



XVI Edición  
**Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento**  
**BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards**  
16th Edition

Fundación  
**BBVA**



XVI Edición

**Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento**

**BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards**

16th Edition

## **Carlos Torres Vila**

Presidente  
Fundación BBVA



El último año nos ha vuelto a demostrar tanto la magnitud como la complejidad de los desafíos a los que nos enfrentamos en este siglo XXI, desde las tensiones geopolíticas que siguen provocando tanto sufrimiento y devastación en las vidas de millones de seres humanos, a la degradación medioambiental que está poniendo en riesgo el futuro de la vida en nuestro planeta y la amenaza de la desinformación que se viraliza a través de los canales de nuestra sociedad digital. Por eso, un año más, la celebración de la ceremonia de entrega de los Premios Fronteras del Conocimiento en Bilbao representa una oportunidad excepcional para reivindicar el poder de la investigación científica y la creación cultural de excelencia frente a los grandes retos de nuestro tiempo.

Han pasado ya 16 años desde que la Fundación BBVA creó sus galardones internacionales partiendo de la convicción de que el conocimiento —como bien público sin fronteras— es la herramienta más eficaz de la que dispone nuestra interconectada sociedad global para entender y resolver los problemas a los que nos enfrentamos. No solo porque aporta soluciones tecnológicas, sino porque además nos permite trazar, desde la racionalidad, una hoja de ruta para tomar las mejores decisiones tanto en el plano individual como en el colectivo.

Desde sus orígenes, los Premios Fronteras se concibieron para reflejar el mapa del conocimiento en el siglo XXI y reconocer las contribuciones científicas y culturales más significativas a escala planetaria. Los avances reconocidos este año vuelven a mostrar el extraordinario potencial de la investigación de vanguardia, por ejemplo, para encontrar nuevos tratamientos eficaces frente a numerosas enfermedades, a través de los hallazgos sobre el funcionamiento de las proteínas logrado por los premiados en Biomedicina; para desarrollar la cirugía robótica, la conducción autónoma y la realidad virtual a través del desarrollo de la visión artificial, una tecnología impulsada por el galardonado en la categoría de Tecnologías de la Información y la Comunicación; y para iluminar nuevos caminos en el pensamiento matemático —el pilar fundamental de todas las disciplinas científicas, que siembra los cimientos de futuras transformaciones tecnológicas

President  
BBVA Foundation

The past year has again brought home to us the scale and complexity of the challenges we face in this 21st century, from geopolitical tensions that continue to cause so much suffering and devastation in the lives of millions of human beings, to the environmental degradation that is jeopardizing the future of life on our planet, and the threat posed by the viral spread of disinformation through the channels of our digital society. For this reason, the celebration of the Frontiers of Knowledge Awards presentation ceremony in Bilbao stands once more as an exceptional opportunity to uphold the power of scientific research and cultural creation of excellence to address the defining issues of our time.

It is 16 years now since the BBVA Foundation launched its international awards, based on the conviction that knowledge – as a global public good – is the most effective tool available to our interconnected global society to understand and solve the problems that confront us. Not only because it provides technological solutions, but because it helps us draw a roadmap informed by rationality that can guide us to the best decisions on both the individual and collective plane.

From the outset, the mission of the Frontiers Awards has been to reflect the knowledge map of the 21st century and distinguish the most significant scientific and cultural contributions on a worldwide scale. The achievements being recognized this year again give proof of the extraordinary potential of cutting-edge research, whether it be to find new, effective treatments for multiple diseases, a goal brought closer by the work on protein function of the awardees in Biomedicine; to develop robotic surgery, self-driving vehicles and virtual reality through advances in computer vision, a technology that has been driven forward by the laureate in Information and Communication Technologies; or to illuminate new paths in mathematical thought – the fundamental pillar of all scientific disciplines, and a seedbed for as yet unimaginable technological transformations – as achieved this year by the two researchers sharing the award in Basic Sciences.

At the same time, the winning contributions in this edition of the Frontiers Awards reflect the cross-cutting impact of the environmental crisis, and the importance

hoy todavía inimaginables—, como ha logrado este año la pareja de investigadores premiados en Ciencias Básicas.

Al mismo tiempo, las contribuciones galardonadas en esta edición de los Premios Fronteras reflejan el impacto transversal de la crisis ambiental, así como la trascendencia de las aportaciones logradas para abordar este reto desde la perspectiva de múltiples disciplinas científicas. En Cambio Climático, se ha reconocido a los pioneros que descubrieron la relación entre los gases de efecto invernadero y el calentamiento global al explorar el hielo polar, y en Ecología y Biología de la Conservación, se ha distinguido a dos investigadores que han logrado cuantificar la galopante pérdida de biodiversidad provocada por la llamada sexta gran extinción. Además, los galardones en otras dos categorías también han reconocido contribuciones para abordar la crisis ambiental desde la Economía, al incorporar el valor social de la naturaleza en las mediciones de riqueza, sentando así las bases de la economía medioambiental; y desde el campo de la psicología, al desvelar los factores que motivan la acción contra el cambio climático, en el caso de la galardonada en Ciencias Sociales.

Por todo ello, volvemos a Bilbao un año más con el fin de celebrar el valor que nos aporta el conocimiento para entender el mundo, superar los principales retos a los que nos enfrentamos y aprovechar las oportunidades presentes y futuras. Un objetivo que no sería posible sin la valiosa colaboración de nuestra principal institución científica multidisciplinar, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), y de los jurados de expertos de primer nivel que todos los años realizan una rigurosa evaluación de las candidaturas presentadas desde instituciones de referencia a escala global, y a los que queremos agradecer su imprescindible labor.

of the progress made in addressing this challenge from the perspective of multiple scientific disciplines. In the Climate Change category, the award has gone to the pioneers who uncovered the linkage between greenhouse gases and global warming in their explorations of polar ice, while the award in Ecology and Biology is shared by two researchers who have quantified the runaway loss of biodiversity caused by what we now know as the sixth mass extinction. And laureates in two more categories have also been recognized for their input to tackling the environmental crisis: from the field of Economics, by factoring the social value of nature in measurements of wealth, in the process laying the foundations of environmental economics; and from psychology, by identifying the motivating levers for action against climate change, in the case of the laureate in Social Sciences.

It is for all these reasons that we return to Bilbao for yet another year to celebrate the value of knowledge in helping us to understand the world, to overcome the main challenges we face and to take advantage of present and future opportunities. A goal that could not have been met without the invaluable collaboration of our foremost multidisciplinary scientific institution, the Spanish National Research Council (CSIC), and the committees of top-level experts who each year conduct a rigorous evaluation of the nominations put forward by world-leading institutions, all of whom we thank here for their essential work.

## Eloísa del Pino

Presidenta

Consejo Superior de Investigaciones Científicas



Los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento, de los que este año se celebra la XVI edición, han comprendido siempre la complejidad de nuestro mundo como objeto de la investigación científica. El universo y su entendimiento no se agotan ni mucho menos en las leyes de la energía, la materia, el tiempo o el espacio, cuestiones que son el objeto de estudio de algunas de las ciencias naturales; ni, desde luego, el planeta se sustancia tampoco en las relaciones entre los humanos, sus determinantes y consecuencias, que son el propósito de investigación de numerosas disciplinas dentro de las ciencias sociales.

Si uno analiza la variedad de disciplinas premiadas, las obras y temas de investigación de las científicas y científicos que han obtenido la valiosa distinción de los Premios Fronteras del Conocimiento, se da cuenta de que el esfuerzo de la Fundación BBVA es excepcional y sugiere una respuesta clara a la primera parte de la pregunta que Bertrand Russell consideraba como la más esencialmente filosófica de todas las preguntas posibles, aquella que se interrogaba sobre si los seres humanos podemos conocer y, si podemos hacerlo, qué y cómo.

Existen muy pocas instituciones públicas o privadas que, como la Fundación BBVA, entiendan que el mundo solo puede conocerse desde la variedad de las disciplinas científicas, incluyendo entre ellas —como ya lo hacia el término latino *Scientia*, utilizado por primera vez en la Edad Media— la armonía y la música. Solo desde las Ciencias en toda su diversidad, con el concurso de todas ellas, existe alguna oportunidad de entendimiento del mundo (natural y social). Sin todas las ciencias, estas posibilidades serían muy escasas y los avances de la Humanidad serían solo modestos.

Además, si aceptamos con Karl Popper que la ciencia comienza con problemas que necesitan de conjeturas audaces, para afrontar los problemas científicos presentes en la sociedad contemporánea necesitamos conjeturas doblemente audaces. Para lograrlas, la humanidad no solo requiere el concurso de todas las ciencias, sino también atrevernos a demoler fronteras disciplinares, aunque sea difícil.

President

Spanish National Research Council

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards, whose 16th edition we celebrate this year, have always understood the complexity of our world as an object of scientific research. The universe and how we apprehend it is far from being delimited by the laws of energy, matter, time or space that are the subject matter of certain natural sciences. Nor can our planet be adequately described by the interplay of human relationships, their determinants and consequences, as studied by many disciplines within the social sciences.

Looking at the variety of disciplines being honored here; the contributions and research interests of the scientists who have merited the singular distinction of a Frontiers of Knowledge Award, one realizes just how exceptional the BBVA Foundation's enterprise is, even suggesting a robust answer to the first part of what Bertrand Russell considered to be the most essentially philosophical of all questions: whether human beings can know anything and, if so, what and how.

There are very few public institutions that understand, as the BBVA Foundation does, that the world can only be fathomed from the full spectrum of scientific disciplines, among them harmony and music (included in the Latin term *Scientia*, used for the first time in the Middle Ages). Only with the concerted aid of the sciences in all their diversity do we have any chance of understanding the (natural and social) world. Without all the sciences, our possibilities would be scant and the advances of humanity modest only.

Further, if we accept with Karl Popper that science starts with problems that need bold conjectures, then tackling the scientific problems present in today's society calls for conjectures that are doubly bold. To achieve them, humanity will require not just the cooperation of all sciences, but the audacity to demolish disciplinary boundaries, despite the difficulties.

This year's awardees share the rare quality that they have all understood the universe's complex nature. And, having done so, have felt the need to break through the frontiers within or between disciplines imposed by the extreme specialization that has

De las personas premiadas en este año debe destacarse que todas han comprendido la naturaleza compleja del universo. Lo han hecho hasta tal punto que han considerado necesario derribar las fronteras intra- o interdisciplinarias que imponían la extrema especialización de la ciencia desarrollada a partir del siglo XIX, la ciencia moderna. Las y los científicos galardonados en esta ocasión lo han hecho en todos sus temas de investigación. Han combinado perspectivas, metodologías y saberes para responder a numerosos problemas de la humanidad.

Es posiblemente cierto que cada generación considera que los desafíos que afronta son novedosos y, en realidad, muchas veces, estos retos, supuestamente primigenios, son nuevas reformulaciones de inquietudes de siempre, como la relación entre el ser humano y la máquina o la búsqueda de solución a las enfermedades del cuerpo y la mente. Sin embargo, aun admitiendo que cada generación se siente, más o menos ilusoriamente, única y más desafiada por la realidad que las anteriores, lo cierto es que los retos actuales son capitales. Por un lado, nos encontramos en una de esas infrecuentes etapas en que los patrones de funcionamiento del mundo y los paradigmas científicos se están transformando, aunque todavía no sabemos con qué alcance ni dirección. Por otro, a las y los científicos de la era pospandémica se nos exigen crecientemente respuestas. Los galardonados en la XVI edición de los Premios Fronteras del Conocimiento han sabido responder a estos desafíos inciertos que la humanidad aborda.

characterized science from the 19th century onwards; that is to say, modern science. The scientists distinguished on this occasion have brought this mindset to bear in all their research, combining perspectives, methodologies and knowledge to confront many of humanity's problems.

It may be true that each generation believes the challenges it faces to be entirely without precedent, when in fact, more often than not, they are new reformulations of long-standing concerns, like the relationship between human and machine or the search for a solution to the diseases of the mind and body. But even allowing for the fact that each generation feels – more or less illusorily – unique and more challenged by reality than those that went before, the truth is that today's challenges are critical. On the one hand, we find ourselves at one of those infrequent stages when scientific paradigms and the way the world operates are being transformed, how far or in what direction we still do not know. On the other, the scientists of the post-pandemic era are increasingly being pressed for answers. The laureates in the 16th edition of the Frontiers of Knowledge Awards have found ways to respond to the uncertain challenges humanity is facing.

## Juan Mari Aburto

Alcalde

Ayuntamiento de Bilbao

Mayor

Bilbao City Council



No vivimos en el mejor de los mundos posibles, pero a pesar de las preocupantes noticias que día a día alimentan el pesimismo, el mundo sigue avanzando hacia una nueva era comprometida con la dignidad de la vida humana.

Los datos son elocuentes:

- En 1950, la mortalidad infantil en el mundo era del 25 por ciento, y hoy apenas representa el 4 por ciento.
- La esperanza media de vida es actualmente de 73 años, doce más que en 1980.
- En las universidades, el número de estudiantes se ha multiplicado por dos en veinte años.
- La energía procedente de fuentes fósiles se ha reducido del 90 al 80 por ciento desde 1980, y la capacidad de energía solar instalada en el mundo se ha duplicado en cuatro años.
- También se ha reducido a un tercio la lluvia ácida que en los 80 amenazaba nuestros ecosistemas, y la capa de ozono está en vías de recuperación.

Son importantes logros colectivos que nos demuestran que la Humanidad es capaz de grandes empresas cuando se deja guiar por el sentido común y los consejos de esas personas sabias que nos advierten de los peligros y nos proporcionan las herramientas para superarlos.

Poner en valor la aportación de esas personas sabias es, precisamente, el objetivo de los Premios Fronteras del Conocimiento de la Fundación BBVA, que vuelve a demostrar su apuesta por la vanguardia científica aplicada a los grandes retos actuales y futuros de la Humanidad.

Así, cuatro de las ocho categorías de los XVI Premios Fronteras del Conocimiento reconocen los esfuerzos por comprender y afrontar la crisis climática y medioambiental, con Elke Weber, pionera en introducir la psicología en el estudio del cambio climático, premiada con el Fronteras en Humanidades y Ciencias Sociales; los ecólogos Gerardo Ceballos y Rodolfo Dirzo, premios Fronteras en Ecología y Biología de la Conservación por cuantificar la magnitud de la extinción de especies provocada por el ser humano; sir Partha Dasgupta, Fronteras en Economía, Finanzas

We do not live in the best of all possible worlds, but despite the rising tide of pessimism fueled by the daily barrage of bad news, the world continues to advance towards a new era committed to the dignity of human life.

The data speak for themselves:

- In 1950, infant mortality was 25 percent worldwide while today it barely reaches 4 percent.
- Average life expectancy is currently 73 years, twelve more than in 1980.
- The number of university students has doubled in the past 20 years.
- The energy produced from fossil fuels has dropped from 90 percent to 80 percent since 1980, and installed solar capacity worldwide has doubled in four years.
- The acid rain that threatened our ecosystems in the 1980s is down to just a third, and the ozone layer is on the road to recovery.

These are major collective achievements that show us that humankind can do great things when guided by common sense and the advice of wise people who warn us of the dangers and provide us with the tools to overcome them.

It is precisely to shine a light on the contributions of these wise people that the Frontiers of Knowledge Awards were established by the BBVA Foundation, which once more affirms its commitment to the vanguard of scientific thought applied to the great challenges facing humanity, now and in the future.

In effect, four of the eight categories in the 16th Frontiers of Knowledge Awards distinguish efforts to understand and confront the environmental and climate crisis, with Elke Weber, a pioneer in incorporating psychology into climate change research, receiving the Frontiers Award in Humanities and Social Sciences; ecologists Gerardo Ceballos and Rodolfo Dirzo granted the Frontiers Award in Ecology and Conservation Biology for quantifying the magnitude of species extinction due to human action; Sir Partha Dasgupta, distinguished with the Frontiers Award in

y Gestión de Empresas por sus investigaciones sobre desarrollo sostenible y contabilidad verde que dieron origen a la economía medioambiental, y los investigadores europeos Dorthe Dahl-Jensen, Jean Jouzel, Valérie Masson-Delmotte, Jakob Schwander y Thomas Stocker, premios Fronteras en Cambio Climático, por demostrar mediante el análisis del hielo polar el vínculo entre las concentraciones de gases de efecto invernadero y el aumento de la temperatura en el planeta.

*Zorionak.* Felicidades a todas y a todos por tan merecido galardón.

Esta felicitación se hace extensible a las demás personas galardonadas en los XVI Premios Fronteras del Conocimiento: el investigador japonés Takeo Kanade en la categoría de Tecnologías de la Información y la Comunicación, por el desarrollo de algoritmos que permiten a ordenadores y robots interpretar imágenes y escenas visuales; F. Ulrich Hartl, Arthur Horwich, Kazutoshi Mori y Peter Walter en Biología y Biomedicina, por el descubrimiento de los mecanismos que controlan el funcionamiento de las proteínas, abriendo la puerta al desarrollo de nuevos tratamientos contra el cáncer y enfermedades neurodegenerativas; los matemáticos Yakov Eliashberg y Claire Voisin en la categoría de Ciencias Básicas, por impulsar el avance del pensamiento matemático tendiendo puentes entre la geometría algebraica y la geometría simpléctica, de gran importancia por su vinculación con la física cuántica; y el compositor, director y catedrático sir George Benjamin en la categoría de Música y Ópera, por su extraordinaria aportación e impacto en la creación musical contemporánea.

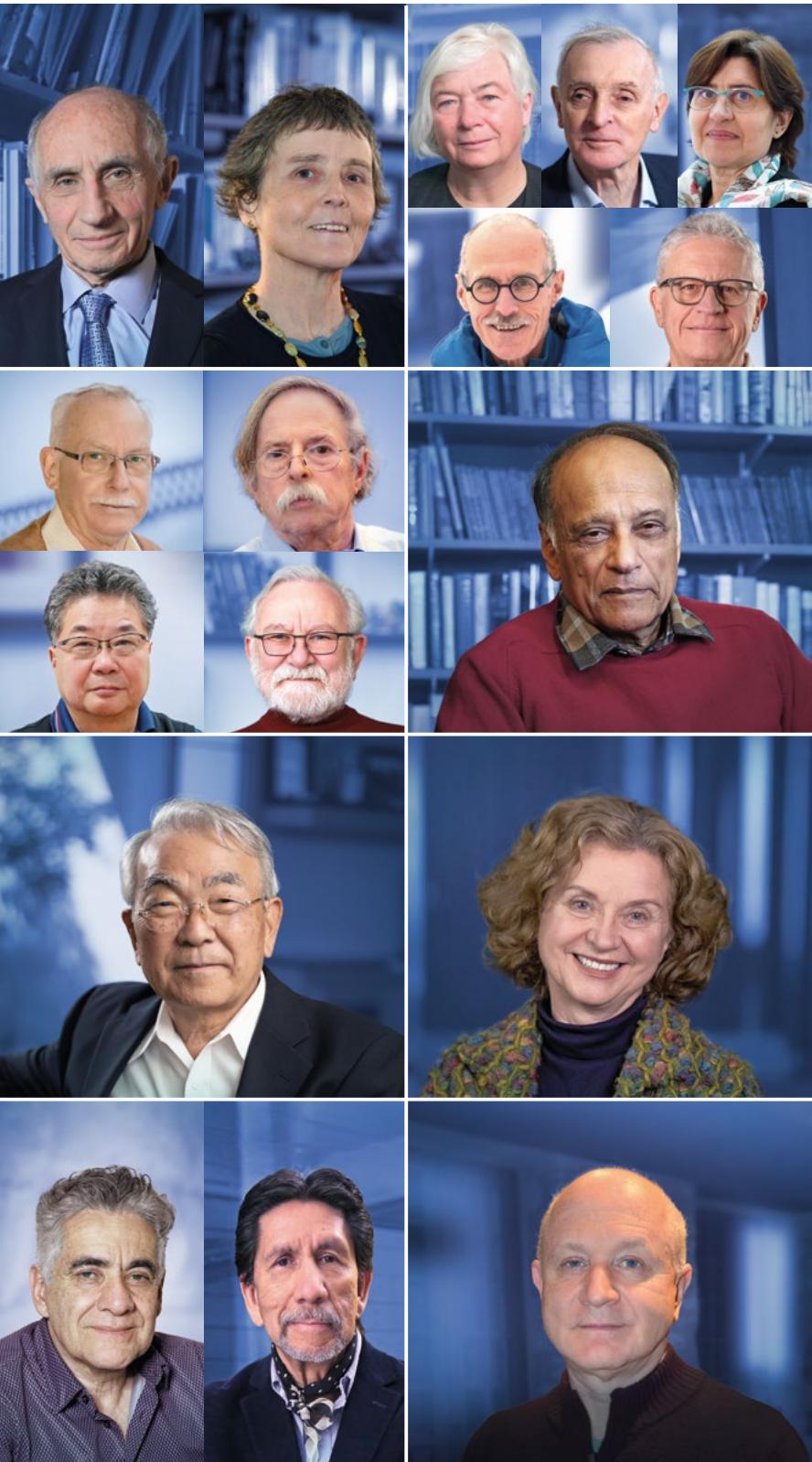
Sin lugar a dudas, los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento son siempre portadores de buenas noticias y permiten que Bilbao reúna por unos días a algunas de las mentes más privilegiadas del mundo entero, como Claudia Goldin, Ben Bernanke, David Julius, Ardem Patapoutian, Katalin Karikó, Drew Weissman, Anne L'Huillier y Ferenc Krausz, que tras recibir en nuestra ciudad el Premio Fronteras del Conocimiento han sido galardonados con el Premio Nobel.

Economics, Finance and Management for studies on sustainable development and green accounting that defined the field of environmental economics; and European researchers Dorthe Dahl-Jensen, Jean Jouzel, Valérie Masson-Delmotte, Jakob Schwander and Thomas Stocker sharing the Frontiers Award in Climate Change for demonstrating the link between greenhouse gas concentrations and rising global temperatures through their analysis of polar ice cores.

*Zorionak.* Congratulations to one and all for these richly deserved awards.

Congratulations are of course also extended to the remaining winners of the 16th Frontiers of Knowledge Awards: Japanese researcher Takeo Kanade in Information and Communication Technologies, for developing algorithms that enable computers and robots to interpret images and visual scenes; F. Ulrich Hartl, Arthur Horwich, Kazutoshi Mori and Peter Walter in Biology and Biomedicine, for discovering the mechanisms that regulate protein function, opening the door to new treatments against cancer and neurodegenerative diseases; mathematicians Yakov Eliashberg and Claire Voisin in the Basic Sciences category, for driving forward mathematical thought by building bridges between algebraic and symplectic geometry, currently in the limelight due to their links with quantum physics; and composer, conductor and professor Sir George Benjamin in Music and Opera, for his extraordinary contribution and impact in contemporary musical creation.

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards are invariably and incontestably the bearers of good news, allowing Bilbao to bring together for a few days some of the world's foremost minds, among them Claudia Goldin, Ben Bernanke, David Julius, Ardem Patapoutian, Katalin Karikó, Drew Weissman, Anne L'Huillier and Ferenc Krausz, who since collecting their Frontiers of Knowledge Awards in our city have gone on to receive the Nobel Prize.



## Índice

## Contents

	12	<b>Sobre los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento</b>
Premios Awards	14	<b>Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas)</b> Yakov Eliashberg y Claire Voisin
	26	<b>Biología y Biomedicina</b> F. Ulrich Hartl, Arthur Horwich, Kazutoshi Mori y Peter Walter
	38	<b>Tecnologías de la Información y la Comunicación</b> Takeo Kanade
	48	<b>Ecología y Biología de la Conservación</b> Gerardo Ceballos y Rodolfo Dirzo
	58	<b>Cambio Climático</b> Dorthe Dahl-Jensen, Jean Jouzel, Valérie Masson-Delmotte, Jakob Schwander y Thomas F. Stocker
	72	<b>Economía, Finanzas y Gestión de Empresas</b> Partha Dasgupta
	82	<b>Humanidades y Ciencias Sociales (Ciencias Sociales)</b> Elke Weber
	92	<b>Música y Ópera</b> George Benjamin
	102	<b>Símbolo artístico Fronteras del Conocimiento</b>
	104	<b>Concierto</b>
	106	<b>Ceremonia de entrega</b>
	108	<b>Galardonados en ediciones anteriores por categorías</b>
	116	<b>Galardonados en ediciones anteriores por años</b>
	124	<b>Créditos</b>

**About the BBVA Foundation  
Frontiers of Knowledge Awards**

**Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)**  
Yakov Eliashberg and Claire Voisin

**Biology and Biomedicine**  
F. Ulrich Hartl, Arthur Horwich, Kazutoshi Mori  
and Peter Walter

**Information and Communication Technologies**  
Takeo Kanade

**Ecology and Conservation Biology**  
Gerardo Ceballos and Rodolfo Dirzo

**Climate Change**  
Dorthe Dahl-Jensen, Jean Jouzel, Valérie Masson-Delmotte,  
Jakob Schwander and Thomas F. Stocker

**Economics, Finance and Management**  
Partha Dasgupta

**Humanities and Social Sciences (Social Sciences)**  
Elke Weber

**Music and Opera**  
George Benjamin

**Frontiers of Knowledge artwork**

**Gala concert**

**Presentation ceremony**

**Laureates in previous editions by category**

**Laureates in previous editions by year**

**Credits**

## Sobre los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento



Los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento quieren reconocer e incentivar la investigación y creación cultural de excelencia, en especial aquellas contribuciones de amplio impacto por su originalidad y significado. La denominación de estos premios hace referencia tanto al trabajo de investigación capaz de ampliar el ámbito del conocimiento —desplazando hacia delante la frontera de lo conocido— como al encuentro y solapamiento entre áreas disciplinares.

Los Premios Fronteras distinguen avances fundamentales, disciplinarios o supradisciplinarios, en las áreas de las ciencias básicas, naturales y sociales, y de la tecnología. Se reconoce también la creación de excelencia en la música y la ópera de nuestro tiempo. Asimismo, se presta atención particular a dos áreas críticas de la investigación del medio ambiente: el cambio climático, y la ecología y biología de la conservación. En la XI edición, se incorporó por primera vez la categoría de Humanidades y Ciencias Sociales, que anualmente se alterna entre estos dos dominios, dedicando la presente edición a las Ciencias Sociales.

La orientación de los Premios Fronteras responde a los siguientes principios. En primer lugar, el reconocimiento de la importancia del conocimiento básico que, sin perjuicio del valor de otras formas de investigación aplicada promovida por las políticas científicas de las últimas décadas, sigue constituyendo el motor fundamental del cambio científico e, indirectamente, del progreso y bienestar material, además del desarrollo de la cultura. Por otro lado, atender al carácter interdisciplinar del conocimiento en las últimas décadas del pasado siglo y en el presente, motivando un agrupamiento de áreas reflejo de la interacción y el solapamiento entre disciplinas (Física, Química, Matemáticas; Biología y Biomedicina; Economía, Finanzas y Gestión de Empresas), al tiempo que se preserva la posibilidad de reconocer avances de significado especial en tan solo una de ellas. Los premios, de carácter anual, reconocen además el hecho de que muchas de las contribuciones decisivas al conocimiento de nuestra época son resultado de la colaboración de grandes equipos de investigadores, lo que lleva, a diferencia de otros que recaen en una sola persona o, en todo

## About the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards recognize and encourage world-class research and artistic creation, with an accent on contributions of broad impact for their originality and significance. The name of the prizes denotes both research work that successfully enlarges the scope of our current knowledge – pushing forward the frontiers of the known world – and the meeting and overlap of different disciplinary areas.

The Frontiers Awards distinguish fundamental disciplinary or interdisciplinary advances in basic, natural, and social sciences and technology, alongside creative activity of excellence in the music and opera of our time. Honors are also reserved for two vital areas of environmental research: climate change and ecology and conservation biology. In the 11th edition, the list was joined by the new category of Humanities and Social Sciences, alternating annually between these two domains, with the award in the current edition devoted to the Social Sciences.

The goal of the Frontiers Awards can be summed up in the following principles. Firstly, to recognize the importance of basic knowledge. However valuable the other forms of applied research privileged by science policy in these past decades, basic knowledge remains the principal driver of scientific change and, indirectly, of our material progress, wellbeing, and cultural development. Secondly, to address the increasingly interdisciplinary nature of knowledge in the closing decades of the last century and our present days. Hence the decision to group awards so as to reflect the interaction and overlap of disciplines (Physics, Chemistry, Mathematics; Biology and Biomedicine; Economics, Finance and Management), while retaining the option to distinguish an outstanding advance in one discipline alone. The awards, organized annually, also acknowledge the fact that many seminal contributions to our current stock of knowledge are the result of collaborative working between large research teams. This is why, unlike other prizes reserved for one person alone or perhaps three at most, they may be shared by any number of any size teams, provided the achievement being recognized is the result of collaborative or parallel working. Alongside the basic and natural sciences

caso, en un número no superior a tres, a aceptar la posibilidad de hacer objeto del galardón a uno o más equipos, sin restricción del número de sus integrantes, siempre que el avance premiado haya sido resultado del trabajo conjunto o paralelo de distintos investigadores. Asimismo realzan, junto a las ciencias básicas, naturales y la tecnología, la importancia de las humanidades y las ciencias sociales, y establecen una categoría que premia la creación de excelencia en uno de los ámbitos más innovadores y que más influye en el modelado de la cultura y sensibilidad de una época, como es la música de nuestro tiempo.

Los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento son fallados por jurados de expertos de perfil internacional en las respectivas áreas, que operan con total independencia y aplicando exclusivamente los indicadores y métrica de excelencia propios de cada área. La responsabilidad de la composición de los jurados recae de forma conjunta en la Fundación BBVA y la principal institución pública de investigación en España, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), que asigna además al presidente de cada jurado y a quien la Fundación BBVA consulta también la composición de los restantes miembros. La colaboración entre el CSIC y la Fundación BBVA asegura la objetividad, independencia y criterios de excelencia en todo el proceso de selección de candidatos, colaboración que descansa en una visión compartida acerca del papel fundamental que, en las primeras décadas del siglo XXI, tienen la investigación científica avanzada y la creación cultural en la mejora continua de la sociedad.

and ICTs, they also highlight the importance of the humanities and social sciences, while establishing a category distinguishing excellence in music, a supremely innovative art form that does much to shape the culture and sensibility of each era.

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards are decided by committees made up of internationally reputed experts in their respective fields, who deliberate in complete independence relying solely on the standards and metrics of excellence proper to the subject area. Their members are appointed by the BBVA Foundation in consultation with the Spanish National Research Council (CSIC), the country's premier public research organization, which also designates the committee chair. The partnership between CSIC and the BBVA Foundation endorses the objectivity, independence and standards of excellence informing each stage of the selection process. It also rests on a shared conviction of the fundamental role played by world-class scientific research and artistic creation in the opening decades of the 21st century as a force for the ongoing advancement of society.

« Me motiva que mi trabajo como profesor sirva para inspirar a nuevas generaciones de jóvenes matemáticos que puedan beneficiar a la sociedad de un modo que ni siquiera soy capaz de imaginar».

“ My hope is that my work as a professor will serve to inspire new generations of young mathematicians who can benefit society in ways I am not even capable of imagining.”

**Yakov Eliashberg**

« Las matemáticas son una fuente de sabiduría, una manera de obtener conocimiento que está en la raíz de algo fundamental en la actividad humana».

“ Mathematics is a source of learning, a way of attaining knowledge that is at the root of something fundamental in human activity.”

**Claire Voisin**

$$(X, \mathcal{G}) \xrightarrow{f^*} H^{k+2r}(Y, \mathcal{G})$$

$\Downarrow$   $f^*$

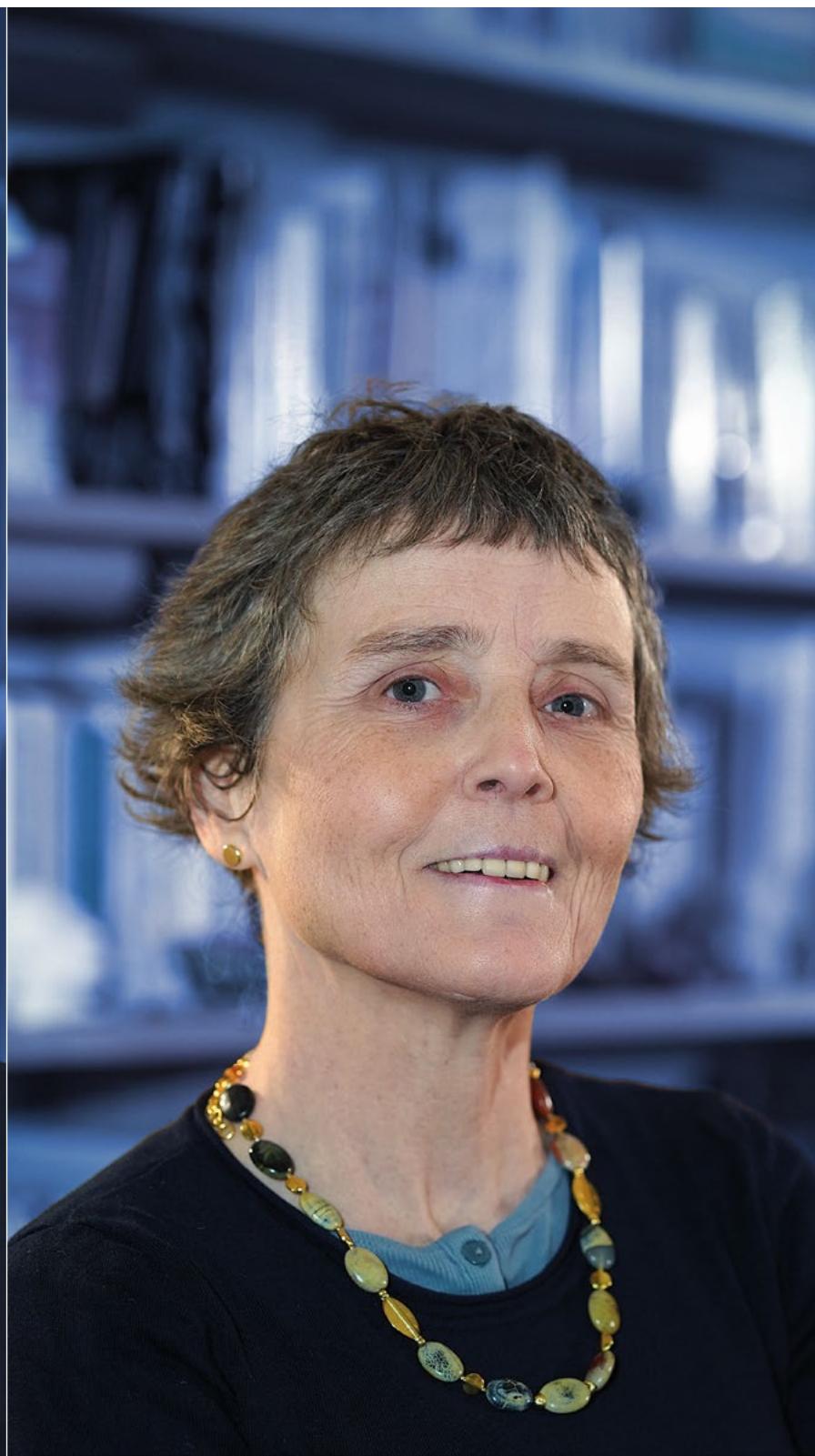
$$\text{en } -k(X, \mathcal{G}) \xrightarrow{f_*} H_{k+r}(Y, \mathcal{G})$$

$\Downarrow$   $f_*$

espectro Röhleriano de holomorfos

$f_* : H^k(X, \mathcal{G}) \rightarrow H^{k+r}(Y, \mathcal{G})$

isomorph de  $S$



# **Yakov Eliashberg**

# **Claire Voisin**

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

## **Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas)**

### **Las profundas conexiones entre dos áreas fundamentales de la geometría**

Ni Claire Voisin ni Yakov Eliashberg pensaban dedicarse a las matemáticas de niños. Lo que para Voisin fue un descubrimiento de la adolescencia, madurado al embarcarse en el doctorado, para Eliashberg comenzó tras participar con gran éxito en unas olimpiadas escolares a los 13 años, y gracias a la «excelente profesora» del club juvenil de matemáticas al que fue invitado después. Décadas más tarde, han logrado «impulsar el progreso de las matemáticas al romper barreras entre áreas diversas de la geometría», en palabras de Nigel Hitchin, catedrático emérito Savilian de Geometría en el Instituto Matemático de la Universidad de Oxford (Reino Unido) y miembro del jurado.

Claire Voisin (Saint-Leu-la-Forêt, Val-d'Oise, Francia) ha enfocado su trabajo en la geometría algebraica, una disciplina clásica de las matemáticas que parte de ciertas ecuaciones sencillas —definidas por polinomios— y estudia sus soluciones desde la geometría. Por otro lado, Yakov Eliashberg (San Petersburgo, Rusia) contribuyó a sentar las bases de la geometría simplectica, que surge a partir de los objetos geométricos que describen el movimiento en física. Los matemáticos premiados han establecido paralelismos entre las dos geometrías, además de aplicar herramientas propias de cada disciplina para estudiar problemas en principio asignados a la otra.

Pocos años después de doctorarse, Voisin reparó en que la llamada simetría de espejo, ya desarrollada por otros autores, podía servir para tender puentes entre la geometría algebraica y la simplectica. Ya existían sospechas provenientes de la física de que los objetos matemáticos de una y otra disciplina tenían que estar relacionados. «Cuando me topé con la conjectura de la simetría de espejo, me chocó mucho», recuerda Voisin,

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

## **Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)**

### **The deep-lying connections between two fundamental areas of geometry**

As children, neither Claire Voisin nor Yakov Eliashberg ever imagined pursuing a career in mathematics. What for Voisin was a discovery of her teenage years that grew into a passion as she worked on her doctoral thesis, began for Eliashberg at age 13 with a strong performance at a school Olympiad, and the influence of an “excellent teacher” at the youth math club he was subsequently invited to join. Decades later, the two academics “have furthered the progress of mathematics by dismantling the barriers between areas of geometry,” in the words of committee member Nigel Hitchin, Emeritus Savilian Professor of Geometry in the Mathematical Institute at the University of Oxford (United Kingdom).

Claire Voisin (Saint-Leu-la-Forêt, Val-d'Oise, France) is a specialist in algebraic geometry, a classical mathematical discipline that starts from a variety of simple equations, those defined by polynomials, and studies their solutions from the standpoint of geometry. Eliashberg (Saint Petersburg, Russia) is among the founders of symplectic geometry, concerned with the geometric objects that describe motion in physics. The awardee mathematicians not only established parallels between the two geometries, but have applied tools from each to study problems routinely assigned to the other.

Not long after completing her PhD, Voisin realized that mirror symmetry, a concept developed by other authors, could be a way to build bridges between algebraic and symplectic geometry. Among physicists there was already the suspicion that some relationship must exist between the mathematical objects of one and the other. “I was really shocked when I came across the mirror symmetry conjecture,” Voisin recalls

Claire Voisin y Yakov Eliashberg han impulsado dos grandes áreas de las matemáticas, la geometría algebraica y la geometría simpléctica, estableciendo además paralelismos entre estas dos disciplinas y aplicando herramientas procedentes de cada una para estudiar problemas en principio asignados a la otra.

Claire Voisin and Yakov Eliashberg have led the development of two major areas of mathematics, algebraic geometry and symplectic geometry, establishing unsuspected parallels between the two disciplines and applying tools from each to study problems routinely assigned to the other.

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», explica.

De entre sus trabajos posteriores, Voisin, que hoy es profesora de Investigación en el Instituto de Matemáticas de Jussieu-Paris Rive Gauche, destaca aquellos 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 objetos dentro de la geometría algebraica, llamados variedades de Kähler, imposibles de obtener a partir de deformaciones de otras variedades aparentemente relacionadas. Para demostrar esta imposibilidad, se valió de la topología, una rama más relacionada con la geometría simpléctica que con la algebraica.

Pese a la brillantez que mostró como estudiante y la excelencia lograda en su tesis doctoral, Eliashberg sufrió una fuerte marginación por parte del régimen soviético, que le llegó a expulsar de la universidad donde trabajaba durante ocho años, tiempo en el que no pudo dedicarse a las matemáticas. No fue hasta 1987 cuando finalmente se le permitió viajar a Estados Unidos y pudo reiniciar su brillante carrera investigadora.

El actual titular de la Cátedra Herald L. y Caroline L. Ritch de Matemáticas en la Universidad de Stanford (Estados Unidos) contribuyó a fundar el campo de la geometría simpléctica y otro relacionado, la topología simpléctica, que también estudia los objetos que describen el movimiento, pero se centra en aquellas de sus propiedades que no cambian cuando los objetos se deforman. El premiado fundó además una línea de trabajo dentro de estas áreas, la teoría simpléctica de campos, más relacionada con la geometría algebraica. «Hay preguntas que puedes enfocar desde el lado simpléctico y también desde el algebraico, son perspectivas complementarias», apunta Eliashberg, y combinarlas muchas veces constituye la clave para resolverlas.

today, and it was this element of surprise that inspired her to study it in detail. She set out her conclusions in the book *Mirror Symmetry*, published in 1996, helping bring about what she describes as “the dynamics of exchange between symplectic geometry and algebraic geometry.”

Of her later work, Voisin, currently a Research Professor at the Institut de Mathématiques de Jussieu-Paris Rive Gauche, says she has taken most pleasure from studies that have yielded “an important result, but one that was easy to state and with a method that was elegant, simply because I found a new way of thinking about the problem.” For instance, in a 2004 paper, published in *Inventiones Mathematicae*, she concluded that there were objects within algebraic geometry, known as Kähler manifolds, that could not be obtained by deforming other, apparently related manifolds. To prove this impossibility, she used tools from topology, a branch more closely related to symplectic than algebraic geometry.

Despite being a brilliant student and performing outstandingly with his doctoral thesis, Eliashberg suffered at the hands of the Soviet regime. So much so that he was expelled from university teaching for a period of eight years, during which he was effectively cut off from mathematical life. It was not until 1987 that he was finally allowed to travel to the United States, where he would reignite his stellar research career.

The current Herald L. and Caroline L. Ritch Professor of Mathematics at Stanford University (United States) helped pioneer the foundations of symplectic geometry and a related field, symplectic topology, likewise concerned with objects that describe motion, but with a focus on those of their properties that do not change when the objects deform. The laureate also founded an entire new subfield of these areas known as symplectic field theory, more closely related to algebraic geometry. “There are some questions you can approach from the symplectic side and others from the algebraic; they are kind of complementary,” Eliashberg remarks, and combining the two, it turns out, is frequently the best route to a solution.

Hoy en día, ambas geometrías, protagonistas del XVI Premio Fronteras del Conocimiento en Ciencias Básicas, han cobrado una importancia renovada por su relación con 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, aunque no está del todo bien definida matemáticamente. Por ello, una línea de investigación puntera consiste actualmente en tratar de fundamentar la teoría cuántica de campos a partir de la geometría simpléctica o algebraica.

Para Voisin, las matemáticas son «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 que los matemáticos poseen «una noción muy precisa de lo que es verdad. Para nosotros, un punto clave es demostrar. Cuando algo no se demuestra, no podemos afirmar que es verdad».

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

Eliashberg 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 optimizar la trayectoria de vehículos espaciales, aprovechando la fuerza gravitatoria de los planetas para minimizar el uso de combustible.

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 un modo que ni siquiera soy capaz de imaginar».

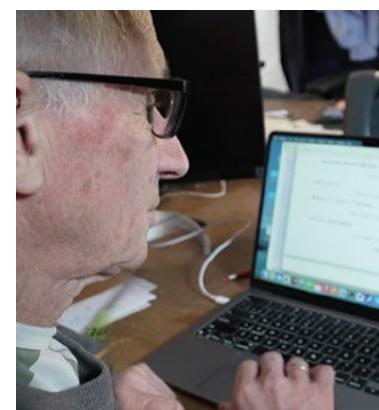
Today, both geometries, protagonists of the 16th Frontiers of Knowledge Award in Basic Sciences, have acquired renewed importance on account of their links with quantum field theory – a branch of quantum physics being used with great success in particle physics, but which to date lacks a firm mathematical footing. To address this shortfall, an active line of research is seeking to refund quantum field theory using the formulations of symplectic or algebraic geometry.

For Voisin, mathematics is “a source of knowledge, a way of attaining knowledge that is at the root of something fundamental in human activity.” Mathematicians, she adds, “have a very precise notion of what is true, of what is known and not known. For us, a key point is to prove. And when something is not proved, we cannot call it a statement.”

In today's society, inundated with screens and instant messages that reach us via multiple channels, Voisin stakes a claim for mathematics as a builder of mental discipline: “For me, it's a form of concentration, and I think many people today do not realize how important it is to know how to concentrate.”

Eliashberg, for his part, points up the fact that, as the history of science has repeatedly shown, “if you have a great mathematical idea, then it's almost sure at some point to bring some kind of application that is useful to society.” Indeed his own research is being put to use in the optimization of spaceship or satellite trajectories, taking advantage of the gravitational pull of planets to minimize consumption of fuel.

But his most cherished hope is that his work as a professor will serve to inspire new generations of young mathematicians who, he says, “can benefit society in many ways, perhaps in ways I am not even capable of imagining.”



Más información: [Yakov Eliashberg](#)



Claire Voisin



More information: [Yakov Eliashberg](#)



Claire Voisin

**Theodor W. Hänsch**

**Presidente del jurado**  
Es director de la División de Espectroscopía Láser en el Instituto Max Planck de Óptica Cuántica (Garching, Alemania) y catedrático de Física Experimental de la Universidad Ludwig Maximilian de Múnich. Investiga sobre física cuántica de los átomos ultrafríos y espectroscopía láser ultraprecisa. Su trabajo sobre esta última materia y la técnica peine de frecuencias ópticas le valió el Premio Nobel de Física 2005. Es medalla Frederic Ives (Sociedad Americana de Óptica) y Stern Gerlach (Sociedad Alemana de Física).

**Aitziber López Cortajarena**

**Secretaria del jurado**  
Es profesora de investigación Ikerbasque, líder del laboratorio de Nanotecnología Biomolecular y directora científica de CIC biomaGUNE (Centro de Investigación Cooperativa en Biomateriales) España. Investiga en ingeniería de proteínas para la generación de nanoestructuras funcionales y materiales bioinspirados, y ha realizado contribuciones clave para el diseño y desarrollo de híbridos basados en proteínas con arquitecturas y funcionalidades definidas. Ha recibido, entre otras distinciones, el Premio Horizon de la Royal Society of Chemistry.

**Emmanuel Candès**

Titular de la Cátedra Barnum-Simons en Matemáticas y Estadística en la Universidad de Stanford (Estados Unidos), ha sido también catedrático en el Instituto Tecnológico de California. Sus áreas de investigación abarcan las matemáticas aplicadas, la estadística, la teoría de la información, el procesamiento de señales y la optimización matemática, con aplicaciones en ciencias de la imagen, computación científica y problemas inversos. Ha recibido, entre otras distinciones, el Premio George David Birkhoff y la Medalla Jack S. Kilby en Procesamiento de Señales del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE).

**María José García Borge**

Profesora de investigación en el Instituto de Estructura de la Materia (CSIC), su campo de especialización es la estructura nuclear de núcleos exóticos, y entre sus hallazgos figuran nuevos isótopos del radón y nuevos modos exóticos de desintegración, así como caracterizar la estructura de halo en los núcleos mediante numerosos procesos. Autora de más de trescientas publicaciones, ha sido directora de ISOLDE, la instalación del CERN dedicada a la investigación de frontera sobre el núcleo atómico. Es asesora de diversas instalaciones de física nuclear en Italia, Alemania, Estados Unidos, Japón y Corea.

**Nigel Hitchin**

Catedrático emérito Savilian de Geometría en el Instituto Matemático de la Universidad de Oxford (Reino Unido), su trabajo se centra en la geometría diferencial y en la algebraica, y su relación con la física teórica. Entre sus descubrimientos más notables está el sistema integrable Hitchin. Colabora con el Grupo de Geometría Algebraica y Física Matemática del Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT), en Madrid, a través del Laboratorio Hitchin-Ngô. Entre otras muchas distinciones, ha obtenido la Medalla Sylvester de la Royal Society, el Senior Berwick Prize y el Premio Pólya de la Sociedad Matemática de Londres.

**Martin Quack**

Es catedrático en la Escuela Politécnica Federal (ETH) de Zúrich (Suiza), donde dirige el Grupo de Cinética y Espectroscopía Molecular. Desarrolla su investigación en espectroscopía de alta resolución, cinética molecular, simetrías fundamentales en física y química molecular, y violación de la paridad en moléculas quirales. Ha recibido numerosos galardones, como el Premio Nernst Haber Bodenstein de la Sociedad Bunsen de Alemania para la Física-Química (DBG), entidad de la que ha sido presidente. Ha sido miembro del Consejo Nacional Suizo de Investigación.

**Committee chair**

Director of the Division of Laser Spectroscopy at the Max Planck Institute of Quantum Optics (Garching, Germany), and Chair of Experimental Physics at the Ludwig Maximilian University of Munich. His main research areas are the quantum physics of ultracold atoms and ultraprecise laser spectroscopy. It was his work in this last field and, particularly, on the optical frequency comb that won him the 2005 Nobel Prize in Physics. He holds the Frederic Ives Medal of the Optical Society of America, and the Stern Gerlach Medal of the German Physics Society.

**Committee secretary**

Ikerbasque Research Professor and head of the Biomolecular Nanotechnology Group at CIC biomaGUNE (Center for Cooperative Research in Biomaterials, Spain), where she is also Scientific Director. Her research focuses on protein engineering for the generation of functional nanostructures and bio-inspired materials, and her group has made key contributions in the design and development of protein-based hybrids with defined architectures and functionalities. Among other distinctions, she holds the Horizon Prize of the Royal Society of Chemistry.

Barnum-Simons Professor of Mathematics and Statistics at Stanford University (United States) and a former professor at the California Institute of Technology. His research interests lie in computational and applied mathematics, statistics, information theory, signal processing and mathematical optimization, with applications to the imaging sciences, scientific computing and inverse problems. Among his various distinctions are the George David Birkhoff Prize, and the Jack S. Kilby Signal Processing Medal of the Institute of Electrical and Electronics Engineers.

A Research Professor at the Institute for the Structure of Matter (CSIC, Spain), her specialist field is the nuclear structure of exotic nuclei, where her findings include new radon isotopes and new exotic modes of decay. She has also characterized the halo structure of nuclei by numerous processes. Author of more than 300 publications, she is a former head of ISOLDE, the CERN facility dedicated to frontier research on the atomic nucleus, and currently serves as an advisor to nuclear physics facilities in Italy, Germany, the United States, Japan and South Korea.

Emeritus Savilian Professor of Geometry in the Mathematical Institute at the University of Oxford (United Kingdom), his main research areas are differential and algebraic geometry and its links to theoretical physics. Amongst his notable discoveries is the Hitchin integrable system. He also has a formal collaboration with the Algebraic Geometry and Mathematical Physics Group at the Institute of Mathematical Sciences (ICMAT) in Madrid through the Hitchin-Ngô Laboratory. His honors include the Sylvester Medal of the Royal Society, and the Senior Berwick Prize and Pólya Prize of the London Mathematical Society.



## Jurado

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas)

#### Sandip Tiwari

Es titular de la Cátedra Charles N. Mellowes de Ingeniería en la Universidad de Cornell (Estados Unidos) y *distinguished visiting professor* en el Instituto Indo de Tecnología de Kanpur (India). Ha sido director de lo que hoy se denomina la Infraestructura Nacional Coordinada en Nanotecnología (NNCI) (Estados Unidos). Fundador de la revista *Transactions on Nanotechnology*, su investigación se centra en cuestiones que surgen al conectar grandes escalas (como la de los sistemas electrónicos integrados de gran tamaño) con la nanoscala, que obliga a aplicar conocimientos de ingeniería, física e informática.

Charles N. Mellowes Professor in Engineering at Cornell University (United States), and currently a Distinguished Visiting Professor at the Indian Institute of Technology in Kanpur. He is also a former director of what is now the National Nanotechnology Coordinated Infrastructure (United States), and was a founding editor of the journal *Transactions on Nanotechnology*. His research primarily concerns the questions that arise when connecting large scales, such as those of massively integrated electronic systems, to nanoscales, applying knowledge from engineering, physics and computing sciences.

## Mención del acta

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en la categoría de Ciencias Básicas ha sido concedido, en su decimosexta edición, a **Claire Voisin** y **Yakov Eliashberg** por sus sobresalientes contribuciones a dos vertientes de la geometría: la algebraica y la simpléctica.

Los espacios de la geometría algebraica se definen mediante soluciones de ecuaciones algebraicas que utilizan números complejos, mientras que los de la geometría simpléctica son generalizaciones del espacio de fases que describe el estado de un sistema físico. Ambos tipos de geometría implican espacios de altas dimensiones que son difíciles de visualizar y hacen necesarias nuevas técnicas matemáticas para comprenderlos y estudiarlos.

Los resultados de Voisin en geometría algebraica han arrojado nueva luz sobre el papel desempeñado por la teoría de Hodge y han llevado este campo a nuevos ámbitos de investigación gracias a sus trabajos sobre las variedades hiper-Kähler. Eliashberg ha obtenido resultados de gran alcance en geometría simpléctica y de contacto que han llevado, en particular, a una caracterización topológica de las variedades de Stein y al descubrimiento de una dicotomía entre los aspectos flexibles y rígidos de las variedades de contacto.

Estas dos áreas de las matemáticas han recibido un nuevo impulso en los últimos años, al vincularse con las teorías cuánticas de campos estudiadas por la física teórica. En este contexto, sus funciones se intercambian por simetría de espejo.

Voisin y Eliashberg han desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de estos aspectos diversos de la geometría, en particular al adaptar conceptos de uno y otro campo, cruzando la frontera entre ambas disciplinas. Los trabajos de ambos han estimulado enormemente la investigación internacional en ambas áreas de las matemáticas.

## Committee

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

### Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

## Excerpt from award citation

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in the Basic Sciences category goes, in this sixteenth edition, to **Claire Voisin** and **Yakov Eliashberg** for their outstanding contributions to two faces of geometry, algebraic and symplectic.

The spaces in algebraic geometry are defined by solutions to algebraic equations using complex numbers; those in symplectic geometry are generalizations of the phase space which describes the state of a physical system. Both types of geometry involve spaces of high dimensions which are difficult to visualize and which necessitate new mathematical techniques to understand and study.

Voisin's results in algebraic geometry have shed new light on the role of Hodge theory and led the subject into new realms of activity by her work on hyperkähler manifolds. Eliashberg's extensive results in symplectic and contact geometry gave in particular a topological characterization of Stein manifolds and the identification of a dichotomy between flexible and rigid aspects of contact manifolds.

The two areas of mathematics have been reinvigorated in recent years because they relate to quantum field theories studied in theoretical physics. Their roles are interchanged in that context by mirror symmetry.

Voisin and Eliashberg have played essential roles in developing these different aspects of geometry, in particular by adapting concepts from either side, crossing the boundary between the two disciplines. Their work has inspired a high level of international research activity in both areas of mathematics.

## Comité técnico de apoyo

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas)

## Evaluation support panel

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

### Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

## Comisión de Física

### COORDINADORA

#### **Marisol Martín González**

Coordinadora del Área Global Materia y profesora de investigación en el Instituto de Micro y Nanotecnología (CSIC)

### MIEMBROS

#### **Alberto Casas González**

Profesor de investigación en el Instituto de Física Teórica (CSIC-UAM)

#### **Alfonso Cebollada Navarro**

Profesor de investigación en el Instituto de Micro y Nanotecnología (CSIC)

#### **Lourdes Fábrega Sánchez**

Científica titular en el Instituto de Ciencias de Materiales de Barcelona (CSIC)

#### **Alejandro Luque Estepa**

Científico titular en el Instituto de Astrofísica de Andalucía (CSIC)

## Comisión de Química

### COORDINADOR

#### **José M. Mato**

Director general de CIC bioGUNE (Centro de Investigación Cooperativa en Biotecnología) y de CIC biomaGUNE (Centro de Investigación Cooperativa en Biomateriales)

## Physics Committee

### COORDINATOR

#### **Marisol Martín González**

Coordinator of the Materia Global Area and Research Professor at the Institute of Micro and Nanotechnology (CSIC)

### MEMBERS

#### **Alberto Casas González**

Research Professor at the Institute for Theoretical Physics (CSIC-UAM)

#### **Alfonso Cebollada Navarro**

Research Professor at the Institute of Micro and Nanotechnology (CSIC)

#### **Lourdes Fábrega Sánchez**

Tenured Scientist at the Institute of Materials Science of Barcelona (CSIC)

#### **Alejandro Luque Estepa**

Tenured Scientist at the Institute of Astrophysics of Andalusia (CSIC)

## Chemistry Committee

### COORDINATOR

#### **José M. Mato**

General Director of CIC bioGUNE (Center for Cooperative Research in Biosciences) and CIC biomaGUNE (Center for Cooperative Research in Biomaterials)

## MIEMBROS

---

### **Miguel Ángel Bañares González**

Profesor de investigación en el Instituto de Catálisis y Petroquímica (CSIC)

---

### **Ethel Eljarrat Esebag**

Investigadora científica y directora del Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (CSIC)

---

### **Francisco García Labiano**

Coordinador adjunto del Área Global Materia e investigador científico en el Instituto de Carboquímica (CSIC)

---

### **Jesús Jiménez-Barbero**

Director científico de CIC bioGUNE y profesor de investigación Ikerbasque en el Laboratorio de Glicobiología Química

---

### **Gonzalo Jiménez-Osés**

Investigador principal en el Laboratorio de Química Computacional de CIC bioGUNE

---

### **Luis Liz-Marzán**

Investigador principal en el Laboratorio de Bionanoplasmónica de CIC biomaGUNE

---

### **Aitziber López Cortajarena**

Profesora de investigación Ikerbasque, directora científica e investigadora principal en el Laboratorio de Nanotecnología Biomolecular de CIC biomaGUNE

---

### **María Luz Sanz Murias**

Investigadora científica en el Instituto de Química Orgánica General (CSIC)

## MEMBERS

---

### **Miguel Ángel Bañares González**

Research Professor at the Institute of Catalysis and Petrochemistry (CSIC)

---

### **Ethel Eljarrat Esebag**

Scientific Researcher and Director at the Institute of Environmental Assessment and Water Research (CSIC)

---

### **Francisco García Labiano**

Deputy Coordinator of the Materia Global Area and Scientific Researcher at the Institute of Carbochemistry (CSIC)

---

### **Jesús Jiménez-Barbero**

Scientific Director of CIC bioGUNE and Ikerbasque Research Professor in the Chemical Glycobiology Lab

---

### **Gonzalo Jiménez-Osés**

Principal Investigator in the Computational Chemistry Lab at CIC bioGUNE

---

### **Luis Liz-Marzán**

Principal Investigator in the Bionanoplasmronics Lab at CIC biomaGUNE

---

### **Aitziber López Cortajarena**

Ikerbasque Research Professor, Scientific Director and Principal Investigator in the Biomolecular Nanotechnology Lab at CIC biomaGUNE

---

### **María Luz Sanz Murias**

Scientific Researcher at the Institute of General Organic Chemistry (CSIC)

## Comisión de Matemáticas

---

### COORDINADOR

---

**José María Martell Berrocal**

Vicepresidente de Investigación Científica y Técnica  
del CSIC

### MIEMBROS

---

**María Jesús Carro Rosell**

Catedrática de Análisis Matemático en la  
Universidad Complutense de Madrid

**Alberto Enciso Carrasco**

Profesor de investigación en el Instituto de Ciencias  
Matemáticas (CSIC)

**Francisco Martín Serrano**

Catedrático en el Departamento de Geometría y  
Topología de la Universidad de Granada

**Rosa María Miró Roig**

Catedrática en el Departamento de Álgebra y  
Geometría de la Universitat de Barcelona

## Mathematics Committee

---

### COORDINATOR

---

**José María Martell Berrocal**

CSIC Vice-President for Scientific and Technical  
Research

### MEMBERS

---

**María Jesús Carro Rosell**

Professor of Mathematical Analysis at the  
Universidad Complutense de Madrid

**Alberto Enciso Carrasco**

Research Professor at the Institute of Mathematical  
Sciences (CSIC)

**Francisco Martín Serrano**

Professor in the Department of Geometry and  
Topology at the University of Granada

**Rosa María Miró Roig**

Professor in the Department of Algebra and  
Geometry at the University of Barcelona

## Nominadores

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas)

## Nominators

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

### Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

---

#### **Yakov Eliashberg**

Fue nominado 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 RSME-Fundación BBVA 2019
- **Kai Cieliebak**, catedrático en el Instituto de Matemáticas de la Universidad de Augsburg (Alemania)
- **Rafe Mazzeo**, catedrático en el Departamento de Matemáticas de la Universidad de Stanford (Estados Unidos)

---

#### **Claire Voisin**

Fue nominada por:

- **Radu Laza**, catedrático en el Departamento de Matemáticas de la Universidad de Stony Brook (Estados Unidos)

---

#### **Yakov Eliashberg**

Was nominated by:

- **Daniel Álvarez-Gavela**, Assistant Professor of Mathematics at the Massachusetts Institute of Technology (United States) and winner of the 2019 RSME-BBVA Foundation Vicent Caselles Mathematical Research Prize
- **Kai Cieliebak**, Professor in the Institute of Mathematics at the University of Augsburg (Germany)
- **Rafe Mazzeo**, Professor in the Department of Mathematics at Stanford University (United States)

---

#### **Claire Voisin**

Was nominated by:

- **Radu Laza**, Professor in the Department of Mathematics at Stony Brook University (United States)

«Los resultados de nuestros primeros experimentos fueron muy controvertidos, pero finalmente logramos convencer a la comunidad científica».

“The results of our first experiments were highly controversial, but we finally managed to convince the scientific community.”

F. Ulrich Hartl

«El uso terapéutico de chaperonas capaces de reconocer las proteínas mal plegadas podría mitigar las afecciones neurodegenerativas».

“The therapeutic use of chaperones capable of recognizing misfolded proteins might be one way to resolve neurodegenerative conditions.”

Arthur Horwich

«Peter Walter y yo competíamos por el mismo objetivo, y esa competición hizo que nuestro campo de investigación avanzase de manera espectacular».

“Peter Walter and I were competing to achieve the same goal, and that competition helped move the whole field dramatically forward.”

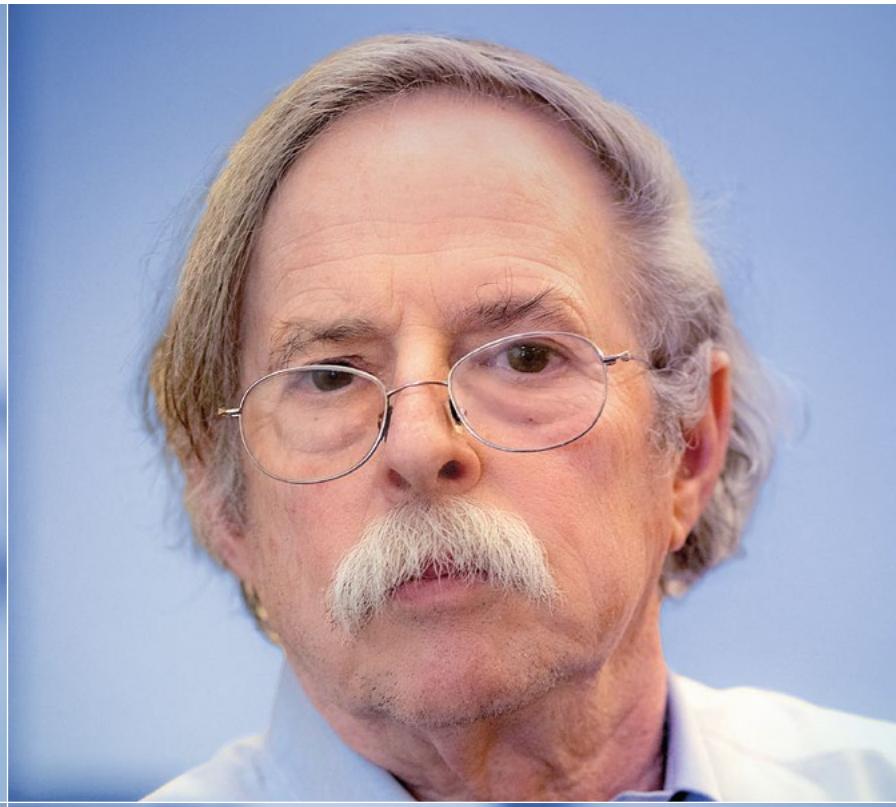
Kazutoshi Mori

«Inhibir la respuesta a las proteínas mal plegadas nos permitiría tratar el cáncer de forma muy selectiva».

“Inhibiting the response to misfolded proteins would allow us to affect cancer cells very selectively.”

Peter Walter





# F. Ulrich Hartl Arthur Horwich Kazutoshi Mori Peter Walter

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

## Biología y Biomedicina

### Un mecanismo biológico clave implicado en múltiples enfermedades

Las proteínas son las responsables de llevar a cabo las funciones esenciales que cualquier organismo necesita para desarrollarse, sobrevivir y reproducirse. Se componen de largas secuencias de aminoácidos, pero para cumplir su papel en el organismo deben plegarse y adoptar una forma tridimensional específica. En 1972, Christian Anfinsen recibió el Premio Nobel por demostrar que ciertas proteínas pequeñas se plegaban espontáneamente dentro de un tubo de ensayo. Así asentó la idea de que todas las proteínas, incluso dentro de las células, se plegaban de manera espontánea. Pero Ulrich Hartl (Essen, Alemania) y Arthur Horwich (Chicago, Estados Unidos) acabarían desmintiéndola.

En la década de 1980, Hartl y Horwich, por separado, estudiaban cómo las proteínas entraban en unos compartimentos llamados mitocondrias que existen dentro de las células y están rodeados por una membrana. Hartl, hoy director del Instituto Max Planck de Bioquímica (Alemania), había comprobado que, para traspasar esa membrana, las proteínas debían estar desplegadas, y este resultado dio pie a que Horwich explorara una hipótesis insólita: «Quizá las proteínas, al menos dentro de las células, no se pliegan de manera espontánea», recuerda.

En una versión mutante de la levadura, Horwich (hoy catedrático Sterling de Genética y catedrático de Pediatría en la Universidad de Yale, Estados Unidos) observó que las proteínas traspasaban la membrana correctamente, pero, una vez dentro, eran incapaces de activar sus funciones. Aunque ni él mismo se creyó aquel resultado inicialmente, una providencial llamada telefónica desde el laboratorio de Hartl inició una colaboración entre ambos grupos que acabó confirmando ese hallazgo.

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

## Biology and Biomedicine

29

### A key biological mechanism implicated in multiple conditions

Proteins are the workhorses performing the vital functions every organism needs in order to develop, survive and reproduce. They are made up of long chains of amino acids, but to fulfill their biological function must fold themselves into highly specific three-dimensional shapes. In 1972, Christian Anfinsen was awarded the Nobel Prize for a series of experiments that found that some small proteins folded spontaneously in a test tube. The deduction that followed was that all proteins folded spontaneously, even within the cell; an idea that Ulrich Hartl (Essen, Germany) and Arthur Horwich (Chicago, United States) would subsequently disprove.

In the 1980s, Hartl and Horwich were separately studying how proteins are imported into the cell compartments known as mitochondria, which are enclosed within a membrane. Hartl, now Director of the Max Planck Institute of Biochemistry (Germany), had found that proteins must be in an unfolded state to pass through this membrane, and his result set Horwich thinking along new, unconventional lines: "Maybe proteins, inside cells at least, don't refold of their own accord."

Working with a mutant yeast strain, Horwich, currently Sterling Professor of Genetics and Professor of Pediatrics at Yale University (United States), observed that proteins crossed the membrane correctly but, once inside, were unable to activate their function. Although initially skeptical about his own result, a providential phone call from Hartl's lab led to a collaboration between the two groups that would eventually confirm the discovery.

What they also found was that the proteins' failure to fold correctly was due to another protein, Hsp60

F. Ulrich Hartl y Arthur Horwich demostraron que las proteínas necesitan de las chaperonas para plegarse dentro de las células. Kazutoshi Mori y Peter Walter descubrieron el mecanismo de respuesta a las proteínas mal plegadas, que evita que se vuelvan tóxicas. Ambos hallazgos pueden impulsar el desarrollo de tratamientos contra múltiples enfermedades.

F. Ulrich Hartl and Arthur Horwich showed that proteins require the aid of chaperones to fold within the cell. Kazutoshi Mori and Peter Walter discovered the response mechanism that targets misfolded proteins and stops them turning toxic. Both findings hold promise for developing new treatments for multiple diseases.

Así fue como descubrieron también que la culpable de que las proteínas no se plegaran correctamente era otra proteína llamada Hsp60 (siglas en inglés de *heat shock protein*), que no estaba presente en la levadura mutante. Dedujeron, por tanto, que la Hsp60 actuaba de chaperona para las proteínas, desbancando definitivamente la visión anterior de que el plegamiento era un proceso espontáneo incluso dentro de las células. Hartl y Horwich publicaron estos resultados en *Nature* en 1989.

«Los resultados de los primeros experimentos fueron muy controvertidos durante un par de años—recuerda Hartl—: Hubo mucho escepticismo, especialmente por parte de personas que habían estudiado cómo se plegaban las proteínas pequeñas en un tubo de ensayo espontáneamente». Pero, tras sucesivos experimentos, Horwich y Hartl finalmente convencieron a la comunidad científica de que, en el entorno mucho más adverso de la célula, las proteínas sí necesitan de las chaperonas para poder plegarse correctamente.

Cuando el plegamiento de proteínas no se desarrolla correctamente, las proteínas no pueden cumplir su función, se vuelven tóxicas. Para evitarlo, la célula posee un mecanismo que permite o bien intentar repararlas o, si no es posible, eliminarlas. Se trata del mecanismo de respuesta a las proteínas mal plegadas (en inglés, *unfolded protein response* o UPR), un proceso que descubrieron de manera simultánea, pero independiente, Kazutoshi Mori (Kurashiki, Japón) y Peter Walter (Berlín Occidental, Alemania).

Mori y Walter publicaron sendos artículos con sus descubrimientos en el mismo año, 1993, en la revista *Cell*. «Competíamos por el mismo objetivo—recuerda Mori—, y esa competición hizo que este campo avanzase de manera espectacular».

«Peter Walter y yo identificamos los mecanismos moleculares del UPR, lo que ha permitido a muchos científicos investigar en este campo», explica Mori, catedrático distinguido en la Universidad de Kioto. En concreto, ambos identificaron una enzima, denominada IRE1, que actúa como un sensor que envía señales de alerta hacia el núcleo de la célula para corregir el plegamiento defectuoso y eliminar las proteínas mal plegadas.

(Hsp standing for heat shock protein), which was not present in the mutant yeast. They deduced from this that Hsp60 acted as a helper or chaperone to the proteins, definitively ousting the previously accepted view that folding was spontaneous, even inside the cell. Hartl and Horwich published their conclusions in the journal *Nature* in 1989.

“The results of the first experiments were highly controversial for a couple of years,” Hartl recalls today. “There was a lot of skepticism, in particular from people who had been looking at the folding of smaller proteins that can fold spontaneously in the test tube.” But after successive experiments, he and Horwich were able to convince the scientific community that proteins did in fact need chaperones to fold themselves correctly in the far more adverse environment of the cell.

When proteins misfold and cannot fulfill their function, they acquire toxicity. To prevent this happening, cells have a mechanism in reserve to either repair or, failing that, destroy them. Its name is the unfolded protein response (UPR), discovered in simultaneous but separate studies by Kazutoshi Mori (Kurashiki, Japan) and Peter Walter (West Berlin, Germany).

Mori and Walter published their findings in *Cell* in the same year, 1993. “We were competing to achieve the same goal,” the former recalls, “and that competition helped move the whole field dramatically forward.”

“Peter Walter and I identified the molecular mechanisms of the UPR, which allowed many researchers to work in this field,” says Mori, a Distinguished Professor at Kyoto University (Japan). Specifically, both scientists identified an enzyme, named IRE1, that acts as a sensor and sends alarm signals to the cell nucleus to correct folding defects and eliminate misfolded proteins.

Walter looks back on his own contribution. “We started out very simplistic, asking how cells figure out when they need to change their molecular composition. And in this case, it means making more chaperones. But in order for the cell to make that decision, it has to know if protein folding is going to plan. That’s how we discovered the IRE1 sensors, which act like the canary in the

Walter comenzó su investigación «de una manera muy simple—recuerda—. Nos preguntábamos cómo averiguan las células cuándo necesitan cambiar su composición molecular. En este caso lo hacen fabricando más chaperonas. Pero para que la célula pueda tomar esta decisión, tiene que saber si el plegamiento de proteínas se ha realizado adecuadamente. Así descubrimos los sensores IRE1, que actúan como el canario en la mina de carbón», añade el catedrático distinguido emérito de Bioquímica y Biofísica en la Universidad de California en San Francisco (Estados Unidos). Los cuatro galardonados con el XVI Premio Fronteras del Conocimiento en Biología y Biomedicina están convencidos de que sus hallazgos pueden impulsar el desarrollo de nuevos tratamientos eficaces contra múltiples enfermedades e incluso contribuir a actuar sobre el proceso de envejecimiento. «El parkinson, el alzhéimer, la enfermedad de Huntington y posiblemente la ELA tienen en común que, a una edad determinada, los pacientes desarrollan problemas en el cerebro debidos a la acumulación de proteínas mal plegadas», explica Hartl.

Desde esta óptica, Horwich prevé que el uso terapéutico de chaperonas capaces de reconocer estas proteínas mal plegadas «podría ser una forma de resolver las afecciones neurodegenerativas». De hecho, algunas moléculas capaces de mitigar los fallos en el plegamiento de proteínas ya se están empezando a utilizar para combatir la ELA y algunos trastornos del hígado.

Walter resalta el potencial de esta vía terapéutica frente al cáncer, ya que las células cancerosas producen muchas proteínas mal plegadas. «Pero la respuesta a las proteínas mal plegadas proporciona una protección desproporcionada a estas células, y eso las mantiene vivas». Por ello, es posible que «inhibir esta respuesta eliminaría ese crecimiento inadecuado y nos permitiría actuar sobre las células cancerosas de forma muy selectiva en el tratamiento de la enfermedad».

coal mine,” says the Distinguished Professor Emeritus of Biochemistry and Biophysics at the University of California, San Francisco (United States).

The four joint winners of the 16th Frontiers of Knowledge Award in Biology and Biomedicine are convinced that their findings can propel development of new, effective treatments against multiple diseases, and may even contribute to understanding and acting on the aging process itself. “Parkinson’s disease, Alzheimer’s, Huntington’s, maybe amyotrophic lateral sclerosis (ALS), all have in common that, at a particular age, patients develop problems with their brain because of the accumulation of misfolded protein aggregates,” explains Hartl.

For this reason Horwich believes that the therapeutic use of chaperones capable of recognizing these misfolded proteins “might be one way to resolve neurodegenerative conditions.” In fact, molecules capable of mitigating protein folding defects are currently coming into use to combat both ALS and certain liver disorders.

Walter, finally, talks about the promise of this therapeutic avenue in the fight against cancer, based on the tendency of cancer cells to churn out misfolded proteins. “The unfolded protein response provides an inappropriate set of protections to these cells, and that keeps them alive.” So it could be that “inhibiting that response would take away that inappropriate growth advantage and allow us to affect cancer cells very selectively in treating the disease.”



Más información: [F. Ulrich Hartl](#) [Arthur Horwich](#) [Kazutoshi Mori](#) [Peter Walter](#)



[More information](#) [F. Ulrich Hartl](#) [Arthur Horwich](#) [Kazutoshi Mori](#) [Peter Walter](#)



## Angelika Schnieke

**Presidenta del jurado**  
Catedrática emérita de excelencia en la Facultad de Ciencias de la Vida de la Universidad Tecnológica de Múnich (Alemania), ha trabajado en la industria biotecnológica y en centros de investigación en Reino Unido, Estados Unidos, Suiza y Alemania. Su trabajo ha sido determinante para la clonación de la oveja Dolly y la producción del primer animal de granja mediante *gene targeting*. Su investigación abarca la producción de proteínas terapéuticas en animales grandes, células madre animales, xenotrasplante y animales genéticamente modificados para investigación.

## Óscar Marín

**Secretario del jurado**  
Es catedrático de Neurociencias y director del Centro de Trastornos del Neurodesarrollo y del Centro de Neurobiología del Desarrollo, proyectos del Medical Research Council británico en el King's College de Londres. Estudia el desarrollo del córtex cerebral y las bases biológicas de trastornos del neurodesarrollo como el autismo o la esquizofrenia. Es miembro del consejo de edición y revisión de la revista *Science* y de otros consejos editoriales, fellow de la Royal Society, y premio FENS-EJN 2024 (Federación Europea de Sociedades de Neurociencia y *European Journal of Neuroscience*).

## Dario Alessi

Es director de la Unidad de Fosforilación y Ubiquitinación de Proteínas, un proyecto del Consejo de Investigación Médica británico en la Facultad de Ciencias de la Vida de la Universidad de Dundee (Reino Unido). Su investigación ha contribuido a comprender mejor las vías de comunicación alteradas en el cáncer, la diabetes y la hipertensión. Su trabajo actual se centra en la proteína cinasa LRRK2 y la proteína fosfatasa PPM1H, y su papel en el tratamiento del parkinson. Es, entre otras distinciones, fellow de la Royal Society y Francis Crick Prize Lecture.

## Lélia Delamarre

Es *distinguished scientist* y directora del Departamento de Inmunología del Cáncer de Genentech, en California, donde explora nuevas maneras de ampliar la respuesta antitumoral de las células T a través de la sensibilización primaria. Su grupo ha contribuido a la identificación de mutaciones específicas del cáncer, también llamadas neoantígenos, que inducen en las células T respuestas protectoras frente a la actividad tumoral. Este descubrimiento proporciona la oportunidad de desarrollar nuevos abordajes, incluidas vacunas, para atacar de manera selectiva a estos antígenos.

## Robin Lovell-Badge

Es director del Laboratorio de Biología de las Células Madre y Genética del Desarrollo del Instituto Francis Crick (Reino Unido). Estudia las vías genéticas que inducen las diferencias hombre-mujer, así como el desarrollo del sistema nervioso y la biología de las células madre en el embrión, el sistema nervioso central y la pituitaria. Autor de más de doscientos artículos, revisiones y comentarios, es, entre otras distinciones, premio de Medicina Louis Jeantet, comendador de la Orden del Imperio Británico y medalla de la Sociedad Genética, que recibió en 2022.

## Ursula Ravens

Es catedrática emérita en la Facultad de Medicina Carl-Gustav Carus de la Universidad Técnica de Dresden y científica invitada del Instituto de Medicina Cardiovascular Experimental de la Universidad de Friburgo (Alemania). Es pionera en el estudio de la electrofisiología del corazón y la utilización de células madre para la regeneración del músculo cardíaco, el tratamiento farmacológico de la vejiga hiperactiva y el síndrome del tracto urinario inferior. Es fellow de la Asociación Americana del Corazón, entre otras distinciones.

## Committee chair

Professor Emerita of Excellence in the School of Life Sciences at the Technical University of Munich (Germany), she has worked in the biotechnology industry and research centers in the United Kingdom, United States, Switzerland and Germany. Her work was instrumental in the cloning of Dolly the sheep and production of the first gene-targeted livestock animal. Her research topics include the production of pharmaceutical proteins in large animals, animal stem cells, xenotransplantation and genetically defined animal models for research.

## Committee secretary

Professor of Neuroscience and Director of the MRC Centre for Neurodevelopmental Disorders and the MRC Centre for Developmental Neurobiology at King's College London. He studies the development of the cerebral cortex and the biological bases of neurodevelopmental disorders like autism and schizophrenia. A Fellow of the Royal Society, he serves on the Board of Reviewing Editors of *Science*, among other editorial positions, and his distinctions include the 2024 FENS-EJN Award of the European Federation of Neuroscience Societies and the *European Journal of Neuroscience*.

Director of the Protein Phosphorylation and Ubiquitylation Unit, a Medical Research Council unit in the School of Life Sciences at Dundee University (United Kingdom). His research has contributed to a better understanding of the cellular signaling pathways involved in cancer, diabetes and blood pressure, while his more recent studies have focused on the protein kinase LRRK2 and the protein phosphatase PPM1H and their role in the treatment of Parkinson's disease. Among other honors, he is a Fellow of the Royal Society, which awarded him its Francis Crick Prize Lectureship.

Director and Distinguished Scientist in the Department of Cancer Immunology at biotech company Genentech in California, exploring novel approaches to expand anti-tumor T cell responses through priming. Her group has contributed to the identification of cancer-specific mutations, also called neoantigens, as the drivers of protective T cell responses against cancer. This discovery provides the opportunity to develop new approaches, including vaccines, to selectively target cancer neoantigens.

Head of the Laboratory of Stem Cell Biology and Developmental Genetics at the Francis Crick Institute (United Kingdom), his research focuses on the genetic pathways leading to male-female differences, the development of the nervous system, and the biology of stem cells within the early embryo, the central nervous system and the pituitary. Author of over 200 papers, reviews and commentaries, his distinctions include the Louis Jeantet Prize for Medicine, the title of Commander of the Order of the British Empire, and the 2022 Genetics Society Medal.

Professor Emerita in the Carl Gustav Carus School of Medicine at the Technical University of Dresden, and a Guest Scientist in the Institute of Experimental Cardiovascular Medicine at the University of Freiburg (Germany). Alongside her pioneering work in cardiac electrophysiology, she has researched into the use of stem cells to regenerate cardiac muscle and the pharmacological treatment of hyperactive bladder and lower urinary tract syndrome. She is a Fellow of the American Heart Association, among other distinctions.



**Ali Shilatifard**



**Bruce Whitelaw**

Es titular de la Cátedra Robert Francis Furchgott de Bioquímica y Pediatría, director del Departamento de Bioquímica y Genética Molecular, y director del Centro de Epigenética Simpson Querrey de la Facultad de Medicina Feinberg, en la Universidad Northwestern (Estados Unidos). Investiga en la biología de transcripción y la cromatina, así como en leucemia, siendo pionero en el campo epigenético. Entre sus numerosos reconocimientos, figuran el Premio al Investigador Destacado del National Cancer Institute, y el Martin E. y Gertrude G. Walder para la investigación de excelencia.

Robert Francis Furchgott Professor of Biochemistry and Pediatrics, Chairman of the Department of Biochemistry and Molecular Genetics, and Director of the Simpson Querrey Center for Epigenetics at Northwestern University Feinberg School of Medicine (United States). He is a leader in the field of chromatin and transcription biology and leukemia research, and author of pioneering work in epigenetics. His distinctions include the National Cancer Institute Outstanding Investigator Award, and the Gertrude G. Walder Award for Research Excellence.

## Jurado

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Biología y Biomedicina

## Committee

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

### Biology and Biomedicine

## Mención del acta

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en la categoría de Biología y Biomedicina ha sido concedido, en su decimosexta edición, a **Franz Ulrich Hartl, Arthur Horwich, Kazutoshi Mori y Peter Walter**.

Para cumplir su función, las proteínas han de adoptar determinadas estructuras tridimensionales que se alcanzan durante la síntesis de proteínas en las células con la ayuda de un grupo de proteínas llamadas chaperonas. F. Ulrich Hartl y Arthur Horwich hallaron la primera ruta celular que regula el plegamiento de proteínas con el descubrimiento del papel que desempeña la chaperona Hsp60. Cuando este plegamiento falla o la maquinaria de la síntesis de las proteínas sobrecarga la reserva de chaperonas, las células disponen de un mecanismo que actúa sobre las proteínas mal plegadas para degradarlas. Este proceso, denominado *respuesta a proteínas desplegadas*, fue descubierto por Kazutoshi Mori y Peter Walter.

En conjunto, estos revolucionarios hallazgos han revelado cómo las células controlan la biogénesis y la degradación de las proteínas, algo fundamental no solo para la fisiología, sino también para la patogenia y el tratamiento de las enfermedades.

## Excerpt from award citation

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in the Biology and Biomedicine category goes, in this sixteenth edition, to **Franz Ulrich Hartl, Arthur Horwich, Kazutoshi Mori and Peter Walter**.

Proteins adopt specific three-dimensional structures to fulfill their function. This is achieved in cells during protein synthesis with the help of a family of proteins called chaperones. F. Ulrich Hartl and Arthur Horwich discovered the first cellular pathway that instructs protein folding, which includes the discovery of the Hsp60 chaperone. When this process fails or the protein synthesis machinery overloads the chaperone pool, cells have a mechanism that targets misfolded proteins for degradation. This process, known as the unfolded protein response, was discovered by Kazutoshi Mori and Peter Walter.

Collectively, their groundbreaking findings revealed how cells control protein biogenesis and degradation, central not only to physiology but also disease pathogenesis and therapy.

## Comité técnico de apoyo

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Biología y Biomedicina

## Evaluation support panel

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

### Biology and Biomedicine

#### COORDINADOR

##### **José M. Mato**

Director general de CIC bioGUNE (Centro de Investigación Cooperativa en Biotecnología) y de CIC biomaGUNE (Centro de Investigación Cooperativa en Biomateriales)

#### MIEMBROS

##### **Edurne Berra**

Investigadora principal asociada de CIC bioGUNE en el Laboratorio de Hipoxia

##### **Jerónimo Bravo Sicilia**

Científico titular y director del Instituto de Biomedicina de Valencia (CSIC)

##### **Arkaitz Carracedo**

Investigador principal de CIC bioGUNE en el Laboratorio de Cáncer

##### **Abelardo Margolles Barros**

Coordinador adjunto del Área Global Vida y profesor de investigación en el Instituto de Productos Lácteos de Asturias (CSIC)

##### **Óscar Millet**

Investigador principal de CIC bioGUNE en el Laboratorio de Medicina de Precisión y Metabolismo

##### **Jordi Pérez-Tur**

Coordinador del Área Global Vida e investigador científico en el Instituto de Biomedicina de Valencia (CSIC)

#### COORDINATOR

##### **José M. Mato**

General Director of CIC bioGUNE (Center for Cooperative Research in Biosciences) and CIC biomaGUNE (Center for Cooperative Research in Biomaterials)

#### MEMBERS

##### **Edurne Berra**

CIC BioGUNE Associate Principal Investigator in the Hypoxia Lab

##### **Jerónimo Bravo Sicilia**

Tenured Scientist and Director of the Institute of Biomedicine of Valencia (CSIC)

##### **Arkaitz Carracedo**

CIC bioGUNE Principal Investigator in the Cancer Lab

##### **Abelardo Margolles Barros**

Deputy Coordinator of the Life Global Area and Research Professor at the Dairy Research Institute of Asturias (CSIC)

##### **Óscar Millet**

CIC bioGUNE Principal Investigator in the Precision Medicine and Metabolism Lab

##### **Jordi Pérez-Tur**

Coordinator of the Life Global Area and Scientific Researcher at the Institute of Biomedicine of Valencia (CSIC)

---

**Liset M. de la Prida**

Profesora de investigación en el Instituto Cajal (CSIC)

---

**James D. Sutherland**

Investigador principal asociado de CIC bioGUNE en  
el Laboratorio de Biología del Desarrollo

---

**Isabel Varela Nieto**

Profesora de investigación en el Instituto de  
Investigaciones Biomédicas Sols-Morreale (CSIC-UAM)

---

**Liset M. de la Prida**

Research Professor at the Cajal Institute (CSIC)

---

**James D. Sutherland**

CIC BioGUNE Associate Principal Investigator in the  
Developmental Biology Lab

---

**Isabel Varela Nieto**

Research Professor at the Sols-Morreale Biomedical  
Research Institute (CSIC-UAM)

## Nominadores

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Biología y Biomedicina

## Nominators

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

### Biology and Biomedicine

#### F. Ulrich Hartl

Fue nominado por:

- **Thomas Boehm**, director del Instituto Max Planck de Inmunobiología y Epigenética (Alemania)
- **Rikardo Bueno**, director general de Basque Research & Technology Alliance (España)
- **Andrew Dillin**, catedrático en los departamentos de Biología Molecular y Celular, y de Inmunología y Medicina Molecular, y en el Instituto de Neurociencia Helen Wills, e investigador Howard Hughes Medical Institute en la Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos)
- **Martin Stratmann**, director del Instituto Max Planck de Investigación sobre el Hierro (Alemania)
- **James E. Rothman**, *Sterling Professor* de Biología Celular y catedrático de Química en la Universidad de Yale (Estados Unidos)
- **Alexander Varshavsky**, titular de la Cátedra Thomas Hunt Morgan de Biología en el Instituto Tecnológico de California (Caltech), Estados Unidos, y premio Fronteras del Conocimiento en Biología y Biomedicina 2011

#### F. Ulrich Hartl

Was nominated by:

- **Thomas Boehm**, Director of the Max Planck Institute of Immunobiology and Epigenetics (Germany)
- **Rikardo Bueno**, Director General of the Basque Research & Technology Alliance (Spain)
- **Andrew Dillin**, Professor in the departments of Molecular and Cell Biology and Immunology and Molecular Medicine at the Helen Wills Neuroscience Institute, and Howard Hughes Medical Institute Investigator at the University of California, Berkeley (United States)
- **Martin Stratmann**, Director of the Max Planck Institute for Iron Research (Germany)
- **James E. Rothman**, Sterling Professor of Cell Biology and Professor of Chemistry at Yale University (United States)
- **Alexander Varshavsky**, Thomas Hunt Morgan Professor of Biology at the California Institute of Technology (Caltech), United States, and 2011 Frontiers of Knowledge Laureate in Biology and Biomedicine

---

## Arthur Horwich

Fue nominado por:

- **Thomas Boehm**, director del Instituto Max Planck de Inmunobiología y Epigenética (Alemania)
- **Rikardo Bueno**, director general de Basque Research & Technology Alliance (España)
- **James E. Rothman**, *Sterling Professor* de Biología Celular y catedrático de Química en la Universidad de Yale (Estados Unidos)
- **Alexander Varshavsky**, titular de la Cátedra Thomas Hunt Morgan de Biología en el Instituto Tecnológico de California (Caltech), Estados Unidos, y Premio Fronteras del Conocimiento en Biología y Biomedicina 2011

---

## Kazutoshi Mori

Fue nominado por:

- **Rikardo Bueno**, director general de Basque Research & Technology Alliance (España)

---

## Peter Walter

Fue nominado por:

- **Sebastián Bernales**, CEO de Praxis Biotech (Estados Unidos)
- **Rikardo Bueno**, director general de Basque Research & Technology Alliance (España)

---

## Arthur Horwich

Was nominated by:

- **Thomas Boehm**, Director of the Max Planck Institute of Immunobiology and Epigenetics (Germany)
- **Rikardo Bueno**, Director General of the Basque Research & Technology Alliance (Spain)
- **James E. Rothman**, Sterling Professor of Cell Biology and Professor of Chemistry at Yale University (United States)
- **Alexander Varshavsky**, Thomas Hunt Morgan Professor of Biology at the California Institute of Technology (Caltech), United States, and 2011 Frontiers of Knowledge Laureate in Biology and Biomedicine

---

## Kazutoshi Mori

Was nominated by:

- **Rikardo Bueno**, Director General of the Basque Research & Technology Alliance (Spain)

---

## Peter Walter

Was nominated by:

- **Sebastián Bernales**, CEO of Praxis Biotech (United States)
- **Rikardo Bueno**, Director General of the Basque Research & Technology Alliance (Spain)

«La visión proporciona al ser humano el canal de información más rico para la comprensión y la comunicación. Los robots con capacidades de visión similares, o incluso mejores, contribuyen a mejorar nuestras vidas».

“Vision provides humans with our richest information channel for understanding and communication. And robots with similar or even better vision capabilities can contribute to the betterment of all our lives.”

Takeo Kanade

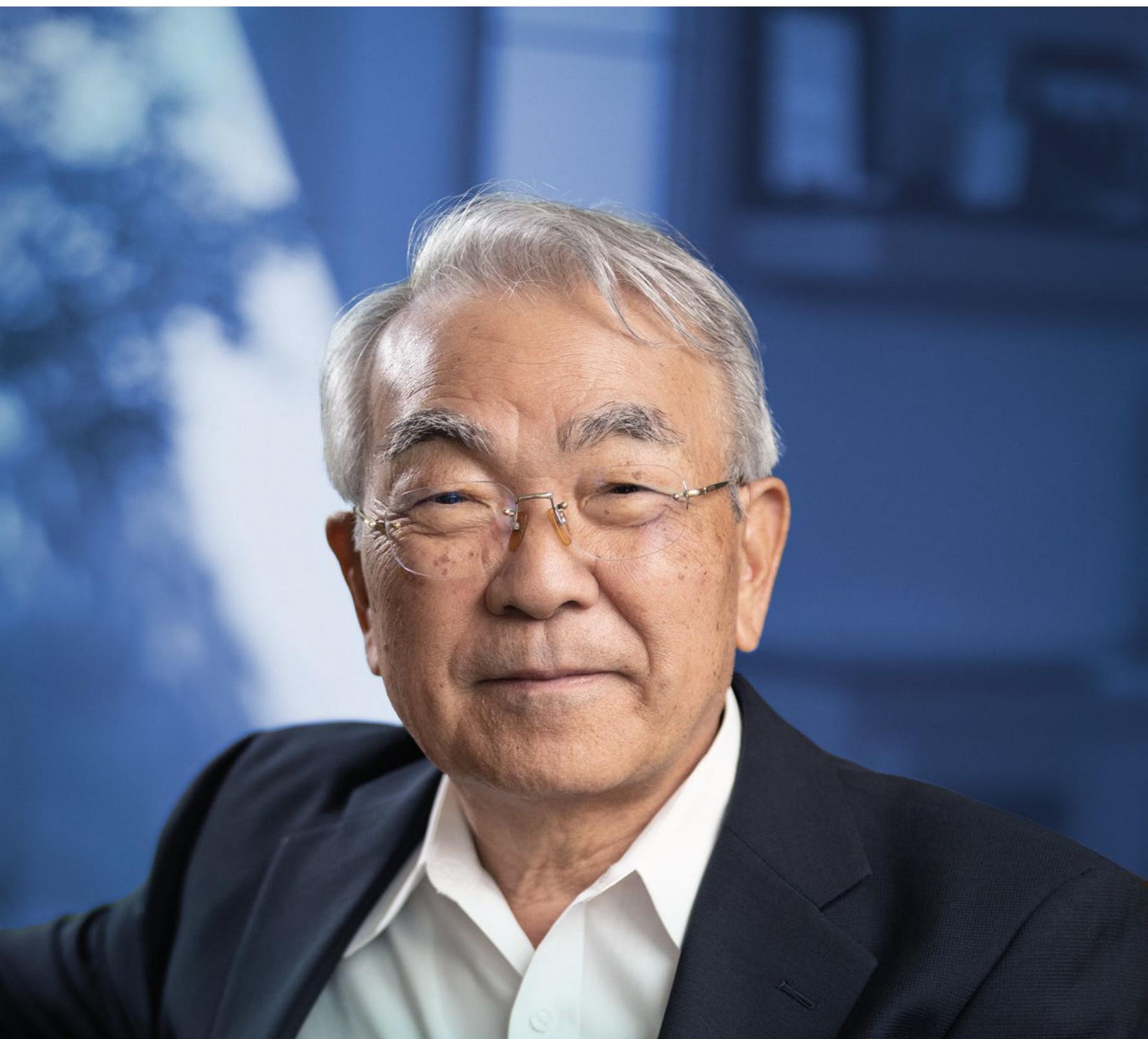
Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

**Tecnologías de la Información  
y la Comunicación**

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

**Information and  
Communication Technologies**





# Takeo Kanade

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

## Tecnologías de la Información y la Comunicación

### El pionero que *abrió los ojos* a robots y ordenadores

Si hoy ya existen coches capaces de conducir de forma autónoma, robots que asisten a los cirujanos en toda clase de operaciones, sistemas de reconocimiento facial con los que accedemos a nuestros teléfonos móviles y retransmisiones deportivas que nos permiten disfrutar de la repetición de las mejores jugadas desde múltiples ángulos, todo esto se debe en buena medida a las contribuciones del profesor Takeo Kanade, *Founders University Professor* de Informática y Robótica en la Universidad Carnegie Mellon (Pittsburgh, Estados Unidos).

En la categoría de Tecnologías de la Información y la Comunicación, el Premio Fronteras del Conocimiento ha reconocido a este investigador pionero nacido en Tamba (Hyogo, Japón) por desarrollar fundamentos matemáticos en los que se basan las capacidades que poseen hoy los ordenadores y los robots para comprender e interpretar imágenes.

Kanade revolucionó el campo de la visión artificial en tres dimensiones al desarrollar algoritmos mucho más rápidos que los que existían hasta entonces y posibilitando, por tanto, un gran número de aplicaciones prácticas. Al igual que las personas y los animales necesitamos dos ojos para tener información de profundidad, la visión artificial en tres dimensiones solo es posible si se integran las imágenes procedentes de al menos dos cámaras. Sin embargo, los primeros algoritmos de visión artificial estaban pensados para procesar una sola imagen, y aplicarlos para integrar varias imágenes era un proceso demasiado lento como para utilizarse en la práctica.

Con el fin de procesar un vídeo grabado con una sola cámara (es decir, en dos dimensiones) y reconocer

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

## Information and Communication Technologies

### The pioneer who “opened the eyes” of robots and computers

The emerging generation of self-driving vehicles, robots that assist surgeons in a whole range of medical procedures, facial recognition systems for accessing our cell phones, and sports broadcasts offering instant, all-angle replays of match highlights; all these advances owe a large debt to the contributions of Takeo Kanade, *Founders University Professor* of Computer Science and Robotics at Carnegie Mellon University (Pittsburgh, United States).

The Frontiers of Knowledge Award in the Information and Communication Technologies category has gone to this visionary researcher, born in Tamba (Hyogo, Japan), for developing the mathematical foundations underlying the current capabilities of computers and robots to comprehend and interpret images.

Kanade catalyzed the field of three-dimensional computer vision with a series of algorithms far faster than any previously available, opening up a new wealth of practical applications. Just as humans and animals need two eyes to see in depth, three-dimensional artificial vision requires the merging of images from at least two cameras. But the first artificial vision algorithms were designed to process just one image, and using them to combine several images was too slow a task to be useful in practice.

To process a video recorded with a single camera (that is, in two dimensions) and automatically recognize the images it contains, one possible way is to sort through it frame by frame trying to reconstruct the objects appearing and deduce how they move. Fast, accurate computing of the movement of points within an image, optical flow as it is known, is essential for processes such as video compression or for a robot to find its way around a given space.

Takeo Kanade desarrolló fundamentos matemáticos en los que se basan las capacidades que poseen hoy los ordenadores y los robots para comprender e interpretar imágenes, abriendo la puerta a vehículos capaces de conducir de forma autónoma, robots que asisten a los cirujanos y recreaciones panorámicas de las mejores jugadas en retransmisiones deportivas.

Takeo Kanade developed the mathematical foundations underlying the current capabilities of computers and robots to comprehend and interpret images, ushering in a new generation of self-driving vehicles, robot-assisted surgery, and instant, all-angle replays of sports event highlights.

de manera automática las imágenes que contiene, puede ser factible analizar fotograma a fotograma para reconstruir los objetos que contiene y después deducir cómo se mueven estos objetos. Computar el movimiento de los puntos de la imagen, llamado flujo óptico, de manera precisa y rápida es fundamental para comprimir videos, así como para que un robot se pueda orientar en el entorno.

Sin embargo, este método es del todo inviable si cada fotograma procede de la integración de las imágenes grabadas por varias cámaras, ya que requiere una capacidad de computación excesiva. Kanade se dio cuenta de que, en lugar de integrar cada fotograma y después rastrear el movimiento de los objetos, sería mucho más rápido aprovechar la información del movimiento de los objetos que graba cada cámara para comprender cómo se mueve la imagen incluso antes de realizar la integración entre los videos de todas las cámaras.

Junto con su doctorando Bruce Lucas, Kanade desarrolló un nuevo método para estimar el flujo óptico que presentó en el VII Congreso Internacional Conjunto de Inteligencia Artificial (IJCAI), celebrado en 1981 en Vancouver, Canadá. El método, que desde entonces se conoce como método de Lucas-Kanade, capta también las formas de los objetos y permite deducir la velocidad y dirección de su movimiento. «Esa es la base de la codificación de video, y mi algoritmo de flujo óptico se usa para prácticamente cualquier técnica de compresión de datos de imágenes en movimiento», explica el galardonado.

Gracias a sus contribuciones, en 1995 dos investigadores de la Universidad de Carnegie Mellon recorrieron Estados Unidos de costa a costa por autopista en uno de los primeros vehículos autónomos construidos, accionando manualmente el acelerador y el freno, pero sin apenas tocar el volante. Más recientemente, Kanade ha trabajado en el desarrollo de helicópteros autónomos capaces de rastrear un objetivo, y de hecho sus técnicas están presentes hoy en los drones y todos los robots que incorporan capacidad de visión.

Al mismo tiempo, el investigador japonés también fue el artífice de EyeVision, un sistema estrenado en la Super Bowl de 2001 que hizo posible por primera vez

But this method is ruled out if each frame consists of fused images from multiple cameras, given the amount of computing power required. Kanade realized that, rather than merging each frame then tracking the movement of the objects, it would be far quicker to use the object motion information recorded by each camera to understand how the image is moving, even before combining the videos.

Along with his doctoral student Bruce Lucas, he developed a new method to estimate optical flow, presented at the 7th International Joint Congress on Artificial Intelligence (IJCAI) held in Vancouver, Canada in 1981. What has since become known as the Lucas-Kanade method also recovers the shape of objects and allows to deduce the direction and speed of their movement. "That is the basis of video coding," the laureate explains, "and my optical flow algorithm can be used for any moving image data compression technique."

Thanks to his contributions, in 1995 two researchers at Carnegie Mellon University were able to drive coast to coast along U.S. freeways in one of the first autonomous vehicles ever built, manually operating the accelerator and brake but barely touching the steering wheel. More recently, Kanade has worked on the development of autonomous helicopters equipped for object detection and tracking, and in fact techniques of his devising are present as standard in all kinds of drones and robots equipped with intelligent visual functions.

The Japanese investigator was also the architect of EyeVision, a system premiered at the 2021 Super Bowl that enabled viewers at home to watch panoramic replays of the game's highlights. This is the technology behind the "virtualized reality" that has transformed the way that sports are broadcast by allowing viewers, for instance, to follow a football match from the ball's point of view or to enjoy the hawk-eye feature in tennis.

Computer vision is also a core enabling technology for robotic surgery, a burgeoning field whose expansion owes much to the techniques invented by Kanade. Indeed it was he and his team who developed the first robotized system for hip replacement surgery.

la recreación panorámica de las jugadas más espectaculares de un partido. Esta tecnología es la base de la llamada *realidad virtualizada*, que ha transformado la manera de retransmitir las competiciones deportivas, al permitir, por ejemplo, ver un partido de fútbol desde el punto de vista del balón o emplear el ojo de halcón en un partido de tenis.

La visión artificial también se ha convertido en una tecnología clave en la cirugía robótica, un campo que se ha expandido en buena medida gracias a las técnicas desarrolladas por Kanade. De hecho, fue él quien desarrolló con su equipo el primer sistema robotizado para la cirugía de prótesis de cadera, llamado HipNav, que logró una precisión mucho mayor en la colocación del implante, disminuyendo el riesgo de efectos secundarios como la dislocación, mediante un procedimiento menos invasivo que el tradicional.

Mirando al futuro, Kanade confía en que su trabajo pueda contribuir en los próximos años al desarrollo de robots y dispositivos que ayuden a las personas mayores o con discapacidad a vivir de manera independiente. Además, prevé que la *realidad virtualizada* no solo permita a las personas disfrutar de experiencias inmersivas cada vez más realistas en competiciones deportivas, conciertos y otros eventos culturales sin salir de sus casas, sino que incluso pueda ayudar a coordinar la respuesta a desastres naturales, a través de recreaciones virtuales de las zonas afectadas por una catástrofe.

«Como demuestra el hecho de que el córtex visual ocupe el área dominante del cerebro humano, la visión o el procesamiento de la información visual proporciona al ser humano el canal de información más rico e importante para la comprensión y la comunicación. La inteligencia artificial y los robots con capacidades de visión por ordenador similares o incluso mejores contribuyen a mejorar nuestras vidas. Veo muchas oportunidades», concluye.

Called HipNav, it achieved much greater precision in the placement of the prosthesis with a far less invasive procedure than traditional surgery, reducing the risk of side effects like dislocation.

Kanade is confident that, in a few years' time, his work will facilitate the spread of robots and other devices that "can help older people or people with disabilities to live independently." He also predicts that his "virtualized reality" will not just offer spectators an increasingly realistic, immersive experience of sports, concerts and other cultural events from the comfort of their homes, but may also be useful in coordinating the response to humanitarian emergencies by enabling visual reconstructions of disaster-hit zones.

"As is evidenced by the fact that the visual cortex occupies the dominant portion of the human brain, vision or visual information processing provides us with our richest and most important information channel for understanding and communication. Artificial intelligence and robots with similar or even better computer vision capabilities can contribute to the betterment of all our lives. I see a lot of opportunities."



Más información:



More information:



**Joos Vandewalle****Ron Ho****Georg Gottlob****Oussama Khatib****Rudolf Kruse****Mario Piattini**

**Presidente del jurado**  
Es presidente de honor de la Real Academia Flamenca de Ciencias y Artes de Bélgica y catedrático emérito del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica), donde ha dirigido una división de investigación en señales, identificación, teoría de sistemas y automatización, seguridad informática y criptografía industrial. Trabaja en la teoría de sistemas matemáticos y sus aplicaciones, teoría de circuitos, control, procesamiento de señales y redes neuronales, aspectos éticos y formación en ingeniería, y ciencia abierta. Es fellow del Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE).

**Secretario del jurado**  
Es vicepresidente corporativo de Hardware en Lattice Semiconductor, puesto al que llegó tras ser director senior de Ingeniería en Intel, primero, y director senior de Ingeniería de Silicio en Meta, después. Previamente había trabajado en Sun Microsystems y en Oracle, donde se dedicó a sistemas de comunicación capacitivos ópticos acoplados, memorias de capas tridimensionales y análisis de *big data*. Hoy investiga, además, en realidad virtual y aumentada y en electrónica analógica. Es titular de sesenta patentes y autor de más de cien artículos sobre circuitos y sistemas.

Es catedrático de Informática en la Universidad de Calabria (Italia) y catedrático emérito de Informática en la Universidad de Oxford (Reino Unido). Investiga en áreas como bases de datos, representación del conocimiento, inteligencia artificial, lógica computacional, algoritmos y cuestiones de complejidad o procesamiento de datos web. Autor de más de doscientos cincuenta artículos, ha sido editor y miembro del consejo editorial de varias revistas académicas. Es fellow de la Royal Society y miembro de la Academia Austriaca de Ciencias, de la Academia Alemana de Ciencias (Leopoldina) y de la Academia Europaea.

Es catedrático de Ciencias de la Computación y director del Laboratorio de Robótica de la Universidad de Stanford (Estados Unidos). Trabaja en robótica centrada en el ser humano: arquitecturas de control humanoide, síntesis del movimiento humano, simulación dinámica interactiva, y diseño humanizado de robots. Preside la Fundación Internacional de Investigación Robótica (IFRR) y es fellow del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), que le ha distinguido con sus premios George Saridis Leadership, Distinguished Service y Robotics and Automation Pioneer.

Es catedrático emérito de la Facultad de Ciencias de la Computación en la Universidad de Magdeburgo (Alemania). Su investigación comprende la estadística, inteligencia artificial, sistemas expertos, sistemas neuronales artificiales, sistemas difusos y ciencia de datos, que se ha traducido en diversas aplicaciones industriales. Es fellow de la Asociación Internacional de Sistemas Difusos, del Comité Europeo de Coordinación para la Inteligencia Artificial, y del Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE).

Es catedrático de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Castilla-La Mancha y codirector del Grupo de Investigación Alarcos. Trabaja en ingeniería de software, computación cuántica, gobernanza y auditoría en tecnologías de la información, e ingeniería de datos. Es uno de los diez mejores investigadores de España en Ciencias de la Computación en 2022 según Research.com; y aparece en la edición 2022 del *Ranking of the World Scientists: World's Top 2%* Scientists que publica la Universidad de Stanford. Es Premio Aritmel de la Sociedad Científica Informática de España.

**Committee chair**

Honorary President of the Royal Flemish Academy of Belgium for Science and the Arts, and Emeritus Professor in the Department of Electrical Engineering (ESAT) at KU Leuven (Belgium), where he headed a division working on signals, identification, system theory and automation, computer security and industrial cryptography. His research interests lie in mathematical system theory and its applications in circuit theory, control, signal processing and neural networks, as well as ethical aspects of engineering, engineering education and open science. He is a Fellow of the Institute of Electrical and Electronics Engineers.

**Committee secretary**  
Corporate Vice President, Hardware, at Lattice Semiconductor, which he joined from the post of Senior Director of Silicon Engineering at Meta and, prior to that, Senior Director of Engineering at Intel Corporation. He has also worked at Sun Microsystems and Oracle, specializing in capacitive and optically coupled communication systems, 3D-stacked memories, and Big Data analytics. His interests also extend to augmented and virtual reality, and analog circuits. He holds more than 60 patents and has authored over 100 published papers on circuits and systems.

Professor of Informatics at the University of Calabria (Italy) and Emeritus Professor of Informatics at the University of Oxford (United Kingdom). His research interests include databases, knowledge representation, artificial intelligence, computational logic, algorithms and complexity and web data processing. Author of over 250 scientific papers, he has served as editor and on the editorial boards of several scholarly publications. He is a Fellow of the Royal Society and a member of the Austrian Academy of Sciences, the German Academy of Sciences (Leopoldina) and Academia Europaea.

Professor of Computer Science and Director of the Robotics Laboratory at Stanford University (United States). His research focuses on human-centered robotics, encompassing humanoid control architectures, human motion synthesis, interactive dynamic simulation and human-friendly robot design. He is President of the International Foundation of Robotics Research and a Fellow of the Institute of Electrical and Electronics Engineers, which has distinguished him with its George Saridis Leadership, Distinguished Service and Robotics and Automation Pioneer awards.

Emeritus Professor in the Faculty of Computer Science at the University of Magdeburg (Germany). His research work encompasses statistics, artificial intelligence, expert systems, artificial neural systems and data science, and has led to a number of successful industrial applications. He is a Fellow of the European Association for Artificial Intelligence (EurAI), the International Fuzzy Systems Association and the Institute of Electrical and Electronics Engineers.

Professor of Computer Languages and Systems at the University of Castilla-La Mancha (Spain), where he co-leads the Alarcos Research Group, his areas of interest include software engineering, quantum computing, IT governance and audit and data engineering. One of Spain's ten best computer science researchers in 2022, according to the ranking drawn up by Research.com, he also appears in the 2022 edition of the World's Top 2% Scientists list published by Stanford University. He holds the Aritmel Prize of the Sociedad Científica Informática de España.



## Jurado

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Tecnologías de la Información y la Comunicación

#### Bernhard Schölkopf

Es director del Instituto Max Planck de Sistemas Inteligentes (Stuttgart, Alemania) y catedrático en el Departamento de Ciencias de la Computación de la Escuela Politécnica Federal de Zúrich (ETH Zúrich), en Suiza. Investiga en aprendizaje máquina e inferencia causal y ha aplicado sus métodos en campos que van desde la biomedicina a la fotografía computacional y la astronomía. Director científico del Instituto ELLIS Tübinga, que fundó en 2023, es, entre otras distinciones, premio Fronteras del Conocimiento 2019 en Tecnologías de la Información y la Comunicación.

Director of the Max Planck Institute for Intelligent Systems (Stuttgart, Germany), and Professor in the Department of Computer Science at ETH Zurich (Switzerland), he researches in machine learning and causal inference, and has applied his methods in diverse fields ranging from biomedicine to computational photography and astronomy. He is also Scientific Director of the ELLIS Institute Tübingen, which he founded in 2023, and his many honors include the 2019 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Information and Communication Technologies.

## Mención del acta

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en la categoría de Tecnologías de la Información y la Comunicación ha sido concedido, en su decimosexta edición, a **Takeo Kanade** por desarrollar fundamentos matemáticos en los que se basan las capacidades que poseen hoy los ordenadores y los robots para comprender e interpretar imágenes y escenas visuales

Apartándose de los enfoques heurísticos y *ad hoc* para centrarse en los modelos matemáticos y científicos subyacentes, el profesor Kanade ha creado algoritmos fundamentales para la comprensión de imágenes, el procesamiento del movimiento y la percepción robótica. A él se deben investigaciones pioneras sobre el flujo óptico subyacente en la estimación del movimiento y el procesamiento de vídeo, y también métodos fundamentales para la reconstrucción de escenas y la detección de objetos. Sus técnicas han hecho posible tecnologías clave que abarcan desde la conducción autónoma a la realidad aumentada. Sus sistemas de visión se utilizaron en algunas de las primeras iniciativas en el campo de los coches autónomos, como el programa No Hands Across America de 1985, cuyo objetivo fue cruzar Estados Unidos en coche sin tocar el volante.

El profesor Kanade también fue pionero en el reconocimiento facial mediante algoritmos de aprendizaje automático, una tecnología hoy omnipresente en los teléfonos móviles. Su marco Origami World se centró en desgranar la comprensión de la tridimensionalidad a partir de imágenes y, junto con su aportación sobre la visión estéreo con múltiples cámaras, ayudó a resolver problemas críticos sobre la percepción de la profundidad. Por último, su trabajo sobre la *realidad virtualizada* —la creación de puntos de vista alternativos a una escena real— abrió campos de exploración científica que engloban desde la medicina y la cirugía hasta las cámaras EyeVision que se utilizaron en acontecimientos deportivos como la Super Bowl estadounidense de 2001.

Sus aportaciones no solo han moldeado las disciplinas científicas de la inteligencia artificial y la robótica, sino que también han transformado sustancialmente el mundo tecnológico en el que vivimos.

## Committee

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

### Information and Communication Technologies

## Excerpt from award citation

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in the Information and Communication Technologies category goes, in this sixteenth edition, to **Takeo Kanade** for providing the mathematical foundations enabling today's computers to comprehend and interpret visual images and scenes.

Eschewing heuristic and *ad hoc* approaches, and focusing instead on underlying mathematical and scientific models, Professor Kanade's work has created foundational algorithms for image understanding, motion processing, and robotics perception. These include groundbreaking work on optical flow that underlies motion estimation and video processing, as well as fundamental methods for scene reconstruction and object detection. His techniques enabled key technologies ranging from autonomous driving to augmented reality. Some of the earliest efforts in self-driving cars relied on his vision systems, such as the 1985 No Hands Across America program to drive across the United States without using a steering wheel.

Professor Kanade also pioneered face detection and recognition using machine learning algorithms, a technology now omnipresent in our cellphones. His Origami World framework focused on distilling three-dimensional understanding from images. This, along with his work in multi-baseline stereo, helped to solve critical problems in depth perception. Finally, his work in "virtualized reality" – creating alternate viewpoints to a real scene – opened areas of scientific exploration from medicine and surgery to the EyeVision cameras demonstrated at sporting events like the 2001 American Super Bowl.

His contributions have not only shaped the scientific disciplines of artificial intelligence and robotics but have also significantly transformed the technological world in which we live.

## Comité técnico de apoyo

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento  
**Tecnologías de la Información  
y la Comunicación**

## Evaluation support panel

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award  
**Information and  
Communication Technologies**

---

### COORDINADORA

---

#### **Marisol Martín González**

Coordinadora del Área Global Materia y profesora de investigación en el Instituto de Micro y Nanotecnología (CSIC)

---

### MIEMBROS

---

#### **Luis Fonseca Chácharo**

Profesor de investigación y director del Instituto de Microelectrónica de Barcelona (CSIC)

---

#### **Alberto Ibáñez Rodríguez**

Científico titular en el Instituto de Tecnologías Físicas y de la Información Leonardo Torres Quevedo (CSIC)

---

#### **Felip Manyà Serres**

Investigador científico y vicedirector del Instituto de Investigación en Inteligencia Artificial (CSIC)

---

#### **José Javier Ramasco Sukia**

Coordinador adjunto del Área Global Materia y profesor de investigación en el Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos (CSIC-UIB)

---

### COORDINATOR

---

#### **Marisol Martín González**

Coordinator of the Materia Global Area and Research Professor at the Institute of Micro and Nanotechnology (CSIC)

---

### MEMBERS

---

#### **Luis Fonseca Chácharo**

Research Professor and Director at the Institute of Microelectronics of Barcelona (CSIC)

---

#### **Alberto Ibáñez Rodríguez**

Tenured Scientist at the Leonardo Torres Quevedo Institute of Physical and Information Technologies (CSIC)

---

#### **Felip Manyà Serres**

Scientific Researcher and Deputy Director at the Artificial Intelligence Research Institute (CSIC)

---

#### **José Javier Ramasco Sukia**

Deputy Coordinator of the Materia Global Area and Research Professor at the Institute for Interdisciplinary Physics and Complex Systems (CSIC-UIB)

## Nominador

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Tecnologías de la Información y la Comunicación

## Nominator

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

### Information and Communication Technologies

---

#### Takeo Kanade

Fue nominado por:

- **Fernando Torres Medina**, catedrático de Ingeniería de Sistemas y Automática y director del Grupo de investigación en Automática, Robótica y Visión Artificial de la Universidad de Alicante (España)

---

#### Takeo Kanade

Was nominated by:

- **Fernando Torres Medina**, Professor of Systems Engineering and Automation, and Director of the Automation, Robotics and Computer Vision Research Group at the University of Alicante (Spain)

«Tenemos que vincular el problema de la extinción de especies con el problema del cambio climático y entender que es una amenaza para el futuro de la humanidad».

“We need to couple the issue of species extinction with the issue of climate change, and understand that it is a threat to humanity's future.”

Gerardo Ceballos

«Así como hay un problema serio de deforestación en los ecosistemas del planeta, también hay un problema serio en la *defaunación*: la disminución y posible extinción de las especies de animales».

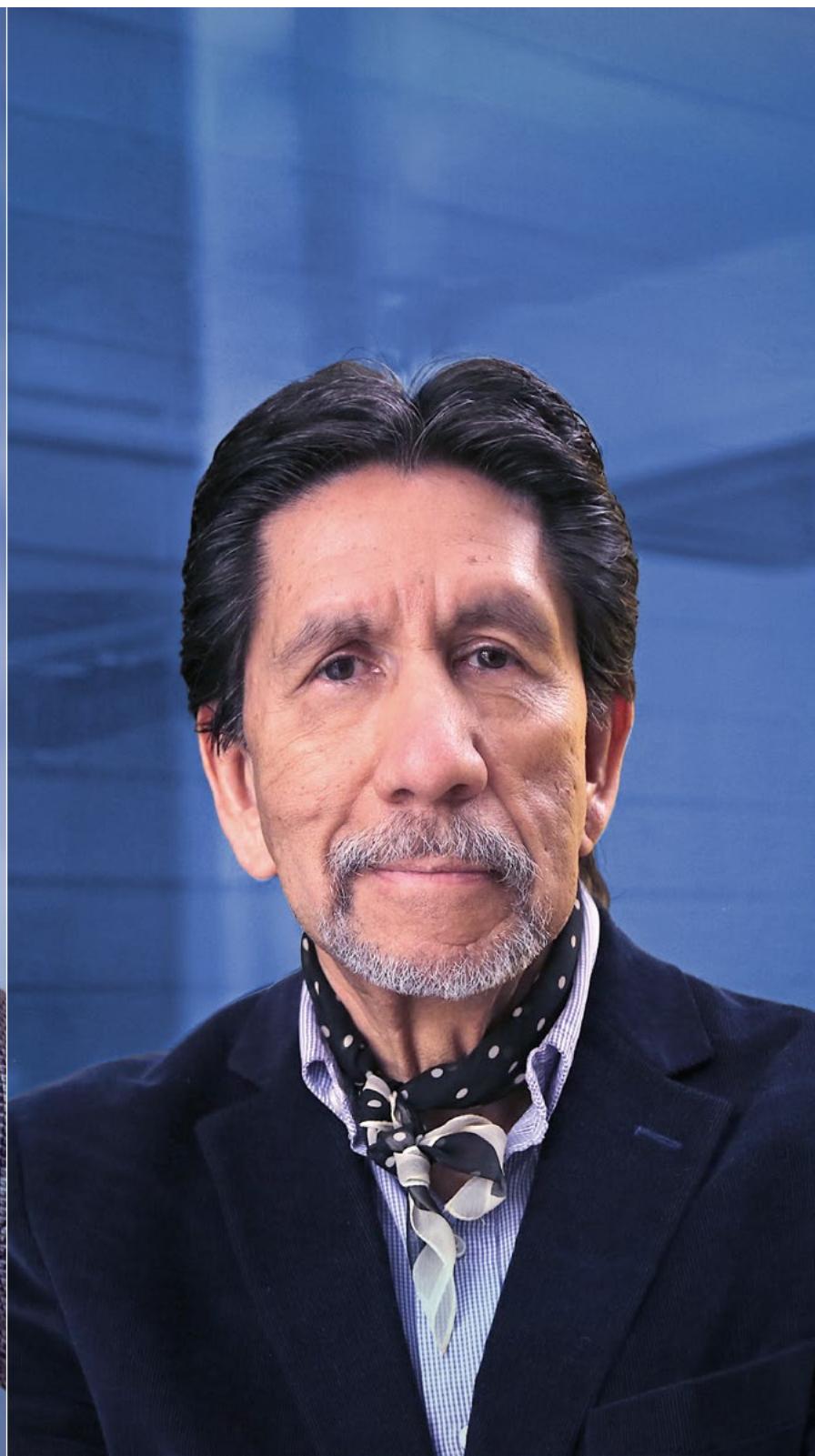
“Just as Earth's ecosystems face a serious problem of deforestation, a no less serious threat lies in 'defaunation': the depletion and possible extinction of animal species”

Rodolfo Dirzo

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento  
**Ecología y Biología de la Conservación**

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award  
**Ecology and Conservation Biology**





# Gerardo Ceballos Rodolfo Dirzo

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento  
**Ecología y Biología de la Conservación**

## Cuantificar la magnitud de la sexta gran extinción de especies

La investigación pionera sobre la galopante desaparición de animales y plantas en nuestro planeta que han llevado a cabo Gerardo Ceballos y Rodolfo Dirzo ha sido fundamental para revelar que la actual crisis de biodiversidad es un periodo de especial aceleración en la pérdida de especies.

Los dos ecólogos galardonados con el Premio Fronteras del Conocimiento en Ecología y Biología de la Conservación son referentes en el estudio de la llamada *defaunación*, un término acuñado por Dirzo para describir las alteraciones causantes de la desaparición de animales en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas. Sus trabajos han revelado los destructivos efectos en cadena que puede generar la eliminación de una especie al perturbar la red de interacciones que mantiene con otros organismos, así como sus impactos sobre la población humana, debido a la pérdida de los bienes y servicios que proporcionan.

Las investigaciones de Ceballos —investigador titular en el Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México— y Dirzo —titular de la Cátedra Bing de Ciencias Medioambientales en la Universidad de Stanford, Estados Unidos— han sido complementarias a lo largo de casi toda su trayectoria profesional, aunque el origen de esta colaboración se remonta a principios de los años ochenta del pasado siglo, cuando ambos investigadores coincidieron en la Universidad de Gales (Reino Unido). Sus primeras conexiones empezaron a establecerse a raíz de sus preocupaciones sobre el impacto del ser humano en la naturaleza, que comenzaba a ser evidente. «Empezamos a tener conversaciones no solamente en el ámbito de la ciencia, sino que compartíamos la preocupación por lo que veíamos ya a nuestros

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award  
**Ecology and Conservation Biology**

## Quantifying the scale of the sixth mass extinction of species

Gerardo Ceballos and Rodolfo Dirzo's trailblazing research into the disappearance of much of our planet's wildlife has revealed that the unfolding biodiversity crisis responds to a period of especially accelerated species loss.

The two ecologists receiving the Frontiers of Knowledge Award in Ecology and Conservation Biology have catalyzed the study of “defaunation,” a term Dirzo coined to describe both the disappearance of animals and how it alters the structure and function of ecosystems. Their research has shown that the elimination of a single species can trigger pernicious cascading effects by disrupting its web of interactions with other organisms. This, in turn, impacts negatively on human well-being through the reduction of the goods and services these organisms provide.

Ceballos, a Senior Researcher in the Institute of Ecology of the National Autonomous University of Mexico (UNAM) and Dirzo, the Bing Professor in Environmental Science at Stanford University (United States), have worked on complementary topics through most of their professional lives. But the origin of their collaboration lies back in the early 1980s, when both were studying at the University of Wales (United Kingdom). They first connected over their shared concern at the increasingly evident encroachment of human activity into the realm of nature. “We started having conversations not just on scientific matters, but about how worried we were about the anthropogenic impact on the natural world we were seeing all around us,” Dirzo recalls.

Ceballos would subsequently turn his research attention to the study of wildlife and the scale of the

Ambos ecólogos, cuyas investigaciones están ligadas y han sido complementarias a lo largo de su trayectoria, han demostrado que las tasas actuales de extinción para muchos organismos son mucho más altas que las producidas a lo largo de los dos millones de años precedentes.

The two ecologists, who have worked in parallel on a range of complementary topics, have shown that current species extinction rates in many groups of organisms are much higher than throughout the preceding two million years.

alrededores con respecto al impacto antropogénico sobre el medio natural», recuerda Dirzo.

Tras esta etapa, Ceballos ha dirigido su investigación hacia el estudio de la fauna y la magnitud de la extinción, y Dirzo se ha centrado en la investigación sobre las interacciones ecológicas entre plantas y animales, así como las consecuencias de esa extinción.

Tras un minucioso análisis de numerosas especies, Ceballos (Toluca, México) concluyó —en una investigación publicada en 2015 en *Science Advances*— que las tasas de extinción de vertebrados hoy en día son entre cien y mil veces más altas que las que han prevalecido en los últimos millones de años. «Esto quiere decir que las especies de vertebrados que se extinguieron en el último siglo deberían haberse extinguido en 10.000 años. Esa es la magnitud de la extinción», explica Ceballos.

Ceballos enfatiza que la extinción de especies es el punto final de este proceso, pero que la extinción de poblaciones es igualmente preocupante porque son las que proveen los servicios ambientales en el ámbito local y regional. «No importa que haya jaguares en Brasil, por ejemplo, si se acaban en México, porque los servicios ambientales que prestaron en México se acabaron», señala. Con este concepto estudió las poblaciones de perritos de las praderas, que en los años noventa se consideraban una plaga y por ello se iniciaron programas para exterminarlos. Gracias a este trabajo, publicado en 1999 en la revista *Journal of Arid Environments*, Ceballos y su equipo logró determinar que no solamente no son una especie plaga, sino que en realidad son fundamentales para mantener su ecosistema: los pastizales del suroeste de Estados Unidos y del norte de México. Al desaparecer estos roedores, se pierde la fertilidad del suelo, aumenta su erosión y se pierden las plantas que son forraje para el ganado porque aumenta el matorral.

Por analogía con el concepto de deforestación, Dirzo (Cuernavaca, México) acuñó el término *defaunación* para referirse a esta ausencia descompensada de animales, una forma de ilustrar que, así como hay un problema serio de deforestación en los ecosistemas del planeta, también lo hay con la disminución y posible extinción de las especies de animales.

advancing extinction, while Dirzo centered his efforts on the ecological interactions between plants and animals, and the consequences that would follow from their loss.

After a detailed analysis of numerous species, Ceballos (Toluca, Mexico) concluded – in a 2015 paper published in *Science Advances* – that today's vertebrate extinction rates are from 100 to 1,000 times greater than those prevailing over the last few million years. “What this means,” he explains, “is that the vertebrate species that have died out in the past 100 years should have taken 10,000 years to become extinct. That is the magnitude of the extinction.”

Species extinction is the last stage in the process, but Ceballos insists that population extinction is no less worrying, since it is these populations that provide environmental services on a local or regional scale. He gives an example: “It doesn't matter if there are jaguars in Brazil if they have died out in Mexico, because the environmental services they performed in Mexico will have disappeared with them.” He and his colleagues explored this concept in a study of populations of prairie dogs, which in the 1990s were thought to be pests and targeted by eradication campaigns. Through this study, published in 1999 in the *Journal of Arid Environments*, they were able to prove that, rather than pests, they are a keystone species that plays a vital role in maintaining their ecosystem, the grasslands of the U.S. southwest and northern Mexico. With these rodents gone, the soil becomes less fertile, erosion increases and the scrubland advances, wiping out the plants that serve as forage for livestock.

Dirzo (Cuernavaca, Mexico) came up with the term “defaunation,” by analogy with deforestation, to refer to the imbalance in nature entailed by the absence of animals. This, he reasoned, was a way to highlight that just as Earth's ecosystems are at growing risk of deforestation, a no less serious threat lies in the depletion or even extinction of animal species.

And it is not just species disappearance that should be causing us concern. The loss of species populations and, especially, species interactions, are other grave problems that need to be a core focus of conservation actions.

Más allá de la desaparición de especies, debería preocuarnos la extinción de poblaciones de una especie y, sobre todo, las interacciones entre especies, que deberían ponerse en el foco de las acciones de conservación. Estos efectos desencadenan un fenómeno que Dirzo llama de «ganadores y perdedores». Cuando estos animales grandes se extinguieren localmente, se convierten en perdedores, y los animales más pequeños, como los roedores, se benefician de su ausencia y por tanto son ganadores. A su vez, si aumentan las poblaciones de los animales portadores de patógenos, podrían transmitir estas enfermedades a los seres humanos.

Para comprobar estos efectos, instaló cercas electrificadas en algunos lugares de la sabana africana que están muy bien conservados, para evitar que la fauna grande pudiera entrar. A la vez, junto con su equipo, dejaron otros lugares sin cercar para poder comparar dos ecosistemas iguales: uno con fauna grande y otro sin ella. Y descubrieron que, al clausurar la presencia de estos animales, la vegetación de la sabana cambia drásticamente. Además, la población de roedores se triplicó, y por tanto el riesgo de enfermedades que se puedan transmitir a humanos se vuelve también tres veces mayor. Esto produce una cascada que, en palabras de Dirzo, va desde la cacería ilegal de elefantes hasta un riesgo serio de una pandemia nueva en la población humana.

La cacería es solo una de las acciones provocadas por el ser humano que favorecen la extinción, pero hay cinco factores clave que contribuyen a la defaunación: el cambio de uso de la tierra, la sobreexplotación de los recursos, la contaminación, la introducción de especies no nativas y el cambio climático. «Pero ninguno de estos cinco factores opera en aislamiento —apunta Dirzo—, todos están entrelazados, y esto vuelve el problema de atender la extinción biológica mucho más complejo».

These effects give rise to a phenomenon Dirzo refers to as “winners and losers.” When large animals die out locally, they are evidently losers. Subsequently, smaller animals like rodents take advantage of their absence to become winners. But these smaller animals also carry pathogens. So if their populations increase, there is a greater chance that they will end up transmitting diseases to humans.

To explore this in practice, he and his team installed electrified fences in some well-conserved parts of the African savannah to stop large animals from entering. They then left other areas unfenced, so they could compare two identical ecosystems, one with large wildlife and one without. What they found was that when an area was closed off to these animals, the savannah vegetation changed dramatically. Not only that, but the rodent population tripled, and with it the risk of diseases that might be passed on to humans. In this way, says Dirzo, we get a cascade that runs from elephant poaching to the real risk of a new human pandemic.

Hunting is just one human activity that can lead to extinction, but there are five key factors that drive forward defaunation: land use change; the overexploitation of resources; pollution; the introduction of non-native species; and climate change. “None of these five factors,” Dirzo points out, “operates in isolation. They are all interlinked, and this makes the challenge of dealing with biological extinction all the more complex.”



Más información: Gerardo Ceballos



Rodolfo Dirzo



More information: Gerardo Ceballos



Rodolfo Dirzo


**Emily S. Bernhardt**

**Presidenta del jurado**  
Es James B. Duke Distinguished Professor y directora del Departamento de Biología en la Universidad de Duke (Estados Unidos). Especializada en ecología de los ecosistemas y en biogeoquímica, estudia cómo los cambios en el uso de la tierra, el cambio global o la polución química están alterando la estructura y función de los ecosistemas acuáticos, con el fin de determinar cómo mitigar este fenómeno o qué intervenciones preventivas es posible adoptar. Ha presidido la Sociedad para la Ciencia del Agua Dulce y ha recibido el Premio Mercer de la Sociedad Americana de Ecología, entre otras distinciones.

**Pedro Jordano**

**Secretario del jurado**  
Es profesor de investigación en el Departamento de Ecología Integrativa de la Estación Biológica de Doñana (CSIC) y profesor asociado en el Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Universidad de Sevilla. Estudia la diversidad biológica desde perspectivas ecológicas y evolutivas, con especial foco en cómo las interacciones entre plantas y animales modulan sistemas ecológicos complejos. Ha presidido el Área de Ciencias y Tecnologías Medioambientales de la Agencia Estatal de Investigación (Ministerio de Ciencia e Innovación) y es premio Mercer de la Sociedad Americana de Ecología.

**Miguel Bastos Araújo**

Es profesor de investigación en el Departamento de Biogeografía y Cambio Global del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC). Investiga cómo el clima determina la distribución de especies y controla propiedades complejas de la dinámica de comunidades autoorganizadas, trabajo del que han derivado informes para el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el Consejo de Europa y los gobiernos de España y Portugal, entre otros. Es Highly Cited Researcher en Medio Ambiente y Ecología desde 2014, y premio Ernst Haeckel de la Federación Ecológica Europea, entre otras distinciones.

**Paul M. Brakefield**

Es catedrático de Zoología y director emérito del Museo de Zoología de la Universidad de Cambridge (Reino Unido). Su trabajo se centra en *Bicyclus anynana*, una mariposa africana que emplea para estudiar los genes que influyen en mecanismos del desarrollo, cómo el propio desarrollo puede contribuir a modelar las trayectorias evolutivas y el papel de los rasgos metabólicos, fisiológicos y morfológicos en la adaptación ecológica. Ha presidido la Sociedad Linneana de Londres, es fellow de la Royal Society, y miembro extranjero de la Real Academia de Artes y Ciencias de los Países Bajos.

**María Begoña García**

Es investigadora científica en el Departamento de Conservación de la Biodiversidad y Restauración de los Ecosistemas del Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC, del que fue vicedirectora entre 2010 y 2017. Especialista en la dinámica a largo plazo de especies de flora y hábitats, así como en interacciones entre plantas y animales, coordina una red de monitorización de tendencias poblacionales de plantas y modificaciones de hábitats en el noreste de España que abarca 180 especies. Es, además, co coordinadora de la Plataforma Temática Interdisciplinar ECOBIODIV del CSIC y miembro del Comité Científico de Parques Nacionales.

**Rik Leemans**

Es catedrático de Análisis de los Sistemas Medioambientales de la Universidad de Wageningen (Países Bajos). Lidera proyectos de investigación interdisciplinares sobre el cambio global y participa en evaluaciones internacionales de política científica, como el IPCC y la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES). Es autor de numerosos estudios sobre dinámica y servicios de los ecosistemas, biodiversidad, cambio climático y global, vulnerabilidad y sostenibilidad. Ha participado en el Cuarto Informe del IPCC, que recibió el Premio Nobel de la Paz en 2007.

**Committee chair**

James B. Duke Distinguished Professor and Chair of the Department of Biology at Duke University (United States). A specialist in ecosystem ecology and biogeochemistry, she examines how the structure and function of aquatic ecosystems are being altered by land use change, global change and chemical pollution, in order to determine whether and how ecosystem change can be mitigated or prevented. A former president of the Society for Freshwater Science, her distinctions include the Mercer Award of the Ecological Society of America.

**Committee secretary**

Research Professor in the Department of Integrative Ecology at Doñana Station (CSIC, Spain), and Associate Professor in the Department of Plant Biology and Ecology at the University of Seville, he researches into biodiversity from both ecological and evolutionary perspectives, with a focus on how interactions between plants and animals shape complex ecological systems. He has chaired the Environmental Science and Technology Area of Spain's National Research Agency (Ministry of Science and Innovation), and holds the Mercer Award of the Ecological Society of America.

Research Professor in the Department of Biogeography and Global Change at the National Museum of Natural Sciences (CSIC, Spain). His research on how climate determines the distributions of species and controls complex properties of self-organized community dynamics has resulted in reports for the Intergovernmental Panel on Climate Change, the Council of Europe and the governments of Spain and Portugal, among others. Listed as a Highly Cited Researcher in Environment and Ecology since 2014, his distinctions include the Ernst Haeckel Award of the European Ecological Federation.

Professor of Zoology and Emeritus Director of the Museum of Zoology at the University of Cambridge (United Kingdom). He has researched extensively on *Bicyclus anynana*, an African butterfly with which he has studied the genes that regulate specific developmental mechanisms, how the way development builds morphologies can contribute to shaping evolutionary trajectories, and the roles of metabolic, physiological, and morphological traits in ecological adaptation. A former president of the Linnean Society of London, he is also a Fellow of the Royal Society and a Foreign Fellow of the Royal Dutch Academy of Arts and Sciences.

A Scientific Researcher in the Department of Biodiversity Conservation and Ecosystem Restoration at the Pyrenean Institute of Ecology (CSIC, Spain), where she served as vice-chair from 2010 to 2017. Her research focuses on the long-term dynamics of plant species and habitats, as well as interactions between plants and animals, and she is currently coordinating a monitoring network of plant population trends and habitat changes in northeastern Spain that is tracking 180 species. Co-coordinator of the CSIC Interdisciplinary Platform ECOBIODIV, and a member of the scientific committee for Spain's National Parks.

Professor in Environmental Systems Analysis at Wageningen University & Research (Netherlands). He leads interdisciplinary global change research projects and contributes to international science-policy assessments, like the IPCC and the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). Author of numerous papers on ecosystem dynamics and services, biodiversity, climate and global change, vulnerability and sustainability, he participated in the 4th IPCC Report awarded the 2007 Nobel Peace Prize.



## Jurado

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Ecología y Biología de la Conservación

#### Nuria Marbà

Es profesora de investigación en el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (Universitat de les Illes Balears-CSIC), donde dirige el Departamento de Oceanografía y Cambio Global. Investiga el funcionamiento y servicios que proporcionan los ecosistemas marinos dominados por macrófitos; la resiliencia y la capacidad de recuperación de los ecosistemas costeros frente a presiones; y las bases científicas para diseñar políticas de conservación del ecosistema marino. Es editora asociada de *Frontiers in Global Change and the Future Ocean*.

Research Professor at the Mediterranean Institute for Advanced Studies (University of the Balearic Islands-CSIC, Spain), where she heads the Department of Oceanography and Global Change. Her work focuses on the function of macrophyte-dominated marine ecosystems and the services they provide, the response of coastal ecosystems to stress, and the scientific basis for defining marine ecosystem conservation policies. She is an Associate Editor of *Frontiers in Global Change and the Future Ocean*.

## Mención del acta

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en la categoría de Ecología y Biología de la Conservación ha sido concedido, en su decimosexta edición, a **Gerardo Ceballos** y **Rodolfo Dirzo** por haber vinculado los aspectos empíricos y teóricos de la investigación ecológica en algunos de los hábitats de mayor biodiversidad de la Tierra. Documentando las elevadas tasas de extinción de especies en América Latina y África, su trabajo ha demostrado que en la actualidad, para muchos grupos de organismos, estas tasas son mucho más altas que las producidas a lo largo de los dos millones de años precedentes. De este modo, han contribuido a exponer la sexta crisis de extinción global, un periodo de especial aceleración en la pérdida de especies que está teniendo lugar en todo el mundo y para todos los grupos de organismos, y el primero que está ligado directamente al impacto de una sola especie: la nuestra. Sus resultados sobrepasan el ámbito de la investigación por su influencia en las políticas y prácticas de conservación.

Los profesores Ceballos y Dirzo han logrado extender los estudios experimentales que antes se realizaban con pequeñas redes tróficas a ecosistemas tropicales muy diversos. Sus resultados han revelado efectos en cascada por los cuales la pérdida de una sola especie puede provocar la pérdida de muchas otras a través de las interacciones entre los organismos. Así, mostraron que la sobreexplotación puede poner en peligro la regeneración natural de los árboles de la selva tropical, y que la pérdida de unas pocas especies clave puede afectar negativamente al bienestar humano al reducir los bienes y servicios de los ecosistemas. Sus originales investigaciones han abierto el camino a los estudios sobre la importancia de las interacciones ecológicas para mantener la integridad de la biosfera.

## Committee

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

### Ecology and Conservation Biology

## Excerpt from award citation

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in the Ecology and Conservation Biology category goes, in the sixteenth edition, to **Gerardo Ceballos** and **Rodolfo Dirzo** for their work linking empirical and theoretical ecological research in some of the most biodiverse habitats on Earth. Their work has documented high rates of species loss across Latin America and Africa, establishing that current species extinction rates in many groups of organisms are much higher than throughout the preceding two million years. They have thus helped describe the sixth global extinction crisis, an especially rapid period of species loss occurring globally and across all groups of organisms, and the first to be tied directly to the impacts of a single species; namely, us. Their efforts extend beyond research to influencing conservation policy and practice.

Professors Ceballos and Dirzo have effectively extended previous experimental work with small food webs to highly diverse tropical ecosystems. Their results revealed cascading effects through which the loss of a single species could lead to the loss of many others mediated by interactions among organisms. For example, they showed how overhunting can jeopardize the natural regeneration of rainforest trees, and how the loss of a few key species can adversely affect human wellbeing via reductions in ecosystem goods and services. This original research has prompted studies on the importance of ecological interactions in sustaining the integrity of the biosphere.

## Comité técnico de apoyo

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Ecología y Biología de la Conservación

## Evaluation support panel

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

### Ecology and Conservation Biology

#### COORDINADORA

---

##### **Anna Traveset Vilaginés**

Profesora de investigación en el Instituto  
Mediterráneo de Estudios Avanzados (CSIC-UIB)

#### MIEMBROS

---

##### **Xavier Bellés Ros**

Profesor vinculado *ad honorem* en el Instituto de  
Biología Evolutiva (CSIC-UPF)

##### **Marta Coll Montón**

Investigadora científica en el Instituto de Ciencias  
del Mar (CSIC)

##### **Mario Díaz Esteban**

Profesor de investigación en el Museo Nacional de  
Ciencias Naturales (CSIC)

#### COORDINATOR

---

##### **Anna Traveset Vilaginés**

Research Professor at the Mediterranean Institute  
for Advanced Studies (CSIC-UIB)

#### MEMBERS

---

##### **Xavier Bellés Ros**

Ad Honorem Associate Professor in the Institute of  
Evolutionary Biology (CSIC-UPF)

##### **Marta Coll Montón**

Scientific Researcher at the Institute of Marine  
Sciences (CSIC)

##### **Mario Díaz Esteban**

Research Professor at the National Museum of  
Natural Sciences (CSIC)

## Nominador

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Ecología y Biología de la Conservación

## Nominator

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

### Ecology and Conservation Biology

---

#### Gerardo Ceballos y Rodolfo Dirzo

Fueron nominados por:

- **Gretchen Cara Daily**, titular de la Cátedra Bing de Ciencia Medioambiental de la Universidad de Stanford (Estados Unidos) y premio Fronteras del Conocimiento en Ecología y Biología de la Conservación 2018

---

#### Gerardo Ceballos and Rodolfo Dirzo

Were nominated by:

- **Gretchen Cara Daily**, Bing Professor of Environmental Science at Stanford University (United States) and 2018 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Laureate in Ecology and Conservation Biology

«El hielo nos dice tanto cuál ha sido la temperatura como cuáles han sido las concentraciones de gases de efecto invernadero».

“The ice tells us both what past temperatures were and what past greenhouse gas concentrations were.”

**Dorthe Dahl-Jensen**

«Nuestra investigación sobre los testigos de hielo confirma que el cambio climático que experimentamos hoy está vinculado con las actividades humanas».

“Our research with ice cores confirms that the climate change we are experiencing today is linked to human activities.”

**Jean Jouzel**

«Si el calentamiento global se limita a niveles cercanos a los de hoy, se podrían evitar cambios importantes en la Antártida».

“If global warming holds at levels close to the present day, major changes could be avoided for the Antarctic region.”

**Valérie Masson-Delmotte**

«En la actualidad, parece que no somos capaces de alcanzar los objetivos que nos hemos marcado para afrontar el cambio climático».

“For the moment, it seems, we are unable to reach the goals we have set ourselves to tackle climate change.”

**Jakob Schwander**

«La ciencia ha identificado el problema del cambio climático desde los años setenta, pero la respuesta ha sido extremadamente lenta».

“Science identified the problem of climate change as early as the 1970s, but the response has been extremely slow.”

**Thomas F. Stocker**





# Dorthe Dahl-Jensen

# Jean Jouzel

# Valérie Masson-Delmotte

# Jakob Schwander

# Thomas F. Stocker

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

## Cambio Climático

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

## Climate Change

61

### La historia del clima de la Tierra preservada en testigos de hielo

Las pequeñas burbujas de aire atrapadas en profundas capas de nieve polar son como un libro abierto que habla sobre las condiciones atmosféricas del planeta en los últimos 800.000 años. Para descifrar toda esa valiosa información, han sido necesarios importantes avances científicos, técnicos y logísticos que han permitido medir las concentraciones de gases de efecto invernadero a lo largo de todo este tiempo. Así, cinco investigadores han logrado reconstruir un registro del clima de la Tierra por lo que han recibido el Premio Fronteras del Conocimiento en la categoría de Cambio Climático.

Aunque ya desde los años sesenta del siglo pasado existían modelos climáticos que mostraban que un aumento en la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera produciría un incremento de temperatura, faltaban datos concretos sobre la composición de la atmósfera a lo largo de la historia. El análisis de Jean Jouzel (Janzé, Ille et Vilaine, Francia), científico emérito en el Laboratorio de Ciencias del Clima y del Medio Ambiente (Paris-Saclay, Instituto Pierre-Simon Laplace), de un testigo de hielo antártico —muestras cilíndricas obtenidas con la perforación del sustrato— de la base Vostok, publicado en *Nature* en 1987, constituyó esa comprobación definitiva.

Existían ya trabajos basados en testigos de hielo, pero ninguno alcanzaba una época anterior a la última glaciación, que comenzó hace 110.000 años. En esta ocasión, perforaron a más de dos mil metros y obtuvieron muestras de 160.000 años de antigüedad. Gracias a ellas, comprobaron que existía una estrecha relación entre los cambios en el ciclo de carbono, la composición de la atmósfera y el clima, tres factores clave en la dinámica de los ciclos glaciares interglaciales.

### A history of Earth's climate preserved in ice cores

The tiny bubbles of air trapped deep in the layers of polar snow are like an open book that tells the story of the Earth's atmospheric conditions in the past 800,000 years. Deciphering this precious information has required a series of scientific, technical and logistical advances that have enabled researchers to measure greenhouse gas concentrations over time and reconstruct a record of the Earth's climate. It is for these achievements that five pioneering specialists have been distinguished with the Frontiers of Knowledge Award in the category of Climate Change.

As early as the 1960s climate models were showing that increased atmospheric concentrations of CO<sub>2</sub> would lead to higher temperatures. What was missing was hard data on the historical composition of the atmosphere that could validate this finding. The needed confirmation came in 1987, when Jean Jouzel (Janzé, Ille et Vilaine, France), Emeritus Scientist at the Laboratoire des Sciences du Climat et l'Environnement (Paris-Saclay, Institut Pierre-Simon Laplace), published an article in *Nature* describing his analyses of an Antarctic ice core – a cylindrical sample obtained by drilling the substrate – at the Vostok research station.

Studies had been done on ice cores before then, but none had reached back further than the last ice age, which began 110,000 years ago. This time, the base team had managed to drill over 2,000 meters down through the ice, obtaining samples up to 160,000 years old. What emerged from their study was the existence of a close linkage between changes in the carbon cycle, atmospheric composition and climate, three key factors in the dynamics of glacial-interglacial cycles. "The link between changes in greenhouse

Los cinco investigadores europeos comprobaron, mediante la exploración pionera del hielo polar, el vínculo fundamental entre las concentraciones de gases de efecto invernadero y el aumento de la temperatura atmosférica en todo el planeta a lo largo de los últimos 800.000 años.

Through their pioneering exploration of polar ice, the five European researchers were able to establish a "fundamental coupling" between greenhouse gas concentrations and rising air temperatures across the planet over the last 800,000 years.

«El vínculo entre los cambios en la concentración de gases invernadero y la temperatura se estableció realmente gracias al testigo de hielo de Vostok», afirma Jouzel.

Diez años después de aquel trabajo, Valérie Masson-Delmotte (Nancy, Francia) amplió su análisis a testigos de hielo procedentes de Groenlandia. Sus conclusiones coincidían con las que Jouzel había obtenido en el otro extremo del planeta, volviéndolas mucho más robustas.

Además de modelizar los climas pasados a partir de los testigos de hielo, Masson-Delmotte, científica senior en el Laboratorio de Ciencias del Clima y del Medio Ambiente (Paris-Saclay, Instituto Pierre-Simon Laplace), ha combinado esta información con muchos otros aspectos de la ciencia climática para predecir qué le sucederá a la Antártida en 2070 ante diferentes escenarios de calentamiento. «Demostramos que, si el calentamiento global se limita a niveles cercanos a los de hoy, se podrán evitar cambios importantes en esa región», detalla la investigadora.

Las contribuciones de Dorthe Dahl-Jensen, catedrática en el Instituto Niels Bohr de la Universidad de Copenhague (Dinamarca), se han centrado en la reconstrucción del clima del pasado a partir del análisis de testigos de hielo en Groenlandia, tal y como plasmó en un estudio publicado en 1998 por la revista *Science*. «El hielo nos dice tanto cuál ha sido la temperatura, a través del análisis de los isótopos estables del agua, como cuáles han sido las concentraciones de gases de efecto invernadero gracias al aire atrapado en su interior», explica Dahl-Jensen (Copenhague). Sus investigaciones han comprobado que las concentraciones de gases de efecto invernadero jamás alcanzaron los niveles de hoy.

Todos estos trabajos no habrían sido posibles sin la tecnología necesaria para obtener los testigos de hielo, y Jakob Schwander (Koppigen, Suiza), científico senior en el Instituto de Física de la Universidad de Berna y en el Centro Oeschger para el Cambio Climático (Suiza), ha sido pionero en este campo. El investigador suizo ha desarrollado nuevos dispositivos para llegar a capas más profundas de hielo prístico con los que ha

gases and temperature was really established thanks to that Vostok ice core," Jouzel recalls today.

Ten years later, Valérie Masson-Delmotte (Nancy, France), would extend his analysis to cores extracted from the Greenland ice sheet. Her conclusions matched those obtained by her compatriot at the opposite end of the planet, giving added robustness to his findings.

As well as modeling past climate with ice cores, Masson-Delmotte, a Senior Scientist at the Laboratoire des Sciences du Climat et l'Environnement (Paris-Saclay, Institut Pierre-Simon Laplace), has combined this data with other aspects of climate science to predict what the Antarctic will look like in the year 2070 under different warming scenarios. "We show that if global warming holds at levels close to the present day, major changes could be avoided for the region," says the researcher in this respect.

The contributions of another co-awardee, Dorthe Dahl-Jensen, Professor in the Niels Bohr Institute at the University of Copenhagen (Denmark), lie primarily in the reconstruction of past climate from the study of Greenland ice cores, as written up in a 1998 paper published in *Science*. "The ice gives us both temperature, through analysis of stable water isotopes, and greenhouse gas levels, through the air trapped inside," says Dahl-Jensen (Copenhagen). A key conclusion of her research is that past greenhouse gas concentrations at no point reached the levels of today's.

None of this research would have been possible without the enabling technology for ice core extraction, and here Jakob Schwander (Koppigen, Switzerland), Senior Scientist in the Physics Institute at the University of Bern and the Oeschger Centre for Climate Change Research (Switzerland), is one of the unchallenged specialists working in the world today. The Swiss scientist has developed new devices to reach ever deeper layers of pristine ice. With the aid of these innovations he was able to analyze the air bubbles trapped in the "firn" – the layer of compacted ice at over 70 meters depth that lasts winter after winter above the level of the glacial ice, and consists of 25 percent air. In 1984 he published a paper in *Nature* which concluded that

podido analizar las burbujas de aire atrapadas en el *firn*, la capa de nieve compacta a más de 70 metros de profundidad que permanece invierno tras invierno encima del hielo glaciar, donde se concentra un 25 por ciento de aire. En 1984 publicó un estudio en *Nature* que concluyó que la edad del aire atrapado en el hielo es significativamente menor que la del hielo que lo rodea. «Gracias a que los gases pesados se hunden llegando a las capas más altas del *firn*, ahora sabemos la edad del aire confinado en las capas de hielo polar, las cuales no son coincidentes», explica Schwander.

Thomas F. Stocker (Zúrich, Suiza), quien ha colaborado en algunos proyectos con Schwander, ha trabajado en la medición de las concentraciones de dióxido de carbono atrapado en las burbujas de aire de los testigos de hielo de 800.000 años de antigüedad. Stocker, catedrático de Clima y Física Ambiental en el Instituto de Física de la Universidad de Berna (Suiza), desarrolló modelos climáticos para interpretar los datos obtenidos y así poder comprender los cambios climáticos en una escala temporal muy larga que abarca varias edades del hielo.

De esta investigación Stocker extrajo tres conclusiones fundamentales. «En primer lugar, que las concentraciones de dióxido de carbono son un 35 por ciento más altas que en los últimos 800.000 años. En segundo lugar, que el calentamiento global no tiene precedentes en los últimos 2.000 años. Y tercero, que gracias a los testigos de hielo polar sabemos que hubo instabilidades en el sistema climático que podrían volver a ocurrir en el futuro debido a la acción humana». Los cinco galardonados consideran que existe una preocupante brecha entre la inequívoca evidencia científica acumulada sobre los potenciales impactos del actual cambio climático y las insuficientes medidas adoptadas hasta ahora por la comunidad internacional para afrontar este desafío, aunque creen que todavía existe margen para actuar y superarlo.

#### Más información:



Dahl-Jensen Jouzel Masson-Delmotte Schwander Stocker

the age of the air trapped in bubbles was significantly less than that of the enclosing ice. "Thanks to the fact that heavy gases sink to the top layers of the firn, we can now tell the ages of the air trapped in the polar ice layers, which do not coincide," he explains.

Thomas F. Stocker (Zúrich, Suiza), who has worked with Schwander on various projects, has measured concentrations of carbon dioxide trapped in the air bubbles of ice cores extending back 800,000 years. In seeking to interpret the recovered data, the Professor of Climate and Environmental Physics at the University of Bern (Switzerland) developed a number of models to understand climate changes over a very long time scale spanning several ice ages.

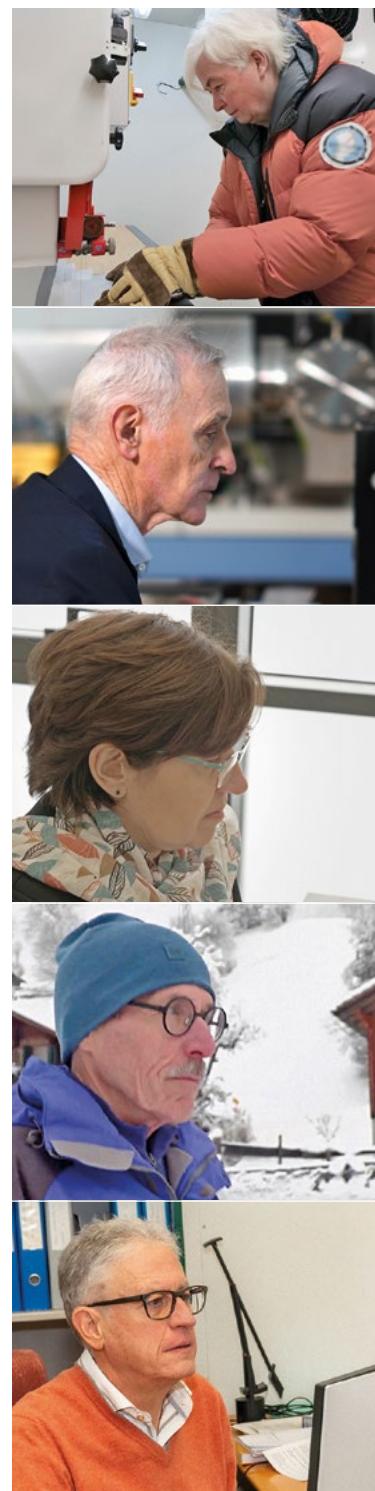
He drew three main conclusions from this research. "First of all, carbon dioxide concentrations today are 35 percent higher than at any time in the past 800,000 years. Second, warming is without precedent in the last 2,000 years. And third, we have learned from polar ice cores that there are instabilities in the climate system; abrupt changes that could happen again due to the perturbations man is inflicting on climate."

All five laureates believe there is a worrying gap between the unequivocal scientific evidence on the potential impacts of today's climate change and the so far inadequate response of the international community. They also believe, however, that there remains room for maneuver in dealing with the challenge.

#### More information:



Dahl-Jensen Jouzel Masson-Delmotte Schwander Stocker





## Bjorn Stevens

**Presidente del jurado**  
Es director del Instituto Max Planck de Meteorología (Hamburgo, Alemania). Su investigación se centra en cómo las nubes y el vapor de agua influyen en el clima y, en particular, su respuesta –por ejemplo, a través del calentamiento global– a la actividad humana. Desde 2019 figura entre el 1% de autores más citados en su campo de la lista ISI Highly Cited Researchers. Es premio Clarence Leroy Meisinger de la Sociedad Americana de Meteorología y autor principal del Quinto Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

## Carlos M. Duarte

**Secretario del jurado**  
Es *distinguished professor* y titular de la Cátedra Tarek Ahmed Juffali en Ecología del Mar Rojo en el Centro de Investigación Mar Rojo y el Centro de Investigación de Biociencia Computacional de la Universidad de Ciencia y Tecnología Rey Abdalá (Arabia Saudí). Su investigación se centra en comprender los impactos del cambio global en los ecosistemas marinos, abordando todos sus componentes: desde los microbios a la megafauna. Es, entre otras distinciones, premio Fronteras del Conocimiento en Ecología y Biología de la Conservación 2019.

## Sandrine Bony

Es directora de investigación en el Centro Nacional de Investigación Científica de Francia, en el Laboratorio de Meteorología Dinámica (LMD) de la Universidad de la Sorbona (París). Dirige el equipo de modelos climáticos del LMD y colidera el Gran Reto sobre Nubes, Circulación y Sensibilidad Climática del Programa Mundial de Investigaciones Climáticas, una colaboración internacional para proporcionar información útil a los decisores públicos y privados sobre esta dimensión clave de la ciencia del cambio climático. Es autora principal del Cuarto Informe del IPCC.

## Miquel Canals

Es director de la Cátedra de Economía Azul Sostenible y del Departamento de Dinámica de la Tierra y del Océano de la Universitat de Barcelona. Investiga el cambio global y el océano, los procesos oceanográficos de alta energía y sus consecuencias, o el impacto antropogénico en los ecosistemas marinos. Es miembro del Comité Director del Sustainable Blue Economy Partnership, una iniciativa de sesenta instituciones de veinticinco países y la Comisión Europea para aunar inversiones en investigación e innovación y alinear programas nacionales a escala europea.

## José Manuel Gutiérrez

Es profesor de investigación en el CSIC y director del Instituto de Física de Cantabria (CSIC-Universidad de Cantabria). Investiga en el análisis y la modelización de variabilidad regional del clima, incluyendo métodos de reducción de escala (*downscaling*) orientados al desarrollo de información climática regional para el estudio de impactos y adaptación al cambio climático. Colabora en el desarrollo de servicios climáticos para organismos como Copernicus o la FAO. Es coordinador del Atlas y del Atlas Interactivo del Sexto Informe del IPCC (AR6) y forma parte del Grupo de Trabajo sobre Datos (TG-Data) del AR6.

## Martin Heimann

Es director emérito del Departamento de Sistemas Biogequímicos del Instituto de Biogeocíquica Max Planck (Jena, Alemania) y director de investigación en el Instituto de Investigación de la Atmósfera y el Sistema Tierra de la Universidad de Helsinki (Finlandia). Su trabajo se centra en la biogeocíquica del ciclo global de carbono, y la modelización y cuantificación de las interacciones entre los ciclos biogeocíquicos y los sistemas climáticos. Es miembro de la Academia Europea, la Sociedad Max Planck y autor principal del Grupo de Trabajo I de distintos informes del IPCC.

## Committee chair

Director of the Max Planck Institute for Meteorology (Hamburg, Germany). His research focuses on how clouds and water vapor influence the climate, and in particular its response –e.g., global warming – to human activities. As well as ranking among the top 1% of authors in his field on the ISI Highly Cited Researchers list since 2019, he holds the Clarence Leroy Meisinger Award of the American Meteorological Society, and served as a lead author in the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

**Committee secretary**  
Distinguished Professor and Tarek Ahmed Juffali Research Chair in Red Sea Ecology in the Red Sea Research Center and Computational Biosciences Research Center at King Abdullah University of Science and Technology (Saudi Arabia). His research focuses on understanding the impacts of global change in marine ecosystems, addressing all components from microbes to megafauna. Among his various distinctions, he holds the 2019 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Ecology and Conservation Biology.

Director of Research with the French National Centre for Scientific Research (CNRS), working at the Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD) of Sorbonne University (Paris). As well as heading the LMD's climate modeling team, she co-leads the World Climate Research Programme's Grand Challenge on Clouds, Circulation and Climate Sensitivity, an international effort whose goal is to provide actionable information on this key dimension of climate change science to public and private decision makers. She was a lead author on the IPCC's Fourth Assessment Report.

Director of the Sustainable Blue Economy Chair and the Department of Earth and Ocean Dynamics at the University of Barcelona (Spain), his areas of research interest include global change and the ocean, high-energy oceanographic processes and their consequences and anthropogenic impacts on marine ecosystems. He serves on the Steering Committee of the Sustainable Blue Economy Partnership, an initiative of 60 institutions from 25 countries and the European Commission to pool research and innovation investments and align national programs at a pan-European scale.

Research Professor and Director of the Institute of Physics of Cantabria (CSIC-University of Cantabria). His research interest lies in the analysis and modeling of regional climate variability, including downscaling methods geared to the development of regional climate information for the study of climate change impacts and adaptation. He works in the development of climate services for organizations like Copernicus and the FAO. Coordinator of the Atlas and Interactive Atlas of the Sixth IPCC Assessment Report (AR6) and member of the AR6 Task Group on Data Support (TG-Data).

Director Emeritus of the Department of Biogeochemical Systems at the Max Planck Institute for Biogeochemistry (Jena, Germany) and Research Director of the Institute for Atmospheric and Earth System Research at the University of Helsinki (Finland). His research centers on the biogeochemistry of the global carbon cycle, modeling and quantification of the interactions between biogeochemical cycles and the physical climate system. A member of Academia Europaea and the Max Planck Society, he contributed as lead author of Working Group I to various IPCC reports.

**Edward S. Rubin****Paul Wassmann****Julie A. Winkler**

Es Alumni Chair Professor (emérito) de Ciencia e Ingeniería Medioambiental, y catedrático emérito de Ingeniería y Política Pública, y de Ingeniería Mecánica en la Universidad Carnegie Mellon (Estados Unidos). Investiga sobre energía y medio ambiente, con un enfoque específico en mitigación del cambio climático, innovación tecnológica e interacciones entre políticas y tecnología. Senior fellow del Instituto Wilton E. Scott de Innovación Energética, es premio Greenman del Programa de I+D en Gases de Efecto Invernadero de la Agencia Internacional de Energía.

Alumni Chair Professor of Environmental Engineering and Science Emeritus and Professor of Engineering & Public Policy and Mechanical Engineering Emeritus at Carnegie Mellon University (United States). His areas of research are energy and the environment, with a particular focus on climate change mitigation, technology innovation, and technology-policy interactions. A Senior Fellow at the Wilton E. Scott Institute for Energy Innovation, he has been distinguished with the Greenman Award of the International Energy Agency Greenhouse Gas R&D Programme.

Es catedrático emérito en el Departamento de Biología Marina y del Ártico de la UiT-Universidad Ártica de Noruega. Investiga en la ecología del sistema marino ártico, el flujo vertical, la regulación del flujo y el flujo de carbono como función del estado trófico y el cambio climático. Ha trabajado en puntos de inflexión (*tipping points*) del Ártico y en modelos físicobiológicos acoplados 3D de producción primaria. Editor de numerosas obras sobre ecología marina -entre ellas *Whither the Arctic Ocean?*, publicada por la Fundación BBVA- es medalla 2023 del International Arctic Science Committee.

Professor Emeritus in the Department of Arctic and Marine Biology at UiT The Arctic University of Norway, his research centers on Arctic marine system ecology, vertical flux and flux regulation and carbon flux in marine ecosystems as a function of trophic state and climate change. He has also worked on Arctic tipping points and physical-biological coupled 3D models of primary production. Wassmann has edited numerous publications on marine ecology of the Arctic, including *Whither the Arctic Ocean?*, published by the BBVA Foundation, and holds the 2023 medal of the International Arctic Science Committee.

Es catedrática de Geografía en el Departamento de Geografía, Medio Ambiente y Ciencia Espacial de la Universidad Estatal de Michigan (Estados Unidos). Su investigación incluye climatología aplicada, climatología sinóptica, uso de proyecciones en evaluaciones de cambio climático e impactos de la variabilidad del clima en la agricultura y los recursos naturales. Fellow de la Sociedad Meteorológica Americana, ha presidido la Asociación Americana de Geógrafos (AAG) y, entre otros galardones, es Willian J. Beal Outstanding Faculty Award de la Universidad Estatal de Michigan.

Professor of Geography in the Department of Geography, Environment and Spatial Sciences at Michigan State University (United States), her research interests include applied climatology, synoptic climatology, the use of projections in climate change assessments, and the potential impacts of climate variability and change on agriculture and natural resources. She is a Fellow of the American Meteorological Society, a former president of the American Association of Geographers, and a recipient of the Michigan State University William J. Beal Outstanding Faculty Award, among other honors.

## Jurado

Premio Fundación BBVA  
Fronteras del Conocimiento

### Cambio Climático

## Committee

BBVA Foundation Frontiers  
of Knowledge Award  
**Climate Change**

### Excerpt from award citation

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in the Climate Change category goes, in this sixteenth edition, to **Dorthe Dahl-Jensen, Jean Jouzel, Valérie Masson-Delmotte, Jakob Schwander and Thomas F. Stocker**

for their contributions to the polar ice core records that establish a fundamental coupling between greenhouse gases and air temperature characterizing climate change over the past 800,000 years.

Tales registros, procedentes de los depósitos de hielo más gruesos y antiguos del planeta, situados en la Antártida y Groenlandia, muestran que los cambios en las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero —como el dióxido de carbono y el metano— van acompañados de cambios sistemáticos en la temperatura del aire en todo el planeta. Los registros de hielo polar revelan además la variabilidad natural del clima de la Tierra, contextualizando así las actuales concentraciones de gases de efecto invernadero y el calentamiento global asociado a ellas. Una de las conclusiones más destacadas de estos registros es que, a lo largo de los últimos 800.000 años, las concentraciones de gases de efecto invernadero debidas a la variabilidad natural nunca habían alcanzado los niveles atmosféricos actuales.

Estos logros han requerido avances científicos, técnicos y logísticos y la creación de nuevos marcos analíticos que se basan en la colaboración internacional de varias generaciones de investigadores.

## Comité técnico de apoyo

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Cambio Climático

## Evaluation support panel

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

### Climate Change

#### COORDINADORA

##### **Teresa Moreno Pérez**

Coordinadora adjunta del Área Global Vida y profesora de investigación en el Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (CSIC)

#### MIEMBROS

##### **Josep M. Gasol Piqué**

Profesor de investigación en el Instituto de Ciencias del Mar (CSIC)

##### **Guillermo Gea Izquierdo**

Investigador científico en el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (CSIC)

##### **Francisca Martínez Ruiz**

Investigadora científica en el Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-UGR)

##### **Sergio Vicente Serrano**

Profesor de investigación en el Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC)

#### COORDINATOR

##### **Teresa Moreno Pérez**

Coordinator of the Life Global Area and Research Professor at the Institute of Environmental Assessment and Water Research (CSIC)

#### MEMBERS

##### **Josep M. Gasol Piqué**

Research Professor at the Institute of Marine Sciences (CSIC)

##### **Guillermo Gea Izquierdo**

Scientific Researcher at the National Institute for Agricultural and Food Research and Technology (CSIC)

##### **Francisca Martínez Ruiz**

Scientific Researcher at the Andalusian Earth Sciences Institute (CSIC-UGR)

##### **Sergio Vicente Serrano**

Research Professor at the Pyrenean Institute of Ecology (CSIC)

## Nominadores

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Cambio Climático

## Nominators

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

### Climate Change

---

#### Dorthe Dahl-Jensen

Fue nominada por:

- **James W. C. White**, catedrático emérito en el Departamento de Estudios Medioambientales de la Universidad de Colorado Boulder (Estados Unidos)
- **Sune O. Rasmussen**, associate professor en el Instituto Niels Bohr de la Universidad de Copenhague (Dinamarca)
- **Anders Svensson**, associate professor en el Instituto Niels Bohr de la Universidad de Copenhague (Dinamarca)

---

#### Jean Jouzel y Valérie Masson-Delmotte

Fueron nominados por:

- **Philippe Bousquet**, director del Laboratorio de Ciencias del Clima y el Medio Ambiente en la CEA Orme des Merisiers (Comisión Francesa de Energías Alternativas y Energía Atómica), Francia

---

#### Jakob Schwander

Fue nominado por:

- **Hubertus Fischer**, catedrático de Física Experimental del Clima en la Universidad de Berna (Suiza)
- **Thomas F. Stocker**, catedrático de Clima y Física Ambiental en la Universidad de Berna (Suiza)
- **Nicolas Thomas**, catedrático de Física Experimental en la Universidad de Berna (Suiza)

---

#### Dorthe Dahl-Jensen

Was nominated by:

- **James W. C. White**, Professor Emeritus in the Department of Environmental Studies at the University of Colorado Boulder (United States)
- **Sune O. Rasmussen**, Associate Professor in the Niels Bohr Institute at the University of Copenhagen (Denmark)
- **Anders Svensson**, Associate Professor in the Niels Bohr Institute at the University of Copenhagen (Denmark)

---

#### Jean Jouzel and Valérie Masson-Delmotte

Were nominated by:

- **Philippe Bousquet**, Director, Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, CEA Orme des Merisiers (Alternative Energies and Atomic Energy Commission), France

---

#### Jakob Schwander

Was nominated by:

- **Hubertus Fischer**, Professor of Experimental Climate Physics at the University of Bern (Switzerland)
- **Thomas F. Stocker**, Professor of Climate and Experimental Physics at the University of Bern (Switzerland)
- **Nicolas Thomas**, Professor of Experimental Physics at the University of Bern (Switzerland)

---

**Thomas F. Stocker**

Fue nominado por:

- **Joan Grimalt Obrador**, profesor de investigación en el Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España)

---

**Thomas F. Stocker**

Was nominated by:

- **Joan Grimalt Obrador**, Research Professor at the Institute of Environmental Assessment and Water Research of the Spanish National Research Council (Spain)

La expansión del conocimiento humano, representada por tres imágenes icónicas: la Biblioteca Bodleiana de Oxford, un acelerador de partículas del CERN y las líneas de código de un programa informático.

The expansion of human knowledge, represented by three iconic images: the Bodleian Library at Oxford, a CERN particle accelerator and the lines of code of a computer program.

La odisea del conocimiento humano  
The odyssey of human knowledge



Los seres humanos pertenecemos a una insólita especie simbólica dotada por la evolución con capacidades cognitivas que nos han permitido acumular un inmenso patrimonio colectivo de conocimiento. Hoy sabemos que compartimos el 99 por ciento de nuestro ADN con nuestros parientes más cercanos en el árbol genealógico de la vida, los chimpancés. Hemos descubierto también que estos grandes simios son capaces de fabricar herramientas —por ejemplo, para cazar insectos— no de manera instintiva, sino a través de un proceso de aprendizaje social en el que los progenitores enseñan pautas de comportamiento a sus crías para que sepan cómo obtener alimentos e interactuar con sus congéneres. En este sentido, la cultura no es un monopolio exclusivo del ser humano, ya que otras especies también pueden transmitir conocimientos aprendidos entre generaciones. Sin embargo, ningún otro animal es capaz de comprender la utilidad de los objetos representados en estas páginas, que reflejan la odisea distintiva del conocimiento humano: nuestras bibliotecas, repositorios de los saberes acumulados durante milenios; los secretos arrancados a la naturaleza a través de instrumentos tan sofisticados como los aceleradores de partículas, capaces de desentrañar los componentes más elementales de la materia; y las líneas de código en las que se fundamenta la revolución digital, probablemente la tecnología más transformadora en toda la trayectoria creativa de nuestra especie.

Para tomar plena conciencia de todo lo que ya hemos aprendido a lo largo de nuestra historia, conviene recordar el monumental esfuerzo colectivo, a lo largo de miles de generaciones, que ha costado la conquista de conocimientos que hoy pueden parecer obviedades, pero que en su momento fueron objeto de intensas controversias, como el hecho de que la Tierra no es el centro del universo, sino que en realidad es tan solo uno de los miles de millones de planetas que orbitan en torno a una de los miles de millones de estrellas del universo conocido. Gracias a la obtención de observaciones y resultados que siempre son preliminares y están sometidos a la revisión permanente que caracteriza a la ciencia, los humanos hemos podido ir afinando nuestra imagen del mundo y trazando un mapa cada vez más preciso —aunque siempre imperfecto e incompleto— de la realidad.

El abrumador volumen de información almacenada en nuestras bibliotecas a lo largo de los siglos —encapsulada en libros, *papers* publicados en revistas científicas, archivos digitales,

etcétera— refleja la asombrosa capacidad de nuestra especie para acumular conocimiento público en formatos accesibles y sujetos a la comprobación, corroboración y replicación de resultados.

Esas mismas capacidades cognitivas nos han permitido también construir instrumentos científicos cada vez más sofisticados para observar la naturaleza fundamental del universo: herramientas tan poderosas como el Gran Colisionador de Hadrones del CERN, que nos han permitido penetrar en capas profundas de la realidad, como los bosones y los *quarks*, totalmente inaccesibles a través de la experiencia macroscópica que nos ofrecen nuestros cinco sentidos.

En las primeras décadas del siglo xxi, incluso ya convivimos con sistemas que pueden replicar, e incluso superar, algunas capacidades cerebrales de nuestra propia especie. La inteligencia artificial constituye una nueva herramienta extraordinaria para hallar patrones e interconexiones en grandes volúmenes de datos, acelerando así la generación de conocimiento nuevo y optimizando la toma de decisiones antes los grandes retos del mundo actual. Al mismo tiempo, sin embargo, la posibilidad de que esta tecnología pueda empezar a tomar decisiones autónomas en áreas críticas es una amenaza que se ha llegado a comparar con el riesgo existencial de otros inventos humanos, como la bomba atómica, y de los graves impactos ecológicos que se han derivado de nuestro ingenio: el calentamiento global y la crisis de biodiversidad.

La paradoja del *sapiens* es que las mismas capacidades cognitivas que nos han permitido construir bibliotecas, aceleradores de partículas y algoritmos de aprendizaje automático también nos han convertido en una especie que no solo se encuentra amenazada por sí misma, sino que puede poner en riesgo el futuro de todos los seres vivos con los que compartimos la Tierra. La sofisticación de las herramientas que tanto nos han empoderado como especie puede resultar catastrófica para el futuro del único planeta con vida del que (hasta ahora) tenemos noticia si se desarrollan en ausencia de los valores éticos, cívicos y medioambientales que deberían orientar a nuestra interconectada sociedad global. Ante semejantes desafíos, resulta imprescindible que continuemos desplazando las fronteras del conocimiento tanto en los ámbitos de la investigación científica y el desarrollo tecnológico como en los de la reflexión humanística y la imaginación artística.

We humans belong to a unique symbolic species, endowed by evolution with cognitive capacities that have enabled us to accumulate a vast collective store of knowledge. Today we know that we share 99 percent of our DNA with our closest relative in the genealogical tree of life, the chimpanzee. We have discovered too that these great apes have the skill to make tools – to catch insects, for example. Tools they have acquired not through instinct, but in a social learning process in which the parents teach their offspring how to obtain food and interact with their fellows. Culture, as such, is not a monopoly of the human species, since others too can pass learned knowledge from one generation to the next. And yet no other animal would be able to grasp the utility of the objects depicted in these pages, which reflect the singular odyssey of human knowledge: our libraries, repositories of the wisdom acquired over the span of millennia; the secrets wrested from nature using sophisticated instruments like particle accelerators, with the power to unravel the most elementary components of matter; and the lines of code that are the bedrock of the digital revolution, perhaps the most transformative technology in the entire creative trajectory of our species.

To grasp the sheer scale of what we have learned in our common history, simply think back on the monumental collective effort, over thousands of generations, that went into the conquest of knowledge that may now seem evident, but was at the time subject to intense controversy, like the fact that the Earth is not the center of the universe, but just one of billions of planets in orbit around one of the billions of stars in the known universe. Thanks to the obtention of observations and results that are always preliminary and subject to the constant revision that characterizes science, we humans have been able to progressively refine our image of the world and plot an ever more precise map of reality, however imperfect and incomplete.

The staggering quantity of information stored in our libraries over the centuries – in the form of books, papers published in scientific journals, digital files, etc. – testifies to our species' astonishing capacity to accumulate public knowledge in accessible formats subject to the testing, corroboration and replication of results.

These same cognitive abilities have enabled us to build ever more sophisticated tools with

which to explore and understand the universe's fundamental nature: instruments as powerful as the CERN Large Hadron Collider, which has allowed us to penetrate deep-seated layers of reality, like bosons and quarks, that are entirely inaccessible to the macroscopic experience offered by our five senses.

Already, in the early decades of the 21st century, we are living with systems that can replicate, or even surpass, certain abilities of the human brain. Artificial intelligence is an extraordinary new tool for finding patterns and interconnections in large volumes of data, thus accelerating the generation of new knowledge and optimizing decision-making in the face of the great challenges of today's world. And yet the possibility that this technology could start taking autonomous decisions in critical areas is a threat some have compared to the existential risk of other human inventions, like the atomic bomb, or the severe ecological impacts that are also a product of our ingenuity: climate change and the biodiversity crisis.

The paradox of *sapiens* is that the same cognitive abilities that have equipped us to build libraries, particle accelerators and machine learning algorithms have also transformed us into a species that is not just a danger to itself, but may jeopardize the survival of all living beings with whom we share the Earth. For the sophistication of the tools that have so empowered us as a species could yet spell catastrophe for the future of what is (so far) the only planet we know of that harbors life, if they are deployed without heed to the ethical, civic and environmental values that must guide our interconnected global society. In the face of such challenges, it is vital that we continue to push the frontiers of knowledge in both the domains of scientific research and technological development and those of humanistic reflection and artistic imagination.

72

« Nos hemos dejado influir por la idea de que puedes resolver la escasez sustituyendo un bien por otro. Y en la producción industrial esta idea ha sido un éxito. Pero esto tiene sus límites cuando alteras los procesos naturales».

“We have become overly influenced by the idea that you can substitute your way out of scarcity. And in industrial production this idea has been a great success. But the limits appear when you start tampering with natural processes.”

Partha Dasgupta

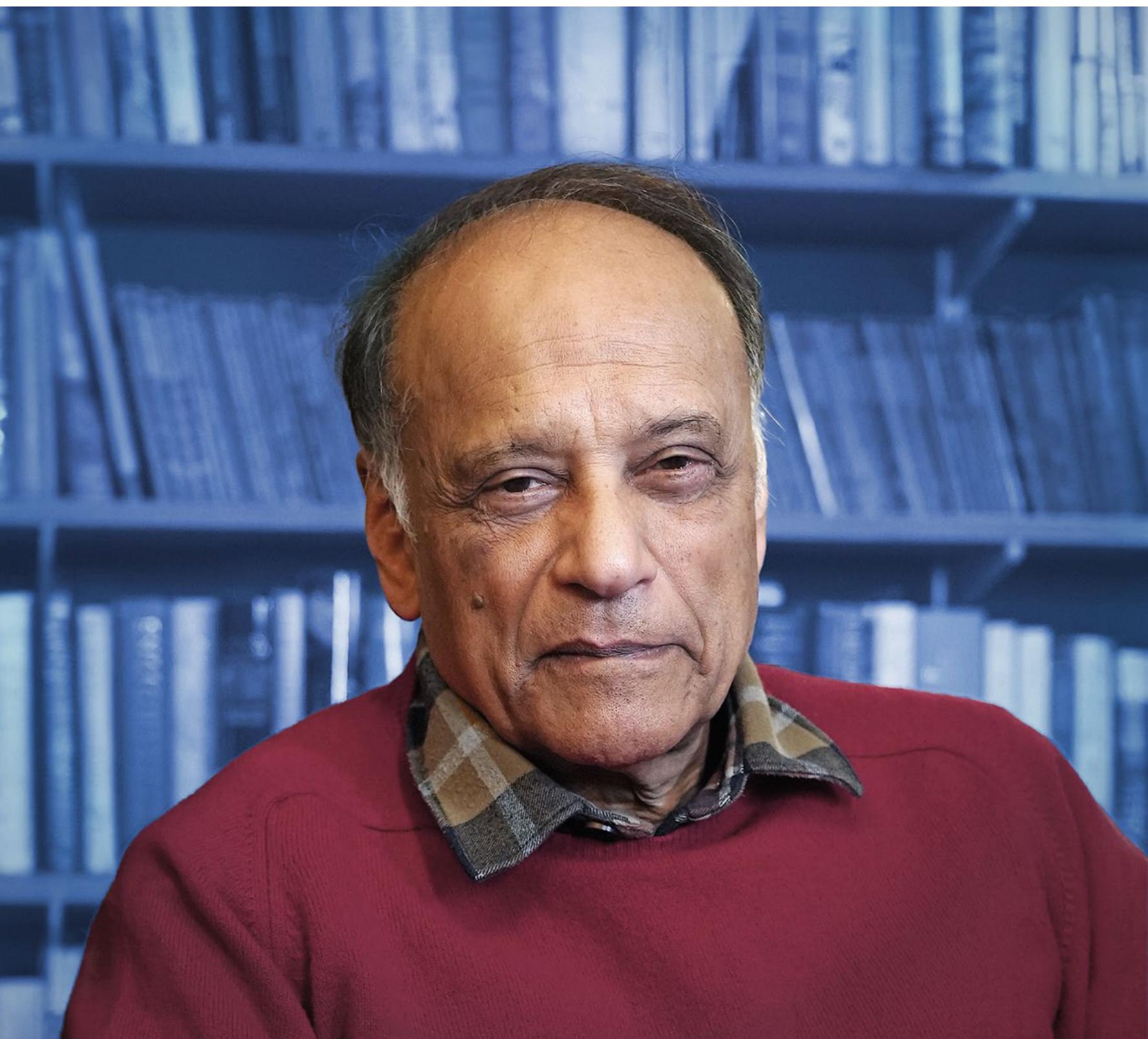
Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

**Economía, Finanzas y  
Gestión de Empresas**

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

**Economics, Finance  
and Management**





# Partha Dasgupta

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

## Economía, Finanzas y Gestión de Empresas

### La economía entendida como un fenómeno de la naturaleza

Tras cuarenta y cinco años de investigaciones en la intersección entre teoría económica y mundo natural, después de haber sido el pionero que en 1974 puso en el centro del análisis y la medición de los recursos al medio ambiente en toda su extensión, Partha Dasgupta tuvo su gran descubrimiento personal cuando se encontraba preparando el conocido estudio que lleva su nombre: el llamado *Informe Dasgupta*, que le encargó el Tesoro británico para cuantificar, desde la óptica teórica que llevaba desarrollando cuatro décadas, el estado y valor real de la biodiversidad de todo el planeta. «En 2020 empecé a darme cuenta de la importancia de los procesos, y mi informe se centra en esto. Creo que una razón por la que a los ecólogos les ha gustado es que entienden la importancia de los procesos, mientras que a los economistas nos gusta pensar en términos de los bienes. Ambos son enfoques correctos. Lo que pasa es que hay que entender su relación».

Para Dasgupta, titular emérito de la Cátedra Frank Ramsey de Economía en la Universidad de Cambridge (Reino Unido), el concepto clave es precisamente el de proceso (o servicio desde un prisma más puramente económico): todas las interrelaciones que se encuentran detrás de los bienes y que los hacen posibles. El ciclo del agua es el ejemplo que más utiliza. El bien es el agua, pero el proceso es el ciclo mediante el que los ríos y mares se condensan, forman las nubes y se produce la lluvia, de modo que ese bien (el agua) vuelve a llenar mares y ríos para que el ciclo vuelva a empezar. Por supuesto que es imprescindible preservar el bien (el agua), pero sin el proceso (el ciclo) el bien no existiría de ninguna manera. «Creo —considera el premiado— que nos hemos dejado influir demasiado por la idea de que puedes resolver la escasez sustituyendo un bien

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

## Economics, Finance and Management

### The economy as a phenomenon of nature

After forty-five years researching at the crossroads of economic theory and the natural world, and having been the pioneer who in 1974 put the environment squarely at the center of resource analysis and measurement, Partha Dasgupta had his great “realization” when preparing the celebrated study that bears his name: *The Dasgupta Review*, commissioned by the UK Treasury. In its pages, he would bring to bear the theoretical insights garnered over four decades in quantifying the status and value of Earth’s biodiversity. “In 2020 I truly woke up to the importance of processes, and that’s what the review focuses on. I think one reason ecologists have liked it is that they know it’s processes that matter, whereas we economists like to think in terms of goods. And both are right. It is just the linkage between the two that needs to be understood.”

For Dasgupta, Frank Ramsey Professor Emeritus of Economics at the University of Cambridge (United Kingdom), the concept of process (or in strict economic terms, service) refers to all the interrelationships that are there in the background churning out the goods we see. The water cycle is an example he uses to illustrate his point: the good is water, while the process is the cycle in which water evaporates from our rivers and seas, forms clouds and comes down as rain, so the good (water) can fill our rivers and seas and the cycle can restart. It is obviously important to conserve the good (water), but without the process (the cycle), the good would not even exist. “I think we have become overly influenced by the idea that you can substitute your way out of scarcity, that if one thing runs out, you can just find another,” he reflects. “In industrial production, of course, this idea of substitutability has been a great success. But the limits appear when you start tampering with processes.”

Partha Dasgupta concibe la economía y la ecología como «dos campos profundamente entrelazados». Sus investigaciones han aportado herramientas para definir y medir el desarrollo sostenible, al considerar la riqueza como una acumulación de capital y no como un flujo, incluyendo el valor social de los recursos naturales como parte determinante del bienestar.

Partha Dasgupta sees economics and ecology as “two tightly interconnected fields.” His research has provided tools to define and measure sustainable development, whereby wealth is measured not as a flow but as a stock of capital, factoring the social value of natural resources as an essential component of wellbeing.

por otro. Y en la producción industrial, por supuesto, esta idea de la sustituibilidad ha sido un gran éxito, pero esto tiene sus límites cuando alteras los procesos».

Años antes, Dasgupta ya había vislumbrado que la inspiración que más le hacía avanzar en su comprensión del conocimiento provenía de sus intercambios con ecólogos más que con economistas. No en vano, y sin dudar al afirmarlo, el premiado tiene muy clara cuál es la contribución de la que más orgulloso se siente: demostrar que el mundo económico es absolutamente inseparable del mundo natural, que la economía es una ciencia totalmente imbricada en la riqueza del medio ambiente y la biodiversidad, y que ambas realidades tienen unas relaciones de interdependencia que hacen que no pueda concebirse una sin la otra: «He tenido que reescribir, reconstruir la macroeconomía del desarrollo y la economía de la pobreza al analizar la economía humana como un fenómeno que forma parte de la naturaleza. Creo que esa es la idea con la que estoy más satisfecho».

En sus primeras investigaciones, Dasgupta comenzó por hacerse algunas de las preguntas clásicas de la economía de los recursos: ¿Pueden los beneficios de una empresa sustituir o compensar los bienes de la naturaleza que han tenido que destruirse en el proceso? Su respuesta fue concluyente, negativa: esa sustitución no era posible ni en términos de valor económico ni en términos de valor material. Y aquí llegó su siguiente gran pregunta: ¿Cuál es el valor real de la naturaleza?

Para poder incorporar esa variable a la medición de la riqueza global, Dasgupta considera que los actuales indicadores son ineficaces. El más utilizado, el crecimiento interanual del PIB, tiene en cuenta los bienes y servicios de una economía en un momento determinado, pero presenta dos grandes inconvenientes si se quiere incorporar una valoración real de los recursos naturales. El primero es que se trata de un indicador de flujo, es decir, no está teniendo en cuenta cómo evoluciona la acumulación de los recursos, ni materiales ni naturales; solo la diferencia numérica que existe en su disponibilidad de un año a otro. La segunda falla que Dasgupta diagnostica en esta métrica es una característica que le da nombre: producto interior bruto, donde *bruto* significa que no se tiene en cuenta la

The laureate had long been aware that it was his exchanges with ecologists rather than economists that most enriched his understanding of the world. It is no surprise then that the contribution of which he declares himself proudest has been to demonstrate that the economic world is in every respect inseparable from the natural world, that a thriving environment with abundant biodiversity is vital to economic prosperity, and that both realities are so closely interdependent that it is impossible to conceive of one without the other: “I have had to, in effect, rewrite or reconstruct the macroeconomics of development and economics of poverty by regarding the human economy as embedded in nature. That I think is the insight that has most pleased me.”

In his early research, Dasgupta took a fresh look at some of the classical questions in resource economics. Among them: Can a company's profits substitute or offset the natural assets that have been destroyed in their making? The answer, he discovered, was a resounding no. No such substitution was possible in terms of either economic or material value. And this led him to the next big question: What is the real value of nature?

Current indicators, he contends, are not fit for purpose when it comes to incorporating nature into the measurement of total wealth. The most widely used, that of year-on-year GDP growth, accounts for a given economy's goods and services over a set period of time. But it has two major drawbacks if we are to arrive at a real valuation of natural resources. The first is that GDP is a flow indicator, i.e., it does not account for changes in the stocks of either produced or natural capital; only the numerical difference in their availability from one year to the next. The second shortcoming, in Dasgupta's view, derives from a characteristic that gives it its name: gross domestic product, with “gross” meaning that depreciation is not subtracted. An economy, in other words, could be attaining high levels of GDP growth and at the same time be voraciously devouring its natural capital. And although it may not show up in official statistics, this is likely the case across much of our planet. It is for this pioneering work “on the interaction between economic life and the natural environment, including biodiversity,”

depreciación de los activos. Es decir, una economía podría estar alcanzando elevados niveles de crecimiento del PIB y, simultáneamente, estar degradando de manera voraz su capital natural. Algo que, de hecho, y aunque no se esté reflejando en estadísticas oficiales, es más que probable que esté sucediendo en gran parte del planeta. Por todos estos trabajos pioneros «en la interacción entre la vida económica y el entorno natural, incluida la biodiversidad», el jurado ha decidido otorgarle el Premio Fronteras del Conocimiento en Economía, Finanzas y Gestión de Empresas en su XVI edición.

Al preguntar a Partha Dasgupta (Dhaka, Bangladés, anteriormente territorio de la India) si cree que se podrá llegar a entender el crecimiento sostenible como un equilibrio en el que se preserve el capital natural, no se muestra demasiado optimista y remite a su famoso informe del año 2021. En él se aboga por un organismo supranacional que velaría por la aplicación de políticas fiscales que garanticen que la explotación de los recursos naturales se hace de una manera responsable y teniendo en cuenta que son agotables, y que la responsabilidad mundial es garantizar su subsistencia futura. Para ello, incide, es necesario que algún dirigente internacional o un exgobernante con pujanza, carisma y autoridad global lidere la idea, porque en su opinión «el mundo no está preparado para un organismo de este tipo ahora mismo». Aun así, de lo que no tiene ninguna duda es de que se trata de una actuación absolutamente necesaria para salvar la Tierra.

that the committee granted him the 16th Frontiers of Knowledge Award in Economics, Finance and Management.

Asked whether sustainable growth might come to be seen as an equilibrium ensuring the preservation of natural capital, Dasgupta (Dhaka, Bangladesh, formerly part of India) is less than optimistic, citing the findings of his influential 2021 review. Among its recommendations is the creation of a new, international body that would push for the application of fiscal policies which ensure that natural resources are used responsibly, bearing in mind their exhaustibility and that it is our collective duty to guarantee their future subsistence. But this, he believes, would require the leadership of some international figure or former statesman with energy, charisma and global authority, because, as things stand, “the world is not ready for an organization of this kind.” Even so, he has no doubt that this is an essential step to safeguard the Earth’s future.



Más información:



More information:



**Eric S. Maskin**

**Presidente del jurado**  
Es Adams University Professor en el Departamento de Economía de la Universidad de Harvard (Estados Unidos), donde investiga sobre teoría de juegos, políticas económicas, economía de la desigualdad, y ventajas y desventajas de la propiedad intelectual. En 2007 recibió el Premio Nobel de Economía junto a L. Hurwicz y R. Myerson por desarrollar las bases de la teoría del diseño de mecanismos. Miembro de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos y fellow de la Asociación Económica Europea, ha sido presidente de la Sociedad de Econometría y de la Sociedad de Teoría de Juegos.

**Committee chair**

Adams University Professor in the Department of Economics at Harvard University (United States), where he researches into game theory, political economy, the economics of inequality, and the advantages and drawbacks of intellectual property. He received the 2007 Nobel Prize in Economics, along with L. Hurwicz and R. Myerson, for laying the foundations of mechanism design theory. A member of the U.S. National Academy of Sciences and a Fellow of the European Economic Association, he is also a former president of the Econometric Society and the Game Theory Society.

**Manuel Arellano**

**Secretario del jurado**  
Catedrático de Economía en el Centro de Estudios Monetarios y Financieros (CEMFI) del Banco de España, ha sido profesor en la London School of Economics y en la Universidad de Oxford, y presidente de la Asociación Europea de Economía (EEA) y de la Sociedad de Econometría. Cuenta con numerosos trabajos de investigación sobre econometría, economía laboral y análisis de datos de panel. Ha sido director de la *Review of Economic Studies* y codirector del *Journal of Applied Econometrics*. Ha sido miembro del Consejo Científico del Consejo Europeo de Investigación. En 2018 fue distinguido como Clarivate Citation Laureate in Economics.

**Committee secretary**  
Professor of Economics at the Center for Monetary and Financial Studies (CEMFI) of Banco de España. He has taught at the London School of Economics and the University of Oxford (United Kingdom), and served as president of the European Economic Association and the Econometric Society. A former editor of the *Review of Economic Studies* and co-editor of the *Journal of Applied Econometrics*, he is also a past member of the ERC Scientific Council. He has published extensively on topics relating to econometrics, labor economics and the analysis of panel data, and in 2018 was named a Clarivate Citation Laureate in Economics.

**Antonio Ciccone**

Es catedrático de Economía en la Universidad de Mannheim (Alemania) y antes fue profesor en las universidades de California en Berkeley (Estados Unidos) y Pompeu Fabra (Barcelona). Sus campos de investigación se centran en los aspectos económicos que influyen en los procesos de democratización y en el estallido de guerras civiles, los efectos a largo plazo de la inmigración, y el capital humano y crecimiento. Es *research fellow* del Centro para la Investigación en Política Económica, donde ha dirigido el Programa de Macroeconomía y Crecimiento. Ha sido editor de *The Economic Journal*, entre otras revistas.

Professor of Economics at the University of Mannheim (Germany), having previously taught at UC Berkeley (United States) and Pompeu Fabra University (Spain). His research interests lie principally in the economic factors driving democratization processes and the outbreak of civil wars, the long-term effects of immigration, and human capital and growth. Ciccone is a research fellow of the Centre for Economic Policy Research and a former head of its Macroeconomics and Growth program. He has served as editor of *The Economic Journal* and other academic publications.

**Pinelopi Koujianou Goldberg**

Es titular de la Cátedra Elihu de Economía y Asuntos Globales en la Universidad de Yale (Estados Unidos). Especialista en microeconomía aplicada, comercio internacional y organización industrial, investiga en comercio y desarrollo, en particular sobre los determinantes y efectos de las políticas comerciales, comercio y desigualdad, derechos de propiedad intelectual en los países en desarrollo, traslación de los tipos de cambio y discriminación de precios internacional. Ha sido presidenta de la Sociedad de Econometría, vicepresidenta de la Asociación Económica Americana y editora jefe de la *American Economic Review*.

Elihu Professor of Economics and Global Affairs at Yale University (United States), she works in applied microeconomics, international trade, and industrial organization, with a particular interest in policy-relevant questions in trade and development, focusing on the determinants and effects of trade policies, trade and inequality, intellectual property rights protection in developing countries, exchange rate pass-through and international price discrimination. She has served as president of the Econometric Society, vice-president of the American Economic Association and editor-in-chief of *American Economic Review*.

**Andreu Mas-Colell**

Es catedrático emérito de Economía en la Universitat Pompeu Fabra y en la Barcelona School of Economics. Ha sido profesor en las universidades de California en Berkeley y Harvard y editor, entre otras publicaciones, de *Econometrica*. Es *fellow* de la Sociedad de Econometría –que presidió en 1993–, *foreign associate* de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos y premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Economía, Finanzas y Gestión de Empresas 2009. Ha sido secretario general del Consejo de Investigación Europeo (ERC) y consejero de Economía y Conocimiento de la Generalitat de Cataluña.

Professor Emeritus of Economics at Pompeu Fabra University and the Barcelona School of Economics (Spain). He has taught at the universities of California (Berkeley) and Harvard, and is a past editor of *Econometrica* and other journals, a Fellow of the Econometric Society, serving as its president in 1993, a Foreign Associate of the U.S. National Academy of Sciences, and 2009 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Laureate in Economics, Finance and Management. He has served as Secretary General of the European Research Council, and as Minister of Economy and Knowledge with the Catalonian Government.

**Lucrezia Reichlin**

Es catedrática de Economía en la London Business School. Especializada en macroeconomía aplicada y econometría, es pionera en el desarrollo de métodos para el análisis económico de *large dimensional data* y de *now-casting*. Directora general de Investigación del Banco Central Europeo entre 2005 y 2008, su investigación incluye la política monetaria, las interacciones entre el ciclo del petróleo y la curva de Phillips, y la reasignación sectorial, los *shocks climáticos* y la persistencia de la inflación. En 2022 fue galardonada por sus contribuciones a la profesión por el Centro para la Investigación en Política Económica.



## Jurado

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Economía, Finanzas y Gestión de Empresas

## Committee

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

### Economics, Finance and Management

#### Fabrizio Zilibotti

Es titular de la Cátedra Tuntex de Economía Internacional y del Desarrollo en la Universidad de Yale (Estados Unidos). Su investigación abarca el crecimiento económico y desarrollo, la economía política, macroeconomía y el desarrollo económico de China. Ha sido presidente de la Asociación Económica Europea, y es fellow de la Sociedad de Econometría y del Center for Economic and Policy Research (CEPR). Ha sido coeditor de la revista *Econometrica* y es premio Yrjö Jahnsson de la Asociación Económica Europea, entre otras distinciones.

Tuntex Professor of International and Development Economics at Yale University (United States). His research focuses on economic growth and development, political economy, macroeconomics, and the economic development of China. A former president of the European Economic Association, he is also a Fellow of the Econometric Society and the Center for Economic and Policy Research. He has served as co-editor of *Econometrica* and holds the Yrjö Jahnsson Award of the European Economic Association, among other distinctions.

## Mención del acta

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en la categoría de Economía, Finanzas y Gestión de Empresas ha sido concedido, en su decimosexta edición, a **Partha Dasgupta** por su trabajo pionero en la interacción entre la vida económica y el entorno natural, incluida la biodiversidad.

Su artículo conjunto con Geoffrey Heal, «El agotamiento óptimo de los recursos no renovables», de principios de los años 1970, definió el campo de la economía medioambiental. Aportó una base para analizar cómo las sociedades que tienen una cantidad fija de recursos no renovables deben repartir los recursos a lo largo del tiempo e invertir en tecnologías alternativas. Su trabajo sobre la población ha ayudado a entender los mecanismos de compensación que existen entre el tamaño de una población y el nivel de vida, y ha inspirado investigaciones posteriores sobre la pobreza, la fertilidad y el entorno natural.

Partha Dasgupta aportó fundamentos conceptuales para definir y medir el desarrollo sostenible en aquellas economías en las que los precios de mercado minusvaloran el valor social de la naturaleza debido a externalidades generalizadas. A diferencia de las medidas de bienestar basadas en los flujos como el PIB, Dasgupta propuso medir el desarrollo sostenible como el cambio en el valor contable de la riqueza total, que incluye el capital natural.

Estas ideas han aportado un marco para la contabilidad verde que ahora está ampliamente aceptado para medir el desarrollo sostenible.

## Excerpt from award citation

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in the Economics, Finance and Management category goes, in this sixteenth edition, to **Partha Dasgupta** for his pioneering work on the interaction between economic life and the natural environment, including biodiversity.

His article with Geoffrey Heal, "The Optimal Depletion of Exhaustible Resources," published in the early 1970s, defined the field of environmental economics by providing a basis for an analysis of how societies with a fixed quantity of depletable resources should allocate resources over time and invest in alternative technologies. His work on population has helped the understanding of trade-offs between population size and standards of living and inspired subsequent research on poverty, fertility, and the natural environment.

Partha Dasgupta provided conceptual foundations for the definition and measurement of sustainable development in economies where market prices undervalue the social value of nature because of pervasive externalities. In contrast with measures of well-being based on flows such as GDP, Dasgupta proposed measuring sustainable development as the change in the accounting value of total wealth, which includes natural capital.

These ideas have provided a framework for green accounting which is now widely adopted for measuring sustainable development.

## Comité técnico de apoyo

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Economía, Finanzas y Gestión de Empresas

## Evaluation support panel

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

### Economics, Finance and Management

#### COORDINADOR

##### **Hugo Rodríguez Mendizábal**

Científico titular en el Instituto de Análisis Económico (CSIC)

#### MIEMBROS

##### **Laura Mayoral Santamaría**

Investigadora científica en el Instituto de Análisis Económico (CSIC)

##### **Socorro Puy Segura**

Catedrática en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Málaga

##### **Xavier Ramos Morilla**

Catedrático de Economía Aplicada en la Universitat Autònoma de Barcelona

##### **Virginia Sánchez Marcos**

Catedrática de Fundamentos del Análisis Económico en el Departamento de Economía de la Universidad de Cantabria

#### COORDINATOR

##### **Hugo Rodríguez Mendizábal**

Tenured Scientist at the Institute for Economic Analysis (CSIC)

#### MEMBERS

##### **Laura Mayoral Santamaría**

Scientific Researcher at the Institute for Economic Analysis (CSIC)

##### **Socorro Puy Segura**

Professor in the Faculty of Economic and Business Sciences at the University of Málaga

##### **Xavier Ramos Morilla**

Professor of Applied Economics at the Universitat Autònoma de Barcelona

##### **Virginia Sánchez Marcos**

Professor of Fundamentals of Economic Analysis in the Department of Economics at the University of Cantabria

## Nominador

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Economía, Finanzas y Gestión de Empresas

## Nominator

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

### Economics, Finance and Management

---

#### Partha Dasgupta

Fue nominado por:

- **Leonardo Felli**, decano de la Facultad de Economía de la Universidad de Cambridge (Reino Unido)

---

#### Partha Dasgupta

Was nominated by:

- **Leonardo Felli**, Chair of the Faculty of Economics at the University of Cambridge (United Kingdom)

« Necesitamos respuestas desde la ingeniería, desde la economía, pero también necesitamos la acción individual y la acción colectiva. Y creo que el gran avance de los últimos veinte años ha sido la economía del comportamiento, al comprender que no todas las decisiones que se toman son racionales».

“We need engineering answers and economic answers, but we also need individual and collective action. And I think the big advance over the last twenty years has been in behavioral economics, realizing that not all decisions made are rational.”

Elke Weber

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento  
**Humanidades y Ciencias Sociales**  
(Ciencias Sociales)

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award  
**Humanities and Social Sciences**  
(Social Sciences)





# Elke Weber

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

## **Humanidades y Ciencias Sociales (Ciencias Sociales)**

### **Los factores que motivan la acción contra el cambio climático**

A mediados de la década de los ochenta del pasado siglo, Elke Weber (Gelsenkirchen, Alemania) recibió un encargo del rector de la Universidad de Illinois Urbana-Champaign (Estados Unidos), a la que se acababa de incorporar: coordinar a todos los investigadores del campus que estuvieran trabajando en la toma de decisiones sin importar desde qué disciplina lo abordaban. Fue entonces cuando Weber acuñó su conocido *leitmotiv* «combina y vencerás», expresión con la que resume su idea de lo beneficioso que es utilizar la mayor cantidad de herramientas posible, sin importar la disciplina a la que pertenezcan, para estudiar un fenómeno específico.

Precisamente el carácter interdisciplinario de su abordaje es una de las motivaciones que ha llevado al jurado del Premio Fronteras del Conocimiento en Ciencias Sociales, en su edición XVI, a conceder el galardón a la profesora Weber por haber estudiado «la toma de decisiones medioambientales y las respuestas humanas al cambio climático» utilizando perspectivas de «la psicología, la neurociencia, la economía del comportamiento, la sociología y la ciencia medioambiental».

A resultados de las reuniones interdisciplinares que organizó a finales de los ochenta, la profesora Weber (titular de la Cátedra Gerhard R. Andlinger de Energía y Medio Ambiente, y catedrática de Psicología y Asuntos Públicos en la Universidad de Princeton, Estados Unidos) se embarcó en un proyecto sobre la percepción que los agricultores tenían sobre el cambio climático, una investigación liderada por tres economistas del comportamiento que necesitaban a alguien que condujese las entrevistas personales. De aquel proyecto extrajo,

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

## **Humanities and Social Sciences (Social Sciences)**

### **The levers for action against climate change**

In the mid-1980s, Eke Weber (Gelsenkirchen, Germany) was settling into her first academic appointment at the University of Illinois Urbana-Champaign (United States), when the Dean tasked her with bringing together all the researchers on campus who were working on decision-making, regardless of their field of expertise. It was then that she coined her celebrated motto “combine and conquer” to express the importance she laid on using the broadest range of tools available, from whatever discipline, to explore the processes underlying a given behavior.

It is precisely this commitment to an interdisciplinary approach that was singled out by the committee deciding the 16th Frontiers of Knowledge Award in the Social Sciences category when it recognized Professor Weber for her work on “environmental decision-making and human responses to climate change,” using perspectives drawn from “psychology, neuroscience, behavioral economics, sociology and environmental science.”

As a result of these interdisciplinary meetings, Weber (currently Gerhard R. Andlinger Professor in Energy and the Environment and Professor of Psychology and Public Affairs at Princeton University, United States) began work on a project looking at perceptions of climate change among farmers in the region, led by three behavioral economists who needed a psychologist on board to conduct face-to-face interviews with the study subjects. What she discovered from the experience was that most people have a “single-action bias,” such that they stop at just one solution to a problem when a portfolio of strategies would be a more optimal approach.

In the fight against climate change, “we need engineering answers, we need economic answers, but we also

La profesora Weber ha estudiado la toma de decisiones medioambientales y las respuestas humanas al cambio climático desde una perspectiva interdisciplinar, utilizando herramientas de la psicología, la neurociencia, la economía del comportamiento, la sociología y la ciencia medioambiental.

Professor Weber has studied environmental decision-making and human responses to climate change from an interdisciplinary perspective, using tools drawn from psychology, neuroscience, behavioral economics, sociology and environmental science.

como aprendizaje principal, que la mayoría de las personas incurre en «el sesgo de la acción única». Aunque la combinación de las posibles estrategias para solucionar un problema sea más eficaz que cada una de ellas por separado, casi siempre se recurre a una solución única.

Para combatir el cambio climático «necesitamos respuestas desde la ingeniería, desde la economía, pero también necesitamos la acción individual y la acción colectiva —señala la catedrática de Princeton—. Y creo que el gran avance de los últimos veinte años ha sido la economía del comportamiento, al comprender que no todas las decisiones que se toman son racionales».

En su artículo más influyente, publicado en la revista *Climatic Change* en el año 2006, «Experience-based and description-based perceptions of long-term risk: Why global warming does not scare us» ('Percepciones del riesgo a largo plazo basadas en la experiencia y en la descripción: por qué el calentamiento global no nos asusta'), la profesora Weber resume en tres ideas fundamentales su investigación sobre la percepción y la acción frente al cambio climático.

En primer lugar, sostiene que el cambio climático es un concepto general que no mueve tanto a la acción como el impacto de fenómenos extremos más específicos, por ejemplo, los huracanes o los incendios forestales. Desde su prisma, el cambio climático «es un fenómeno estadístico, y sabemos que a los humanos nos importan las historias».

La segunda idea que desarrolla Weber es que para motivar a la gente a actuar son más eficaces las emociones positivas que un relato dramático. Desde esta óptica, lo deseable es transmitir a la población que la resolución del problema es compleja pero posible, y que ellos, los ciudadanos, pueden aportar parte de esa solución.

Por último, la psicóloga galardonada incorpora a su investigación la cercanía de la experiencia como factor de motivación a la acción climática: los ciudadanos aumentan su concienciación ante el reto climático, y son más proclives a actuar cuando viven

need individual and collective action," the Princeton academic reflects. "And I think the big advance over the last twenty years or so has been in behavioral economics, realizing that not all decisions that are made are rational."

In her most influential paper, "Experience-Based and Description-Based Perceptions of Long-Term Risk: Why Global Warming Does Not Scare Us," published in *Climatic Change* in 2006, Professor Weber sums up her research on climate change perception and action in three fundamental insights.

The first is that climate change as a general concept is less likely to move people to action than the impact of more concrete extreme events, like hurricanes or forest fires. This is so because climate change, after all, "is a statistical phenomenon, and we know that what people really care about are stories."

The second idea Weber develops in her paper is that positive emotions are more effective motivators of positive social action than doom-laden narratives. What is needed, she contends, is to encourage the public to believe that solving the problem is a complex task but not an impossible one, and that they, as citizens, can be part of the solution.

Thirdly, the awardee psychologist talks in her research about the immediacy of experience as a mobilizing lever for climate action. Citizens, in other words, gain a keener awareness of the climate challenge and become more liable to act when they experience first-hand the kind of extreme events – major floods, snow storms or heat waves – that are occurring more and more frequently round the world.

For Weber, "it is vital not just to teach people what they can do, but also to make them aware of the fact that what might seem like drops in a bucket can actually make a difference, if you multiply everything an individual can do by eight billion people [roughly the world's population]. Actions, that is, should not be restricted to personal action, but should also extend to political action and collective action."

The selection committee also hailed Weber as "an influential policy advisor who participates widely in forums

en primera persona los fenómenos extremos que suceden de manera cada vez más frecuente, como grandes inundaciones, nevadas u olas de calor.

«Es fundamental —resume— no solo enseñar a la gente lo que puede hacer, sino también hacerles conscientes del hecho de que eso que parecen granitos de arena pueden marcar la diferencia si se multiplica todo lo que un individuo puede hacer por ocho mil millones de personas [la población mundial, aproximadamente], es decir, las acciones no deben limitarse a la acción personal, sino también hacerse extensivas a la acción política y a la acción colectiva».

El jurado destaca además que Weber «es una influyente asesora de política ambiental y participa ampliamente en foros como el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de las Naciones Unidas», al que se incorporó en 2010, siendo una pionera de su campo. Su labor, junto a la de muchos otros investigadores, ha posibilitado que ahora el informe que elabora este órgano incluya un capítulo específico dedicado al abordaje del cambio climático desde los procesos sociales.

El premio a la profesora Weber —concluye el jurado— está también motivado por «su capacidad para extraer ideas de una amplia gama de disciplinas y utilizarlas con el fin de ponerlas en práctica en acciones consecuentes que beneficien a todo el mundo».

such as the United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), an organization she joined in 2010, the first in her field to do so. As a result of the work done there, by herself and many others, the assessment report drawn up regularly by the IPCC now includes a standalone chapter addressing climate change from the standpoint of social processes.

The award to Professor Weber – says the committee in closing – rests equally on “her ability to draw on insights from a wide range of disciplines, and to use them to put her ideas into consequential action that will be of benefit to the whole world.”



Más información:



More information:



**Simone Schnall**

**Presidenta del jurado**  
Es catedrática de Psicología Social Experimental en el Departamento de Psicología de la Universidad de Cambridge (Reino Unido), directora del Laboratorio Cuerpo, Mente y Comportamiento de esta universidad y directora de Estudios en Psicología en el Jesus College. Combina conceptos y métodos de la psicología social y la ciencia cognitiva para explorar cómo interactúan pensamientos y sentimientos, y comprender cómo las personas formulan juicios y adoptan decisiones sobre los demás y el entorno, en particular en contextos morales y legales, y respecto a comportamientos de riesgo en finanzas.

**Brian Parkinson**

**Secretario del jurado**  
Es catedrático de Psicología Social en la División de Ciencias Médicas de la Universidad de Oxford (Reino Unido). Su investigación se centra en la psicología social de la emoción, la expresión facial, la regulación de las emociones interpersonales y la transferencia de afectos. Su libro más reciente es *Heart to heart: How your emotions affect other people*, que se suma a otros como *Ideas and realities of emotion* y *Emotion in social relations*. Es coeditor de la serie *Studies in Emotion and Social Interaction* (Cambridge University Press) y uno de los editores jefe de la revista científica *Emotion Review*.

**Isabel Burdiel**

Es catedrática de Historia Contemporánea en la Universitat de València. Investiga en la historia política y cultural del liberalismo europeo en el siglo XIX, con un interés especial en las monarquías constitucionales posrevolucionarias, y en el potencial heuristicó de la historia biográfica. Creadora y primera directora de la Red Europea sobre Teoría y Práctica de la Biografía, entre sus obras destaca *Isabel II. Una biografía (1830-1904)* –ganadora del Premio Nacional de Historia–, *La historia biográfica en Europa* (con Roy Foster) y *Emilia Pardo Bazán*, premiada por la Asociación de Historia Contemporánea de España y por la Real Academia Española.

**Bruno Cautrès**

Es investigador del Centro Nacional de Investigación Científica de Francia (CNRS) en CEVIPOF, el Centro de Investigaciones Políticas de Sciences Po (París, Francia), donde también es docente. Está especializado en la investigación sobre actitudes y comportamientos políticos, votación y elecciones, además de en comparación y métodos cuantitativos y análisis estadístico de datos. Ha participado en proyectos como los paneles electorales franceses de 2002 y 2007, el Barómetro Político de Francia y el Programa Internacional de Encuestas Sociales o la Encuesta Social Europea, entre otros estudios internacionales.

**Cees J. H. Midden**

Es catedrático emérito de Interacción Human-Tecnología en la Universidad Técnica de Eindhoven (Países Bajos). Investiga en los factores sociales y cognitivos de la relación entre personas y máquinas a través del uso de productos y sistemas, así como en la comunicación persuasiva, la influencia social, la percepción del riesgo y la aceptación y adopción de nuevas tecnologías. Autor de más de cien artículos sobre comportamiento medioambiental del consumidor, percepción y comunicación de los riesgos tecnológicos y sobre la incorporación de innovaciones, es fundador de la Conferencia Internacional sobre Tecnología Persuasiva.

**Committee chair**

Professor of Experimental Social Psychology in the Department of Psychology at the University of Cambridge (United Kingdom), where she is also Director of the Body, Mind and Behavior Laboratory and Director of Studies in Psychology at Jesus College. She combines insights and methods from social psychology and cognitive science to explore how thoughts and feelings interact, and how people arrive at judgments and decisions about others and about the physical environment, with particular attention to moral and legal contexts and risky behaviors in finance.

**Committee secretary**

Professor of Social Psychology in the Medical Sciences Division at the University of Oxford (United Kingdom), his research focuses on the social psychology of emotion, facial expression, interpersonal emotion regulation and interpersonal affect transfer. His latest book, *Heart to Heart: How Your Emotions Affect Other People*, joins a list of others including *Ideas and Realities of Emotion* and *Emotion in Social Relations*. Co-editor of the book series *Studies in Emotion and Social Interaction* (Cambridge University Press), he also serves as Co-editor-in-chief of the academic journal *Emotion Review*.

Professor of Modern History at the University of Valencia (Spain), she researches on the political and cultural history of 19th-century European liberalism, with an accent on post-revolutionary constitutional monarchies and the heuristic potential of biographical history. Founder and first director of the European Network on the Theory and Practice of Biography, her books include *Isabel II. Una biografía (1830-1904)*, awarded Spain's National History Prize, *La historia biográfica en Europa* (with Roy Foster), and *Emilia Pardo Bazán*, distinguished by the Asociación de Historia Contemporánea and the Real Academia Española.

A research fellow of the French National Centre for Scientific Research (CNRS), attached to the Centre de Recherches Politiques (CEVIPOF) at Sciences Po (Paris, France), where he also teaches. His research encompasses political attitudes and behaviors, voting and elections, comparative survey research, statistical data analysis and quantitative techniques. He has participated in the French electoral panels of 2002 and 2007 and France's Baromètre Politique, as well as forming part of transnational projects like the International Social Survey Programme and the European Social Survey.

## Jurado

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Humanidades y Ciencias Sociales (Ciencias Sociales)

## Mención del acta

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en la categoría de Humanidades y Ciencias Sociales (Ciencias Sociales) ha sido concedido, en su decimosexta edición, a **Elke Weber** por sus estudios sobre la toma de decisiones medioambientales y las respuestas humanas al cambio climático desde una perspectiva interdisciplinar que se nutre de la psicología, la neurociencia, la economía del comportamiento, la sociología y la ciencia medioambiental. También es una influyente asesora de política ambiental y participa ampliamente en foros como el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de las Naciones Unidas.

El trabajo de la profesora Weber subraya la importancia de reconocer que los procesos de decisión no se guían por principios plenamente racionales. Esto significa que persuadir a los responsables de la toma de decisiones y al público general para que actúen ante cuestiones como el cambio climático requiere algo más que una argumentación lógica. La profesora Weber resumió las conclusiones de su investigación en un reciente artículo en el que enumeraba tres ideas fundamentales:

1. El cambio climático no suscita tanto miedo como otros fenómenos extremos más concretos, como los terremotos, y por tanto es menos probable que motive la acción sin una mayor intervención.
2. Animar a la gente a sentir miedo o culpa por el cambio climático es una mala idea, porque la gente quiere disipar esas emociones negativas lo antes posible, lo cual es contraproducente cuando necesitamos fomentar respuestas sostenidas.
3. Deberíamos ayudar a la gente a reconocer su experiencia personal del impacto negativo directo que tiene el cambio climático en sus vidas, porque la experiencia personal tiene una influencia mucho mayor que los fríos datos estadísticos.

El premio a Elke Weber está motivado no solo por el respeto unánime a sus contribuciones científicas al campo de la toma de decisiones humanas, sino también por nuestro reconocimiento a su capacidad para extraer ideas de una amplia gama de disciplinas y utilizarlas para ponerlas en práctica en acciones consecuentes que beneficien a todo el mundo.

## Committee

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

### Humanities and Social Sciences (Social Sciences)

## Excerpt from award citation

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in the Humanities and Social Sciences (Social Sciences) category goes, in this sixteenth edition, to **Elke Weber** for her studies in environmental decision-making and human responses to climate change, informed by an interdisciplinary perspective that draws on psychology, neuroscience, behavioral economics, sociology and environmental science. She is also an influential policy advisor and participates widely in forums such as the UN Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

Professor Weber's work emphasizes the importance of acknowledging that decision processes are not guided by wholly rational principles. This means that persuading decision-makers and members of the general public to act on issues such as climate change requires more than logical argumentation. Professor Weber summarized the conclusions from her research in a recent paper by listing three fundamental insights:

1. Climate change does not elicit as much fear as more concrete extreme events such as earthquakes and is therefore less likely to motivate action without further intervention.
2. Encouraging people to feel afraid or guilty about climate change is a bad idea because people want to dispel such negative emotions as quickly as possible, which is counter-productive when we need to encourage sustained responses.
3. We should help people to recognize their personal experience of the direct negative impact of climate change on their lives, because personal experience is a more powerful teacher than dull statistics.

The award to Elke Weber is motivated not only by unanimous respect for her scientific contributions to the field of human decision-making but also our appreciation of her ability to draw on insights from a wide range of disciplines, and to use them to put her ideas into consequential action that will be of benefit to the whole world.

## Comité técnico de apoyo

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Humanidades y Ciencias Sociales (Ciencias Sociales)

## Evaluation support panel

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

### Humanities and Social Sciences (Social Sciences)

#### COORDINADOR

---

##### **Sebastian Rinken**

Científico titular en el Instituto de Estudios Sociales Avanzados (CSIC)

##### **Héctor Cebolla Boado**

Investigador científico en el Instituto de Economía, Geografía y Demografía (CSIC)

##### **Marta Fraile Maldonado**

Científica titular y vicedirectora del Instituto de Políticas y Bienes Públicos (CSIC)

##### **Ana López Sala**

Investigadora científica en el Instituto de Economía, Geografía y Demografía (CSIC)

#### COORDINATOR

---

##### **Sebastian Rinken**

Tenured Scientist at the Institute of Advanced Social Studies (CSIC).

##### **Héctor Cebolla Boado**

Scientific Researcher at the Institute of Economics, Geography and Demography (CSIC)

##### **Marta Fraile Maldonado**

Tenured Scientist and Deputy Director at the Institute of Public Goods and Policies (CSIC)

##### **Ana López Sala**

Scientific Researcher at the Institute of Economics, Geography and Demography (CSIC)

## Nominadores

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Humanidades y Ciencias Sociales (Ciencias Sociales)

## Nominators

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

### Humanities and Social Sciences (Social Sciences)

---

#### Elke Weber

Fue nominada por:

- **Susan T. Fiske**, titular de la Cátedra Eugene Higgins de Psicología y Asuntos Públicos en la Universidad de Princeton (Estados Unidos) y premio Fronteras del Conocimiento en Humanidades y Ciencias Sociales 2019
- **Simon Asher Levin**, catedrático universitario distinguido James S. McDonnell de Ecología y Biología Evolutiva en la Universidad de Princeton (Estados Unidos) y premio Fronteras del Conocimiento en Ecología y Biología de la Conservación 2021

---

#### Elke Weber

Was nominated by:

- **Susan T. Fiske**, Eugene Higgins Professor of Psychology and Public Affairs at Princeton University (United States) and 2019 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Laureate in Humanities and Social Sciences
- **Simon Asher Levin**, James S. McDonnell Distinguished University Professor in Ecology and Evolutionary Biology at Princeton University (United States) and 2021 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Laureate in Ecology and Conservation Biology

« Es muy difícil componer. El mejor modo es hacer lo que puedes hacer, no lo que quieres hacer. En realidad, se trata de formular lo que nunca ha sido formulado, aunque finalmente no se logre sino lo que se puede. Llego a donde mis notas me llevan».

“ Composing is very difficult. The wisest course is to do what you can rather than what you want to. Although the goal may be to say what has never been said, in the end you stop short at what is possible. I can only go as far as my notes take me.”

George Benjamin

**tb**

**25b**

99                    100                    101

**cresc.**              **mf**              **cresc.**              **A#**

**Clor.**      **poco**      **1°**      **2°**      **pp**      **cresc.**

**Hn.**      **poco**      **pp**      **cresc.**

**Bsn.**      **loco**

**Chcl.**      **mf**

**vn.**      **cresc.**

**Tpt.**      **p**      **cresc.**      **cresc.**

**Tbn.**      **f**      **f**      **cresc.**      **f**

**not an octave higher!**      **mf**

**99**                    **100**                    **101**

**24c**

**25c**

**Z**      **ra**      **dise.**



# George Benjamin

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

## Música y Ópera

### La mágica oscuridad de una música transparente

George Benjamin (Reino Unido) se presenta con aspecto afable, educado y extraordinariamente prudente; su aparición es tan relajada y sonriente que hace difícil creer que existan momentos de desamparo y confusión. Sin embargo, él mismo reconoce que el desasosiego precede a la composición de cualquier obra, que es un proceso lento y algo misterioso durante el cual las notas van convirtiéndose en personajes cuya transformación, combinación y confrontación dan sentido a una determinada «narrativa» musical. Benjamin es un hombre tranquilo y un músico emocionante, siempre sometido a la necesidad de arbitrar una vocación expresiva que bulle inquietante y parsimoniosa como el magma incandescente que luego erupciona de forma arrolladora.

Una mirada transversal a su catálogo de obras, desde las primeras referencias en 1977, sugiere una primera idea: hoy en día «no cabe un compositor como Haydn, capaz de una producción enorme». Con ello se explica la necesidad de que cualquier proyecto adquiera la condición de *obra especial*, esto es, que sea acorde a una ambición intelectual determinada. Apenas treinta y seis títulos se registran durante casi medio siglo de actividad, lo que supone menos de una obra al año, con una duración media por composición que apenas sobrepasa los diez minutos. Benjamin insiste en el hecho de que su respuesta musical responde a un contexto que exige compromiso: el compositor contemporáneo contribuye «poco a la economía de nuestros países y eso es una tragedia en un momento en el que se agudiza la obsesión monetaria y los resultados». Aunque aclara de inmediato que su función social es indiscutible y de ahí la posibilidad de que pueda ser «utilizado de manera política». Porque la música constituye un marco existencial y la obra

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

## Music and Opera

### The magical darkness of lucent music

George Benjamin (United Kingdom) comes across as affable, polite and extraordinarily prudent; in appearance so relaxed and smiling that it is hard to believe that he could experience moments of helplessness and confusion. Yet he admits to feelings of unease in the lead-up to writing a new work; a slow and still mysterious process during which the notes become characters whose transformation, combination and confrontation confer meaning on a given musical “narrative.” Benjamin is a quiet man and a thrilling musician, ever prey to the need to channel an expressive vocation that simmers restlessly below like the incandescent magma which then erupts with force.

A quick read-through of his catalogue, starting from his earliest works in 1977, and a first idea comes to mind: nowadays “there is no room for a composer like Haydn, capable of a vast output.” In consequence, any project acquires the status of a “special piece,” in the sense that it responds to a specific intellectual ambition. A bare thirty-six titles in nearly half a century of writing, equating to less than one work a year, and with an average length that just scrapes past ten minutes. Benjamin insists that his musical impetus comes from a place of felt commitment: the contemporary composer “contributes little to the economy of our countries, which is tragic at a time when the world is more and more obsessed with money and results.” He immediately qualifies this, however, adding that its social function is beyond question; hence the possibility that it can “be used with political intent.” For music is an existential framework and Benjamin’s oeuvre treats it as such, in the judgment of the committee that last April granted him the Frontiers of Knowledge Award in Music and Opera for “his extraordinary contribution and impact in contemporary creation,”

Las obras de Benjamin son, todas ellas, música refinada, exquisita, capaz de sugerir, de evocar atmósferas de rica intensidad. Su música es estable, lo que quiere decir que en ella prima lo armónico entendido como forma de cohesión musical.

Benjamin's works are refined, exquisite music, capable of suggesting or conjuring atmospheres of rich intensity. His music is stable, in the sense that it privileges harmony understood as a form of musical cohesion.

de Benjamin así lo determina, según declaró el jurado que le concedió a principios del pasado abril el Premio Fronteras del Conocimiento en la categoría de Música y Ópera por «su extraordinaria aportación e impacto en la creación contemporánea» al proponer «nuevas estructuras narrativas que mantienen una dramaturgia que conecta y commueve al público del siglo XXI».

Benjamin ha compuesto apenas una veintena de obras orquestales con y sin voz, media docena para conjunto instrumental, una decena para instrumentos a solo; ha incursionado en la electrónica y en la transcripción de músicas antiguas. Se dice que todas ellas son música refinada, exquisita, capaz de sugerir, de evocar atmósferas de rica intensidad. La música de Benjamin es estable, lo que quiere decir que en ella prima lo armónico entendido como forma de cohesión musical, algo que, según el crítico Paul Griffiths, define el tránsito a través de espacios capaces de generar estimulantes sensaciones. Dos años de trabajo le llevó su primeriza y difundida *Ringed by the flat horizon* (1980), tan cercana a las tormentas y su encantamiento; una penetrante mirada al lienzo de Turner *El castillo de Norham: amanecer* desencadenó la popular y evocativa *At first light* (1982); un peculiar conjunto instrumental y una huidiza estructura construyó *Palimpsests* (2002); *La tempestad* de Shakespeare explicó la «belleza encantadora» de *Sometime voices* (1996); el rugir del instrumento delimitó la fiera expresividad de *Viola, viola* (1997); el estricto procedimiento impresionó una especie de improvisación en *Shadowlines* (2001)...

Durante las primeras décadas, Benjamin fue avanzando hacia obras de mayor abstracción escritas con el firme propósito de lograr «la ilusión de una radical espontaneidad». Pero también durante este tiempo estuvo presente el pálpitó de una ambición resuelta tras el encuentro con el dramaturgo y traductor Martin Crimp, con quien comparte el deseo de que la ópera no sea una mera «descripción en tiempo real» o una simple superposición de acontecimientos. Pensando con efecto totalizador nació *Into the little hill* (2006), cuyo estreno en París llevó a escribir que era «lo más hermoso escrito por Benjamin». Definitivamente, un cuento en clave política sobre *El flautista de Hamelín*, que afirmaba la vocación de aquel niño de mirada pícara y sonriente a quien el maestro Messiaen consideró un genio.

through the use of "new narrative structures and a dramaturgy that connects with and moves the public of the 21st century."

Benjamin has written barely a score of orchestral works with and without voice, half a dozen for instrumental ensemble, and a dozen for solo instrument, with the occasional foray into electronics and the transcription of early music pieces. All of them regarded as refined, exquisite music, suggesting or conjuring atmospheres of rich intensity. Benjamin's music is stable in the sense that it privileges harmony understood as a form of musical cohesion. A quality which, for the critic Paul Griffiths, guides the listener's transition through spaces that generate energizing sensations. It took him two years of work to produce his celebrated orchestral debut *Ringed by the Flat Horizon* (1980), in thrall to storms and their enchantment; an inquiring gaze directed at Turner's painting *Norham Castle, Sunrise* was the genesis of the popular and haunting *At First Light* (1982); an unusual orchestration and elusive structure gave us *Palimpsests* (2002); Shakespeare's *The Tempest* explained the "captivating beauty" of *Sometime Voices* (1996); the instrument's roar underscored the fiery expressiveness of *Viola, Viola* (1997); strict rules of procedure were a conduit for the improvisatory air of *Shadowlines* (2001)...

Through his initial decades, Benjamin progressed towards works of ever greater abstraction, written with the firm purpose of achieving "the illusion of radical spontaneity." But in all this time there dwelt within him a quiet ambition that was finally realized after meeting the playwright and translator Martin Crimp. With Crimp he shared the desire to see an opera that was not just a "real-time description" or a simple chain of events. Going for the full effect, they came up with *Into the Little Hill* (2006), which one spectator described after its Paris premiere as "the most beautiful thing Benjamin has written." A political allegory based on *The Pied Piper of Hamelin*, it confirmed the vocation of the smiling, mischievous-looking child hailed as a genius by his teacher Messiaen.

A taste for dark subject matter and "the magical" led to *Written on Skin* (2012), which takes its plot and medieval setting from the tragic love story of the legendary

El gusto por los temas oscuros y «el sentido mágico» derivó luego en *Written on skin* (2012), con un argumento de regusto medieval basado en el amor infeliz del legendario poeta y trovador Guillem de Cabestany, y cuyo éxito internacional tiene muy difícil comparación. *Lessons in love and violence* (2017) y *Picture a day like this* (2023) son las dos últimas óperas: la primera de ellas, a partir de una nueva fuente medieval focalizada en la obsesiva relación del rey Eduardo II con su amante Piers Gaveston, y la segunda, recuperando muchos de los principios que dieron forma a *Into the little hill*, como el formato de cámara y la posibilidad de recrear una ensueñoación, en este caso a partir de una fábula.

Las consecuencias de estas cuatro óperas son todavía impredecibles. Crimp sigue siendo claro, poético, concentrado y poderosamente afilado, y Benjamin un compositor dispuesto a pulir las ideas hasta lo indecible con el solo fin de dotarlas de una fuerza emocional poderosa. «Es muy difícil componer. El mejor modo es hacer lo que puedes hacer, no lo que quieres hacer. En realidad, se trata de formular lo que nunca ha sido formulado, aunque finalmente no se logre sino lo que se puede. Llego a donde mis notas me llevan».

poet and troubadour Guillem de Cabestany, and would go on to achieve phenomenal international success. *Lessons in Love and Violence* (2017) and *Picture a day like this* (2023) are his latest operas. In the first, he turns again to a medieval source to recount King Edward II's obsessive relationship with his lover Piers Gaveston, while the second retrieves many of the principles that shaped *Into the Little Hill*, like the chamber format and the possibility of reproducing a dream, here in the form of a fable.

The consequences of these four operas are as yet unknowable. Crimp remains direct, poetic, vigorous and razor sharp, and Benjamin a composer ready to polish ideas to perfection and beyond, just as long as he can endow them with a powerful emotional force. "Composing is very difficult. The wisest course is to do what you can rather than what you want to. Although the goal may be to say what has never been said, in the end you stop short at what is possible. I can only go as far as my notes take me."



Más información:



More information:





**Gabriela  
Ortiz Torres**

**Presidenta del jurado**  
Es compositora y catedrática de Composición en la Universidad Nacional de México. Ha escrito obras para conjuntos de cámara, orquesta, ópera, danza y cine, colaborando con poetas, dramaturgos e historiadores. Su proceso creativo se centra en las conexiones entre cuestiones de género, justicia social, preocupaciones medioambientales y racismo, así como el multiculturalismo derivado de la globalización, el desarrollo tecnológico y las migraciones masivas. Es, entre otras distinciones, premio Nacional de Artes y Literatura (Bellas Artes) de México 2016.

**Víctor  
García de Gomar**

**Secretario del jurado**  
Es director artístico del Gran Teatre del Liceu de Barcelona, puesto al que llegó tras desempeñar ese cargo en el Palacio de la Música Catalana y el Auditorio de Girona. Ha trabajado, entre otros artistas, con John Eliot Gardiner, Cecilia Bartoli, Gustavo Dudamel, Juan Diego Flórez, Piotr Beczala, Philip Glass y John Adams. Su trayectoria incluye la dirección del Festival Nits de Clàssica (Girona), la gerencia de la Orquesta Barroca de Sevilla, la docencia en varias universidades catalanas, colaboraciones semanales en la emisora Catalunya Música y un libro sobre las grabaciones favoritas de los músicos.

**Mauro  
Bucarelli**

Es, desde 1991, administrador artístico de la Academia Nacional de Santa Cecilia en Roma (Italia) y antes fue director artístico del Teatro de la Ópera de Roma. Ha colaborado con directores como Daniele Gatti, Christian Thielemann, Myung-Whun Chung y Antonio Pappano, entre otros. Musicólogo y titulado en Piano y Composición, ha trabajado para la Enciclopedia Treccani y como consultor de RAI Radio 3, el canal de música clásica de la radio nacional italiana. Asimismo, ha sido investigador en la Fundación Rossini en Pesaro, donde colaboró en la edición crítica de las obras completas del compositor.

**Silvia  
Colasanti**

Es compositora y profesora de Composición en el Conservatorio de Santa Cecilia de Roma. Su catálogo de más de setenta obras abarca, entre otros géneros, ópera y teatro musical, música sinfónica y música de cámara. Ha trabajado en colaboración con solistas y directores como Vladimir Jurowski, Yuri Bashmet, Salvatore Accardo, David Geringas, Nathalie Dessay o Roberto Abbado. Es la primera mujer a quien La Scala de Milán encarga una ópera, que –bajo el título de *Anna A.* y basada en la vida de la poeta rusa Anna Akhmatova– subirá a escena en la temporada 2024-2025.

**Raquel  
García-Tomás**

Compositora especializada en creación interdisciplinar y doctora por el Royal College of Music de Londres (Reino Unido), ha llevado a cabo creaciones conjuntas con el English National Ballet, la Royal Academy of Arts o el Dresdner Musikfestspiele. Su catálogo incluye música de cámara, coreografía, electroacústica, jazz, instrumento solo, video y ópera. En este último género destacan *Je suis narcissiste*, nominada a los International Opera Awards 2020, y *Alexina B.*, fruto de una Beca Leonardo en Música y Ópera y estrenada en el Gran Teatre del Liceu de Barcelona en 2023. Es ganadora del Premio Nacional de Música 2020.

**Pedro  
Halffter Caro**

Es director de orquesta y compositor. Ha sido director artístico del Teatro de la Maestranza de Sevilla desde 2004 a 2018, director invitado de la Nürnberger Symphoniker, director titular de la Orquesta de Jóvenes del Festival de Bayreuth, director artístico y titular de la Orquesta Filarmónica de Gran Canaria y director artístico de la Real Orquesta Sinfónica de Sevilla. Entre sus producciones de ópera destacan *La mujer silenciosa* en la Bayerische Staatsoper y en el Münchner Opernfestspiele, o *Salomé* y *El sonido distante* en la Staatsoper Unter den Linden de Berlín.

**Committee chair**

Composer and Professor of Composition at the National Autonomous University of Mexico (UNAM), she has written works for chamber ensemble, orchestra, opera, dance and film, collaborating with poets, playwrights and historians. Her creative process explores the connections between gender issues, social justice, environmental concerns and racism, as well as the multiculturalism brought about by globalization, technological development and mass migration. Among other distinctions she was the 2016 recipient of Mexico's National Arts and Literature Prize (Fine Arts).

**Committee secretary**

Artistic Director of the Gran Teatre del Liceu in Barcelona (Spain), a position he held previously in the Palau de la Música Catalana and Auditori de Girona. He has worked with such renowned artists as John Eliot Gardiner, Cecilia Bartoli, Gustavo Dudamel, Juan Diego Flórez, Piotr Beczala, Philip Glass and John Adams. A former director of the Nits de Clàssica Festival (Girona) and the Orquesta Barroca de Sevilla, he has taught at various Catalonian universities, contributed a weekly program to radio broadcaster Catalunya Música, and written a book on musicians and their favorite recordings.

Artistic Administrator of the Accademia Nazionale di Santa Cecilia in Rome (Italy) since 1991, and formerly Artistic Director of the Teatro dell'Opera di Roma. He has collaborated with conductors such as Daniele Gatti, Christian Thielemann, Myung-Whun Chung and Antonio Pappano. A musicologist with a degree in piano and composition, he has worked for the Enciclopedia Treccani and as a consultant for RAI Radio 3, the classical music station of the Italian public broadcaster. He also spent time researching at the Fondazione Rossini in Pesaro, where he contributed to a critical edition of the composer's complete works.

Composer and Professor of Composition at the Santa Cecilia Conservatory in Rome. Her catalogue comprises over 70 works spanning opera and musical theater, symphonic music and chamber music, among other genres. She has worked closely with soloists and conductors like Vladimir Jurowski, Yuri Bashmet, Salvatore Accardo, David Geringas, Nathalie Dessay and Roberto Abbado, and recently became the first woman to be commissioned to write an opera by La Scala in Milan. The piece, titled *Anna A.* on the life of Russian poet Anna Akhmatova, will be staged during the 2024-2025 season.

Composer specializing in interdisciplinary creation, she earned a PhD from the Royal College of Music in London (United Kingdom) and has collaborated with English National Ballet, the Royal Academy of Arts and the Dresden Musikfestspiele. Her catalogue spans chamber, choreographic, electroacoustic, jazz and solo works, video and opera. In this last genre, she has written *Je Suis Narcissiste*, nominated for the 2020 International Opera Awards, and *Alexina B.*, funded by a Leonardo Grant in Music and Opera and premiered this year in the Gran Teatre del Liceu (Barcelona). Winner of Spain's 2020 National Music Prize.

A conductor and composer, he was Artistic Director of the Teatro de la Maestranza in Seville (Spain) from 2004 to 2018, and has served as Guest Conductor with the Nürnberger Symphoniker, Principal Conductor of the Bayreuth Festival Youth Orchestra, Artistic Director and Principal Conductor of the Orquesta Filarmónica de Gran Canaria, and Artistic Director of the Real Orquesta Sinfónica de Sevilla. On the opera stage, he has conducted *Die schweigsame Frau* at the Bavarian State Opera and Munich's Opera Festival, and *Salomé* and *Der ferne Klang* in Staatsoper Unter den Linden in Berlin, among others.



## Jurado

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Música y Ópera

#### Joan Matabosch

Es director artístico del Teatro Real, en Madrid, y previamente lo fue del Gran Teatre del Liceu, en Barcelona. En ambos coliseos ha impulsado la normalización del repertorio del siglo XX y las coproducciones con grandes teatros nacionales e internacionales. Licenciado en Ciencias de la Información por la Universidad Autónoma de Barcelona, tiene, además, la carrera de Piano, Canto y Armonía. Ha sido fundador, tesorero y presidente de Opera Europa y miembro del Consejo Artístico del Instituto Nacional de las Artes Escénicas y la Música. Ha ejercido como periodista, crítico de ópera, teatro, música y danza en diversas publicaciones.

Artistic Director of the Teatro Real in Madrid and previously of the Gran Teatre del Liceu in Barcelona, at both institutions he worked to consolidate the 20th century repertoire and promoted co-productions with top national and international theaters. Matabosch holds a BA in Information Sciences from the Universitat Autònoma de Barcelona as well as a degree in piano, vocal performance and harmony. A founder and past treasurer and president of Opera Europa, he has served on the Artistic Council of Spain's National Institute of Performing Arts and Music (INAEM) and has worked as a journalist and opera, theater, music and dance critic for various publications.

## Mención del acta

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en la categoría de Música y Ópera ha sido concedido, en su decimosexta edición, a **George Benjamin** por su extraordinaria aportación y su impacto en la creación contemporánea en los ámbitos de la música sinfónica, la ópera y la música de cámara, así como por su extraordinaria carrera de director de orquesta y divulgador.

Con un lenguaje musical muy personal y reconocible, es capaz de comunicar con el público de manera directa sin renunciar a una factura rigurosa y detallista en todos los aspectos compositivos, destacando especialmente su dominio de la orquestación, la tímbrica y una arquitectura de la forma impecable.

Alumno destacado de Olivier Messiaen, su carrera como compositor empezó de manera fulgurante, siendo el compositor más joven en estrenar en los Proms londinenses. Desde entonces su música sinfónica y de cámara ha sido presentada por las orquestas e instituciones más importantes del mundo.

Escritas con la colaboración del dramaturgo Martin Crimp, sus cuatro óperas —*Into the little hill* (2006), *Written on skin* (2009-12), *Lessons in Love and Violence* (2015-17) y *Picture a day like this* (2023)— forman parte de las programaciones de los escenarios más importantes del ámbito internacional (Ópera de París, Festival de Aix en Provence, Royal Opera House, Dutch National Opera, Staatsoper Hamburg, Ópera de Lyon, Lyric Opera of Chicago, Teatro Real o Gran Teatre del Liceu). En estas composiciones, Benjamin consigue modernizar el lenguaje operístico, proponiendo nuevas estructuras narrativas y manteniendo una dramaturgia emocional que conecta y commueve al público del siglo XXI.

George Benjamin ostenta la prestigiosa Cátedra Henry Purcell del King's College de Londres, desde la cual impulsa la creatividad de nuevas generaciones de compositores.

## Committee

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

### Music and Opera

## Excerpt from award citation

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in the Music and Opera category goes, in this sixteenth edition, to **George Benjamin** for his extraordinary contribution and impact in contemporary creation in the realms of symphonic music, opera and chamber music. The committee also wishes to highlight his extraordinary career as a conductor and communicator.

Using a highly personal and distinctive musical language, he manages to communicate directly with the audience, without forgoing a rigorous, fine-grained workmanship in all aspects of composition, with particular regard to his mastery of orchestration and tone color, and exquisite formal architecture.

An outstanding student of Olivier Messiaen's, his composing career got off to a brilliant start as the youngest composer ever to premiere a work at the London Proms. Since then his symphonic and chamber music has been performed by the world's foremost orchestras and institutions.

Written in collaboration with playwright Martin Crimp, his four operas - *Into the Little Hill* (2006), *Written on Skin* (2009-12), *Lessons in Love and Violence* (2015-17) and *Picture a day like this* (2023) – are regularly scheduled on the world's leading stages (Paris Opera, Festival d'Aix-en-Provence, Royal Opera House, Dutch National Opera, Staatsoper Hamburg, Opera de Lyon, Lyric Opera of Chicago, Teatro Real and Gran Teatre del Liceu). In these works, Benjamin succeeds in modernizing the operatic language, proposing new narrative structures and consistently presenting an emotional dramaturgy able to connect with and move the public of the 21st century.

George Benjamin holds the prestigious Henry Purcell Professorship at King's College London, where he is fostering the creativity of new generations of composers.

## Comité técnico de apoyo

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento  
**Música y Ópera**

## Evaluation support panel

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award  
**Music and Opera**

---

### COORDINADOR

---

#### **Luis Calvo Calvo**

Delegado del CSIC en Cataluña y director de la Institución Milà y Fontanals de Investigación en Humanidades (CSIC)

---

### MIEMBROS

---

#### **María Gembero Ustároz**

Investigadora científica en la Institución Milà y Fontanals de Investigación en Humanidades (CSIC)

---

#### **Mariano Gómez Aranda**

Investigador científico en el Instituto de Lenguas y Culturas del Mediterráneo y Oriente Próximo (CSIC)

---

#### **David Irving**

Doctor ICREA en la Institución Milà y Fontanals de Investigación en Humanidades (CSIC)

---

#### **Andrea Puentes Blanco**

Científica titular en la Institución Milà y Fontanals de Investigación en Humanidades (CSIC)

---

### COORDINATOR

---

#### **Luis Calvo Calvo**

CSIC Delegate in Catalonia and Director of the Milà i Fontanals Institution for Research in the Humanities (CSIC)

---

### MEMBERS

---

#### **María Gembero Ustároz**

Scientific Researcher at the Milà i Fontanals Institution for Research in the Humanities (CSIC)

---

#### **Mariano Gómez Aranda**

Scientific Researcher at the Institute of Languages and Cultures of the Mediterranean and the Near East (CSIC)

---

#### **David Irving**

ICREA Professor at the Milà i Fontanals Institution for Research in the Humanities (CSIC)

---

#### **Andrea Puentes Blanco**

Tenured Scientist at the Milà i Fontanals Institution for Research in the Humanities (CSIC)

## Nominadores

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Música y Ópera

## Nominators

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

### Music and Opera

---

#### George Benjamin

Fue nominado por:

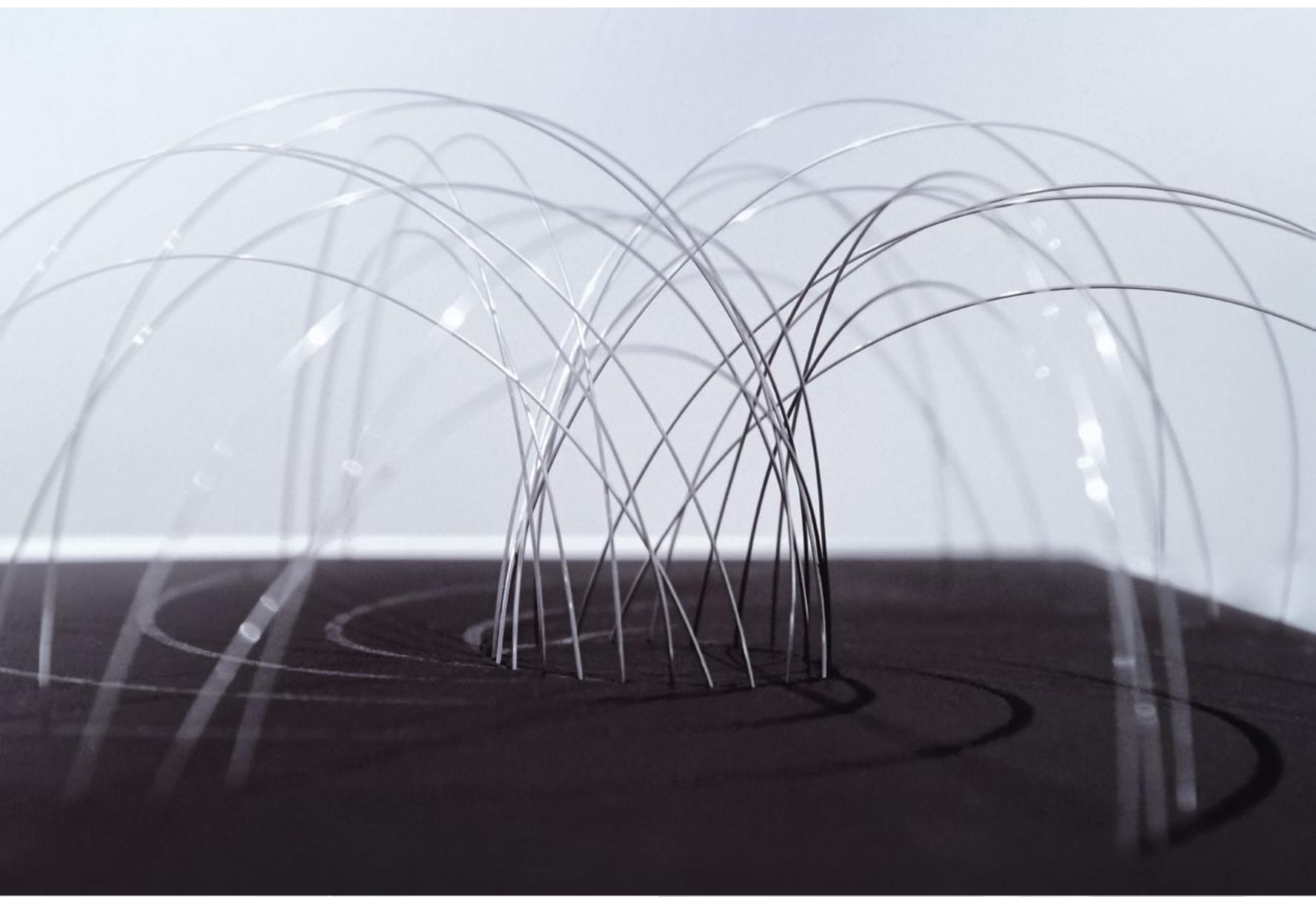
- **Santiago Serrate**, director de orquesta, profesor de Análisis y Música de Cámara del Conservatorio Superior de Música del Liceu de Barcelona, y profesor de Concertación de la Cátedra de Canto Alfredo Kraus-Fundación Ramón Areces de la Escuela Superior de Música Reina Sofía (España)
- **Sam Wigglesworth**, director musical de interpretación de Faber Music (Reino Unido)

---

#### George Benjamin

Was nominated by:

- **Santiago Serrate**, conductor, Professor of Analysis and Chamber Music in the Liceu de Barcelona Higher Conservatory of Music, and Professor of Vocal Ensemble, Alfredo Kraus-Fundación Ramón Areces Voice Chair, Escuela Superior de Música Reina Sofía (Spain)
- **Sam Wigglesworth**, Performance Music Director at Faber Music (United Kingdom)



**Símbolo artístico**  
**Fronteras del Conocimiento**  
Artista: Blanca Muñoz

Blanca Muñoz se licenció en Bellas Artes en la Universidad Complutense de Madrid. Fue becada por el Gobierno de Italia en la Calcografia Nazionale (1989), por la Real Academia de España en Roma (1990) y por la Dirección de Relaciones Exteriores de México (Ciudad de México, 1992). Entre otros reconocimientos, ha recibido una Beca Leonardo de la Fundación BBVA 2014 y el Premio Nacional de Grabado en 1999. Es académica de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

**Escultura monumental:** *Trinity*, edificio Capital One Bank, Washington D.C. (2022); trío escultórico *Gorgonas* y fuente *Lustral*, Plaza de España, Madrid (2022); *Altiva*, Fundación Masaveu, Madrid (2019); *Talismán*, Banca March, Madrid (2016); *Géminis*, Torre Cepsa de Norman Foster, Madrid (2009); *Panta rei*, Málaga (2008); *Eclíptica*, Palacio de Congresos de Badajoz (2006); *Perseidas II*, Parque de la Curva de Elorrieta, Bilbao (2004).

**Últimas exposiciones individuales:** *Acrobacias*, Galería Marlborough, Madrid (2022); *Vaivén*, Galería Marlborough, Madrid (2018); *Recapitulación*, Galería Marlborough, Barcelona (2016); *Tornasol*, Galería Marlborough, Madrid (2015); *De l'acier à l'or*, Galerie Mini-Masterpiece, París (2013); *Circunnavegación 1990-2012*, Sala Alcalá 31, Madrid (2013); *Superficial*, Galería Marlborough, Madrid (2012); *Cueva de estrellas*, Sala La Gallera, Valencia (2010); *Joyas de Blanca Muñoz*, Joyería Grassy, Madrid (2010); *Blue Dance*, Galería Marlborough, Chelsea, Nueva York (2009).

Su obra se ha expuesto también en la Biblioteca Nacional de España, el Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía y el Museo Nacional del Prado.

En el símbolo artístico de los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento —señala la artista—, he tratado de sintetizar las ocho categorías seleccionadas y, al mismo tiempo, interrelacionar todas las disciplinas en un continuo desafío hacia nuevos avances del conocimiento. He elegido la espiral como símbolo de la imagen de la vida en numerosas culturas, porque es la mejor solución para crecer en poco espacio y la mejor forma para representar la continuidad: la espiral se expande infinitamente desde el punto de origen. Es decir, he tratado de acompañar las siete disciplinas científicas al son de la octava: la música contemporánea.

**Frontiers of Knowledge artwork**  
Artist: Blanca Muñoz

Blanca Muñoz obtained a BA in Fine Arts from the Universidad Complutense de Madrid. She has held scholarships at Calcografia Nazionale (1989), awarded by the Italian Government, at the Spanish Royal Academy in Rome (1990), and in Mexico City (1992), awarded by the Mexican Department of Foreign Affairs. Her distinctions include a 2014 Leonardo Grant from the BBVA Foundation and the 1999 National Print Prize. She is an academician of the Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

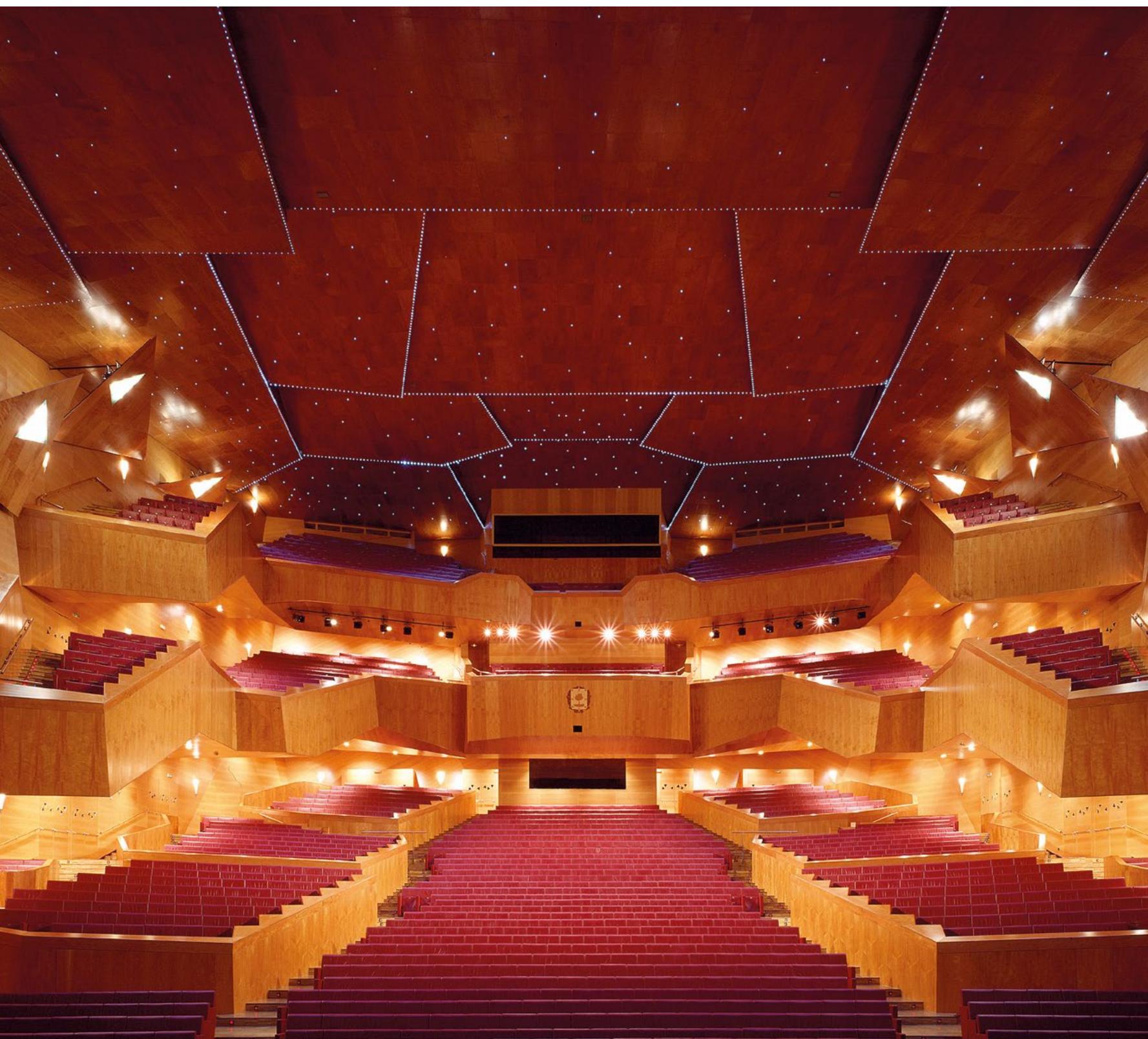
**Monumental sculpture:** *Trinity*, Capital One Bank building, Washington DC (2022); sculpture trio *Gorgonas* and *Lustral* fountain, Plaza de España, Madrid (2022); *Altiva*, Fundación Masaveu, Madrid (2019); *Talismán*, Banca March, Madrid (2016); *Géminis*, Torre Cepsa, architect Norman Foster, Madrid (2009); *Panta rei*, Málaga (2008); *Eclíptica*, Badajoz Exhibition Center (2006); *Perseidas II*, Parque de la Curva de Elorrieta, Bilbao (2004).

**Latest solo exhibitions:** *Acrobacias*, Galería Marlborough, Madrid (2022); *Vaivén*, Galería Marlborough, Madrid (2018); *Recapitulación*, Galería Marlborough, Barcelona (2016); *Tornasol*, Galería Marlborough, Madrid (2015); *De l'acier à l'or*, Galerie Mini-Masterpiece, Paris (2013); *Circunnavegación 1990-2012*, Sala Alcalá 31, Madrid (2013); *Superficial*, Galería Marlborough, Madrid (2012); *Cueva de estrellas*, Sala La Gallera, Valencia (2010); *Joyas de Blanca Muñoz*, Joyería Grassy, Madrid (2010); *Blue Dance*, Marlborough Chelsea, New York (2009).

Her work has also been shown in the National Library of Spain, Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía and the Prado Museum.

*My idea for the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards artwork – says the artist – was to synthesize the eight categories addressed and, at the same time, to convey the ambition of all disciplines advancing together towards new terrains of knowledge. I chose the spiral for its symbolism in numerous cultures as an image of life, and because it is the optimal solution for growth in a limited space as well as the best way to represent continuity: the spiral expands endlessly outward from its point of origin. This, I think, brings the seven scientific disciplines harmoniously into play, to the rhythm of the eighth: contemporary music.*





## Concierto

## Gala concert

**Orquesta Sinfónica de Madrid**

**Santiago Serrate**, director

PRIMERA PARTE

**George Benjamin\*** (1960)

*Concierto para orquesta\*\** (17 min)

*Dance Figures* (16 min)

SEGUNDA PARTE

**Igor Stravinsky** (1882-1971)

*Suite de «El pájaro de fuego»* (22 min)  
(versión de 1919)

**Richard Wagner** (1813-1883)

*Preludio y Muerte de amor* (18 min)  
(de la ópera *Tristán e Isolda*)

**Orquesta Sinfónica de Madrid**

**Santiago Serrate**, conductor

PART ONE

**George Benjamin\*** (1960)

*Concerto for Orchestra\*\** (17')

*Dance Figures* (16')

PART TWO

**Igor Stravinsky** (1882-1971)

*The Firebird Suite* (22')  
(1919 version)

**Richard Wagner** (1813-1883)

*Prelude and Liebestod* (18')  
(from the opera *Tristan und Isolde*)

\* Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Música y Ópera 2023

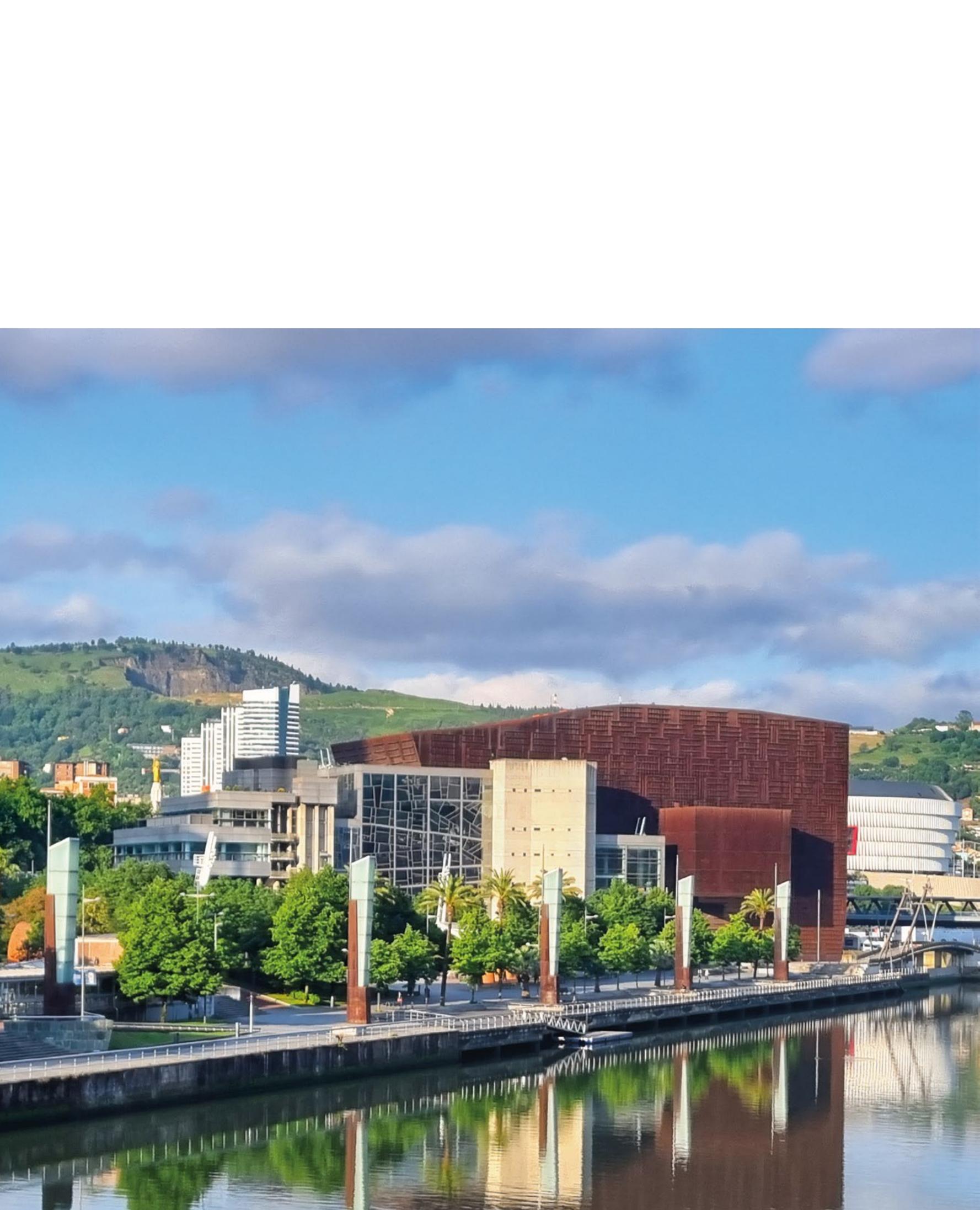
\*\* Estreno en España

\* 2023 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Laureate in Music and Opera

\*\* Spanish premiere

19 de junio de 2024  
19:30 horas  
Euskalduna Bilbao

June 19, 2024  
19:30  
Euskalduna Bilbao



### Inicio de la ceremonia

### Ceremony begins

### Bienvenida del Alcalde de Bilbao

### Welcome from the Mayor of Bilbao

### Acto de entrega de los Premios

### Awards presentation

- Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas)
- Biología y Biomedicina
- Tecnologías de la Información y la Comunicación
- Ecología y Biología de la Conservación
- Cambio Climático
- Economía, Finanzas y Gestión de Empresas
- Humanidades y Ciencias Sociales (Ciencias Sociales)
- Música y Ópera

- Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)
- Biology and Biomedicine
- Information and Communication Technologies
- Ecology and Conservation Biology
- Climate Change
- Economics, Finance and Management
- Humanities and Social Sciences (Social Sciences)
- Music and Opera

### Discurso de la Presidenta del Consejo Superior de Investigaciones Científicas

### Speech by the President of the Spanish National Research Council

### Discurso del Presidente de la Fundación BBVA

### Speech by the President of the BBVA Foundation

### Cóctel en el Euskalduna Bilbao

### Cocktail in Euskalduna Bilbao

20 de junio de 2024  
19:30 horas  
Euskalduna Bilbao

June 20, 2024  
19:30  
Euskalduna Bilbao

## Galardonados en ediciones anteriores

Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas)

## Laureates in previous editions

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

108

#### XV Edición / 15th Edition 2022



##### Anne L'Huillier

Universidad de Lund (Suecia)  
Premio Nobel de Física 2023  
Lund University (Sweden)  
Nobel Prize in Physics 2023

##### Paul Corkum

Universidad de Ottawa (Canadá)  
University of Ottawa (Canada)

##### Ferenc Krausz

Instituto Max Planck de Óptica Cuántica  
Universidad Ludwig Maximilian de Múnich (Alemania)  
Premio Nobel de Física 2023  
Max Planck Institute of Quantum Optics  
Ludwig Maximilian University of Munich (Germany)  
Nobel Prize in Physics 2023

#### XIV Edición / 14th Edition 2021



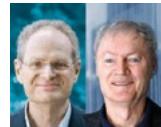
##### Charles Fefferman

Universidad de Princeton (Estados Unidos)  
Princeton University (United States)

##### Jean-François Le Gall

Universidad París-Saclay (Francia)  
Université Paris-Saclay (France)

#### XIII Edición / 13th Edition 2020



##### A. Paul Alivisatos

Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos)  
University of California, Berkeley (United States)

##### Michael Grätzel

Escuela Politécnica Federal de Lausana (Suiza)  
École Polytechnique Fédérale de Lausanne (Switzerland)

#### XII Edición / 12th Edition 2019



##### Charles H. Bennett

IBM Research (Estados Unidos / United States)

##### Gilles Brassard

University of Montreal (Canada)  
Universidad de Montreal (Canada)

##### Peter Shor

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos)  
Massachusetts Institute of Technology (United States)

#### XI Edición / 11th Edition 2018



##### Charles L. Kane Eugene Mele

Universidad de Pensilvania (Estados Unidos)  
University of Pennsylvania (United States)

#### X Edición / 10th Edition 2017



##### Omar Yaghi

Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos)  
University of California, Berkeley (United States)

#### IX Edición / 9th Edition 2016



##### David Cox

Universidad de Oxford (Reino Unido)  
University of Oxford (United Kingdom)

##### Bradley Efron

Universidad de Stanford (Estados Unidos)  
Stanford University (United States)

#### VIII Edición / 8th Edition 2015



##### Stephen Hawking

Universidad de Cambridge (Reino Unido)  
University of Cambridge (United Kingdom)

##### Viatcheslav Mukhanov

Universidad Ludwig Maximilian de Múnich (Alemania)  
Ludwig Maximilian University of Munich (Germany)

#### VII Edición / 7th Edition 2014



##### Stephen L. Buchwald

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos)  
Massachusetts Institute of Technology (United States)

#### VI Edición / 6th Edition 2013



##### Maximilian Haider

Instituto Tecnológico de Karlsruhe (Alemania)  
Karlsruhe Institute of Technology (Germany)

##### Harald Rose

Universidad de Ulm (Alemania)  
Ulm University (Germany)

##### Knut Urban

Centro de Investigación de Jülich (Alemania)  
Juelich Research Center (Germany)

#### V Edición / 5th Edition 2012



##### Ingrid Daubechies

Universidad de Duke (Estados Unidos)  
Duke University (United States)

##### David B. Mumford

Universidad de Brown (Estados Unidos)  
Brown University (United States)

#### IV Edición / 4th Edition 2011



##### Michel G.E. Mayor Didier Queloz

Universidad de Ginebra (Suiza)  
Premio Nobel de Física 2019  
University of Geneva (Switzerland)  
Nobel Prize in Physics 2019

#### III Edición / 3rd Edition 2010



##### Gabor A. Somorjai

Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos)  
University of California, Berkeley (United States)

#### II Edición / 2nd Edition 2009



##### Richard N. Zare

Universidad de Stanford (Estados Unidos)  
Stanford University (United States)

##### Michael E. Fisher

Universidad de Maryland (Estados Unidos)  
University of Maryland (United States)

#### I Edición / 1st Edition 2008



##### Ignacio Cirac

Instituto Max Planck de Óptica Cuántica (Alemania)  
Max Planck Institute of Quantum Optics (Germany)

##### Peter Zoller

Instituto de Óptica Cuántica e Información Cuántica (Austria)  
Institute for Quantum Optics and Quantum Information (Austria)

## Galardonados en ediciones anteriores

Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Biología y Biomedicina

## Laureates in previous editions

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### Biology and Biomedicine

#### XV Edición / 15th Edition 2022



##### David Baker

Universidad de Washington y Howard Hughes Medical Institute (Estados Unidos)  
University of Washington and Howard Hughes Medical Institute (United States)

##### Demis Hassabis

##### John Michael Jumper

DeepMind (Reino Unido / United Kingdom)

#### XIV Edición / 14th Edition 2021



##### Katalin Karikó

Universidad de Pensilvania (Estados Unidos) Premio Nobel de Fisiología y Medicina 2023  
University of Pennsylvania (United States)  
Nobel Prize in Physiology or Medicine 2023

##### Robert S. Langer

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos)  
Massachusetts Institute of Technology (United States)

##### Drew Weissman

Universidad de Pensilvania (Estados Unidos) Premio Nobel de Fisiología y Medicina 2023  
University of Pennsylvania (United States)  
Nobel Prize in Physiology or Medicine 2023

#### XIII Edición / 13th Edition 2020



##### David Julius

Universidad de California en San Francisco (Estados Unidos)  
Premio Nobel de Fisiología y Medicina 2021  
University of California, San Francisco (United States)  
Nobel Prize in Physiology or Medicine 2021

##### Ardem Patapoutian

Instituto de Investigación Scripps (TSRI) (Estados Unidos)  
Premio Nobel de Fisiología y Medicina 2021  
The Scripps Research Institute (United States)  
Nobel Prize in Physiology or Medicine 2021

#### XII Edición / 12th Edition 2019



##### Michael N. Hall

Universidad de Basilea (Suiza)  
University of Basel (Switzerland)

##### David M. Sabatini

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos)  
Massachusetts Institute of Technology (United States)

#### XI Edición / 11th Edition 2018



##### Jeffrey I. Gordon

Escuela de Medicina de la Universidad de Washington en San Luis (Estados Unidos)  
Washington University School of Medicine in St. Louis (United States)

#### X Edición / 10th Edition 2017



##### James P. Allison

MD Anderson Cancer Center de la Universidad de Texas (Estados Unidos)  
Premio Nobel de Fisiología y Medicina 2018  
University of Texas MD Anderson Cancer Center (United States)  
Nobel Prize in Physiology or Medicine 2018

#### IX Edición / 9th Edition 2016



##### Emmanuelle Charpentier

Universidad Humboldt de Berlín (Alemania)  
Premio Nobel de Química 2020  
Humboldt University of Berlin (Germany)  
Nobel Prize in Chemistry 2020

##### Jennifer Doudna

Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos)  
Premio Nobel de Química 2020  
University of California, Berkeley (United States)  
Nobel Prize in Chemistry 2020

##### Francisco J. Martínez Mojica

Universidad de Alicante (España)  
University of Alicante (Spain)

#### VIII Edición / 8th Edition 2015



##### Edward S. Boyden III

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos)  
Massachusetts Institute of Technology (United States)

##### Karl Deisseroth

Universidad de Stanford (Estados Unidos)  
Stanford University (United States)

##### Gero Miesenböck

Universidad de Oxford (Reino Unido)  
University of Oxford (United Kingdom)

#### VII Edición / 7th Edition 2014



##### Tony Hunter

Salk Institute for Biological Studies (Estados Unidos / United States)

##### Joseph Schlessinger

Universidad de Yale (Estados Unidos)  
Yale University (United States)

##### Charles L. Sawyers

Memorial Sloan Kettering Cancer Center (Estados Unidos / United States)

#### VI Edición / 6th Edition 2013



##### Adrian Bird

Universidad de Edimburgo (Reino Unido)  
University of Edinburgh (United Kingdom)

#### V Edición / 5th Edition 2012



##### Douglas L. Coleman

The Jackson Laboratory (Estados Unidos / United States)

##### Jeffrey M. Friedman

Howard Hughes Medical Institute (Estados Unidos / United States)

#### IV Edición / 4th Edition 2011



##### Alexander Varshavsky

Instituto de Tecnología de California (Estados Unidos)  
California Institute of Technology (United States)

#### III Edición / 3rd Edition 2010



##### Shinya Yamanaka

Universidad de Kioto (Japón)  
Universidad de California en San Francisco (Estados Unidos)  
Premio Nobel de Fisiología y Medicina 2012  
Kyoto University (Japan)  
University of California, San Francisco (United States)  
Nobel Prize in Physiology or Medicine 2012

#### II Edición / 2nd Edition 2009



##### Robert J. Lefkowitz

Universidad de Duke (Estados Unidos)  
Premio Nobel de Química 2012  
Duke University (United States)  
Nobel Prize in Chemistry 2012

#### I Edición / 1st Edition 2008



##### Joan Massagué

Memorial Sloan Kettering Cancer Center (Estados Unidos / United States)

\* El nombre de esta categoría fue «Biomedicina» en las diez primeras ediciones.

The name of this category was "Biomedicine" in the first ten editions.

## Galardonados en ediciones anteriores

Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Tecnologías de la Información y la Comunicación

## Laureates in previous editions

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### Information and Communication Technologies

110

XV Edición / 15th Edition 2022



**Alberto Sangiovanni  
Vincentelli**

Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos)  
University of California, Berkeley (United States)

XIV Edición / 14th Edition 2021



**Judea Pearl**

Universidad de California en Los Ángeles (Estados Unidos)  
University of California, Los Angeles (United States)

XIII Edición / 13th Edition 2020



**John L. Hennessy**

Universidad de Stanford (Estados Unidos)  
Stanford University (United States)

**David A. Patterson**

Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos)  
University of California, Berkeley (United States)

XII Edición / 12th Edition 2019



**Isabelle Guyon**

Universidad París-Saclay (Francia)  
Université Paris-Saclay (France)

**Bernhard Schölkopf**

Instituto Max Planck para Sistemas Inteligentes (Alemania)  
Max Planck Institute for Intelligent Systems (Germany)

**Vladimir N. Vapnik**

Universidad de Columbia (Estados Unidos)  
Columbia University (United States)

XI Edición / 11th Edition 2018



**Ivan Edward Sutherland**

Universidad Estatal de Portland (Estados Unidos)  
Portland State University (United States)

X Edición / 10th Edition 2017



**Shafi Goldwasser**

**Silvio Micali**

**Ronald L. Rivest**

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos)  
Massachusetts Institute of Technology (United States)

**Adi Shamir**

Instituto Weizmann de Ciencias (Israel)  
Weizmann Institute of Science (Israel)

IX Edición / 9th Edition 2016



**Geoffrey Hinton**

Universidad de Toronto (Canadá)

University of Toronto (Canada)

VIII Edición / 8th Edition 2015



**Stephen A. Cook**

Universidad de Toronto (Canadá)

University of Toronto (Canada)

VII Edición / 7th Edition 2014



**Leonard Kleinrock**

Universidad de California en Los Ángeles (Estados Unidos)

University of California, Los Angeles (United States)

VI Edición / 6th Edition 2013



**Marvin L. Minsky**

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos)

Massachusetts Institute of Technology (United States)

V Edición / 5th Edition 2012



**Lotfi A. Zadeh**

Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos)  
University of California, Berkeley (United States)

IV Edición / 4th Edition 2011



**Carver A. Mead**

Instituto de Tecnología de California (Estados Unidos)  
California Institute of Technology (United States)

III Edición / 3rd Edition 2010



**Donald E. Knuth**

Universidad de Stanford (Estados Unidos)  
Stanford University (United States)

II Edición / 2nd Edition 2009



**Thomas Kailath**

Universidad de Stanford (Estados Unidos)  
Stanford University (United States)

I Edición / 1st Edition 2008



**Jacob Ziv**

Instituto Technion (Israel)  
Technion Institute (Israel)

## Galardonados en ediciones anteriores

Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Ecología y Biología de la Conservación

## Laureates in previous editions

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### Ecology and Conservation Biology

#### XV Edición / 15th Edition 2022



##### Susan C. Alberts

Universidad de Duke (Estados Unidos)  
Duke University (United States)

##### Jeanne Altmann

Universidad de Princeton (Estados Unidos)  
Princeton University (United States)

##### Marlene Zuk

Universidad de Minnesota (Estados Unidos)  
University of Minnesota (United States)

#### XIV Edición / 14th Edition 2021



##### Lenore Fahrig

Universidad de Carleton (Canadá)  
Carleton University (Canada)

##### Simon Asher Levin

Universidad de Princeton (Estados Unidos)  
Princeton University (United States)

##### Steward T. A. Pickett

Instituto Cary de Estudios de Ecosistemas (Estados Unidos)  
Cary Institute of Ecosystem Studies (United States)

#### XIII Edición / 13th Edition 2020



##### Sandra Díaz

Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)

##### Sandra Lavorel

Laboratorio de Ecología Alpina, Centro Nacional de Investigación Científica (CNRS) (Francia)  
Laboratoire d'Écologie Alpine, Centre National de la Recherche Scientifique (France)

##### Mark Westoby

Universidad Macquarie (Australia)  
Macquarie University (Australia)

#### XII Edición / 12th Edition 2019



##### Carlos M. Duarte

Universidad de Ciencia y Tecnología Rey Abdalá (Arabia Saudí)  
King Abdullah University of Science and Technology (Saudi Arabia)

##### Terence P. Hughes

Universidad James Cook (Australia)  
James Cook University (Australia)

##### Daniel Pauly

Universidad de Columbia Británica (Canadá)  
University of British Columbia (Canada)

#### XI Edición / 11th Edition 2018



##### Gretchen Cara Daily

Universidad de Stanford (Estados Unidos)  
Stanford University (United States)

##### Georgina Mace

University College de Londres (Reino Unido)  
University College London (United Kingdom)

#### X Edición / 10th Edition 2017



##### B. Rosemary Grant

##### Peter R. Grant

Universidad de Princeton (Estados Unidos)  
Princeton University (United States)

#### IX Edición / 9th Edition 2016



##### Gene E. Likens

Instituto Cary de Estudios de Ecosistemas (Estados Unidos)  
Cary Institute of Ecosystem Studies (United States)

##### Marten Scheffer

Universidad de Wageningen (Países Bajos)  
Wageningen University (Netherlands)

#### VIII Edición / 8th Edition 2015



##### Ilkka Hanski

Universidad de Helsinki (Finlandia)  
University of Helsinki (Finland)

#### VII Edición / 7th Edition 2014



##### David Tilman

Universidad de Minnesota (Estados Unidos)  
University of Minnesota (United States)

#### VI Edición / 6th Edition 2013



##### Paul R. Ehrlich

Universidad de Stanford (Estados Unidos)  
Stanford University (United States)

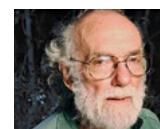
#### V Edición / 5th Edition 2012



##### Jane Lubchenco

Universidad Estatal de Oregón (Estados Unidos)  
Oregon State University (United States)

#### IV Edición / 4th Edition 2011



##### Daniel H. Janzen

Universidad de Pensilvania (Estados Unidos)  
University of Pennsylvania (United States)

#### III Edición / 3rd Edition 2010



##### Edward O. Wilson

Universidad de Harvard (Estados Unidos)  
Harvard University (United States)

#### II Edición / 2nd Edition 2009



##### Peter B. Reich

Universidad de Minnesota (Estados Unidos)  
University of Minnesota (United States)

#### I Edición / 1st Edition 2008



##### Thomas E. Lovejoy

##### William F. Laurance

Instituto Smithsoniano (Estados Unidos)  
Smithsonian Institution (United States)

## Galardonados en ediciones anteriores

Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento  
**Cambio Climático**

## Laureates in previous editions

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards  
**Climate Change**

112

### XV Edición / 15th Edition 2022



#### James C. Zachos

Universidad de California en Santa Cruz (Estados Unidos)  
University of California, Santa Cruz (United States)

#### Ellen Thomas

Universidad Wesleyan y Universidad de Yale (Estados Unidos)  
Wesleyan University and Yale University (United States)

### XIV Edición / 14th Edition 2021



#### Ellen Mosley-Thompson Lonnie G. Thompson

Universidad Estatal de Ohio (Estados Unidos)  
The Ohio State University (United States)

### XIII Edición / 13th Edition 2020



#### Neil Adger

Universidad de Exeter (Reino Unido)  
University of Exeter (United Kingdom)

#### Ian Burton

Universidad de Toronto (Canadá)  
University of Toronto (Canada)

#### Karen O'Brien

Universidad de Oslo (Noruega)  
University of Oslo (Norway)

### XII Edición / 12th Edition 2019



#### Kerry A. Emanuel

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos)  
Massachusetts Institute of Technology (United States)

### XI Edición / 11th Edition 2018



#### Anny Cazenave

Laboratorio de Estudios de Geofísica y Oceanografía Espaciales (Francia)  
Instituto Internacional de Ciencias Espaciales (ISSI) (Suiza)  
Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales (France)  
International Space Science Institute (Switzerland)

#### John A. Church

Universidad de Nueva Gales del Sur (Australia)  
University of New South Wales (Australia)

#### Jonathan Gregory

Universidad de Reading (Reino Unido)  
University of Reading (United Kingdom)

### X Edición / 10th Edition 2017



#### William Nordhaus

Universidad de Yale (Estados Unidos)  
Premio en Ciencias Económicas en Memoria de Alfred Nobel 2018  
Yale University (United States)  
Nobel Memorial Prize in Economic Sciences 2018

### IX Edición / 9th Edition 2016



#### James E. Hansen

Universidad de Columbia (Estados Unidos)  
Columbia University (United States)

#### Syukuro Manabe

Universidad de Princeton (Estados Unidos)  
Premio Nobel de Física 2021  
Princeton University (United States)  
Nobel Prize in Physics 2021

### VIII Edición / 8th Edition 2015



#### Veerabhadran Ramanathan

Universidad de California en San Diego (Estados Unidos)  
University of California, San Diego (United States)

### VII Edición / 7th Edition 2014



#### Richard B. Alley

Universidad Estatal de Pensilvania (Estados Unidos)  
Pennsylvania State University (United States)

### VI Edición / 6th Edition 2013



#### Christopher B. Field

Carnegie Institution for Science y Universidad de Stanford (Estados Unidos)  
Carnegie Institution for Science and Stanford University (United States)

### V Edición / 5th Edition 2012



#### Susan Solomon

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos)  
Massachusetts Institute of Technology (United States)

### IV Edición / 4th Edition 2011



#### Isaac Meyer Held

Agencia Nacional Oceánica y Atmosférica (Estados Unidos)  
National Oceanic and Atmospheric Administration (United States)

### III Edición / 3rd Edition 2010



#### Nicholas Stern

London School of Economics and Political Science (Reino Unido / United Kingdom)

### II Edición / 2nd Edition 2009



#### Klaus Hasselmann

Instituto Max Planck de Meteorología (Alemania)  
Premio Nobel de Física 2021  
Max Planck Institute for Meteorology (Germany)  
Nobel Prize in Physics 2021

### I Edición / 1st Edition 2008



#### Wallace S. Broecker

Universidad de Columbia (Estados Unidos)  
Columbia University (United States)

## Galardonados en ediciones anteriores

Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Economía, Finanzas y Gestión de Empresas

## Laureates in previous editions

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### Economics, Finance and Management

#### XV Edición / 15th Edition 2022



##### **Timothy Besley**

London School of Economics and Political Science  
(Reino Unido / United Kingdom)

##### **Torsten Persson**

Universidad de Estocolmo (Suecia)  
Stockholm University (Sweden)

##### **Guido Tabellini**

Universidad Bocconi (Italia)  
Bocconi University (Italy)

#### XIV Edición / 14th Edition 2021



##### **Matthew O. Jackson**

Universidad de Stanford (Estados Unidos)  
Stanford University (United States)

#### XIII Edición / 13th Edition 2020



##### **Ben S. Bernanke**

The Brookings Institution (Estados Unidos)  
Premio en Ciencias Económicas en  
Memoria de Alfred Nobel 2022  
The Brookings Institution (United States)  
Nobel Memorial Prize in Economic  
Sciences 2022

##### **Mark Gertler**

Universidad de Nueva York  
(Estados Unidos)  
New York University (United States)

##### **Nobuhiro Kiyotaki**

Universidad de Princeton  
(Estados Unidos)  
Princeton University (United States)

##### **John Moore**

Universidad de Edimburgo (Reino Unido)  
University of Edinburgh (United Kingdom)

#### XII Edición / 12th Edition 2019



##### **Philippe Aghion**

Collège de France (Francia / France)

##### **Peter Howitt**

Universidad de Brown (Estados Unidos)  
Brown University (United States)

#### XI Edición / 11th Edition 2018



##### **Claudia Goldin**

Universidad de Harvard (Estados Unidos)  
Premio en Ciencias Económicas en  
Memoria de Alfred Nobel 2023  
Harvard University (United States)  
Nobel Memorial Prize in Economic  
Sciences 2023

#### X Edición / 10th Edition 2017



##### **Tim Bresnahan**

Universidad de Stanford (Estados Unidos)  
Stanford University (United States)

##### **Ariel Pakes**

Universidad de Harvard (Estados Unidos)  
Harvard University (United States)

##### **Robert Porter**

Universidad Northwestern  
(Estados Unidos)  
Northwestern University (United States)

#### IX Edición / 9th Edition 2016



##### **Daron Acemoglu**

Instituto Tecnológico de Massachusetts  
(MIT) (Estados Unidos)  
Massachusetts Institute of Technology  
(United States)

#### VIII Edición / 8th Edition 2015



##### **Robert B. Wilson**

Universidad de Stanford (Estados Unidos)  
Premio en Ciencias Económicas en  
Memoria de Alfred Nobel 2020  
Stanford University (United States)  
Nobel Memorial Prize in Economic  
Sciences 2020

#### VII Edición / 7th Edition 2014



##### **Richard Blundell**

University College de Londres  
University College London  
(United Kingdom)

##### **David Card**

Universidad de California en Berkeley  
(Estados Unidos)  
Premio en Ciencias Económicas en  
Memoria de Alfred Nobel 2018  
University of California, Berkeley  
(United States)  
Nobel Memorial Prize in Economic  
Sciences 2021

#### VI Edición / 6th Edition 2013



##### **Elhanan Helpman**

Universidad de Harvard (Estados Unidos)  
Instituto Canadiense de Investigación  
Avanzada (Canadá)  
Harvard University (United States)  
Canadian Institute for Advanced  
Research (Canada)

#### V Edición / 5th Edition 2012



##### **Paul R. Milgrom**

Universidad de Stanford (Estados Unidos)  
Premio en Ciencias Económicas en  
Memoria de Alfred Nobel 2020  
Stanford University (United States)  
Nobel Memorial Prize in Economic  
Sciences 2020

#### IV Edición / 4th Edition 2011



##### **Angus Deaton**

Universidad de Princeton (Estados Unidos)  
Premio en Ciencias Económicas en  
Memoria de Alfred Nobel 2015  
Princeton University (United States)  
Nobel Memorial Prize in  
Economic Sciences 2015

#### III Edición / 3rd Edition 2010



##### **Lars Peter Hansen**

Universidad de Chicago  
(Estados Unidos)  
Premio en Ciencias Económicas en  
Memoria de Alfred Nobel 2013  
University of Chicago (United States)  
Nobel Memorial Prize in Economic  
Sciences 2013

#### II Edición / 2nd Edition 2009



##### **Andreu Mas-Colell**

Universitat Pompeu Fabra (España)  
Pompeu Fabra University (Spain)

##### **Hugo Sonnenschein**

Universidad de Chicago  
(Estados Unidos)  
University of Chicago  
(United States)

#### I Edición / 1st Edition 2008



##### **Jean Tirole**

Fundación Jean-Jacques Laffont  
(Francia)  
Premio en Ciencias Económicas en  
Memoria de Alfred Nobel 2014  
Jean-Jacques Laffont Foundation  
(France)  
Nobel Memorial Prize in Economic  
Sciences 2014

## Galardonados en ediciones anteriores

Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Humanidades y Ciencias Sociales

#### XV Edición / 15th Edition

2022

(Humanidades / Humanities)



#### Steven Pinker

Universidad de Harvard (Estados Unidos)  
Harvard University (United States)

#### Peter Singer

Universidad de Princeton (Estados Unidos)  
Princeton University (United States)

#### XIV Edición / 14th Edition

2021

(Ciencias Sociales / Social Sciences)



#### Mark Granovetter

Universidad de Stanford  
(Estados Unidos)  
Stanford University (United States)

## Laureates in previous editions

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### Humanities and Social Sciences

#### XIII Edición / 13th Edition

2020

(Humanidades / Humanities)



#### Gerald Holton

Universidad de Harvard (Estados Unidos)  
Harvard University (United States)

#### XII Edición / 12th Edition

2019

(Ciencias Sociales / Social Sciences)



#### Susan T. Fiske

Universidad de Princeton (Estados Unidos)  
Princeton University (United States)

#### Shelley E. Taylor

Universidad de California en Los Ángeles  
(Estados Unidos)  
University of California, Los Angeles  
(United States)

#### XI Edición / 11th Edition

2018

(Humanidades / Humanities)



#### Noam Chomsky

Instituto Tecnológico de Massachusetts  
(MIT) y Universidad de Arizona  
(Estados Unidos)  
Massachusetts Institute of Technology  
and University of Arizona (United States)

Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### Cooperación al desarrollo

#### X Edición / 10th Edition

2017



#### Nubia Muñoz

Instituto Nacional de Cancerología de Colombia (Colombia)  
National Cancer Institute of Colombia (Colombia)

#### IX Edición / 9th Edition

2016



#### Pedro L. Alonso

Organización Mundial de la Salud (Suiza)  
World Health Organization (Switzerland)

#### Peter J. Myler

Center for Infectious Disease Research  
(Estados Unidos / United States)

#### VIII Edición / 8th Edition

2015



#### Martin Ravallion

Universidad de Georgetown  
(Estados Unidos)  
Georgetown University (United States)

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### Development Cooperation

#### VII Edición / 7th Edition

2014



#### Helen Keller International

Estados Unidos  
United States

#### VI Edición / 6th Edition

2013



#### Pratham

India

#### V Edición / 5th Edition

2012



#### DNDi (Drugs for Neglected Diseases Initiative)

Suiza  
Switzerland

#### IV Edición / 4th Edition

2011



#### Ciro de Quadros

Sabin Vaccine Institute  
(Estados Unidos / United States)

#### III Edición / 3rd Edition

2010



#### International Rice Research Institute (IRRI)

Filipinas  
The Philippines

#### II Edición / 2nd Edition

2009



#### Development Research Institute (DRI)

Universidad de Nueva York  
(Estados Unidos)  
New York University (United States)

#### I Edición / 1st Edition

2008



#### Abdul Latif Jameel Poverty Action Lab (J-PAL)

Instituto Tecnológico de Massachusetts  
(MIT) (Estados Unidos)  
Massachusetts Institute of Technology  
(United States)

## Galardonados en ediciones anteriores

Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento  
**Música y Ópera**

## Laureates in previous editions

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards  
**Music and Opera**

**XV Edición / 15th Edition** 2022



### Thomas Adès

Compositor y director (Reino Unido)  
Composer and conductor (United Kingdom)

**XIV Edición / 14th Edition** 2021



### Philip Glass

Compositor (Estados Unidos)  
Composer (United States)

**XIII Edición / 13th Edition** 2020



### Peter Eötvös

Compositor (Hungria)  
Composer (Hungary)

**XII Edición / 12th Edition** 2019



### Arvo Pärt

Compositor (Estonia)  
Composer (Estonia)

**XI Edición / 11th Edition** 2018



### John Adams

Compositor y director (Estados Unidos)  
Composer and conductor (United States)

**X Edición / 10th Edition**



### Kaija Saariaho

Compositora (Finlandia)  
Composer (Finland)

**IX Edición / 9th Edition**



### Sofia Gubaidulina

Compositora (Federación de Rusia)  
Composer (Russian Federation)

**VIII Edición / 8th Edition**



### Georges Aperghis

Compositor (Grecia)  
Composer (Greece)

**VII Edición / 7th Edition**



### György Kurtág

Compositor (Hungria)  
Composer (Hungary)

**VI Edición / 6th Edition**



### Steve Reich

Compositor (Estados Unidos)  
Composer (United States)

**V Edición / 5th Edition**



### Pierre Boulez

Compositor y director (Francia)  
Composer and conductor (France)

**IV Edición / 4th Edition**



### Salvatore Sciarrino

Compositor (Italia)  
Composer (Italy)

**III Edición / 3rd Edition**



### Helmut Lachenmann

Compositor (Alemania)  
Composer (Germany)

**II Edición / 2nd Edition**



### Cristóbal Halffter

Compositor y director (España)  
Composer and conductor (Spain)

\* El nombre de esta categoría fue «Música Contemporánea» en las diez primeras ediciones.  
The name of this category was "Contemporary Music" in the first ten editions.

Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

## Artes (Música, Pintura, Escultura, Arquitectura)

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

## Arts (Music, Painting, Sculpture, Architecture)

**I Edición / 1st Edition** 2008



### Steven Holl

Arquitecto. Universidad de Columbia (Estados Unidos)  
Architect. Columbia University (United States)

## Galardonados en ediciones anteriores por año

## Laureates in previous editions by year

Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

### XV Edición

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### 15th Edition

2022

116

---

Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas) / Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

#### Anne L'Huillier

Universidad de Lund (Suecia) · Premio Nobel de Física 2023 / Lund University (Sweden) · Nobel Prize in Physics 2023

#### Paul Corkum

Universidad de Ottawa (Canadá) / University of Ottawa (Canada)

#### Ferenc Krausz

Instituto Max Planck de Óptica Cuántica · Universidad Ludwig Maximilian de Múnich (Alemania) · Premio Nobel de Física 2023 / Max Planck Institute of Quantum Optics · Ludwig Maximilian University of Munich (Germany) · Nobel Prize in Physics 2023

---

Biología y Biomedicina / Biology and Biomedicine

#### David Baker

Universidad de Washington · Howard Hughes Medical Institute (Estados Unidos) / University of Washington · Howard Hughes Medical Institute (United States)

#### Demis Hassabis

#### John Michael Jumper

DeepMind (Reino Unido / United Kingdom)

---

Tecnologías de la Información y la Comunicación / Information and Communication Technologies

#### Alberto Sangiovanni Vincentelli

Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos) / University of California, Berkeley (United States)

---

Ecología y Biología de la Conservación / Ecology and Conservation Biology

#### Susan C. Alberts

Universidad de Duke (Estados Unidos) / Duke University (United States)

#### Jeanne Altmann

Universidad de Princeton (Estados Unidos) / Princeton University (United States)

#### Marlene Zuk

Universidad de Minnesota (Estados Unidos) / University of Minnesota (United States)

---

Cambio Climático / Climate Change

#### James C. Zachos

Universidad de California en Santa Cruz (Estados Unidos) / University of California, Santa Cruz (United States)

#### Ellen Thomas

Universidad Wesleyan · Universidad de Yale (Estados Unidos) / Wesleyan University · Yale University (United States)

---

Economía, Finanzas y Gestión de Empresas / Economics, Finance and Management

#### Timothy Besley

London School of Economics and Political Science (Reino Unido / United Kingdom)

#### Torsten Persson

Universidad de Estocolmo (Suecia) / Stockholm University (Sweden)

#### Guido Tabellini

Universidad Bocconi (Italia) / Bocconi University (Italy)

---

Humanidades y Ciencias Sociales (Humanidades) / Humanities and Social Sciences (Humanities)

#### Steven Pinker

Universidad de Harvard (Estados Unidos) / Harvard University (United States)

#### Peter Singer

Universidad de Princeton (Estados Unidos) / Princeton University (United States)

---

Música y Ópera / Music and Opera

#### Thomas Adès

Compositor y director (Reino Unido) / Composer and conductor (United Kingdom)

## XIV Edición

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### 14th Edition

2021

#### Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas) / Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

##### **Charles Fefferman**

Universidad de Princeton (Estados Unidos) / Princeton University (United States)

##### **Jean-François Le Gall**

Universidad París-Saclay (Francia) / Université Paris-Saclay (France)

#### Biología y Biomedicina / Biology and Biomedicine

##### **Katalin Karikó**

Universidad de Pensilvania (Estados Unidos) · Premio Nobel de Fisiología y Medicina 2023 / University of Pennsylvania (United States) · Nobel Prize in Physiology or Medicine 2023

##### **Robert S. Langer**

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos) / Massachusetts Institute of Technology (United States)

##### **Drew Weissman**

Universidad de Pensilvania (Estados Unidos) · Premio Nobel de Fisiología y Medicina 2023 / University of Pennsylvania (United States) · Nobel Prize in Physiology or Medicine 2023

#### Tecnologías de la Información y la Comunicación / Information and Communication Technologies

##### **Judea Pearl**

Universidad de California en Los Ángeles (Estados Unidos) / University of California, Los Angeles (United States)

#### Ecología y Biología de la Conservación / Ecology and Conservation Biology

##### **Lenore Fahrig**

Universidad de Carleton (Canadá) / Carleton University (Canada)

##### **Simon Asher Levin**

Universidad de Princeton (Estados Unidos) / Princeton University (United States)

##### **Steward T. A. Pickett**

Instituto Cary de Estudios de Ecosistemas (Estados Unidos) / Cary Institute of Ecosystem Studies (United States)

#### Cambio Climático / Climate Change

##### **Ellen Mosley-Thompson**

##### **Lonnie G. Thompson**

Universidad Estatal de Ohio (Estados Unidos) / The Ohio State University (United States)

#### Economía, Finanzas y Gestión de Empresas / Economics, Finance and Management

##### **Matthew O. Jackson**

Universidad de Stanford (Estados Unidos) / Stanford University (United States)

#### Humanidades y Ciencias Sociales (Ciencias Sociales) / Humanities and Social Sciences (Social Sciences)

##### **Mark Granovetter**

Universidad de Stanford (Estados Unidos) / Stanford University (United States)

#### Música y Ópera / Music and Opera

##### **Philip Glass**

Compositor (Estados Unidos) / Composer (United States)

## XIII Edición

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### 13th Edition

2020

#### Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas) / Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

##### **A. Paul Alivisatos**

Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos) / University of California, Berkeley (United States)

##### **Michael Grätzel**

Escuela Politécnica Federal de Lausana (Suiza) / École Polytechnique Fédérale de Lausanne (Switzerland)

#### Biología y Biomedicina / Biology and Biomedicine

##### **David Julius**

Universidad de California en San Francisco (Estados Unidos) · Premio Nobel de Fisiología y Medicina 2021 / University of California, San Francisco (United States) · Nobel Prize in Physiology or Medicine 2021

##### **Ardem Patapoutian**

Instituto de Investigación Scripps (TSRI) (Estados Unidos) · Premio Nobel de Fisiología y Medicina 2021 / The Scripps Research Institute (United States) · Nobel Prize in Physiology or Medicine 2021

#### Tecnologías de la Información y la Comunicación / Information and Communication Technologies

##### **John L. Hennessy**

Universidad de Stanford (Estados Unidos) / Stanford University (United States)

##### **David A. Patterson**

Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos) / University of California, Berkeley (United States)

#### Ecología y Biología de la Conservación / Ecology and Conservation Biology

##### **Sandra Díaz**

Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)

##### **Sandra Lavorel**

Laboratorio de Ecología Alpina, Centro Nacional de Investigación Científica (CNRS) (Francia) / Laboratoire d'Écologie Alpine, Centre National de la Recherche Scientifique (France)

##### **Mark Westoby**

Universidad Macquarie (Australia) / Macquarie University (Australia)

#### Cambio Climático / Climate Change

##### **Neil Adger**

Universidad de Exeter (Reino Unido) / University of Exeter (United Kingdom)

##### **Ian Burton**

Universidad de Toronto (Canadá) / University of Toronto (Canada)

##### **Karen O'Brien**

Universidad de Oslo (Noruega) / University of Oslo (Norway)

#### Economía, Finanzas y Gestión de Empresas / Economics, Finance and Management

##### **Ben S. Bernanke**

The Brookings Institution (Estados Unidos) · Premio en Ciencias Económicas en Memoria de Alfred Nobel 2022 / The Brookings Institution (United States) · Nobel Memorial Prize in Economic Sciences 2022

##### **Mark Gertler**

Universidad de Nueva York (Estados Unidos) / New York University (United States)

##### **Nobuhiro Kiyotaki**

Universidad de Princeton (Estados Unidos) / Princeton University (United States)

##### **John Moore**

Universidad de Edimburgo (Reino Unido) / University of Edinburgh (United Kingdom)

#### Humanidades y Ciencias Sociales (Humanidades) / Humanities and Social Sciences (Humanities)

##### **Gerald Holton**

Universidad de Harvard (Estados Unidos) / Harvard University (United States)

#### Música y Ópera / Music and Opera

##### **Peter Eötvös**

Composer y director (Hungría) / Composer and conductor (Hungary)

## XII Edición

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### 12th Edition

2019

Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas) / Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

#### Charles H. Bennett

IBM Research (Estados Unidos / United States)

#### Gilles Brassard

Universidad de Montreal (Canada) / Universidad de Montreal (Canada)

#### Peter Shor

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos) / Massachusetts Institute of Technology (United States)

Biología y Biomedicina / Biology and Biomedicine

#### Michael N. Hall

Universidad de Basilea (Suiza) / University of Basel (Switzerland)

#### David M. Sabatini

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos) / Massachusetts Institute of Technology (United States)

Tecnologías de la Información y la Comunicación / Information and Communication Technologies

#### Isabelle Guyon

Universidad Paris-Saclay (Francia) / Université Paris-Saclay (France)

#### Bernhard Schölkopf

Instituto Max Planck para Sistemas Inteligentes (Alemania) / Max Planck Institute for Intelligent Systems (Germany)

#### Vladimir N. Vapnik

Universidad de Columbia (Estados Unidos) / Columbia University (United States)

Ecología y Biología de la Conservación / Ecology and Conservation Biology

#### Carlos M. Duarte

Universidad de Ciencia y Tecnología Rey Abdalá (Arabia Saudí) / King Abdullah University of Science and Technology (Saudi Arabia)

#### Terence P. Hughes

Universidad James Cook (Australia) / James Cook University (Australia)

#### Daniel Pauly

Universidad de Columbia Británica (Canadá) / University of British Columbia (Canada)

Cambio Climático / Climate Change

#### Kerry A. Emanuel

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos) / Massachusetts Institute of Technology (United States)

Economía, Finanzas y Gestión de Empresas / Economics, Finance and Management

#### Philippe Aghion

Collège de France (Francia / France)

#### Peter Howitt

Universidad de Brown (Estados Unidos) / Brown University (United States)

Humanidades y Ciencias Sociales (Ciencias Sociales) / Humanities and Social Sciences (Social Sciences)

#### Susan T. Fiske

Universidad de Princeton (Estados Unidos) / Princeton University (United States)

#### Shelley E. Taylor

Universidad de California en Los Ángeles (Estados Unidos) / University of California, Los Angeles (United States)

Música y Ópera / Music and Opera

#### Arvo Pärt

Compositor (Estonia) / Composer (Estonia)

## XI Edición

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### 11th Edition

2018

Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas) / Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

#### Charles L. Kane

Eugene Mele

Universidad de Pensilvania (Estados Unidos) / University of Pennsylvania (United States)

Biología y Biomedicina / Biology and Biomedicine

#### Jeffrey I. Gordon

Centro Familia Edison de Ciencias del Genoma y Biología de Sistemas, Escuela de Medicina de la Universidad de Washington en San Luis (Estados Unidos) / The Edison Family Center for Genome Sciences & Systems Biology, Washington University School of Medicine in St. Louis (United States)

Tecnologías de la Información y la Comunicación / Information and Communication Technologies

#### Ivan Edward Sutherland

Universidad Estatal de Portland (Estados Unidos) / Portland State University (United States)

Ecología y Biología de la Conservación / Ecology and Conservation Biology

#### Gretchen Cara Daily

Universidad de Stanford (Estados Unidos) / Stanford University (United States)

#### Georgina Mace

University College de Londres (Reino Unido) / University College London (United Kingdom)

Cambio Climático / Climate Change

#### Anny Cazenave

Laboratorio de Estudios de Geofísica y Oceanografía Espaciales (LEGOS) (Francia) · Instituto Internacional de Ciencias Espaciales (Suiza) / Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales (France) · International Space Science Institute (Switzerland)

#### John A. Church

Universidad de Nueva Gales del Sur (Australia) / University of New South Wales (Australia)

#### Jonathan Gregory

Universidad de Reading (Reino Unido) / University of Reading (United Kingdom)

Economía, Finanzas y Gestión de Empresas / Economics, Finance and Management

#### Claudia Goldin

Universidad de Harvard (Estados Unidos) · Premio en Ciencias Económicas en Memoria de Alfred Nobel 2023 / Harvard University (United States) · Nobel Memorial Prize in Economic Sciences 2023

Humanidades y Ciencias Sociales (Humanidades) / Humanities and Social Sciences (Humanities)

#### Noam Chomsky

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y Universidad de Arizona (Estados Unidos) / Massachusetts Institute of Technology and University of Arizona (United States)

Música y Ópera / Music and Opera

#### John Adams

Compositor y director (Estados Unidos) / Composer and conductor (United States)

## X Edición

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### 10th Edition

2017

#### Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas) / Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

##### Omar Yaghi

Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos) / University of California, Berkeley (United States)

##### Biomedicina / Biomedicine

##### James P. Allison

MD Anderson Cancer Center, Universidad de Texas (Estados Unidos) · Premio Nobel de Fisiología y Medicina 2018 / University of Texas MD Anderson Cancer Center (United States) · Nobel Prize in Physiology or Medicine 2018

#### Tecnologías de la Información y la Comunicación / Information and Communication Technologies

##### Shafi Goldwasser

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos) / Massachusetts Institute of Technology (United States)

##### Silvio Micali

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos) / Massachusetts Institute of Technology (United States)

##### Ronald L. Rivest

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos) / Massachusetts Institute of Technology (United States)

##### Adi Shamir

Instituto Weizmann de Ciencias (Israel) / Weizmann Institute of Science (Israel)

#### Ecología y Biología de la Conservación / Ecology and Conservation Biology

##### B. Rosemary Grant

##### Peter R. Grant

Universidad de Princeton (Estados Unidos) / Princeton University (United States)

#### Cambio Climático / Climate Change

##### William Nordhaus

Universidad de Yale (Estados Unidos) · Premio en Ciencias Económicas en Memoria de Alfred Nobel 2018 / Yale University (United States) · Nobel Memorial Prize in Economic Sciences 2018

#### Economía, Finanzas y Gestión de Empresas / Economics, Finance and Management

##### Tim Bresnahan

Universidad de Stanford (Estados Unidos) / Stanford University (United States)

##### Ariel Pakes

Universidad de Harvard (Estados Unidos) / Harvard University (United States)

##### Robert Porter

Universidad Northwestern (Estados Unidos) / Northwestern University (United States)

#### Cooperación al Desarrollo / Development Cooperation

##### Nubia Muñoz

Instituto Nacional de Cancerología de Colombia (Colombia) / National Cancer Institute of Colombia (Colombia)

#### Música Contemporánea / Contemporary Music

##### Kaija Saariaho

Compositora (Finlandia) / Composer (Finland)

## IX Edición

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### 9th Edition

2016

#### Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas) / Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

##### David Cox

Universidad de Oxford (Reino Unido) / University of Oxford (United Kingdom)

##### Bradley Efron

Universidad de Stanford (Estados Unidos) / Stanford University (United States)

#### Biomedicina / Biomedicine

##### Emmanuelle Charpentier

Universidad Humboldt de Berlín (Alemania) / Humboldt University of Berlin (Germany)

##### Jennifer Doudna

Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos) / University of California, Berkeley (United States)

##### Francisco J. Martínez Mojica

Universidad de Alicante (España) / University of Alicante (Spain)

#### Tecnologías de la Información y la Comunicación / Information and Communication Technologies

##### Geoffrey Hinton

Universidad de Toronto (Canadá) / University of Toronto (Canada)

#### Ecología y Biología de la Conservación / Ecology and Conservation Biology

##### Gene E. Likens

Cary Institute of Ecosystem Studies (Estados Unidos / United States)

##### Marten Scheffer

Universidad de Wageningen (Países Bajos) / Wageningen University (Netherlands)

#### Cambio Climático / Climate Change

##### James E. Hansen

Universidad de Columbia (Estados Unidos) / Columbia University (United States)

##### Syukuro Manabe

Universidad de Princeton (Estados Unidos) · Premio Nobel de Física 2021 / Princeton University (United States) · Nobel Prize in Physics 2021

#### Economía, Finanzas y Gestión de Empresas / Economics, Finance and Management

##### Daron Acemoglu

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos) / Massachusetts Institute of Technology (United States)

#### Cooperación al Desarrollo / Development Cooperation

##### Pedro L. Alonso

Organización Mundial de la Salud (Suiza) / World Health Organization (Switzerland)

##### Peter J. Myler

Center for Infectious Disease Research (Estados Unidos / United States)

#### Música Contemporánea / Contemporary Music

##### Sofia Gubaidulina

Compositora (Federación de Rusia) / Composer (Russian Federation)

## VIII Edición

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### 8th Edition

2015

Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas) / Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

#### **Stephen Hawking**

Universidad de Cambridge (Reino Unido) / University of Cambridge (United Kingdom)

#### **Viatcheslav Mukhanov**

Universidad Ludwig Maximilian de Múnich (Alemania) / Ludwig Maximilian University of Munich (Germany)

Biomedicina / Biomedicine

#### **Edward S. Boyden III**

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos) / Massachusetts Institute of Technology (United States)

#### **Karl Deisseroth**

Universidad de Stanford (Estados Unidos) / Stanford University (United States)

#### **Gero Miesenböck**

Universidad de Oxford (Reino Unido) / University of Oxford (United Kingdom)

Tecnologías de la Información y la Comunicación / Information and Communication Technologies

#### **Stephen A. Cook**

Universidad de Toronto (Canadá) / University of Toronto (Canada)

Ecología y Biología de la Conservación / Ecology and Conservation Biology

#### **Ikka Hanski**

Universidad de Helsinki (Finlandia) / University of Helsinki (Finland)

Cambio Climático / Climate Change

#### **Veerabhadran Ramanathan**

Universidad de California en San Diego (Estados Unidos) / University of California, San Diego (United States)

Economía, Finanzas y Gestión de Empresas / Economics, Finance and Management

#### **Robert B. Wilson**

Universidad de Stanford (Estados Unidos) · Premio en Ciencias Económicas en Memoria de Alfred Nobel 2020 / Stanford University (United States) · Nobel Memorial Prize in Economic Sciences 2020

Cooperación al Desarrollo / Development Cooperation

#### **Martin Ravallion**

Universidad de Georgetown (Estados Unidos) / Georgetown University (United States)

Música Contemporánea / Contemporary Music

#### **Georges Aperghis**

Compositor (Grecia) / Composer (Greece)

## VII Edición

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### 7th Edition

2014

Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas) / Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

#### **Stephen L. Buchwald**

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos) / Massachusetts Institute of Technology (United States)

Biomedicina / Biomedicine

#### **Tony Hunter**

Salk Institute for Biological Studies (Estados Unidos / United States)

#### **Joseph Schlessinger**

Universidad de Yale (Estados Unidos) / Yale University (United States)

#### **Charles L. Sawyers**

Memorial Sloan Kettering Cancer Center (Estados Unidos / United States)

Tecnologías de la Información y la Comunicación / Information and Communication Technologies

#### **Leonard Kleinrock**

Universidad de California en Los Ángeles (Estados Unidos) / University of California, Los Angeles (United States)

Ecología y Biología de la Conservación / Ecology and Conservation Biology

#### **David Tilman**

Universidad de Minnesota (Estados Unidos) / University of Minnesota (United States)

Cambio Climático / Climate Change

#### **Richard B. Alley**

Universidad Estatal de Pensilvania (Estados Unidos) / Pennsylvania State University (United States)

Economía, Finanzas y Gestión de Empresas / Economics, Finance and Management

#### **Richard Blundell**

University College de Londres (Reino Unido) / University College London (United Kingdom)

#### **David Card**

Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos) · Premio en Ciencias Económicas en Memoria de Alfred Nobel 2021 / University of California, Berkeley (United States) · Nobel Memorial Prize in Economic Sciences 2021

Cooperación al Desarrollo / Development Cooperation

#### **Helen Keller International**

Estados Unidos / United States

Música Contemporánea / Contemporary Music

#### **György Kurtág**

Compositor (Hungria) / Composer (Hungary)

## VI Edición

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### 6th Edition

2013

Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas) / Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

#### Maximilian Haider

Instituto Tecnológico de Karlsruhe (Alemania) / Karlsruhe Institute of Technology (Germany)

#### Harald Rose

Universidad de Ulm (Alemania) / Ulm University (Germany)

#### Knut Urban

Centro de Investigación de Jülich (Alemania) / Juelich Research Center (Germany)

Biomedicina / Biomedicine

#### Adrian Bird

Universidad de Edimburgo (Reino Unido) / University of Edinburgh (United Kingdom)

Tecnologías de la Información y la Comunicación / Information and Communication Technologies

#### Marvin L. Minsky

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos) / Massachusetts Institute of Technology (United States)

Ecología y Biología de la Conservación / Ecology and Conservation Biology

#### Paul R. Ehrlich

Universidad de Stanford (Estados Unidos) / Stanford University (United States)

Cambio Climático / Climate Change

#### Christopher B. Field

Carnegie Institution for Science y Universidad de Stanford (Estados Unidos) / Carnegie Institution for Science and Stanford University (United States)

Economía, Finanzas y Gestión de Empresas / Economics, Finance and Management

#### Elhanan Helpman

Universidad de Harvard (Estados Unidos) e Instituto Canadiense de Investigación Avanzada (Canadá) / Harvard University (United States) and Canadian Institute for Advanced Research (Canada)

Cooperación al Desarrollo / Development Cooperation

#### Pratham

India

Música Contemporánea / Contemporary Music

#### Steve Reich

Compositor (Estados Unidos) / Composer (United States)

## V Edición

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### 5th Edition

2012

Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas) / Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

#### Ingrid Daubechies

Universidad de Duke (Estados Unidos) / Duke University (United States)

#### David B. Mumford

Universidad de Brown (Estados Unidos) / Brown University (United States)

Biomedicina / Biomedicine

#### Douglas L. Coleman

The Jackson Laboratory (Estados Unidos / United States)

#### Jeffrey M. Friedman

Howard Hughes Medical Institute (Estados Unidos / United States)

Tecnologías de la Información y la Comunicación / Information and Communication Technologies

#### Lotfi A. Zadeh

Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos) / University of California, Berkeley (United States)

Ecología y Biología de la Conservación / Ecology and Conservation Biology

#### Jane Lubchenco

Universidad Estatal de Oregón (Estados Unidos) / Oregon State University (United States)

Cambio Climático / Climate Change

#### Susan Solomon

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos) / Massachusetts Institute of Technology (United States)

Economía, Finanzas y Gestión de Empresas / Economics, Finance and Management

#### Paul R. Milgrom

Universidad de Stanford (Estados Unidos) · Premio en Ciencias Económicas en Memoria de Alfred Nobel 2020 / Stanford University (United States) · Nobel Memorial Prize in Economic Sciences 2020

Cooperación al Desarrollo / Development Cooperation

#### DNDI (Drugs for Neglected Diseases Initiative)

Suiza / Switzerland

Música Contemporánea / Contemporary Music

#### Pierre Boulez

Compositor y director (Francia) / Composer and conductor (France)

## IV Edición

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### 4th Edition

2011

Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas) / Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

#### **Michel G.E. Mayor**

Universidad de Ginebra (Suiza) · Premio Nobel de Física 2019 / University of Geneva (Switzerland) · Nobel Prize in Physics 2019

#### **Didier Queloz**

Universidad de Ginebra (Suiza) · Premio Nobel de Física 2019 / University of Geneva (Switzerland) · Nobel Prize in Physics 2019

Biomedicina / Biomedicine

#### **Alexander Varshavsky**

Instituto de Tecnología de California (Estados Unidos) / California Institute of Technology (United States)

Tecnologías de la Información y la Comunicación / Information and Communication Technologies

#### **Carver A. Mead**

Instituto de Tecnología de California (Estados Unidos) / California Institute of Technology (United States)

Ecología y Biología de la Conservación / Ecology and Conservation Biology

#### **Daniel H. Janzen**

Universidad de Pensilvania (Estados Unidos) / University of Pennsylvania (United States)

Cambio Climático / Climate Change

#### **Isaac Meyer Held**

Agencia Nacional Oceánica y Atmosférica (Estados Unidos) / National Oceanic and Atmospheric Administration (United States)

Economía, Finanzas y Gestión de Empresas / Economics, Finance and Management

#### **Angus Deaton**

Universidad de Princeton (Estados Unidos) · Premio en Ciencias Económicas en Memoria de Alfred Nobel 2015 / Princeton University (United States) · Nobel Memorial Prize in Economic Sciences 2015

Cooperación al Desarrollo / Development Cooperation

#### **Ciro de Quadros**

Sabin Vaccine Institute (Estados Unidos / United States)

Música Contemporánea / Contemporary Music

#### **Salvatore Sciarrino**

Compositor (Italia) / Composer (Italy)

## III Edición

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### 3rd Edition

2010

Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas) / Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

#### **Gabor A. Somorjai**

Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos) / University of California, Berkeley (United States)

Biomedicina / Biomedicine

#### **Shinya Yamanaka**

Universidad de Kioto (Japón) y Universidad de California en San Francisco (Estados Unidos) · Premio Nobel en Fisiología y Medicina 2012 / Kyoto University (Japan) and University of California, San Francisco (United States) · Nobel Prize in Physiology or Medicine 2012

Tecnologías de la Información y la Comunicación / Information and Communication Technologies

#### **Donald E. Knuth**

Universidad de Stanford (Estados Unidos) / Stanford University (United States)

Ecología y Biología de la Conservación / Ecology and Conservation Biology

#### **Edward O. Wilson**

Universidad de Harvard (Estados Unidos) / Harvard University (United States)

Cambio Climático / Climate Change

#### **Nicholas Stern**

London School of Economics and Political Science (Reino Unido / United Kingdom)

Economía, Finanzas y Gestión de Empresas / Economics, Finance and Management

#### **Lars Peter Hansen**

Universidad de Chicago (Estados Unidos) · Premio en Ciencias Económicas en Memoria de Alfred Nobel 2013 / University of Chicago (United States) · Nobel Memorial Prize in Economic Sciences 2013

Cooperación al Desarrollo / Development Cooperation

#### **International Rice Research Institute (IRRI)**

Filipinas / The Philippines

Música Contemporánea / Contemporary Music

#### **Helmut Lachenmann**

Compositor (Alemania) / Composer (Germany)

## II Edición

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### 2nd Edition

2009

Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas) / Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

#### Richard N. Zare

Universidad de Stanford (Estados Unidos) / Stanford University (United States)

#### Michael E. Fisher

Universidad de Maryland (Estados Unidos) / University of Maryland (United States)

Biomedicina / Biomedicine

#### Robert J. Lefkowitz

Universidad de Duke (Estados Unidos) · Premio Nobel de Química 2012 / Duke University (United States) · Nobel Prize in Chemistry 2012

Tecnologías de la Información y la Comunicación / Information and Communication Technologies

#### Thomas Kailath

Universidad de Stanford (Estados Unidos) / Stanford University (United States)

Ecología y Biología de la Conservación / Ecology and Conservation Biology

#### Peter B. Reich

Universidad de Minnesota (Estados Unidos) / University of Minnesota (United States)

Cambio Climático / Climate Change

#### Klaus Hasselmann

Instituto Max Planck de Meteorología (Alemania) · Premio Nobel de Física 2021 / Max Planck Institute for Meteorology (Germany) · Nobel Prize in Physics 2021

Economía, Finanzas y Gestión de Empresas / Economics, Finance and Management

#### Andreu Mas-Colell

Universitat Pompeu Fabra (España) / Pompeu Fabra University (Spain)

#### Hugo Sonnenschein

Universidad de Chicago (Estados Unidos) / University of Chicago (United States)

Cooperación al desarrollo / Development Cooperation

#### Development Research Institute (DRI)

Universidad de Nueva York (Estados Unidos) / New York University (United States)

Música Contemporánea / Contemporary Music

#### Cristóbal Halffter

Compositor y director (España) / Composer and conductor (Spain)

## I Edición

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

### 1st Edition

2008

Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas) / Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

#### Ignacio Cirac

Instituto Max Planck de Óptica Cuántica (Alemania) / Max Planck Institute of Quantum Optics (Germany)

#### Peter Zoller

Instituto de Óptica Cuántica e Información Cuántica (Austria) / Institute for Quantum Optics and Quantum Information (Austria)

Biomedicina / Biomedicine

#### Joan Massagué

Memorial Sloan Kettering Cancer Center (Estados Unidos / United States)

Tecnologías de la Información y la Comunicación / Information and Communication Technologies

#### Jacob Ziv

Instituto Technion (Israel) / Technion Institute (Israel)

Ecología y Biología de la Conservación / Ecology and Conservation Biology

#### Thomas E. Lovejoy

#### William F. Laurance

Instituto Smithsoniano (Estados Unidos) / Smithsonian Institution (United States)

Cambio Climático / Climate Change

#### Wallace S. Broecker

Universidad de Columbia (Estados Unidos) / Columbia University (United States)

Economía, Finanzas y Gestión de Empresas / Economics, Finance and Management

#### Jean Tirole

Fundación Jean-Jacques Laffont (Francia) · Premio en Ciencias Económicas en Memoria de Alfred Nobel 2014 / Jean-Jacques Laffont Foundation (France) · Nobel Memorial Prize in Economic Sciences 2014

Cooperación al desarrollo / Development Cooperation

#### Abdul Latif Jameel Poverty Action Lab (J-PAL)

Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (Estados Unidos) / Massachusetts Institute of Technology (United States)

Artes (Música, Pintura, Escultura, Arquitectura) / Arts (Music, Painting, Sculpture, Architecture)

#### Steven Holl

Arquitecto. Universidad de Columbia (Estados Unidos) / Architect. Columbia University (United States)

## **Créditos** **Credits**

124

### **Fundación BBVA**

Edificio de San Nicolás · Plaza de San Nicolás, 4 · 48005 Bilbao  
Palacio del Marqués de Salamanca · Paseo de Recoletos, 10 · 28001 Madrid  
España / Spain  
[www.fbbva.es](http://www.fbbva.es)

### **Texto (categoría Música y Ópera) / Text (Music and Opera category)**

Alberto González Lapuente

### **Traducción / Translations**

Karen Welch

### **Créditos fotográficos / Photo credits**

Todas las fotos Fundación BBVA, excepto / All photos BBVA Foundation except:

- 6 Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) / Spanish National Research Council (CSIC)
- 8 Ayuntamiento de Bilbao / Bilbao City Council
- 15 Cortesía de / Courtesy of Claire Voisin
- 27 Cortesía de / Courtesy of Arthur Horwich
- 39 XH4D, Istock
- 49 Sanja Baljkas, Getty Images
- 59 Eloi Omella, Getty Images
- 70 Librería Bodleiana / Bodleian Library: Dan Paton  
Acelerador de partículas / Particle Accelerator: CERN  
Código binario / Binary Code: loops7, Istock
- 73 Alexey Marchenko, Unsplash
- 83 Gremlin, Getty Images
- 93 Faber Music. Reproducida con el permiso del editor / Reproduced with permission of the publisher
- 97 A. Bofill
- 104 Aitor Ortiz, Euskalduna Bilbao
- 106 Miguel Ángel Nuño, Euskalduna Bilbao

### **Diseño gráfico / Graphic design** nu comunicación

### **Impresión / Printed by** Gráficas Ingugom

Depósito Legal / Legal deposit: BI 00731-2024  
Impreso en España / Printed in Spain  
Impreso en papel ecológico / Printed on environmentally responsible paper

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

16th Edition  
**BBVA Foundation**  
**Frontiers of**  
**Knowledge**  
**Awards**

Toda la información de los premios en

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



Full information on the awards at

[www.frontiersofknowledgeawards-fbbva.es](http://www.frontiersofknowledgeawards-fbbva.es)







