido responsabilidades editoriales en publicaciones como *Mathematische Zeitschrift*, *Journal of Algebraic Geometry*, *Duke Mathematical Journal* o *Moduli*.

Nominadores

En esta edición se recibieron 83 nominaciones. Los investigadores premiados fueron nominados por Daniel Álvarez-Gavela, *assistant professor* en el Departamento de Matemáticas del Instituto Tecnológico de Massachusetts (Estados Unidos) y Premio de Investigación Matemática Vicent Caselles 2019; Kai Cieliebak, catedrático en el Instituto de Matemáticas de la Universidad de Augsburgo (Alemania); Radu Laza, catedrático en el Departamento de Matemáticas de la Universidad de Stony Brook (Estados Unidos); y Rafe Mazzeo, catedrático en el Departamento de Matemáticas de la Universidad de Stanford (Estados Unidos).

Jurado y Comité Técnico de Ciencias Básicas

El jurado de esta categoría ha estado presidido por **Theodor W. Hänsch,** director de la División de Espectroscopia Láser en el Instituto Max Planck de Óptica Cuántica (Alemania) y premio Nobel de Física; y ha contado con **Aitziber López Cortajarena**, profesora de investigación Ikerbasque, directora científica y líder del Grupo de Nanotecnología Biomolecular en CIC biomaGUNE, Centro de Investigación Cooperativa en Biomateriales (España), como secretaria. Los vocales han sido

14 de febrero de 2024

Emmanuel Candès, titular de la Cátedra Barnum-Simons en Matemáticas y Estadística de la Universidad de Stanford (Estados Unidos); **María José García Borge**, profesora de investigación en el Instituto de Estructura de la Materia (IEM), CSIC (España); **Nigel Hitchin**, catedrático emérito Savilian de Geometría en el Instituto Matemático de la Universidad de Oxford (Reino Unido); **Martin Quack,** catedrático y director del Grupo de Cinética y Espectroscopia Molecular en el ETH Zúrich (Suiza); y **Sandip Tiwari,** titular emérito de la Cátedra Charles N. Mellowes de Ingeniería en la Universidad Cornell (Estados Unidos) y *Distinguished Visiting Professor* en el Instituto Indio de Tecnología en Kanpur (India).

En cuanto al **Comité Técnico de Apoyo**, se ha estructurado en tres comisiones. La Comisión de Física ha estado coordinada por **Marisol Martín González**, coordinadora del Área Global Materia y profesora de investigación en el Instituto de Micro y Nanotecnología (IMN-CNM, CSIC); e integrada por **Alberto Casas González**, profesor de investigación en el Instituto de Física Teórica (IFT, CSIC-UAM); **Alfonso Cebollada Navarro**, profesor de investigación en el Instituto de Micro y Nanotecnología (IMN-CNM, CSIC); **Lourdes Fábrega Sánchez**, científica titular en el Instituto de Ciencias de Materiales de Barcelona (ICMAB, CSIC); y **Alejandro Luque Estepa**, científico titular en el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA, CSIC). La Comisión de Química ha estado coordinada por **José M. Mato**, director general de CIC bioGUNE y de CIC biomaGUNE, e integrada por **Miguel Ángel Bañares González**, profesor de investigación en el Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (ICP, CSIC); **Ethel Eljarrat Essebag,** investigadora científica y directora del Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA, CSIC); **Francisco García Labiano**, coordinador adjunto del Área Global Materia e investigador científico en el Instituto de Carboquímica (ICB, CSIC); **Jesús Jiménez-Barbero**, director científico de CIC bioGUNE y profesor de investigación Ikerbasque en el Área de Glicobiología Química; **Gonzalo Jiménez-Osés**, investigador principal en el Área de Química Computacional de CIC bioGUNE; **Luis Liz-Marzán**, investigador principal en el Área de Bio-nanoplasmónica de CIC biomaGUNE; **Aitziber López Cortajarena**, profesora de investigación Ikerbasque, directora científica e investigadora principal en el Área de Nanotecnología Biomolecular de CIC biomaGUNE; y **María Luz Sanz Murias**, investigadora científica en el Instituto de Química Orgánica General (IQOG, CSIC). La Comisión de Matemáticas ha estado coordinada por **José María Martell Berrocal**, vicepresidente de Investigación Científica y Técnica del CSIC, e integrada por **María Jesús Carro Rossell**, catedrática de Análisis Matemático en la Universidad Complutense de Madrid; **Alberto Enciso Carrasco**, profesor de investigación en el Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT, CSIC); **Francisco Martín Serrano**, catedrático de Geometría

14 de febrero de 2024

Diferencial de la Universidad de Granada; y **Rosa María Miró Roig**, catedrática del Departamento de Álgebra y Geometría de la Universidad de Barcelona (UB).

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, dotados con 400.000 euros en cada una de sus ocho categorías, 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 interaccionar 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.

En esta familia de premios la Fundación BBVA cuenta con la colaboración de la principal organización pública española de investigación, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), que 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 ocho 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.

CONTACTO:
Departamento de Comunicación y Relaciones Institucionales
Tel. 91 374 52 10 / 91 374 81 73 / 91 537 37 69
comunicacion@fbbva.es
Para información adicional sobre la Fundación BBVA, puede visitar: www.fbbva.es