



XI Edición
Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento
BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards
11th Edition

Fundación **BBVA**

XI Edición

Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

11th Edition

Carlos Torres Vila

Presidente
Fundación BBVA

President
BBVA Foundation

Es un gran honor para mi presentar, por primera vez como Presidente de la Fundación BBVA, la undécima edición de los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento. Unos galardones que reconocen el valor del conocimiento como elemento fundamental de nuestra sociedad.

Un año tras otro, los galardonados nos contagian la emoción de descubrir y nos recuerdan, a través de sus contribuciones, la necesidad de seguir explorando más allá de lo conocido. El trabajo de los premiados ha proporcionado respuestas largamente buscadas, ha abierto campos de investigación del todo novedosos —cuyo potencial apenas ha empezado a explotarse— o ha guiado la toma de decisiones en ámbitos críticos para nuestro futuro. Son aportaciones seleccionadas tras un exigente proceso de evaluación por parte de los expertos independientes, de gran prestigio internacional, que integran los jurados de cada categoría.

Los premios son una clara manifestación de nuestro propósito: «poner al alcance de todos las oportunidades de esta nueva era». Un propósito que se extiende a nuestros clientes, empleados, accionistas, reguladores, pero muy especialmente a toda la sociedad. En este sentido, BBVA ha asumido de forma explícita su compromiso con los Principios de Banca Responsable, unas líneas de actuación que aspiran a hacer frente a los grandes desafíos medioambientales y sociales, como la lucha contra el cambio climático o la desigualdad.

Todos, como miembros de una sociedad desarrollada, somos actores principales en un proceso que hoy en día se extiende a escala global y que puede transformar para siempre nuestro planeta. El cambio climático y la crisis de la biodiversidad empiezan a tener efectos apreciables en múltiples ámbitos, un impacto que sabemos con certeza que será muy superior a medio y largo plazo. Por tanto, somos protagonistas de una etapa crucial en la historia de la vida, porque, todavía, está en nuestras manos el evitar las peores consecuencias de los cambios que están teniendo lugar.

La Fundación BBVA ha sido pionera en promover el desarrollo sostenible. Primero, con el lanzamiento

In my first year as President of the BBVA Foundation, I am immensely honored to present the 11th edition of the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards. A family of prizes that uphold the value of knowledge as a cornerstone of our society.

Year after year, the winners allow us to participate in the thrill of discovery and remind us, through their achievements, that we need to keep on venturing beyond the confines of the known. Their work has provided long-sought answers, opening up whole new fields of research whose potential we are only just beginning to explore, and informed decision-making in domains vital to our future. The contributions recognized are selected in a rigorous evaluation process in the hands of independent experts of international standing, who make up the committees in each category.

The awards are a perfect expression of our stated purpose: “To bring the age of opportunity to everyone.” A mission that embraces our customers, employees, shareholders and regulators but, most importantly, wider society. This is why BBVA has committed itself to the Principles for Responsible Banking, a framework that aligns our industry with urgent environmental and social goals such as combatting inequality or climate change.

As citizens of a developed society, we are all leading actors in a process that is global in scale, with the power to transform our planet for all time. Climate change and the biodiversity crisis are already showing their effects in multiple domains, and we know for sure that the impact will worsen in the medium and long term. This positions us all in the front line at a crucial stage in the history of life, since we are still in time to avoid the worst consequences of the changes under way.

The BBVA Foundation was a pioneer in Spain in promoting sustainable development. Initially, with the launch of its Biodiversity Conservation Awards, and, later, with the two Frontiers of Knowledge Awards categories reserved for core environmental challenges: Climate Change and Ecology and Conservation Biology; the first time that a global family of awards has



de los Premios de Conservación de la Biodiversidad, y posteriormente con las dos categorías que los Premios Fronteras del Conocimiento dedican a los desafíos fundamentales del medio ambiente: Cambio Climático, y Ecología y Biología de la Conservación. Esto supone que, por primera vez, una familia de galardones de alcance global sitúe la investigación sobre nuestro planeta en plano de igualdad con el estudio de las ciencias básicas, la biomedicina o la economía.

Los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento siempre se han distinguido por su rigor e independencia, y estos son los pilares sobre los que se apoyan las novedades que incorporamos en esta segunda década de existencia de los galardones y que complementan categorías ya existentes como la de las tecnologías de la información. La creación de la categoría de Humanidades y Ciencias Sociales es una de ellas. En la era de las redes sociales, de los estímulos inmediatos y simultáneos, el humanismo se vuelve indispensable como herramienta fundamental que debe orientar la búsqueda del conocimiento en todos los campos.

En esta edición, además, celebramos el traslado de los premios a su nueva sede, el Palacio Euskalduna, en Bilbao. Esta ciudad representa las raíces vivas de BBVA y una vocación compartida de apertura y proyección global, basada en la cultura del conocimiento, el arte y la innovación. Bilbao, por su empuje y tradición innovadora, por el sistema de conocimiento que ha tejido en su entorno, así como por su proceso de transformación sostenible, es el marco idóneo para los Premios Fronteras del Conocimiento.

placed research into our planet's systems on an equal footing with the study of basic sciences, biomedicine or economics.

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards have always stood out for their rigor and independence, and these same qualities will continue to underpin the innovations we are making for their second decade, building on existing categories like information technologies. One such innovation is the new award in the Humanities and Social Sciences. In the age of social networks, and immediate and simultaneous demands on our attention, humanism becomes an indispensable tool to illuminate the search for knowledge in every terrain.

This year we are also celebrating the awards' move to their new home in the Euskalduna Conference Centre, in Bilbao. This city represents BBVA's living roots, and shares with us a spirit of openness and a global outlook anchored on a culture of knowledge, art and innovation. Its vitality and innovative tradition, the knowledge infrastructure it has developed in its sphere of influence, and its process of sustainable transformation make Bilbao the ideal setting for the Frontiers of Knowledge Awards.

Rosa Menéndez

Presidenta

Consejo Superior de Investigaciones Científicas

President

Spanish National Research Council

Esta nueva edición de los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento nos acerca a los retos que nuestra sociedad debe afrontar en este siglo. Retos que la ciencia y la sociedad deben encarar conjuntamente. Dibujar un horizonte de conocimiento compartido para avanzar es, sin duda, imprescindible en este nuevo mundo en el que veremos avances inimaginables y un futuro no escrito que se prevé esperanzador.

¿Qué debemos afrontar en el siglo XXI? ¿Qué necesitamos para tener un país —un mundo— sostenible, equitativo, avanzado, en el que todos nos sintamos habitantes?

Sin duda, necesitamos conocimiento, desarrollo tecnológico... Ciencia, en una palabra. ¡Y lo tenemos! La evolución humana ha demostrado que los avances científicos modelan un mundo mejor. Este año, en el que hemos celebrado el Día Internacional de Darwin, el naturalista que revolucionó la biología, podemos asegurar que el camino sigue y que la evolución no puede detenerse.

Uno de estos retos que debemos afrontar con urgencia es el cambio global. La Fundación BBVA ha sido pionera en tomar conciencia de la importancia y el impacto que el cambio climático está teniendo en nuestro planeta. Y, en esta undécima edición, podemos afirmar que el hombre es el principal causante de estos cambios profundos. El aumento del nivel del mar es una primera señal; todo un reto.

El desarrollo de instrumentación avanzada, en este caso satélites, y la integración de información mediante técnicas numéricas son ejemplo del potencial de esta conjunción de ciencia y tecnología para afrontar desafíos complejos y multidisciplinares, intentando aportar soluciones, y donde el trabajo conjunto de grupos internacionales de investigación es indispensable.

El premio en la categoría de Ciencias Básicas, otorgado al descubrimiento de los aislantes topológicos, nos muestra la importancia de cómo un hallazgo en investigación —como el descubrimiento del grafeno— es fundamental y de qué forma sus posibles aplicaciones impactarán en la investigación futura. La confluencia entre investigación básica y aplicada es clave en la ciencia.

This latest edition of the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards foregrounds the challenges confronting our society in the present century. Challenges that science and society must face together. Defining a shared horizon of knowledge is without doubt indispensable in this new world, in which we will witness unimagined advances. An unwritten future that is nonetheless full of promise.

So what challenges await us in the 21st century? What do we need to achieve a country, or a world, that is sustainable, equitable, advanced, and of which we can all feel ourselves citizens?

Of course we need knowledge, technological development... science in a word. And we have it! Human history has shown that the advance of science makes for a better world. This year, following the international celebration of Darwin Day in honor of the naturalist who revolutionized biology, we can affirm that the journey continues and that evolution cannot and will not grind to a halt.

Among the most urgent of challenges is global change. The BBVA Foundation was quick to realize the importance of climate change and its impact on our planet. Now, in this eleventh edition, we can say with certainty that human activity is the main driver of these far-reaching alterations. Sea-level rise is a first sign, and a vital challenge in itself.

The development of advanced instrumentation, satellites in this case, and data integration using numerical techniques are an example of the potential unlocked by wedging science and technology to address and find solutions to complex, multidisciplinary problems. And it is here that collaborative working by international research groups comes into its own.

The award in the Basic Sciences category, recognizing the discovery of topological insulators, shows how a research insight like the discovery of graphene can provide fundamental knowledge with potential applications for the science of the future. The confluence between basic and applied research is the lifeblood of science. And though the trend now is



cia. Y aunque la tendencia nos lleva a formar grandes grupos de investigación, no puede hacernos olvidar la importancia de los pequeños.

El avance tecnológico que estamos viviendo en esta era nos adentra en el campo de las tecnologías de la información y la comunicación. La computación, la nueva computación que generaremos, las nuevas aplicaciones, sin duda, dibujarán nuevas carreras, trabajos innovadores y seguramente una nueva sociedad.

Los premios en las categorías Biología y Biomedicina, y Ecología y Biología de la Conservación están unidos por un mismo vínculo: el hecho de que nuestra microbiota, nuestros ecosistemas, nuestra salud, forjarán nuestra propia evolución. La biodiversidad de nuestro planeta es un bien que debe ser protegido.

Entre los premiados de este año destaca la contribución de varias científicas, y especialmente quiero reseñar el premio en la categoría de Economía, Finanzas y Gestión de Empresas «por sus innovadoras contribuciones al análisis histórico del papel de la mujer en la economía y por su análisis de las razones de la brecha de género». Creo que nuestra sociedad ya está madura para saber y para reivindicar el papel de la mujer en la ciencia y, por supuesto, en la sociedad.

Y extendiendo la mirada hacia las categorías de Música y Ópera, y Humanidades y Ciencias Sociales, esta edición cuenta con dos distinciones muy importantes.

En Música y Ópera, el premio reconoce a un compositor cuya obra «es genuinamente de nuestro tiempo», comprometido con el público y creador de un nuevo género operístico, mostrando la importancia de la creatividad en la cultura, en el arte y en la ciencia.

Y me gustaría cerrar este breve prólogo con la ilusión de que en esta edición contemos, por primera vez, con un premio en Humanidades. En el Consejo Superior de Investigaciones Científicas nos sentimos especialmente orgullosos de nuestros investigadores en esta área. El premio a un lingüista excepcional, que ha puesto las bases para el estudio del lenguaje humano con una hipótesis tan magnífica como atrevida: la existencia de una estructura pregrabada en nuestros cerebros, sin duda, nos muestra la interrelación de todas las disciplinas científicas en la evolución de nuestro mundo y de nuestras futuras generaciones. ¿Qué nos hace humanos? La filosofía y la ciencia nos dan respuesta a esta pregunta que todavía, en pleno siglo XXI, no dejamos de formularnos.

Como verán, no he querido anticipar ningún nombre. Sí me he permitido esbozar unas pinceladas de mi pensamiento y hacerles ver de qué manera la ciencia y sus protagonistas inciden en el conocimiento, y de qué forma podemos perfilar juntos las nuevas fronteras del conocimiento. Estoy segura de que disfrutarán con su lectura.

towards larger research groups, we cannot overlook the importance of small teams of people working together.

The technological transformation that has marked our age brings us to the realm of information and communication technologies. The computing of today and the computing of tomorrow, along with emerging applications, will usher in new fields of study, innovative projects and, in all likelihood, a new society.

The awards in Biology and Biomedicine and Ecology and Conservation Biology have a clear common thread: the recognition that our microbiota, our ecosystems, our health hold the keys to humanity's tomorrow. Our planet's biodiversity is an asset we must protect.

The contributions of female scientists are very much present in these awards. In the Economics, Finance and Management category, the winner was chosen “for her groundbreaking contributions to the historical analysis of the role of women in the economy, and for her analysis of the reasons behind gender inequality.” I believe our society is mature enough to acknowledge and celebrate women’s role in science and, of course, in the wider world.

And broadening out to the categories of Music and Opera, and Humanities and Social Sciences, this edition brings two accolades of the first order of importance.

In Music and Opera, the award goes to a composer whose music is “genuinely of our time,” the founder of a new operatic genre, committed to connecting with his audience, who exemplifies the importance of the creative force in culture, art and science.

I would like to end this brief foreword by welcoming the Humanities award that makes its debut in this edition. The Spanish National Research Council is particularly proud of our researchers in the humanities area. The award to an exceptional linguist, who laid the foundations for the study of human language with a proposition as stunning as it was daring – the existence of a pre-recorded structure in our brains – evidences the interrelation of all scientific disciplines in the progress of our world and its future generations. What is it that makes us human? Philosophy and science provide answers to that question which we cannot stop asking, even with the 21st century in full flow.

As you see, I have chosen not to announce names, preferring to use this occasion to share some brief thoughts, to examine some of the ways in which science and its actors propel knowledge, and to consider how we can work together to map out the next frontiers of knowledge. I am sure the pages that follow will make interesting reading.

Juan Mari Aburto

Alcalde

Ayuntamiento de Bilbao

Mayor

Bilbao City Council

Bilbao es una ciudad orgullosa de su pasado que camina con determinación e ilusión hacia el futuro, un futuro que se escribe en clave de innovación, conocimiento, talento, sostenibilidad, justicia social y desarrollo humano en el más amplio sentido de la palabra.

Después de tres décadas de transformación que nos ha colocado en el mapamundi de las principales ciudades de referencia internacional, Bilbao es hoy, más que nunca, una ciudad abierta al mundo y al progreso, una ciudad innovadora por tradición y por carácter.

A los bilbaínos y bilbaínas nos encanta disfrutar con todas las personas que visitan el Museo Guggenheim Bilbao, una de las obras maestras de la arquitectura de todos los tiempos; el Palacio Euskalduna, considerado uno de los mejores recintos de congresos del mundo; el majestuoso paseo de la ribera de Abandoibarra, construido sobre antiguos solares industriales vinculados a la industria naval, y todos esos rincones llenos de historia de nuestro Casco Viejo, donde en 1857 abrió sus puertas la primera oficina bancaria del Estado, el Banco de Bilbao, embrión del actual BBVA.

De aquellos tiempos de esplendor financiero han llegado hasta nuestros días numerosos hitos arquitectónicos, especialmente en la zona del Ensanche, de entre los que me gustaría destacar de forma muy especial la torre de la plaza Circular, antigua sede del Banco de Vizcaya y rebautizada con el nombre Torre Bizkaia, que dentro de muy poco tiempo albergará un centro internacional de emprendimiento, con el que queremos profundizar el espíritu de aquellos pioneros de comienzos del siglo XX que convirtieron Bilbao en una de las ciudades más pujantes de Europa.

Y vamos a hacerlo apostando por la juventud y el conocimiento —el oro de este siglo XXI—, a través de la nueva Isla del Conocimiento de Zorrotzaurre, una inmensa área de oportunidad de 80 hectáreas en la entrada a Bilbao por la ría, que alberga ya la sede europea del Instituto Tecnológico DigiPen y, en breve, acogerá también el proyecto europeo de servicios avanzados para la industria, Bilbao AS Fabrik, y el Nagusi Intelligence Center, que nos situará en la vanguardia internacional de la *silver economy*.

Bilbao is a city proud of its past that is advancing with sure and hopeful steps towards the future, a future that is being written in the key of innovation, knowledge, talent, sustainability, social justice, and human development in the fullest meaning of the word.

After three decades of transformation that have placed us on the global map of leading international cities, today's Bilbao is more than ever a city of progress open to the world, a city that has innovation running through its history and character.

The men and women of Bilbao take pleasure in welcoming the numerous visitors to the Guggenheim Museum Bilbao, one of the architectural masterpieces of all time; the Euskalduna Conference Centre, rated among the world's best convention facilities; the majestic Abandoibarra riverside walk, built on former industrial sites linked to the shipbuilding industry; and all the corners of the old quarter, steeped in history, where Spain's first banking office, Banco de Bilbao, the seed of today's BBVA, opened its doors in the year 1857.

This age of financial splendor bequeathed us a long list of architectural landmarks, especially in the Ensanche area. Of all of them, I would like to single out the tower block in Plaza Circular, the former Banco de Vizcaya headquarters now renamed Torre Bizkaia. This building will shortly be home to an international center for entrepreneurship, with which we wish to build on the spirit of those early 20th-century pioneers who turned Bilbao into one of Europe's most dynamic cities.

And we will do so by investing in youth and in knowledge – the gold of the 21st century – in the shape of the new Zorrotzaurre Island of Knowledge, a vast development area of 80 hectares at the estuary end of Bilbao that has already welcomed the European headquarters of the DigiPen Institute of Technology, shortly to be joined by the European advanced services project for industry, Bilbao AS Fabrik, and the Nagusi Intelligence Center, which will place us in the global vanguard of the “silver economy.”

Its major infrastructures and top university institutions, present and future, will fill our city with young



Pero junto a las grandes infraestructuras y a las grandes instituciones universitarias actuales y futuras que llenarán nuestra ciudad de talento joven dispuesto a afrontar los grandes retos de futuro de la humanidad, Bilbao necesitaba también un gran hito internacional que pusiera cara a este inmenso esfuerzo colectivo liderado por el Ayuntamiento de Bilbao y la Diputación Foral de Bizkaia, junto al Gobierno Vasco y otras instituciones públicas y privadas, para convertir nuestra ciudad en centro motor y de atracción de conocimiento.

Y esa necesidad ha sido cubierta sobradamente con la decisión de la Fundación BBVA —cuya sede social está situada en el histórico edificio bancario de la plaza de San Nicolás, junto al Arenal— de trasladar a su ciudad de origen la celebración desde la presente edición y de manera permanente los Premios Fronteras del Conocimiento.

Se trata de una decisión trascendental para Bilbao que aplaudo y agradezco de todo corazón, en nombre de todos los bilbaínos y bilbaínas de hoy y de mañana.

Los Premios Fronteras del Conocimiento de la Fundación BBVA, situados en una década al nivel de los principales galardones a escala global, nos brindan una oportunidad de oro para acercar hasta Bilbao a la flor y nata del conocimiento mundial y tejer nuevas relaciones que, estoy seguro, contribuirán a engrandecer, más aún, ese espíritu inquieto e innovador tan propio del carácter bilbaíno que nos ha permitido ser lo que somos.

Aprovecho estas líneas para dar la bienvenida a Bilbao a todas las personas premiadas en esta undécima edición de los Premios Fronteras del Conocimiento, y a la Fundación BBVA, organizadora de estos galardones de relevancia internacional, tan solo tres palabras: *ongi etorri etxera*, bienvenidos y bienvenidas a esta ciudad renovada e innovadora, que ha sido, es y será siempre vuestra casa.

talent ready to take on the great challenges of humanity's future. But Bilbao still had need of an international event to be the flagship of this huge collective endeavor led by Bilbao City Council and the Provincial Council of Bizkaia, together with the Basque Government and other public and private institutions; designed to transform our city into a pole of knowledge.

Now this need has been amply met by the decision of the BBVA Foundation – with its registered headquarters in the historic bank building of Plaza de San Nicolás, next to the Arenal – to move its Frontiers of Knowledge Awards permanently from this edition onwards to the city of its birth.

A game-changing decision for Bilbao that I can only applaud while expressing my heartfelt gratitude on behalf of today's and tomorrow's citizens.

The BBVA Foundation's Frontiers of Knowledge Awards, which in the space of a decade have earned a firm place among the world's foremost prizes, offer us a golden opportunity to bring to Bilbao some of the world's finest minds, and to forge new relationships which, I am sure, will refuel that restless, inquiring spirit so intrinsic to Bilbao's character that has made us what we are.

Let me finally use these lines to extend a Bilbao welcome to all the laureates in this eleventh edition of the Frontiers of Knowledge Awards. And to the BBVA Foundation, organizer of these prestigious international honors, just three short words, *ongi etorri etxera*; welcome back to this renewed and innovative city, which is and always will be your home.



La tradición innovadora de Bilbao

La vitalidad innovadora de Bilbao y su ría en los siglos XIX y XX se manifiesta en un potente impulso de innovación demográfica, económica y social. La crisis del Antiguo Régimen fuerza a los comerciantes del segundo tercio del XIX a buscar nuevas salidas empresariales. Lo hacen en el contexto de la nueva economía industrial capitalista y de la mano de una amplia oferta empresarial: siderurgia, actividad minera, infraestructuras ferroviarias, etc. Cuentan para ello con la creación de un nuevo sistema bancario; en 1856 se funda el Banco de Bilbao. Con ello se da el paso del capitalismo comercial al despertar del capitalismo industrial.

La siguiente generación de empresarios se caracteriza por una elevada cualificación tecnológica. Muchos han estudiado ingeniería en Europa o derecho en España, y este talante cosmopolita les lleva a aplicar las innovaciones del momento. Crean la moderna siderurgia española, impulsan la explotación minera, promueven una potente marina mercante y alicantan el sistema bancario más sólido de España: Banco de Comercio (1891), Banco de Vizcaya (1901) y Crédito de la Unión Minera (1901). Hacen de la sociedad anóni-

The innovative tradition of Bilbao

The disruptive vitality of Bilbao and its river estuary in the 19th and 20th centuries gave rise to a powerful wave of demographic, economic and social innovation. The breakdown of Spain's *ancien régime* obliged the merchants of the mid-19th century to seek out new business horizons. They did so in the context of the new capitalist industrial economy through the growth of a large industrial base – iron and steel works, mining, railways, etc. – and with the support of a nascent banking system, including the 1856 foundation of Banco de Bilbao. The result was a shift away from the old mercantile capitalism to the emergent industrial capitalism.

The next generation of entrepreneurs stood out for their solid grounding in technology. Many had studied engineering in Europe or law in Spain, and this cosmopolitan mindset meant they were quick to apply the latest innovations. They created the modern Spanish steel industry, stepped up mining activity, promoted a powerful merchant navy, and lent their weight and custom to Spain's soundest banking system: Banco de Comercio (1891), Banco de Vizcaya (1901) and Crédito de la Unión Minera (1901). The public limited com-

ma el instrumento básico de financiación y expansión industrial. La experiencia bilbaína llama la atención en Europa, donde se publican numerosos artículos en revistas de ingeniería y minería. Max Weber se desplaza a Bilbao para ser testigo directo de este cambio: «Sobre estos cimientos se está desarrollando el más moderno capitalismo con una furia extraordinaria».

El impulso continúa en el siglo XX y convierte a España en una potencia industrial de tipo medio. Lo protagoniza una ciudad —Bilbao— que en 1900 tiene tan solo 83.306 habitantes, pero que cuenta con un colectivo significativo de innovadores: empresarios, ingenieros, arquitectos, intelectuales, profesionales cualificados, obreros especialistas, entre otros.

Guipúzcoa opta por otro modelo: adapta el conocimiento de los oficios tradicionales a las recientes innovaciones. Crea pequeñas y medianas empresas de cuño familiar diseminadas a lo largo del territorio. Con el tiempo, su evolución conducirá a la creación del sistema cooperativo en el seno del sistema capitalista. Álava retrasa su incorporación. Lo hace a partir de 1950, con un diseño geográficamente centralizado en torno a su capital. Llodio y Amurrio, la excepción, se habían sumado al proceso en 1920 como uno de los ejes de expansión del modelo de la ría de Bilbao.

Este proceso es impensable, sin embargo, al margen del tejido social que lo hace posible. En la ría, el protagonismo recae sobre los inmigrantes, que contribuyen



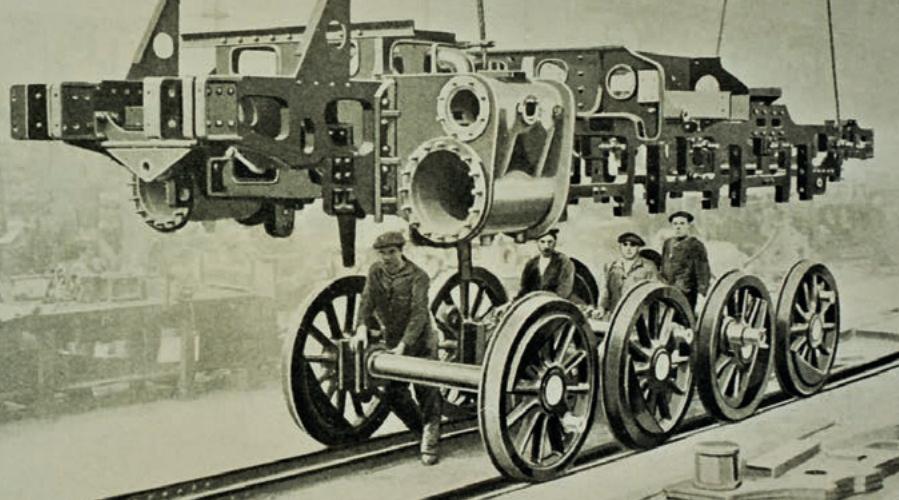
pany was their instrument of choice for the raising of funds and industrial expansion. The experience of Bilbao became a talking point in Europe, the subject of numerous articles in engineering and mining journals. Max Weber traveled to Bilbao to see the changes with his own eyes: "On this basis, the most modern capitalism unfolds with tremendous energy."

The momentum continued into the 20th century, by which time Spain was established as a medium-strength industrial power. At its forefront, a city – Bilbao – which in 1900 has just 83,306 inhabitants, but could draw on a sizeable pool of forward-looking talent: entrepreneurs, engineers, architects, intellectuals, professionals, skilled workers, etc.

Gipuzkoa took a different course, adapting the knowledge embodied in traditional trades to the latest innovations. Soon the province was dotted with small and medium-sized family-owned firms, a network that would grow in time into a cooperative system lodged within the capitalist heartland. Araba was the last to join in the expansion. It did so as of 1950, with a model geographically centered on its capital city. An exception here were the towns of Llodio and Amurrio, which began to industrialize in 1920 benefitting from the extension of the Bilbao estuary model.

This process is inseparable, however, from the social fabric that made it possible. Along the estuary, the change was led by immigrant workers who helped





a crear una sociedad mixta. En 1930, los indicadores de bienestar hablan de los logros alcanzados. La mortalidad se reduce sustancialmente. Entre 1890-1935 se duplica la esperanza de vida y la talla de los reclutas bilbaínos pasa de 1,64 a 1,68 m. Esta ganancia de casi un centímetro por década, en la media de los países industrializados de Europa, es producto de mejoras en nutrición, higiene, salud y educación.

La sociedad vasca se convierte, junto con la madrileña, en la más alfabetizada de España: alcanza la alfabetización universal y una cuarta parte de los jóvenes continúa estudios secundarios y terciarios. Se abren con ello las posibilidades de ascenso social. La madre alfabetizada es la principal alentadora de este cambio al impulsar la alfabetización paritaria de hijos e hijas. Mejoran las escuelas públicas y municipales, en muchas de ellas se aplica el ideario de la Institución Libre de Enseñanza, y se crea un sistema sólido de enseñanza de Artes y Oficios en el que se involucran las grandes empresas.

Este marco sistémico y la capacidad innovadora de la sociedad de la ría de Bilbao se prolongan de algún modo hasta la actualidad. Múltiples proyectos ya materializados hablan de esa capacidad.

Manuel González Portilla

Catedrático emérito de Historia Contemporánea
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea
(UPV/EHU)

create a more mixed society. By 1930, welfare indicators attested to the progress made, including a large drop in mortality rates. In 1890-1935 life expectancy doubled and the height of Bilbao recruits jumped from 1.64 to 1.68 meters. This advance of almost a centimeter per decade, in line with the average of Europe's industrialized countries, stemmed from improvements in nutrition, hygiene, health and education.

The Basque Country ranked first alongside Madrid in the national literacy table, with universal literacy and a quarter of young people continuing secondary and higher education. This opened up opportunities for social mobility. Literate mothers were the main agents of this change, demanding that their sons and daughters have equal access to basic education. State and municipal schools saw significant improvement, with many adopting the ideas of the pioneering Institución Libre de Enseñanza, while a well-developed system of arts and crafts training benefited from the involvement of large corporations.

This systemic framework has in some measure lasted to this day, as has the innovative capacity of the people of the Bilbao river estuary. Multiple projects taken to successful completion testify to this resourcefulness.

Manuel González Portilla

Emeritus Professor of Contemporary History
University of the Basque Country (UPV/EHU)





Índice

| | | |
|----------------|-----|---|
| Premios Awards | 16 | Sobre los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento |
| | 18 | Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas) Charles L. Kane y Eugene Mele |
| | 26 | Biología y Biomedicina Jeffrey I. Gordon |
| | 34 | Tecnologías de la Información y la Comunicación Ivan Sutherland |
| | 42 | Ecología y Biología de la Conservación Gretchen Cara Daily y Georgina Mace |
| | 50 | Cambio Climático Anny Cazenave, John A. Church y Jonathan Gregory |
| | 58 | Economía, Finanzas y Gestión de Empresas Claudia Goldin |
| | 70 | Humanidades y Ciencias Sociales (Humanidades) Noam Chomsky |
| | 78 | Música y Ópera John Adams |
| | 86 | Comités técnicos de apoyo |
| | 88 | Símbolo artístico Fronteras del Conocimiento |
| | 90 | Concierto |
| | 92 | Galardonados en ediciones anteriores por categorías |
| | 108 | Galardonados en ediciones anteriores por años |
| | 118 | Créditos |

Contents

| |
|--|
| About the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards |
| Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics) Charles L. Kane and Eugene Mele |
| Biology and Biomedicine Jeffrey I. Gordon |
| Information and Communication Technologies Ivan Sutherland |
| Ecology and Conservation Biology Gretchen Cara Daily and Georgina Mace |
| Climate Change Anny Cazenave, John A. Church and Jonathan Gregory |
| Economics, Finance and Management Claudia Goldin |
| Humanities and Social Sciences (Humanities) Noam Chomsky |
| Music and Opera John Adams |
| Evaluation support panels |
| Frontiers of Knowledge artwork |
| Gala concert |
| 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, disciplinares o supradisciplinares, 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. Este año se incorpora por primera vez la categoría de Humanidades y Ciencias Sociales, que anualmente se alternará entre estos dos dominios, dedicando la presente edición a las Humanidades.

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 Medicina; 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 caso, en un número no superior a tres, a aceptar

About the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards recognize and encourage world-class research and artistic creation, prizing contributions of broad impact for their originality and significance. The name of the scheme 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. This year the list is 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 Humanities.

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 recognize 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 Medicine; 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. This year, as stated, the humanities and social sciences take their place beside the basic and natural sciences and ICT,

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 propone 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 the 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 proposes 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 fascina descubrir lo que puede hacer la naturaleza con los ladrillos aparentemente sencillos de que se compone la materia».

“What fascinates me is discovering what nature can do with the seemingly simple building bricks that matter is made of.”

Charles L. Kane

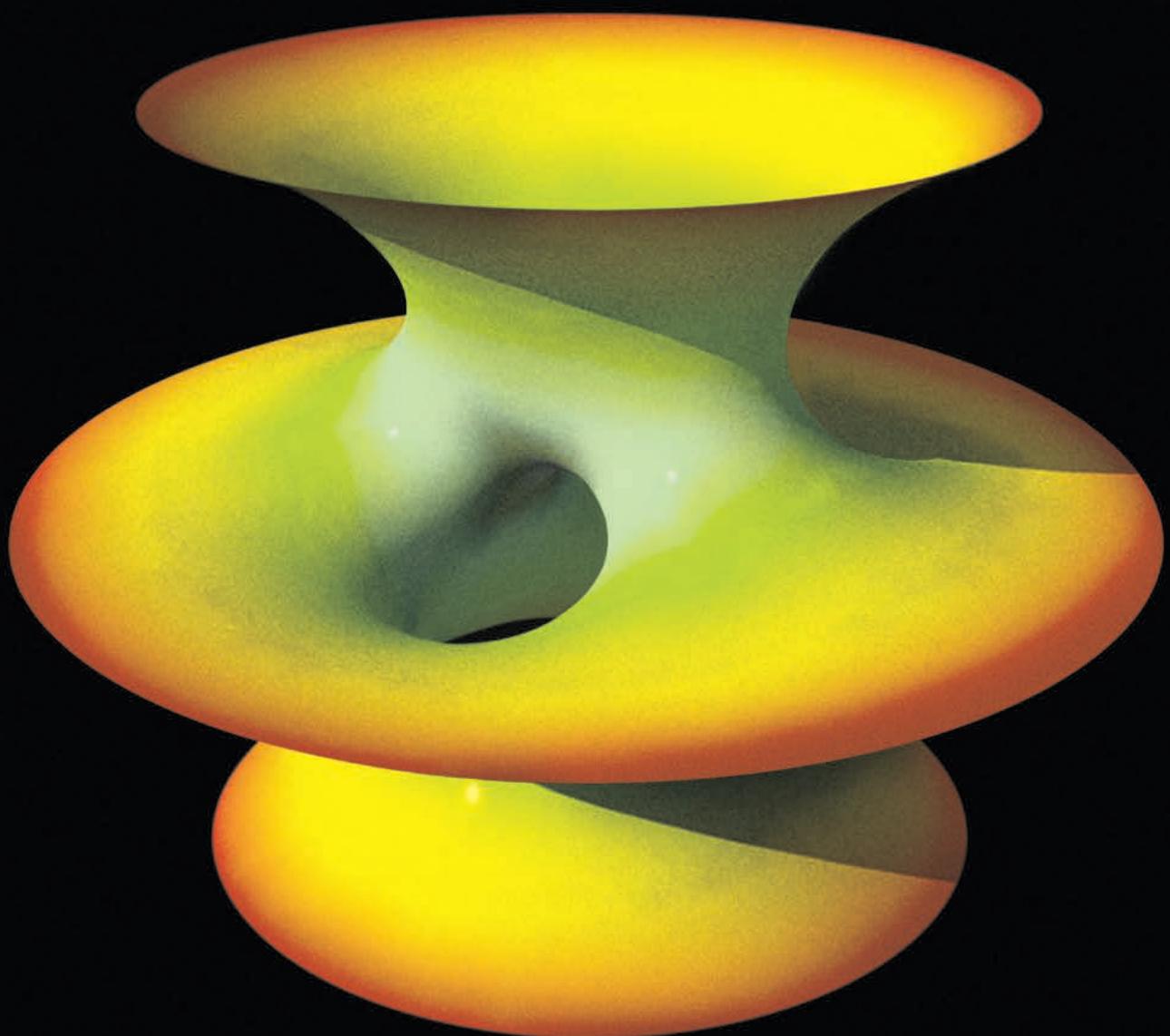
«Si pudiera viajar en una máquina del tiempo a dentro de cincuenta años, me encantaría saber qué tipo de dispositivos se han desarrollado gracias a esta investigación básica sobre la materia».

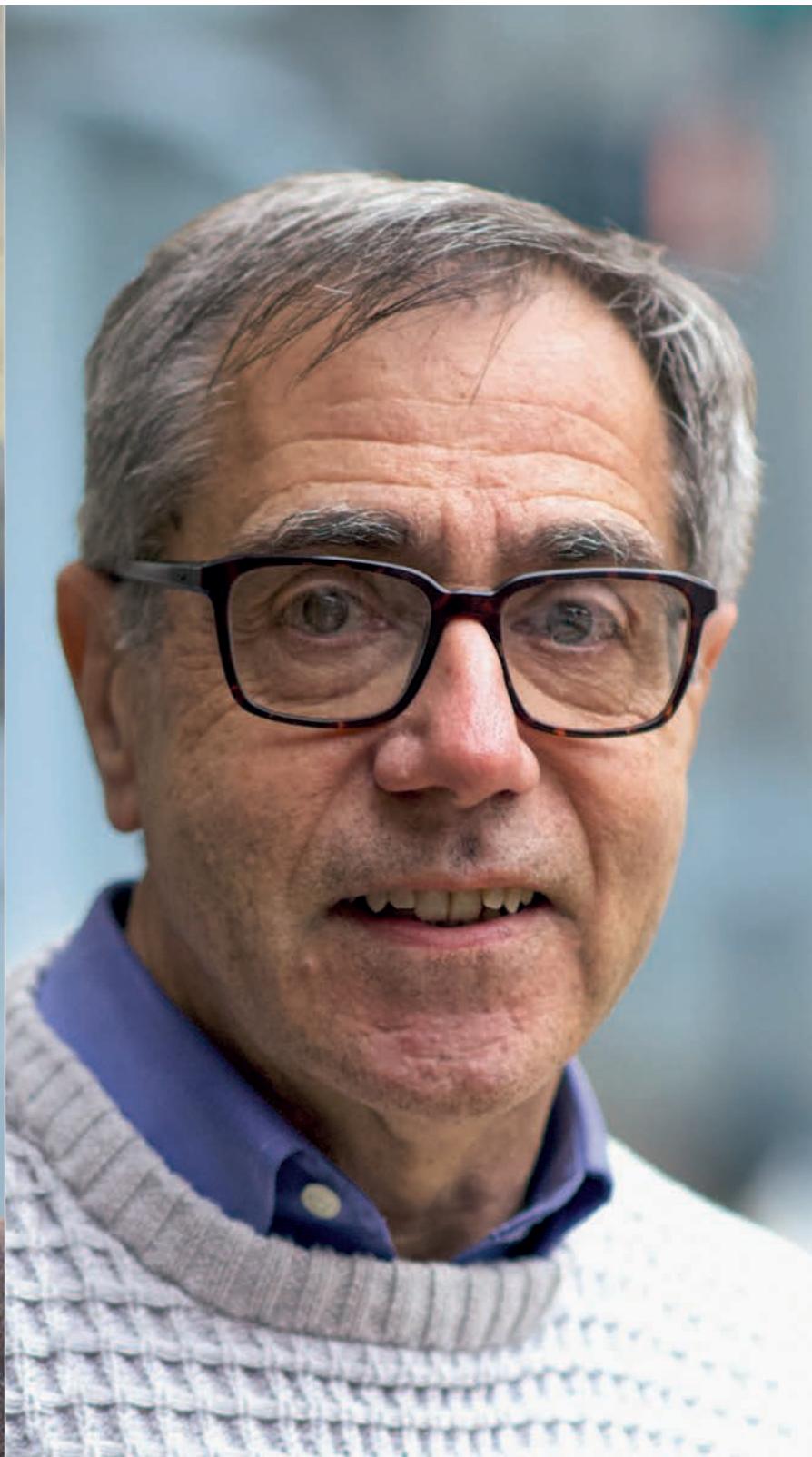
“If I could travel ahead fifty years in a time machine, I would like to know what kinds of devices have been developed that are informed by our basic research on matter.”

Eugene Mele

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento
Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas)

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award
Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)





Charles L. Kane

Eugene Mele

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento
Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas)

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award
Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

21

Nuevos materiales con propiedades «extraordinarias»

Una de las últimas sorpresas que ha deparado el estudio de la materia a escala de los átomos —la escala cuántica— es el descubrimiento de un tipo de materiales cuya existencia ni siquiera se imaginaba: los aislantes topológicos, capaces de conducir la electricidad en su superficie, pero no en su interior. Su hallazgo ha lanzado a los físicos a una fructífera búsqueda de nuevas fases de la materia, un bulliciente campo de investigación que está sacando a la luz numerosos materiales con propiedades exóticas y gran potencial tecnológico.

Los descubridores de estos materiales a la vez aislantes y conductores son Charles Kane y Eugene Mele, ambos investigadores en la Universidad de Pensilvania y ganadores este año del Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Ciencias Básicas. A los dos les impulsa, afirman, el mero afán de entender la naturaleza, aunque no deja de fascinarles la lista de potenciales aplicaciones de los aislantes topológicos, que incluye los futuros ordenadores cuánticos. «Si pudiera viajar en una máquina del tiempo a dentro de cincuenta años, me encantaría saber qué tipo de dispositivos se han desarrollado gracias a esta investigación básica sobre la materia», ha dicho Mele.

Colaboradores habituales, Kane y Mele trabajan de forma teórica. Kane recuerda que de pequeño disfrutaba pensando y haciendo cálculos, «y eso es lo que me sigue gustando; me sorprende bastante haber conseguido un trabajo en el que me pagan por hacerlo». Piensa, por ejemplo, en el comportamiento de los electrones en la materia y en aprender a controlarlo.

En ese paisaje mental, el descubrimiento en 2004 del grafeno como material de un solo átomo de espesor y extraordinarias propiedades actuó como potenciador

New materials with “extraordinary” properties

One of the latest surprises to emerge from the study of matter at the atomic, or quantum, scale is the discovery of a class of materials whose existence was entirely unsuspected: topological insulators, with the ability to conduct electricity on their surface but not in their interior. This finding set physicists on a productive quest for new phases of matter, inaugurating a busy research field that has brought to light numerous new materials with exotic properties and rich technological potential.

The discoverers of these simultaneously insulating and conducting materials are Charles Kane and Eugene Mele, researchers at the University of Pennsylvania and this year’s winners of the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Basic Sciences. Though driven, they insist, by a simple desire to understand nature, they admit to being dazzled by the list of possible applications for these topological insulators, up to and including tomorrow’s quantum computers. “If I could travel ahead fifty years in a time machine, I would like to know what kinds of new devices have been developed that are informed by our basic research,” says Mele.

Longstanding collaborators, Kane and Mele work at the theoretical end of physics. Kane recalls how as a child he liked thinking about stuff and doing calculations – “that’s what I enjoy doing. It’s pretty amazing that I’ve gotten a job where I get paid for doing it.” A particular pet topic is the behavior of electrons in matter and how we might control it.

Within this mental landscape, the characterization of graphene in 2004 as a material of one atom’s thickness brought a new creative focus. Mele and Kane realized that graphene had the peculiarity of being

Kane y Mele descubrieron hace solo quince años un tipo de materiales cuya existencia ni se imaginaba: los aislantes topológicos. Tienen la propiedad de conducir la electricidad en su superficie, pero no en su interior. Ahora se sabe que hay muchos aislantes topológicos en la naturaleza y que sus propiedades podrían ser útiles en el desarrollo de ordenadores cuánticos.

Just fifteen years ago, Kane and Mele discovered a class of materials whose existence was entirely unsuspected: topological insulators, with the ability to conduct electricity on their surface but not in their interior. We now know that topological insulators are not that rare in nature, and that their properties may aid in the development of quantum computers.

de la creatividad. Kane y Mele observaron que, curiosamente, el grafeno no era ni aislante ni conductor eléctrico, sino que «estaba en un punto crítico entre los dos estados —recuerda Mele—. Empezamos a analizar el fenómeno y eso nos llevó al concepto de esta nueva fase de la materia».

El término *topológico* viene de las matemáticas, y alude a un tipo de propiedades que son globales —afectan a todo el material— y resistentes a perturbaciones, entre otras características. El número de agujeros en un material, por ejemplo, es una propiedad topológica: una rosquilla puede estirarse o retorcerse, pero seguirá teniendo solo un agujero. En los materiales llamados topológicos, el término hace referencia a sus propiedades eléctricas. En estos materiales las bandas de energía que ocupan los electrones en torno al núcleo atómico —y de las que dependen sus propiedades eléctricas— mantienen su forma general incluso cuando sufren una deformación suave, igual que el número de agujeros del donut.

En 2006, tras haber predicho teóricamente la existencia de los aislantes topológicos, los galardonados propusieron una manera de construir un material real que cumpliera los requisitos. Solo un año después un laboratorio logró una combinación de mercurio y telurio con las propiedades predichas. Pero era, como el grafeno, un material bidimensional —solo un átomo de grosor— muy difícil de sintetizar. La verdadera explosión del área llegó en la década siguiente, con el descubrimiento de que existen en la naturaleza aislantes topológicos tridimensionales. Un ejemplo es el telururo de cadmio, un compuesto cristalino empleado en la fabricación de células solares.

Este hecho también sorprendió a Charles Kane y Eugene Mele: «Nos dimos cuenta de que los aislantes topológicos no son algo excepcional en la naturaleza, solo que hasta entonces nadie los había buscado», afirma Mele.

Una calidad crucial en estos materiales es que la conductividad en la superficie es «robusta en un sentido fundamental», señala el acta. Esto significa que los materiales topológicos no se ven afectados por perturbaciones que sí interfieren con los conductores convencio-

neither an electricity conductor nor an insulator. It stood instead “at a critical point between these two states,” explains Mele. “We began to study the problem and that led us to the concept of this new insulating phase of matter.”

The term “topological” comes from mathematics and refers to a kind of global property – extending to the entire material – that, among other characteristics, is able to survive perturbations. For instance, the number of holes an object has is a topological property: a donut can be stretched or twisted, but it will still have just one hole. In the case of topological materials, it is their electrical properties that the term refers to. In such materials, the energy bands occupied by the electrons orbiting the atomic nucleus – which also determine their electrical properties – preserve their overall form even through gentle deformation, like the donut and its hole.

In 2006, the awardees postulated how a real material might look that fit with their theoretical model of a topological insulator. And just one year later, a laboratory came up with a combination of mercury and tellurium that displayed the properties predicted. However it was, like graphene, a one-atom-thick two-dimensional material, making it hard to synthesize. The real boom in the field had to wait until the next decade, and the discovery that 3D topological insulators actually exist in nature; among them cadmium telluride, a crystalline compound used in the manufacture of solar cells.

Charles Kane and Eugene Mele were the first to be surprised: “We realized that topological insulators are not that rare in nature,” Mele relates. “It is just that people had not thought to look for them before.”

An essential characteristic of these materials is that their surface conductivity is “fundamentally robust,” as the award citation states. What this means is that topological materials are not affected by the perturbations that alter the performance of conventional conductors. As Kane explains it, “in topographical insulators the conducting surface is very special because it cannot be destroyed. It is very robust, so for that reason there may be things you can do with it

nales. Como explica Kane, «en los aislantes topológicos la superficie conductora es muy especial porque no se puede destruir, es muy robusta, y por eso puedes hacer con ella cosas imposibles con otros conductores. Es una nueva fase de la materia, un aislante con capacidad garantizada de conducción en su superficie».

Es esta propiedad «extraordinaria», según señala el acta del jurado, la que abre la puerta a mejoras en los dispositivos electrónicos actuales. En los aislantes topológicos «el flujo de electrones en la superficie está más organizado que en un conductor convencional, y esto podría permitir un flujo más eficiente, sin sobre-calentamiento», prosigue Kane.

Sin embargo, las aplicaciones más prometedoras son las que aún no existen. Una conductividad resistente a cualquier perturbación es de gran interés para el desarrollo de ordenadores cuánticos, que multiplicarían la capacidad de computación de forma exponencial.

Ambos galardonados destacan, no obstante, el valor de su hallazgo más allá de su aplicabilidad: «Lo que me motiva es descubrir la belleza de lo que la naturaleza es capaz de hacer —explica Kane—. Pueden surgir aplicaciones tecnológicas, pero a mí me fascina descubrir lo que puede hacer la naturaleza con los ladrillos aparentemente sencillos de que se compone la materia. Este hallazgo surgió de la pura curiosidad, para comprender cómo la materia es capaz de organizarse a sí misma. En aquel momento no teníamos ni idea de que esto se iba a convertir en un campo tan amplio...».

A Mele, por su parte, le atrae de este campo «que el pensamiento subyacente sea matemático, elegante, simple y bello. Esta fusión de una estructura matemática simple y su conexión con posibles innovaciones tecnológicas en el mundo real es a lo que debe aspirar la ciencia».

that you can't do with ordinary conductors. It is a new phase of matter, an insulator that is guaranteed to have this conducting state on its surface.”

It is this “extraordinary” property, as the committee describes it, that opens the door to improvements in today’s electronic devices. In topological insulators, “the flow of electric charge in the surface conductor is more organized than in an ordinary conductor,” Kane adds, “and that might enable a smoother, more efficient flow, without overheating.”

Yet the most promising applications lie in the future. Guaranteed conductivity, proof against any perturbation, is among the conditions of interest for the development of quantum computers with exponentially greater processing power.

Both awardees, however, defend the value of their discovery above and beyond its potential applications: “What drives me is the beauty of what nature can do,” says Kane. “Certainly major technical applications could emerge from this, but what fascinates me is discovering what nature can do with these seemingly simple building blocks. This whole topic arose out of curiosity about how matter could arrange itself. At the time, we had no idea it was going to develop into such a broad enterprise...”

What Mele, finally, enjoys about the work is that “the underlying thinking is very mathematical; elegant, simple and pretty. And that fusion of a simple mathematical structure and its connection with things that have a real-world technical pay-off is what we are striving for in science.”



Más información:

Charles L. Kane



Eugene Mele



More information:

Charles L. Kane



Eugene Mele


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 titular de la Cátedra de Física Carl Friedrich von Siemens 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).

J. Ignacio Cirac

Secretario del jurado
Director de la División Teórica del Instituto Max Planck de Óptica Cuántica (Garching, Alemania), investiga en teoría cuántica de la información, en particular, en el desarrollo de un sistema de computación basado en mecánica cuántica que permitirá diseñar algoritmos más rápidos, facilitando comunicaciones más eficientes y seguras. Asimismo, trabaja en óptica cuántica y en sistemas cuánticos de muchos cuerpos. Es, entre otras distinciones, premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2008 en Ciencias Básicas y premio Wolf 2013.

Emmanuel Candes

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 Alan T. Waterman y el Premio George David Birkhoff.

Nigel Hitchin

Catedrático emérito Savilian de Geometría en la Universidad de Oxford (Reino Unido), sus líneas de investigación se centran 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. Además, ha establecido una colaboración formal con el Grupo de Geometría del Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT), en Madrid, a través del Laboratorio Donaldson-Hitchin. 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.

Hongkun Park

Es titular de la Cátedra Mark Hyman Jr. de Química y catedrático de Física en la Universidad de Harvard (Estados Unidos) y miembro del Instituto Broad, una iniciativa de Harvard y el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Investiga en nanodispositivos eléctricos, ópticos y plasmónicos que operan sobre principios de mecánica cuántica, y en herramientas nano y microelectrónicas que interactúen con células vivas, redes celulares y organismos. En 2018 fue incluido en el ranking Highly Cited Researchers de Clarivate Analytics.

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 químicas. 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 Carl Friedrich von Siemens Professor 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

Director of the Theory Division at the Max Planck Institute of Quantum Optics (Garching, Germany), his research concerns the quantum theory of information, particularly the development of a quantum computing system which will enable the design of far faster algorithms, the key to more efficient and secure communications. He also works in quantum optics and quantum many-body systems. His distinctions include the 2008 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Basic Sciences and the 2013 Wolf Prize.

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 international distinctions are the Alan T. Waterman Award and the George David Birkhoff Prize.

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

Mark Hyman Jr. Professor of Chemistry and Professor of Physics at Harvard University (United States), and a member of the Broad Institute launched as a partnership between Harvard and the Massachusetts Institute of Technology. His research interest lies in nanoscale electrical, optical, and plasmonic devices that operate on quantum mechanical principles, as well as the development of new nano- and microelectronic tools that interface with living cells, cell networks, and organisms. Selected as a Highly Cited Researcher by Clarivate Analytics in 2018.

Professor at ETH Zurich (Switzerland), where he leads the Molecular Kinetics and Spectroscopy Group. His research interests lie in high-resolution spectroscopy, molecular kinetics, fundamental symmetries in physics and chemistry and parity violation in chiral molecules. A former member of the Swiss National Research Council, his numerous honors include the Nernst Haber Bodenstein Prize of Germany's Bunsen Society for Physical Chemistry (DBG), of which he is a past president.



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). Ha dirigido la Red Nacional de Infraestructura para la Nanotecnología (NNIN) (Estados Unidos). Ha sido profesor invitado en las universidades de Michigan, Columbia y Harvard, y 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 nanoscalas, que obliga a aplicar conocimientos de ingeniería, física e informática.

Charles N. Mellowes Professor of Engineering at Cornell University (United States). Formerly director of the U.S. National Nanotechnology Infrastructure Network (NNIN) and visiting professor at Michigan, Columbia and Harvard universities, he was among the founders of the journal *Transactions on Nanotechnology*. His research focuses on the questions that arise when connecting large scales (like those of massively integrated electronic systems) to nanoscales, applying knowledge from engineering, physics and computing.

Mención del acta

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Ciencias Básicas ha sido concedido en su undécima edición a **Charles L. Kane y Eugene Mele** por su descubrimiento de los aislantes topológicos, una nueva clase de materiales con propiedades electrónicas extraordinarias: son aislantes en el interior, pero su superficie muestra una conductividad que es robusta contra las perturbaciones.

Los materiales metálicos conducen la electricidad y los aislantes no. Esta imagen estándar nació en los primeros tiempos de la física cuántica y se basa en la teoría de bandas. Kane y Mele predijeron en 2005 que esta simple clasificación no se sostiene con una nueva clase de materiales denominados aislantes topológicos, cuya existencia fue confirmada experimentalmente poco después. Estos materiales se comportan como conductores en la superficie, pero como aislantes en el interior. Más aún, las propiedades conductoras de la superficie son robustas en un sentido fundamental y no se ven afectadas por la presencia de impurezas u otras perturbaciones. Esta robustez se mantiene mientras lo hagan ciertas simetrías y son consecuencia de la topología, una rama de las matemáticas que explica, por ejemplo, por qué no es posible deformar de manera continua una esfera para que adquiera la forma de una rosquilla.

Este sorprendente descubrimiento abre nuevas posibilidades en la física de la materia condensada y la ciencia de materiales, como la existencia de nuevas fases de la materia y formas de manipular sus propiedades. Es más, los principios básicos en que se sustentan los aislantes topológicos tienen implicaciones importantes más allá de la física de la materia condensada, por ejemplo, en la generación de dispositivos fotónicos y electrónicos eficientes, o en el procesado de información cuántica.

Committee

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

Excerpt from award citation

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Basic Sciences goes, in this eleventh edition, to **Charles L. Kane and Eugene Mele**, for their discovery of topological insulators, a new class of materials with extraordinary electronic properties: they are insulators in the interior, but their surface exhibits conductivity that is robust against perturbations.

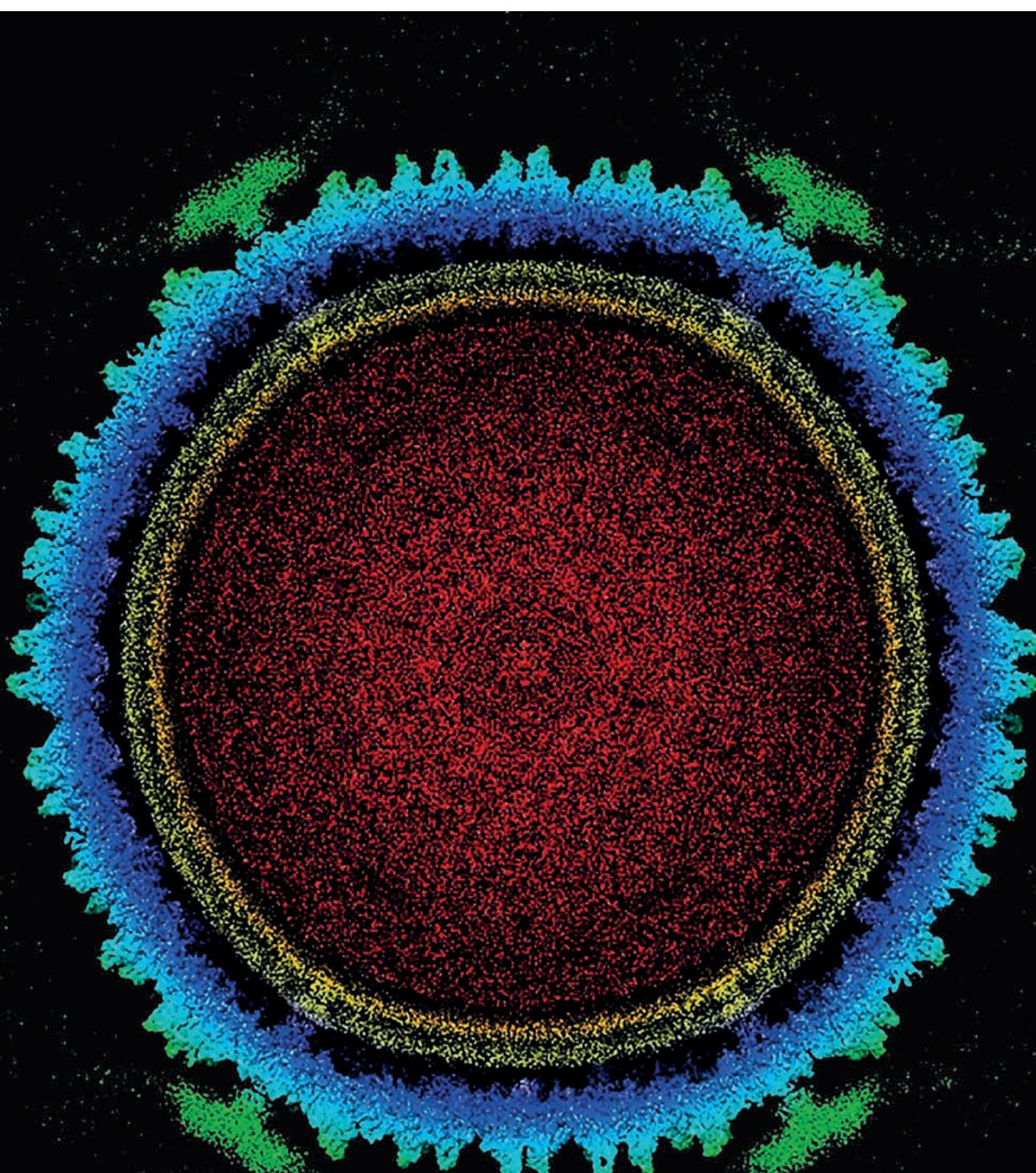
Metallic materials conduct electricity whereas insulators do not. The standard picture was developed in the early days of quantum physics and is based on the band theory of solids. Kane and Mele predicted in 2005 that this simple classification fails for a new class of materials called topological insulators, whose existence was experimentally confirmed soon thereafter. These materials behave as conductors on the surface, but as insulators in the interior. Importantly, the surface conducting properties are fundamentally robust, and not affected by the presence of impurities or other perturbations. This robustness arises as long as certain symmetries are preserved and are a consequence of topology, a mathematical domain that explains, for example, why a sphere cannot be continuously deformed into a donut.

This surprising discovery opens up new scientific avenues in condensed matter physics and material science, such as the existence of new phases of matter and ways of manipulating their properties. Moreover, the basic principles behind topological insulators have important implications beyond condensed matter physics, for instance in the generation of efficient photonic and electronic devices, or quantum information processing.

«No podemos vivir o funcionar solos; hay una colaboración constante entre los billones de microbios que habitan nuestro cuerpo y nosotros mismos».

“We cannot live or function alone. There is an ongoing collaboration between ourselves and the trillions of microorganisms that inhabit our bodies.”

Jeffrey I. Gordon





Jeffrey I. Gordon

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento
Biología y Biomedicina

La importancia de nuestra vida interior: el microbioma

En las publicaciones científicas que exponen la importancia de la microbiota humana casi se puede escuchar, de fondo, una exclamación colectiva de asombro. Los investigadores no ocultan su admiración ante las cifras que definen el área: en el cuerpo humano viven decenas de billones de microorganismos con un total de cien veces más genes que nuestro propio genoma. El investigador estadounidense Jeffrey I. Gordon descubrió que esos genes ajenos son esenciales para la vida humana saludable y abrió, así, un campo de estudio actualmente en auge que ya ha generado tratamientos contra algunas enfermedades. Pero es solo el principio. El estudio del microbioma está suponiendo un cambio de paradigma en la investigación de numerosas patologías, desde la obesidad, la malnutrición y el cáncer, hasta el alzhéimer o la depresión.

«Los humanos somos superorganismos cuyo metabolismo es una amalgama de atributos microbianos y humanos», escribía Gordon en colaboración con otros autores en *Science* en 2006. El término *superorganismos* tenía un sentido muy literal, porque ese trabajo demostraba que las decenas de billones de bacterias, hongos y virus que pueblan nuestro intestino sintetizan aminoácidos y compuestos que el organismo humano necesita, pero no puede producir por sí mismo.

«No podemos vivir o funcionar solos; hay una colaboración constante entre los billones de microbios que habitan nuestro cuerpo y nosotros mismos», ha explicado Gordon, director del Centro Familia Edison de Ciencias del Genoma y Biología de Sistemas en la Universidad Washington en San Luis (Misuri, Estados Unidos). «La gente debe adoptar una visión más amplia de sí misma: somos una maravillosa combinación

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award
Biology and Biomedicine

29

The life inside us: the importance of the microbiome

In scientific publications describing the importance of the human microbiota we can almost hear, in the background, a gasp of collective astonishment. For researchers cannot hide their wonder at the figures that define the area: the human body is home to tens of trillions of microorganisms, with a total of one hundred times more genes than exist in our own genome. U.S. researcher Jeffrey Gordon discovered that these “foreign” genes are essential for a healthy human life, in the process opening up a new and burgeoning field of study that has already delivered treatments for various diseases. And this is just the beginning. The study of the microbiome is driving a paradigm shift in our approach to multiple conditions, from obesity, malnutrition and cancer to Alzheimer’s and depression.

“Humans are superorganisms, whose metabolism represents an amalgamation of microbial and human attributes,” wrote Gordon and his co-authors in a 2006 issue of *Science*. The term superorganism was, moreover, meant in the most literal sense, because the paper showed that the trillions of bacteria, fungi and viruses that populate our gut synthesize amino acids and compounds that the human body needs but is itself unable to produce.

“We cannot live or function alone; there is an ongoing collaboration between ourselves and the tens and tens of trillions of microbes that inhabit our bodies,” explains Gordon, Director of the Edison Family Center for Genome Sciences & Systems Biology at Washington University in St. Louis (Missouri, United States). “People should step back and take a more expanded view of what we truly are; this splendid collection of microbial and human cellular and genetic parts,” he enthuses. “There are over a hundred-fold more micro-

En el cuerpo humano viven decenas de billones de microorganismos. Jeffrey Gordon descubrió que son esenciales para una vida humana saludable y abrió, así, un campo de estudio que a su vez arroja nueva luz sobre numerosas patologías, desde la obesidad, la malnutrición y el cáncer, hasta el alzhéimer o la depresión.

The human body is home to tens of trillions of microorganisms. Jeffrey Gordon discovered that their presence is essential for a healthy human life, opening up a field of study that has shed new light on multiple pathologies, from obesity, malnutrition and cancer to Alzheimer's and depression.

de componentes genéticos y celulares de microbios y humanos. Hay cien veces más genes microbianos que humanos en nuestro cuerpo, así que en ese sentido somos más microbianos que humanos, aunque el hecho es que nos beneficiamos mutuamente de la compañía que nos hacemos. La pregunta es hasta qué punto nuestra biología es fruto de la contribución de nuestros microorganismos».

No hay día en que la literatura científica no incluya un nuevo resultado sobre la relación entre microbioma y salud. Ha pasado más de una década desde los primeros hallazgos, y sigue habiendo sorpresas. En palabras de Angelika Schnieke, catedrática de Biotecnología Animal en la Universidad Técnica de Múnich (Alemania) y presidenta del jurado: «Gordon llamó la atención sobre algo que llevábamos mucho tiempo pasando por alto. Se sabía que en nuestro cuerpo hay más microbios que células, debería haber sido obvio que juegan un papel en nuestra fisiología. Fue él el primero en demostrar que es así, y ahora muchos otros investigan la relación de los microorganismos con la inflamación, con distintos tipos de cáncer, en la enfermedad inflamatoria intestinal...».

Gordon lanzó la primera alerta cuando demostró, en 2006, que la comunidad microbiana intestinal de las personas obesas tiene rasgos característicos, y que si se trasplanta microbiota de ratones obesos a ratones delgados, estos últimos engordan sin comer más. «La microbiota intestinal es un factor adicional en la patofisiología de la obesidad», escribía Gordon en *Nature*. Más tarde descubrió que las consecuencias a largo plazo de la malnutrición en niños, como los fallos en el desarrollo neurológico y del sistema inmune, dependen no solo del acceso a una dieta nutritiva, sino también de la adquisición de una microbiota sana.

Ahora, confirmada la importancia de nuestros microorganismos simbóticos en el metabolismo y en enfermedades como la colitis —el trasplante fecal ya se considera el mejor tratamiento contra algunas diarreas muy graves—, la comunidad científica sigue asombrándose ante evidencias que amplían cada vez más el área de influencia del microbioma. Incluso enfermedades mentales o neurológicas, como la depresión o el alzhéimer, tienen relación con él.

bial genes than human genes in our bodies, and in this respect we are more bacterial than human, but we benefit from one another's company. The question is the degree to which our biological features are an expression of our microbial contributions.”

Not a day goes by without some addition to the scientific literature on the relationship between microbiome and health. More than ten years have passed since the initial findings, but the surprises keep on coming. In the words of Angelika Schnieke, Chair of Livestock Biotechnology in the Department of Animal Sciences at the Technical University of Munich (Germany) and chair of the award committee, “Gordon highlighted something that we had long been ignoring. If you think that in our body we have as many or even more microbes than we have cells, it should have been obvious that they would play a role in our physiology. He was the first to prove that this was the case, and now many scientists are exploring the connection between gut microbes and inflammation, different types of cancer, inflammatory bowel disease, and so on.”

Gordon lit the beacon when he showed, back in 2006, that the gut microbial community of obese persons had certain characteristic features, and if the microbiota of obese mice was transplanted into lean mice, the latter would gain weight without any increase in their food intake. “The gut microbiota is an additional contributing factor to the pathophysiology of obesity,” he confirmed, writing in *Nature*. And he would later show that the long-term effects of childhood malnutrition, like impaired brain and immune system development, are determined not only by access to a nutritious diet but also by the assembly or otherwise of a healthy microbiota.

Although aware of the importance of symbiotic microbes in our human metabolism and diseases like colitis – fecal transplantation is already the treatment of choice for certain severe forms of diarrhea – the scientific community nonetheless stands amazed at the growing evidence of the microbiome’s power and reach. Even mental or neurological disorders, like depression and Alzheimer’s, appear to fall within its scope.

Nada de esto se sospechaba cuando Gordon comenzó a investigar los microorganismos intestinales. De hecho, su interés por ellos surgió mientras estudiaba la formación del intestino, un problema de biología del desarrollo. Buscando las señales químicas que las células se intercambian mientras construyen el intestino, Gordon descubrió que también los microorganismos de la flora *hablan* constantemente con nuestras células y realizan tareas esenciales para ellas.

Gordon y su grupo recurrieron a ratones criados sin microbiota propia para colonizarlos con microorganismos conocidos e investigar su efecto. «Nuestra investigación se ha centrado en averiguar qué es lo normal en las comunidades de microbios intestinales, cuáles son las desviaciones de lo normal y si estas desviaciones pueden ser causa de enfermedad», señala.

Pese a los avances ya obtenidos, Gordon recuerda que «hay que ser muy humilde ante todo lo que queda por aprender» en esta área. Es fácil caer en la tentación de pensar que hay microorganismos que engordan y otros que adelgazan, pero no será tan simple: el efecto de cada microbioma es personal, porque «lo importante es la interacción» entre los microorganismos y el portador.

Sí parece claro que en el mundo occidental el microbioma humano pierde riqueza, y no es una buena noticia: «Hemos investigado el microbioma de personas en diferentes regiones del mundo y observamos que en los países occidentalizados las comunidades de microbios intestinales pierden diversidad. Creemos que es un reflejo de nuestro estilo de vida, de nuestra dieta y quizás de lo que consumimos, incluyendo el uso abusivo de antibióticos».

De cara al futuro, Gordon confía «en que podamos comprender mejor cómo alimentarnos de manera más saludable, mejorando la comida para beneficiar el microbioma, y tomando mejores decisiones sobre cómo procesar los alimentos con el fin de mantener sus ingredientes activos».

None of this was suspected when Gordon began his research on gut microorganisms. In fact he only got interested in these flora communities as part of his studies on intestinal development, a problem of developmental biology. While exploring the chemical signals cells exchange as they go about building the gut, he found that the microbes that live there “converse” constantly with our cells, and perform services that they rely on.

Gordon and his team used mice reared so they harbored no microbes of their own. They then colonized them with known gut microorganisms to observe how they reacted. “Our research journey has focused on what is normal in human microbial communities,” he relates, “and whether deviations from normal are associated with disease.”

Despite the progress made, Gordon cautions that “we need to keep sight of all we still have to learn.” It may be tempting to think that there are “fattening” and “slimming” microbes, but it will never be that simple: the effect of each microbiome is personal and specific, because “the important thing is the interaction” between the microbes and the host.

What does seem clear is that the richness of the human microbiome is declining in the Western world. And that is not good. “We looked at the microbiomes of people living in different parts of the world, and saw that in Westernized societies there has been a loss of the diversity of these microbial communities. This is a reflection, we believe, of our lifestyles and our diets; and also perhaps of the things that we consume, including our promiscuous use of antibiotics.”

Looking to the future, Gordon is hopeful that “we will learn how to feed ourselves in more healthful ways, improving the content of staple foods to the benefit of the consumer’s microbiome, and making better decisions on how food should be processed to maintain the active ingredients.”



Más información:



More information:





Angelika Schnieke

Presidenta del jurado

Catedrática de Biotecnología Animal en el Departamento de Ciencias Animales 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.

Committee chair

Chair of Livestock Technology in the Department of Animal Sciences at the Technical University of Munich (TUM) (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.

Óscar Marín

Secretario del jurado

Es catedrático de Neurociencias y director del Centro de Trastornos del Neurodesarrollo, un proyecto del Medical Research Council británico en el King's College de Londres, y del Centro de Neurobiología del Desarrollo, también en el King's College. Su investigación trata de comprender el desarrollo del córtex cerebral y las bases biológicas de trastornos del neurodesarrollo como el autismo o la esquizofrenia. Es miembro del Board of Reviewing Editors de la revista *Science* y de otros consejos editoriales, y premio Jaime I de Investigación Básica y premio Roger de Spoelberch, entre otras distinciones.

Committee secretary

Professor of Neuroscience and Director of the Centre for Neurodevelopmental Disorders and Centre for Developmental Neurobiology at King's College London. His research aims at an understanding of the development of the cerebral cortex and the biological bases of neurodevelopmental disorders such as autism and schizophrenia. A member of various editorial boards, he currently sits on the Board of Reviewing Editors of *Science*. His distinctions include the Rey Jaime I Award in Basic Research and the Roger de Spoelberch Prize.

Dario Alessi

Es director de la Unidad de Fosforilación y Ubiquitilación 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). Investiga sobre transducción de señales relevantes para comprender el cáncer, la diabetes y los trastornos neurodegenerativos: las alteraciones de la fosforilación proteínica aparece vinculada a este tipo de enfermedades. Autor de más de doscientas publicaciones, es fellow de la Royal Society además de Francis Crick Prize Lecture, y obtuvo la Medalla de Oro de la Organización Europea de Medicina Molecular (EMBO).

Director of the Protein Phosphorylation and Ubiquitylation Unit, a Medical Research Council unit in the College of Life Sciences at Dundee University (United Kingdom). The focus of his research is medical signal transduction of relevance to understanding cancer, diabetes and neurodegenerative disorders, where abnormal protein phosphorylation may be a cause or consequence. Author of over 200 papers, he is a Fellow of the Royal Society, which awarded him its Francis Crick Prize Lectureship, and holds the Gold Medal of the European Molecular Biology Organization (EMBO).

Lélia Delamarre

Es jefa de grupo en el 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 neo-antígenos, 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.

Group leader 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.

Robin Lovell-Badge

Es director del Laboratorio de Biología de las Células Madre y Genética del Desarrollo del Instituto Francis Crick (Reino Unido). Investiga en las vías genéticas que inducen las diferencias hombre-mujer. Además estudia 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 fellow de la Royal Society y miembro del Consejo de Dirección de la Public Library of Science (PLOS), así como Comendador de la Orden del Imperio Británico.

Head of the Laboratory of Stem Cell Biology and Developmental Genetics at the Francis Crick Institute (London, United Kingdom), his research focuses on the genetic pathways leading to male-female differences. He is also interested in 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, he is a Fellow of the Royal Society, a member of the Board of Directors of the Public Library of Science (PLOS), and a Commander of the Order of the British Empire.

Ursula Ravens

Es catedrática senior del Instituto de Medicina Cardiovascular Experimental de la Universidad de Friburgo y del Instituto de Fisiología de la Universidad Tecnológica de Dresden (Alemania). Es pionera en el estudio de la electrotiología 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 miembro del consejo editorial de revistas como el *Journal of Cardiovascular Pharmacology* y fellow de la Asociación Americana del Corazón, entre otras distinciones.

Senior Professor in the Institute of Experimental Cardiovascular Medicine at the University of Freiburg, and in the Institute of Physiology of the Technical University of Dresden (TUD) (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 sits on the editorial boards of publications like the *Journal of Cardiovascular Pharmacology* and is a Fellow of the American Heart Association, among other distinctions.



Ali Shilatifard



Bruce Whitelaw

Es director del Departamento de Bioquímica y Genética Molecular, titular de la Cátedra Robert Francis Furchtgott de Bioquímica y Pediatría, 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.

Chairman of the Department of Biochemistry and Molecular Genetics, Robert Francis Furchtgott Professor of Biochemistry and Pediatrics, 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 Biología y Biomedicina ha sido concedido en su undécima edición a **Jeffrey I. Gordon** por su descubrimiento fundamental de la importancia de la comunidad microbiana intestinal para la salud humana.

Desde hace mucho tiempo se sabe que vivimos con muchas bacterias en nuestro interior y en la superficie de nuestro cuerpo. Gordon y su equipo fueron los primeros en demostrar la importancia del microbioma intestinal en la regulación de la fisiología animal. Tras este hallazgo fundamental, muchos grupos en todo el mundo han demostrado que el microbioma intestinal desempeña un papel central en la salud y en enfermedades como la obesidad, la diabetes o la enfermedad inflamatoria intestinal, y podrían tener importantes implicaciones en la patogénesis de enfermedades neurológicas y en la respuesta a los fármacos.

Los trasplantes de microbiota fecal pueden ser beneficiosos para el tratamiento de ciertas enfermedades, entre ellas algunos tipos de colitis. A medida que avanza el conocimiento de los mecanismos moleculares precisos que median la influencia de las bacterias sobre nuestra fisiología, se abre una gran promesa en el desarrollo de tratamientos contra diversas enfermedades humanas.

Excerpt from award citation

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Biology and Biomedicine goes, in this eleventh edition, to **Jeffrey I. Gordon**, for his fundamental discovery of the importance of the gut microbial community to human health.

It has been known for a long time that we live with many bacteria in and on our bodies. Gordon and his team were the first to demonstrate the importance of the gut microbiome in regulating animal physiology. Following this fundamental discovery, it has been shown by many groups around the world that the gut microbiome plays a central role in health and disease including obesity, diabetes and inflammatory bowel disease, and perhaps will have great implications in the pathogenesis of neurological disorders and response to drug therapy.

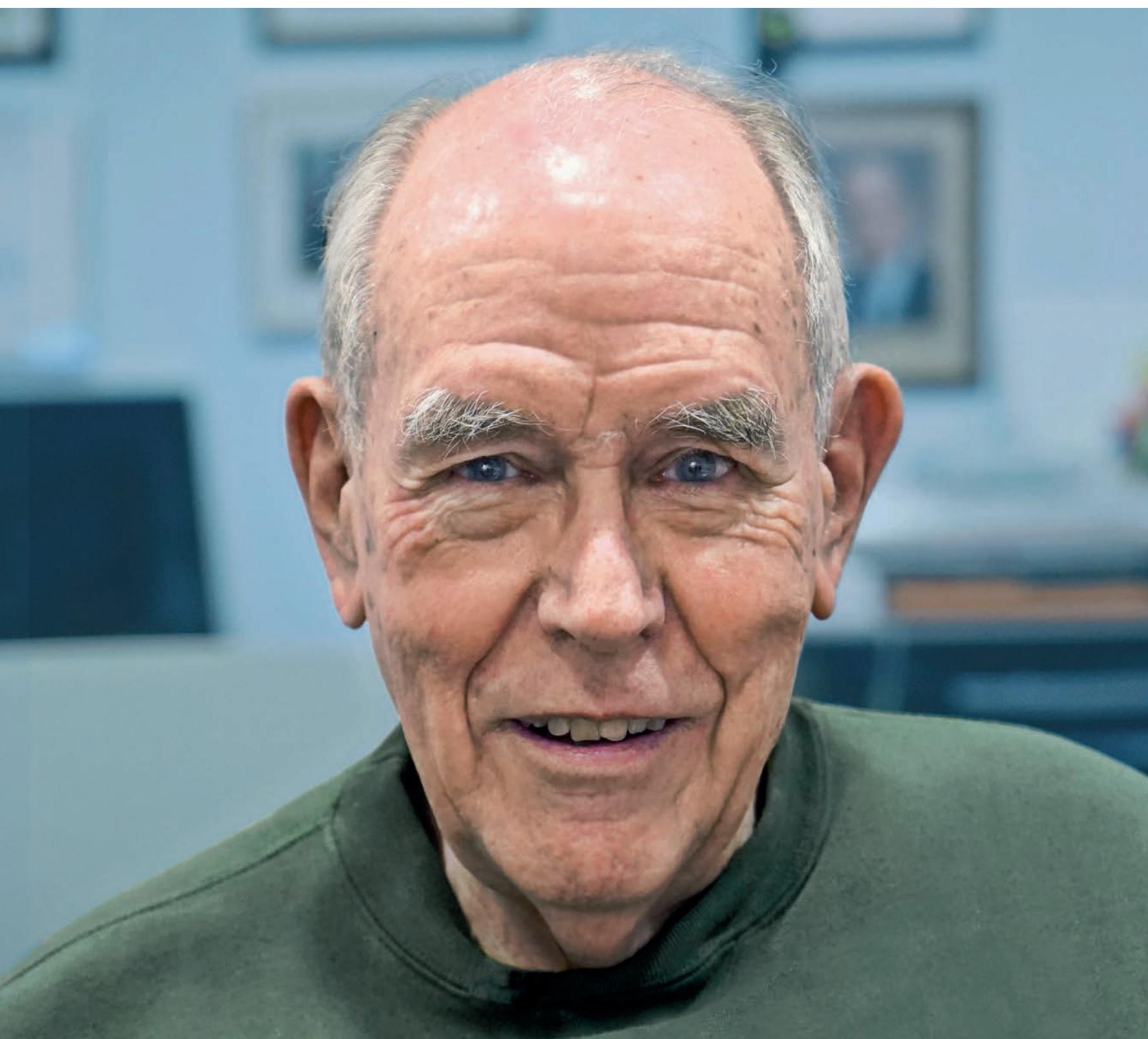
Fecal microbiota transplantation can be beneficial for the treatment of some disease conditions, including types of colitis. As the precise molecular mechanisms of the role of bacteria in our physiology are being discovered, this will have great promise for the development of targeted therapeutics for diverse human diseases.

«Poder dibujar en una pantalla de ordenador fue algo totalmente insólito e inesperado; abrió los ojos a mucha gente sobre la posibilidad de utilizar gráficos por ordenador».

“Being able to draw on a computer screen was something totally unusual and unexpected, and awakened a lot of people to the possibility of using computer graphics.”

Ivan Sutherland





Ivan Sutherland

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

El padre de los gráficos que permiten *hablar con las máquinas*

Ivan Sutherland no especula sobre las tecnologías que traerá el futuro: «Sobre eso debe preguntar a los jóvenes», ha respondido en numerosas ocasiones. La respuesta cobra sentido al tomar como ejemplo su propia juventud. Con apenas 25 años, Sutherland creó el primer sistema para interactuar con un ordenador a través de gráficos dibujados por el usuario en una pantalla, un avance altamente innovador en una época en que los ordenadores ocupaban habitaciones enteras. Fue en 1963. Solo cinco años después Sutherland inventó el primer casco de lo que hoy conocemos como realidad virtual, que permitía visualizar imágenes en 3D e interaccionar con una escena de 360° proyectada por un ordenador.

Ambas aportaciones inauguraron el camino hacia una relación con las máquinas mucho más intuitiva y eficiente. Ivan Sutherland gana el Premio Fronteras del Conocimiento en Tecnologías de la Información y la Comunicación por «lograr transformar la interacción de las personas con los ordenadores (...). Hoy en día, cualquier usuario de ordenador o de teléfono móvil se beneficia de su visión y de sus contribuciones», afirma el acta del jurado.

La primera creación de Sutherland fue su tesis doctoral, un programa llamado Sketchpad que permitía interactuar con el ordenador dibujando en una pantalla con un lápiz óptico. Como doctorando en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), Sutherland estaba en uno de los epicentros de la entonces emergente revolución de las ciencias de la computación. Su director de tesis fue Claude Shannon, considerado *padre* de la teoría de la información, y en la evaluación del trabajo intervino Marvin Minsky, el pionero de la inteligencia artificial, que en 2014

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

Father of the graphics that let us “talk” to machines

Ivan Sutherland prefers not to speculate about what technologies the future might bring: “That’s a question you should ask the young,” he invariably replies. A response that makes sense when we look at the example of his own youth. Aged just 25, Sutherland created the first system that allowed users to interact with a computer by drawing graphics on the screen, a hugely innovative advance at a time when computers would take up an entire room. That was in 1963. And just five years later Sutherland invented a headset anticipating what we now know as virtual reality, enabling the viewer to see images in 3D and engage with a 360° scene projected by a computer.

These two achievements paved the way for a more intuitive and efficient man-machine relationship. Ivan Sutherland has won the Frontiers Award in Information and Communication Technologies for “transforming computer interaction,” in the words of the committee’s citation. “Everybody using a computer or smartphone today benefits from his vision and contributions.”

Sutherland’s PhD thesis was also his first creation; a program called Sketchpad that enabled users to interact with a computer by drawing with a light pen on its display. As a doctoral student at the Massachusetts Institute of Technology (MIT), Sutherland was at one of the epicenters of the emerging revolution in computer science. His thesis advisor was Claude Shannon, known widely as the “father” of information theory, while the thesis committee included one Marvin Minsky, artificial intelligence pioneer and 2014 Frontiers of Knowledge laureate in the Information and Communication Technologies category.

Sketchpad ran on the largest interactive computer then available, the TX-2 (with a core memory of 64K,

Sutherland creó el primer sistema para interactuar con un ordenador mediante gráficos y, poco después, el primer casco de lo que hoy conocemos como realidad virtual. Fue en los años sesenta. Ambas aportaciones pioneras inauguraron el camino hacia una relación con las máquinas mucho más intuitiva y eficiente. Hoy en día, cualquier usuario de ordenador o de teléfono móvil se beneficia de su visión.

Sutherland created the first system to support graphical interaction with a computer, followed shortly afterwards by a headset anticipating what we now know as virtual reality. That was in the 1960s. These pioneering contributions paved the way for a more intuitive and efficient man-machine relationship. Any user of today's computers or mobile phones is indebted to his vision.

obtuvo el Premio Fronteras del Conocimiento en la categoría de Tecnologías de la Información y la Comunicación.

Sketchpad tuvo acceso al mayor ordenador interactivo del momento, el TX-2 (64 K de memoria, más de 90 metros cuadrados de superficie), que tenía un monitor de rayos catódicos y un lápiz óptico para seleccionar sobre él píxeles específicos, muy usado entonces en sistemas militares para introducir rápidamente en la máquina la posición de aviones detectados en el radar.

Con Sketchpad era posible dibujar líneas y combinarlas para formar figuras, operar con ellas y establecer relaciones entre segmentos y arcos. Los dibujos se podían copiar, rotar, mover y ampliar o reducir. Una grabación de 1963 muestra la presentación de Sketchpad a un reportero: «Vamos a mostrarle a un hombre realmente *hablando* con un ordenador», le dicen; «¿No será con su voz, verdad?», responde él. Lo revolucionario era la noción misma de interactuar fácilmente con un ordenador en tiempo real. En palabras del propio Sutherland, «poder dibujar en una pantalla de ordenador fue algo totalmente insólito e inesperado».

Tras doctorarse en el MIT, Sutherland trabajó para el Ejército y hasta 1965 dirigió la IPTO, siglas en inglés de Oficina de Técnicas de Procesado de Información, de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada (ARPA) del Departamento de Defensa de Estados Unidos. Desde ese puesto impulsó la primera conexión a distancia entre dos ordenadores: el gran TX-2, en el MIT, y el Q-32, situado en California (Leonard Kleinrock, Premio Fronteras del Conocimiento 2015 en TIC, tuvo un papel clave en ese llamado *primer tramo de Internet*, completado en 1969).

Fue su siguiente etapa como profesor en la Universidad de Harvard la que condujo al desarrollo del primer casco de realidad virtual. En una visita a la fábrica de helicópteros militares Bell Helicopter, Sutherland se había fijado en un casco conectado a una cámara que permitía al piloto ver en infrarrojo: «Me di cuenta de que podíamos sustituir la cámara por un ordenador y ver así un mundo matemático sintético, dentro del

and occupying over 90 m² of space), equipped with a cathode ray monitor and a light pen to select individual pixels; then widely used in military systems to quickly mark the positions of aircraft detected by radar.

With Sketchpad, it became possible to draw lines and combine them to build figures, manipulate them and specify relationships between segments and arcs. The finished drawings could then be copied, rotated, moved and enlarged or reduced. A 1963 film shows Sketchpad being demonstrated to a reporter: "We're going to show you a man actually 'talking' to a computer," they tell him; "Surely not with his voice?" comes the response. It is hard now to imagine what a revolutionary idea it was to be able to interact easily with a computer in real time. As Sutherland himself puts it, "being able to draw on a computer screen was totally unusual and unexpected."

After completing his PhD at MIT, Sutherland worked for the U.S. Army, where he headed the Information Processing Techniques Office (IPTO) of the Defense Department's Advanced Research Project Agency (ARPA) up to 1965. From this post, he lent his weight to the first long-distance connection between two computers, the mighty TX-2 at MIT and the Q-32 in California (Leonard Kleinrock, 2015 Frontiers of Knowledge awardee in ICT, had a key role in this inaugural host-to-host communication, established in 1969).

It was during his next stage as a professor at Harvard University that he found inspiration for the first virtual reality head-mounted display. While visiting the Bell Helicopter military factory, Sutherland's attention had been drawn to a headset connected to a ground-facing camera that enabled the pilot to see in infrared: "I realized that we could substitute a computer for the camera and thus see into a mathematical, synthetic world inside the computer," he explains. "That seemed like an interesting thing to do for architecture, medicine, engineering and science."

The new device, created in 1968 and viewed as a precursor of today's virtual reality systems, was nicknamed The Sword of Damocles on account of its weight. In the original paper describing its operation,

ordenador —explica—; parecía algo interesante para la arquitectura, la medicina, la ingeniería o la ciencia».

El nuevo dispositivo, creado en 1968 y considerado antecesor de los sistemas actuales de realidad virtual, fue llamado espada de Damocles por su gran peso. En la publicación original que lo describe, Sutherland explica su objetivo: rodear al usuario con una imagen tridimensional que «debe cambiar exactamente de la misma manera en que lo haría un objeto real» cuando la persona mueve la cabeza; el objeto virtual «parece estar suspendido en el espacio alrededor del usuario».

En 1968 Sutherland se trasladó a la Universidad de Utah, y más tarde al Instituto Tecnológico de California. Actualmente es profesor visitante en la Universidad Estatal de Portland. Sutherland ha tenido además un profundo impacto en la industria al fundar varias compañías, como Evans & Sutherland Computer Corporation, Picture Design Group y Sutherland, Sproull & Associates. Esta última fue adquirida por Sun Microsystems para formar Sun Microsystems Laboratory, de la que Sutherland fue vicepresidente. Es autor de 75 patentes, la primera obtenida en 1956, y ha sido mentor de los fundadores de algunas de las empresas más exitosas del sector, como Pixar o Adobe.

Ivan Sutherland solo se permite una certeza sobre el futuro, y es que depende del arrojo de la juventud: «Las personas jóvenes son maravillosas; no saben lo que no se puede hacer, así que van y lo hacen». Le ocurrió a él mismo: «No tenía idea del trabajo que llevaría», escribe en su publicación sobre la espada de Damocles. Con la misma franqueza habla de la diversión como motor de su carrera: «Sin mi dosis diaria de tecnología, me pongo de mal humor —ha comentado—. Creo que la tecnología es divertida, en especial cuando entran en juego los ordenadores (...). He rechazado trabajos bien pagados que carecían de esa diversión. Si la tecnología que haces no te divierte, quizás quieras buscar otro trabajo. Sin la diversión, ninguno seguiríamos en esto».

Sutherland explained that his goal was to surround the user with a three-dimensional image that “must change in exactly the way that the image of a real object would” when the observer moves their head. The objects projected “appear to hang in the space all around the user.”

In 1968, Sutherland joined the faculty at the University of Utah, moving on some few years later to California Institute of Technology. He is currently a Visiting Scientist at Portland State University. His profound influence has also extended to industry, with the founding of companies like Evans & Sutherland Computer Corporation, Picture Design Group and Sutherland, Sproull & Associates, the latter acquired by Sun Microsystems to form Sun Microsystems Laboratory, where Sutherland would remain for several years as Vice-President. Not only does he himself hold 75 patents, the earliest obtained in 1956, but he has mentored the founders of some of the sector’s most thriving firms, including Pixar and Adobe.

Sutherland is sure of one thing only about the future; that it will depend entirely on the next generation’s spirit of inquiry: “Young people are wonderful. They don’t know what they can’t do, so they go ahead and do it.” He speaks from experience: “I had no idea how much effort would be involved,” he wrote in his paper on The Sword of Damocles. And he is equally forthright about how the quest for diversion has driven his career: “When denied my minimum daily adult dose of technology, I get grouchy,” he admits. “I believe that technology is fun, especially when computers are involved (...). I have turned down several lucrative administrative jobs because they would deny me that fun. If the technology you do isn’t fun for you, you may wish to seek other employment. Without the fun, none of us would go on.”



Más información:



More information:



Joos Vandewalle

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, 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. Es *fellow* del Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE).

Ron Ho

Secretario del jurado

Es director de Ingeniería de Silicio en Facebook, puesto al que llegó tras haber sido director senior de Ingeniería en Intel, donde dirigió al equipo responsable de construir los circuitos de comunicación de alta velocidad, básicos para los sistemas de computación a gran escala. Empezó su carrera en 1993, construyendo microprocesadores en Intel y trabajando en el diseño del 80486, Pentium, Pentium 2 e Itanium 3. A continuación se incorporó como *Distinguished Engineer* a Sun Microsystems y en 2010 se convirtió en el primer arquitecto de *hardware* de Oracle. Es titular de sesenta patentes y autor de más de cien artículos sobre circuitos y sistemas.

Liz Burd

Es vicerrectora adjunta de Aprendizaje y Enseñanza en la Universidad de Newcastle (Australia), institución a la que se incorporó tras ser profesora en la Universidad de Durham (Reino Unido) durante dos décadas. Experta en ciencias de la computación, entre 2010 y 2012 fue vicepresidenta de Actividades Educativas del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), un puesto que le ha permitido promover internacionalmente la enseñanza en las áreas de ciencia, tecnología e ingeniería. Es receptora de un premio National Teaching Fellowship, y del galardón 2008 IEEE Computer Science and Engineering Undergraduate Teaching Award.

Georg Gottlob

Es catedrático de Informática en la Universidad de Oxford (Reino Unido) y catedrático adjunto en Ciencias de la Computación en la Universidad Tecnológica de Viena (Austria). Investiga en algoritmos, teoría de bases de datos, inteligencia artificial y procesamiento de datos web, y particularmente en sus aplicaciones en optimización de búsquedas, teoría de juegos y comercio electrónico. 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.

Oussama Khatib

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). En 2017 obtuvo el IEEE Technical Field Award in Robotics and Automation y en 2018 fue elegido miembro de la Academia Nacional de Ingeniería de Estados Unidos.

Rudolf Kruse

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 minería 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).

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 centers on mathematical system theory and its applications, circuit theory, control and optimization, signal processing and neural networks. He is a Fellow of the Institute of Electrical and Electronics Engineers.

Committee secretary

Director of Silicon Engineering at Facebook, which he joined from the post of Senior Director of Engineering at Intel Corporation, where he led a team responsible for building the high-speed communication circuits central to large-scale computer systems. He started his career in 1993 building microprocessors at Intel, working as a designer on the 80486, Pentium, Pentium 2 and Itanium 3 processors. He was later named a Distinguished Engineer at Sun Microsystems, and in 2010 became the first Hardware Architect at Oracle. He has over 60 issued U.S. patents and has published over 100 technical papers on circuits and systems.

Pro Vice-Chancellor in Learning and Teaching at the University of Newcastle (Australia), which she joined after two decades teaching at Durham University (United Kingdom). An expert in computer science, she has been Vice-President of Educational Activities for the IEEE Computer Society (2010-2012), a role that gave her the opportunity to influence the development of international education within the science, technology and engineering disciplines. Her distinctions include a National Teaching Fellowship and the 2008 IEEE Computer Science and Engineering Undergraduate Teaching Award.

Professor of Computer Science at the University of Oxford and Adjunct Professor of Computer Science at Vienna University of Technology (TU Wien) (Austria). His research interests lie in algorithms, database theory, artificial intelligence and web data processing, with applications in query optimization, game theory and electronic commerce. He is a Fellow of the Royal Society, and a member of the Austrian Academy of Sciences, the German Academy of Sciences (Leopoldina) and the Academia Europaea.

Professor of Computer Science and Director of the Robotics Laboratory at Stanford University (United States). His research work encompasses statistics, artificial intelligence, expert systems, artificial neural systems, fuzzy systems and data mining, and has led to a number of industrial applications. He is a Fellow of the International Fuzzy Systems Association, the European Coordinating Committee for Artificial Intelligence and the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). In 2017 he was distinguished with the IEEE Technical Field Award in Robotics and Automation, and in 2018 was elected to the U.S. National Academy of Engineering.



Jurado

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

Tecnologías de la Información y la Comunicación

Mario Piattini

Es catedrático de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Castilla-La Mancha y director del Grupo de Investigación Alarcos, especializado en calidad de los sistemas de información. Sus áreas de trabajo incluyen la calidad en el desarrollo de *software*, ingeniería de negocio, nuevas tendencias de reingeniería y sostenibilidad. Es director fundador del Instituto de Tecnologías y Sistemas de Información de la Universidad de Castilla-La Mancha. Es, entre otras distinciones, Premio Nacional de Informática 2016 en la categoría Aritmel.

Professor of Computer Languages and Systems at the University of Castilla-La Mancha, and leader of the Alarcos Research Group, focusing on the quality of information systems. His areas of interest include quality in software development, business engineering, new directions in reengineering and sustainability. He is founding director of the Instituto de Tecnologías y Sistemas de Información (ITSI) at the University of Castilla-La Mancha. Among other distinctions, he holds the 2015 National Computing Award in the “Aritmel” category.

Mención del acta

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Tecnologías de la Información y la Comunicación ha sido concedido en su undécima edición a **Ivan Sutherland** por sentar las bases de una interacción hombre-ordenador intuitiva y potente.

Considerado el *padre de los gráficos por ordenador*, el doctor Ivan Sutherland ha liderado de forma pionera la transición de una interacción con los ordenadores basada en texto a otra gráfica. A lo largo de sus más de sesenta años de carrera ha aunado su profundo conocimiento de la tecnología con la comprensión del comportamiento humano, para lograr transformar la interacción de las personas con los ordenadores. Hoy en día cualquier usuario de ordenador o de *smartphone* se beneficia de su visión y de sus contribuciones.

El programa Sketchpad, que desarrolla en su tesis doctoral, emplea un lápiz óptico con el que dibujar directamente en una pantalla, ampliar o reducir la imagen y transformar objetos. Estas ideas fueron revolucionarias en un momento en el que la mayoría de los usuarios aún empleaba tarjetas perforadas o introducía comandos en el teclado.

En la Universidad de Harvard construyó, junto a sus estudiantes, la *espada de Damocles*, un casco con la capacidad de seguir la mirada del usuario y al que se considera el primer sistema de realidad virtual. En su etapa en la Universidad de Utah tuvo como estudiantes a Jim Clark, fundador de Silicon Graphics y Netscape, o Edwin Catmull, que más tarde crearía Pixar.

Autor de más de sesenta patentes estadounidenses, ha creado empresas como Evans and Sutherland, pionera en el desarrollo de gráficos 3D, o Sutherland, Sproull and Associates, que Sun Microsystems adquirió como embrión de Sun Labs, donde se dedicó a la computación a gran escala y la teoría e implementación de circuitos asíncronos.

Committee

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

Information and Communication Technologies

41

Excerpt from award citation

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Information and Communication Technologies goes, in this eleventh edition, to **Ivan Sutherland**, for laying the foundations for intuitive and powerful human-computer interaction.

The “father of computer graphics,” Dr. Sutherland pioneered the move from text-based to graphical computer displays. Over a 60-year career, he has continually focused on pairing a deep knowledge of technology with an understanding of human behavior to transform computer interaction. Everybody using a computer or a smartphone today benefits from his vision and contributions.

The Sketchpad program, which he developed in his doctoral thesis, provided a light pen and commands to draw directly on a computer display, zoom in and out, and transform objects. These ideas were revolutionary when most users still keyed in commands on teletypes or punch cards.

As a professor at Harvard University, Sutherland and his students created “the Sword of Damocles,” considered to be the first “virtual reality” system, with potential to track the user’s gaze. Later, at the University of Utah, his students included Jim Clark, founder of Silicon Graphics and Netscape, and Edwin Catmull, who went on to found Pixar.

Holder of more than sixty U.S. patents, among his various business ventures, he was a founder of Evans and Sutherland, which pioneered 3D graphics hardware, and Sutherland, Sproull, and Associates, purchased by Sun Microsystems to seed the fledgling Sun Labs, where he worked on large-scale computer servers and the theory and implementation of asynchronous circuits.

42

«Tenemos que reconocer el papel que desempeña la naturaleza en sostener nuestra vida antes de que sea demasiado tarde».

“We have to recognize the role nature plays in sustaining our lives before it is too late.”

Gretchen Cara Daily

«Sin comunidades naturales la sociedad humana se quedaría sin muchos servicios que hoy se dan por hechos».

“Without functioning natural communities, human societies would lose out on many benefits we now take for granted.”

Georgina Mace

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

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award
Ecology and Conservation Biology





Gretchen Cara Daily

Georgina Mace

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

El valor de conservar la naturaleza

Una concatenación de fenómenos climáticos extremos provocaron en 1998 las inundaciones más graves sufridas por China en el último siglo. Su saldo, más de 4.000 fallecidos y casi 14 millones de personas sin hogar, hubiera sido menor de haber conservado el país bosques capaces de absorber la lluvia, pero por entonces casi toda la cubierta forestal de China había sido transformada en suelo agrícola. Ahora, veinte años después de esa catástrofe, China lidera el mayor programa de reforestación jamás llevado a cabo en el planeta. Aunque sigue necesitando cultivos para generar alimentos. ¿Cómo conjugar ambos objetivos? Para lograrlo, la comunidad científica china ha recurrido a un programa que ayuda a introducir, en las decisiones sobre gestión del territorio, los bienes que proporciona la naturaleza como, por ejemplo, evitar inundaciones.

Ya son más de 180 los países que emplean ese mismo programa para impulsar su bienestar apoyándose en los servicios que prestan los ecosistemas, en un modelo en el que *todos ganan* —economía y naturaleza—. Una de las principales promotoras de este cambio de paradigma es Gretchen Daily, ganadora del Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Ecología y Biología de la Conservación. Comparte el premio con Georgina Mace, cuya labor ha sido clave en la creación de otro instrumento esencial en el diseño de estrategias de conservación: la Lista Roja de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (IUCN).

Daily, de la Universidad de Stanford, y Mace, del University College de Londres, son consideradas por el jurado dos ecólogas «visionarias», que han desarrollado herramientas indispensables a la hora de «aplicar políticas que combaten la pérdida de especies» basándose en el conocimiento científico. En la contribución de cada una de ellas ha jugado un papel

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award
Ecology and Conservation Biology

45

The value of conserving nature

In 1998, a chain of extreme climate events unleashed the worst flooding suffered by China in the last one hundred years. The toll, over 4,000 dead and almost 14 million left homeless, could have been lessened if the country had conserved forests capable of soaking up the precipitation, but by then almost all China's tree cover has been cleared to make way for cropland. Now, twenty years on from the disaster, China leads the world with the most ambitious reforestation program ever undertaken. But it still needs crops to provide food. How can these two goals be reconciled? To do so, the Chinese scientific community has turned to a program that allows the goods supplied by nature, flood prevention among them, to be accounted for in land management decisions.

More than 180 countries are currently employing this program to increase their prosperity through the services performed by ecosystems, in a model that is “win-win” for the economy and nature. One of the prime movers in this paradigm shift is Gretchen Daily, winner of the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Ecology and Conservation Biology. She shares the prize with Georgina Mace, whose work was pivotal in the creation of another vital instrument for the design of conservation strategies: the Red List of the International Union for the Conservation of Nature (IUCN).

Daily, of Stanford University, and Mace, of University College London, are two “visionary” ecologists, in the words of the award committee, who have developed vital tools facilitating science-based policies “to combat species loss.” At the heart of both women’s approach, the citation adds, is a “recognition of the value of the services provided by nature,” which are habitually taken for granted and, for that reason, excluded from the costs of growth.

Daily desarrolló un programa que introduce los bienes que proporciona la naturaleza en las decisiones sobre gestión del territorio. Mace estableció los criterios de inclusión en la Lista Roja de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (IUCN). Ambas aportaciones son clave en el diseño de estrategias de conservación.

Daily developed a program that enables the goods supplied by nature to be factored into land management decisions. Mace established the criteria for including species in the Red List of the International Union for the Conservation of Nature (IUCN). Both contributions provide a touchstone for the design of conservation strategies.

«central» el «reconocimiento de que los servicios que nos proporciona la naturaleza tienen valor», frente a la tendencia a darlos por supuesto y, por tanto, a no incluirlos en los costes del crecimiento.

Tanto Gretchen Daily como Georgina Mace alertan de la gravedad de la actual crisis de biodiversidad: «A lo largo de la historia hemos erosionado la diversidad y la abundancia de las demás formas de vida en la Tierra, y no hay evidencias de que esa pérdida de especies se esté frenando», señala Mace, enfatizando que «necesitamos actuar ya».

Daily, por su parte, advierte de que «la destrucción de la naturaleza nos lleva al suicidio. Tenemos que reconocer el papel que desempeña la naturaleza en sostener nuestra vida antes de que sea demasiado tarde».

La primera contribución esencial de Mace fue definir qué criterios científicos deciden la inclusión de una especie en la Lista Roja. Cuando empezó a usarse, en los años sesenta, la lista se basaba en recomendaciones subjetivas de expertos. Entre finales de los ochenta y principios de los noventa, Mace coordinó el trabajo para identificar qué parámetros indican un riesgo alto de extinción —factores como el tamaño de la población, el ritmo al que disminuye o su zona de distribución—. La Lista Roja empezó a guiar las políticas de conservación en 2005 y hoy incluye información de 90.000 especies.

Más tarde Mace enfocó su investigación hacia el concepto de servicios ecosistémicos, y es esta el área en que sus intereses se solapan con los de Daily: «Nuestro bienestar depende de la existencia de comunidades naturales sanas», asegura Mace; sin ellas «la sociedad humana se quedaría sin muchos servicios que hoy se dan por hechos».

Mace se refiere a servicios con impacto ya claramente medible en la economía, como la polinización o el control de plagas, pero también a otros como la preventión de la erosión o de los daños por el aumento del nivel del mar. No menos valiosos son el bienestar para la salud física y mental del ser humano, contribuciones «fundamentales de la naturaleza», afirma Mace.

Both Gretchen Daily and Georgina Mace are at pains to point out the gravity of today's biodiversity crisis: "Over the course of human history, we have gradually eroded both the diversity and the abundance of all the rest of life on Earth," warns Mace. Not only that, "there is no evidence that these losses are slowing, making it urgent that we act now."

Daily concurs, adding that "the destruction of nature sets us on a suicidal course. We have to recognize the role nature plays in sustaining our lives before it is too late."

Mace's first major contribution was to define the scientific criteria for including species in the Red List. When the list came into use in the 1960s, it was drawn up on the sole basis of experts' subjective recommendations. This was before Mace stepped in during the late 1980s early 1990s, coordinating the effort to define ecological parameters that would indicate a relatively high risk of species extinction; factors like population size, the rate at which the population is declining or its distribution area. The Red List was adopted as a yardstick for conservation policies in 2005, and now provides information on 90,000 species.

She next turned her research attention to the concept of ecosystem services, an area where the two laureates' interests overlap. "The wellbeing of many people worldwide depends on the existence of functioning natural communities," says Mace. For without them, "human societies would lose out on many benefits that we now take for granted."

Mace refers here not only to services like pollination or natural pest control, with an evident and measurable impact in the economy, but also other services like preventing erosion or limiting the damage caused by sea-level rise. No less important are the benefits for humanity's physical and mental health, which she describes as "fundamental contributions of nature."

Daily, meantime, was determined that her research would not be confined to "describing how the planet is coming apart and not doing anything about it." The solution. To embed the concept of ecosystem services in a new software program, InVEST (an acronym for

Por su parte, consciente de que su investigación no podía limitarse a «describir cómo el planeta se rompe sin hacer nada al respecto», Daily convirtió el concepto de servicios ecosistémicos en la base del programa informático InVEST (acrónimo en inglés de Evaluación Integrada de Servicios Ecosistémicos e Intercambios). InVEST compara distintos escenarios y ayuda así a apreciar el coste real —con sus consecuencias— de las actuaciones barajadas, ya sea desecar un humedal o eliminar los manglares de la costa para construir hoteles. El programa, de descarga gratuita, ha sido desarrollado en colaboración con expertos de numerosas áreas —incluidas las ciencias sociales y la economía— dentro del marco de la sociedad Natural Capital Project, cofundada por Daily en 2006 y en la que participan 250 organismos de todo el mundo.

En China, por ejemplo, InVEST ha ayudado a identificar servicios de la naturaleza que no pueden ser pasados por alto, como el control de las tormentas de arena, el suministro de agua potable, la estabilización del suelo o la prevención de inundaciones. Esta información ha permitido llevar a cabo un análisis coste-beneficio que ha guiado la planificación del territorio.

No es el único ejemplo. Las aplicaciones de este programa en la gestión de ecosistemas y economías han dado lugar a varias publicaciones científicas. En la costa de Belice ha permitido diseñar una estrategia que beneficia «a las personas y a la naturaleza», escriben los investigadores en la revista *PNAS*. Su plan, basado en la protección de la costa y en la promoción del turismo, obtiene mejores resultados económicos y ambientales que otros orientados «bien a la conservación, bien al desarrollo».

Para Daily, esa es la pregunta clave: «Cómo lograr un desarrollo inclusivo y verde que asegure el futuro tanto de las personas como de la naturaleza».

Integrated Valuation of Ecosystem Services and Trade-offs). InVEST compares alternative scenarios to arrive at an estimate of the real cost – with consequences – of each course of action, whether it be draining a wetland or removing the mangrove cover along a coast to make room for hotels. The program is free to access and has been developed with experts in multiple areas, including social sciences and economics, under the aegis of the Natural Capital Project co-founded by Daily in 2006, with the involvement of 250 research groups around the world.

In China, for instance, InVEST has helped identify natural services that society ignores at its peril, such as sandstorm control, drinking water supply, land stabilization or the prevention of flooding. And this information has been factored into cost-benefit analyses for guiding land-use plans.

There are more examples. The program's application in ecosystem and economic management has been described in several scientific papers. On the coast of Belize, it has been used to design a strategy benefiting both “people and nature,” say researchers writing in the journal *PNAS*. Their plan, centered on coastal protection and the promotion of tourism, will yield greater economic and environmental returns than scenarios oriented toward “either conservation or development goals.”

This, for Daily, is the vital question: “How we can switch over to inclusive, green development, so that we secure a future in which both people and nature can thrive.”



Más información:

Gretchen Cara Daily

Georgina Mace



More information:

Gretchen Cara Daily

Georgina Mace


Emily S. Bernhardt

Presidenta del jurado
Es titular de la Cátedra Jerry G. y Patricia Crawford Hubbard en el Departamento de Biología en la Universidad de Duke (Estados Unidos) y trabaja en biogeoquímica, ecología del ecosistema, ecología acuática, ecología urbana y restauración científica. Lidera, además, la investigación del Programa de Macrosistemas «Definición de biomas de corrientes para comprender y pronosticar el cambio de ecosistemas», que lleva a cabo la Fundación Nacional para la Ciencia (Estados Unidos). Es *past president* de la Sociedad para la Ciencia del Agua Dulce y ha recibido el Premio Mercer de la Sociedad Americana de Ecología, entre otras distinciones.

Committee chair

Jerry G. y Patricia Crawford Hubbard Professor in the Department of Biology at Duke University (United States), where she works in biogeochemistry, ecosystem ecology, aquatic ecology, urban ecology and restoration science. She is also Lead Principal Investigator on the Macrosystems Program “Defining stream biomes to understand and forecast ecosystem change” currently being carried out by the U.S. National Science Foundation. A past president of the Society for Freshwater Science, her honors include the Mercer Award of the Ecological Society of America.

Pedro Jordano

Secretario del jurado
Es profesor de investigación del Departamento de Ecología Integrativa en la Estación Biológica de Doñana del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Su investigación se centra en el estudio de la diversidad biológica desde perspectivas ecológicas y evolutivas, con especial foco en cómo las interacciones entre plantas y animales modulan sistemas ecológicos complejos. Preside el Programa de Ciencias y Tecnologías Medioambientales de la Agencia Estatal de Investigación (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades) y es Premio Mercer de la Sociedad Americana de Ecología, entre otras distinciones.

Committee secretary

Research Professor in the Department of Integrative Ecology at the Estación Biológica de Doñana, Spanish National Research Council (CSIC). His research centers on the study of biodiversity from both ecological and evolutionary standpoints, with a particular accent on how plant-animal interactions shape complex ecological systems. He currently heads the Environmental Science and Technology Program of Spain's National Research Agency (under the Ministry of Science, Innovation and Universities) and holds the Mercer Award of the Ecological Society of America.

Paul M. Brakefield

Es director del Museo Universitario de Zoología y catedrático en el Departamento de Zoología de la Universidad de Cambridge (Reino Unido). Especializado en biología evolutiva, 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.

Professor of Zoology and Director of the Museum of Zoology at the University of Cambridge (United Kingdom). An evolutionary biologist, he has specialized in *Bicyclus anynana*, an African butterfly which he uses to study the genes that regulate developmental mechanisms, how the way in which development builds morphologies can contribute to shaping evolutionary trajectories, and the roles of metabolic, physiological and morphological traits in ecological adaptation. Past president of the Linnean Society of London, a Fellow of the Royal Society and a Foreign Fellow of the Royal Dutch Academy of Arts and Sciences.

Anna Liisa Laine

Es catedrática de Ecología en el Departamento de Biología Evolutiva y Estudios Medioambientales de la Universidad de Zúrich (Suiza) y catedrática visitante y directora del Centro de Investigación del Cambio Ecológico del Programa de Investigación en Biología Evolutiva y de los Organismos de la Universidad de Helsinki (Finlandia). Sus principales áreas de investigación son la dinámica ecológica y evolutiva de la interacción entre especies y la medición y sostenibilidad de la biodiversidad. Es vicepresidenta de la Sociedad Europea de Biología Evolutiva y, entre otras distinciones, miembro de la Academia Nacional de Ciencias de Finlandia.

Professor of Ecology in the Department of Evolutionary Biology and Environmental Studies at the University of Zurich (Switzerland), and Visiting Professor and Director of the Research Centre for Ecological Change within the Research Program in Organismal and Evolutionary Biology at the University of Helsinki (Finland). Her research focuses on the ecological and evolutionary dynamics of species interactions and the measurement and sustainability of biodiversity. She is Vice-President of the European Society of Evolutionary Biology and a member of the Finnish National Academy of Sciences.

Joanna E. Lambert

Es catedrática de Estudios Medioambientales, Ecología y Biología Evolutiva en la Universidad de Colorado Boulder (Estados Unidos). Su investigación se centra en la plasticidad fenotípica de la biología de la alimentación en primates y carnívoros, y sus implicaciones para la resiliencia, la coexistencia y la tolerancia al estrés antropogénico. Cofundadora de la Sociedad Noroccidental de Conservación de los Primates, ha sido asesora del Programa Medioambiental de la ONU y es miembro del Grupo de Especialistas en Primates de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Professor of Environmental Studies, Ecology and Evolutionary Biology at the University of Colorado Boulder (United States). Her research focuses on phenotypic plasticity in primate and carnivore feeding biology, and its implications for species resilience and coexistence and for tolerating anthropogenic stress. Co-founder of the Northwest Primate Conservation Society, she has served as advisor to the UN Environmental Program, and belongs to the Primate Specialist Group of the International Union for the Conservation of Nature.

Rik Leemans

Catedrático y director del Grupo de Análisis de los Sistemas Medioambientales de la Universidad de Wageningen (Países Bajos). Lidera proyectos de investigación interdisciplinarios 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 IV Informe del IPCC que recibió el Premio Nobel de la Paz en 2007.

Professor and Director of the Environmental Systems Analysis Group at Wageningen University (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

Committee

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

Ecology and Conservation Biology

Mención del acta

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Ecología y Biología de la Conservación ha sido concedido en su undécima edición a **Gretchen Cara Daily** y **Georgina Mace** por desarrollar herramientas para reconocer el valor de la conservación en la protección de la biodiversidad.

Daily y Mace han liderado el proceso de documentar la alarmante pérdida de biodiversidad global en la sexta extinción por la que atraviesa nuestro planeta. Son visionarias que han desarrollado herramientas, equipos y políticas para combatir la pérdida de especies. En el trabajo de ambas juega un papel central el reconocimiento de que los servicios que nos proporciona la naturaleza tienen valor, así como la exigencia de armonizar las necesidades de la conservación con las sociales.

Daily contribuyó a lograr que los servicios ecosistémicos obtuvieran un amplio reconocimiento a través de su obra seminal *Nature's services* y ha desarrollado InVEST, una herramienta que introduce el valor de los bienes que proporciona la naturaleza en la toma de decisiones sobre conservación y que, a través del Proyecto Capital Natural, está siendo utilizada ya en numerosos países de todo el mundo.

El empleo de métodos comparativos para evaluar la viabilidad de las poblaciones animales y los efectos de la endogamia, aplicado a poblaciones pequeñas, convirtieron a Mace en una experta en dinámica de las poblaciones y riesgo de extinción y una de las fundadoras de la biología de la conservación. Ha desempeñado un papel esencial en el desarrollo de criterios científicos robustos para determinar la inclusión de una especie en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, lo que ha tenido un impacto profundo en la ciencia y las políticas conservacionistas.

Aunque nunca han trabajado juntas, su impacto en la conservación global ha sido muy sinérgico, realizando avances clave para vincular la ciencia de la ecología y la práctica de la conservación.

Excerpt from award citation

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Ecology and Conservation Biology goes, in this eleventh edition, to **Gretchen Cara Daily** and **Georgina Mace**, for developing the currencies of conservation for biodiversity protection.

Leaders in documenting the alarming declines in global biodiversity in the midst of our planet's sixth extinction crisis, Daily and Mace are visionaries who have each developed tools, teams and policies to combat species loss. Central to the approach of each scientist has been their recognition of the value of nature and the necessity of harmonizing conservation and societal needs.

Daily's seminal book *Nature's Services* helped to inspire widespread recognition of ecosystem services. She also developed the InVEST framework to map, quantify and value these services, which, through the Natural Capital project, is now being brought to bear on conservation decisions throughout the world.

Mace was among the first to employ comparative methods to evaluate animal population viability and the effects of inbreeding. Her study of small populations made her an expert on the dynamics of population decline and extinction risk, and positioned her as a founder of conservation biology. She played a key role in developing robust scientific criteria for listing species on the International Union for the Conservation of Nature's Red List, with a profound impact on conservation science and policies.

While they have never worked directly together, their impact on global conservation has been strongly synergistic, with each making key advances in pursuing the links between the science of ecology and the practice of conservation.

«El nivel del mar está aumentando, y ese aumento se está acelerando».

“Sea level is rising,
and the rise is accelerating.”

Anny Cazenave

«Si no reducimos las emisiones de gases de efecto invernadero, el nivel del mar podría subir un metro o más a finales de siglo».

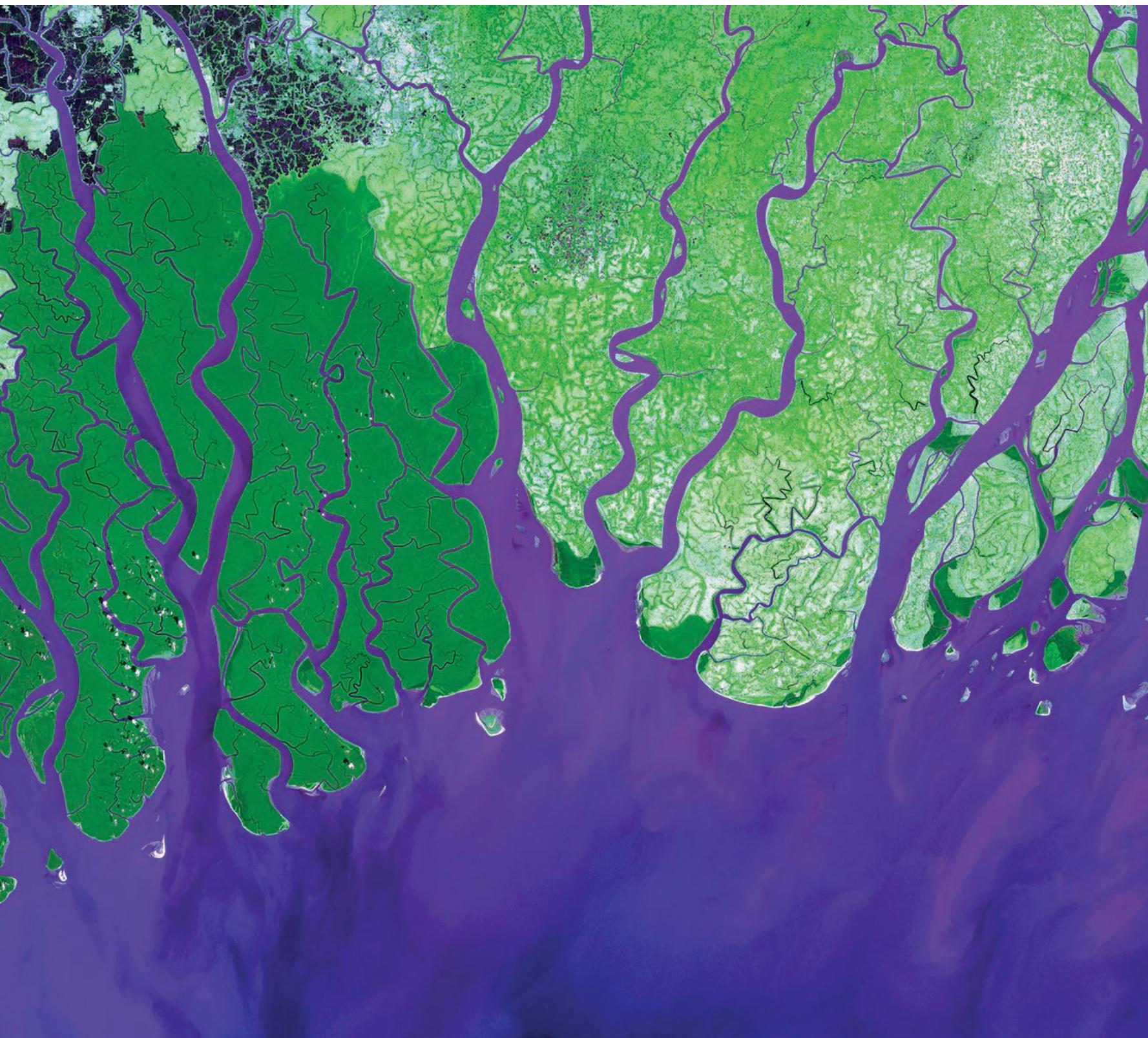
“If we fail to curb our emissions, we could see a sea-level rise of a meter or more by the end of this century.”

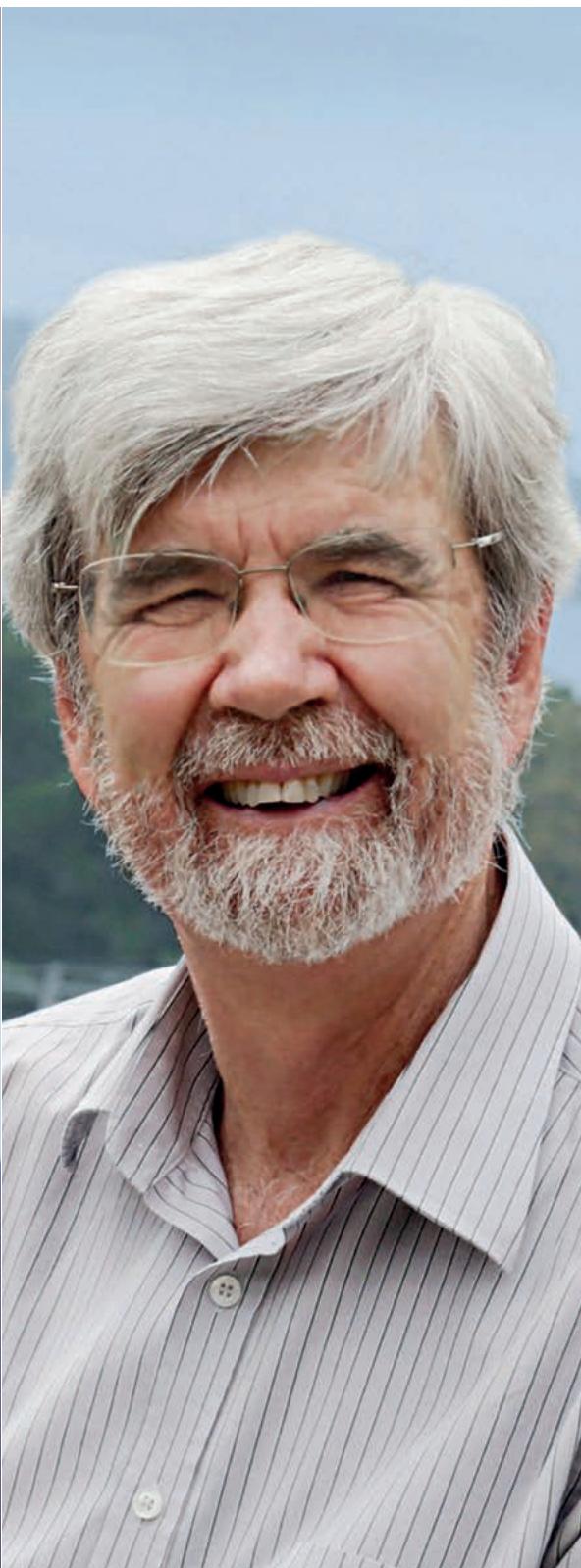
John A. Church

«Lo que hagamos ahora determinará el futuro».

“What we do now will decide the future.”

Jonathan Gregory





Anny Cazenave

John A. Church

Jonathan Gregory

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento
Cambio Climático

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award
Climate Change

53

El reto de afrontar el aumento del nivel del mar

No hay forma de dulcificar los hechos: «El nivel del mar está subiendo a un ritmo cada vez mayor. Si no reducimos las emisiones de gases de efecto invernadero, podríamos sufrir un aumento de un metro o más a finales de siglo». Son palabras del oceanógrafo australiano John Church, plenamente compartidas por la geofísica francesa Anny Cazenave y el físico británico Jonathan Gregory. Estos tres investigadores han liderado el esfuerzo de la comunidad científica internacional durante las últimas décadas por medir la influencia del calentamiento global sobre el nivel del mar, un tipo de información muy difícil de obtener. Como afirma el acta del jurado, las aportaciones de Cazenave, Church y Gregory han hecho posible «detectar, entender y proyectar la respuesta del nivel del mar al cambio climático debido a la acción humana», y por ello reciben el Premio Fronteras del Conocimiento.

Para los tres galardonados —y para el resto de la comunidad científica—, el aumento del nivel del mar es una realidad que debe abordarse con urgencia. Se sabe que un incremento de al menos medio metro es ya inevitable; además, se mantendrá durante siglos por la inercia del sistema climático. Ahora bien, cuánto más subirá el mar, y a qué ritmo, dependerá de en qué medida se logren reducir las emisiones contaminantes. «Lo que hagamos ahora determinará el futuro», afirma Gregory, catedrático del Departamento de Meteorología de la Universidad de Reading, en Reino Unido, y científico senior del Centro Nacional de Ciencia Atmosférica. Unos 250 millones de personas viven en áreas que resultarían muy afectadas con el aumento de un metro del nivel del mar; la vida en megaciudades como Shanghái, Bangkok o Tokio, y desde luego en las regiones costeras mediterráneas, podría cambiar drásticamente.

The challenge of sea-level rise

There is no escaping the hard truth: “Sea level is climbing at an increasing rate, and if we fail to curb our emissions, we could see a rise of up to a meter, maybe more, by the end of the century.” These words, spoken by Australian oceanographer John Church, are emphatically seconded by French geophysicist Anny Cazenave and British physicist Jonathan Gregory. The three have led the efforts of the worldwide scientific community in these past decades to measure how global warming is acting on sea levels; information that is by no means easy to obtain. Cazenave, Church and Gregory were selected by the committee to receive the Frontiers of Knowledge Award in Climate Change, “for outstanding contributions to detecting, understanding and projecting the response of sea level to anthropogenic climate change.”

For the new co-laureates – and the rest of the research community – rising sea level is a reality that demands urgent action. We know that an increase of at least half a meter is already locked in, and will endure for centuries to come due to the inertia of the climate system. But how much further it climbs, and at what rate, will depend on the progress we make in reducing pollutant emissions. “What we do now will decide the future,” affirms Gregory, a professor in the Department of Meteorology at Reading University in the United Kingdom, and a senior scientist in the National Centre for Atmospheric Science. Around 250 million people live in zones that would be seriously affected by a one-meter rise in sea level; and life in megacities like Shanghai, Bangkok or Tokyo, and of course in the coastal regions of the Mediterranean, could be drastically altered as a result.

Achieving certainty in this area has been an arduous process. The average global increase recorded in the

El trabajo de Cazenave, Church y Gregory confirma el aumento acelerado del nivel del mar. Se sabe que un incremento de al menos medio metro es ya inevitable, y este aumento además se mantendrá durante siglos. Ahora bien, cuánto más subirá el mar, y a qué ritmo, dependerá de en qué medida se logre reducir las emisiones de CO₂. Para los galardonados el reto es “urgente”.

The work done by Cazenave, Church and Gregory has confirmed that sea level is climbing fast. A rise of at least half a meter is already locked in and will endure for centuries to come. How much further it climbs, and at what rate, will depend on our progress in reducing CO₂ emissions. For the awardees, the problem is now “urgent.”

Lograr certezas en esta área no ha sido fácil. La subida global media registrada en el último cuarto de siglo —un dato ya considerado sólido— es de unos 8 centímetros. Se produce a un ritmo de unos 3 milímetros al año, que además se está acelerando. Teniendo en cuenta que a lo largo de la historia de la Tierra el nivel del mar ha variado de forma natural en cientos de metros —hace 20.000 años era 120 metros inferior al de ahora, y en los últimos 5.000 años ha subido dos metros—, detectar cambios de milímetros a escala planetaria es toda una hazaña. Y aún más conseguir demostrar que la causa del cambio es, ya sin duda, la acción humana.

En la conquista de este conocimiento ha sido esencial el trabajo de los tres galardonados. En primer lugar, era indispensable contar con un buen registro temporal del nivel del mar lo más extenso posible. Se obtuvo por medio de las observaciones de satélite iniciadas a principios de los noventa, que gracias a su perspectiva global pusieron orden en los confusos datos de mareas que venían registrándose desde hacía décadas en las costas. Así, fue el trabajo de Cazenave, pionera en la interpretación de medidas de satélite, el que proporcionó el primer conjunto de datos precisos y fiables sobre el nivel del mar a escala global. Cazenave es directora de Ciencias de la Tierra en el Instituto Internacional de Ciencias Espaciales en Berna, Suiza, y científica emérita en el Laboratorio de Estudios de Geofísica y Oceanografía Espaciales del Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES) en Francia.

Como ella misma ha explicado, «antes de la era de los satélites y los datos de altimetría, la única información que teníamos sobre el aumento del nivel del mar provenía de unos aparatos instalados en puertos, que no nos decían nada sobre el océano abierto; se sabía muy poco sobre este fenómeno». Cazenave y Church, catedrático de la Universidad de Nueva Gales del Sur, en Sidney (Australia), lograron reconciliar los datos de satélite con los registros locales de que se disponía, y determinaron así la evolución del nivel del mar en época reciente.

Para ampliar ese registro al pasado, y para hacer proyecciones de futuro, fueron importantes los modelos

last quarter century is around eight centimeters – a figure generally regarded as robust. And the rate of advance is some three millimeters a year... and rising. Given that sea level has varied naturally by hundreds of meters throughout Earth's history – 20,000 years ago it was 120 meters below its current levels, while in the last 5,000 years it has climbed by two – to detect millimetric changes on a global scale is an extraordinary feat. And still more so, to prove beyond doubt that human action is driving the change.

The work of the three awardees has been vital in securing this knowledge. The first imperative was to achieve a reliable seasonal record of sea level over the widest possible area. This was provided by the satellite observations initiated in the early 1990s, whose planetary perspective was able to impose order on the tide records gathered haphazardly for decades at points along the coasts. It was Anny Cazenave who led the way in interpreting the new satellite measurements to deliver the first accurate and reliable set of data on sea level globally. Cazenave is Director for Earth Sciences at the International Space Science Institute in Bern (Switzerland) and an emeritus scientist at the Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales (LEGOS), belonging to French space agency CNES.

As she herself explains, “before the satellite altimetry era beginning in the early 1990s, the only information we had about sea-level rise was from an instrument installed in ports, which gave no data on the open ocean. So very little was known about the phenomenon.” Cazenave and Church, a professor at the University of New South Wales in Sydney (Australia), were able to reconcile the new satellite data with existing local registers, and by this means build a solid record of sea-level change in the recent period.

The next steps were to extend their records into the past and draw up projections for the future, and it was here that Gregory's models came into their own. An expert in calibrating climate sensitivity to diverse factors, be it the rise in atmospheric CO₂ or the speed of ice melt, Gregory managed to integrate all the variables into simulations that project system behavior into the future, with a known margin of uncertainty.

desarrollados por Gregory, experto en determinar el grado de sensibilidad del sistema climático a los distintos agentes —ya sea el aumento de concentración del CO₂ atmosférico o el ritmo de deshielo—. Gregory integró todas las variables en simulaciones que proyectan al futuro el comportamiento del sistema, conociendo el grado de incertidumbre.

Apoyándose en estos avances, Church demostró finalmente en 2016 que, en efecto, desde 1970 la principal fuerza responsable del aumento del nivel del mar es el ser humano: más gases de efecto invernadero en la atmósfera calientan más el planeta, lo que estimula el deshielo de glaciares y casquetes polares, y además *hincha* el océano —el agua, más caliente, se expande—.

«Sigue habiendo incertidumbre respecto al futuro, sobre todo porque aún no entendemos bien qué ocurre en la Antártida y Groenlandia, pero a la par la certeza es cada vez mayor porque entendemos el cambio en el nivel del mar durante el último siglo, y sus causas. Entender el pasado nos permite predecir mejor el futuro —ha dicho Gregory—. Incluso en el mejor de los escenarios de reducción de emisiones, el aumento del nivel del mar no se estabilizará a finales del siglo XXI, sino que continuará durante siglos, porque la escala temporal para el calentamiento del océano profundo es de siglos o milenios. Sin embargo, sí podemos influir sobre cuánto y cómo de rápido aumentará el nivel del mar. No es demasiado tarde para mitigar el aumento y reducir su impacto».

«Este problema no solo es importante, sino urgente», ha insistido Church. «Muchos políticos reconocen su importancia, pero pocos asumen el grado de urgencia con el que debemos reaccionar. Reducir las emisiones para lograr un aumento de temperatura como mucho hasta 1,5 grados es un buen objetivo».

Más información:



Anny Cazenave



John A. Church



Jonathan Gregory

With the aid of these advances, Church showed conclusively in 2016 that from 1970 onwards human activity has been the chief factor behind sea-level rise. More greenhouse gases in the atmosphere mean a faster warming planet. And this, in turn, forces the melting of glaciers and polar ice caps, as well as literally causing the oceans to “swell,” since warmed water expands in volume.

“There is still uncertainty about tomorrow, especially as we are not completely sure of what is happening in Antarctica and Greenland, but our confidence has improved because we can now explain how and why sea level has changed over the last century. A better understanding of the past gives us more confidence in the future,” Gregory remarks. “Even in the best emission reduction scenario, sea-level rise is not stabilized at the end of the 21st century. It will proceed for many centuries to come, because the time scale for the warming of the deep ocean is centuries or millennia. However, we can have an influence on how much and how fast it will happen. We can’t stop the increase, but we are not too late to do something to mitigate it and reduce its impact.”

“This problem is not just important, it’s urgent,” Church insists. “Many politicians probably recognize its importance but few recognize how urgent a response is required. Reducing emissions to achieve a temperature increase no higher than 1.5 degrees is a good target.”

More information:



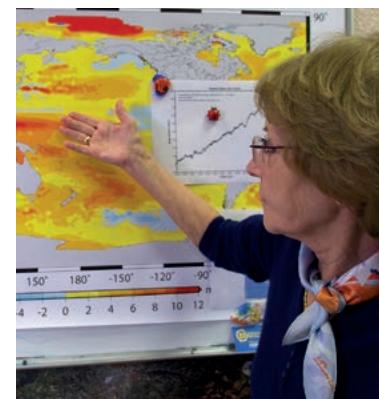
Anny Cazenave



John A. Church



Jonathan Gregory





Bjorn Stevens

Presidente del jurado
Es director del Instituto Max Planck de Meteorología (Hamburgo, Alemania), donde dirige el Departamento La Atmósfera en el Sistema Terrestre. Su investigación ha generado contribuciones fundamentales para la comprensión de la convección atmosférica, los aerosoles y las nubes, así como el papel de estos tres factores en el sistema climático. Es premio Clarence Leroy Meisinger de la Sociedad Americana de Meteorología y autor principal del Quinto Informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC).

Committee chair

Director of the Max Planck Institute for Meteorology (Hamburg, Germany), where he heads the Atmosphere in the Earth System Department. His research has made fundamental contributions to the understanding of atmospheric convection, aerosols and clouds, and the influence of these three factors on the climate system. He holds the Clarence Leroy Meisinger Award of the American Meteorological Society and served as a lead author of the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

Carlos M. Duarte

Secretario del jurado
Es titular de la Cátedra Tarek Ahmed Juffali en Ecología del Mar Rojo en la Universidad de Ciencia y Tecnología Rey Abdalá (Arabia Saudí) y catedrático del Departamento de Biociencia de la Universidad de Aarhus (Dinamarca). 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. Entre otros, ha recibido el Premio Nacional de Investigación Alejandro Malaspina y el Premio de la Excelencia del Consejo Internacional para la Exploración del Océano (ICES).

Committee secretary

Holder of the Tarek Ahmed Juffali Research Chair in Red Sea Ecology at King Abdullah University of Science and Technology (Saudi Arabia) and a professor in the Department of Bioscience at Aarhus University (Denmark). His research focuses on understanding the impacts of global change in marine ecosystems, addressing all components from microbes to megafauna. Among other honors, he has received the Alejandro Malaspina National Research Award and the Prix d'Excellence of the International Council for the Exploration of the Sea (ICES).

Sandrine Bony

Es directora de investigación en el Centro Nacional de Investigación Científica de Francia, en particular en el Laboratorio de Meteorología Dinámica de la Universidad de la Sorbona (París). Dirige el equipo de modelos climáticos del LMD y codirige el grupo de trabajo sobre modelos acoplados del Programa Mundial de Investigación del Clima, que coordina las simulaciones realizadas en todo el mundo y cuyas predicciones sirven de apoyo al Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. Es autora principal del Cuarto Informe del IPCC.

Director of Research with France's Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), working at the Laboratoire de Méteorologie Dynamique (LMD) of Sorbonne University (Paris). As well as heading the LMD's climate modeling team, she co-chairs the World Climate Research Program's Working Group on Coupled Modeling, which coordinates the climate simulations run by teams round the world and whose predictions serve as input to the Intergovernmental Panel on Climate Change. She was a lead author of the IPCC's Fourth Assessment Report.

Miquel Canals

Es director del Departamento de Dinámica de la Tierra y del Océano de la Universidad de Barcelona. Investiga los efectos del cambio climático en la dinámica y el ecosistema marinos, en particular la transferencia de la señal del cambio global hacia el océano profundo mediante procesos naturales de alta energía. Ha sido director asociado de investigación del Centro Nacional de Investigación Científica (CNRS) y experto evaluador de la Comisión Europea, la Fundación Europea de la Ciencia o la Fundación Nacional de la Ciencia de Estados Unidos.

Director of the Department of Earth and Ocean Dynamics at the University of Barcelona (Spain). His research concerns the effects of climate change on ocean dynamics and marine ecosystems, focusing on the transfer of the global change signal to the deep ocean by high-energy natural processes. A former Research Associate Director with the Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), he has served as an expert evaluator for the European Commission, the European Science Foundation and the U.S. National Science Foundation.

Martin Heimann

Director emérito del Departamento de Sistemas Biogeoquímicos del Instituto de Biogeoquímica Max Planck (Jena, Alemania). Su investigación aborda la biogeoquímica del ciclo global de carbono y la modelización y cuantificación de las interacciones entre los ciclos biogeoquímicos y los sistemas climáticos; y desarrolla sistemas de observación globales, continentales y regionales para gases traza de larga vida. Es miembro de la Academia Europaea, la Sociedad Max Planck y autor principal del Grupo de Trabajo I de distintos informes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC).

Alumni Chair Professor of Environmental Engineering and Science, and Professor of Engineering & Public Policy and Mechanical Engineering at Carnegie Mellon University (United States), where he was founding director of the Center for Energy and Environmental Studies and the Environmental Institute. His areas of research are energy and the environment, with a focus on climate change mitigation, technology innovation, and technology-policy interactions. He holds the Lyman A. Ripperton Environmental Educator Award and the Distinguished Professor of Engineering Award.

Edward S. Rubin

Es *Alumni Chair Professor* de Ciencia e Ingeniería Medioambiental y catedrático de Ingeniería y Política Pública y de Ingeniería Mecánica en la Universidad Carnegie Mellon (Estados Unidos), donde fundó el Centro para la Energía y Estudios Medioambientales y el Instituto Medioambiental. Investiga sobre energía y medio ambiente, con un enfoque específico en mitigación del cambio climático, innovación tecnológica e interacciones entre políticas y tecnología. Es Lyman A. Ripperton Environmental Educator Award y Distinguished Professor of Engineering Award.



Jurado

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

Cambio Climático

Julie A. Winkler

Es catedrática de Geografía en el Departamento de Geografía, Medio Ambiente y Ciencia Espacial en la Universidad 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. Ha presidido la Asociación Americana de Geógrafos (AAG) y, entre otros galardones, ha recibido el Premio Charles Franklin Brooks de la Sociedad Meteorológica Americana.

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 climate projections in climate change assessments, and the potential impacts of climate variability and change on agriculture and natural resources. A former president of the American Association of Geographers (AAG), her distinctions include the Charles Franklin Brooks Award of the American Meteorological Society.

Mención del acta

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Cambio Climático ha sido concedido en su undécima edición a **Anny Cazenave, John A. Church y Jonathan Gregory** por aportaciones que han permitido detectar, entender y proyectar la respuesta del nivel del mar a escala global y regional al cambio climático.

El aumento del nivel del mar pone en peligro las áreas a baja altitud, con múltiples impactos sociales y ecológicos. Dados los muchos factores que intervienen, interpretar y proyectar los cambios en el nivel del mar constituye un desafío científico de enorme calibre.

La doctora Cazenave y los profesores Church y Gregory han sido pioneros en la integración de las observaciones de satélite con las medidas *in situ* y las innovaciones en modelos numéricos para lograr una descripción precisa y consistente del cambio en el nivel del mar a escala global. Tomada en conjunto, su investigación demuestra la aceleración reciente del aumento del nivel del mar en todo el planeta, y cuantifica las aportaciones relativas de las diferentes causas del aumento, principalmente la expansión térmica del océano y el deshielo de los casquetes polares y de los glaciares, provocados por el calentamiento global antropogénico. Sus hallazgos han sido instrumentales a la hora de poner a prueba nuestra comprensión del funcionamiento del sistema Tierra.

Committee

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

Climate Change

Excerpt from award citation

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Climate Change goes, in this eleventh edition, to **Anny Cazenave, John A. Church and Jonathan Gregory**, for outstanding contributions to detecting, understanding and projecting the response of global and regional sea level to climate change.

Rising sea level imperils low-lying areas with manifold societal and ecological impacts. Because it is influenced by many factors, interpreting and projecting sea-level change is a tremendous scientific challenge.

Dr. Cazenave and Professors Church and Gregory pioneered the integration of satellite observations with *in situ* measurements and innovations in numerical modeling to develop an accurate and consistent depiction of sea-level change globally. Collectively, their research demonstrated the recent acceleration of regional and global sea-level change and quantified the relative contributions of the different causes of sea-level rise, most importantly ocean thermal expansion and the melting of ice sheets and glaciers driven by anthropogenic global warming. Their findings have been instrumental in testing our understanding of how the Earth system works.

«Hay una constante en la historia del mercado laboral: el género importa, en el pasado y en el presente».

“There is one constant across the history of the labor force – gender matters, in the past and today.”

Claudia Goldin

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento
**Economía, Finanzas y
Gestión de Empresas**

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award
**Economics, Finance and
Management**





Claudia Goldin

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

Economía, Finanzas y Gestión de Empresas

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

Economics, Finance and Management

Tras las causas de la brecha de género

Claudia Goldin asegura que la brecha salarial entre hombres y mujeres no se puede definir solo con datos, y a continuación resalta que por cada dólar que ganó un hombre en Estados Unidos en 2016, una mujer ganó solo 81 centavos, trabajando ambos a tiempo completo. «La brecha siempre ha existido. Se menciona en la Biblia, así que no soy la primera en descubrirla», subraya. El análisis de las causas que se encuentran tras esa desigualdad la llevó, poco después de doctorarse en organización industrial y mercado de trabajo, a apoyarse en la historia para comprender el papel de la mujer en la economía. «El pasado está siempre con nosotros —asegura al respecto—, es parte de nuestras instituciones, de nuestros sistemas de creencias y normas. Lo llevamos en nuestras familias y en nosotros mismos. Nuestros padres representan un período, nuestros abuelos otro. No deberíamos preguntarnos por qué la historia es importante para la economía. Debemos preguntar cuán importante es».

Goldin, galardonada con el Premio Fronteras del Conocimiento en la categoría de Economía, Finanzas y Gestión de Empresas, realizó en los setenta varios estudios que finalmente cristalizaron en su trabajo seminal de 1990 *Understanding the gender gap: An economic history of American women*. En este libro, la catedrática norteamericana analiza los diferentes estadios por los que ha pasado la situación de la mujer en el mercado laboral estadounidense desde 1820 y las diferencias salariales entre hombres y mujeres en cada momento. El volumen explora las condiciones, las razones y los períodos en los que estas diferencias se han reducido y, en ese recorrido, encuentra que la brecha de género no evoluciona de manera homogénea, sino por etapas, que coinciden en el tiempo con cambios tecnológicos o sociales:

Exploring the causes of the gender gap

Claudia Goldin is adamant that wage inequality between men and women is not just a question of numbers, though the truth is that for each dollar a man earned in the United States in 2016, a woman earned only 81 cents, considering in both cases full-time employment. “The gender pay gap has always existed,” Goldin is quick to point out. “It is mentioned in the Bible, so I’m not the first to discover it.” Her research into the factors behind this unequal treatment, shortly after completing her doctorate in industrial organization and labor economics, convinced her to look to history for a better understanding of women’s role in the economy. “The past is always with us,” she says in this respect. “It is part of all of our institutions, belief systems, and norms. We carry it in our families and in ourselves. Our parents represent one period, our grandparents another. We should not ask why history is important in economics. We must ask how important it is.”

It was in the 1970s that Goldin, winner of this year’s Frontiers of Knowledge Award in the Economics, Finance and Management category, began the series of studies that culminated in her seminal 1990 publication *Understanding the Gender Gap: An Economic History of American Women*. In this book, the American professor examines women’s changing roles in the U.S. labor force since the year 1820, and the pay differences separating male and female workers at each stage along the way. In doing so, she identifies the conditions and periods in which these differences have reduced, concluding that the gender gap has not evolved steadily over time but has undergone fluctuations driven by technological and social changes: industrialization, the emergence of the service sector and, especially, improved access to education.

La brecha salarial, analiza Goldin, trata del coste que se ha de pagar por elegir empleos con una mayor flexibilidad laboral. Para reducirla, es necesario un cambio tanto en los hogares como en los lugares de trabajo.

The gender pay gap, in Goldin's analysis, is the price paid for choosing jobs with a more flexible work schedule. Reducing it will require changes in both the home and workplace.

la industrialización, la aparición del sector servicios o, especialmente, las mejoras en el acceso a la educación.

En trabajos posteriores, Goldin considera que la etapa en que mayor avance se consiguió en la reducción de las diferencias entre hombres y mujeres es la que ella denomina la *revolución silenciosa*: «puesta en marcha por la generación nacida a fines de la década de 1940, aunque no sabían que eran parte de una gran transformación. Fueron soldados involuntarios de un levantamiento que alteraría el empleo de la mujer, su educación y la familia».

En su análisis, Goldin descubre que la brecha salarial presenta grandes diferencias en función del sector: la abogacía o las finanzas muestran una brecha salarial muy alta, mientras que en el sector farmacéutico o el científico la brecha es menor. Aquí entra en juego su concepto de *linealidad* de la remuneración de las ocupaciones: aquellos empleos en los que es fácil delegar o trasvasar las tareas suelen presentar salarios que crecen de manera proporcional (crecen linealmente) al número de horas dedicadas y a la experiencia; sin embargo, las ocupaciones en las que se valora mucho la presencialidad y la disponibilidad horaria tienen remuneraciones que crecen más que el ritmo de aumento en el tiempo trabajado y la experiencia (no lo hacen, por tanto, linealmente).

Goldin, que fue la primera mujer en obtener un puesto laboral indefinido en el Departamento de Economía de la Universidad de Harvard, concluye que los prejuicios sexistas no son tan relevantes para explicar la brecha de género salarial; se trata más de una cuestión del coste que se ha de pagar por elegir empleos con una mayor flexibilidad laboral, una opción que en la actualidad es elegida, mayoritariamente, por las mujeres.

Reducir la brecha, sostiene la titular de la Cátedra Henry Lee de Economía de la Universidad de Harvard, pasa por un cambio en los hogares y en los lugares de trabajo. Y en ambos espacios, la mayor responsabilidad se la traslada a los hombres: «Sugiero que hagan más en el hogar para reducir la carga sobre las mujeres. Y, aún más importante, sugiero que les digan

In later studies, Goldin found that the biggest advance in reducing the gender wage gap came during what she terms “the quiet revolution,” set in motion by “the generation born in the late 1940s, although they were unaware that they were part of a grand transformation. They were the unwitting foot soldiers of an upheaval that would alter women’s employment, education, and the family.”

Goldin also discovered that wage inequality varies widely across sectors; so, for instance, law and finance exhibit a large pay gap, while pharmaceuticals or science are more egalitarian. This, in effect, is where her concept of “linearity” in earnings comes into play: in jobs where tasks are more easily interchangeable, wages tend to grow in line with the number of hours worked and employee experience; however, in jobs where employers want workers to be physically present or readily on call, wages grow at a faster, i.e., nonlinear rate with respect to hours worked and experience.

The first woman to receive tenure in economics at Harvard University, Goldin contends that sexist attitudes do little to explain the gender wage gap. Rather wage inequality is the cost exacted for choosing jobs with a more flexible work schedules, an option that, for the moment, tends to recommend itself more to women.

For the Henry Lee Professor of Economics at Harvard, reducing the gap will require changes on the home front and in the workplace. In both realms, she says, it is the men who must step up: “I am suggesting that they do more in the home to reduce the burden on women. And, even more important, I’m suggesting that they tell their employers, through various means, that they do not want to miss their daughter’s soccer game on Sunday or their son’s recital on Saturday evening.” At any rate, she concludes, “there is one constant across the history of the labor force – gender matters, in the past and today.”

In *The Race between Education and Technology* (2008), Goldin applies the same long-term historical analysis as in her 1990 work on gender. The subject this time is income inequality in the 20th century, again in the United States. This whole-century per-

a sus empresas, por diversos medios, que no quieren perderse el partido de fútbol de su hija el domingo o el recital de su hijo el sábado por la noche». En todo caso, concluye, «hay una constante en la historia del mercado laboral: el género importa, en el pasado y en el presente».

En *The race between education and technology* (2008), Goldin aplica la misma mirada histórica de largo plazo que en su trabajo de 1990 sobre género. Y en este libro analiza otra brecha: la de ingresos en Estados Unidos a lo largo del siglo XX. Al realizar esa visión de conjunto de todo el siglo, la investigación concluye que la mayor o menor cantidad de trabajadores con titulación universitaria es la principal explicación de las diferencias de ingresos entre los mismos.

Esta es la *carrera* a la que se refiere el título del libro: «Si la educación —explica Goldin— va más rápido que el cambio tecnológico de algún modo que sea significativo, entonces la desigualdad económica no aumentará. Si por el contrario, el cambio tecnológico supera a la educación, entonces la desigualdad crecerá. Encontramos que desde principios hasta mediados del siglo XX tuvo lugar el primer fenómeno, si bien desde alrededor de 1980 se ha dado el segundo». En estos últimos años, por tanto, la tecnología ha avanzado más rápidamente que la oferta educativa, lo que ha provocado que el salario de aquellos con mayor nivel de educación haya aumentado más que el de los demás.

spective enabled the author to conclude that the earnings gap was primarily explained by the greater or lesser number of workers holding university degrees.

This is the “race” to which the book’s title alludes. As Goldin explains it: “If education outruns technological change (in some meaningful way), then economic inequality will not increase. And if technological change beats out education, then inequality (in some manner) will increase. We found that during the early to mid part of the 20th century the former held. But, since around 1980 the latter has been the case.” In recent years, therefore, technology has been advancing ahead of education, with the result that more educated workers’ salaries have grown faster than the rest.



Más información:



More information:



Eric S. Maskin

Presidente del Jurado

Es Adams University Professor en la Universidad de Harvard, 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 at Harvard University, where he researches into game theory, political economics, 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 (EEA), he is also a past 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 Universidad de Oxford y la London School of Economics. En 2013 fue presidente de la Asociación Europea de Economía (EEA) y en 2014 de la Sociedad de Econometría. Ha realizado numerosos trabajos de investigación sobre econometría, economía laboral y análisis de datos de panel. Ha sido director de la *Review of Economic Studies*, codirector del *Journal of Applied Econometrics*. Es miembro del Consejo Científico del Consejo Europeo de Investigación.

Committee secretary

Professor of Economics at the Center for Monetary and Financial Studies (CEMFI) of Banco de España (Spain), he previously taught at the University of Oxford and the London School of Economics. In 2013 he served as president of the European Economic Association, and in 2014 held the same office in the Econometric Society. A former editor of the *Review of Economic Studies* and co-editor of the *Journal of Applied Econometrics*, he currently serves on the Scientific Council of the European Research Council.

Antonio Ciccone

Es catedrático de Economía en la Universidad de Mannheim (Alemania), además de catedrático del Departamento de Economía y Empresa en la Universidad Pompeu Fabra. Es profesor de investigación ICREA, investigador asociado del Centre de Recerca en Economia Internacional (CREI) y miembro del CESifo. 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. Ha sido editor de *The Economic Journal*, entre otras revistas.

Professor of Economics at the University of Mannheim (Germany), and a professor in the Department of Economics and Business at Pompeu Fabra University (UPF) (Spain). He is also an ICREA Research Professor, a research associate of the Centre de Recerca en Economia Internacional (CREI), and a Fellow of CESifo. 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. He has served as editor of *The Economic Journal* and other publications.

Pinelopi Koujianou Goldberg

Es titular de la Cátedra Elihu de Economía (en excedencia por nombramiento público) en la Universidad de Yale (Estados Unidos) y economista jefe del Banco Mundial. Su investigación se centra en los efectos de la liberalización del comercio en el crecimiento económico y la distribución de los ingresos, los efectos de la aplicación de los derechos de propiedad intelectual en los países en desarrollo, y los determinantes de los tipos de cambio. Ha sido *editor-in-chief* de *American Economic Review* y es miembro del Comité Ejecutivo de la Econometric Society.

Elihu Professor of Economics at Yale University (on public service leave) and Chief Economist of the World Bank Group. Her research examines the effects of trade liberalization on growth and income distribution, the effects of intellectual property rights enforcement in developing countries, and the determinants of incomplete exchange rate pass-through. A former editor-in-chief of *American Economic Review*, she serves on the Executive Committee of the Econometric Society.

Andreu Mas-Colell

Es catedrático de Economía (en situación de excedencia) en la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona. Ha sido profesor en las universidades de California en Berkeley y Harvard, así como editor, entre otras publicaciones, de la revista *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 2009. Ha sido secretario general del Consejo de Investigación Europeo (ERC) y consejero de Economía y Conocimiento de la Generalitat de Cataluña.

Professor of Economics at Pompeu Fabra University (Spain) (currently on leave). 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 Catalonia Government.

Lucrezia Reichlin

Es catedrática de Economía en la London Business School. Su investigación se centra en series temporales aplicadas, ciclos económicos y política monetaria. Es pionera en métodos de econometría para el análisis de un gran número de series temporales: modelos de factor dinámicos, métodos de contracción y vectores bayesianos autoregresivos. Fundadora y presidenta de Now-Casting Economics, es fellow de la Sociedad de Econometría y de la British Academy, entre otras instituciones, así como Premio Birgit Grodal de la Asociación Económica Europea y el Isaac Kerstenetzky Scholarly Achievement Award.

Professor of Economics at the London Business School. Her research is in applied time series, business cycles and monetary policy. She has pioneered econometric methods for analyzing a large number of time series: dynamic factor models, shrinkage methods and Bayesian vector auto-regressions. Chairman and co-founder of Now-Casting Economics Ltd., she is a Fellow of the Econometric Society and the British Academy, among other institutions, and has been honored with the Birgit Grodal Award of the European Economic Association and the Isaac Kerstenetzky Scholarly Achievement Award.



Jean Tirole



Fabrizio Zilibotti

Es presidente de honor de la Fundación Jean-Jacques Laffont - Toulouse School of Economics, presidente del Instituto de Estudios Avanzados en Toulouse y profesor visitante del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Investiga en organización industrial, finanzas, regulación, macroeconomía y sector bancario, así como las relaciones entre economía y psicología. Es premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2008 en Economía, Finanzas y Gestión de Empresas y premio Nobel de Economía 2014 por su análisis del poder de los mercados y la regulación.

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). Es coeditor de la revista *Econometrica* y premio Yrjö Jahnsson de la Asociación Económica Europea, entre otros galardones.

Honorary Chairman of the Jean-Jacques Laffont - Toulouse School of Economics Foundation, Chairman of the Institute for Advanced Study in Toulouse (IAST), and a visiting professor at Massachusetts Institute of Technology. His research focuses on industrial organization, finance, regulation, macroeconomics and banking, and psychology-based economics. He holds the 2008 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Economics, Finance and Management, and in 2014 received the Nobel Prize in Economics for his analysis of market power and regulation.

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 past president of the European Economic Association (EEA), he is also a Fellow of the Econometric Society and the Center for Economic and Policy Research (CEPR). Zilibotti is Co-editor of *Econometrica*, and holds the Yrjö Jahnsson Award of the European Economic Association.

Jurado

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

Economía, Finanzas y Gestión de Empresas

Committee

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

Economics, Finance and Management

Mención del acta

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Economía, Finanzas y Gestión de Empresas ha sido concedido en su undécima edición a **Claudia Goldin** por sus innovadoras contribuciones al análisis histórico del papel de la mujer en la economía y por su análisis de las causas de la brecha de género.

En su obra seminal *Understanding the gender gap: An economic history of American women*, Goldin combinó de manera novedosa series históricas de datos y teoría económica para estudiar los determinantes de la participación de la mujer en la mano de obra y sus salarios, y trazar así la historia económica de las mujeres estadounidenses. Mostró que las mejoras en la educación y el desarrollo del sector servicios, donde las mujeres tenían una ventaja comparativa, fueron factores clave para impulsar la incorporación de la mujer al mercado laboral. Asimismo, Goldin comparó los mecanismos de incentivación —promoción y carrera profesional— en los puestos administrativos, en franca expansión a comienzos del siglo XX, con los sistemas de pago a destajo dominantes en el sector manufacturero, y mostró cómo en esas diferencias en los incentivos es posible situar el origen de la discriminación salarial.

En su influyente artículo «Orchestrating impartiality: The impact of blind auditions on the sex composition of orchestras» (con Cecilia Rouse), Goldin demuestra que la proporción de mujeres contratadas en las orquestas aumenta con la introducción de audiciones a ciegas. En otro esclarecedor artículo, «The power of the pill: Oral contraceptives and women's career and marriage decisions» (junto a Lawrence Katz), Goldin muestra cómo la popularización de la píldora anticoncep-

Excerpt from award citation

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Economics, Finance and Management goes, in this eleventh edition, to **Claudia Goldin**, for her groundbreaking contributions to the historical analysis of the role of women in the economy, and for her analysis of the reasons behind gender inequality.

In her seminal book *Understanding the Gender Gap: An Economic History of American Women*, Goldin combined new historical data work with insights from economic theory to study the determinants of female labor force participation and wages, and trace out the economic history of American women. She showed that better education and the emergence of the service sector, where women had a comparative advantage, were key factors in fostering the work of women outside the home. Goldin also contrasted the incentive mechanisms in the expanding clerical sector (promotions and job ladders) to those in the manufacturing sector at the turn of the 20th century (piece pay rate schemes), and showed how the origins of wage discrimination can be traced back to these differences in incentives.

In her influential article “Orchestrating Impartiality: The Impact of Blind Auditions on the Sex Composition of Orchestras” (with Cecilia Rouse), Goldin demonstrated that the share of women musicians that were hired increased after the introduction of blind auditions. In another insightful article, “The Power of the Pill: Oral Contraceptives and Women’s Career and Marriage Decisions” (with Lawrence Katz), she showed how the birth control pill dramatically changed women’s education, career, and marriage decisions, such that those entering college after the birth control pill

tiva cambió de manera radical las decisiones de las mujeres en torno a la educación, carrera y matrimonio, pues las mujeres que entraron en la universidad tras la aparición de la píldora comenzaron a priorizar la carrera profesional y a retrasar el matrimonio.

became available increasingly chose professional programs and delayed marriage.

(En la doble página siguiente)
Radiación emitida por materia que está a punto de caer en el agujero negro situado en el centro de la galaxia M87, a 55 millones de años luz de la Tierra.

(Double-page spread)
Radiation emitted by matter about to fall into a black hole sited at the center of galaxy M87, 55 million light years from Earth.

En la frontera misma
At the very frontier

El año en que se cumplen cinco décadas de la llegada del primer humano a la Luna es también el año en que se consigue la primera imagen de un agujero negro. Al igual que en 1969 el planeta contempló admirado las maniobras lunares en la oscuridad, a unos 385.000 kilómetros de distancia, el pasado abril innumerables pantallas en todo el mundo mostraron una foto —o lo más parecido que se puede obtener a una foto— del agujero negro en el centro de la galaxia M87, a 55 millones de años luz de la Tierra. Nada mejor que un agujero negro para ilustrar una frontera del conocimiento —hoy no es posible saber qué hay en esos pozos gravitatorios que rasgan, en apariencia, el espacio-tiempo—. Pero este año centenares de investigadores han logrado con sus telescopios apostarse en su borde, en la frontera misma, y captar la luz de la materia justo antes de caer. Encaramada sobre ese horizonte de sucesos, la humanidad ha dado otro gran pequeño paso.

Aunque lo mejor aún está por llegar. La lista de preguntas pendientes sigue siendo interminable, y la emoción de responder alguna solo es comparable, en intensidad, al deseo de enfrentarse a la siguiente. De escala planetaria o nanométrica, de naturaleza tangible o etérea, relativas a lo vivo, a lo inanimado, al presente o al futuro, las cuestiones que llenan hoy la agenda de la investigación mundial son de un alcance inimaginable; o, más apropiadamente, impredecible.

El avance del conocimiento nunca sigue un mapa predefinido. Los galardonados en la undécima edición de los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento muestran que un pequeño misterio, una pieza que no encaja, puede llevar, o tal vez no, a un nuevo territorio fértil: explorar es apostar.

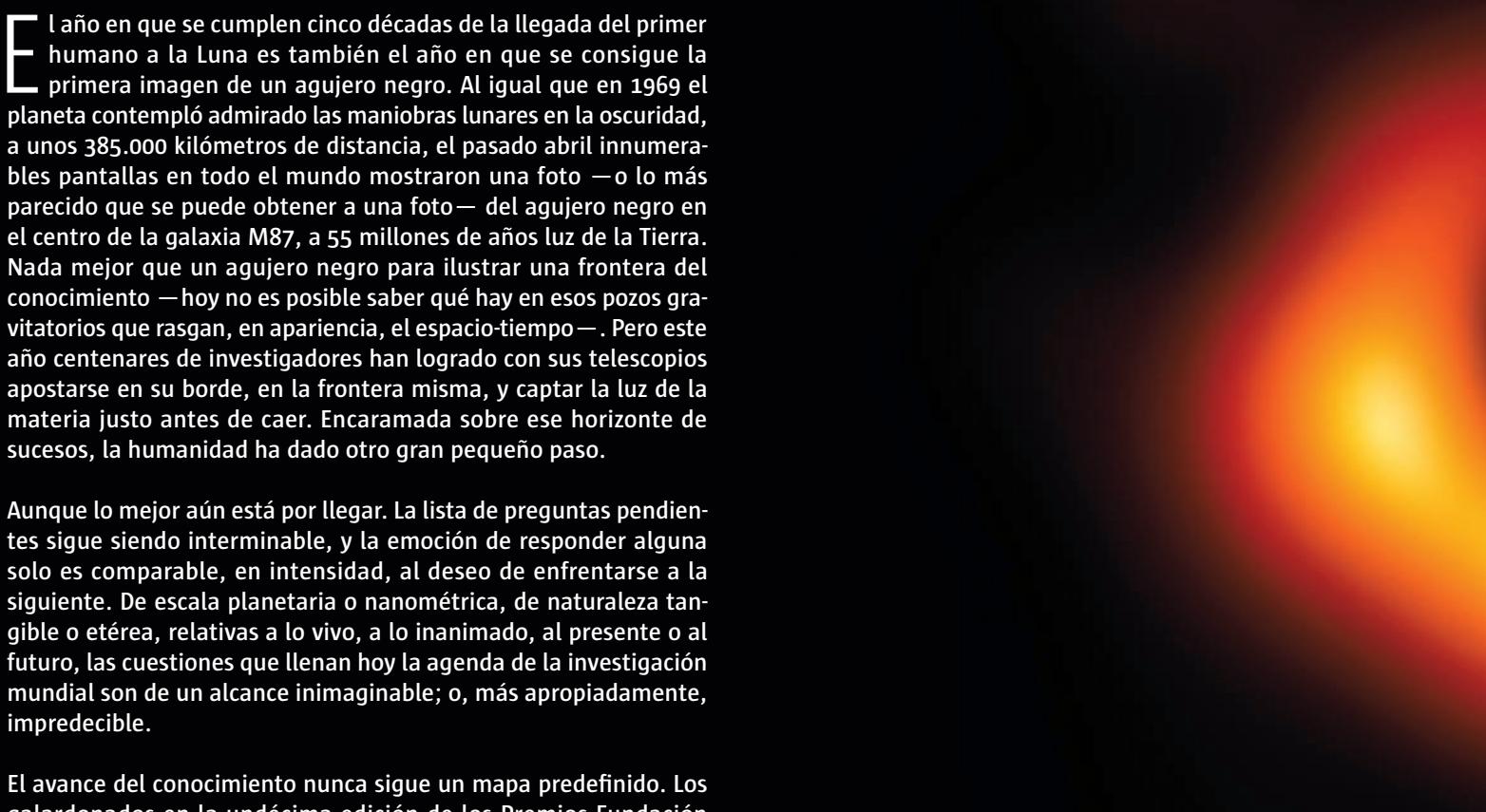
Jeffrey I. Gordon estudiaba la formación del intestino cuando descubrió que los microbios que viven en nuestro organismo son fundamentales para la salud. Mientras investigaba las señales químicas que se intercambian las células del intestino, Gordon advirtió que en esa conversación también participan las bacterias, virus, hongos y arqueas de la flora intestinal. El estudio del microbioma es hoy un área de investigación biomédica en efervescencia.

Tampoco imaginaron Charles L. Kane y Eugene Mele que su intriga por un curioso detalle del grafeno llevaría a descubrir una nueva familia de materiales con propiedades sorprendentes; no tan sorprendentes, quizás, como el hecho de que esos materiales llevan desde siempre en la naturaleza sin que nadie reparara en sus cualidades.

Ivan Sutherland, por su parte, habla de la *diversión intelectual*. Y así, sin tener «ni idea del trabajo que llevaría», y por supuesto sin sospechar el poder transformador que habrían de tener las computadoras, Sutherland acabó desarrollando el primer programa de interacción gráfica con un ordenador. A su aparente irreverencia debemos, en gran parte, nuestra actual relación intuitiva con las máquinas.

En ocasiones el conocimiento avanza como mera consecuencia de un impulso irrefrenable —«Porque está ahí», dijo George Mallory para explicar su deseo de escalar el Everest—. Pero otras veces hay preguntas que demandan atención urgente, y los investigadores son entonces un eslabón clave en la cadena de toma de decisiones.

Es urgente entender y poner coto a los cambios que están teniendo lugar en el funcionamiento del planeta como sistema desencade-



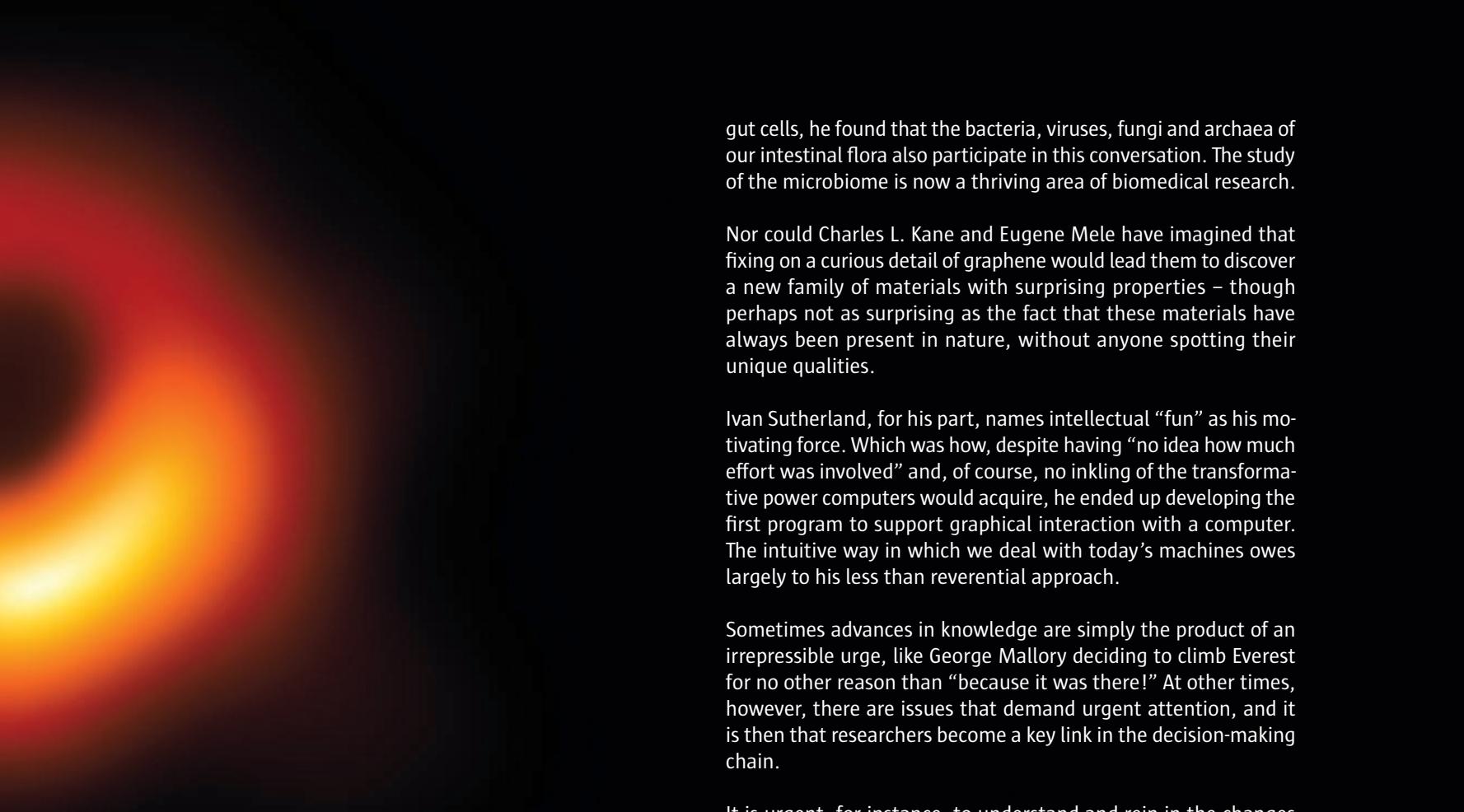
nados por la acción humana. De ahí el valor del trabajo de Anny Cazenave, John A. Church y Jonathan Gregory, que han medido el incremento medio del nivel del mar a escala global con una precisión de milímetros.

Igualmente necesarias son las aportaciones de Gretchen Cara Daily y Georgina Mace. La extinción masiva de especies sigue pareciendo un problema desconectado de prioridades cotidianas; las herramientas desarrolladas por Daily y Mace cuantifican los servicios que proporcionan los ecosistemas y la biodiversidad en sí misma, y ayudan a demostrar lo erróneo de esa visión.

La complejidad de los retos ambientales estriba, en parte, en que son también retos sociales. No están por tanto tan alejados del área de Claudia Goldin, que estudia las brechas de género. La investigación de Goldin da pistas para hacer frente a una lacra social, un fenómeno fuente de desigualdades que impiden el desarrollo económico equilibrado.

El galardón a Noam Chomsky ilustra la necesidad de una categoría de Humanidades en los Premios Fronteras. Su audaz propuesta de que el cerebro humano nace preprogramado con un conocimiento innato que le capacita para desarrollar la competencia lingüística ha impulsado nuevas vías de investigación, y ha convertido el lenguaje en una ventana al estudio de la mente.

¿Y la música? ¿Es un lenguaje? «Más que ningún otro arte, tiene el poder de comunicar emociones», explica John Adams. «Cómo ocurre esto es un misterio profundo (...) No sabes exactamente por qué, pero la combinación de estímulos sensoriales y estructuras formales de la música nos afecta profundamente». ¿Tiene fin el ansia de saber? Hasta ahora, cada frontera derribada ha desvelado nuevas preguntas. Quedan muchos pequeños grandes pasos por delante.



The year that marks a full five decades since the first human being walked on the Moon is also the year when we saw the first ever image of a black hole. And just as in 1969 the world looked on in wonder at the lunar maneuvers taking place in the dark, at some 385,000 kilometers distance, this April countless screens around the planet showed a photograph – or the closest thing possible to a photograph – of the black hole occupying the center of galaxy M87, 55 million light years from Earth. What better than a black hole to epitomize a frontier of knowledge? We still cannot say what is contained in these gravitational wells which, it seems, create a rip in space-time. But this year, hundreds of scientists, with the aid of their telescopes, have been able to station themselves on the edge, the very frontier, capturing the last light of matter before it falls in. Poised on the event horizon, humanity has taken another giant small step.

But the best is yet to come. The list of open questions remains interminable, and the thrill of answering one can only compare in intensity with the itch to start work on the next. On a planetary or nanometric scale, tangible or ethereal, touching on the living, the inanimate, the present or the future, the questions that fill today's worldwide research agenda have a breadth and scope that we can barely imagine. Or, more appropriately, predict.

The advance of knowledge does not follow a preset route. The laureates in the eleventh edition of the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards show that a puzzling detail, a piece that doesn't fit, can lead to a new and fertile terrain – or possibly not, since each exploration is also a gamble.

Jeffrey I. Gordon was researching on the formation of the intestine when he discovered that the microbes our body harbors are vital to its health. Investigating the chemical signals exchanged by the

gut cells, he found that the bacteria, viruses, fungi and archaea of our intestinal flora also participate in this conversation. The study of the microbiome is now a thriving area of biomedical research.

Nor could Charles L. Kane and Eugene Mele have imagined that fixing on a curious detail of graphene would lead them to discover a new family of materials with surprising properties – though perhaps not as surprising as the fact that these materials have always been present in nature, without anyone spotting their unique qualities.

Ivan Sutherland, for his part, names intellectual “fun” as his motivating force. Which was how, despite having “no idea how much effort was involved” and, of course, no inkling of the transformative power computers would acquire, he ended up developing the first program to support graphical interaction with a computer. The intuitive way in which we deal with today's machines owes largely to his less than reverential approach.

Sometimes advances in knowledge are simply the product of an irrepressible urge, like George Mallory deciding to climb Everest for no other reason than “because it was there!” At other times, however, there are issues that demand urgent attention, and it is then that researchers become a key link in the decision-making chain.

It is urgent, for instance, to understand and rein in the changes taking place in our planet's systemic functioning; changes caused by human activity. Hence the importance of the work done by Ann Cazenave, John A. Church and Jonathan Gregory, who have measured average sea-level rise on a global scale with millimetric precision.

No less necessary are the contributions of Gretchen Cara Daily and Georgina Mace. The mass extinction of species may seem like a problem remote from our day-to-day concerns. But the tools developed by Daily and Mace quantify the services provided by ecosystems and biodiversity, and reveal how short-sighted such attitudes are.

Part of the complexity of environmental challenges lies in the fact that they are also challenges for society. And in this sense, they are not so far removed from the gender gap studies conducted by Claudia Goldin. Goldin's research offers pointers on how to combat what is itself a social ill, as well as a source of wider inequalities that distort economic development.

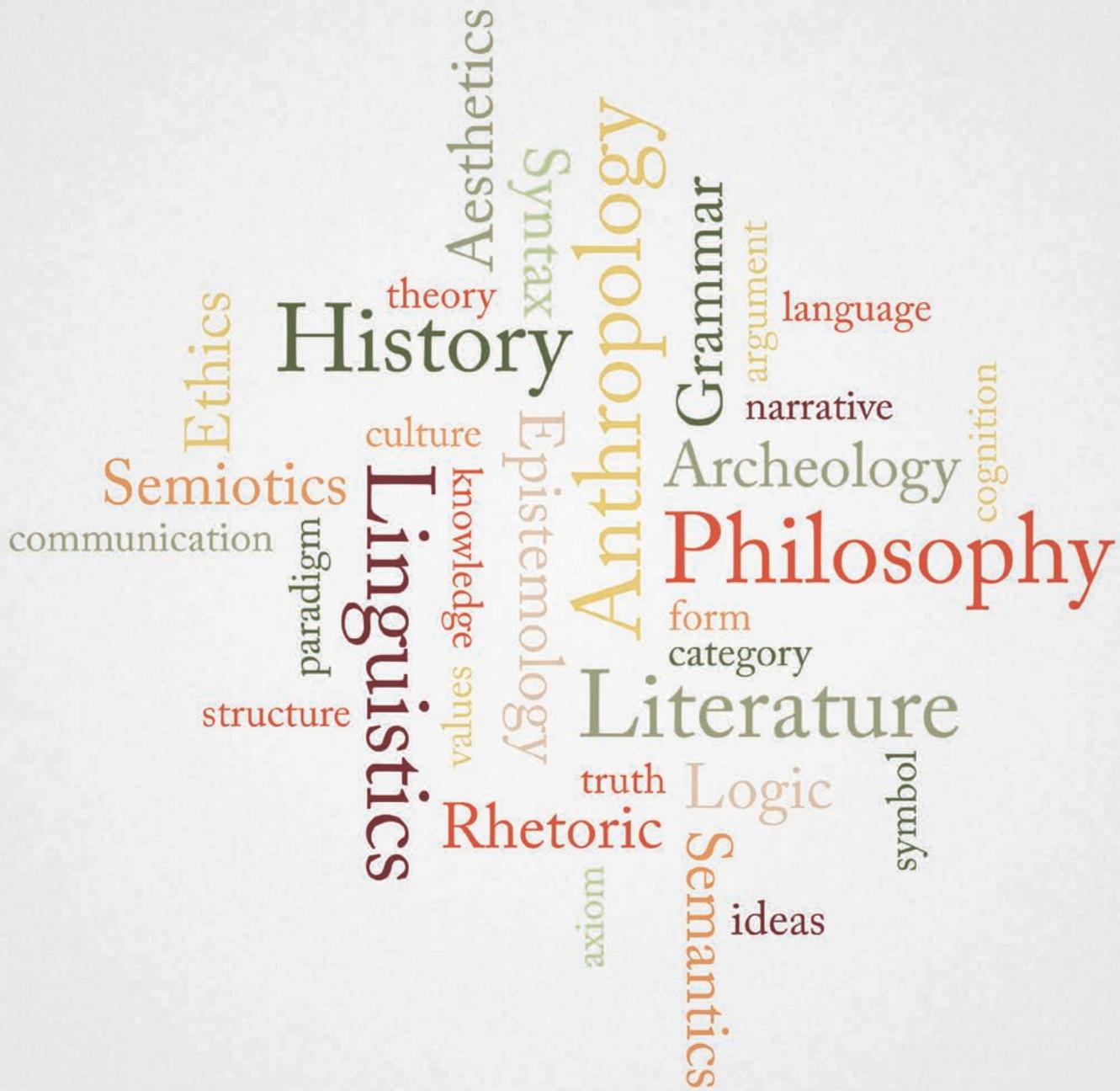
The award to Noam Chomsky perfectly illustrates why we need a Humanities category in the Frontiers Awards. His bold assertion that the human brain comes pre-equipped with an innate understanding that enables it to acquire linguistic competence has inspired new research paths and made language, in turn, a window onto the mind and its workings.

And music? Is it a language? “Music, more than any other art form has the power to convey feeling,” says John Adams. “How this happens is a deep mystery (...). We don't know exactly why, but music's combination of sensory stimuli and formal constructs affects us profoundly.” Is the hunger to understand a finite thing? So far, every frontier breached has revealed new questions lurking behind. Many giant small steps remaining to be taken.

⁷⁰ «Se ha comprobado cada vez más que idiomas muy diferentes en apariencia resultan ser básicamente idénticos con respecto a sus propiedades fundamentales».

“More and more we have found that languages that look on the surface very different turn out to be fundamentally the same in their major properties.”

Noam Chomsky





Noam Chomsky

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

Humanidades y Ciencias Sociales (Humanidades)

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

Humanities and Social Sciences (Humanities)

73

La revolución de la gramática universal

A los tres años, un niño ya es capaz de producir y entender oraciones que jamás ha escuchado. ¿Cómo es posible? Desde los tiempos de la Ilustración, la explicación predominante acerca de la adquisición del lenguaje provenía de la escuela empirista de John Locke y David Hume: la mente humana se percibía como una especie de *pizarra en blanco* (*tabula rasa*) que se llenaba con la experiencia de cada individuo. Durante la primera mitad del siglo XX, bajo el influjo del empirismo, las teorías conductistas de B. F. Skinner y otros autores sostuvieron que los niños aprendían a hablar básicamente a través de la imitación, repitiendo lo que escuchaban decir a los adultos, y aprendiendo a corregir sus fallos durante un proceso de ensayo y error. Sin embargo, a finales de los años cincuenta, Noam Chomsky transformó la lingüística de manera radical al proponer que la adquisición del lenguaje no podía reducirse a una mera respuesta de cada individuo a estímulos externos, sino que dependía de una facultad innata de la mente humana.

Para Chomsky, si los niños son capaces de producir un número infinito de estructuras —las oraciones— a partir de un número finito de elementos —las palabras—, esto se debe a que el cerebro humano nace programado con las reglas de una gramática universal que subyace a todas las lenguas habladas. Esta visión rompedora fue «el motor de la mayor revolución que se ha producido nunca en el estudio del lenguaje», en palabras del profesor Juan José Acero, catedrático de Filosofía de la Universidad de Granada. Chomsky abrió nuevas líneas de investigación en múltiples campos —desde la lingüística teórica y las ciencias cognitivas hasta la filosofía del lenguaje y de la mente—, y por estas contribuciones «sin parangón», en palabras del jurado, ha sido galardonado con el primer Premio

The universal grammar revolution

Aged just three, a child can understand and produce sentences that he or she has never heard spoken. How is this possible? The dominant thinking on language since the time of the Enlightenment had emerged from the empiricist school of John Locke and David Hume, which saw the human mind as something like a “blank slate” (*tabula rasa*) to be filled through each individual’s experience. In the first half of the 20th century, with empiricism still holding sway, the behaviorist theories of B. F. Skinner and others stated that children learned to speak essentially through imitation, repeating what was said by the adults around them, then correcting their mistakes in a process of trial and error. But in the late 1950s, Noam Chomsky turned the world of linguistics upside down by proposing that language acquisition could not be viewed reductively as each individual’s response to external stimuli, but must instead rest on an innate faculty of the human mind.

For Chomsky, if children are able to produce an infinite number of structures – sentences – from a finite number of elements – words – this is because the human brain comes pre-programmed with the rules of a universal grammar that underlies all spoken languages. This groundbreaking vision “triggered the greatest revolution ever in the study of language,” in the words of Juan José Acero, Professor of Philosophy at the University of Granada. Chomsky opened up new research paths in multiple fields of study, from theoretical linguistics and psycholinguistics to the philosophies of language and mind, and it is for these “unparalleled” contributions, as the committee described them, that he receives the inaugural Frontiers of Knowledge Award in the new category of the Humanities and Social Sciences (Humanities).

Professor Chomsky – currently Institute Emeritus Professor at the Massachusetts Institute of Technology

La visión de Chomsky ha revelado cómo la apabullante diversidad de lenguas simbolizada por el mito bíblico de la torre de Babel es solo aparente, ya que en realidad todo el edificio del lenguaje humano se sostiene sobre un pilar de estructuras sintácticas comunes. La gramática universal es una facultad innata de nuestra mente que nos diferencia como especie.

Chomsky's work revealed that the staggering diversity of languages symbolized by the biblical myth of the Tower of Babel is more apparent than real, since in fact the whole edifice of human language is built on a foundation of shared grammatical structures. Universal grammar is an innate faculty of the mind that distinguishes us as a species.

Fronteras del Conocimiento en la nueva categoría de Humanidades y Ciencias Sociales (Humanidades).

El profesor Chomsky —actualmente catedrático emérito del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y también catedrático de Lingüística de la Universidad de Arizona— apenas tenía 29 años cuando en 1957 esbozó su teoría de la gramática universal en su primer libro, *Estructuras sintácticas*. «Es un hecho notable —explica el lingüista galardonado— que un niño pequeño ya es capaz de lograr una gran comprensión de las propiedades del lenguaje para las que no tiene evidencia alguna. En el momento que te das cuenta de ese problema, reconoces de inmediato que debe haber algo interno en el individuo que dirige el curso del desarrollo y el crecimiento de esta increíble capacidad, y es común a todos los seres humanos». Chomsky considera que de la misma manera que nacemos con «el sistema visual de los mamíferos y no el de los insectos», también nacemos con «una predisposición genética» a adquirir un idioma humano basado en los principios de la «gramática generativa» que comparten todas las lenguas de nuestra especie. En palabras de Ignacio Bosque, catedrático de Lengua Española de la Universidad Complutense de Madrid y miembro de la Real Academia Española, para Chomsky «la facultad del lenguaje es una especie de horma o de plantilla en la que puede encajar cualquier idioma».

Inicialmente, la teoría chomskiana chocó con las teorías conductistas y fue rechazada por los lingüistas más consolidados. Sin embargo, con el tiempo las investigaciones posteriores en las ciencias cognitivas, que combinaban las herramientas de la lingüística, la filosofía, la psicología, la informática y la neurociencia, empezaron a validar empíricamente sus ideas y le dieron la razón. Su visión se plasmó en obras como *Aspectos de la teoría de la sintaxis* (1965), *Estudios sobre rección y ligamiento* (1981) y *El programa minimalista* (1992), que figuran entre las más citadas en el área de humanidades y se consideran el embrión de disciplinas del todo nuevas, como la psicolingüística y la biolingüística.

«Se ha comprobado cada vez más —afirma Chomsky— que idiomas muy diferentes en apariencia resultan ser básicamente idénticos con respecto a sus propie-

(MIT) and Laureate Professor of Linguistics at the University of Arizona – was just 29 years old in 1957 when his book *Syntactic Structures* introduced the world to the concept of universal grammar. “It is a remarkable fact – says Chomsky – that a young child of say two or three has mastered a rich understanding of properties of language for which they have no evidence whatsoever. As soon as you look at that problem, you immediately recognize that there must be something internal to the individual that directs the course of development and growth of this incredible competence and shapes it, and that this something is common to all human beings.” The new laureate believes that just as we are born with “a mammalian visual system rather than an insect visual system,” we are also born with “a genetic predisposition” to acquire a human language based on the grammatical principles common to every one of our species’ tongues. For Ignacio Bosque, Professor of Spanish at the Universidad Complutense de Madrid and a member of the Real Academia Española, the faculty to which Chomsky refers is “a kind of template into which any human language fits.”

Chomsky’s theories clashed with behaviorist teachings and were initially rejected by the linguistic establishment. With time, however, new research in the cognitive sciences combining tools from linguistics, philosophy, psychology, computing and neuroscience was able to empirically validate the theory of universal grammar and, in so doing, vindicate its author. He continued to set out his postulates in publications like *Aspects of a Theory of Syntax* (1965), *Lectures on Government and Binding* (1981) and *The Minimalist Program* (1992), which rank among the highest cited in the humanities area, and are considered founding texts of such brand new disciplines as psycho- and biolinguistics.

“More and more we have found that languages that look on the surface very different, turn out to be fundamentally the same in their major properties,” Chomsky explains. “When you don’t understand the system, what you see at first glance seems kind of random and chaotic. But the more you come to understand its internal workings, you see principles that are uniform, fixed and deep.” For example, until a few

dades fundamentales. Lo que se ve en la superficie cuando no entiendes el sistema parece algo aleatorio y caótico, pero cuando entiendes el funcionamiento interno, descubres principios uniformes, fijos y profundos». Por ejemplo, hasta hace tan solo unos años, según señala el lingüista galardonado, se creía que algunas lenguas indígenas, e incluso el alemán y el japonés, tenían una «estructura plana» en la que el orden de las palabras era prácticamente libre y no había una estructura jerárquica como la que se encuentra en el idioma inglés. Sin embargo, las investigaciones más recientes han demostrado que «cuando se observan detenidamente las formas en que se interpretan y construyen las oraciones, se encuentran las mismas estructuras jerárquicas ocultas bajo su superficie».

En definitiva, la visión de Chomsky ha revelado cómo la apabullante diversidad de lenguas simbolizada por el mito bíblico de la torre de Babel es solo aparente, ya que en realidad todo el edificio del lenguaje humano se sostiene sobre un pilar de estructuras gramaticales comunes. Esta prodigiosa arquitectura cerebral es, en sus propias palabras, el «producto de la evolución biológica» que nos diferencia como especie de todas las demás criaturas de la Tierra: «No hay nada comparable a esto, ni siquiera remotamente análogo, en otras partes del mundo biológico», afirma, y esta es la clave fundamental para comprender «nuestros logros creativos». Precisamente por todo ello, Chomsky considera que el estudio del lenguaje es una ciencia que forma parte de las humanidades: «La literatura, las artes y todas las humanidades interactúan estrechamente con el lenguaje como su medio y modo de interacción, por lo que realmente no se puede ubicar el estudio del lenguaje en uno u otro dominio. Forma parte de todos ellos».

years ago, the linguist continues, it was thought that some indigenous languages, and even German and Japanese, had a flat structure in which word order was virtually free with no hierarchical structure of the kind you find in English. Yet later research showed that “when you look carefully at the ways in which sentences are interpreted and constructed, you find the very same hierarchical structures hidden beneath the surface.”

In sum, Chomsky’s work revealed that the staggering diversity of languages symbolized by the biblical myth of the Tower of Babel is more apparent than real, since in fact the whole edifice of human language is sustained on a foundation of shared grammatical structures. This prodigious cerebral architecture is, in the theorist’s own words, a “product of biological evolution” that distinguishes us as a species from the rest of Earth’s creatures. “There is nothing comparable to it or even remotely analogous elsewhere in the biological world,” he insists, adding that it is also the core of “our creative accomplishments.” It is for these reasons precisely that Chomsky considers the study of language to be a science within the humanities: “Literature, the arts, all of the humanities interact very closely with language as their medium and mode of interaction, so you can’t really place the study of language in one or other domain. It straddles all of them.”



**Scott Soames**

Presidente del jurado
Es distinguished professor en el Departamento de Filosofía de la Universidad del Sur de California (Estados Unidos), donde desde 2007 es también director de la Facultad de Filosofía. Ha enseñado además en las universidades de Yale y Princeton. Sus áreas de investigación son la filosofía del lenguaje, la historia de la filosofía analítica y la filosofía del derecho. Entre sus libros recientes figuran *The analytic tradition in philosophy* (vol. 1: *Founding giants*; vol.2: *A new vision*) o *Rethinking language, mind, and meaning*.

Committee chair

Distinguished Professor in the Department of Philosophy at the University of Southern California (United States) and, since 2007, the Director of its School of Philosophy, he has also taught at the universities of Yale and Princeton. His areas of research interest are the philosophy of language, history of analytic philosophy, and philosophy of law. Among his recent book publications are *The Analytic Tradition in Philosophy* (Vol 1: *Founding Giants*; Vol 2: *A New Vision*), and *Rethinking Language, Mind, and Meaning*.

Mauricio Suárez

Secretario del jurado
Es catedrático de Lógica y Filosofía de la Ciencia en la Universidad Complutense de Madrid, profesor de investigación honorario del Departamento de Estudios de Ciencia y Tecnología del University College de Londres e investigador asociado en el Centro de Filosofía de la Ciencia Natural y Social de la London School of Economics, ambos en Reino Unido. Licenciado en Astrofísica, sus áreas de investigación incluyen modelos y representación científicos, filosofía de la física cuántica y filosofía de la causalidad, además de la estética y su papel en la metodología científica.

Dieter Birnbacher

Es catedrático emérito de Filosofía en el Instituto de Filosofía de la Universidad Heinrich Heine de Düsseldorf (Alemania). Su investigación se centra en cuestiones éticas y antropológicas en medicina; los problemas éticos que surgen de la tensión entre el transhumanismo y el bioconservadurismo; la antropología y la neurofilosofía; y el pensamiento de Schopenhauer. Es presidente de la Sociedad Alemana para la Muerte Humana, vicepresidente de la Sociedad Schopenhauer y miembro del Comité Central de Ética de la Asociación Médica Alemana.

Isabel Burdiel

Es catedrática de Historia Contemporánea en la Universidad de Valencia y Honorary Research Fellow de la Universidad de East Anglia (Reino Unido). Su investigación se centra en la historia política y cultural del liberalismo europeo en el siglo XIX, con un interés especial en las monarquías constitucionales posrevolucionarias. Ha explorado las relaciones entre historia y literatura y el potencial heuristicó de la historia biográfica. Entre sus libros destacan *Isabel II. Una biografía (1830-1904)*, *La historia biográfica en Europa* (con Roy Foster) y *Emilia Pardo Bazán*.

Christian Illies

Es catedrático de Filosofía en la Universidad Otto-Friedrich de Bamberg (Alemania) y profesor invitado de Filosofía y Ética en la Universidad Técnica de Hamburg-Harburg. Investiga en antropología política, ética de la manipulación y la influencia, filosofía de la biología y evolución y ética. Entre sus libros destacan *Darwin; The grounds of ethical judgement: New transcendental arguments in moral philosophy*; y *Philosophische Anthropologie im biologischen Zeitalter. Zur Konvergenz von Moral und Natur* (Antropología filosófica en la era biológica. Sobre la convergencia de la moralidad y la naturaleza).

Stephen Mumford

Es catedrático de Metafísica en la Universidad de Durham (Reino Unido) y catedrático en la Facultad de Economía y Empresa de la Universidad Noruega de Ciencias de la Vida. Entre sus libros figuran *Russell on metaphysics*; *Watching sport: Aesthetics, ethics and emotion* y *Getting causes from powers*. En la actualidad trabaja en la obra *Causation in science: On the methods of scientific discovery* (con Rani Lill Anjum) y disfruta de un Leverhulme Major Research Fellowship para investigar en la metafísica de la nada y la ausencia, proyecto que se traducirá en el libro *Nothing really matters*.

Jurado

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

Humanidades y Ciencias Sociales (Humanidades)

Committee

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

Humanities and Social Sciences (Humanities)

Mención del acta

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Humanidades y Ciencias Sociales (Humanidades) ha sido concedido a **Noam Chomsky**.

El jurado ha elegido a Noam Chomsky como ganador —y primer receptor— del Premio Fronteras del Conocimiento en Humanidades por sus contribuciones sin parangón al estudio del lenguaje humano. Sus investigaciones seminales en *Estructura lógica de la teoría lingüística*, *Estructuras sintácticas* y *Aspectos de la teoría de la sintaxis* situaron el estudio de la mente humana y sus productos en una nueva y fructífera vía que abarca la lingüística teórica, la psicolingüística, las ciencias cognitivas y la filosofía del lenguaje y de la mente.

Chomsky nos enseñó a pensar en el lenguaje como un sistema integrado en el que las frases se generan con las estructuras necesarias para conectar los sonidos producidos o percibidos con los sistemas cognitivos que interpretan su significado. De esta manera hizo comprensible —tanto desde el punto de vista científico como humanístico— el que puede considerarse el producto cognitivo más distintivo de la especie humana. También hizo posible el estudio de los universales lingüísticos al mostrar cómo abstraer los rasgos comunes que subyacen a las reglas que rigen las distintas lenguas a partir de las estructuras superficiales de las frases, que de otro modo parecerían incomparables.

El jurado ha elegido al profesor Chomsky en un área que presenta muchos candidatos prominentes. La valoración de los candidatos se ha basado en su capacidad de generar y sostener en el tiempo el avance del conocimiento, el alcance del cambio programático que ha promovido en nuestro pensamiento y el impacto demostrable de su trabajo en marcar la agenda de investigación de las disciplinas que se inspiran en sus nuevas ideas.

Excerpt from award citation

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Humanities and Social Sciences (Humanities) goes to **Noam Chomsky**.

The committee has selected Noam Chomsky as the winner, and first recipient, of the Frontiers of Knowledge Award in the Humanities for his unparalleled contributions to the study of human language. Beginning with his seminal investigations in *The Logical Structure of Linguistic Theory*, *Syntactic Structures*, and *Aspects of a Theory of Syntax*, he set the study of the human mind and its products on a new and productive path, encompassing theoretical linguistics, psycholinguistics, cognitive science, and the philosophies of language and mind.

Chomsky taught us to think of language as an integrated system in which well-formed sentences are generated with the structures needed to connect produced or perceived sounds with cognitive systems interpreting their meanings. In doing so, he made what may be humanity's most distinctive cognitive product understandable from both a scientific and a humanistic point of view. He also made the study of linguistic universals possible by showing us how to abstract commonalities in rule systems needed to describe languages from the superficial structures of their sentences, which might otherwise have made them seem incomparable.

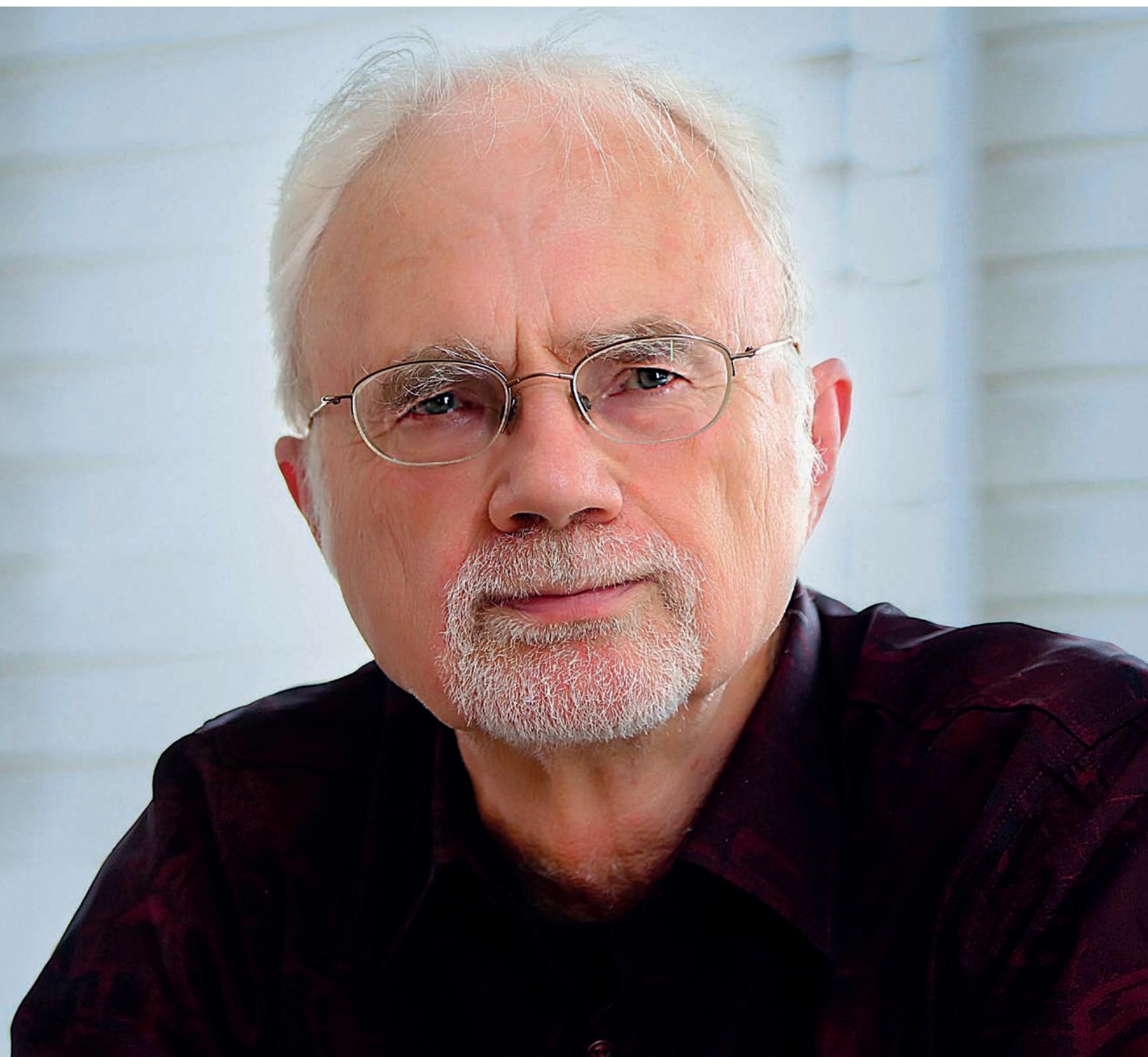
The committee chose Professor Chomsky from a field containing many outstanding candidates. The candidates were assessed on the basis of the centrality of their roles in originating and sustaining the advances to knowledge to which they contributed, the scope of the programmatic shift in our thinking they promoted, and the demonstrable impact of their work in setting agendas for the disciplines drawing on their new ideas.

«No sé por qué sucede,
pero sé que nadie
puede vivir sin música
de una forma u otra».

“I don’t know why it is,
but I know that no one
can live without music
of one form or another.”

John Adams

-10-



John Adams

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento
Música y Ópera

La música conecta de nuevo con el público

Para John Adams existen dos tipos de artistas: los innovadores (entre los que incluye a Beethoven, Wagner o Stravinsky) y los de síntesis (aquí menciona a Bach o a Brahms). Él mismo se encuadra en el segundo grupo por incorporar en su trabajo una gran parte de las influencias de aquellos que le precedieron. Es una característica que le define a la perfección, la de aglutinar una gran cantidad de géneros, estilos y caracteres. En su música hay tanto de los clásicos antes mencionados como de Miles Davis, Charles Ives, Stevie Wonder o Bob Dylan. Y aquí aparece otra de las características definitorias del maestro: su sonido, genuinamente americano, recoge el sabor y la diversidad (casi universal) de la música estadounidense. «En los Estados Unidos los compositores contamos con algo que yo llamo *filtros flexibles*. Crecemos escuchando todo tipo de géneros y creo que eso es lo que nos define como cultura musical. Todas estas influencias entran en juego en mi trabajo», asegura. Y aprovecha esta concepción de la música norteamericana para establecer distancia con la cultura europea, que considera más rígida, más centrada en «diferenciar entre la alta cultura y lo popular».

Una educación musical abierta desde su primera infancia —en su casa lo mismo escuchaba un concierto para piano de Mozart que un estándar de Duke Ellington— y un contacto temprano con el clarinete fueron claves para que empezara a escribir sus primeras composiciones a la edad de diez años. En sus inicios, Adams comenzó a desarrollar el minimalismo, aunque pronto la consideró una corriente musical insuficiente: abrazó sus técnicas y cualidades para poder, a partir de ellas, encontrar su propia voz.

En diversas ocasiones Adams se ha mostrado muy crítico con lo que él mismo denomina la *deificación*

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award
Music and Opera

81

Reconnecting with the audience

For John Adams, there are two types of artist: the innovator (he particularly cites Beethoven, Wagner and Stravinsky) and the synthesizer (for instance Bach or Brahms). He includes himself in the latter group, in the sense that his works incorporate many and varied influences from those that went before him. Indeed this ability to bridge multiple genres, styles and characters is among his defining characteristics. His music finds room for Miles Davis, Charles Ives, Stevie Wonder or Bob Dylan as well as the greats of the classical canon. Which brings us to another of his hallmarks: a genuinely American sound that captures the flavor and (almost universal) diversity of the nation's music. "In the United States we have what I call 'very loose filters' as composers," he explains. "We grow up listening to all different kinds of genres and I think that is what defines us as a musical culture. All of these influences come into play in my work." He also riffs on this idea of what American music is to draw a distinction with European culture, which he sees as more rigid, and prone to "differentiate between high and low culture."

A wide-ranging musical education from his earliest years – at home they would switch with ease between a Mozart piano concerto and a Duke Ellington standard – coupled with childhood clarinet lessons ignited a passion that had him writing his own compositions at the tender age of ten. Associated with minimalism, he worked within this current at the start of his career, but was soon eager to move beyond it: embracing its techniques and qualities as a stepping stone towards finding his own voice.

Adams has on several occasions been an outspoken critic of what he calls the "deification of pop" that dominates today's music scene: "I am aware – he

Minimalista en sus inicios, se alejó de esa etiqueta para encontrar un sonido más completo, que sintetiza la tradición americana en una música que conecta de nuevo con el público a través de la emoción y sin perder la complejidad técnica ni la calidad formal.

Initially associated with minimalism, he later put some distance between himself and this label to pursue a more complete sound that both synthesizes the American tradition and connects with the audience by engaging the emotions, without loss of formal integrity or musical complexity.

del pop que actualmente domina la música: «Soy consciente —subraya— de que en Estados Unidos tenemos cierta tendencia al antiintelectualismo. Por tanto, ser un artista serio en mi país siempre es un desafío, es difícil que se te escuche por encima del ruido de nuestra cultura de masas». Al mismo tiempo, el maestro norteamericano siempre ha huido de las rigideces del academicismo. De hecho, escenificó ese viaje de manera incluso física al abandonar, poco después de obtener sus estudios superiores en Harvard, su New Hampshire natal para buscar la libertad creativa y la heterodoxia compositiva que consideraba mayoritarias en la Costa Oeste. Allí sigue viviendo desde 1971.

El compositor y director de orquesta norteamericano recibe el Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en la categoría de Música y Ópera por haber conseguido volver a conectar con una gran audiencia sin perder la complejidad técnica ni la calidad formal. Y Adams es plenamente consciente de que esa es una de sus más importantes cualidades: «Si he logrado conectar con un público amplio, es porque la gente siente emociones cuando escucha mi música; siente la energía que contiene, la sensualidad del sonido musical y, en el caso de mis óperas, se identifican con las historias, con los temas y las imágenes arquetípicas que utilizo en mi trabajo».

La búsqueda de esos temas universales y la traslación de los mitos clásicos a la realidad actual rebosan en el repertorio operístico y teatral de Adams. Sus óperas profundizan en cuestiones de actualidad para encontrar en ellas los arquetipos de las obras clásicas. De hecho, considera que se trata de «un arte inusual» ya que puede abordar «problemas realmente grandes» como, por ejemplo, «cuestiones de identidad nacional de una complejidad psicológica muy profunda, en maneras que ni las novelas ni las películas pueden alcanzar», y afirma: «Creo que, si queremos que la ópera continúe teniendo significado y continúe como una forma artística, tiene que abordar los temas de nuestro tiempo».

Adams se adentró en el género en 1985, tras dejarse convencer por Peter Sellars de que debía narrar la visita del presidente norteamericano Richard Nixon

says – that we have in the U.S. a longstanding tendency of anti-intellectualism. So being a serious artist in my country is always a challenge. It's always difficult to be heard above the 'noise' of our mass culture." At the same time, the American composer has always shunned the rigidities of academicism. He even did so physically, leaving his native New Hampshire shortly after finishing his studies at Harvard, in pursuit of the creative freedom and wealth of compositional styles promised by the West Coast. He has lived there since 1971.

A conductor as well as a composer, Adams receives the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Music and Opera for managing to communicate powerfully to a wide public with no loss of either formal integrity or musical complexity. He acknowledges that this power to connect is among his strengths as a composer: "I think that if I've gained an appreciative audience it's because people 'feel' when they listen to my music. They feel the energy that is in it. They feel the sensuality of the musical sound. And in the case of my operas, they identify with the stories, with the themes, with the archetypal imagery that I use in my work."

The search for these universal themes and the transplanting of classical myths to the present day are constants in Adams operatic and theatrical repertoire. His operas delve deep into contemporary issues and, in doing so, find archetypes that refer us back to the works of the classical period. Indeed opera, for him, is "an unusual art form" in that it can address "really large issues," such as "issues of national identity of the deepest psychological complexity, in ways that even the novel or the film can't quite reach." Its duty, therefore, "if it is going to have meaning and continue as an art form, is to deal with the themes of our own time."

Adams first ventured into the genre in 1985, having been prompted by Peter Sellars into telling the story of U.S. President Richard Nixon's visit to Mao Tse-Tung. The resulting *Nixon in China* (1987) was a major success. And he has since worked with Sellars on the staging or the libretto of almost all his operas and oratorios. One such collaboration was the opera

a Mao Tse-Tung. El resultado, *Nixon in China* (1987), fue un éxito. En colaboración con Sellars, ya sea en la escena o en el libreto, ha creado prácticamente todas sus óperas y oratorios; entre las primeras destaca también *Doctor Atomic* (2005), en la que relata la construcción de la bomba atómica, como símbolo de la capacidad del ser humano de destruirse a sí mismo. Actualmente se encuentra a punto de comenzar a escribir la partitura de la que será su nueva composición operística, de la que ya ha perfilado el texto. En torno al proyecto, tan solo da una pista: estará inspirado en las obras de William Shakespeare.

En el primer aniversario del 11-S, la Orquesta Filarmónica de Nueva York estrenó su obra *On the Transmigration of Souls* (2002), una «reflexión conmovedora» —según la define el acta del jurado que le otorga el premio— en torno a los atentados que derribaron las Torres Gemelas, compuesta para orquesta, coro, coro infantil y cinta pregrabada. La pieza le hizo ganar el Premio Pulitzer de Música en el año 2003. Acerca de ella, Adams explica que no es un homenaje, mucho menos un relato de los hechos: se trata, asegura, de una evocación de lo emocional, una apelación a lo más profundo de cada persona que se acerca a escuchar la obra.

Algo que se repite a lo largo de su carrera, que encaja a la perfección con su concepción de la música como la representación artística perfecta para transmitir sentimientos y emociones. «Ni siquiera sé exactamente por qué ocurre, pero sí sé que nadie puede vivir sin música de una forma u otra, y creo que lo que he hecho durante mi vida como compositor ha sido restaurar la función emocional a la música contemporánea». Un arte que, según sus palabras, «se había osificado y petrificado debido a un exceso de especulación intelectual».

Doctor Atomic (2005) about the building of the first atomic bomb, depicted as a symbol of humanity's potential to destroy itself and the planet. He is about to start on the score of his next operatic project, for which he already has a working text. As to its subject matter, he will only let on that it is inspired by the works of William Shakespeare.

On the first anniversary of 9/11, the New York Philharmonic premiered his *On the Transmigration of Souls* (2002), written for orchestra, chorus, children's choir and prerecorded tape, and "reflecting poignantly," in the words of the award citation, on the attacks that brought down the Twin Towers. The piece won its author the 2003 Pulitzer Prize for Music. Adams' own reflection is that it is not a memorial, and far less an account of that day's events. Rather it is a summoning of emotions, an appeal to the deepest part of anyone who sits down to hear it.

This is a strand that runs through all of the composer's work; one that fits perfectly with his view of music as the ideal art form to convey feelings and emotions. "I don't even know exactly why it is, but I know that no-one can live without music of one form or another, and I think that what my life as a composer has been about has been restoring the 'feeling function' to contemporary music." An art, he adds, that had become "ossified and petrified by too much intellectual speculation."



Más información:



More information:



Joana Carneiro

Presidenta del jurado

Es la directora principal de la Orquesta Sinfónica Portuguesa y del Teatro San Carlos de Lisboa. Entre 2009 y 2018 fue directora musical de la Sinfónica de Berkeley y actualmente es, además, directora invitada de la Orquesta Gulbenkian, con sede en Lisboa. Se ha puesto al frente de la Sinfónica de la BBC, la Real Filarmónica de Estocolmo (a la que dirigió en la ceremonia del Premio Nobel de 2017), la Sinfónica de la Radio Sueca o la Orquesta del Centro Nacional de Artes de Ottawa, entre otras formaciones. Es Premio Helen M. Thompson de la Liga de Orquestas Americanas.

Committee chair

Principal Conductor with the Orquesta Sinfónica Portuguesa and Teatro São Carlos in Lisbon, she is also official guest conductor of the Lisbon-based Gulbenkian Orchestra. From 2009 to 2018, she was Music Director of Berkeley Symphony. Carneiro has appeared as a conductor with the BBC Symphony, the Royal Stockholm Philharmonic (which she led at the Nobel Prize Ceremony in 2017), the Swedish Radio Symphony Orchestra, and the National Arts Centre Orchestra in Ottawa, among others. She holds the Helen M. Thompson Award of the League of American Orchestras.

Andrew McGregor

Secretario del jurado

Formado como violinista y contratenor, Andrew McGregor ha sido vocalista de respaldo para Kiri te Kanawa, ha tocado arreglos de cuerda para grupos de rock, ha estudiado a Stockhausen y ha actuado en los Proms de la BBC. Desde hace dos décadas presenta en la BBC *Record Review*, programa en el que hace crítica de discos y entrevista a artistas con ocasión de sus nuevas grabaciones. También presenta conciertos, retransmisiones de ópera y festivales para la BBC, entre los que se incluyen los Proms, los de la Royal Opera House y Glyndebourne, el Festival Aldeburgh y el Festival WOMAD.

Committee secretary

Trained as a violinist and countertenor, Andrew McGregor has sung backing vocals for Kiri te Kanawa, played string arrangements for rock groups, studied Stockhausen, and appeared at the BBC Proms. Presenter of *Record Review* on BBC Radio 3 for almost two decades, reviewing the new releases, and talking to musicians about their latest work, he also presents live and recorded concert, opera and festival broadcasts for the BBC, including the BBC Proms, and performances at the Royal Opera House, Glyndebourne, the Aldeburgh Festival and WOMAD.

Mauro Bucarelli

Es, desde 1991, administrador artístico de la Academia Nacional de Santa Cecilia en Roma (Italia). 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.

Artistic Administrator of the Accademia Nazionale di Santa Cecilia in Rome (Italy). He has collaborated closely with conductors like 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 as a researcher for the Fondazione Rossini in Pesaro, where he contributed to a new critical edition of the composer's complete works.

Víctor García de Gomar

Es director artístico del Palau de la Música Catalana, director artístico del Gran Teatro del Liceo de Barcelona y director artístico del Auditorio de Girona. Ha sido director del Festival Nits de Clàssica y del Festival de Músiques Religioses i del Món, ambos en Gerona. En su trayectoria en el Palau de la Música, ha destacado por iniciativas de proyección internacional y que entablan un diálogo con las artes plásticas y la literatura. Es autor del libro *Y tú, qué escuchas* y copresentador del programa radiofónico del mismo nombre en Catalunya Música.

Artistic Director of the Palau de la Música Catalana, Artistic Director of the Gran Teatro del Liceo de Barcelona, and Artistic Director of the Auditori de Girona, he is also a former director of the Nits de Clàssica Festival and of the Festival of Religious and World Music, both in Girona. In his time at the Palau de la Música, he stood out for his international perspective and efforts to strengthen links between music and the literary and plastic arts. Author of the book *Y tú, qué escuchas*, he co-presents the radio program of the same name for Catalunya Música.

Pedro Halffter Caro

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.

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 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

Mención del acta

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Música y Ópera ha sido concedido en su undécima edición a **John Adams** por crear una voz única en la música contemporánea, con un estilo personal basado en los estándares más elevados de excelencia técnica y musical que, a la vez, ha logrado una poderosa conexión con un público amplio.

Ya en sus primeras composiciones, de finales de los setenta, como *Shaker loops*, emergió esa voz distinta, que se hizo más evidente en piezas orquestales de los ochenta —*Harmonium*, *Grand Pianola Music* y *Harmonielehre*—, obras que ya forman parte del repertorio de orquestas de todo el mundo.

Hay algo inmediatamente reconocible en cualquier composición de John Adams, no importa el género —solo, cámara, orquesta, ópera u oratorio—: un estilo difícil de definir, pero que es de alguna manera *americano*, muchas veces modulado por las influencias del jazz, el rock y el pop de su juventud.

Con su primera ópera, *Nixon in China*, Adams impulsó un nuevo tipo de *docu-ópera*, al componer sobre acontecimientos en la memoria contemporánea y abordar con audacia cuestiones polémicas de nuestro tiempo. Es una trayectoria que continuó con *The death of Klinghoffer*, *Doctor Atomic*, y su nueva ópera *Girls of the Golden West*, que nos hacen pensar de nuevo sobre la historia de Estados Unidos, la era nuclear y el terrorismo. *On the Transmigration of souls* ofrece una conmovedora reflexión sobre el 11-S, y en sus oratorios adopta las *pasiones* de Bach como modelo para explorar cuestiones sobre inmigración y de género, asegurando así que la voz de las mujeres y los puntos de vista de las minorías son escuchados.

John Adams escribe una música que es genuinamente de nuestro tiempo, y siempre lo ha sido, desde finales del siglo XX al siglo XXI. En piezas recientes como *Absolute Jest*, su concierto para violín *Scheherazade.2* y su nuevo concierto para piano, la música de John Adams sigue evolucionando para enriquecer nuestro panorama musical.

Committee

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award

Music and Opera

85

Excerpt from award citation

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Music and Opera goes, in this eleventh edition, to **John Adams**, who has established himself as a unique voice in contemporary music, creating a personal style based on the highest standards of musical and technical excellence, while communicating powerfully to a wide audience.

Even in works as early as *Shaker Loops* in the late 1970s that distinctive voice was emerging; more obviously in larger orchestral canvases in the 1980s – *Harmonium*, *Grand Pianola Music* and *Harmonielehre* – that now form part of the repertoire for orchestras worldwide.

There is something immediately recognizable about a John Adams composition, across all genres – solo, chamber, orchestral, opera and oratorio. It is a style that's hard to define, but somehow "American," often inflected with the jazz influences and rock and pop music of his youth.

With his first opera, *Nixon in China*, Adams pioneered a new kind of "docu-opera," writing about events in living memory, and fearlessly addressing contemporary and controversial issues. This trajectory has continued with *The Death of Klinghoffer*, *Doctor Atomic*, and his new opera *Girls of the Golden West*, making us think afresh about American history, the nuclear age and terrorism. *On the Transmigration of Souls* reflects poignantly on 9/11, and in his oratorios Adams takes the Bach Passions as his model, and uses them to explore immigration and gender issues, making sure women's voices and minority points of view are heard.

John Adams writes music that is genuinely of our time, and always has been, from the late 20th century into the 21st century. In recent pieces such as *Absolute Jest*, his violin concerto *Scheherazade.2*, and his new Piano Concerto, Adams' music continues to evolve, and to enrich our musical landscape.

Comités técnicos de apoyo / Evaluation support panels

Coordinadora / Coordinator

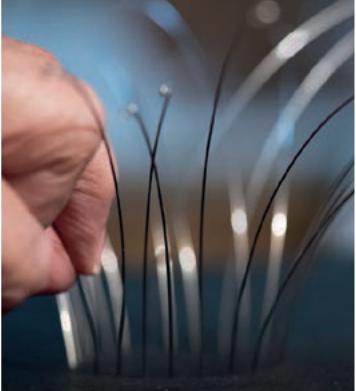
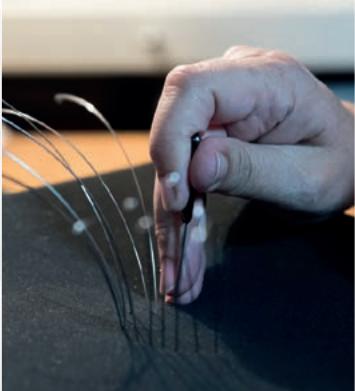
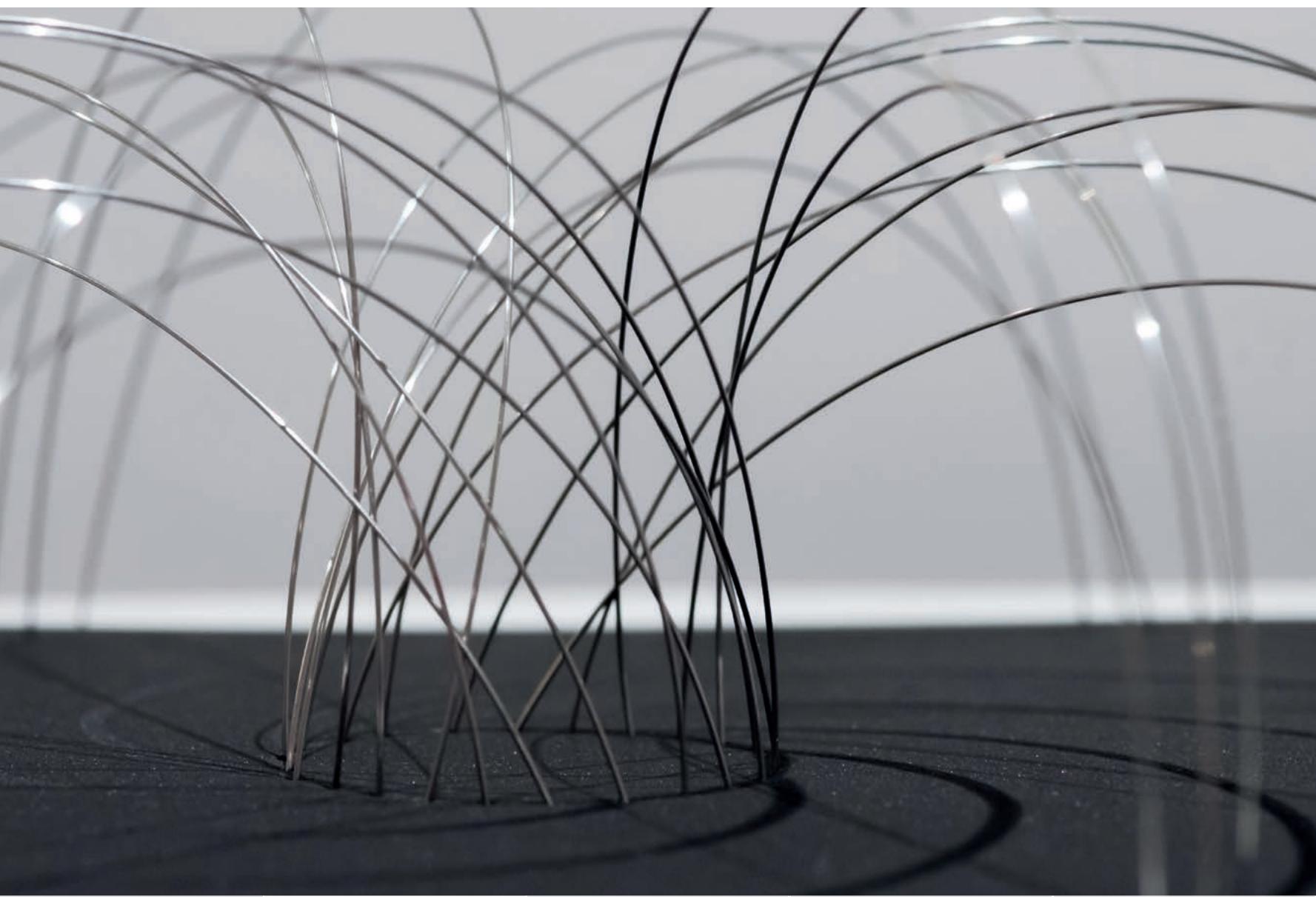
M. Victoria Moreno Arribas

Vicepresidenta adjunta de Áreas Científico-Técnicas · Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)
Deputy Vice-President for Scientific and Technical Areas · Spanish National Research Council (CSIC)

86

| Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas) Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics) | Biología y Biomedicina Biology and Biomedicine | Tecnologías de la Información y la Comunicación Information and Communication Technologies | Ecología y Biología de la Conservación Ecology and Conservation Biology |
|--|---|--|--|
| Paloma Adeva Ramos Coordinadora del Área de Ciencia y Tecnología de Materiales y profesora de investigación en el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CSIC) Coordinator of the Materials Science and Technology Area and Research Professor at the National Center for Metallurgical Research (CSIC) | Susana Alemany de la Peña Coordinadora del Área de Biología y Biomedicina e investigadora científica en el Instituto de Investigaciones Biomédicas Alberto Sols (CSIC) Coordinator of the Biology and Biomedicine Area and Research Scientist at the Biomedical Research Institute "Alberto Sols" (CSIC) | Carmen García García Coordinadora del Área de Ciencia y Tecnologías Físicas y profesora de investigación en el Instituto de Física Corpuscular (CSIC) Coordinator of the Physical Science and Technologies Area and Research Professor at the Institute of Corpuscular Physics (CSIC) | Eulalia Moreno Mañas Coordinadora del Área de Recursos Naturales y profesora de investigación en la Estación Experimental de Zonas Áridas (CSIC) Coordinator of the Natural Resources Area and Research Professor at the Arid Zones Experimental Station (CSIC) |
| Alberto Casas González Profesor de investigación del Instituto de Física Teórica (CSIC) Research Professor at the Institute for Theoretical Physics (CSIC) | Ana Aranda Iriarte Profesora de investigación en el Instituto de Investigaciones Biomédicas Alberto Sols (CSIC) Research Professor at the Biomedical Research Institute "Alberto Sols" (CSIC) | Manuel Lozano Fantoba Profesor de investigación en el Instituto de Microelectrónica de Barcelona (CSIC) Research Professor at the Institute of Microelectronics of Barcelona (CSIC) | Ángel Ruiz Mantecón Coordinador del Área de Ciencias Agrarias y profesor de investigación en el Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC) Coordinator of the Agricultural Sciences Area and Research Professor at the Mountain Stockbreeding Institute (CSIC) |
| Marta Fernández García Investigadora científica en el Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros (CSIC) Research Scientist at the Institute for Polymer Science and Technology (CSIC) | Jesús Ávila de Grado Profesor de investigación en el Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (CSIC) Research Professor at the Molecular Biology Center "Severo Ochoa" (CSIC) | Pedro Meseguer González Investigador científico en el Instituto de Investigación en Inteligencia Artificial (CSIC) Research Scientist at the Artificial Intelligence Research Institute (CSIC) | Anna Traveset Vilagines Profesora de investigación en el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (CSIC) Research Professor at the Mediterranean Institute for Advanced Studies (CSIC) |
| José Manuel García Fernández Coordinador del Área de Ciencia y Tecnologías Químicas y profesor de investigación en el Instituto de Investigaciones Químicas (CSIC) Coordinator of the Chemical Science and Technology Area and Research Professor at the Institute for Chemical Research (CSIC) | Dolores González Pacanowska Profesora de investigación en el Instituto de Parasitología y Biomedicina López Neyra (CSIC) Research Professor at the Institute of Parasitology and Biomedicine "López Neyra" (CSIC) | Federico Thomas Arroyo Profesor de investigación en el Instituto de Robótica e Informática Industrial (CSIC) Research Professor at the Institute of Robotics and Industrial Computing (CSIC) | |
| Joaquín Pérez Pariente Profesor de investigación en el Instituto de Catalización y Petroleoquímica (CSIC) Research Professor at the Institute of Catalysis and Petrochemistry (CSIC) | M. Isabel Medina Méndez Coordinadora del Área de Ciencia y Tecnología de Alimentos y profesora de investigación en el Instituto de Investigaciones Marinas (CSIC) Coordinator of the Food Science and Technology Area and Research Professor at the Institute of Marine Research (CSIC) | Roberta Zambrini Científica titular en el Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos (CSIC) Tenured Researcher at the Institute for Cross-Disciplinary Physics and Complex Systems (CSIC) | |

| Cambio Climático Climate Change | Economía, Finanzas y Gestión de Empresas Economics, Finance and Management | Humanidades y Ciencias Sociales (Humanidades) Humanities and Social Sciences (Humanities) | Música y Ópera Music and Opera |
|--|--|--|--|
| <p>Francisca Martínez Ruiz Investigadora científica en el Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC) Research Scientist at the Andalusian Earth Sciences Institute (CSIC)</p> <p>Eulalia Moreno Mañas Coordinadora del Área de Recursos Naturales y profesora de investigación en la Estación Experimental de Zonas Áridas (CSIC) Coordinator of the Natural Resources Area and Research Professor at the Arid Zones Experimental Station (CSIC)</p> <p>Rafael Simó Martorell Profesor de investigación en el Instituto de Ciencias del Mar (CSIC) Research Professor at the Institute of Marine Sciences (CSIC)</p> | <p>José Antonio Berenguer Sánchez Coordinador del Área de Humanidades y Ciencias Sociales e investigador científico en el Instituto de Lenguas y Culturas del Mediterráneo y Oriente Próximo (CSIC) Coordinator of the Humanities and Social Sciences Area and Research Scientist at the Institute of Languages and Cultures of the Mediterranean and the Middle East (CSIC)</p> <p>Jorge Brandts Bernad Profesor de investigación en el Instituto de Análisis Económico (CSIC) Research Professor at the Institute for Economic Analysis (CSIC)</p> <p>Adela García Aracil Científica titular en el Instituto de Gestión de la Innovación y del Conocimiento (CSIC) Tenured Researcher at the Institute of Innovation and Knowledge Management (CSIC)</p> <p>Laura Beatriz Mayoral Santamaría Investigadora científica en el Instituto de Análisis Económico (CSIC) Research Scientist at the Institute for Economic Analysis (CSIC)</p> <p>Hugo Rodríguez Mendizábal Científico titular en el Instituto de Análisis Económico (CSIC) Tenured Researcher at the Institute for Economic Analysis (CSIC)</p> | <p>José Antonio Berenguer Sánchez Coordinador del Área de Humanidades y Ciencias Sociales e investigador científico en el Instituto de Lenguas y Culturas del Mediterráneo y Oriente Próximo (CSIC) Coordinator of the Humanities and Social Sciences Area and Research Scientist at the Institute of Languages and Cultures of the Mediterranean and the Middle East (CSIC)</p> <p>Miguel Ángel Bunes Ibarra Profesor de investigación en el Instituto de Historia (CSIC) Research Professor at the History Institute (CSIC)</p> <p>Ernesto Ganaiza Fernández Científico titular en el Instituto de Estudios Sociales Avanzados (CSIC) Tenured Researcher at the Institute for Advanced Social Studies (CSIC)</p> <p>Ana María López Sala Científica titular en el Instituto de Economía, Geografía y Demografía (CSIC) Tenured Researcher at the Institute of Economics, Geography and Demography (CSIC)</p> <p>Ignacio Márquez Rowe Científico titular en el Instituto de Lenguas y Culturas del Mediterráneo y Oriente Próximo (CSIC) Tenured Researcher at the Institute of Languages and Cultures of the Mediterranean and Middle East (CSIC)</p> | <p>José Antonio Berenguer Sánchez Coordinador del Área de Humanidades y Ciencias Sociales e investigador científico en el Instituto de Lenguas y Culturas del Mediterráneo y Oriente Próximo (CSIC) Coordinator of the Humanities and Social Sciences Area and Research Scientist at the Institute of Languages and Cultures of the Mediterranean and the Middle East (CSIC)</p> <p>Antonio Ezquierro Esteban Investigador científico en la Institución Milá y Fontanals (CSIC) Research Scientist at the Milá i Fontanals Institution (CSIC)</p> <p>María Gembero Ustároz Científica titular en la Institución Milá y Fontanals (CSIC) Tenured Researcher at the Milá i Fontanals Institution (CSIC)</p> <p>Emilio Ros Fábregas Investigador científico en la Institución Milá y Fontanals (CSIC) Research Scientist at the Milá i Fontanals Institution (CSIC)</p> |



Símbolo artístico
Fronteras del Conocimiento
Artista: Blanca Muñoz

Frontiers of Knowledge artwork
Artist: Blanca Muñoz

Blanca Muñoz se licenció en Bellas Artes en la Universidad Complutense de Madrid. Fue becada por el Gobierno de Italia en la Calcografía Nazionale (1989), por la Real Academia de España en Roma (1990) y por la Dirección de Relaciones Exteriores de México (en Ciudad de México, 1992). Ha recibido una Beca Leonardo a Investigadores y Creadores Culturales Fundación BBVA 2014, y ha sido galardonada con numerosos premios de grabado y de escultura, entre los que se encuentra el Premio Nacional de Grabado, obtenido en 1999.

Esculturas públicas: *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); *Leónidas*, Estación de Príncipe Pío, Madrid (2004).

Últimas exposiciones individuales: *Vaivén*, Galería Marlborough, Madrid (2018); *Recapitulación*, Galería Marlborough, Barcelona (2016); *Tornasol*, Galería Marlborough, Madrid (2015); *De l'acier à l'or*, Galerie MiniMasterpiece, 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. Pensando en todo ello he marcado tres espirales. Cada una está segmentada originando siete puntos, además de un octavo que es común y desde el cual parten todas ellas. Es decir, he tratado de acompañar las siete disciplinas científicas al son de la octava: la música contemporánea.

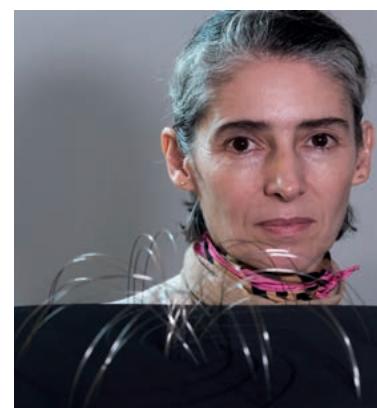
Blanca Munoz obtained a B.A. in Fine Arts from the Universidad Complutense de Madrid. She has held scholarships at Calcografia Nazionale (1989), awarded by the Italian Government, at the Spanish Royal Academy in Rome (1990), and in Mexico City (1992), awarded by the Mexican Department of Foreign Affairs. Recipient of a 2014 Leonardo Grant for Researchers and Cultural Creators from the BBVA Foundation, her many distinctions as a sculptor and printmaker include the 1999 National Print Prize.

Public sculptures: *Géminis*, Torre Cepsa, architect Norman Foster, Madrid (2009); *Panta rei*, Malaga (2008); *Eclíptica*, Badajoz Exhibition Center (2006); *Perseidas II*, Parque de la Curva de Elorrieta, Bilbao (2004); *Leónidas*, Príncipe Pío Station, Madrid (2004).

Latest solo exhibitions: *Vaivén*, Galería Marlborough, Madrid (2018); *Recapitulación*, Galería Marlborough, Barcelona (2016); *Tornasol*, Galería Marlborough, Madrid (2015); *De l'acier à l'or*, Galerie MiniMasterpiece, 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. With this in mind, I traced out three spirals, each of them segmented into seven points, plus an eighth point which marks their common 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 Euskadi

Robert Treviño, director

Primera parte (40')

John Adams (1947)

Harmonielehre

Part I.

Part II. The Anfortas Wound

Part III. Meister Eckhardt and Quackie

Segunda parte (50')

Gustav Mahler (1860-1911)

Sinfonía n.º 1 en re mayor, «Titán»

I. Langsam. Schleppend - Immer sehr gemächlich

II. Kräftig bewegt, doch nicht zu schnell

III. Feierlich und gemessen, ohne zu schleppen

IV. Stürmisch bewegt

Basque National Orchestra

Robert Treviño, conductor

Part one (40')

John Adams (1947)

Harmonielehre

Part I.

Part II. The Anfortas Wound

Part III. Meister Eckhardt and Quackie

Part two (50')

Gustav Mahler (1860-1911)

Symphony No. 1 in D major, “*Titan*”

I. Langsam. Schleppend - Immer sehr gemächlich

II. Kräftig bewegt, doch nicht zu schnell

III. Feierlich und gemessen, ohne zu schleppen

IV. Stürmisch bewegt

17 de junio de 2019
19:30 horas
Palacio Euskalduna
Bilbao

June 17, 2019
19:30
Euskalduna Conference Centre
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)**

92



2017 — X Edición / 10th Edition

Omar Yaghi · Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos) / University of California, Berkeley (United States)



2016 — IX Edición / 9th Edition

David Cox · Universidad de Oxford (Reino Unido) / University of Oxford (United Kingdom)

Bradley Efron · Universidad de Stanford (Estados Unidos) / Stanford University (United States)



2015 — VIII Edición / 8th Edition

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)



2014 — VII Edición / 7th Edition

Stephen L. Buchwald · Instituto Tecnológico de Massachusetts (Estados Unidos)

Massachusetts Institute of Technology (United States)



2013 — VI Edición / 6th Edition

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)



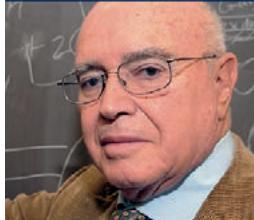
2012 — V Edición / 5th Edition

Ingrid Daubechies · Universidad de Duke (Estados Unidos) / Duke University (United States)
David B. Mumford · Universidad de Brown (Estados Unidos) / Brown University (United States)



2011 — IV Edición / 4th Edition

Michel G.E. Mayor · Universidad de Ginebra (Suiza) / University of Geneva (Switzerland)
Didier Queloz



2010 — III Edición / 3rd Edition

Gabor A. Somorjai · Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos)
University of California, Berkeley (United States)



2009 — II Edición / 2nd Edition

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)



2008 — I Edición / 1st Edition

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)



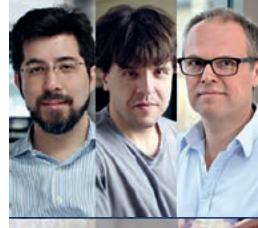
2017 — X Edición / 10th Edition

James P. Allison · MD Anderson Cancer Center de la Universidad de Texas (Estados Unidos)
University of Texas MD Anderson Cancer Center (United States)



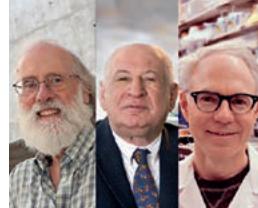
2016 — IX Edición / 9th Edition

Emmanuelle Charpentier · Universidad Humboldt de Berlín (Alemania) / Humboldt University of Berlin (Germany)
Jennifer Doudna · Universidad de California en Berkeley / University of California, Berkeley (United States)
Francisco J. Martínez Mojica · Universidad de Alicante (España) / University of Alicante (Spain)



2015 — VIII Edición / 8th Edition

Edward S. Boyden III · Instituto Tecnológico de Massachusetts / 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)



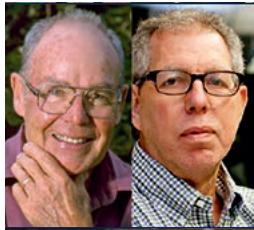
2014 — VII Edición / 7th Edition

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)



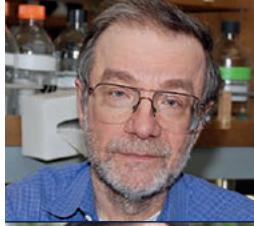
2013 — VI Edición / 6th Edition

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



2012 — V Edición / 5th Edition

Douglas L. Coleman · The Jackson Laboratory (Estados Unidos / United States)
Jeffrey M. Friedman · Howard Hughes Medical Institute (Estados Unidos / United States)



2011 — IV Edición / 4th Edition

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



2010 — III Edición / 3rd Edition

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



2009 — II Edición / 2nd Edition

Robert J. Lefkowitz · Universidad de Duke (Estados Unidos) · Premio Nobel de Química 2012
Duke University (United States) · Nobel Prize in Chemistry 2012



2008 — I Edición / 1st Edition

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



2017 — X Edición / 10th Edition

Shafi Goldwasser · Instituto Tecnológico de Massachusetts (Estados Unidos)
Silvio Micali · Massachusetts Institute of Technology (United States)
Ronald L. Rivest
Adi Shamir · Instituto Weizmann de Ciencias (Israel) / Weizmann Institute of Science (Israel)



2016 — IX Edición / 9th Edition

Geoffrey Hinton · Universidad de Toronto (Canadá)
University of Toronto (Canada)



2015 — VIII Edición / 8th Edition

Stephen A. Cook · Universidad de Toronto (Canadá)
University of Toronto (Canada)



2014 — VII Edición / 7th Edition

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



2013 — VI Edición / 6th Edition

Marvin L. Minsky · Instituto Tecnológico de Massachusetts (Estados Unidos)
Massachusetts Institute of Technology (United States)



2012 — V Edición / 5th Edition

Lotfi A. Zadeh · Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos)
University of California, Berkeley (United States)



2011 — IV Edición / 4th Edition

Carver A. Mead · Instituto de Tecnología de California (Estados Unidos)
California Institute of Technology (United States)



2010 — III Edición / 3rd Edition

Donald E. Knuth · Universidad de Stanford (Estados Unidos)
Stanford University (United States)



2009 — II Edición / 2nd Edition

Thomas Kailath · Universidad de Stanford (Estados Unidos)
Stanford University (United States)



2008 — I Edición / 1st Edition

Jacob Ziv · Instituto Technion (Israel)
Technion Institute (Israel)



2017 — X Edición / 10th Edition

B. Rosemary Grant · Universidad de Princeton (Estados Unidos) / Princeton University (United States)
Peter R. Grant



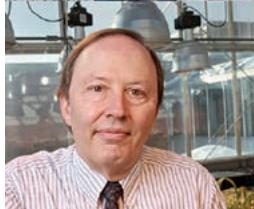
2016 — IX Edición / 9th Edition

Gene E. Likens · Cary Institute of Ecosystem Studies (Estados Unidos / United States)
Marten Scheffer · Universidad de Wageningen (Países Bajos) / Wageningen University (Netherlands)



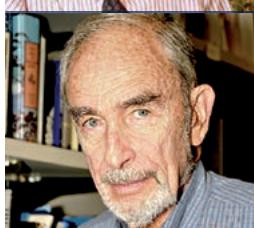
2015 — VIII Edición / 8th Edition

Ilkka Hanski · Universidad de Helsinki (Finlandia) / University of Helsinki (Finland)



2014 — VII Edición / 7th Edition

David Tilman · Universidad de Minnesota (Estados Unidos) / University of Minnesota (United States)



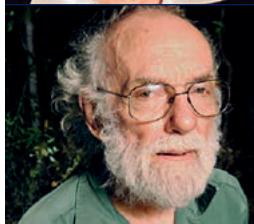
2013 — VI Edición / 6th Edition

Paul R. Ehrlich · Universidad de Stanford (Estados Unidos) / Stanford University (United States)



2012 — V Edición / 5th Edition

Jane Lubchenco · Universidad Estatal de Oregón (Estados Unidos) / Oregon State University (United States)



2011 — IV Edición / 4th Edition

Daniel H. Janzen · Universidad de Pensilvania (Estados Unidos) / University of Pennsylvania (United States)



2010 — III Edición / 3rd Edition

Edward O. Wilson · Universidad de Harvard (Estados Unidos) / Harvard University (United States)



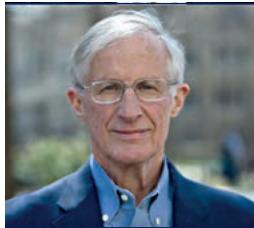
2009 — II Edición / 2nd Edition

Peter B. Reich · Universidad de Minnesota (Estados Unidos) / University of Minnesota (United States)



2008 — I Edición / 1st Edition

Thomas E. Lovejoy · Instituto Smithsoniano (Estados Unidos) / Smithsonian Institution (United States)
William F. Laurance



2017 — X Edición / 10th Edition

William Nordhaus · Universidad de Yale (Estados Unidos) / Yale University (United States)



2016 — IX Edición / 9th Edition

James E. Hansen · Universidad de Columbia (Estados Unidos) / Columbia University (United States)
Syukuro Manabe · Universidad de Princeton (Estados Unidos) / Princeton University (United States)



2015 — VIII Edición / 8th Edition

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



2014 — VII Edición / 7th Edition

Richard B. Alley · Universidad Estatal de Pensilvania (Estados Unidos) / Pennsylvania State University (United States)



2013 — VI Edición / 6th Edition

Christopher B. Field · Carnegie Institution for Science y Universidad de Stanford (Estados Unidos)
Carnegie Institution for Science and Stanford University (United States)

**2012 — V Edición / 5th Edition**

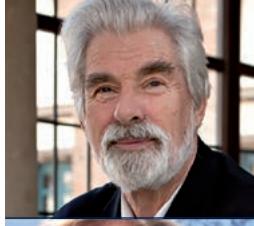
Susan Solomon · Instituto Tecnológico de Massachusetts (Estados Unidos)
Massachusetts Institute of Technology (United States)

**2011 — IV Edición / 4th Edition**

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

**2010 — III Edición / 3rd Edition**

Nicholas Stern · The London School of Economics and Political Science (Reino Unido / United Kingdom)

**2009 — II Edición / 2nd Edition**

Klaus Hasselmann · Instituto Max Planck de Meteorología (Alemania)
Max Planck Institute for Meteorology (Germany)

**2008 — I Edición / 1st Edition**

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**

102



2017 — X Edición / 10th Edition

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)



2016 — IX Edición / 9th Edition

Daron Acemoglu · Instituto Tecnológico de Massachusetts (Estados Unidos)
Massachusetts Institute of Technology (United States)



2015 — VIII Edición / 8th Edition

Robert B. Wilson · Universidad de Stanford (Estados Unidos) / Stanford University (United States)



2014 — VII Edición / 7th Edition

Richard Blundell · University College de Londres / University College London (United Kingdom)

David Card · Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos) / University of California, Berkeley (United States)



2013 — VI Edición / 6th Edition

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)



2012 — V Edición / 5th Edition

Paul R. Milgrom · Universidad de Stanford (Estados Unidos) / Stanford University (United States)



2011 — IV Edición / 4th Edition

Angus Deaton · Universidad de Princeton (Estados Unidos) / Princeton University (United States)
Premio en Ciencias Económicas en Memoria de Alfred Nobel 2015 / Nobel Memorial Prize in Economic Sciences 2015



2010 — III Edición / 3rd Edition

Lars Peter Hansen · Universidad de Chicago (Estados Unidos) / University of Chicago (United States)
Premio en Ciencias Económicas en Memoria de Alfred Nobel 2013
Nobel Memorial Prize in Economic Sciences 2013



2009 — II Edición / 2nd Edition

Andreu Mas-Colell · Universidad Pompeu Fabra (España) / Pompeu Fabra University (Spain)
Hugo Sonnenschein · Universidad de Chicago (Estados Unidos) / University of Chicago (United States)



2008 — I Edición / 1st Edition

Jean Tirole · Fundación Jean-Jacques Laffont (Francia) / Jean-Jacques Laffont Foundation (France)
Premio en Ciencias Económicas en Memoria de Alfred Nobel 2014
Nobel Memorial Prize in Economic Sciences 2014



2017 — X Edición / 10th Edition

Kaija Saariaho · Compositora (Finlandia) / Composer (Finland)



2016 — IX Edición / 9th Edition

Sofia Gubaidulina · Compositora (Federación de Rusia) / Composer (Russian Federation)



2015 — VIII Edición / 8th Edition

Georges Aperghis · Compositor (Grecia) / Composer (Greece)



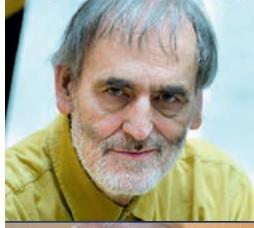
2014 — VII Edición / 7th Edition

György Kurtág · Compositor (Hungria) / Composer (Hungary)



2013 — VI Edición / 6th Edition

Steve Reich · Compositor (Estados Unidos) / Composer (United States)

**2012 — V Edición / 5th Edition****Pierre Boulez** · Compositor y director (Francia) / Composer and conductor (France)**2011 — IV Edición / 4th Edition****Salvatore Sciarrino** · Compositor (Italia) / Composer (Italy)**2010 — III Edición / 3rd Edition****Helmut Lachenmann** · Compositor (Alemania) / Composer (Germany)**2009 — II Edición / 2nd Edition****Cristóbal Halffter** · Compositor y director (España) / Composer and conductor (Spain)

Galardonados en ediciones anteriores

Artes (Música, Pintura, Escultura, Arquitectura)

Laureates in previous editions

Arts (Music, Painting, Sculpture, Architecture)**2008 — I Edición / 1st Edition****Steven Holl** · Arquitecto. Universidad de Columbia (Estados Unidos) / Architect. Columbia University (United States)



2017 — X Edición / 10th Edition

Nubia Muñoz · Instituto Nacional de Cancerología de Colombia (Colombia)
National Cancer Institute of Colombia (Colombia)



2016 — IX Edición / 9th Edition

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)



2015 — VIII Edición / 8th Edition

Martin Ravallion · Universidad de Georgetown (Estados Unidos) / Georgetown University (United States)



2014 — VII Edición / 7th Edition

Helen Keller International · Estados Unidos / United States



2013 — VI Edición / 6th Edition

Pratham · India

2012 — V Edición / 5th Edition



DNDi (Drugs for Neglected Diseases Initiative) · Suiza / Switzerland



2011 — IV Edición / 4th Edition

Ciro de Quadros · Sabin Vaccine Institute (Estados Unidos / United States)



2010 — III Edición / 3rd Edition

International Rice Research Institute (IRRI) · Filipinas / The Philippines



2009 — II Edición / 2nd Edition

Development Research Institute (DRI) · Universidad de Nueva York (Estados Unidos)
New York University (United States)



2008 — I Edición / 1st Edition

Abdul Latif Jameel Poverty Action Lab (J-PAL) · Instituto Tecnológico de Massachusetts (Estados Unidos)
Massachusetts Institute of Technology (United States)

Galardonados en ediciones anteriores
Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento
X Edición (2017)

Laureates in previous editions
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)

Tecnologías de la Información y la Comunicación
Information and Communication Technologies

Shafi Goldwasser

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

Silvio Micali

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

Ronald L. Rivest

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

Adi Shamir

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

Biomedicina
Biomedicine

James P. Allison

MD Anderson Cancer Center de la Universidad de Texas (Estados Unidos) / University of Texas MD Anderson Cancer Center (United States)

Cambio Climático
Climate Change

William Nordhaus

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

Ecología y Biología de la Conservación
Ecology and Conservation Biology

B. Rosemary Grant

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

Peter R. Grant

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

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)

Galardonados en ediciones anteriores
Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento
IX Edición (2016)

Laureates in previous editions
BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards
9th Edition (2016)

109

| | |
|--|---|
| 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) |
| Tecnologías de la Información y la Comunicación Information and Communication Technologies | Geoffrey Hinton Universidad de Toronto (Canadá) / University of Toronto (Canada) |
| 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) |
| Cambio Climático Climate Change | James E. Hansen Universidad de Columbia (Estados Unidos) / Columbia University (United States) Syukuro Manabe Universidad de Princeton (Estados Unidos) / Princeton University (United States) |
| 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) |
| Economía, Finanzas y Gestión de Empresas Economics, Finance and Management | Daron Acemoglu Instituto Tecnológico de Massachusetts (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) |

Galardonados en ediciones anteriores
Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento
VIII Edición (2015)

Laureates in previous editions
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)

**Tecnologías de la Información
y la Comunicación**
Information and
Communication Technologies

Stephen A. Cook

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

Biomedicina
Biomedicine

Edward S. Boyden III

Instituto Tecnológico de Massachusetts (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)

Cambio Climático
Climate Change

Veerabhadran Ramanathan

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

**Ecología y
Biología de la Conservación**
Ecology and
Conservation Biology

Ilkka Hanski

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

**Economía, Finanzas y
Gestión de Empresas**
Economics, Finance and
Management

Robert B. Wilson

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

Cooperación al Desarrollo
Development Cooperation

Martin Ravallion

Universidad de Georgetown (Estados Unidos) / Georgetown University (United States)

Música Contemporánea
Contemporary Music

Georges Aperghis

Composer (Grecia) / Composer (Greece)

Galardonados en ediciones anteriores
Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento
VII Edición (2014)

Laureates in previous editions
BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards
7th Edition (2014)

111

Ciencias Básicas
(Física, Química, Matemáticas)
Basic Sciences
(Physics, Chemistry, Mathematics)

Stephen L. Buchwald

Instituto Tecnológico de Massachusetts (Estados Unidos) / Massachusetts Institute of Technology (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)

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)

Cambio Climático
Climate Change

Richard B. Alley

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

**Ecología y
Biología de la Conservación**
Ecology and
Conservation Biology

David Tilman

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

Cooperación al Desarrollo
Development Cooperation

Helen Keller International

Estados Unidos / United States

Música Contemporánea
Contemporary Music

György Kurtág

Compositor (Hungria) / Composer (Hungary)

Galardonados en ediciones anteriores
Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento
VI Edición (2013)

Laureates in previous editions
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)

Tecnologías de la Información y la Comunicación
Information and Communication Technologies

Marvin L. Minsky

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

Biomedicina
Biomedicine

Adrian Bird

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

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)

Ecología y Biología de la Conservación
Ecology and Conservation Biology

Paul R. Ehrlich

Universidad de Stanford (Estados Unidos) / 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)

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)

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)

Biomedicina
Biomedicine

Douglas L. Coleman

The Jackson Laboratory (Estados Unidos / United States)

Jeffrey M. Friedman

Howard Hughes Medical Institute (Estados Unidos / United States)

Cambio Climático
Climate Change

Susan Solomon

Instituto Tecnológico de Massachusetts (Estados Unidos) / Massachusetts Institute of Technology (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)

Economía, Finanzas y Gestión de Empresas
Economics, Finance and Management

Paul R. Milgrom

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

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)

Galardonados en ediciones anteriores
Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento
IV Edición (2011)

Laureates in previous editions
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) / University of Geneva (Switzerland)

Didier Queloz

Universidad de Ginebra (Suiza) / University of Geneva (Switzerland)

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)

Biomedicina
Biomedicine

Alexander Varshavsky

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

Cambio Climático
Climate Change

Isaac Meyer Held

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

Economía, Finanzas y Gestión de Empresas
Economics, Finance and Management

Angus Deaton

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

Premio en Ciencias Económicas en Memoria de Alfred Nobel 2015 / 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

Composer (Italia) / Composer (Italy)

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)

Tecnologías de la Información y la Comunicación
Information and Communication Technologies

Donald E. Knuth

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

Biomedicina
Biomedicine

Shinya Yamanaka

Universidad de Kioto (Japón) y Universidad de California en San Francisco (Estados Unidos) /
Kyoto University (Japan) and University of California, San Francisco (United States)

Premio Nobel en Fisiología y Medicina 2012 / Nobel Prize in Physiology or Medicine 2012

Cambio Climático
Climate Change

Nicholas Stern

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

Ecología y Biología de la Conservación
Ecology and Conservation Biology

Edward O. Wilson

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

Economía, Finanzas y Gestión de Empresas
Economics, Finance and Management

Lars Peter Hansen

Universidad de Chicago (Estados Unidos) / University of Chicago (United States)

Premio en Ciencias Económicas en Memoria de Alfred Nobel 2013 / 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)

Galardonados en ediciones anteriores
**Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento
II Edición (2009)**

Laureates in previous editions
**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)

**Tecnologías de la Información
y la Comunicación**
Information and
Communication Technologies

Thomas Kailath
Universidad de Stanford (Estados Unidos) / Stanford University (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

Cambio Climático
Climate Change

Klaus Hasselmann
Instituto Max Planck de Meteorología (Alemania) / Max Planck Institute for Meteorology (Germany)

**Ecología y
Biología de la Conservación**
Ecology and
Conservation Biology

Peter B. Reich
Universidad de Minnesota (Estados Unidos) / University of Minnesota (United States)

**Economía, Finanzas y
Gestión de Empresas**
Economics, Finance and
Management

Andreu Mas-Colell
Universidad 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)

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)

Tecnologías de la Información y la Comunicación
Information and Communication Technologies

Jacob Ziv

Instituto Technion (Israel) / Technion Institute (Israel)

Biomedicina
Biomedicine

Joan Massagué

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

Cambio Climático
Climate Change

Wallace S. Broecker

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

Ecología y Biología de la Conservación
Ecology and Conservation Biology

Thomas E. Lovejoy

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

William F. Laurance

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

Economía, Finanzas y Gestión de Empresas
Economics, Finance and Management

Jean Tirole

Fundación Jean-Jacques Laffont (Francia) / Jean-Jacques Laffont Foundation (France)

Premio en Ciencias Económicas en Memoria de Alfred Nobel 2014 / Nobel Memorial Prize in Economic Sciences 2014

Cooperación al Desarrollo
Development Cooperation

Abdul Latif Jameel Poverty Action Lab (J-PAL)

Instituto Tecnológico de Massachusetts (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**

118

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

Textos / Texts

Manuel González Portilla:

La tradición innovadora de Bilbao / The innovative tradition of Bilbao

Mónica González Salomone:

Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas); Biología y Biomedicina;
Tecnologías de la Información y la Comunicación; Ecología y Biología de la Conservación;
Cambio Climático; *En la frontera misma /*
Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics); Biology and Biomedicine;
Information and Communication Technologies; Ecology and Conservation Biology;
Climate Change; *At the very frontier*

Juan Pujol:

Economía, Finanzas y Gestión de Empresas; Música y Ópera /
Economics, Finance and Management; Music and Opera

Pablo Jáuregui:

Humanidades y Ciencias Sociales (Humanidades) /
Humanities and Social Sciences (Humanities)

Carlos Gil:

Jurados / Committees

Traducción / Translations

Karen Welch

Diseño gráfico / Graphic design

nu comunicación

Impresión / Printed by

Gráficas Ingugom

Depósito Legal / Legal deposit: BI-854-2019

Impreso en España / Printed in Spain

Impreso en papel ecológico / Printed on environmentally responsible paper

Créditos fotográficos / Photo credits

Todas las fotos **Fundación BBVA** excepto / All photos **Fundación BBVA** except

- 7 Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) / Spanish National Research Council (CSIC)
9 Ayuntamiento de Bilbao / Bilbao City Council
12-13 (*de izquierda a derecha y de arriba a abajo / left to right, top to bottom*)
• Desembocadura de la ría (1976) / Mouth of the Bilbao estuary (1976). Fondo del Departamento de Historia Contemporánea de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU) / Department of Contemporary History, University of the Basque Country (UPV/EHU)
• Taller de locomotoras de Babcock & Wilcox (1928) / Babcock & Wilcox locomotive workshop (1928). Fondo del Departamento de Historia Contemporánea de la UPV/EHU / Department of Contemporary History, UPV/EHU
• Bilbao. La Gran Vía / Bilbao. Gran Vía. Fondo S. Arana Gorostiaga (Departamento de Historia Contemporánea de la UPV/EHU) / S. Arana Gorostiaga Archive (Department of Contemporary History, UPV/EHU)
• Escultura de Jorge Oteiza con el Ayuntamiento de Bilbao al fondo / Sculpture by Jorge Oteiza with Bilbao City Chambers in the background. Getty Images
• Proyecto Isla de Zorrotzaurre / The Zorrotzaurre Island project. Ayuntamiento de Bilbao / Bilbao City Council
• Museo Guggenheim Bilbao desde la ría / Guggenheim Museum Bilbao from the river. © FMGB. Guggenheim Bilbao Museoa. Foto / Photo: Erika Barahona Ede, Bilbao, 2019
19 Anders Sandberg
27 Abrescia Lab, CIC bioGUNE
35, 43 Getty Images
47 Gretchen Cara Daily
51 Earth Observatory, NASA
55 (*John Church*) Peter Boyer
55 Jonathan Gregory
59 Getty Images
68-69 Event Horizon Telescope Collaboration
71 nu comunicación
79 John Adams
90 Palacio Euskalduna / Euskalduna Conference Centre



Fundación **BBVA**

Con la colaboración del
With the collaboration of

