



Premios Fundación **BBVA** Fronteras del Conocimiento 2010  
2010 **BBVA** Foundation Frontiers of Knowledge Awards



Premios Fundación **BBVA** Fronteras del Conocimiento 2010  
2010 **BBVA** Foundation Frontiers of Knowledge Awards

Constituye un honor presentar en estas páginas los **Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento**, unos galardones de referencia que reconocen la investigación y la creación de excelencia, aquellas capaces de sobrepasar los modelos y perspectivas heredados de una etapa anterior, de abrir nuevas avenidas en nuestra comprensión del mundo, en el modo de afrontar los problemas y de aprovechar las oportunidades del presente.

Los Premios Fronteras cubren un amplio espectro del conocimiento y la cultura, incluyendo categorías que llevan la marca de los desafíos, herramientas conceptuales y tecnologías de este nuevo siglo, como la Ecología y la Biología de la Conservación, el Cambio Climático, la Cooperación al Desarrollo y las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Y, en un período en el que se insiste en exceso en poner el foco en las aplicaciones, olvidando de dónde surgen las principales soluciones, esta familia de galardones incluye el conocimiento fundamental, representado por la Física, la Química y las Matemáticas y las interacciones entre esas clásicas disciplinas, en proceso de transformación y reinención permanente. También la interacción de varios campos que contribuyen a modelar hoy la Biomedicina, desde la investigación básica a la clínica, pasando por la tecnológica y los nuevos materiales. El análisis económico, el financiero y la gestión de empresas, constituyen un área fundamental para entender y gestionar de manera más eficaz los mercados, la creación y distribución de la riqueza en las condiciones de la sociedad global del siglo XXI y, por ello, cuenta con una categoría expresamente dedicada a esos tres componentes. Premios que abarcan también el modelado de la sensibilidad y el gusto a través de un área de la cultura tan central e innovadora como lo es la música.

Son premios abiertos al mundo, globales, sin distinción de nacionalidades. En el proceso de nominación participan las instituciones de la ciencia y la cultura más emblemáticas a escala internacional, los jurados están integrados también por personalidades de numerosos países y los galardonados tienen nacionalidades diversas. La excelencia –no la procedencia– es lo que importa. Al tiempo, son unos galardones con raíces, ideados y desarrollados desde España, en un período en el que la sociedad española, sus instituciones científicas y sus empresas participan de manera integral en el exigente espacio global.

Una de esas empresas españolas, con presencia

It is an honor to be writing this introduction to the **BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards**, an eminent prize family recognizing research and creative contributions of excellence that take a step beyond the inherited models and perspectives to open up new avenues in our understanding of the world and the way we approach the problems and opportunities of the present.

The Frontiers Awards cover a broad spectrum of knowledge and culture, with categories that bear the stamp of the challenges, conceptual tools and technologies of the new century, like Ecology and Conservation Biology, Climate Change, Development Cooperation and Information and Communication Technologies. Also, at a time when we are prone to focus on the exploitable applications while ignoring where the real solutions come from, this scheme reserves a category for fundamental knowledge, represented by Physics, Chemistry and Mathematics, and the interactions arising between these classic disciplines as they continually transform and reinvent themselves. Biomedicine too is increasingly a product of advances in different fields, from basic to clinical research by way of technology and new materials. And research in Economics, Finance and Management, another award category, is providing us daily with the means to understand and more efficiently manage markets and the all-important processes of wealth creation and distribution in the global society of the 21st century. Finally, the awards pay tribute to a supremely innovative cultural area, music, that does so much to shape our modern sensibility.

These are global awards, open to the world at large without distinction of nationality. Nominations are put forward by leading institutions and organizations from the worlds of science and culture, the juries are formed by experts from many countries and laureates are of diverse nationalities. It is excellence that matters, irrespective of origin. They are also awards with roots, devised and developed in Spain at a time when Spanish society, scientific institutions and corporations are active and effective participants in the global community. Among these Spanish corporations with a global reach and leadership vocation is financial group BBVA: a group whose core values include the promotion of knowledge and innovation, which we see as the optimal means to advance the wellbeing of individuals and families. For this same reason, the



global y vocación de liderazgo, es precisamente el Grupo financiero BBVA, que tiene como elemento central de su identidad el impulso del conocimiento y la innovación, entendidos como las vías más eficaces para contribuir a incrementar el bienestar de los individuos y las familias. Lo cual explica que el núcleo de la misión de la Fundación BBVA esté constituido por el apoyo y la difusión del conocimiento, desde la investigación científica a la cultura. Los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento son, pues, expresión acabada de la «visión BBVA». Nuestra Fundación tiene el honor de contar con la colaboración y la sintonía del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), nuestra principal organización pública de investigación avanzada y multidisciplinar. A través de los procesos de preselección de las nominaciones y de participación en la composición de los jurados, el papel del CSIC es fundamental para garantizar la objetividad y la independencia en el reconocimiento de la excelencia sin otras consideraciones que las del mérito objetivado. Desde estas páginas quiero dejar constancia al CSIC de nuestra gratitud y reconocimiento. Como también a las instituciones nominadoras y a quienes han integrado los jurados. En todas las sociedades, desde las más avanzadas a las que se esfuerzan por incorporarse a la senda del crecimiento sostenible, hay una admiración y confianza latentes hacia los investigadores y los innovadores. Ninguna otra profesión captura atributos tan positivos como las de los médicos y los investigadores científicos. Y, sin embargo, faltan espacios y fórmulas para dar a conocer los logros y la identidad de las personas más creativas de la comunidad de investigadores e innovadores. Los premios son una vía eficaz para lograrlo, al traducir el reconocimiento latente en explícito. Y a través de las personas premiadas, la Fundación BBVA pretende reconocer el trabajo del conjunto de la comunidad científica, cuya contribución agregada permite desplazar las fronteras de lo conocido y, con ello, ampliar el espacio de posibilidades personales y colectivas. Nuestra felicitación y reconocimiento a los galardonados, sus familias y las universidades e instituciones en las que desarrollan su trabajo, así como a quienes contribuyen diariamente a crear, investigar e innovar al servicio de un futuro mejor para las personas, pilar esencial de la cultura y visión estratégica del Grupo BBVA.

BBVA Foundation's mission is to support knowledge generation and dissemination in scientific research and the arts, making these Frontiers Awards the ultimate expression of the "BBVA vision."

Our Foundation has been honored to count on the collaboration and cooperation of the Spanish National Research Council (CSIC), our country's premier public organization for advanced, multidisciplinary research. The CSIC's involvement in nominee pre-selection and the appointment of the prize juries ensures that the excellence which these awards distinguish is independently assessed, with no other guide than objective merit. Let me use these lines, therefore, to express our gratitude and appreciation to the CSIC, and to thank all the nominating institutions and jury members that have participated in this edition.

Through every society, from the most advanced to those striving to enter the path of sustainable growth, there runs a current of admiration and trust towards scientists and innovators. No other professions elicit such a positive response as physicians and scientific researchers. What are lacking, however, are platforms and programs to celebrate the names and achievements of today's most inventive and creative minds. We hope these awards will help bridge this gap by translating latent regard into explicit recognition. Through the Frontiers laureates, the BBVA Foundation also wants to pay tribute to a whole community; the scientists whose combined contributions have rolled back the frontiers of the known world, enlarging our individual and collective possibilities. Our warmest congratulations, then, to the laureates, their families and the institutions to which they belong, as well as to all those working daily to create, explore and innovate for the sake of a better future for people, mainstay of the culture and strategic vision of the BBVA Group.

Rafael Rodrigo  
Presidente  
CSIC

Rafael Rodrigo  
President  
CSIC

Una de las prioridades del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) es la realización de investigación multidisciplinar. En este organismo entendemos que la mejor forma de desarrollar y apoyar la ciencia de más alto nivel es aunar los esfuerzos de varios campos de investigación, tantos como sean necesarios, para conseguir avanzar. Los grandes retos y los grandes problemas a los que se enfrentará el ser humano en los próximos años, así como los grandes descubrimientos que hará, pasarán, sin duda, por las manos de muchos equipos de investigación de multitud de disciplinas y países. El CSIC lleva a cabo este tipo de investigaciones y estudios globales, que van desde el cambio climático al envejecimiento de la población, pasando por los recursos hídricos, algunos de los retos a los que, sin duda, se enfrentará la humanidad en el futuro. Asimismo, se potencian los estudios capaces de dar respuesta a las innovaciones en instrumentación e ingeniería así como en energía. Por ese motivo, estos cinco temas se han convertido en ejes estratégicos de la institución. La petición de la Fundación BBVA para que el CSIC colaborase en los **Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento** se enmarca en la misión de la institución de asesorar a entidades públicas y privadas en materia de investigación científico-técnica, y poder contribuir así al desarrollo social y cultural.

The delivery of multidisciplinary research ranks among the key priorities of the Spanish National Research Council (CSIC), for it is our firm belief that the best way to support and take forward top-flight science is by pooling the efforts of researchers in as many fields as necessary in order to advance. The great challenges confronting humanity in the next few years, and the great discoveries that will surely come, will without doubt have been studied and worked on by numerous research teams from a multitude of disciplines and countries. The CSIC engages precisely in this kind of global research in areas that range from climate change to the ageing population by way of the management of water resources. We are also promoting studies whose aim is to unlock new innovations in instrumentation and engineering and energy. Indeed these five areas, linked to some of the most urgent problems that society must solve, have been defined as the focal points of the institution's strategy. The BBVA Foundation's invitation to the CSIC to form part of the **BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards** is consonant with our organizational mission to advise public and private organizations on matters of scientific and technical research, and by this means further our country's social and cultural development.



Como el mayor organismo público español dedicado a la investigación pluridisciplinar, colaboramos con la Fundación BBVA tanto en las comisiones técnicas de evaluación como en la selección de los expertos mundiales que componen los jurados en las distintas áreas de conocimiento presentadas a estos premios, asegurando la objetividad, independencia y criterios de excelencia en todo el proceso de selección de candidatos. Estos premios merecen el apoyo y el respaldo de toda la comunidad científica internacional, tanto por su proyección de futuro, como por el reconocimiento que otorga a los científicos que se alzan con el premio. Asimismo, este premio resalta la labor que realizan a diario miles de investigadores anónimos de todo el mundo, integrados en ocasiones en los propios equipos de investigación de estos premiados, porque la ciencia es la unión de muchos trabajando por un objetivo común. En el CSIC queremos destacar y agradecer el papel de la Fundación y del Grupo BBVA por apoyar la ciencia y confiamos en que estos premios abran nuevos caminos de colaboración que permitan construir una sociedad más comprometida con el desarrollo y el bienestar general.

As the largest Spanish public organization devoted to pluridisciplinary research, our role has been to collaborate with the BBVA Foundation in the technical evaluation committees and to help select the international experts making up the juries in the knowledge areas addressed by the awards, while ensuring that the candidate review process is guided at all times by principles of objectivity, independence and the most rigorous standards of excellence. These awards deserve the applause and support of the international scientific community in its entirety for their forward vision and the recognition conferred on each year's awardees. They also train a merited spotlight on the daily efforts of thousands of anonymous researchers the world over, some of them forming part of the laureates' own research teams. Because in essence science is the union of many people working to a common goal. All of us at the CSIC would like to commend the BBVA Foundation and the BBVA Group for their unstinting labors on behalf of research, and trust that these awards will open up new opportunities to work together to the goal of a society more committed to development and social welfare.



---

**10**

Sobre los Premios Fundación BBVA  
Fronteras del Conocimiento  
*About the BBVA Foundation  
Frontiers of Knowledge Awards*

---

**12**

Símbolo artístico *Fronteras del Conocimiento*.  
Autora: Blanca Muñoz  
*Frontiers of Knowledge Artwork.*  
*Author: Blanca Muñoz*

---

Premios  
Awards

---

**14**

Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas)  
*Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)*  
Gabor A. Somorjai

---

**22**

Biomedicina  
*Biomedicine*  
Shinya Yamanaka

---

**30**

Ecología y Biología de la Conservación  
*Ecology and Conservation Biology*  
Edward O. Wilson

---

**40**

Tecnologías de la Información y la Comunicación  
*Information and Communication Technologies*  
Donald E. Knuth

---

**48**

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

---

**56**

Música Contemporánea  
*Contemporary Music*  
Helmut Lachenmann

---

**64**

Cambio Climático  
*Climate Change*  
Nicholas Stern

---

**72**

Cooperación al Desarrollo  
*Development Cooperation*  
International Rice Research Institute (IRRI)

---

**80**

Galardonados 2009  
*2009 Laureates*

---

**82**

Galardonados 2008  
*2008 Laureates*

---

**85**

Referencias bibliográficas  
*References*

---

**86**

Créditos  
*Credits*



Los **Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento** reconocen e incentivan la investigación y creación cultural de excelencia y, en especial, las contribuciones de más amplio impacto por su originalidad y significado. La denominación Fronteras hace referencia tanto a investigaciones o creaciones que hayan ampliado significativamente el ámbito del conocimiento básico y/o aplicado en un área disciplinar o de la cultura, cuanto a aquellas que hayan favorecido la constitución de nuevos campos o la interacción novedosa entre áreas del conocimiento. Estos premios distinguen avances fundamentales en ocho áreas que son expresión de los retos científicos, tecnológicos, sociales y económicos del presente siglo, entre ellos los característicos de la Ecología y Biología de la Conservación, el Cambio Climático, la Cooperación al Desarrollo, las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Distinguen también el conocimiento básico (Ciencias Básicas, incluyendo Física, Química y Matemáticas), la interacción entre la Biología y la Medicina (Biomedicina), la Economía, Finanzas y Gestión de Empresas y, en el ámbito de la cultura, un área particularmente innovadora como lo es la Música Contemporánea. Por su arquitectura y orientación, representada emblemáticamente por las personas e instituciones galardonadas en las primeras tres ediciones, los **Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento** se han convertido en una referencia en la familia de los principales premios a escala global en el área de la ciencia y el conocimiento.

The **BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards** recognize and encourage world-class research and artistic creation, prizing contributions of lasting impact for their originality and significance. The name Frontiers refers to research and creative efforts that have significantly enlarged the scope of basic and/or applied knowledge in a cultural or disciplinary area, as well as work that has opened up new fields or facilitated novel interactions between knowledge domains. The awards distinguish fundamental advances in eight areas expressive of our century's main scientific, technological, social and economic challenges, including those now setting the agenda in Ecology and Conservation Biology, Climate Change, Development Cooperation and Information and Communication Technologies. They also recognize basic knowledge (Basic Sciences, including Physics, Chemistry and Mathematics), the interaction of biology and medicine (Biomedicine), Economics, Finance and Management and, in the cultural sphere, the innovative energy of Contemporary Music. Their architecture and orientation, perfectly exemplified by the individuals and institutions honored in the first three editions, have won the **BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards** a firm place among the world's foremost award schemes in the science and knowledge area. This initiative of the BBVA Foundation is fully aligned with its day-to-day program of support for knowledge generation and dissemination and the identity and values of the BBVA financial group, and has

En esta iniciativa de la Fundación BBVA, alineada con su programa de trabajo de apoyo y difusión del conocimiento, y expresión de la identidad del Grupo financiero BBVA, se cuenta con la colaboración del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), la principal institución pública de investigación multidisciplinar de España. Con ello se asegura la aplicación rigurosa de las mejores métricas del mérito, de uso universal en la comunidad científica. El CSIC colabora en la preselección de las candidaturas y en la designación, compartida con la Fundación BBVA, de los miembros de los ocho jurados, integrados por destacadas personalidades en sus respectivos campos y que actúan con completa independencia en sus decisiones. El sentido mismo de los premios, el perfil de las instituciones y personas que intervienen en la nominación, la composición de los jurados y los propios galardonados, muestran de manera transparente el carácter de excelencia y globalidad de estos premios, concebidos y realizados desde una sociedad dinámica y abierta al mundo como lo es España a comienzos del siglo XXI. Además de felicitar a los ocho galardonados en esta edición de 2010 y a quienes les han precedido, la Fundación BBVA quiere reconocer y dar el mayor protagonismo, a través de ellos, al conjunto de la comunidad de investigadores y creadores culturales, sin cuyo trabajo e ilusión no podrían tomar forma las contribuciones de frontera. Por ello, la ceremonia de entrega de la tercera edición de los **Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento** es una celebración del conocimiento y la cultura.

been carried forward with the partnership of the Spanish National Research Council (CSIC), Spain's premier multidisciplinary research organization. This collaboration guarantees the rigorous application of the best standards of merit, as universally employed in the scientific community. The CSIC takes part in candidate pre-selection and collaborates with the BBVA Foundation in the appointment of the eight prize juries, whose members, drawn from the leading ranks of their respective disciplines, deliberate freely and in total independence. The philosophy that guides them, the stature of the individuals and institutions taking part in nominations, the make-up of the prize juries and the laureates themselves are a transparent expression of the excellence and the global nature of these awards, created and developed in the dynamic and open society that is today's Spain. In honoring the eight awardees in the 2010 edition and those who preceded them, the BBVA Foundation wishes to extend a broader recognition to the whole community of researchers and cultural practitioners without whose effort and enthusiasm there could be no frontier contributions. It is for their sake too that we want this presentation ceremony of the third edition of the **BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards** to be a celebration of knowledge and culture.

**Símbolo artístico**  
**Fronteras del Conocimiento.**  
**Autora: Blanca Muñoz**

**Frontiers of Knowledge**  
**Artwork.**  
**Author: Blanca Muñoz**



Blanca Muñoz estudia Bellas Artes en la Universidad Complutense de Madrid. 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 México D. F., 1992. Galardonada con numerosos premios de grabado y de escultura. En 1999 obtiene el Premio Nacional de Grabado.

**Esculturas públicas:** *Géminis*, Torre 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:** *Cueva de estrellas*, Sala La Gallera, Valencia (2010); *Joyas de Blanca Muñoz*, Joyería Grassy, Madrid (2010); *Blue Dance*, Galería Marlborough, Chelsea, Nueva York (2009); *Esculturas*, Galería Art Nueve, Murcia (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** he tratado de sintetizar, por un lado, la recopilación de las ocho categorías seleccionadas [...] y, por otro, el deseo de que todas [las disciplinas] estén interrelacionadas y 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 Muñoz graduated with a B.A. in Fine Arts from the Complutense University of Madrid. She has held scholarships at Calcografía Nazionale, 1989, awarded by the Italian Government, at the Spanish Royal Academy in Rome, 1990, and in Mexico City, 1992, awarded by the Mexican Department of Foreign Affairs. Her many distinctions as a sculptor and engraver include the 1999 National Engraving Prize.

**Public sculptures:** *Géminis*, Norman Foster Tower, 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:** *Cueva de estrellas*, Sala La Gallera, Valencia (2010); *Joyas de Blanca Muñoz*, Joyería Grassy, Madrid (2010); *Blue Dance*, Marlborough Chelsea, New York (2009); *Esculturas*, Galería Art Nueve, Murcia (2009).

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

“My idea for the **BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards** artwork 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.”



«Ser capaz de detectar y ver en las superficies las moléculas y los átomos, cómo provocan cambios químicos y estructurales, es embriagador.»

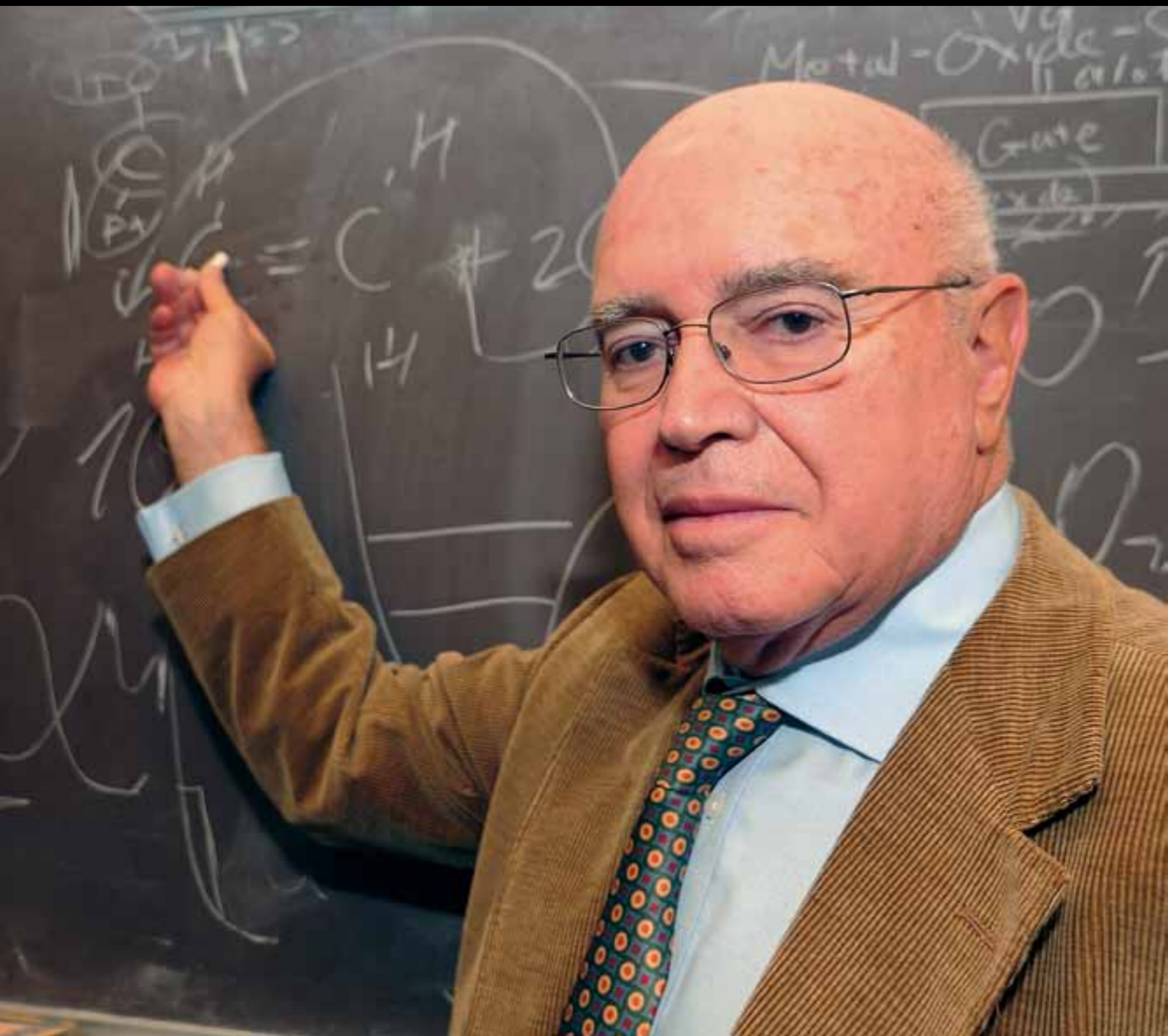
*“Being able to detect and image molecules and surface atoms and how they cause chemical and structural change is an exhilarating feeling.”*

Gabor A. Somorjai

Una estrella moribunda expulsa sus capas exteriores creando una nebulosa planetaria. / A dying star expels its outer layers, creating a planetary nebula.







## Gabor A. Somorjai

Premio Fundación BBVA  
Fronteras del Conocimiento 2010 en  
**Ciencias Básicas**  
**(Física, Química, Matemáticas)**

2010 BBVA Foundation  
Frontiers of Knowledge Award in  
**Basic Sciences**  
**(Physics, Chemistry, Mathematics)**

### **El poder de las superficies**

«Mira siempre hacia delante, al futuro, y si te equivocas persevera. El éxito es el resultado de la perseverancia.» Ese es el principal consejo que da a sus estudiantes Gabor A. Somorjai, premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en Ciencias Básicas (Química, Física, Matemáticas). Su mensaje destila de su gran experiencia científica, pero también de una trayectoria vital que él mismo califica de «tumultuosa». Somorjai es el fundador de la moderna Química de Superficies. Eso significa que su trabajo a lo largo de cinco décadas ha sido crucial para un sinnúmero de aplicaciones: los catalizadores de los vehículos, los fertilizantes agrícolas, el desarrollo de fármacos, los microchips cada vez más diminutos, las memorias magnéticas, los bioimplantes en medicina... La vida sería hoy distinta sin la visión de futuro y la perseverancia de Gabor A. Somorjai.

«Nací en 1935 en Budapest, justo a tiempo de vivir los peores momentos de la Segunda Guerra Mundial», cuenta Somorjai. «El frente atravesaba Hungría. Las vidas de mi madre y de mi hermana, y la mía propia, fueron salvadas por el diplomático sueco Raoul Wallenberg. A principios de los cincuenta, en mis años de instituto, la ocupación rusa llevó el comunismo al gobierno de Hungría, y el carácter “burgués” de mi familia –teníamos una tienda de zapatos– nos convirtió en “enemigos de clase”, lo que me impedía acceder a la universidad. Sin embargo, como era un buen jugador de baloncesto en mi instituto, hicieron una excepción y en 1953 fui aceptado en la Universidad Técnica. Era el período más duro del estalinismo.» Somorjai quería ser historiador, pero su padre le hizo ver que la Ingeniería Química ofrecía muchas más salidas profesionales. Aún así, el panorama se presentaba difícil. La economía planificada socialista no estimaba necesarios más de cincuenta

### **The power of surfaces**

“Always look to the future, and, if you fail, have the perseverance to try again. Success is the result of perseverance.” Gabor A. Somorjai, the 2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge laureate in Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics), repeats this advice to each group of students. It is a lesson that draws on his vast scientific experience, but also on a personal history which he himself describes as “tumultuous.” Somorjai is the founder of modern surface chemistry, and the work he has done in the past five decades has contributed vitally to a long list of applications: catalytic converters in vehicles, agricultural fertilizers, new drug development, today’s ever shrinking microchips, magnetic storage systems, bioimplants in medicine... Life today would be very different without the perseverance and forward thinking of Gabor A. Somorjai.

“I was born in 1935 in Budapest, Hungary, just in time to live through the worst ravages of the Second World War,” Somorjai relates. “The front was at that time moving through Hungary. The lives of my mother and sister, and my own, were saved by the Swedish diplomat Raoul Wallenberg. Then in the early 1950s, during my high school years, the Russian occupation brought the communist takeover of Hungary’s government, and my ‘bourgeois’ background (my family owned a shoe store) marked us out as ‘class enemies’, which disqualified me from attending the university. However, because I was a good basketball player on my high school team, I was exempted and accepted into the Technical University in 1953, during the darkest period of Stalinist rule.” Somorjai wanted to be a historian, but his father convinced him that chemical engineering held out better employment prospects. Even so, things were far from easy. The planned socialist economy had room for no more than 50 chemical engineers

El trabajo de Somorjai, fundador de la moderna Química de Superficies, ha abierto la puerta a numerosas aplicaciones: desde los catalizadores de los vehículos y los fertilizantes a los microchips, las memorias magnéticas o los bioimplantes en medicina.

*The work of Somorjai, founder of modern surface chemistry, has opened the door to a multitude of applications from catalytic converters for automobiles, fertilizers and microchips to magnetic storage systems and bioimplants in medicine.*

nuevos ingenieros químicos en cada promoción: «El ambiente era muy competitivo», recuerda Somorjai. Había además otros obstáculos. En el otoño de 1956 estalló la Revolución Húngara con la participación de los estudiantes. «Tras diez días de libertad las tropas rusas ocuparon de nuevo Budapest, y dos semanas más tarde mi actual esposa, Judy, y yo escapamos a Austria.» Su condición de estudiantes facilitó el que ambos obtuvieran plaza en 1957 en un vuelo a Estados Unidos. Y fue su «increíble suerte», dice Somorjai, la que hizo que los admitieran en la Facultad de Química de la Universidad de California-Berkeley. Ese mismo año él empezó a investigar, a desarrollar su propia instrumentación –algo que se revelaría crucial en su carrera– y a ganar un primer sueldo como profesor ayudante. Las cosas iban bien, pero era duro. Con el resto de la familia aún en Europa –más tarde se reunirían–, había que demostrar la propia valía en un entorno e idioma nuevos. ¿Cómo se hace todo eso? Somorjai remite al consejo del principio: «Mirando siempre al futuro. Es la norma para todo emigrante». No es la única recomendación que han recibido los estudiantes de Somorjai, más de trescientos cincuenta –posdoctorales incluidos– a lo largo de su carrera. La segunda en importancia es esta: «Ten una visión de lo que quieres conseguir en ciencia, algo a lo que valga la pena dedicar la vida, y no solo una estrategia para financiar el siguiente experimento». La «visión» de Somorjai ha sido comprender y controlar el comportamiento de las moléculas en las superficies. En 1960 se doctoró y, buscando un descanso de la enseñanza, entró en la división de investigación de IBM, en Nueva York. La era del transistor –el antepasado de los chips– despegaba con fuerza, mientras lo hacía también, en paralelo, la Química de Superficies. Comenzaba ya la miniaturización de los dispositivos electrónicos para aumentar su rapidez –cuanto menor sea un circuito electrónico, menos tiempo tardan los electrones en recorrerlo–, y, por tanto, la importancia de las superficies. «La miniaturización hace que los dispositivos sean todo superficie», explica Somorjai. En realidad, la mayoría de los procesos importantes para la tecnología, para la naturaleza, para la fisiología humana, tienen lugar en las superficies. La Química de Superficies estudia lo que pasa en la interfase entre un sólido y un gas, un sólido y un líquido, o dos sólidos. Son frentes de contacto presentes en la piel de los organismos; en la catálisis; en fenómenos tan universales como la corrosión, la lubricación o la adhesión. Determinan las propiedades ópticas de los materiales –la transmisión de información por fibra óptica, por ejemplo–, y también las propiedades eléctricas y magnéticas. De ahí que el desarrollo de la Química de Superficies haya impulsado tantas aplicaciones. En los años sesenta, sin embargo, era difícil prever el potencial del área: simplemente, no existían aún las herramientas adecuadas. La Química se limitaba entonces a describir lo que ocurría a escala macroscópica, sin acceso directo posible a

from each academic year: “The atmosphere was fiercely competitive,” recalls Somorjai. And there were more obstacles to be overcome. In the fall of 1956, the Hungarian Revolution broke out with the active involvement of the country’s students. “After ten days of freedom, the Russian troops reoccupied Budapest, and two weeks later I escaped into Austria with my girlfriend, Judy, now my wife.” Taking advantage of a first-preference quota for university students, they got seats on a flight arriving in the United States in January 1957. And this same “incredible luck,” as he puts it, got them admitted as students to the College of Chemistry at the University of California, Berkeley. That same year he began working in research, learned to build his own apparatus – something that would prove crucial in his career – and earned his first ever wage from a teaching assistantship. Things were going well, but certain barriers remained. With the rest of his family still in Europe – they would later be reunited – he had to prove his own worth in a new language and environment. And the way to go about that? Somorjai refers back to the advice quoted above: “By always looking to the future, like every migrant does.” But this is not the only lesson that Somorjai has instilled in his students; over three hundred and fifty – including postdoctoral fellows – in his academic career. The second on his list is: “Have a dream or vision of what you want to accomplish in science that is worth spending your entire life on; not just a strategy to raise money for the next experiment.” Somorjai’s “vision” has been to understand and control the behavior of molecules on surfaces. In 1960 he obtained his Ph.D. and decided to take a break from teaching and join IBM Research in New York. His move coincided with the rise of the transistor – precursor to our chips – and the parallel advance of surface chemistry. Electronic devices were being made smaller and smaller to get them to run faster (the smaller a circuit is, the less time the electrons take to complete their transit), meaning surfaces came to occupy a larger fraction of the whole. “With miniaturization,” as Somorjai puts it, “devices became all surface.” Most of the important processes in technology, nature and human physiology take place on surfaces. Hence surface chemistry deals with what happens at the interface of solid and gas, solid and liquid or two solids. These contact planes are present in the skin of living creatures, in the process of catalysis, in such universal phenomena as corrosion, lubrication or adherence. They determine the optical properties of materials – fiber optic data transmission, for instance – and also electrical and magnetic properties. This explains why the onward march of surface chemistry has thrown up so many applications. Back in the 1960s, however, this potential was largely undiscerned, for the simple reason that the right tools were not yet available. Chemistry was then confined to describing events at the macroscopic scale, with access to molecules just a distant dream. Somorjai made it his life’s work to

las moléculas. Así, Somorjai se dedicó por entero al reto de descender a la escala molecular. A él se debe la instrumentación que abrió la puerta a lo que los expertos llaman *la revolución de la Química de Superficies*: «De pronto se hizo evidente toda la belleza de las reacciones químicas en las superficies, y por qué son importantes. Pasamos de no saber qué estaba sucediendo a contemplar un paisaje inespulado». El trabajo de Somorjai, por tanto, marca la transición de una Química empírica y macroscópica, basada sobre todo en el método de ensayo y error, a una Química capaz de entender y controlar el mundo de las moléculas. «Cuando ves la superficie a escala molecular –su estructura, su composición, sus estados de oxidación, la movilidad de las moléculas en las interfases–, las aplicaciones y tecnologías se desarrollan en direcciones completamente nuevas.» En 1963 Somorjai ya no albergaba dudas sobre su vocación investigadora. Regresó a la Universidad de California-Berkeley, donde dirige actualmente el Programa de Catálisis y Ciencia de Superficies del Lawrence Berkeley National Laboratory. En las últimas décadas su investigación ha entrado de lleno en la Nanotecnología, cuyo objetivo es controlar la estructura de la materia a escala de millonésimas de milímetro. Es, para Somorjai, un paso más en la misma dirección: «Los catalizadores que mantienen la vida en el organismo –las enzimas–, los que producen los plásticos, los que convierten la biomasa en combustibles líquidos... todos son nanopartículas», explica Somorjai. «Las oportunidades para hacer nuevos productos basados en la nanociencia son ilimitadas.» El premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en Ciencias Básicas vaticina que todo ese potencial se materializará en nuevas soluciones para los grandes desafíos de la Química actual: el desarrollo de fuentes energéticas no contaminantes y el uso de procesos productivos basados en reacciones más específicas y selectivas, que produzcan exactamente lo que se desea sin generar apenas residuos. «Es lo que llamamos *Química verde*. Es una de las fronteras de la ciencia, y la Química de Superficies puede proporcionar respuestas.»

descend to this molecular scale. And his findings were the keys that opened the door to what experts call *the revolution of surface chemistry*: “All the beauty and potency of surface reactions were suddenly laid out before us. We progressed from a state of ignorance on what was happening with chemical reactions to seeing an unexpected landscape open up before our eyes.” The work of Somorjai, as such, marks the transition from an empirical, macroscopic brand of chemistry, fundamentally reliant on trial and error, to a chemistry capable of understanding and controlling the world at the molecular scale. “Once you have a molecular view of the surface – its structure, composition, oxidation states, the mobility of molecules at interfaces – applications and technologies can be developed in entirely new directions.” By 1963, Somorjai had overcome all residual doubts about his research vocation. He returned to the University of California-Berkeley, where he now heads the Surface Science and Catalysis Program at the Lawrence Berkeley National Laboratory. In recent decades his research has focused increasingly on nanotechnology, which aspires to manipulate the structure of matter on a scale of millionths of a millimeter. Somorjai describes this as a new step but in the same direction: “The catalysts – enzymes – that sustain life in the human body, those that produce plastics, those that convert biomass to liquid fuels... these are all nanoparticles. In the field of chemistry and catalysis, the opportunities to make new products and nanoscience and nanomaterial-based technologies are limitless.” The 2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge laureate in Basic Sciences is convinced that all this potential will materialize in new solutions for the most treasured goals of modern chemistry: the development of non-contaminating energy sources, and the use of productive processes based on more specific, selective reactions, which produce just what is wanted with only the barest of waste. “What we are talking about here is *green chemistry*. It is one of science’s current frontiers, and surface chemistry has some of the answers.”





### Theodor W. Hänsch

#### Presidente del jurado.

Catedrático de Física en la Universidad Ludwig Maximilians de Múnich y director del Departamento de Espectroscopia Láser en el Instituto Max Planck de Óptica Cuántica (Alemania). Investiga sobre la física cuántica de los átomos ultrafríos y la espectroscopia láser ultraprecisa. Sus trabajos sobre esta última materia y la técnica *peine de frecuencias ópticas* le valieron el Premio Nobel de Física 2005. Ha recibido las medallas Frederic Ives (Sociedad Americana de Óptica) y Stern Gerlach (Sociedad Alemana de Física).

#### Chair of the Jury.

Professor of Physics at Ludwig-Maximilians-Universität München (LM Munich) and Director of the Department of Laser Spectroscopy at the Max Planck Institute of Quantum Optics (Germany). His research areas include the quantum physics of ultracold atoms and ultraprecise laser spectroscopy. It was his work in this last field and, particularly, on the optic frequency comb that won him the 2005 Nobel Prize in Physics. Holder of the Frederic Ives Medal (Optical Society of America) and the Stern Gerlach Medal (German Physics Society).

### Douglas Abraham

Catedrático de Física Estadística en el Rudolf Peierls Centre for Theoretical Physics de la Universidad de Oxford (Reino Unido). Colabora también con la Universidad de California-Berkeley, el Instituto Max Planck de Investigación de los Metales (Alemania) y el Centre for Nonlinear Studies (Los Alamos National Laboratory, Estados Unidos). Trabaja en la mecánica estadística de los sistemas de materia condensada, en particular sobre sistemas integrables, estructura y transiciones de fase en superficies e interfaces y desequilibrio termodinámico asociado.

Professor of Statistical Mechanics in the Rudolf Peierls Centre for Theoretical Physics, University of Oxford (United Kingdom). He also collaborates with the University of California-Berkeley, the Max Planck Institute for Metal Research (Germany) and the Center for Non-Linear Studies of Los Alamos National Laboratory (United States). His work focuses on the statistical mechanics of condensed matter systems, with emphasis on exactly-solvable models, structure and phase transitions in surfaces and interfaces and associated non-equilibrium behavior.

### Gerardo Delgado

Profesor de investigación y director del Instituto de Física Fundamental del CSIC (España). Sus áreas de investigación son la física teórica molecular y la física de agregados. Introdutor de la física atómica en España, ha presidido la Real Sociedad Española de Física y preside el Comité Español de la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada, y el International Council for Science. Es vicepresidente de la Federación Iberoamericana de Sociedades de Física y *Fellow* del Instituto de Física británico y de la Sociedad Europea de Física.

Research Professor and Director of the Instituto de Física Fundamental, CSIC (Spain), his main research topics are theoretical molecular physics and cluster physics. Known as the introducer to Spain of atomic physics, he has served as president of the Royal Spanish Society of Physics and chairs both the Spanish Committee of the International Union of Pure and Applied Physics and the International Council for Science. He is a Fellow of the British Institute of Physics and of the European Physical Society.

### Martín Quack

Profesor de Física-Química en la Escuela Politécnica Federal (ETH, en sus siglas en alemán) de Zúrich (Suiza), donde dirige el Grupo de Cinética y Espectroscopia Molecular. Sus líneas de trabajo se desarrollan en espectroscopia molecular y cinética, simetrías fundamentales en física y en química, y violación de la simetría y la paridad. Ha recibido numerosos galardones, como el Paracelsus Prize de la Sociedad Suiza de Química. Es miembro del Consejo Científico del Swiss National Research Council y preside la Bunsen Society for Physical Chemistry.

Professor of Physical Chemistry at ETH Zurich (Switzerland), where he heads the Molecular Kinetics and Spectroscopy Group. His areas of research interest are molecular kinetics and spectroscopy, fundamental symmetries in physics and chemistry, symmetry violation and parity violation. He holds the Paracelsus Prize of the Swiss Chemical Society, among other honors, and is president of the Bunsen Society for Physical Chemistry.

### Sandip Tiwari

Ostenta la cátedra Charles N. Mellowes de Ingeniería en la Universidad de Cornell (Estados Unidos) y dirige la National Nanotechnology Infrastructure Network. Ha sido profesor invitado de las universidades de Michigan, Columbia y Harvard, y fundador de la revista *Transactions on Nanotechnology*. Su investigación se centra en las cuestiones que surgen al conectar grandes escalas, como la de los sistemas electrónicos integrados de gran tamaño, con la nanoescala, que obliga a aplicar conocimientos de ingeniería, física e informática.

Charles N. Mellowes Professor in Engineering at Cornell University (United States) and Director of the National Nanotechnology Infrastructure Network. He has been Visiting Professor at the universities of Michigan, Columbia and Harvard, and is founding editor of the journal *Transactions on Nanotechnology*. His research currently focuses on the questions that arise when connecting large scales, such as those of massively integrated electronic systems, to small scales, applying knowledge from engineering, physics and computing sciences.

### Hongkun Park

Catedrático de Química y Biología Química y Física de la Universidad de Harvard (Estados Unidos). Desarrolla su investigación en nanoelectrónica, optoelectrónica y plasmónica, así como en herramientas nanotecnológicas para biología celular y neurobiología. Asimismo trabaja en nuevos abordajes para analizar las señales eléctricas neuronales y en el diseño de nanocables para introducir sustancias químicas, proteínas o un gen en una célula sin dañarla. Es editor asociado de *Nano Letters*. Ha recibido el National Institutes of Health Director's Pioneer Award (Estados Unidos).

Professor of Chemistry and Chemical Biology and of Physics at Harvard University (United States). His research is focused on nanoelectronics, optoelectronics and plasmonics, as well as nanoscale tools for cell and neurobiology. He is also working on methods to study electrical signals among neurons and on the use of nanowires to introduce a chemical, protein or even a gene into a cell without harming it. Associate editor of *Nano Letters*, and holder of the National Institutes of Health Director's Pioneer Award (United States).

## Jurado

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en

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

## Jury

2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in

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

### Acta del jurado

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas) se ha otorgado a Gabor A. Somorjai.

«El motivo de haberle otorgado este galardón ha sido por sus contribuciones experimentales y conceptuales pioneras en el campo de la Química y la catálisis de las superficies a nivel molecular.»

### Jury's citation

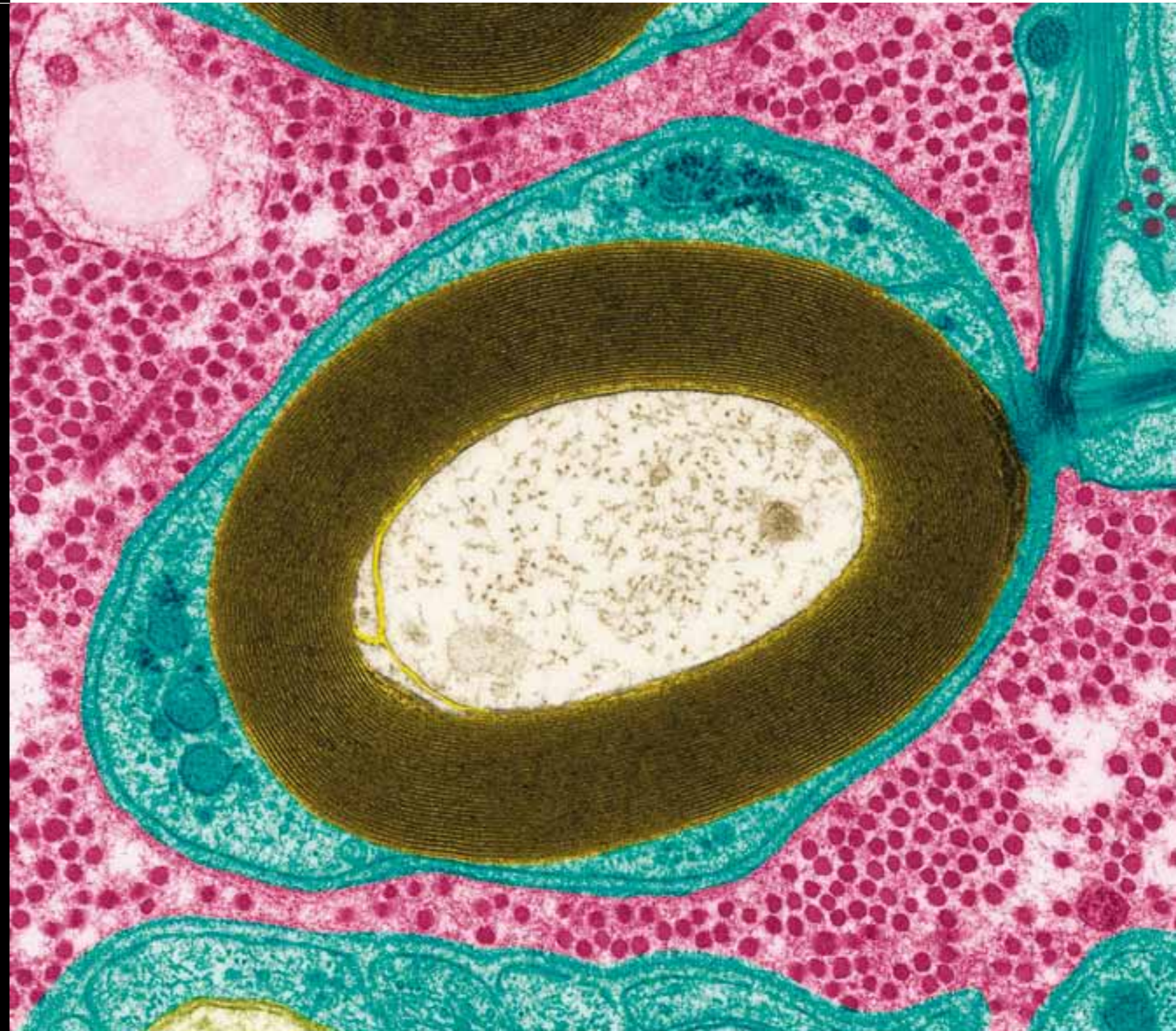
The 2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics) has been granted to Gabor A. Somorjai.

“He receives this prize for his pioneering experimental and conceptual contributions to the understanding of surface chemistry and catalysis at a microscopic and molecular level.”

«Sé que muchos son contrarios al uso de embriones humanos, pero entiendo el valor de las células madre para la Medicina. Por eso existe este proyecto.»

*“I know many people are against the use of human embryos, but I understand the value of stem cells for medicine. That is why this project exists.”*

Shinya Yamanaka



# Shinya Yamanaka



25

Premio Fundación BBVA  
Fronteras del Conocimiento 2010 en  
**Biomedicina**

2010 BBVA Foundation  
Frontiers of Knowledge Award in  
**Biomedicine**

## Reescribiendo el destino de las células

El velocísimo ritmo al que se suceden estos últimos años los hallazgos en Biología demuestra que el conocimiento no avanza de forma gradual. Los científicos interpretan cada vez mejor las instrucciones genéticas que rigen la construcción de un organismo, y además empiezan a controlarlas a voluntad. Pero incluso en un área en la que parecen agotadas las sorpresas hay descubrimientos que rizan el rizo. Shinya Yamanaka, premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en Biomedicina, es autor de uno de ellos. Combinando curiosidad, intuición, voluntad de asumir riesgos y capacidad de trabajo, este cirujano ortopédico nacido en Osaka (Japón) en 1962 ha provocado un auténtico cambio de paradigma en Biología.

En 2006 Yamanaka generó las llamadas células madre de pluripotencia inducida, o células iPS (por sus siglas en inglés), que poseen la capacidad de convertirse en cualquier tipo celular especializado. Hasta entonces, los investigadores creían que esta habilidad era exclusiva de las células madre embrionarias. Las células iPS, sin embargo, se obtienen a partir de células adultas, ya especializadas, que han sido reprogramadas. Con la técnica de Yamanaka, una célula de piel puede acabar dando lugar a cualquier otro tejido sin necesidad –y esta es la aportación genial– de generar antes un embrión. El destino de la célula se redefine; la flecha del tiempo celular se invierte. Un fenómeno considerado hasta hace poco, si no imposible, sí muy improbable. La publicación que presenta el hallazgo en células humanas, logrado además en un tiempo récord, es una de las más citadas en la historia de la Biología («Induction of Pluripotent Stem Cells from Adult Human Fibroblasts by Defined Factors», Takahashi K., et al., *Cell* 131[5]: 861-72, 2007).

## Rewriting the fate of cells

The dizzying pace of new discoveries in biology in these past few years is proof that the advance of knowledge is not a gradual process. Scientists are becoming skilled at reading the genetic instructions that govern the body's construction, and, in some cases, are beginning to manipulate them at will. But even in a field accustomed to surprises, there are discoveries that stand out. Shinya Yamanaka, 2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge laureate in Biomedicine, is the author of one. With a mix of curiosity, intuition, hard work and the willingness to take risks, this orthopedic surgeon born in Osaka (Japan) in 1962 has delivered a genuine paradigm shift in biology.

In 2006, Yamanaka succeeded in generating “induced pluripotent stem cells” or iPS cells with the ability to differentiate into virtually any kind of specialist cell. Until he proved differently, scientists believed that this could only be achieved with embryonic stem cells. iPS cells, however, are obtained from already specialized adult cells that have been reprogrammed to pluripotency. With Yamanaka's technique, a skin cell, for instance, can be made to generate any other tissue with no need – and here lies the breakthrough – to first obtain an embryo. The fate of each cell is rewritten; the arrow of cellular time is turned the other way. A phenomenon until recently considered, if not impossible, then improbable in the extreme. The paper presenting the finding in human cells, achieved moreover in record time, is one of the most cited in the history of biological science (“Induction of Pluripotent Stem Cells from Adult Human Fibroblasts by Defined Factors,” Takahashi K., et al., *Cell* 131[5]: 861-72, 2007). The personal story leading up to that moment begins with a young man crazy about judo and rugby who was drawn to the study of medicine by

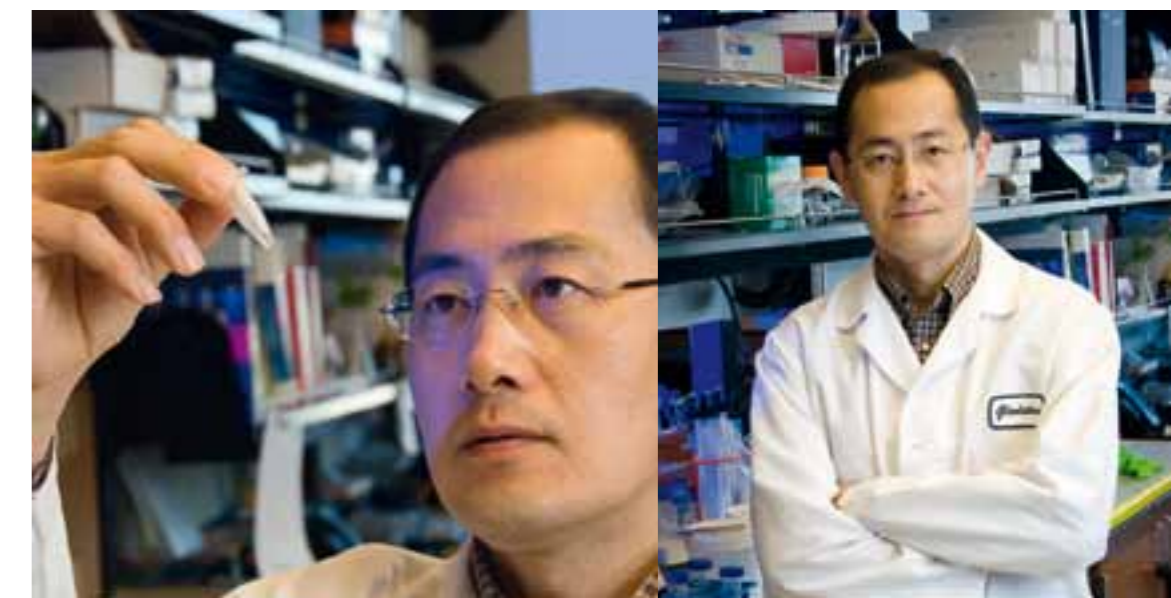
En 2006 Yamanaka generó las células madre de pluripotencia inducida, que poseen la capacidad de convertirse en cualquier tipo celular especializado. Hasta entonces, los investigadores creían que esta habilidad era exclusiva de las células madre embrionarias.

*In 2006, Yamanaka succeeded in generating “induced pluripotent stem cells” or iPS cells with the ability to differentiate into virtually any kind of specialist cell. Until he proved differently, scientists believed that this could only be achieved with embryonic stem cells.*

La trayectoria personal hasta este descubrimiento comienza con un joven aficionado al judo y al *rugby* que estudió Medicina siguiendo el modelo de su médico deportivo. Tras licenciarse en la Universidad de Kobe (Japón), Yamanaka se especializó en cirugía ortopédica en el Hospital Nacional de Osaka, pero escogió el trabajo de laboratorio frente a la clínica tras descubrir en las prácticas en autopsias, y en un grupo de investigación sobre alcoholismo, «la libertad de la investigación», ha señalado él mismo. Escogió Farmacología y se doctoró en la Universidad de la Ciudad de Osaka en 1993. Un trabajo sobre ratones transgénicos le reveló lo «fascinante» de la entonces en ciernes investigación en Genética. Manipular genes –ha explicado Yamanaka– aparecía como una forma de tratamiento mucho más precisa que la medicina convencional. Decidido a formarse en esta área en Estados Unidos, donde carecía de contactos, el año de su doctorado Yamanaka escribió una treintena de cartas a los especialistas cuyo trabajo seguía en las revistas científicas. La Universidad de California-San Francisco lo aceptó como investigador posdoctoral en el Gladstone Institute of Cardiovascular Disease, donde entraría en contacto con las células madre embrionarias. Su hallazgo, entonces, de un gen implicado en la diferenciación de estas células lo cautivó. «Quedé fascinado por la investigación en células madre», ha explicado. «Cuando tuve mi propio laboratorio decidí que constituirían mi tema principal.» Pero antes habría de regresar a Japón, en 1996, y enfrentarse a un entorno desfavorable. Como profesor ayudante en el Departamento de Farmacología de la Universidad de la Ciudad de Osaka, apenas contaba con financiación ni espacio de laboratorio. La falta de apoyo le resultaba tan deprimente que consideró abandonar el puesto. Finalmente, tras un período en el Nara Institute of Science and Technology, la Universidad de Kioto le asignó fondos y un laboratorio en 2004. Tuvo lugar por entonces un suceso trivial, pero decisivo. Yamanaka ha contado que durante una visita a un amigo en una clínica de fertilidad, observó un embrión al microscopio. Y pensó en sus hijas, ahora adolescentes. Decidió que buscaría una manera de evitar el uso de embriones en la investigación. «Soy consciente de que hay muchas personas en contra del uso de embriones humanos, pero también entiendo el valor que las células madre tienen para la Medicina», dice. «Por eso puse en marcha un proyecto que trataría de convertir células somáticas en células madre sin usar embriones.» Su fuente de inspiración inicial fueron los experimentos que dieron lugar a las primeras ranas clónicas, en los años setenta, y a la oveja Dolly, en 1996. «Aquello me hizo pensar que debería ser posible reprogramar células somáticas y devolverlas al estado embrionario. Por eso empecé mi proyecto.» A la luz de lo que se sabía en ese momento, la empresa parecía ambiciosa y con alta probabilidad de fallo. Lo que hizo aún más sorprendente la rapidez con que llegaron los resultados. «Al principio creí que sería muy

the example of his team doctor. After graduating from Kobe University (Japan), Yamanaka completed his residency in orthopedic surgery at Osaka National Hospital, but finally chose research over clinical medicine after discovering “the freedom of research,” as he puts it, in autopsy practice and in a group studying alcoholism. He switched to pharmacology and received his Ph.D. from Osaka City University in 1993. A project on transgenic mice was his introduction to the “fascinating” world of genetic research, then in its infancy. Manipulating genes, Yamanaka explains, seemed a far more precise form of treatment than anything in conventional medicine. Determined to seek training in this field in the United States, where he had not a single contact, Yamanaka dashed off some thirty letters in his doctorate year to the specialists whose work he was following in scientific journals. The University of California in San Francisco accepted him as a postdoctoral fellow at the Gladstone Institute of Cardiovascular Disease, where he would come into contact with embryonic stem cells. What did it for him, though, was his discovery of a gene implicated in their differentiation. “I became fascinated by embryonic stem cell research thanks to this experience,” he relates, “and decided to make it my future laboratory’s main research theme.” But his resolve would be sorely tested on his return to Japan, in 1996. As an assistant professor in the Pharmacology Department at Osaka City University he found himself with barely any funding and only a minimum of space. The lack of support was so disheartening that he considered resigning his position. Finally, however, after a stint at the Nara Institute of Science and Technology, Kyoto University assigned him funds and a laboratory. This was 2004. And then occurred a trivial but decisive event. Yamanaka relates that when visiting a friend in a fertility clinic, he had the chance to observe an embryo through a microscope. And he thought of his teenage daughters. It was then he decided to find a way to avoid use of embryos in research. “I understand there are many people who are against the use of human embryos, but I also understand how important embryonic stem cells are for medicine. That is why I started my project to convert somatic cells into stem cells without using embryos.” He got his initial inspiration studying the experiments that produced the first cloned frogs, back in the 1970s, and Dolly the sheep in 1996. “From their work I learned that we should be able to convert somatic cells back into their embryonic state. That is what convinced me to start my project.” This was an ambitious and uncertain enterprise given the state of knowledge at that time. So it was doubly surprising just how quickly the results came: “At first I thought it would be very difficult, it would take twenty or thirty years, but it took us less than a decade. We were pleased but at the same time surprised by our own progress,” Yamanaka admits.

difícil, que nos llevaría veinte o treinta años, pero tardamos menos de una década. Cuando obtuvimos los primeros resultados me sentí muy contento y, al mismo tiempo, sorprendido», afirma Yamanaka. Las primeras células adultas reprogramadas fueron de ratón. La comunidad científica lo celebró con asombro y se lanzó a explorar la nueva e inesperada vía abierta por el grupo japonés. Al año siguiente, 2007, Yamanaka y otro grupo en la Universidad de Wisconsin (Estados Unidos) lograron de forma independiente reprogramar células especializadas humanas. Yamanaka es actualmente director del Center for iPS Cell Research and Application de la Universidad de Kioto (Japón), y catedrático del Institute for Integrated Cell-Material Sciences de la misma universidad. También es investigador sénior en el Gladstone Institute of Cardiovascular Disease de la Universidad de California-San Francisco. Su agenda incluye entre doce y dieciséis horas de trabajo al día, además de largos en la piscina del campus o *jogging*. Se declara enamorado del Golden Gate de San Francisco. Su trabajo ha sacudido los fundamentos de la Biología del desarrollo, y probablemente tendrá gran impacto en la Medicina. El jurado del Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en Biomedicina ha destacado en el acta las nuevas perspectivas que abren las células iPS, tanto para la investigación básica como para la clínica, con tratamientos personalizados y fármacos mucho más precisos: la posibilidad de trabajar con células iPS derivadas de los propios pacientes evitaría el «tratar a los pacientes como cobayas», señala el acta. Hará posible la búsqueda de moléculas de interés farmacológico mediante nuevos métodos de cribaje y, en última instancia, abrirá la puerta a nuevas terapias celulares específicas para cada paciente, en particular para enfermedades neurodegenerativas. Yamanaka sabe, no obstante, que aún queda trabajo por delante. Su principal objetivo ahora es «hallar la mejor manera de generar células iPS sanas y seguras. Realmente tenemos que asegurarnos de que no producen cáncer». Pero no duda de que las células iPS acabarán siendo «una realidad terapéutica».



The first reprogrammed adult cells were obtained from mice. The scientific community was both enthused and astonished by the news, and rushed to explore the new and unexpected vistas opened up by the Japanese team. The following year, in 2007, Yamanaka and another group at the University of Wisconsin (United States) succeeded independently in reprogramming specialized human cells. Shinya Yamanaka is currently Director of the Center for iPS Cell Research and Application at Kyoto University (Japan), and a professor in the Institute for Frontier Medical Sciences at the same center. He is also a senior investigator in the Gladstone Institute of Cardiovascular Disease at the University of California-San Francisco. His daily agenda takes in twelve to sixteen hours’ work plus several lengths of the swimming pool or perhaps some jogging. He declares himself enamoured of San Francisco’s Golden Gate Bridge. His work has shaken the foundations of developmental biology and will likely have a far-reaching impact in medicine. The jury of the 2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Biomedicine emphasized the new avenues that iPS cells open up for both basic and clinical research, with personalized therapies and more precisely targeted drugs. The possibility of working with iPS cells derived from patients themselves would avoid “treating patients as guinea pigs,” in the words of its citation. It will allow new cell-based screening methods to be used to search for small molecule drugs, and, ultimately, may also facilitate patient-specific cell-based treatments, in particular for neurodegenerative diseases. Yamanaka knows that much still needs doing. “Finding the best way to generate safe and healthy iPS cells” is the next challenge along the way. “Because we have to be sure that they don’t produce cancer.” He is confident, however, that iPS cells will eventually become “a therapeutic reality.”



### Werner Arber

**Presidente del jurado.** Catedrático emérito de Microbiología Molecular en Biozentrum (Suiza). Ha recibido el Premio Nobel de Medicina por descubrir las enzimas de restricción. Investiga la recombinación de ADN no homólogo para generar nuevas funciones de genes mediante la fusión de segmentos previamente no relacionados, así como la evolución biológica a partir de la evolución molecular. Es miembro de la Organización Europea de Biología Molecular, de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos, y preside la Academia Pontificia de las Ciencias.

### Chair of the Jury.

Emeritus Professor of Molecular Microbiology at Biozentrum (Switzerland), and Nobel Laureate in Medicine for the discovery of restriction enzymes. His research areas include the recombination of non-homologous DNA as a means to bring about new gene functions through the fusion of previously independent segments, and he is also engaged in the study of biological evolution as a product of molecular evolution. Member of the European Molecular Biology Organization and U.S. National Academy of Sciences, and current President of the Pontifical Academy of Sciences.



### Dario Alessi

Director adjunto de la Unidad de Fosforilación de Proteínas, un proyecto del Medical Research Council británico en la Facultad de Ciencias de la Vida de la Universidad de Dundee (Reino Unido). Su investigación médica trata sobre la transducción de señales relevante para comprender el cáncer, la diabetes y los trastornos neurodegenerativos. Es *Fellow* de la Royal Society, Francis Crick Prize Lecture de la Royal Society y Medalla de Oro de la European Molecular Biology Organization, entre otras distinciones.

Deputy Director of the Protein Phosphorylation Unit, a Medical Research Council unit in the College of Life Sciences at Dundee University (United Kingdom). His current research is focused on medical signal transduction of relevance to understanding cancer, diabetes and neurodegenerative disorders. He is an elected fellow of the Royal Society, Francis Crick Prize Lecture of the Royal Society, and holder of the Gold Medal of the European Molecular Biology Organization, among other distinctions.



### Mariano Barbacid

Director fundador del Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO). Fue el descubridor del primer oncogén humano, en 1982. Su investigación actual se centra en el uso de modelos tumorales en ratones modificados genéticamente que reproduzcan fielmente la historia natural de los tumores humanos para descubrir dianas moleculares con fines terapéuticos. Entre los numerosos galardones que ha recibido figuran el J. Steiner Award (Suiza) y el Ipsen Prize (Francia). Es miembro de la Organización Europea de Biología Molecular y de la Academia Europea.

Founding Director of the Spanish National Cancer Research Centre (CNIO), in 1982, he discovered the first human oncogene when working in the United States. His research interests lie in the use of genetically modified mouse tumor models that faithfully reproduce the natural history of human tumors in order to define molecular targets for therapeutic purposes. His distinctions include the J. Steiner Award (Switzerland) and Ipsen Prize (France), and he is a member of the European Molecular Biology Organization and the Academia Europaea.



### José Baselga

Director de la División de Hematología y Oncología del Hospital General de Massachusetts, catedrático de Medicina de la Universidad de Harvard y director del Instituto de Oncología del Hospital Universitario Vall d'Hebrón (Barcelona). Ha sido presidente de la Sociedad Europea de Oncología Médica. Investiga el cáncer de mama y el desarrollo de nuevas terapias contra el receptor del factor de crecimiento epidérmico. Entre otros galardones, ha recibido el American Association Cancer Research-Rosenthal Family Foundation Award.

Chief of the Division of Hematology/Oncology of the Massachusetts General Hospital, Professor of Medicine at Harvard Medical School, Director of the Institute of Oncology at Vall d'Hebron University Hospital (Barcelona), and a past president of the European Society of Medical Oncology. He engages in breast cancer research and is currently working on the development of therapies targeting the epidermal growth factor receptor. Holder of the American Association Cancer Research-Rosenthal Family Foundation Award, among other honors.



### Angelika Schnieke

Catedrática de Biotecnología Animal en el Departamento de Ciencias Animales de la Technische Universität München (Alemania). Investiga los animales transgénicos y las células madre en Biomedicina. Antes había trabajado en el Massachusetts Institute of Technology, donde estudió los vectores retrovirales, los genes *knockout* y los modelos animales transgénicos. En 1996 consiguió la clonación de la oveja Dolly. Entre sus hallazgos pioneros se cuenta, asimismo, la producción del primer animal de granja mediante la técnica de *gene targeting*.

Chair of Livestock Technology in the Department of Animal Science of the Technical University of Munich, her main research topics are transgenic animals and stem cells for biomedicine. She previously worked on retroviral vectors, gene knockouts and transgenic animal models at the Massachusetts Institute of Technology, and in 1996 achieved the cloning of Dolly the sheep. Among her other pioneering achievements are the production of the first ever gene targeted livestock animal.



### Bruce Whitelaw

Director de la División de Biología del Desarrollo del Instituto Roslin (Reino Unido). Su investigación se centra en el desarrollo de animales transgénicos para comprender cómo se integran las señales celulares, de modo que los tejidos funcionen correctamente. Es editor jefe de *Transgenic Research* y codirector de la Scottish Network of Excellence for the Development of Novel Technologies to Fight Viral Disease in Farm Animals. Recientemente ha trabajado con la World Organization for Animal Health y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria.

Head of the Developmental Biology Division at The Roslin Institute (United Kingdom). His research in animal biotechnology focuses on the production of transgenic animals to enhance our understanding of how cellular signals integrate to allow tissues to work normally. Editor-in-chief of *Transgenic Research*, and Co-Director of the Scottish Network of Excellence for the Development of Novel Technologies to Fight Viral Disease in Farm Animals, he has recently worked with the World Organization for Animal Health and the European Food Safety Authority.



### Robin Lovell-Badge

Director de la División de Biología de las Células Madre y Genética del Desarrollo del National Institute for Medical Research (Reino Unido). Investiga sobre el control genético del desarrollo embrionario, el desarrollo de las gónadas y la determinación del sexo, y el desarrollo del sistema nervioso, la pituitaria y los sistemas sensoriales. Es profesor honorario de Biociencias en el University College de Londres, *Distinguished Visiting Professor* en la Universidad de Hong Kong, y ha recibido el Louis Jeantet Prize for Medicine, entre otros galardones.

Head of the Division of Stem Cell Biology and Developmental Genetics at the MRC National Institute for Medical Research (United Kingdom). His research areas are genetic control of embryonic development, including early mammalian development, gonad development and sex determination, and the development of the nervous system, the pituitary and sensory systems. Honorary Professor of Biosciences at University College London and Distinguished Visiting Professor at the University of Hong Kong, his distinctions include the Louis Jeantet Prize for Medicine.

## Jurado

Premio Fundación BBVA  
Fronteras del Conocimiento 2010 en

## Biomedicina

## Jury

2010 BBVA Foundation  
Frontiers of Knowledge Award in

## Biomedicine

### Acta del jurado

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en Biomedicina se ha otorgado a Shinya Yamanaka, «por sus investigaciones, que demuestran que es posible, con una serie limitada de factores definidos, reprogramar células diferenciadas y revertirlas a un estado típico de las células pluripotentes.

El desarrollo de células iPS plantea numerosas cuestiones de Biología básica relacionadas con la pluripotencia y la naturaleza del estado diferenciado y de los programas epigenéticos que confieren a las células sus características específicas. La capacidad de obtener células iPS de los pacientes abre perspectivas insospechadas para descubrimientos médicos con potencial para encontrar nuevas y numerosas estrategias diagnósticas y terapéuticas. El estudio de las células iPS podría permitir una nueva concepción de las enfermedades genéticas humanas, empleando células y placas de Petri en lugar de tratar a los pacientes como cobayas. Permitirá que se utilicen nuevos métodos de *screening* celular para buscar fármacos compuestos por moléculas pequeñas que puedan tratar una gran variedad de enfermedades. Y, en última instancia, también permitiría crear tratamientos celulares innovadores, incluso específicos para pacientes, en particular para las enfermedades degenerativas.

Su trabajo supone un cambio de paradigma que ha modificado de manera radical el panorama de la Biología del desarrollo básica. Impulsando el campo de las células madre dentro de la investigación biomédica, el desarrollo de las células iPS ha acelerado la posibilidad de trasladar la medicina regenerativa celular del laboratorio a la clínica».

### Jury's citation

The 2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Biomedicine has been granted to Shinya Yamanaka, “for his work showing that it is possible, with a limited set of defined factors, to reprogram differentiated cells back into a state that is characteristic of pluripotent cells.

The development of iPS cells opens up many questions of basic biology about pluripotency and about the nature of the differentiated state and of the epigenetic programs that give cells their special characteristics. The ability to derive iPS cells from patients opens brand new vistas for medical discovery that have the potential to give many novel diagnostic and therapeutic strategies. The study of iPS cells may allow novel insights into human genetic disease, working with cells in the petri dish rather than treating the patients as guinea pigs. It will allow novel cell-based screening methods to be used to search for small molecule drugs to treat a wide range of diseases. And, ultimately, it may also allow novel and even patient-specific cell-based treatments, in particular for degenerative disease.

His work constitutes a paradigm shift where he has fundamentally altered the landscape of basic developmental biology. Electrifying the stem cell field of biomedical research, the development of iPS cells has accelerated the possibility of translating cell-based regenerative medicine from the bench to the clinic.”

«El estudio de las hormigas ha tenido gran influencia en el estudio del comportamiento humano.»

*“The study of ants has had a huge influence on the study of human behavior.”*

Edward O. Wilson

30

Banco de medusas bajo la superficie del agua (Suecia). / Moon jellyfish under surface of water (Sweden).





## Edward O. Wilson



33

Premio Fundación BBVA  
Fronteras del Conocimiento 2010 en  
**Ecología y Biología  
de la Conservación**

### **De hormigas y de humanos**

Bajo su despacho en el Museo de Zoología Comparada de la Universidad de Harvard (Estados Unidos), descansa la mayor colección de hormigas del mundo: casi un millón de especímenes de cinco mil variedades distintas. Su estudio ha hecho aprender muchas cosas a Edward O. Wilson, premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en Ecología y Biología de la Conservación. Aprender no solo sobre las hormigas. También sobre las personas. Sobre la sociedad. Sobre la vida. Creador de nuevas áreas científicas, integrador de disciplinas, inspirador de generaciones enteras de investigadores, Wilson encarna en el siglo XXI la figura de los grandes ilustrados. Es el naturalista por excelencia.

«Uno de los pensadores más influyentes de nuestro tiempo, uno de los biólogos más excepcionales y un sobresaliente experto en historia natural», describe el acta del jurado. «Su impacto ha resultado ciertamente extraordinario en la creación e inspiración de nuevas áreas, no ya de la Ecología y la Biología de la Conservación, sino de la ciencia en general y de su divulgación pública. Son pocos los biólogos hoy en activo que no han recibido, de un modo u otro, la influencia de su trabajo y sus escritos.»

No en vano la autobiografía de Wilson se titula *El naturalista*. Nacido en Alabama en 1929, el hoy *University Research Professor* emérito de la Universidad de Harvard y conservador honorario de Entomología en el Museo de Zoología Comparada de esa misma universidad, vivió su despertar a la naturaleza a los siete años, en un verano en Playa Paraíso, Florida, contemplando admirado medusas y rayas. «La mayoría de los niños pasan por una etapa de [fascinación con los] bichos; creo que yo no he superado la mía», ha escrito Wilson. «Cada especie, grande o pequeña, era una maravilla que merecía ser examinada, pensada y, si se daba el caso, capturada y examinada de nuevo.»

2010 BBVA Foundation  
Frontiers of Knowledge Award in  
**Ecology and  
Conservation Biology**

### **Of ants and men**

Beneath his office in the Museum of Comparative Zoology at Harvard University (United States) lies the world's largest ant collection: almost one million specimens of five thousand different varieties. The study of these animals has been a rich learning experience for Edward O. Wilson, the 2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge laureate in Ecology and Conservation Biology. Learning about ants, of course, but also about humans, society... and life. Founder of new scientific areas; unifier of disciplines; an inspirational figure for generations of researchers, Wilson is the 21st-century embodiment of the great Enlightenment figures. And the naturalist par excellence.

“One of the most influential thinkers of our time, one of the most exceptional biologists in the world as well as an outstanding natural historian,” reads the jury’s citation. “His impact has been truly extraordinary in creating and inspiring new areas of ecology and conservation biology, and indeed of science in general and its popularization. Few biologists working today have not been influenced in some way by his work and writings.”

Not in vain does Wilson’s autobiography bear the title *Naturalist*. Born in Alabama in 1929, this University Research Professor Emeritus at Harvard University and Honorary Curator of Entomology in the same center’s Museum of Comparative Zoology, awoke fully to nature at the age of seven, during a summer in Playa Paraíso, Florida, spent watching jellyfish and rays. “Most children go through a phase of being fascinated by bugs; I guess I never outgrew mine,” Wilson muses. “Every species, large or small, was a wonder to be examined, thought about, and, if possible, captured and examined again.”

Now Wilson is concerned that children in developed countries have little direct experience of nature.

Wilson fue el primero en describir el comportamiento social de las hormigas. También acuñó el término *biodiversidad*. Creador de nuevas áreas científicas, integrador de disciplinas, erudito humanista, Wilson encarna en el siglo XXI la figura de los grandes ilustrados.

*Wilson was the first to describe the social behavior of ants as well as coining the term “biodiversity”. Founder of new scientific areas, unifier of disciplines, humanist erudite, Wilson is the 21st-century embodiment of the great Enlightenment thinkers.*

Hoy Wilson lamenta que los niños de los países desarrollados no tengan suficiente experiencia directa de la naturaleza. «Un niño se acerca a la orilla del agua profunda con una mente preparada para el asombro», escribe. Una espina clavada en la pupila en un accidente de pesca aquel verano, junto con un defecto de audición hereditario, acabarían determinando su vida profesional: le resultaba más sencillo observar pequeños insectos que grandes mamíferos, y no identificaba el canto de los pájaros. «Soy ciego de un ojo y sordo para las frecuencias altas, así que soy entomólogo», ha explicado. A los nueve años Wilson emprendía sus primeras expediciones exploratorias en el parque natural Rock Creek de Washington, y a los trece, en Alabama, descubrió su primera colonia de hormigas de fuego. A los dieciocho años empezó a coleccionar moscas, pero la escasez de alfileres debida a la Segunda Guerra Mundial le hizo pasarse a las hormigas –que podía guardar en viales–. Tras licenciarse en Biología por la Universidad de Alabama, se doctoró en la Universidad de Harvard, a la que ha seguido vinculado hasta ahora. Sus estudios sobre las hormigas, un hilo conductor en toda su carrera, le han valido el sobrenombre de «el señor de las hormigas». Wilson fue el primero en describir el comportamiento social de las hormigas y de otros insectos sociales, desentrañando el «lenguaje químico» con que construyen sus rutas y se comunican. También acuñó y popularizó el término *biodiversidad*, concepto paralelo al de que la naturaleza funciona como un concierto de especies relacionadas entre sí en un delicado equilibrio. Con su trabajo Wilson no solo ha ayudado a diseñar mejores estrategias para preservar este equilibrio, sino que ha transmitido al público en general la importancia de hacerlo. «Los seres vivos son la parte de la naturaleza que más le importa a la humanidad», dice. «En última instancia, nuestras vidas dependen de ellos. La diversidad de especies crea el entorno preciso que necesitamos para nuestra supervivencia. Estamos destruyendo despreocupadamente una gran parte de esta diversidad. Nos estamos dañando a nosotros mismos, peligrosamente.» Wilson se muestra satisfecho de que «la idea de la biodiversidad esté ahora en todas partes», pero pide acciones mucho más efectivas para conservarla: «El público y los dirigentes políticos no son aún lo suficientemente conscientes de la importancia de la biodiversidad». Recuerda que «solo conocemos un diez por ciento de todos los insectos», y que completar estos grandes vacíos en el conocimiento de los organismos que pueblan el planeta es esencial para nuestro propio desarrollo. Sus obras de divulgación son un potente amplificador de ese mensaje. Wilson ha obtenido el Premio Pulitzer en dos ocasiones: en 1979 por *La naturaleza humana* y en 1991 por *Las hormigas*. Otras de sus obras, como *Sociobiología*, *La diversidad de la vida*, *Consilience*. *La unidad del conocimiento*, *El futuro de la vida* y su autobiografía, también han sido muy exitosas.

“A child comes to the edge of deep water with a mind prepared for wonder,” he writes. A splinter that lodged in his eye during a fishing accident that same summer, added to a hereditary hearing defect, would end up marking his professional life: it was easier for him to observe small insects than large mammals, and he could not make out different birdsongs. “I am blind in one eye and cannot hear high-frequency sounds; therefore I am an entomologist,” he explains. At the age of nine, Wilson undertook his first expeditions at the Rock Creek Park in Washington, and at thirteen, in Alabama, he discovered his first colony of fire ants. At the age of eighteen, he began collecting flies, but a shortage of insect pins during the Second World War convinced him to switch to ants, which could be stored in vials. After taking a biology degree at the University of Alabama, he obtained his doctorate from Harvard University, to which he remains associated to this day. His studies on ants, which he has pursued throughout his academic career, have earned him the soubriquet “Lord of the Ants”. Wilson was the first to describe the social behavior of ants and other social insects, deciphering the “chemical language” they utilize to communicate and plan their routes. He also coined and popularized the term “biodiversity”, echoing the concept that nature operates as a concert of species all interconnected in a fine and delicate balance. Through his work, Wilson has not only helped design better strategies to preserve this balance, he has also worked to persuade others of the importance of doing so. “The living world is the part of nature that matters the most to humanity,” he contends. “Our own lives ultimately depend upon it. The diversity of species creates the exact environment we need for our own existence. We are carelessly destroying a large part of this diversity. We are harming ourselves, dangerously.” It is a cause of some satisfaction to Wilson that “the idea of biodiversity is everywhere nowadays,” but he calls for stronger action to conserve it: “The public and political leaders are still insufficiently aware of the importance of biodiversity.” He stresses that “we have only described about ten percent of all insects,” and filling these enormous gaps in our knowledge of the living things that inhabit our planet is vital to our own development. His own popularizing works are powerful transmitters of this message. Wilson has won the Pulitzer Prize on two occasions: in 1979 for *On Human Nature* and in 1991 for *The Ants*. And several other of his books, among them *Sociobiology*, *The Diversity of Life*, *Consilience: The Unity of Knowledge*, *The Future of Life* and his autobiography, have enjoyed considerable success. What impresses in all of them is the way he moves so easily from scientific facts and theories to general comment and analysis, in consonance with his synthesizing vision of human knowledge. From this eclectic, profoundly erudite mind has sprung a burgeoning new research area, sociobiology, which delves into the biological roots of human behavior.

En ellas muestra su habilidad para pasar de la alta especialización científica al conocimiento global, aportando una visión integradora del saber humano. De esa mirada ecléctica y profundamente erudita ha surgido incluso un área de investigación hoy en pleno auge, la Sociobiología, que estudia las bases biológicas del comportamiento humano. Está inspirada, en parte, en su investigación de los insectos sociales: «He pensado en lo que el estudio del comportamiento social de las hormigas puede aportar al estudio del comportamiento humano desde que empecé a formular la disciplina de la Sociobiología, en los años setenta. Las hormigas son los animales que tienen la estructura social más compleja, aparte de nosotros. Su estudio ha tenido una enorme influencia en el estudio del comportamiento humano», dice Wilson. Es en *Consilience* donde desarrolla al máximo su idea del saber unificado, de que las ciencias, las humanidades y las artes no son ramas aisladas. «En esta era lo más importante es la síntesis, la capacidad de aunar los avances en diversas áreas y crear un cuerpo común de conocimiento», explica. «Cuando hayamos unificado lo suficiente determinados conocimientos, comprenderemos quiénes somos y por qué estamos aquí.» Wilson sigue siendo, a sus ochenta y un años, un enamorado de las hormigas. Las observa dondequiera que va. Y se declara, ante todo, optimista. ¿Será capaz la humanidad de preservar la riqueza de la vida en la Tierra? «Somos bastante capaces de salvarla, si aprendemos más sobre ella y hacemos el esfuerzo. Creo que actuaremos a tiempo.»



It is partly inspired by his studies of social insects: “I have thought about how the analysis of ant behavior can throw light on our human conduct since I began to formulate the scientific discipline of sociobiology in the 1970s. Ants are the animals with the most complex social structure aside from ourselves. And their study has had a huge influence on the study of human behavior.” It is in his book *Consilience* that he gives fullest rein to his idea of a unity of knowledge; the contention that the sciences, the humanities and the arts are not isolated branches, but part of a whole. “In the times we live in, what matters most is synthesis, the ability to pool together advances in diverse areas and create a common body of knowledge,” he explains. “When we have sufficiently unified certain strands of knowledge, we will have a better understanding of who we are and why we are here.” At the age of eighty-one, Wilson retains his passion for ants and observes them wherever he goes. And he also retains a guarded optimism. Will humankind be able to preserve the wealth of life on Earth? “We are quite able to save it, if we learn more about it and make the effort. I believe we will act in time.”



**Daniel Pauly**

**Presidente del jurado.** Catedrático de Recursos Pesqueros en el Centro de Pesquerías de la Universidad de British Columbia (Canadá) e investigador principal del proyecto *Sea Around Us*. Ha estudiado modelos de explotación de sistemas acuáticos en África, Asia, Oceanía y las Américas. Es cofundador de FishBase.org y premio Ramón Margalef en Ecología. En 2010 ha publicado *Five Easy Pieces: the Impact of Fisheries on Marine Ecosystems* y *Gaspings Fish and Panting Squids: Oxygen, Temperature and the Growth of Water-Breathing Animals*.

**Chair of the Jury.**

Professor of Fisheries at the University of British Columbia Fisheries Centre (Canada) as well as Principal Investigator of the *Sea Around Us* project. He has studied modes of exploiting aquatic ecosystems in Africa, Asia, Oceania and the Americas and is co-founder of FishBase.org, an online encyclopedia covering over 30,000 fish species. Recipient of the Ramon Margalef Prize in Ecology, he has recently published *Five Easy Pieces: the Impact of Fisheries on Marine Ecosystems* and *Gaspings Fish and Panting Squids: Oxygen, Temperature and the Growth of Water-Breathing Animals*.

**Wilhelm Boland**

Director del Instituto Max Planck de Ecología Química (Alemania), donde lidera el Departamento de Química Bioorgánica. Su investigación se centra en síntesis orgánica, productos naturales, comunicaciones entre plantas, mecanismos enzimáticos y sistemas de defensa de plantas e insectos. Autor de más de trescientos artículos científicos, es profesor honorario de la Universidad Friedrich Schiller (Alemania) y Simeone Silverstein Lecture Prize de la Sociedad Internacional de Ecología Química, de la que fue presidente entre 2008 y 2009.

Director in the Max Planck Institute for Chemical Ecology (Germany), where he heads the Department of Bioorganic Chemistry. His main research areas are organic synthesis, natural products, interplant communication, enzyme mechanisms and plant and insect defense systems. Author of more than 300 scientific papers, he is Honorary Professor at the Friedrich Schiller University (Germany) and holder of the Simeone Silverstein Lecture Prize of the International Society of Chemical Ecology, which he chaired between 2008 and 2009.

**Joanna Burger**

*Distinguished Professor* de Biología en la Universidad Rutgers (Estados Unidos). Estudia el significado adaptativo del comportamiento social de los vertebrados, el riesgo ecológico y la biomonitorización, el efecto de los metales pesados en el desarrollo neurológico de las aves, el impacto humano en la ecología de los vertebrados y los riesgos derivados del consumo de marisco. Ha recibido galardones como la Brewster Medal de la Unión Americana de Ornitólogos y es *Fellow* de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia, entre otras instituciones.

Distinguished Professor of Biology at Rutgers University (United States). Her research topics include the adaptive significance of social behavior in vertebrates, the effects of heavy metals on neurobehavioral development in birds, ecological risk, biomonitoring, the human dimensions of vertebrate ecology, and human exposure from seafood consumption. She holds the Brewster Medal of the American Ornithologists' Union and is a fellow of a number of learned societies including the American Association for the Advancement of Science.

**Gary K. Meffe**

*Consulting Editor* de *Conservation Biology* – que dirigió entre 1997 y 2009– y profesor adjunto en el Departamento de Ecología y Conservación de Especies Animales de la Universidad de Florida (Estados Unidos). Ha desarrollado parte de su carrera en el Laboratorio de Ecología Fluvial de Savannah, de la Universidad de Georgia (Estados Unidos). Entre sus numerosas obras figuran *Principles of Conservation Biology* y *Ecosystem Management: Adaptive, Community-based Conservation*, así como *Ecology and Evolution of Livebearing Fishes (Poeciliidae)*.

Consulting editor of the journal *Conservation Biology*, for which he was editor-in-chief from 1997 to 2009, and Adjunct Professor in the Department of Wildlife Ecology and Conservation of the University of Florida (United States). He has also worked at the Savannah River Ecology Laboratory of the University of Georgia (United States). He is author of numerous publications including the books *Principles of Conservation Biology*, *Ecosystem Management: Adaptive, Community-based Conservation*, and *Ecology and Evolution of Livebearing Fishes (Poeciliidae)*.

**Daniel Simberloff**

Ocupa la cátedra Gore Hunger de Ciencia Ambiental en la Universidad de Tennessee (Estados Unidos), donde dirige el Institute for Biological Invasions. Sus áreas de investigación incluyen la biología invasora, composición y estructura de las comunidades, y el modo en que las especies varían morfológicamente según qué otras especies estén presentes. Es Eminent Ecologist Award de la Sociedad Ecológica de América y ha sido presidente de la Sociedad Americana de Naturalistas y miembro del Consejo Principal de la National Science Foundation.

Gore Hunger Professor of Environmental Science at the University of Tennessee (United States), where he is also Director of the Institute for Biological Invasions. His areas of research include invasion biology, community composition and structure, and the ways in which species vary morphologically depending on which other species are present. Holder of an Eminent Ecologist Award from the Ecological Society of America and a past president of the American Society of Naturalists, he has also served on the main board of the National Science Foundation.

**Paul Brakefield**

Catedrático de Zoología en la Universidad de Cambridge (Reino Unido), donde dirige el Museo Universitario de Zoología. Investiga cómo los mecanismos del desarrollo y la fisiología pueden contribuir, junto con la selección natural, a los patrones de diversidad que se producen en la evolución. Sus estudios sobre la mariposa *Bicyclus anynana* han permitido descubrir por qué las manchas oculares de sus alas proceden de genes que regulan mecanismos específicos del desarrollo. Es *Fellow* de la Royal Society, entre otras distinciones.

Professor of Zoology at the University of Cambridge (United Kingdom), where he is also the Director of the University Museum of Zoology. He is interested in how the mechanisms of development and physiology may contribute, alongside natural selection, to the patterns of diversity occurring in evolution. His research on an African butterfly, *Bicyclus anynana*, has revealed how the eyespots on their wings are made by genes that regulate specific developmental mechanisms. He is a fellow of the Royal Society, among other distinctions.

**Jurado**

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en

**Ecología y Biología de la Conservación**

**Acta del jurado**

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en Ecología y Biología de la Conservación se ha otorgado a Edward O. Wilson. «El profesor Edward O. Wilson es el fundador de varias áreas importantes de la Ecología y la Biología de la Conservación, incluyendo la Biodiversidad, la Biogeografía de Islas y la Sociobiología. Es uno de los pensadores más influyentes de nuestro tiempo, y ha propugnado diversas maneras de integrar y unificar los diferentes ámbitos de las ciencias, las humanidades y las artes (*la consilientia*). El profesor Wilson es uno de los biólogos más sobresalientes del mundo y un destacadísimo experto en historia natural. Partiendo de una fascinación por la biología de las hormigas que le ha acompañado durante toda su vida, su carrera científica ha ido ampliándose hasta extenderse a toda la Ecología y Biología de la Conservación. Acuña y popularizó el término *biodiversidad*, que inspira en la actualidad iniciativas relacionadas con la conservación de la naturaleza en todo el mundo. En su libro *Biophilia*, el profesor Wilson identificó y puso de manifiesto la importancia de la conexión innata del ser humano con la naturaleza y con el resto de seres vivos. Su precoz interés por las hormigas le llevó a fundar –junto al profesor Robert MacArthur– la teoría de la Biogeografía de Islas, a mediados de los años sesenta. De este interés nace una obra fundamental sobre la comunicación química y las feromonas, sobre las sociedades de insectos y la Sociobiología y, en última instancia, sobre las relaciones entre ciencia y cultura. Su impacto ha resultado ciertamente extraordinario en la creación e inspiración de nuevas áreas, no ya de la Ecología y la Biología de la Conservación, sino de toda la ciencia en general y de su divulgación pública. En la actualidad, son pocos los biólogos en activo que no han recibido, de un modo u otro, la influencia de su trabajo y sus escritos. Uno de los campos de gran importancia de nuestro tiempo iniciados a partir de la investigación del profesor Wilson es la Biogeografía de Islas, que ha resultado de una influencia enorme no solo para el ámbito de la Ecología, sino también para el de la Biología de la Conservación. La constatación científica de las extinciones causadas por las amenazas a las pequeñas poblaciones en islas, llevó a reconocer que no basta con aislar una parcela del hábitat adecuado de una especie para asegurar su persistencia. Posteriormente, varias investigaciones más exhaustivas han abundado en las causas de las extinciones esporádicas de

**Jury**

2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in

**Ecology and Conservation Biology**

**Jury's citation**

The 2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Ecology and Conservation Biology has been granted to Edward O. Wilson. “Prof. Edward O. Wilson is the founder of several major areas of ecology and conservation biology including biodiversity, island biogeography, and sociobiology. As one of the most influential thinkers of our time, he has advocated ways of integrating and uniting the different fields of science, humanities, and the arts – the consilience. Prof. Wilson is one of the most exceptional biologists in the world as well as an outstanding natural historian. His career in science has expanded on his life-long fascination with the biology of ants to permeate all of ecology and conservation biology. He coined and popularized the term ‘biodiversity’, now inspiring global conservation efforts around the globe. Prof. Wilson recognized the importance of our inherent connection to nature and other living things in his book *Biophilia*. His early interest in ants led to the founding, with Robert MacArthur, of the theory of island biogeography in the mid-1960s. It also led to his seminal work on chemical communication and pheromones, on insect societies and sociobiology, and ultimately, on the relationships between science and culture. His impact has been truly extraordinary in creating and inspiring new areas of ecology and conservation biology, and indeed of science in general and its popularization. Few biologists working today have not been influenced in some way by his work and writings. One field of huge contemporary importance initiated by Prof. Wilson was the theory of island biogeography. This has been enormously influential not only in ecology but also in conservation biology. Evidence for extinction resulting from threats to small populations on islands led to the recognition that simply setting aside a parcel of the right habitat for a species will not ensure its persistence. Extensive research has followed on the causes of occasional extinction of small populations on habitat ‘islands’ leading to improved design of nature reserves to minimize extinctions. Two of Prof. Wilson’s numerous books, on ‘sociobiology’ and ‘consilience’, have linked human culture to evolutionary ecology. These major works provided a firm basis for the new discipline of evolutionary psychology that is currently revolutionizing fields as disparate as anthropology, linguistics, and history. Throughout

poblaciones pequeñas en “hábitats-isla”, que han derivado en un mejor diseño de las reservas naturales para minimizar las extinciones. Dos de los numerosos libros del profesor Wilson, acerca de la Sociobiología y la *consiliencia*, han unido la cultura humana a la Ecología Evolutiva o Ecología de la Evolución. Ambas obras, de primer orden, sentaron una base sólida para una nueva disciplina, la Psicología evolucionista, que está revolucionando campos tan dispares como la Antropología, la Lingüística y la Historia. A lo largo de su carrera, el profesor Wilson ha escrito una serie de libros que han gozado de un impacto excepcional en la Biología y más allá de su ámbito, y es el único autor que ha recibido en dos ocasiones el Premio Pulitzer para obras de ámbito general y no ficción. Sus logros, abundantes y diversos, han tenido influencia de manera profunda no solo en la Ecología y la Biología de la Conservación, sino también en muchos otros campos del empeño humano. Ha contribuido extraordinariamente a concienciar a la sociedad acerca de la biodiversidad y de los motivos por los que la humanidad debe comprometerse a salvaguardar la diversidad de los organismos vivos en la Tierra.»

his career Prof. Wilson has penned a series of books that have produced a remarkable impact in biology and beyond, and he is unique in having been awarded two Pulitzer Prizes for general non-fiction. His rich and diverse accomplishments have influenced very deeply not only ecology and conservation biology, but also many other fields of human endeavor. He has contributed much to making our society aware of biodiversity, and cognizant of why humanity should be committed to sustaining the diversity of life on Earth.”

Puentes en el espacio del conocimiento

*Bridges in the knowledge landscape*



El mundo científico del futuro se basará en las conexiones; cada científico será un puente entre especialidades.» Esta cita de Donald E. Knuth ilustra el papel de su propia contribución a la ciencia en sentido amplio. También el de los demás galardonados en esta tercera edición de los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento. La defensa de la biodiversidad del planeta, el desarrollo de una comunicación eficaz con los ordenadores, el control del comportamiento de las moléculas, o la posibilidad de determinar a voluntad el destino de las células son ideas y hallazgos con implicaciones en todas las áreas del saber; ideas que trazan puentes, que crean conexiones en el árbol genealógico del conocimiento. Y que transforman el mundo.

La vida sería hoy distinta sin las aportaciones de los galardonados con los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010. Los ordenadores no serían el motor del desarrollo tecnológico –y del propio conocimiento–, si Donald E. Knuth no hubiera sentado las bases de una programación eficaz y elegante. Esas máquinas y sus programas resultan ahora esenciales tanto para analizar las reacciones químicas como para definir las relaciones entre especies en los ecosistemas, o para interpretar la ingente cantidad de datos generados en el estudio de la información genética. Tampoco hubiera podido Nicholas Stern, sin la ayuda de los ordenadores, estimar el coste de las consecuencias del cambio climático, y concluir que reducir las emisiones de gases de efecto invernadero abre la puerta a nuevas oportunidades económicas.

Las tecnologías de la información no son el único nexo entre disciplinas. Biodiversidad, cambio climático y desarrollo económico son conceptos íntimamente ligados. Entre sí y, por supuesto, con la investigación química. Con su trabajo, Gabor A. Somorjai ha ayudado a comprender mejor el comportamiento de las moléculas en las superficies, lo que ha permitido, entre otras cosas, el desarrollo de fertilizantes agrícolas. Sin ellos, y sin programas de investigación como el llevado a cabo en el International Rice Research Institute (IRRI), hubiera sido muy difícil alimentar a una población mundial en crecimiento explosivo.

Pero en un mundo de recursos finitos y sistemas interdependientes –vida, atmósfera, geosfera–, es difícil lograr un equilibrio estable. Igual que Lars Peter Hansen ha contribuido a comprender cómo los actores económicos se enfrentan a entornos cambiantes y de riesgo, el IRRI busca el equilibrio en el binomio agricultura intensiva-conservación de la biodiversidad: ¿cómo alimentar a nueve mil millones de personas –la población mundial dentro de unas décadas– sin perju-

dicar al resto de seres vivos de la Tierra? ¿Cómo producir más y mejores alimentos sin destruir hábitats naturales convirtiéndolos en cultivos, sin introducir en el medio más compuestos que antes no estaban? La biodiversidad, como explica Edward O. Wilson, no es un adorno del planeta; define al planeta mismo. Conservarla es una necesidad humana, al tiempo que una exigencia ética respecto a otras especies y las generaciones futuras.

No hace falta que 2011 sea el Año Internacional de la Química para resaltar que esta ciencia podría ser parte de la solución al anterior dilema. Como destaca Somorjai, la búsqueda de reacciones que no generen residuos y orientadas a resolver los grandes retos del siglo XXI, como el cambio climático o las crisis energética y alimentaria, es uno de los motores de la Química hoy.

Los galardonados con los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 han construido sobre las ideas de sus predecesores y teniendo presente la contribución agregada de toda la comunidad científica. De su propio trabajo nacerán nuevas ideas que ayudarán a modelar el futuro. ¿Cómo lo han hecho? Trabajando con objetos y estilos distintos, pero curiosamente –o, quizás, no tanto– estos investigadores comparten la pasión por descubrir e innovar y, también, principios de conducta. Knuth y Somorjai hablan de perseverancia y de capacidad de aprender de los errores. También de visión, de tener claro un objetivo fijado por la propia curiosidad. Son cualidades que Shinya Yamanaka necesitó, sin duda, para enfrentarse a un supuesto dogma de la Biología, con experimentos que exigían intuición, delicadeza y grandes dotes de observación.

Comparten además los galardonados la capacidad de asombrarse: Wilson, ante la riqueza y el ingenio de la vida; Somorjai, ante el paisaje de las moléculas y los átomos, las piezas que componen la materia; todos, de una forma u otra, ante los avances derivados de la posibilidad de controlar esas piezas y también otras, los genes, las órdenes que dirigen la formación y el funcionamiento de un organismo y que cada vez entendemos mejor.

La música es, en este cuadro, un lenguaje universal que no distingue entre físicos, biólogos o literatos –«La ciencia necesita la intuición y el poder metafórico de las artes, y las artes necesitan la sangre nueva de la ciencia», ha escrito Wilson–. La música nos recuerda, en palabras de Helmut Lachenmann, «que tenemos un espíritu creativo que encuentra siempre ante sí un horizonte que debe superar». Es un espacio de la imaginación creativa y la innovación, del desplazamiento hacia delante de la frontera de la sensibilidad y el gusto.

The scientific world of the future will be pairs, or connections. Every scientist is going to be a bridge between specialties.” This quote from Donald E. Knuth can be perfectly applied to his own contribution to science in its broadest sense. And indeed to all the other laureates in this third edition of the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards. The defence of our planet’s biodiversity, effective communication with computers, the control of molecular behavior or the possibility of governing the fate of cells are ideas and advances that radiate out across all branches of thought. Ideas that build bridges, generating new connections in a genealogical tree of knowledge. And which transform the world. Life would be very different without the achievements of the 2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge laureates. Computers would not be the motors of progress – and knowledge – they are today if Donald E. Knuth had not laid the foundation of efficient and elegant programming. Nowadays, these machines and their applications are no less vital to analyze chemical reactions or plot species interactions in ecosystems than they are to process and interpret the vast quantities of data generated in the study of genetic information. Without the aid of a computer, Nicholas Stern could never have quantified the cost impact of climate change and concluded that reducing greenhouse gas emissions would open the door to new economic opportunities. Information technologies of course are not the only nexus between disciplines. Biodiversity, climate change and economic development are generally acknowledged to be closely interlinked, but what about those other strands connecting them with chemical research? In this field, Gabor A. Somorjai’s work has advanced our understanding of how molecules react on surfaces, paving the way for the development of new agricultural fertilizers. Without the nutrients they provide, and without research programs like those carried out by the International Rice Research Institute (IRRI), it would have been all but impossible to feed a world population in the grip of explosive growth.

But in a world of finite resources and interdependent systems – life, atmosphere, geosphere – a stable equilibrium is hard to achieve. And just as Lars Peter Hansen’s work has elucidated how economic actors cope with risky and changing environments, the IRRI has sought to strike a balance between intensive farming and biodiversity conservation. In effect, how can we hope to feed nine billion people – the world population a few decades from now – without cost to the other living beings that inhabit our planet? How can we

produce more and better food without destroying natural habitats to turn them into farmland or burdening the environment with yet more compounds? Biodiversity, as Edward O. Wilson explains, is not an ornament of the planet, but part of what defines it. And its conservation is a human necessity, as well as an ethical imperative with regard to other species and future generations.

2011 is the International Year of Chemistry. And chemistry is where some of the solutions to the above dilemma are likely to begin. Hence Somorjai’s emphasis on the growing body of researchers engaged in the quest for non-waste generating reactions, in order to address such overarching 21st-century challenges as climate change or energy and food crises.

The winners of the 2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards have built on the ideas of their predecessors while drawing on the aggregate contribution of the whole scientific community. Their work, in turn, will generate new ideas that help shape tomorrow’s world. How have they achieved this? Each with his own methods and materials, certainly, but also with a shared passion to discover and innovate and in accordance with firm principles of conduct. Knuth and Somorjai talk of perseverance and the ability to learn from mistakes. Also vision, and the determination to keep their sights on the goals where curiosity had led them. These, without doubt, are the qualities Shinya Yamanaka called on to overturn a dogma of biology, with experiments that demanded intuition, delicacy and supreme powers of observation.

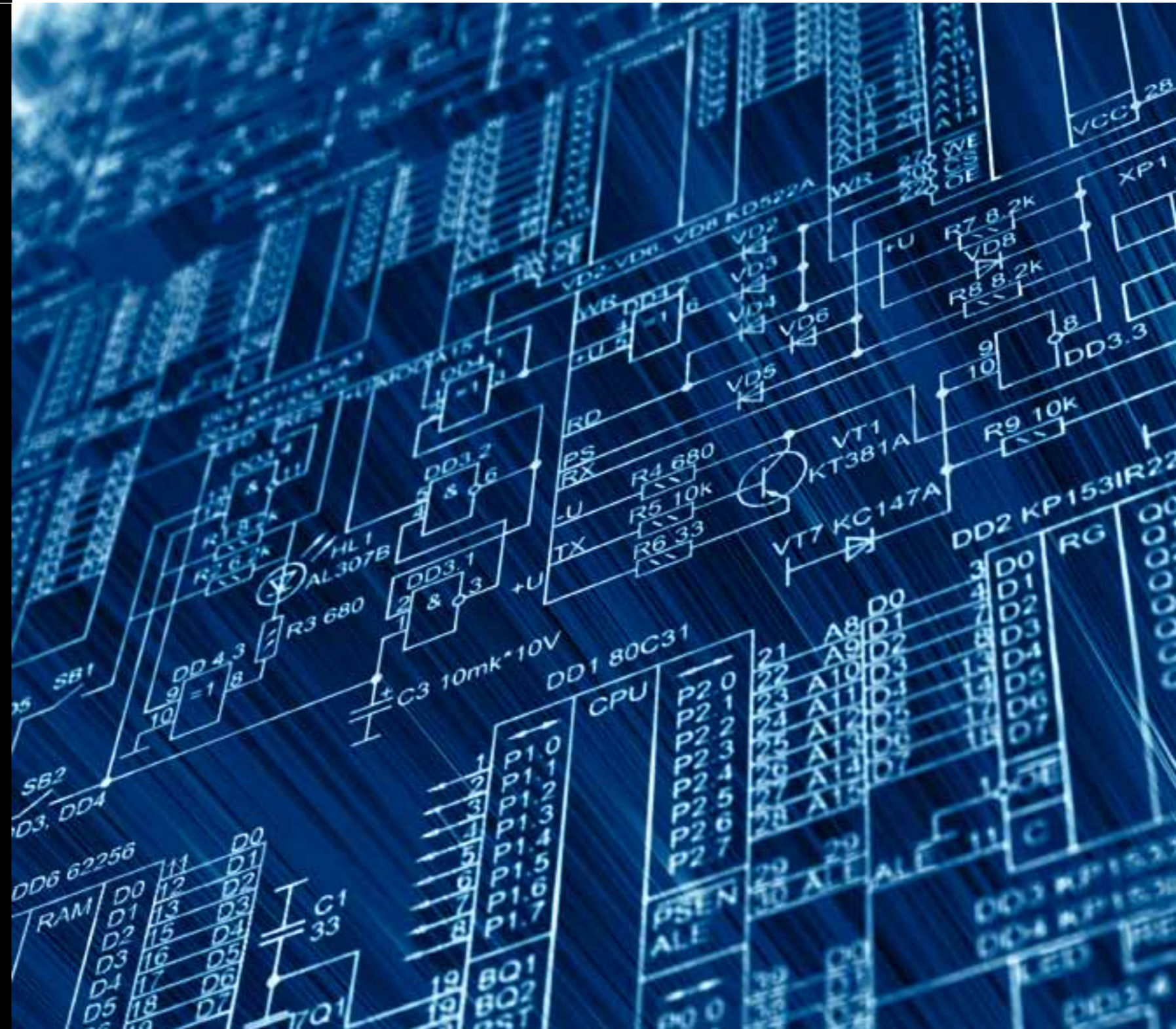
Frontiers laureates also have in common a capacity for wonder. Wilson, at the richness and ingenuity of life; Somorjai at newly revealed landscapes of molecules and atoms, the building bricks of matter; all of them, in one or other fashion, at new insights that may one day facilitate control of these and other elements; even our own genes, the orders that dictate how an organism is formed and functions.

Music takes its place in this tableau as a universal language that makes no distinction between physicists, biologists or literary authors – “Science needs the intuition and the metaphorical power of the arts, and the arts need the fresh blood of science,” Wilson has written. Music reminds us, adds Helmut Lachenmann, “that we have a creative spirit, constantly seeking out new horizons to conquer.” It is innovation and imagination bent on extending our intellectual and emotional frontiers.

«La ciencia es algo que entendemos lo suficientemente bien como para explicárselo a los ordenadores; el arte es todo lo demás.»

*“Science is something that we understand well enough to explain it to a computer; art is everything else.”*

Donald E. Knuth



## Donald E. Knuth

43

Premio Fundación BBVA  
Fronteras del Conocimiento 2010 en  
**Tecnologías de la Información  
y la Comunicación**

2010 BBVA Foundation  
Frontiers of Knowledge Award in  
**Information and  
Communication Technologies**

### Literatura en ceros y unos

Puede que los ordenadores no piensen, pero tienen su lenguaje. Y su literatura. Donald E. Knuth, premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en Tecnologías de la Información y la Comunicación, es el literato de las computadoras por excelencia. No en vano, su obra magna, aún inconclusa, se titula *The Art of Computer Programming*. Es la gran enciclopedia de la programación, el manual de consulta al que recurren todos los científicos de la computación para comunicarse con sus máquinas. Knuth ha enseñado al ser humano a hablar con las computadoras. Su biografía y su modo de vida, sin embargo, no pueden estar más alejados de lo que el imaginario popular asocia a un gurú tecnológico. Donald E. Knuth (Wisconsin, 1938) no usa correo electrónico desde hace quince años. No dedica tiempo a las redes sociales. No es un multimillonario enriquecido con la última idea genial. Knuth toca el órgano, monta en bicicleta, tiene sus mejores ideas mientras nada en la piscina de la Universidad de Stanford. Escribe sus obras a mano –«Es un problema de sincronización: tecleo más rápido de lo que pienso; en cambio, mis ideas fluyen al mismo ritmo al que las escribo con un lápiz», ha dicho–. Confiesa vivir desde niño «una extraña historia de amor con los libros», con la estética de la letra impresa. Disfruta leyendo código fuente y descubriendo los procesos mentales que han guiado el trabajo de otros –lo mismo que, de estudiante, leía al gran matemático del siglo XVII Pierre de Fermat, en latín–. Dice que los programas deben ser escritos «como obras de literatura», para que otras personas, no solo los ordenadores, los lean, los entiendan e incluso los paladeen. No en vano él comparte con los artistas la «compulsión de producir»: «Igual que un poeta tiene que escribir poesía, yo me levanto por la mañana y tengo que

### Literature in ones and zeros

Computers may not think but they have their language. And their literature. Donald E. Knuth, 2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge laureate in Information and Communication Technologies, is something like the literary light of the computing world. Not for nothing is his still unfinished masterwork titled *The Art of Computer Programming*. “The Art” is the great encyclopedia of programming; the reference work to which computer scientists turn to communicate with their machines. Knuth has taught humans how to talk to computers. His life story and lifestyle, however, could not be further away from what is popularly expected of a technological guru. Donald E. Knuth (Wisconsin, 1938) hasn’t used e-mail for the last fifteen years. He doesn’t spend time on social networks. He is not a multimillionaire who has made an overnight fortune with the latest great idea. Knuth plays the organ, rides his bike, and gets his best ideas when swimming in the Stanford University pool. He even writes his books in longhand: “There’s a synchronization problem,” he explains. “I type faster than I think, but I come up with ideas at about the same rate as I can write them down with a pencil.” He admits that since his first infancy he has lived “a strange kind of love affair with books” and the appearance of the printed word. He enjoys reading source code and discovering the mental processes that have guided others in their work – just as, in his student days, he read the great 17th-century mathematician Pierre de Fermat in the original Latin. For him, programs should be written “like works of literature,” so other people, and not just computers, can read, understand and, even, savor them. This, then, is a scientist who shares with artists the “compulsion to produce”: “Just as a poet has to write poetry, I wake up in the morning,

La obra de Knuth *The Art of Computer Programming* es el manual de consulta al que recurren todos los científicos de la computación para comunicarse con sus máquinas. Knuth ha enseñado al ser humano a hablar con las computadoras.

*Knuth's book The Art of Computer Programming is the reference work to which computer scientists turn in order to communicate with their machines. Knuth has taught human beings how to talk to computers.*

escribir un programa», ha contado. «Solo tengo que programar para sentirme un hombre feliz.» No es extraño, pues, que su carrera académica quedara definida tras su primer encuentro con un ordenador. «Había algo especial en ese IBM 650, algo que ha inspirado gran parte de la obra de mi vida.» El IBM 650, una de las primeras computadoras que aportó beneficios a IBM, en los años cincuenta, funcionaba con válvulas de vacío y tarjetas perforadas; no cabía en un coche. Knuth pasaba horas enteras contemplando las luces de esta «calculadora automática» –así la presentó IBM–, y para ella escribió su primer programa. Descomponía números en factores. Contenía más errores que líneas de código. «Mi primer programa me enseñó mucho sobre los errores que iba a cometer en el futuro. [...] Ahora probablemente me obsesiona no cometer demasiados errores», ha contado Knuth.

¿Es ese el origen de la pasión de Knuth por ser preciso? La precisión, reconoce él mismo, forma parte de la naturaleza de su trabajo: solo un pensamiento depurado puede ser comprendido por una máquina. «Cuando programas, estás explicando algo a un ordenador, que es estúpido. Si escribes para un humano, este asentirá con la cabeza al leer y dirá, “sí, esto tiene sentido”. Pero en realidad hay un montón de ambigüedades que solo se detectan al escribir para un ordenador.» Se dice que el requisito para entender bien algo es tener que explicarlo. Knuth añade: «Solo entiendes algo realmente cuando se lo explicas a un ordenador, cuando lo conviertes en un programa». El Knuth que cae fascinado ante el IBM 650 es un estudiante de segundo año de Matemáticas, hijo de un profesor de Contabilidad en un colegio luterano que tocaba el órgano en la iglesia y guardaba en el sótano de casa una imprenta *offset*. El primer impulso de Knuth, dedicarse a la música –tocaba el órgano, el saxo y la tuba–, cedió ante la posibilidad de estudiar Física en el Case Institute of Technology de Ohio: «Me intrigaba la idea de que me harían trabajar duro; tenía miedo de fallar, pero estaba dispuesto a trabajar». La abstracción matemática, no obstante, resultó más atractiva que la «engorrosa» faceta experimental de la Física: «Visualizo los símbolos. Tomo un problema matemático, lo traduzco a fórmulas, y las fórmulas son la realidad».

En ese sustrato, el encuentro con los ordenadores fue un catalizador. El estímulo adecuado para una mente predispuesta. Knuth asegura que un científico de la computación se distingue ante todo por una estructura mental «que resuena con la programación»: «Hay un determinado perfil de habilidades intelectuales que hacen sintonizar con la programación de ordenadores. Una persona de cada cincuenta tiene esta forma peculiar de entender el conocimiento, y estas personas se encontraron cuando nacieron los ordenadores». En 1963 Knuth completa su doctorado en el California Institute of Technology –resolvió en una sola hora de inspiración el problema central de su tesis doctoral–, y se da cuenta de que la clave para impulsar la

and it makes my day to think of adding some lines to my program,” he enthuses. “I just have to program in order to be a happy man.” It is no surprise then that his academic future was decided by his first encounter with a computer. “There was something special about that IBM 650, something that has provided the inspiration for much of my life’s work.” The IBM 650, one of the first computers to earn its maker a profit, back in the 1950s, worked with vacuum tubes and punch cards, and was too big to fit inside a car. Knuth would spend hours just watching the lights blink on this “automatic calculator” – as IBM advertised it – and would write his first program for it. It factorized numbers, and ended up with more errors than lines of code. “My first program taught me a lot about the errors I was going to be making in the future. [...] Now I probably obsess about not making too many mistakes,” he confesses.

Is this what drives Knuth’s passion for precision? Precision, he admits, is part of the nature of his job, since only the most pared-down thoughts can be understood by a machine. “When you’re doing programming, you have to explain something to a computer, which is dumb. If you write for a human being, he will look at it and nod his head and say, ‘yeah, this makes sense.’ But in fact there are all kinds of vagueness and ambiguities that you only detect when you start writing for a computer.” It is commonly affirmed that you can’t understand something until you’ve had to explain it. Knuth has his own version: “The truth is you don’t understand something until you’ve taught it to a computer, until you’ve been able to program it.”

The Knuth who fell under the spell of the IBM 650 was a second year math student, son of an accounting teacher at a Lutheran school who played the organ in church and kept an offset printer in the basement. His original plan to devote himself to music – he played the organ, saxophone and tuba – fell by the wayside when he got the chance to study physics at the Case Institute of Technology in Ohio: “I was intrigued by the idea that Case was going to make me work hard. I was scared of flunking out, but I was also ready to work.” Finally, however, mathematical abstraction appealed to him more than the “messy” experimental side of physics: “I visualize the symbols. I take a mathematical problem, I translate it into formulas, and then the formulas are the reality.”

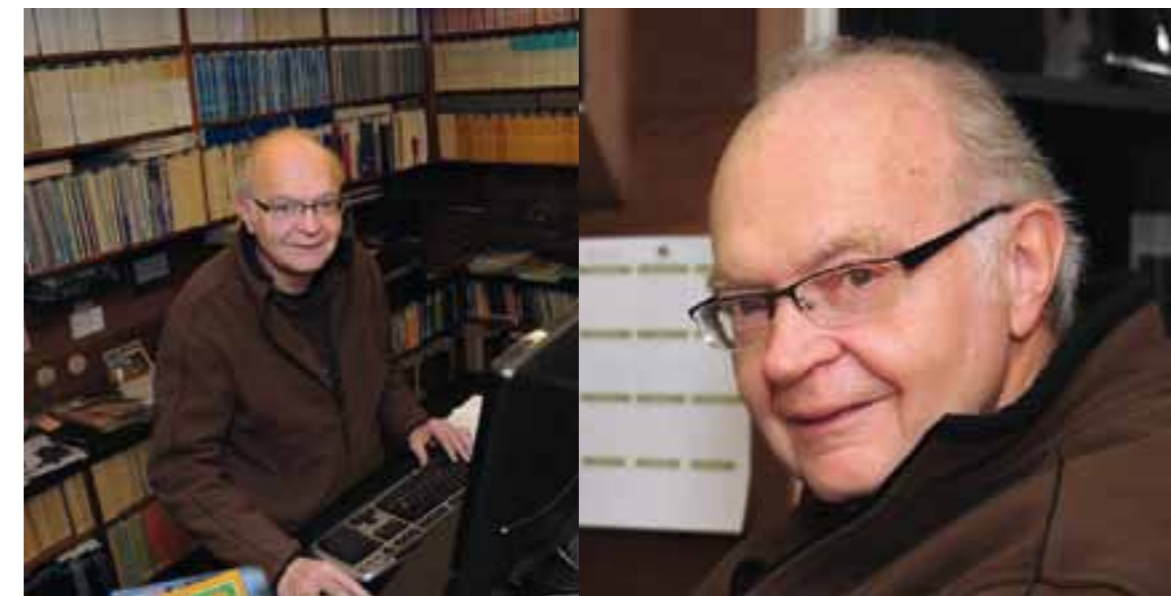
If mathematics was the substrate then computers were the catalyst. The appropriate stimulus for a mind already that way inclined. Knuth contends that a computer scientist is distinguished above all by a way of thinking “that correlates well with computers”: “There is a certain intellectual skills set that lends itself to programing. About one person in fifty has this peculiar approach to knowledge, and they came to the fore when the computer was born.”

In 1963, Knuth completed his doctorate at the California Institute of Technology, after resolving the central problem of his Ph.D. thesis in a single,

jovencísima área de las Ciencias de la Computación está en las matemáticas. Con ellas se puede verificar si un programa es correcto incluso antes de hacerlo correr; el método entonces al uso de ensayo y error –escribir el programa y buscar los errores al hacerlo correr– es ineficaz y burdo. Con Knuth los programas pueden ser elegantes, simétricos, bellos... La programación se convierte en un arte.

Pero el trabajo de Knuth no es solo teórico. A él se deben los programas tipográficos TeX y METAFONT. Knuth los desarrolló porque, simplemente, «no podía soportar» la mala impresión de sus obras. Planteado como un inciso de un año en su trabajo principal, el desarrollo de TeX llevó una década. Y valió la pena: es el programa más usado hoy en día en la edición de textos científicos. Se ha distribuido en código libre, algo esencial para un Knuth defensor de la universalidad del conocimiento. El gran legado de Knuth es, no obstante, *The Art of Computer Programming*, una obra planteada en siete volúmenes en 1962 y de la que se han publicado hasta ahora tres: en 1968, 1969 y 1973. El volumen 4A está recién impreso. Es «el trabajo más relevante de la ingeniería informática en su sentido más amplio», afirma el acta. «Su impacto, tanto en la teoría como en la práctica, no tiene parangón.» Su autor explica el título: «Arte remite a algo artificial, hecho por los seres humanos en vez de por la naturaleza; pero también es una obra bella. Pienso en crear algo bello, en que un programa de ordenador tenga estilo, elegancia, y que comunique bien».

Knuth es, desde los treinta años, catedrático de la Universidad de Stanford. Con solo cincuenta y cinco decidió convertirse en profesor emérito para dedicarse por entero a completar su obra. Su cátedra se llama The Art of Computer Programming.



inspired hour’s work. He had by then realized that the key to advancing the infant field of Computer Science lay in mathematics. With math you could check if a program was correct before you ran it, in contrast to the crude and inefficient trial and error method previously in use – write the program then find the errors when it runs. With Knuth programs could be elegant, symmetrical, beautiful... Programing became an art.

But not all Knuth’s work is theory. It is to him we owe the typesetting languages TeX and METAFONT. Knuth developed them out of sheer frustration at the poor print quality of his published works. Originally scheduled for completion during a one-year break from his main line of work, TeX would eventually take a decade to perfect. But the wait was worth it. TeX is now the most widely used program for the editing of scientific texts. And of course it is available in open source, true to Knuth’s championing of the universality of knowledge. But Knuth’s ultimate legacy is *The Art of Computer Programming*. Conceived as a seven-volume work back in 1962, a total of three volumes have been published to date (in 1968, 1969 and 1973), with volume 4A just off the press. This is “the seminal work on computer science in the broadest sense,” in the words of the jury’s citation, whose impact on the theory and practice of computer science is “beyond parallel”. Its author reveals the thinking behind the title: “‘Art’ means something artificial, devised by human beings rather than by nature, but it also means a work of beauty. What I want is to create something of beauty: that a computer program has style and elegance and communicates well.”

A professor at Stanford University since the age of thirty, Knuth decided at age fifty-five to step into an emeritus role and devote himself entirely to completing his magnum opus. His chair bears the name The Art of Computer Programming.





### Andrea Goldsmith

**Presidenta del jurado.** Catedrática de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Stanford y *Junior Past President* de la Sociedad de la Teoría de la Información del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (asociación profesional líder en el mundo de la tecnología avanzada), que presidió en el año 2009. Investiga la teoría de la información y la comunicación; el diseño, análisis y límites de rendimiento de los sistemas y redes *wireless*; la modulación adaptativa en la transmisión de datos; y las comunicaciones en aplicaciones biomédicas.

**Chair of the Jury.** Professor of Electrical Engineering at Stanford University and Junior Past President of the Information Theory Society of the Institute of Electrical and Electronic Engineers, the most influential professional association in the world of advanced technology, which she chaired in 2009. Her research is focused on wireless information and communication, the design, analysis, and capacity limits of the wireless systems and networks, cognitive radios, sensor networks, and communications for biomedical applications.



### Ronald Ho

Trabaja en Oracle con el rango de arquitecto y se dedica a la investigación avanzada y el desarrollo de proyectos, tanto en procesos *Very-Large-Scale Integration* como en informática y comunicaciones de baja energía, diseño asistido por ordenador y óptica del silicio. Ha sido director y *Distinguished Engineer* en Sun Microsystems, donde recibió el Sun Microsystems Chairman's Award for Innovation 2004. Es miembro sénior del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, y profesor en la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Stanford.

Architect at Oracle working on advanced research and development projects in Very-Large-Scale Integration processes, as well as in low-energy communication and computation, computer-aided design tools and silicon optics. Formerly a Director and Distinguished Engineer at Sun Microsystems, where he received the 2004 Sun Microsystems Chairman's Award for Innovation, he is a senior member of the Institute of Electrical and Electronic Engineers and a professor in the Electrical Engineering School at Stanford University.



### Oussama Khatib

Catedrático de Informática en el Laboratorio de Inteligencia Artificial de la Universidad de Stanford, donde dirige el Grupo de Investigación sobre Robótica. Ha publicado más de doscientos artículos sobre robótica centrada en el ser humano: interacciones a través del tacto, inteligencia artificial, síntesis del movimiento humano y animación. Preside la Fundación Internacional de Investigación Robótica y es coeditor del *Handbook of Robotics*, Premio a la Excelencia en Ciencias Físicas y Matemáticas de la Asociación Americana de Editores.

Professor of Computer Science in the Artificial Intelligence Laboratory at Stanford University, where he heads the Robotics Research Group. His current research is in human-centered robotics (with over 200 articles published on the subject), haptic interactions, artificial intelligence, human motion synthesis and animation. President of the International Foundation of Robotics Research, he is also co-editor of *Handbook of Robotics*, awarded the American Publishers Award for Excellence in Physical Sciences and Mathematics.



### Nico de Rooij

Director del Instituto de Microingeniería de la Escuela Politécnica Federal de Lausanne (Suiza), donde también dirige el Laboratorio de Sensores, Actuadores y Microsistemas. Es vicepresidente de la empresa suiza de investigación y desarrollo CSEM. Sus principales áreas de investigación incluyen el diseño, microfabricación y aplicación de diversos tipos de dispositivos electrónicos en silicio. Recibió la Jun-ichi Nishizawa Medal del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos por contribuir al desarrollo de nuevos dispositivos tecnológicos.

Director of the Institute of Microengineering at the École Polytechnique Fédérale de Lausanne (Switzerland), where he heads the Sensors, Actuators and Microsystems Laboratory. He is also Vice-President of the Swiss research and development company CSEM SA. His research focuses on the design, micro-fabrication and application of diverse types of silicon-based electronic devices. Awarded the Jun-ichi Nishizawa Medal of the Institute of Electrical and Electronic Engineers for his contributions to developing new technological devices.



### Ramón López de Mántaras

Profesor de investigación y director del Instituto de Investigación en Inteligencia Artificial del CSIC (España). Estudia el aprendizaje por parte de las máquinas, el razonamiento analógico y el reconocimiento de espacios y localizaciones a partir de objetos. Es editor asociado de la revista *Artificial Intelligence* y ha presidido el Board of Trustees del International Joint Conferences on Artificial Intelligence. Ha sido catedrático de la Universidad Pierre et Marie Curie de París y ha recibido el European Artificial Intelligence Research Award.

Research Professor of the Spanish National Research Council (CSIC) and Director of its Artificial Intelligence Research Institute. His work has focused on machine learning, analogical reasoning, and object-based place recognition and localization. He is associate editor of the journal *Artificial Intelligence* and a past chairman of the Board of Trustees of the International Joint Conferences on Artificial Intelligence. A former professor at University Pierre et Marie Curie in Paris, his honors include the European Artificial Intelligence Research Award.

## Jurado

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en

## Tecnologías de la Información y la Comunicación

### Acta del jurado

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en Tecnologías de la Información y la Comunicación se ha otorgado a Donald E. Knuth.

«Knuth hizo de la programación informática una ciencia al introducir en esta técnicas matemáticas formales para el análisis riguroso de los algoritmos. Al tiempo aportó elegancia a la programación informática al promover la escritura de un código sencillo, compacto y comprensible de forma intuitiva. El libro de Knuth *The Art of Computer Programming* combina las dos facetas de la informática y está considerado el trabajo más relevante de la ingeniería informática en su sentido más amplio, abarcando los algoritmos y métodos que se encuentran en el núcleo de la inmensa mayoría de los sistemas informáticos, con una claridad y profundidad poco común. Su impacto, tanto en la teoría como en la práctica, no tiene parangón.

El trabajo de Knuth ha formalizado el análisis algorítmico, aportando los recursos –la memoria y el tiempo– que son necesarios para calcular los algoritmos. Por otra parte, ha creado una categorización sencilla de la complejidad informática que proporciona la clave para desarrollar programas de gran escala. Knuth sentó las bases de los modernos compiladores que traducen lenguaje de alto nivel de los programadores al lenguaje binario de los ordenadores. Su contribución a la búsqueda de patrones ha mejorado de un modo significativo la eficiencia en el hallazgo de una secuencia concreta entre miles de millones de caracteres. Finalmente, sus lenguajes de tipografía digital TeX y METAFONT (de código abierto) incorporan la estética tipográfica, permitiendo a los autores confeccionar documentos con diseño de imprenta.

Los algoritmos se encuentran en el centro del mundo digital actual y subyacen a todo lo que hacemos con un ordenador. Knuth, el “padre” del análisis algorítmico, estableció las bases para el diseño sistemático del *software*. El trabajo de Knuth sentó los cimientos sobre los que se construyen los programas informáticos actuales.»

## Jury

2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in

## Information and Communication Technologies

### Jury's citation

The 2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Information and Communication Technologies has been granted to Donald E. Knuth.

“Knuth made computing a science by introducing formal mathematical techniques for the rigorous analysis of algorithms. He also brought elegance and artistry into computer programming by advocating for code that is simple, compact, and intuitively understandable. Knuth's book *The Art of Computer Programming* merges these two facets of computing; it is considered the seminal work on computer science in the broadest sense, encompassing the algorithms and methods which lie at the heart of most computer systems, and doing so with uncommon clarity and depth. His impact on the theory and practice of computer science is beyond parallel.

Knuth's work formalized algorithmic analysis, providing the tools to determine the resources – the memory and computing time – required to execute algorithms. He also created a simple categorization of computational complexity that provided key insights into the development of large-scale programs. Knuth laid the foundation for modern compilers, which translate the high-level language of programmers into the binary language of computers. His fundamental contribution to pattern matching significantly improved the efficiency of finding a particular sequence among billions of characters. Finally, his open-source digital typesetting languages TeX and METAFONT imported the aesthetics of typesetting into a program which empowered authors to design beautiful documents.

Algorithms are at the heart of today's digital world, underlying everything we do with a computer. Knuth, the ‘father’ of the analysis of algorithms, laid the foundation for systematic software design. Knuth's work is the scaffolding upon which we build modern computer programs.”

«Estoy interesado en estudiar cómo las fluctuaciones macroeconómicas y el crecimiento se reflejan en los precios del mercado de valores.»

*“I am currently interested in the study of how macroeconomic fluctuations and growth are reflected in the price of securities.”*

Lars Peter Hansen





## Lars Peter Hansen

Premio Fundación BBVA  
Fronteras del Conocimiento 2010 en  
**Economía, Finanzas y  
Gestión de Empresas**

2010 BBVA Foundation  
Frontiers of Knowledge Award in  
**Economics, Finance  
and Management**

### **El padre del Método Generalizado de Momentos**

La vida de Lars Peter Hansen, premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en Economía, Finanzas y Gestión de Empresas, ha discurrido siempre en un entorno académico. Hijo de un profesor universitario, nació en 1952 en el condado de Champaign (Illinois, Estados Unidos), un enclave al estilo de las antiguas sedes universitarias europeas donde la familia residía porque su padre impartía clases en la Universidad de Illinois. Siguiendo los pasos de la carrera paterna se trasladaron después a Utah, en cuya universidad estudió Hansen. Allí descubrió la afición por el esquí, que puso a prueba su tenacidad, y vivió la experiencia de la gestión, ya que ayudó a dirigir una explotación familiar de casi cuarenta hectáreas en las que cultivaban cebada, alfalfa y avena. Pero, sobre todo, fue en Utah donde gracias a tres de sus profesores, Hansen comenzó a apasionarse con las materias que han marcado su vida: las Matemáticas, con las pautas de Mike Windham; la Economía, gracias a Bartell Jensen, y la Historia, que descubrió a través de Doug Alder. Posteriormente consiguió su doctorado en Económicas por la Universidad de Minnesota, donde trabajó con Thomas J. Sargent y Christopher A. Sims, dos referentes por sus contribuciones a la Macroeconomía y la Econometría. La experiencia de Hansen en Minnesota durante la década de los setenta sirvió para reafirmar su vocación investigadora. Su primer trabajo lo obtuvo en 1978 en la Universidad de Carnegie Mellon, donde compaginó enseñanza e investigación, para luego trasladarse en 1982 a la Universidad de Chicago, donde desde 1984 ha ocupado distintas cátedras. A la impronta de sus maestros se sumó la coincidencia en el tiempo con el desarrollo de nuevos avances en la Estadística Matemática, que Hansen tuvo la habilidad de aprovechar y

### **Developer of the Generalized Method of Moments**

Lars Peter Hansen, 2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge laureate in Economics, Finance and Management, came earlier than most to the academic world. Son of a professor, he was born in 1952 in Champaign county (Illinois, United States), where the family lived on the University of Illinois campus, laid out in the style of Europe's old universities. The father's career later took him to Utah where the young Lars Peter entered the state university. It was there that he discovered skiing, which would more than once put his determination to the test, and had his first experience of management, helping the family run an eighty-acre farm planted with barley, alfalfa and oats. It was also in Utah where Hansen developed a passion for the three subjects that would absorb him throughout his academic life: mathematics, where his mentor was Mike Windham; economics, under the guidance of Bartell Jensen; and history, which he discovered thanks to a third teacher, Doug Alder. He obtained his Ph.D. in economics from the University of Minnesota, where he worked alongside Thomas J. Sargent and Christopher A. Sims, two major contributors to macroeconomics and econometrics. Hansen's experience at Minnesota in the 1970s shaped his approach to research and nurtured his interest in economic dynamics and time series econometrics. His first post, in 1978, was at Carnegie Mellon University, combining research and teaching duties. In 1982, he moved to the University of Chicago where he has held a series of professorships since the year 1984. Among the influences working on Hansen at that time were the strides being made in mathematical statistics, which he was able to exploit for economic research ends. In contrast to the standard method of estimating macroeconomic models on the basis of a wide and exhaustive

El Método Hansen no solo es materia obligada en las aulas universitarias de todo el mundo, sino que los analistas macroeconómicos o financieros trabajan hoy día con paquetes informáticos que lo incorporan de serie.

*The Hansen Method is not only the textbook method in university lecture halls the world over, but comes packaged into the standard software programs used by macroeconomic and financial analysts*

aplicar a su investigación económica. Frente al esquema tradicional que formulaba modelos macroeconómicos para un conjunto amplio y exhaustivo de variables, su planteamiento incorporaba como novedad que se centraba en un aspecto concreto: la relación entre la variación en el tiempo del consumo y el comportamiento del precio de los activos financieros o los tipos de interés. Esta conexión entre la teoría económica y la evidencia empírica es un rasgo distintivo en su trayectoria, y así fue destacado por el jurado de los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010, aunque realmente la contribución por la que ha recibido el galardón es una metodología derivada de dicho análisis. Quizá fue Hansen el primer sorprendido al comprobar que los resultados de esa línea de investigación le permitían hacer una abstracción matemática del método estadístico utilizado, que era extrapolable para analizar con fiabilidad otras cuestiones concretas. Lo que sin duda no esperaba fue el éxito y la trascendencia del artículo científico que publicó en 1982 en *Econometrica*, en el que trasladaba este hallazgo bajo la denominación de Método Generalizado de Momentos. El conocido coloquialmente entre los economistas como Método Hansen ha logrado una influencia que va mucho más allá de su enorme índice de impacto por citas en otras publicaciones. No solo es materia obligada en las aulas universitarias de todo el mundo, sino que los analistas macroeconómicos o financieros trabajan hoy día con paquetes informáticos que lo incorporan de serie. Buena prueba de cómo ha trascendido su contribución es que una de las publicaciones de referencia para los expertos, *Journal of Business and Economics Statistics*, dedicó en 2002 un número especial conmemorativo de los veinte años de la publicación del artículo de Hansen y otra, *Journal of Econometrics*, está haciendo lo propio para los treinta años. Sin duda, los economistas consideran que su trabajo sigue plenamente vigente y no ha sido superado. Pero la meta final de Hansen era ofrecer un instrumento para el diseño de políticas económicas. Y, si se tiene en cuenta que los bancos centrales están de hecho aplicando su método con el fin de estimar los modelos utilizados para fijar los tipos de interés, cabe concluir que también en este sentido lo consiguió. Si el Método Generalizado de Momentos marcó la primera parte de su carrera, los últimos años han estado guiados por una palabra: *robustez*. Aunque se entiende como una segunda línea de investigación, existe una continuidad entre ambas etapas, ya que analizando el comportamiento del mercado financiero, Hansen busca inferir cómo funciona la macroeconomía. Parte de que los precios de los activos financieros reflejan lo que los agentes económicos piensan de la marcha de la economía en su conjunto y pretende sistematizar las pautas que dichos agentes aplican informalmente. Su objetivo es ofrecer reglas de decisión robustas que no dependan del modelo macroeconómico para

set of variables, he proposed focusing them on a single, concrete aspect: the relationship between changes in consumption over time and the behavior of interest rates or asset prices. This gift for drawing connections between economic theory and empirical evidence was among the qualities singled out by the Frontiers of Knowledge jury granting Hansen the award, although the specific contribution he is recognized for is a methodology derived from this analysis. Possibly Hansen was more surprised than anyone to observe from his results that he could create a mathematical abstraction of the statistical method utilized, which could be reliably applied to the analysis of other questions. And he could certainly not have anticipated the stir caused by the paper in which he described his findings, published in 1982 in the journal *Econometrica*. Indeed his discovery, which he named the Generalized Method of Moments (GMM), is known among the economist community simply as the Hansen Method, and has gained an eminence that transcends even the article's sky-high citation rate. Not only is it the textbook method in university lecture halls the world over, but it comes packaged into the standard software programs used by today's macroeconomic and financial analysts. Further proof, if proof were needed, of the importance of Hansen's contribution was the decision by the influential *Journal of Business and Economics Statistics* to bring out a special issue in 2002 commemorating the twentieth anniversary of the publication of his original paper. And the *Journal of Econometrics* is even now preparing a commemorative edition to mark its first thirty years. Economists, it is plain, consider Hansen's work as relevant as ever. Hansen himself was clear from the outset that his method had utility for economic policy design. And time has proved him right. The GMM is currently in wide use by central banks for estimating the models employed to set the direction of interest rates. If the Generalized Method of Moments marked the first part of his career, the last few years have been given over to the pursuit of "robustness." This second research line is in fact a continuation of the first, in that Hansen's goal is to draw macroeconomic inferences from the performance of financial markets. Starting from the fact that financial asset prices reflect agents' expectations for the economy as a whole, his work seeks to systematize the yardsticks that these agents are informally applying. The goal is to establish robust decision-making rules that do not rely for their effectiveness on a given macroeconomic model. In 2007, Hansen published some of his findings in *Robustness*, co-authored with Sargent, and one of the books for which he is best known. The Frontiers of Knowledge jury singled out Hansen's "fundamental contributions to our understanding of how economic actors cope with risky and changing environments," remarking that "the powerful statistical framework he

ser eficaces. En 2007, junto a Sargent, plasmó esta línea de trabajo en *Robustness*, uno de sus libros más reconocidos. El jurado de los Premios Fronteras ha destacado de Hansen «su contribución fundamental para que comprendamos cómo los actores económicos hacen frente a entornos cambiantes y de riesgo. La potente estructura estadística que desarrolló para tratar de forma empírica este asunto, conocida como Método Generalizado de Momentos, es hoy el método clásico en Econometría». Sobre su línea de investigación actual, él mismo la explicaba al conocer la noticia del premio: «Trabajo sobre el modo de reflejar el crecimiento macroeconómico en un mecanismo robusto de fijación de precios. Estoy interesado en estudiar cómo las fluctuaciones macroeconómicas y el crecimiento se reflejan en los precios de los activos financieros». Si el mundo académico es una constante en la vida de Hansen, también lo ha sido el contacto con la naturaleza. Una vez afincado en Chicago buscó un refugio en el bosque para compartirlo con su familia y amigos. Hansen se muestra orgulloso de cómo su padre cultivó un jardín en el que destacaban dos estanques con peces, patos de Florida, garzas azules y tortugas mordedoras. Hace años que lo sustituyó por otro enclave que le permite esquiar en algunas de las pistas más difíciles del país. En verano prefiere largas caminatas por las montañas, entre alces y animales salvajes, o conducir su vehículo por los parques nacionales del Grand Teton y Yellowstone. Así, entre la investigación, la docencia, su familia y sus aficiones reparte su tiempo Hansen. Desde 2008 ha asumido, además, la responsabilidad como director fundador del Milton Friedman Institute for Research in Economics de la Universidad de Chicago.



developed to address this issue empirically, known as the Generalized Method of Moments, is now the standard textbook method in econometrics." On being informed of the prize, he offered the following clue to where his research is currently heading: "I am working on the different ways that macroeconomic fluctuations and growth are reflected in the price of securities." If academia has been a constant in Hansen's life, so too has the contact with nature. Shortly after settling in Chicago, he sought out a woodland cabin to share with his family and friends. He remembers with pride how his father tended the garden and its two ponds stocked with fish, which soon attracted wood ducks, blue herons and snapping turtles. Some years ago, he swapped it for another countryside residence near some of the country's most challenging ski slopes. In summer, his favored pastimes are mountain hikes, with views of moose and other wildlife, and road trips through Grand Teton and Yellowstone national parks. Hansen currently divides his time between research, teaching, family, his various outdoor occupations and, since 2008, his responsibilities as Founding Director of the Milton Friedman Institute for Research in Economics at the University of Chicago.



### Andreu Mas-Colell

**Presidente del jurado.** Catedrático de Economía en la Universitat Pompeu Fabra de Barcelona (España). Ha sido profesor e investigador en las universidades de California-Berkeley y Harvard, así como editor, entre otras, de la revista *Econometrica*. Es *Fellow* de la Econometric Society, *Foreign Associate* de la National Academy of Science (Estados Unidos) y premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2009. En 2009 y 2010 fue secretario general del European Research Council. Es consejero de Economía y Conocimiento de la Generalitat de Catalunya.

### Chair of the Jury.

Professor of Economics at Pompeu Fabra University (Barcelona, Spain), he has held research and teaching posts at the universities of California-Berkeley and Harvard. He is a past editor of *Econometrica* and other journals, a fellow of the Econometric Society, a foreign associate of the U.S. National Academy of Sciences and a 2009 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge laureate. From 2009 to 2010 he served as Secretary General of the European Research Council, and is currently Minister of Economy and Knowledge with the Catalanian Government.



### Manuel Arellano

Doctor por la London School of Economics and Political Science, es profesor de Econometría en el Centro de Estudios Monetarios y Financieros (España). Ha sido profesor en la Universidad de Oxford y en la London School of Economics and Political Science, director de la *Review of Economic Studies* y codirector del *Journal of Applied Econometrics*. Sus áreas de investigación incluyen el análisis de datos de panel y la microeconometría. Es vicepresidente de la European Economic Association y miembro del comité ejecutivo de la Econometric Society.

Professor of Econometrics in the Center for Monetary and Financial Studies (Spain). He has taught at the University of Oxford and the London School of Economics and Political Science, where he obtained his Ph.D., and has served as director of the *Review of Economic Studies* and co-editor of the *Journal of Applied Econometrics*. His research areas include microeconometrics and analysis of panel data. Vice-President of the European Economic Association, and member of the Executive Committee of the Econometric Society.



### José Manuel González-Páramo

Miembro del Comité Ejecutivo y del Consejo de Gobierno del Banco Central Europeo (Alemania). Es catedrático del Centro de Estudios Monetarios y Financieros (España) y fue catedrático de Economía de la Universidad Complutense de Madrid. Los desequilibrios regionales y globales, y la intervención política para corregirlos, así como la política fiscal, son algunas de sus áreas de investigación. Ha sido director ejecutivo de *Hacienda Pública Española/Revista de Economía Pública*. Es miembro de la Academia Europea de Ciencias y Artes.

A member of the Executive Board and the Governing Council of the European Central Bank (Germany). Professor at the Center for Monetary and Financial Studies (Spain) and a former Professor of Economics at the Complutense University of Madrid, his publications and research have focused primarily on fiscal policy and on global imbalances and policy adjustment. A former editor-in-chief of *Hacienda Pública Española/Revista de Economía Pública*, he is also a member of the European Academy of Sciences and Arts.



### Peyton Young

Titular de la cátedra James Meade de Economía de la Universidad de Oxford (Reino Unido), así como *Professorial Fellow* del Nuffield College de esta universidad y profesor de investigación en la Universidad Johns Hopkins (Estados Unidos). Investiga las instituciones y las normas sociales, la teoría de juegos, impuestos y distribución de costes, la representación política y las teorías de justicia distributiva. Es George Hallett Award de la Asociación Americana de Ciencia Política, y *Fellow* de la British Academy y de la Econometric Society.

James Meade Professor of Economics at the University of Oxford (United Kingdom), Professorial Fellow at Nuffield College Oxford, and Research Professor at Johns Hopkins University (United States). His research ranges over social norms and institutions, game theory, taxation and cost allocation, political representation and theories of distributive justice. He is a recipient of the George Hallett Award from the American Political Science Association, and is a fellow of both the British Academy and the Econometric Society.



### Hervé Moulin

Titular de la cátedra George A. Peterkin de Teoría Económica en la Universidad Rice (Houston, Estados Unidos). En la actualidad investiga sobre los mecanismos de distribución de recursos, en particular la interfaz entre las propiedades incentivadoras de estos mecanismos y sus propiedades normativas de equidad y eficiencia. Es presidente anterior de la Society for Social Choice and Welfare y editor asociado de *Games and Economic Behavior*, *International Journal of Game Theory* y de *Mathematics of Operations Research*. Es *Fellow* de la Econometric Society.

George A. Peterkin Professor of Economic Theory at Rice University (Houston, United States), he is currently researching into resource allocation mechanisms, particularly the interface between the incentive properties of those mechanisms and their normative properties of equity and efficiency. Past president of the Society for Social Choice and Welfare, he is associate editor of *Games and Economic Behavior*, *International Journal of Game Theory*, and *Mathematics of Operations Research*, and a fellow of the Econometric Society.

## Jurado

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en

## Economía, Finanzas y Gestión de Empresas

## Jury

2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in

## Economics, Finance and Management

### Acta del jurado

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en Economía, Finanzas y Gestión de Empresas se ha otorgado a Lars Peter Hansen, «por su contribución fundamental para que comprendamos cómo los actores económicos hacen frente a entornos cambiantes y de riesgo. La potente estructura estadística que desarrolló para tratar de forma empírica este asunto, conocida como Método Generalizado de Momentos, es hoy el método clásico en Econometría. Utilizó este enfoque para explorar las interconexiones entre indicadores macroeconómicos y los precios de los activos en los mercados financieros, mostrando en especial cómo formular políticas sólidas en períodos de gran incertidumbre. Su trabajo ha servido de base para una gran parte de la investigación empírica contemporánea en el ámbito de la economía financiera.»

### Jury's citation

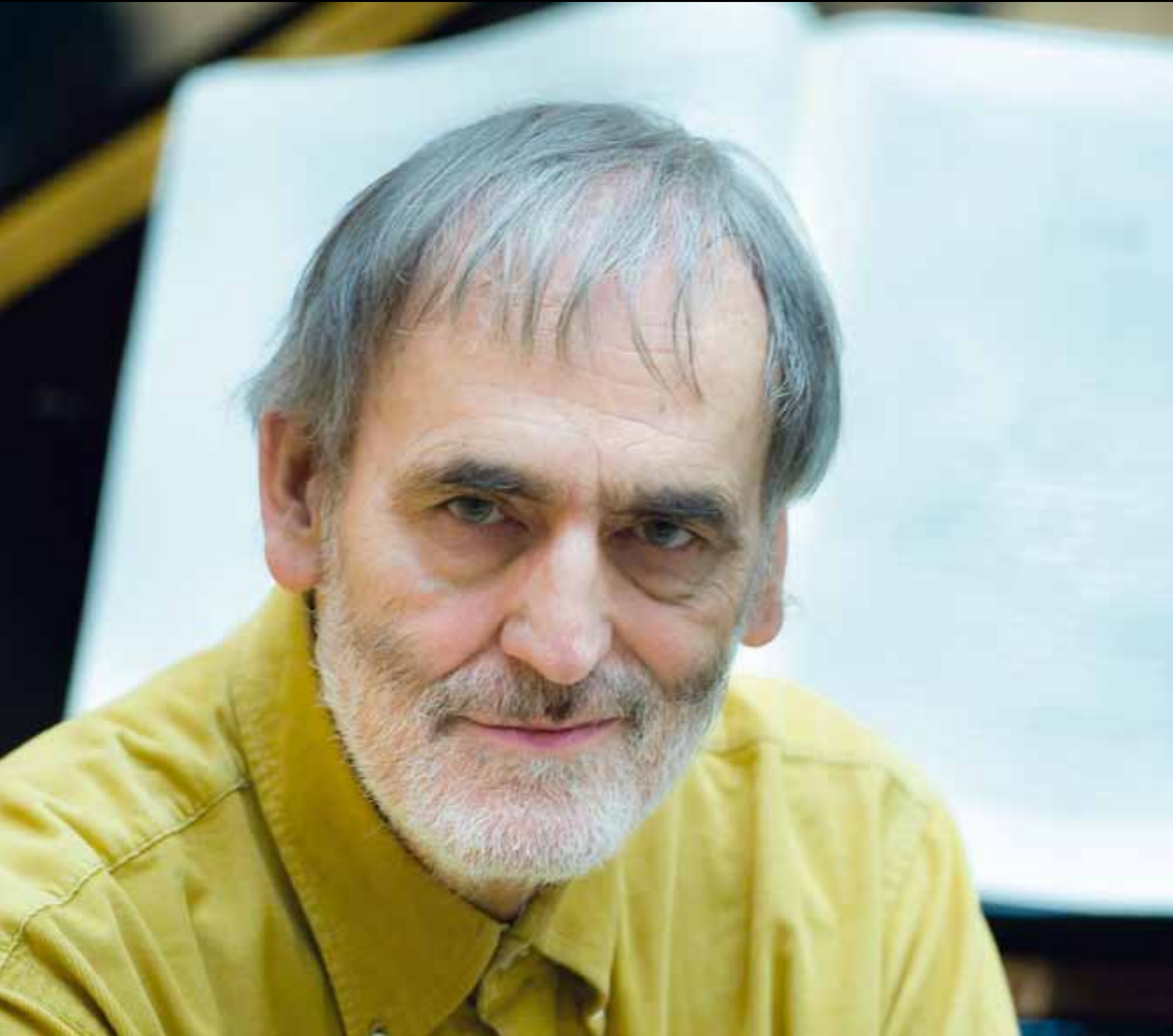
The 2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Economics, Finance and Management has been granted to Lars Peter Hansen, "for making fundamental contributions to our understanding of how economic actors cope with risky and changing environments. The powerful statistical framework he developed to address this issue empirically, known as the Generalized Method of Moments, is now the standard textbook method in econometrics. He used this approach to explore the interconnections between macroeconomic indicators and asset prices in financial markets, showing in particular how to formulate robust policies in periods of high uncertainty. His work forms the basis for much contemporary empirical research in financial economics."

«Mi maestro Luigi Nono me enseñó que el concepto de música se define ex novo en cada obra, pensando qué queremos experimentar en cada proyecto.»

*“My maestro Luigi Nono taught me that the concept of music is defined ex novo in every work, when we decide what it is we wish to express.”*

Helmut Lachenmann





## Helmut Lachenmann

Premio Fundación BBVA  
Fronteras del Conocimiento 2010 en  
**Música Contemporánea**

2010 BBVA Foundation  
Frontiers of Knowledge Award in  
**Contemporary Music**

### **El escultor de sonidos**

Si 1935 fue decisivo para la Historia, en particular la de Europa, lo fue muy especialmente para Alemania. Y fue ese año, en Stuttgart, cuando nació Helmut Lachenmann. Su abuelo había sido pastor protestante. Después lo fue su padre, que a la formación religiosa sumaba la de excelente organista y compositor. Él inculcó en el pequeño Helmut su amor por la música, igual que su madre, aficionada pianista de talento. Lachenmann tenía siete hermanos. El mayor murió a los dieciocho años como soldado en Holanda días antes de terminar la guerra. La memoria de Lachenmann acumula imágenes de aquellos momentos, como el dolor de sus padres o los ataques aéreos ingleses y americanos contra su ciudad natal. «Recuerdo la propaganda nazi en contra de los judíos. Mi padre estaba radicalmente en contra del nazismo, pero no podía decírselo a sus hijos, porque era demasiado peligroso.» Las siguientes instantáneas del metafórico álbum lo muestran tras la contienda, recibiendo lecciones de piano y cantando aires renacentistas y barrocos en un coro infantil. «Desde muy pronto deseé convertirme en músico, pianista, compositor...» Con esa idea, tras abandonar el instituto en 1955, ingresó en la Musikhochschule de Stuttgart, donde tuvo entre sus profesores a Johann Nepomuk David, antiguo maestro del contrapunto. Allí brotó su inquietud por las nuevas creaciones, que desembocaría, como destacó el jurado en la concesión del Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en Música Contemporánea, en los grandes trabajos que «a partir de un conocimiento profundo del pasado musical, han ensanchado el mundo de los sonidos durante los últimos cincuenta años como no lo han hecho los de ningún otro compositor contemporáneo». En 1957 lo encontramos en los cursos estivales de Darmstadt. «Allí conocí a Stockhausen, Nono,

### **Sculptor of sounds**

If 1935 was a watershed year in European history, and history in general, it was even more so for Germany. It was in this troubled year, in Stuttgart, that Helmut Lachenmann was born. His father was a protestant pastor, like his own father before him, who aside from his religious calling was also a gifted organist and composer. Together, he and his wife, a talented amateur pianist, instilled a love of music in the young Helmut. Lachenmann had seven brothers and sisters, the eldest of whom died in Holland on active service just a few days before the war ended. He still carries in his memory a succession of images from those times, like his parents' grief and the American and British air raids on his hometown. "I remember the Nazis' anti Jewish propaganda. My father was radically opposed to the Nazi regime, but couldn't say so to his children, as that would put them in danger." The next snapshots in his metaphorical album show him after the war, receiving piano lessons and singing Baroque and Renaissance music in a boys' choir. "From a very young age, I wanted to be a musician, a pianist, a composer..." Immediately after high school, firm in his ambition, he entered the Stuttgarter Musikhochschule, where his teachers included the past master of counterpoint Johann Nepomuk David. It was there he became interested in new music creation, initiating a body of work "based on an intimate knowledge of the musical past, which has enlarged the world of sounds during the last fifty years in a way unmatched by any other contemporary composer," in the words of the 2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award jury in the Contemporary Music category. In 1957, he found himself attending the Darmstadt summer courses. "There I met Stockhausen, Berio, Maderna, Pousseur, Adorno, and some of the great figures of the Vienna of those days, like Gertrud

Complementando su labor creativa, Lachenmann ha enseñado Composición en Hannover, Basilea y Stuttgart, además de impartir cursos, seminarios y otras actividades didácticas en numerosos países de Europa, el lejano Oriente, Latinoamérica y Estados Unidos.

*Lachenmann combines his creative labors with the teaching of composition in Hannover, Basel and Stuttgart, as well as taking part in courses, seminars and other educational encounters across Europe, the Far East, Latin America and the United States.*

Berio, Maderna, Pousseur, Adorno, además de algunas grandes personalidades de Viena: Gertrud Schoenberg, Helena Berg, Rudolf Kolisch, Eduard Steuermann o Hermann Scherchen. Un año más tarde, en 1958, a Ligeti, Cage, Krenek... Además, asistí a las Jornadas Musicales de Donaueschinger, no lejos de mi casa.» Aquel verano de 1957 estaba ya quien marcaría su carrera: Luigi Nono. «Me invitó a estudiar Composición con él en Venecia, y acepté.» Entre 1958 y 1960 se convirtió en un amigo más, y en el primer alumno del creador de obras tan trascendentales como *Il canto sospeso*. Lo evocaba Lachenmann al conocer la concesión del premio: «Mi maestro Luigi Nono sigue siendo uno de los compositores más vivos de nuestro tiempo a pesar de llevar veinte años muerto. Él me enseñó que el concepto de música se define ex novo en cada obra, pensando qué queremos experimentar en cada proyecto, saliendo del viejo concepto de música marcada por la tonalidad para adentrarnos en la aventura del arte». Todo esto, admitiendo las diferencias ideológicas y estéticas entre ambos. Nono era un comunista convencido, con muchos y prominentes contactos. «A mí se me consideraba un artista de izquierdas, radical a mi manera, expandiendo la idea de la música hacia lo que denominé *música concreta instrumental*, utilizando de manera radical y provocativa la tímbrica del modo en que entonces se entendía.» Tras su etapa veneciana se instaló en Múnich, donde en 1963 contrajo matrimonio con la artista gráfica Annette Buettner, con quien tuvo tres hijos. Con su segunda esposa, la pianista japonesa Yukiko Sugawara, llegaron dos hijas más. Pensando en Yukiko escribió una larga pieza para piano, *Serynade*, y un concierto de duración mayor, que se escucharon hace unos meses en Madrid dentro del ciclo que Xavier Güell bautizó Universo Lachenmann. A partir de 1969, la carrera del compositor estuvo salpicada de lo que él denomina *impactos de escándalo*, teniendo algunas orquestas que interrumpir los conciertos. Ocurrió en Frankfurt en 1969, en Múnich en 1971, en Varsovia en 1976, en el festival de Donaueschingen en 1980... Posteriormente, en distintas salas del Berlín Oriental y Francia. «Mi música es a partes iguales reconocida y malentendida; amada y odiada como una especie de arte político: como la protesta metaestructural de un compositor de izquierdas, aunque nunca he creído en música política. Pero el intento de abrir los oídos y el horizonte estético de una sociedad debe tener aspecto político. Sea como sea, tanto a mí como a mi música se nos ha ido respetando cada día más, y ahora se programa en los cinco continentes.» Entre 1989 y 1996 Lachenmann escribió la ópera *La pequeña cerillera*, a partir del cuento de Andersen, introduciendo en la historia una carta de la terrorista Gudrun Ensslin, de la República Federal de Alemania, y un texto de Leonardo da Vinci que habla de miedo y deseo ante la misteriosa y oscura caverna. Inesperadamente, la ópera obtuvo un éxito legendario en Hamburgo, Stuttgart, París,

Schoenberg, Helena Berg, Rudolf Kolisch, Eduard Steuermann or Hermann Scherchen. The following year, in 1958, I was able to meet Ligeti, Cage, Krenek... And I also went to the Donaueschingen festival, not far from my home.” But it was in summer 1957 that he came into contact with the man who would shape his future career: Luigi Nono. “He invited me to study composition with him in Venice and I accepted.” Between 1958 and 1960, he became the star pupil, and friend, of the creator of such seminal works as *Il canto sospeso*. Lachenmann had words of admiration for his former maestro on hearing the news of the award: “Luigi Nono is still one of the most alive composers of our time, despite being twenty years dead. He taught me that the concept of music is defined *ex novo* in every work, when we decide what it is we wish to express, leaving behind old notions anchored in tonality in order to pursue the adventure of art.” Acknowledging of course the ideological and aesthetic differences between the two men. Nono was an avowed communist, with many high-profile contacts. “I was seen as a left-leaning artist, radical in my own way, expanding the idea of music towards what I called *concrete instrumental music*, which uses pitch in a provocative way radically different from how it was then understood.” After his Venetian period he settled in Munich, and in 1963 married the graphic artist Annette Buettner, with whom he had three children. With his second wife, Japanese pianist Yukiko Sugawara, he had two more daughters. It was with Yukiko in mind that he wrote the piano work *Serynade*, and the longer concerto performed in Madrid last year during the cycle that Xavier Güell titled “Universo Lachenmann”. From 1969 onwards, the composer’s career became a succession of “scandals”, as he calls them, with orchestras at times forced to abandon in mid-performance. This occurred in Frankfurt in 1969, in Munich in 1971, in Warsaw in 1976, at the Donaueschingen festival in 1980, and subsequent concerts in West Berlin and France. “My music is in equal measure esteemed and misunderstood, loved and hated as a brand of political art; the subversive, meta-structuralist protest of a left-wing composer. I have never actually believed in political music, although inviting society to open its ears and aesthetic horizons must be political in part. Be that as it may, my music has earned growing respect and is now regularly programmed in five continents.” Between 1989 and 1996, Lachenmann wrote his opera *Das Mädchen mit den Schwefelhölzern* (The Little Matchgirl), based on the Hans Christian Andersen tale but writing into the plot a letter from the terrorist Gudrun Ensslin of the German Federal Republic, and a passage from Leonardo da Vinci on the fear and desire inspired by the dark and mysterious cave. Quite unexpectedly, this piece obtained a legendary success in Hamburg, Stuttgart, Paris, Tokyo and Vienna, where it was performed in full, as well as being played in concert version in Salzburg, Berlin, Frankfurt and Madrid. In succeeding years, it would return as an opera to Berlin and Frankfurt.

Tokio y Viena, donde se representó, además de haberse programado en versión de concierto en Salzburgo, Berlín, Frankfurt, incluso en Madrid. Y como ópera volverá a verse de nuevo en Berlín y Frankfurt en los próximos años. Complementando su labor creativa, Lachenmann ha enseñado Composición en Hannover, Basilea y Stuttgart, además de impartir cursos, seminarios y otras actividades didácticas en numerosos países de Europa, el lejano Oriente, Latinoamérica y Estados Unidos. De sus escritos destaca *Música como experiencia existencial*, libro que recopila algunos de sus textos, al que seguirá el próximo año un segundo volumen. A esto hay que unir numerosas publicaciones en diversos idiomas en torno a su figura. En la actualidad acude al Instituto de Estudios Avanzados de Berlín, foro intelectual de juristas, sociólogos, matemáticos, biólogos... «En aquel ambiente soy rara avis. Pero están encantados con lo que hago, porque consideran que les falta algo. Tal vez la fantasía. Conversando con ellos, también yo disfruto, porque me ayudan a repensar mi actividad.» Con setenta y cinco años, Lachenmann puede entregarse a sus aficiones favoritas. Entre ellas, pasear, disfrutar de la soledad, tocar el piano o leer a los grandes filósofos, incluyendo los de la escuela de Kioto. También, estudiando la tradición de las religiones europeas en tanto que «logocéntrico paraíso y logocéntrica prisión». O indagando en religiones y culturas fuera del Viejo Continente. Mientras, animado por el Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en Música Contemporánea, afirma estar dispuesto a superar con creatividad la crisis creativa que se supone a su edad, «escribiendo música con el nivel que se espera de mí».

Lachenmann combines his creative labors with the teaching of composition in Hannover, Basel and Stuttgart, as well as taking part in courses, seminars and other educational encounters across Europe, the Far East, Latin America and the United States. His publishing output includes the collection of writings *Musik als existentielle Erfahrung* whose second volume is due out next year. He has also been the subject of numerous essays in many different languages. He can often be found at the Berlin Institute for Advanced Study, an intellectual meeting place for lawyers, sociologists, mathematicians, biologists... “I’m the odd man out there, but they like what I do, because they feel they are missing something. Perhaps a sense of fantasy. And I also enjoy conversing with them, because they help me rethink what I’m doing.” At age seventy-five, Lachenmann is free to indulge in his favorite pastimes. Among them walking, being alone, playing piano or reading the great philosophers, including those of the Kyoto school. He also finds time to study the tradition of European religions as “logocentric paradise and logocentric prison,” and to explore religions and cultures beyond the Old Continent. Not only that, with the encouragement of the 2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Contemporary Music, he declares himself ready to overcome the mandatory creative block of a man of his years and start “writing music to the standard expected of me.”







### Jürg Stenzl

**Presidente del jurado.** Profesor de Musicología en la Universidad de Salzburgo (Austria). Su área de investigación es la historia de la musicología, en particular la Edad Media, el siglo xx, la historia de la interpretación y la música en el cine, especialmente en la *Nouvelle Vague* francesa. Es Franz Liszt Medal de la Academia Húngara de Música, miembro de la Academia Europea de Ciencias y Artes, y profesor invitado en la Universidad de Harvard (Estados Unidos), así como en diversas universidades de Suiza, Alemania, Italia y Reino Unido.

### Chair of the Jury.

Professor of Musicology at the University of Salzburg (Austria). His main area of research is historical musicology, with the emphasis on the Middle Ages, the 20th century, the history of musical interpretation, and film and music, especially the French *Nouvelle Vague*. Holder of the Franz Liszt Medal of the Hungarian Academy of Music and a fellow of the European Academy of Arts and Sciences, he has been Visiting Professor at Harvard University (United States), as well as other universities in Switzerland, Germany, Italy and the UK.



### Hugues Dufourt

Compositor y director emérito de investigación en el Centre National de la Recherche Scientifique (Francia). Estudia la historia de la teoría musical desde la antigüedad hasta nuestros días, la historia de las técnicas de composición musical en el siglo xx, y la relación entre la estética, la ciencia, la percepción y la organología desde los tiempos modernos hasta la Edad Contemporánea. Fundó el Seminario de Historia Social de la Música y el Doctorado Música y Musicología del siglo xx, en la École des Hautes Études en Sciences Sociales (Francia).

Composer and Emeritus Research Director at the Centre National de la Recherche Scientifique (France), his research topics span the history of music theory from antiquity to the present day, 20th-century composition techniques, and relations between aesthetics, science, perception and organology since the start of the modern age. Founder of the Social History of Music Seminar and the doctorate course on 20th-Century Music and Musicology at the École des Hautes Études en Sciences Sociales (France).



### Ranko Markovic

Director artístico de la Konservatorium Wien Privatuniversität (Austria). Sus áreas de interés profesional e investigación incluyen la capacidad y aptitud en relación con la obtención de logros significativos en las artes; Brahms y su influencia en la música vienesa de comienzos del siglo xx; y la música sinfónica de Gustav Mahler a través de arreglos contemporáneos para dueto de piano. Ha sido director de las Instituciones de Formación Musical de la Ciudad de Viena y de la Conferencia Austríaca de Facultades de Música.

Artistic Director of the Konservatorium Wien University (Austria), his professional and research interests include ability and aptitude as related to high achievement in the arts, Brahms and his influence on early-20th-century Viennese music, and the symphony music of Gustav Mahler in contemporary version, as arranged for four-hand piano duo. He is a former director of the City of Vienna Music Education Institutions and a former chair of the Austrian Conference of Music Schools.



### Siegfried Mauser

Pianista y musicólogo alemán, es uno de los más renombrados intérpretes de autores del Siglo xx como Paul Hindemith y Wolfgang Rihm. Ha sido profesor en la Hochschule für Musik Würzburg (Alemania) y en el Mozarteum Salzburg (Austria), donde fundó el Instituto de Investigación para la Hermenéutica Musical. Desde 2003 es rector de la Universidad de Música y Artes Escénicas de Múnich. Desde 2002 dirige, asimismo, el Departamento de Música de la Academia de Bellas Artes de Baviera. Es editor de un *Manual de géneros musicales* en dieciséis volúmenes.

German pianist and musicologist, he is a celebrated performer of the works of 20th-century authors like Paul Hindemith and Wolfgang Rihm. He has taught at the Würzburg University of Music and the Mozarteum Salzburg (Austria), where he founded the Institute for Musical Hermeneutics. President of the Munich University of Music and Performing Arts since 2003, he is also Head of the Music Department of Fine Arts, a post he took up in 2002, and the editor of a 16-volume handbook of musical genres.



### Dieter Torkewitz

Catedrático de Teoría de la Música en la Universidad de Música y Artes Escénicas de Viena (Austria). Sus áreas de investigación comprenden la teoría de la música y la musicología, la música desde el siglo ix al xxi y las composiciones para música de cámara y orquesta. Hasta su incorporación a la Universidad de Música y Artes Escénicas de Viena en 2003, fue profesor de Teoría de la Música en la Universidad Folkwang de Música, Danza, Diseño y Estudios Académicos (Alemania).

Currently Emeritus Professor of Music Theory at Vienna's University of Music and Performing Arts (Austria). His areas of research interest are primarily music theory and musicology, focusing on the music of the 9th to the 21st centuries, and compositions for chamber music and orchestra. Before joining the University of Music and Performing Arts, he was Professor of Music Theory at the Folkwang University of Music, Theatre, Dance, Design and Academic Studies (Germany).



### Cristóbal Halffter

Miembro fundador de la Generación del '51, su obra combina música tradicional española y elementos de la vanguardia. A su actividad internacional como compositor y director suma la docente: ha sido lector en la Universidad de Navarra (España) y el Internationale Ferienkurse für Neue Musik Darmstadt (Alemania), así como catedrático en el Real Conservatorio de Madrid. Condecorado en Francia, Mónaco y Alemania, en España cuenta con el Premio Nacional de Música, la Medalla de Oro de las Bellas Artes y el Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2009.

A founding member of the Generation of '51, his output weds traditional Spanish music with elements of the avant-garde. Alongside his international activity as a composer and conductor, he has taught at the University of Navarra (Spain) and Darmstadt Internationale Ferienkurse für Neue Musik (Germany), and has served as Professor in the Madrid Conservatory of Music. Halffter has been decorated in France, Monaco and Germany, and in Spain holds the National Music Prize, the Gold Medal in Fine Arts, and the 2009 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award.

## Jurado

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en

## Música Contemporánea

## Jury

2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in

## Contemporary Music

### Acta del jurado

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en Música Contemporánea se ha otorgado a Helmut Lachenmann.

«El premio reconoce sus obras de creación, que a partir de un conocimiento profundo del pasado musical, han ensanchado el mundo de los sonidos durante los últimos cincuenta años como no lo han hecho las de ningún otro compositor contemporáneo. Helmut Lachenmann ha sido, y lo sigue siendo, el creador de nuevas formas de expresión musical que han ejercido una profunda influencia en el modo en que comprendemos y escuchamos la música en todo el mundo. Ha conducido a su público hasta territorios inexplorados de la experiencia musical. Su trayectoria como compositor, larga y nada sencilla, se ha basado desde sus comienzos en una reflexión crítica tanto de la música como de la sociedad en la que se creó y para la que se creó.»

### Jury's citation

The 2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Contemporary Music has been granted to Helmut Lachenmann.

“The prize recognizes his creative works which, based on an intimate knowledge of the musical past, have enlarged the world of sounds during the last fifty years in a way unmatched by any other contemporary composer. Helmut Lachenmann was, and still is, the creator of new forms of musical expression which have profoundly influenced our understanding and way of listening to music throughout the world. He has led his audiences into unknown territories of musical experience. Since his beginnings, his long and arduous path as a composer was always based on his critical thinking regarding both music and the society in which and for which it was created.”

«Actuando ahora contra el cambio climático evitamos daños mucho más graves después.»

*“By acting now against climate change we can avoid major disruption further ahead.”*

Nicholas Stern

Desprendimiento de hielo de un iceberg en Ilulissat (Groenlandia). / Iceberg calving in Ilulissat (Greenland).



## Nicholas Stern

67



Premio Fundación BBVA  
Fronteras del Conocimiento 2010 en  
**Cambio Climático**

2010 BBVA Foundation  
Frontiers of Knowledge Award in  
**Climate Change**

### **El reto del cambio climático como oportunidad económica**

«Si nuestro objetivo es vivir en un mundo sin pobreza, debemos actuar para que los pobres adquieran el poder de participar en ese crecimiento.» El autor de esta cita es experto en Economía del Desarrollo. Su investigación le ha llevado a vivir en una localidad de cien mil habitantes en el norte de la India, y también en África. Ha sido economista en jefe del Banco Mundial, director del Servicio Económico del Gobierno británico, y economista en jefe del Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo, entre otros cargos. Pero su logro de mayor impacto deriva de su irrupción en un campo que era, hasta su llegada, *terra incognita* para la economía: el cambio climático. Nicholas Stern, premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en la categoría de Cambio Climático, ha trazado el primer puente sólido entre dos de los principales retos para la humanidad en el siglo XXI: el desarrollo global y la alteración del clima del planeta. Nicholas Stern, IG Patel Professor of Economics and Government en la London School of Economics and Political Science (LSE), en Reino Unido, es el primer autor del Informe Stern sobre la Economía del Cambio Climático, que «estructuró el discurso económico del cambio climático» y «ha generado un cambio fundamental en el debate internacional» en esta área, afirma el acta del jurado. El «avanzado análisis económico» aplicado por Stern ha permitido «cuantificar los impactos y costes» derivados del cambio climático, y ha proporcionado herramientas «únicas y robustas para la toma de decisiones».

El Informe Stern sobre la Economía del Cambio Climático, realizado por encargo del Gobierno británico y publicado en 2006, concluye que no combatir el cambio climático ocasionaría gastos

### **The climate change challenge as economic opportunity**

“If our goal is to live in a world without poverty, we must take action to empower poor people to participate in that growth.” The author of this quote is an expert in development economics, whose research has taken him to a town of 100,000 people in the north of India, and various parts of Africa. Among the posts he has held are that of Chief Economist with the World Bank, Head of the Government Economic Service in the United Kingdom and Chief Economist at the European Bank for Reconstruction and Development. But his renown dates from his incursion into a field that was till then a *terra incognita* for economics: the field of climate change. In the process, Nicholas Stern, BBVA Foundation Frontiers of Knowledge laureate in the Climate Change category, built the first solid bridge between two of the great challenges facing humanity in this 21st century: global development and the alteration of the world’s climate.

Nicholas Stern, IG Patel Professor of Economics and Government at the London School of Economics and Political Science (LSE), in the United Kingdom, is first author of “The Economics of Climate Change: The Stern Review”, a report which “focused the discourse on the economics of climate change” and “fundamentally changed the international debate” in this arena, in the words of the Frontiers of Knowledge jury. The “advanced economic analysis” applied by Stern has been the means to “quantify the impacts and costs arising from the alteration of our planet’s climate,” while providing “a unique and robust basis for decision-making.”

The Stern Review, commissioned by the British government and published in 2006, concludes that failure to tackle climate change will exact a far higher economic cost than acting now to reduce

El Informe Stern sobre la Economía del Cambio Climático se publicó en 2006 y es el trabajo más influyente hoy sobre Economía del Cambio Climático. Concluye que no combatir ahora el fenómeno ocasionaría gastos muy superiores a los de reducir la emisión de gases de efecto invernadero.

*The Stern Review on the Economics of Climate Change was published in 2006 and remains the single most influential study on the economics of climate change. It concludes that failure to tackle climate change will exact a far higher economic cost than acting now to reduce greenhouse gas emissions.*

muy superiores a los de reducir la emisión de gases de efecto invernadero. En concreto, el informe estima que el crecimiento económico mundial disminuirá entre un 5% y un 20% si se siguen emitiendo gases de efecto invernadero como hasta ahora, mientras que pasar a una economía de bajas emisiones puede costar un 1% del producto interior bruto mundial cada año. El mensaje es claro: «Actuando ahora evitamos daños mucho más graves después», dice Stern. El impacto mundial de este análisis ha eclipsado los logros anteriores de Nicholas Stern. Pero su informe no es una aportación aislada, sino el colofón de una extensa carrera dedicada a promover el desarrollo global. Stern nació en Hammersmith, Gran Bretaña, en 1946. Su padre, judío alemán, había emigrado al Reino Unido tras la Noche de los Cristales Rotos en 1938. Stern creció en la localidad de Brentford, al oeste de Londres –de ahí su decisión de adoptar el título de barón Stern de Brentford cuando en 2007 fue nombrado lord-. Estudió Matemáticas en las universidades de Cambridge y Oxford simplemente «porque me gustaba», dice. Pero no era un interés independiente de la economía: «Crecer en una familia dedicada a la política, y haber viajado a países muy pobres en mi adolescencia y en la veintena, hizo que cada vez me interesara más la política económica». Su carrera como profesor empezó en las universidades británicas de Oxford y Warwick. Inició por entonces uno de los proyectos de investigación que más han determinado su carrera, el estudio del desarrollo económico de la localidad de Palanpur, en el norte de la India. «Viví allí durante ocho meses en 1974 y 1975, y he seguido muy de cerca esta población desde entonces», cuenta. «Ser testigo de los cambios en Palanpur a lo largo de casi cuarenta años ha supuesto una parte esencial de mi educación, y me ha dado perspectiva.» La economía de Palanpur ya había sido objeto de estudio en la década de los cincuenta y sesenta. Stern y sus colegas llevaron a cabo un análisis detallado de las vidas de los granjeros, del sistema de producción y de consumo, de los mercados. El trabajo prosiguió con nuevas investigaciones de campo en los años ochenta y noventa, y dio lugar a varios libros hoy considerados modelo de la aplicación de la microestadística a la economía en el mundo en desarrollo. Stern aún sigue de cerca la evolución de la localidad, que visita a menudo. Si se le pregunta por qué escogió esta región del planeta, su respuesta es directa: «En la India y en África se dan las mayores concentraciones de pobreza del mundo. También son sociedades y culturas muy vibrantes, y emocionantes». En 1986 se convirtió en catedrático de la LSE. Su trayectoria como gestor empezó en 1994 como economista en jefe en el Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo, institución fundada para apoyar la creación del sector privado en los antiguos países comunistas de Europa y Asia. En 2000 Stern sucedió como economista en jefe del Banco Mundial al nobel de Economía Joseph

greenhouse gas emissions. On its estimate, world economic growth will contract by between 5 and 20 percent if greenhouse gas emissions continue at their current levels, while the switch to a low-emissions economy would cost around one percent of global GDP each year. The message is compelling: “By acting now we can avoid major disruption further ahead,” says Stern. The worldwide impact of its analysis has tended to overshadow Nicholas Stern’s earlier achievements. The report, however, is not a one-off, but the crowning point of a long career devoted to promoting global development. Stern was born in Hammersmith, United Kingdom in 1946. His father, a German Jew, had emigrated to Britain in 1938 following the “Night of the Broken Glass.” Stern grew up in the town of Brentford, in west London – hence his decision to take the title Baron Stern of Brentford on receiving his life peerage in 2007. He studied mathematics at Cambridge and Oxford for no other reason than “because I enjoyed it.” But economics was never very far away: “I was also becoming more and more interested in economic policy as a result of growing up in a political family and traveling in my teens and early twenties in very poor countries.” His first teaching posts were at the universities of Oxford and Warwick. And it was there he began one of the research projects that would most influence his future career; a study on the economic development of the town of Palanpur, in northern India. “I lived there for around eight months in 1974 and 1975, and have been following it closely ever since,” he relates. “For me, watching how Palanpur has changed over nearly forty years has been a huge part of my education and has really shaped my perspective on things.” Palanpur’s economy had already been the subject of research in the 1950s and 1960s. And Stern and his colleagues took up the baton with their careful observation of the lives of farmers, and rigorous analysis of local production, consumption and markets. The team continued their fieldwork in the area through the 1980s and 1990s, and published various books that are now considered a milestone in the application of micro-statistics to the economics of the developing world. Stern continues to follow events in the town, which he visits regularly. Asked why he chose this part of the world, his answer is immediate: “India and Africa have the biggest concentrations of poverty in the world. They are also very vibrant and exciting societies and cultures.” In 1986, he took up a professorship at the LSE. His subsequent career in policy began in 1994 as Chief Economist at the European Bank for Reconstruction and Development, created to promote private and entrepreneurial initiative in the former communist countries of Europe and Asia. In 2000, Stern moved to the World Bank where he took up the Chief Economist post vacated by the Nobel economics laureate Joseph Stiglitz, whom he had previously encountered while researching on tea plantations

Stiglitz, con quien había coincidido en Kenia cuando investigaba en plantaciones de té. Stiglitz comparte en la actualidad la posición de Stern en lo relativo al cambio climático. En 2003 fue nombrado segundo secretario permanente del Tesoro de Su Majestad –el departamento a cargo de las políticas fiscal y económica del Gobierno británico– y director del Servicio Económico del Gobierno. También fue responsable de Política e Investigación para la Comisión de África, cargo que ostentaba cuando le fue encargado el trabajo que redundaría en el Informe Stern. Tras la publicación del informe, su autor volvió a su cátedra en la LSE, su «alma intelectual». Actualmente es presidente del Asia Research Centre, y del Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. En 2004 fue investido caballero por sus «servicios a la economía», y en 2007 fue nombrado miembro de la Casa de los Lores. Desde 2010 es catedrático del Collège de France. Conocido por sus grandes habilidades diplomáticas, Stern es no obstante muy claro en su postura respecto al cambio climático. «Vivimos donde vivimos por el clima, por la situación de los ríos, de las costas. Si no actuamos, los lugares donde podemos vivir cambiarán. Corremos un grave riesgo de que haya un conflicto global en los próximos cien o ciento veinte años, porque habrá cientos de millones de desplazados, tal vez miles de millones», ha dicho. «Nunca antes hemos visto desplazamientos de población de esta magnitud.» Además, «las consecuencias del cambio climático están manifestándose más rápidamente» de lo estimado. ¿Es esto una derrota? En absoluto, responde Stern. Es un reto. «La lucha contra el cambio climático exige una inversión, pero ofrece una gran oportunidad económica. La economía del cambio climático es la revolución industrial del futuro. Es una auténtica oportunidad. Los países que se sumen pronto a este nuevo mercado en crecimiento sabrán aprovecharla; los que no, se quedarán atrás.»



in Kenya. Stiglitz currently shares Stern’s thinking on the issue of climate change. In 2003, he became Second Permanent Secretary of Her Majesty’s Treasury, at the helm of the British government’s fiscal and economic policy, and Head of the Government Economic Service. It was during this time that he was appointed to lead the study on climate change economics that would turn into the Stern Review. After the Review’s publication, its author resumed his professorial duties at the LSE, his “intellectual home,” and currently chairs this institution’s Asia Research Centre and Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. Knighted in 2004 for his “services to the economy,” he was appointed to Britain’s House of Lords in 2007, and in 2010 was awarded a professorship in the Collège de France. Known for his diplomatic skills, Stern is nonetheless unswerving in his views on climate change. “We live where we live because of patterns of climate, where the rivers are, where the seashores are. What we’re talking about here – the cost of inaction – is a transformation of where we can be. We are at serious risk of suffering a global war in the next 100 or 120 years, because there will be hundreds of millions of people, perhaps billions of people moving around,” he warns. “We have never before seen a displacement of people on this scale.” Not only that, “the consequences of climate change are arriving faster than we expected.” So is this a defeat? On the contrary, Stern responds, we must see it as a challenge. “Fighting climate change calls for investment, certainly, but it is also a major economic opportunity. Indeed climate change economics is the next industrial revolution. The countries who invest now in this new growth market will gain the advantage of a first mover. Those who don’t risk being left behind.”



### Edward S. Rubin

**Presidente del jurado.** *Alumni Chair Professor* de Ciencia e Ingeniería Medioambiental, y catedrático de Ingeniería y Política Pública en la Universidad Carnegie Mellon (Estados Unidos), donde fundó el Centro para la Energía y los Estudios Medioambientales y el Instituto Medioambiental. Sus áreas de investigación se centran en energía y medio ambiente, innovación tecnológica e interacciones entre políticas y tecnología. Recibió el Lyman A. Ripperton Environmental Educator Award y el Distinguished Professor of Engineering Award.

**Chair of the Jury.** *Alumni Chair Professor* of Environmental Engineering and Science and Professor of Engineering and Public Policy at Carnegie Mellon University (United States), where he was also founding director of the Center for Energy and Environmental Studies and the Environmental Institute. His areas of research are energy and the environment, technology innovation, and technology-policy interactions. His achievements have been recognized with the Lyman A. Ripperton Environmental Educator Award and the Distinguished Professor of Engineering Award.



### Sergio Alonso

Catedrático de Meteorología en la Universitat de les Illes Balears (España), donde investiga sobre la meteorología y el clima del Mediterráneo occidental, y el impacto del cambio climático. Otra de sus áreas de trabajo es la evaluación de los investigadores y docentes en enseñanza superior. Es presidente del Comité Nacional para la Evaluación y la Acreditación de Docentes Universitarios en Ciencias, de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. Ha sido revisor en el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático.

Professor of Meteorology in the University of the Balearic Islands (Spain), where he researches into the meteorology and climate of the western Mediterranean and the impacts of climate change. His other areas of work include the qualitative assessment of higher education teachers and researchers. President of the National Committee for the Assessment and Accreditation of University Science Teachers of the Spanish Quality Assessment and Accreditation Agency, he has also served as a reviewer on the Intergovernmental Panel on Climate Change.



### Miquel Canals

Catedrático de Geología Marina y director del Departamento de Estratigrafía, Paleontología y Geociencias Marinas de la Universitat de Barcelona (España). Investiga el registro e impacto del cambio climático en el ecosistema marino, y la monitorización, sedimentología, geoamenazas y mapeo de fondos marinos. Ha sido director asociado de investigación del Centre de Formation et de Recherche sur l'Environnement Marin (Francia) y experto evaluador para la Comisión Europea, la Fundación Europea de la Ciencia y numerosas agencias de investigación.

Professor of Marine Geology and Director of the Department of Stratigraphy, Paleontology and Marine Geosciences at the University of Barcelona (Spain). His research areas include the record of climate change on the marine ecosystem, monitoring of the marine environment, sedimentology, marine geohazards and seafloor mapping. Formerly Associate Director of Research at the Centre de Formation et de Recherche sur l'Environnement Marin (France), he has served as expert evaluator for the European Commission, European Science Foundation and numerous research funding agencies.



### Kirsten Halsnaes

Jefa del Centro del Clima en la Universidad Técnica de Dinamarca. Su investigación incluye la economía y las políticas sobre el cambio climático, la energía, el desarrollo sostenible y la economía del desarrollo. Ha publicado numerosos estudios en revistas internacionales y lidera proyectos internacionales sobre desarrollo sostenible, energía y cambio climático. Ha sido directora de proyecto en el Programa sobre Acción de Desarrollo y Clima de Dinamarca, que ha desarrollado el concepto de adaptación al cambio climático en el país.

Head of the Climate Center of the Technical University of Denmark. Her research topics include the economics of climate change, energy and climate change policies, sustainable development and development economics. She has published extensively internationally and leads international projects on sustainable development, energy and climate change. She has also served as a project manager for the Danish Development and Climate Action Program that established the Danish climate proofing concept.



### Hans Joachim Schellnhuber

Director del Potsdam Institute for Climate Impact Research (Alemania), catedrático de Física Teórica en la Universidad de Postdam y *External Professor* en el Instituto Santa Fe (Estados Unidos). Es presidente del Consejo Asesor Alemán sobre Cambio Global, fue presidente del Grupo Asesor sobre Cambio Global del Sexto Programa Marco de la Comisión Europea, y es miembro del correspondiente panel en el Séptimo Programa Marco. Pertenece también al Consejo Asesor del Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment.

Director of the Potsdam Institute for Climate Impact Research (Germany), Professor for Theoretical Physics at Potsdam University and External Professor at the Santa Fe Institute (United States). Chair of the German Advisory Council on Global Change and formerly of the Global Change Advisory Group for the Sixth Framework Program of the European Commission, he is currently a member of the corresponding panel for the Seventh Framework Program and of the Advisory Board of the Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment.



### Bjorn Stevens

Director del Instituto Max Planck de Meteorología (Alemania), donde dirige, además, el Departamento de la Atmósfera en el Sistema Terrestre y la Escuela Internacional de Investigación Max Planck sobre Modelos del Sistema Terrestre. Sus áreas de investigación abarcan las nubes y los procesos climáticos, la meteorología, el cambio climático y la dinámica de fluidos en Geofísica. Es catedrático de Ciencias Atmosféricas de la Universidad de California en Los Ángeles y de la Universidad de Hamburgo. Ha sido director del *Journal of Atmospheric Sciences*.

Director of the Max Planck Institute for Meteorology (Germany), where he heads the Atmosphere in the Earth System Department and the International Max Planck Research School on Earth System Modeling. His research interests range from clouds and climate processes, meteorology and climate change to fluid dynamics in geophysics. He is also Professor for Atmospheric Sciences at the University of California in Los Angeles, and from 2002 to 2007 served as editor of the *Journal of Atmospheric Sciences*.

## Jurado

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en

### Cambio Climático

## Jury

2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in

### Climate Change

#### Acta del jurado

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en Cambio Climático se ha otorgado a Nicholas Stern.

«El informe pionero realizado por el catedrático Nicholas Stern en el año 2006 enfoca su discurso en la economía del cambio climático.

Su informe *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, basado en la comprensión actual sobre el sistema climático, aplica un avanzado análisis económico que mide el impacto y el coste del cambio climático. El marco que ha desarrollado Nicholas Stern aporta una base única y firme para la toma de decisiones.

La conclusión del informe destaca que el cambio climático puede ocasionar una serie de riesgos y gastos económicos que superen con creces los costes de reducir la emisión de los gases de efecto invernadero. Estas conclusiones han provocado un cambio fundamental en el debate internacional en torno al cambio climático y han provocado que se actúe al respecto.

La labor investigadora y la absoluta dedicación de Stern a mejorar la situación económica de los países en vías de desarrollo, le ha convertido en líder mundial en la promoción de las medidas que ayudan a las economías emergentes a alinear sus políticas de desarrollo y del medio ambiente.»

#### Jury's citation

The 2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Climate Change has been granted to Nicholas Stern.

“Professor Nicholas Stern’s pioneering 2006 report shaped and focused the discourse on the economics of climate change.

His seminal report, “*The Economics of Climate Change: The Stern Review*” built on the current understanding of the physical climate system, applying advanced economic analysis to quantify the impacts and costs of climate change. The integrated framework he developed provides a unique and robust basis for decision-making.

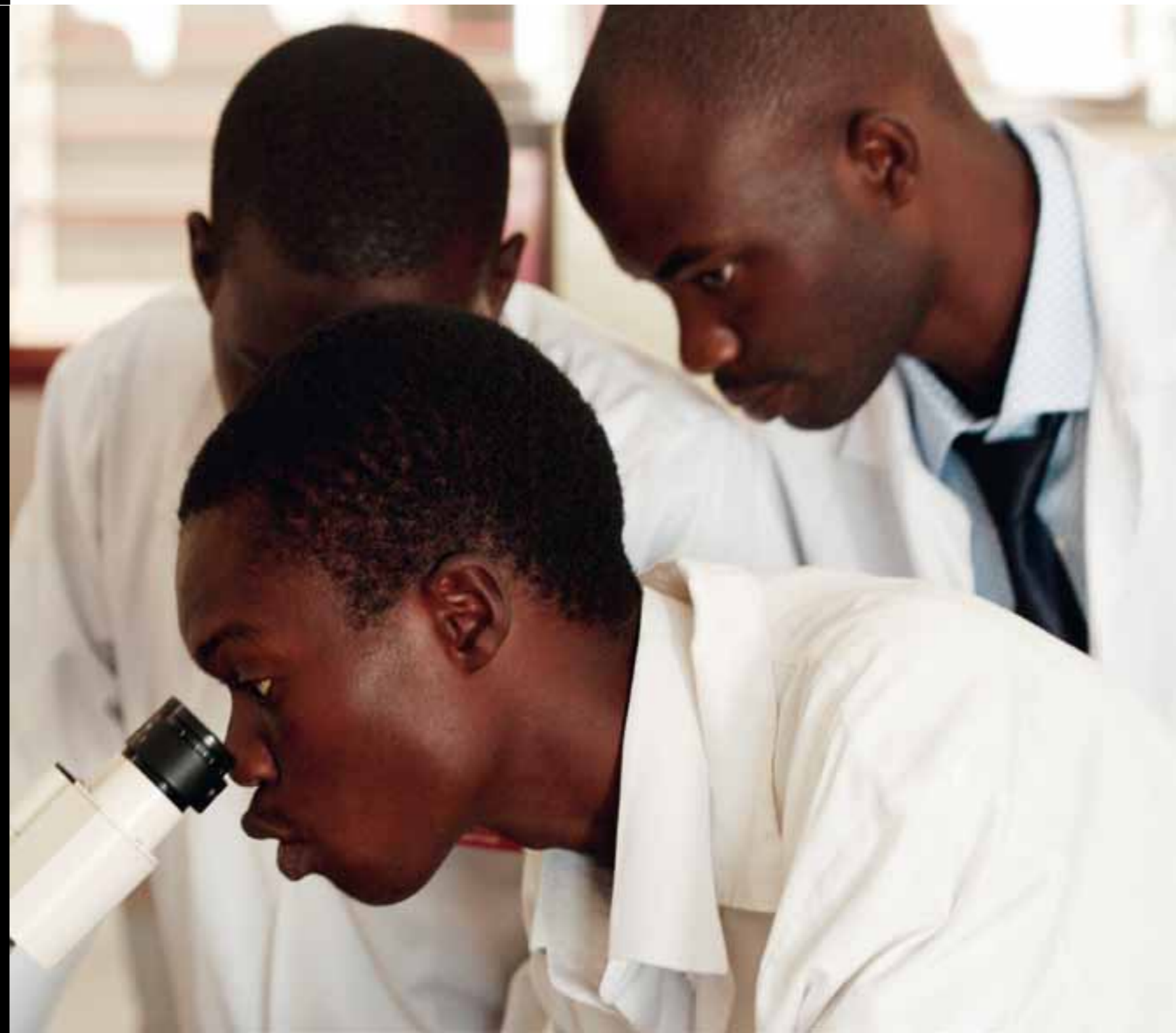
The report’s conclusion that unmitigated climate change would result in risks and economic burdens that far outweighed the cost of measures to reduce greenhouse gas emissions fundamentally changed the international climate change debate and stimulated action.

Professor Stern’s long-standing research and dedication to improving the economic welfare of developing countries has made him a world leader in promoting measures to assist emerging economies align their development and climate policies.”

El IRRI ha contribuido a la «reducción de la pobreza y el hambre en el mundo a través de la investigación sobre el arroz y la capacitación de sus agricultores», señala el acta del jurado.

*The IRRI has contributed to “reducing poverty and hunger in the world by means of rice research and farmer training,” in the words of the jury’s citation.*

International Rice Research Institute (IRRI)





Premio Fundación BBVA  
Fronteras del Conocimiento 2010 en  
**Cooperación al Desarrollo**

2010 BBVA Foundation  
Frontiers of Knowledge Award in  
**Development Cooperation**

### **El reto de alimentar al planeta en el siglo XXI**

A mediados de siglo habremos pasado de ser 6,8 mil millones de individuos en el planeta a 9,1 mil millones. ¿Habrá comida suficiente para todos? Los análisis de la División de Población de Naciones Unidas, y de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés), sugieren que sí. Pero no será fácil. Con sistemas agrarios y cultivos como los actuales, lograrlo exigiría aumentar sustancialmente el terreno cultivable –sobre todo en Asia y Latinoamérica–, usar aún más fertilizantes y pesticidas, y emplear más agua, un recurso ya hoy escaso en grandes áreas del planeta. Una estrategia considerada poco sostenible. Además hay que incluir en la ecuación las consecuencias del cambio climático, entre las que se incluyen probables cambios en los patrones de lluvia, sequías prolongadas e inundaciones. La solución pasa más bien por producir más con menos: cultivos que requieran menos agua y agroquímicos, y que produzcan mucho más en la misma extensión de terreno. ¿Es eso posible?

La buena noticia es que la humanidad ya ha superado antes un estrecho cuello de botella en cuanto a disponibilidad de alimentos. Entre principios de los años sesenta y la primera década del siglo XXI la población mundial se duplicó, y la producción agraria mantuvo el paso. Según la FAO, entre 1970 y 2005 el porcentaje de personas desnutridas en los países en desarrollo pasó de más del 30% al 15%. El International Rice Research Institute (IRRI), la organización que ha obtenido el Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en la categoría de Cooperación al Desarrollo, tuvo un papel esencial en ese logro. Muchos esperan ahora que vuelva a tenerlo en los desafíos de las próximas décadas.

### **Feeding the planet in the 21st century**

By the middle of this century, the number of individuals inhabiting our planet will have climbed from 6.8 to 9.1 billion. Will there be food enough for all? Studies by the United Nations Population Division and the Food and Agriculture Organization (FAO) conclude that there will. But it won't be easy. Guaranteeing food security with today's agricultural system and crops would require a large increase in cultivable land, above all in Asia and Latin America, and more use of fertilizers, pesticides and, especially, water, already a scarce resource across large areas of our planet. Hardly what we would call the most sustainable of strategies. And, of course, climate change processes must also be factored into the equation, including such likely manifestations as changing rainfall patterns, prolonged periods of drought and flooding. The solution, then, is to produce more with less, using crops that require less water and agrochemicals but yield considerably more per unit of land. Can this be done?

The good news is that humanity has already succeeded once in eliminating a bottleneck in food supply. The world population doubled between the early 1970s and the first decade of the 21st century, yet agricultural production was able to keep pace. According to the FAO, between 1970 and 2005, the percentage of undernourished people in developing countries dropped from over 30% to 15%. Much of this success was due to the International Rice Research Institute (IRRI), winner of the 2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in the Development Cooperation category. And many are hoping that they can achieve a similar feat in the decades to come.

The International Rice Research Institute is a non-profit agricultural research and training center based in Los Baños in the Philippines, whose goal

El IRRI investiga para aumentar la producción agrícola con cultivos que requieran menos agua y agroquímicos, y que produzcan mucho más en la misma extensión de terreno.

*The goal of the IRRI's research is to produce more with less, using crops that require less water and agrochemicals but yield considerably more per unit of land.*

El IRRI es un centro de investigación y formación agraria sin ánimo de lucro establecido en Los Baños, Filipinas. Su objetivo es mejorar las condiciones de vida de las poblaciones que dependen del arroz como fuente principal de subsistencia, y que suponen más de la mitad de la población mundial. En la actualidad la media de consumo de arroz por habitante y año en Asia es de 108 kilos, mientras que en África subsahariana es de 33 kilos. Según la FAO en todo el mundo se dedican 151 millones de hectáreas al cultivo de arroz, de las que 132 millones están en Asia y 8 millones en África. Creado en 1960 con el apoyo de la Fundación Rockefeller, la Fundación Ford y el Gobierno de Filipinas, el IRRI nació para hacer frente al riesgo de crisis alimentaria que podía haberse derivado del gran crecimiento de la población asiática en la década de los cincuenta. El proyecto resultó un éxito. El IRRI ha contribuido de modo fundamental al aumento de la producción de arroz, sobre todo en Asia. Estimulando la investigación científica en esta área, y trasladando los avances del laboratorio al campo, los investigadores de este organismo han desarrollado nuevas variedades de arroz más productivo, más resistente a las enfermedades y con menos necesidad de agua. Hoy en día el IRRI sigue trabajando para aumentar la productividad agraria, a la vez que busca también reducir el uso de pesticidas y el impacto medioambiental asociados al cultivo de arroz en épocas anteriores. El IRRI también ha establecido el mayor banco de variedades de arroz, el International Rice Genebank, que contiene más de cien mil variedades cultivadas y salvajes de esta planta y actúa, por tanto, como un seguro contra la pérdida de biodiversidad. Este banco permite investigar con métodos tradicionales y biotecnológicos nuevas variedades de arroz con las que hacer frente, por ejemplo, a las amenazas derivadas del cambio climático. Otra característica del IRRI es que incorpora y promueve la formación de agricultores y expertos en investigación agraria en países en vías de desarrollo. Es un aspecto considerado crucial, dado que una de las principales vías de mejora a la hora de aumentar la productividad es extender las tecnologías y métodos modernos de la agricultura a los países en desarrollo. El jurado del Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en la categoría de Cooperación al Desarrollo ha reconocido al IRRI su contribución a «la reducción de la pobreza y el hambre en el mundo a través de la investigación sobre el arroz y la capacitación de sus agricultores». El IRRI «constituye

is to improve the quality of life of communities where rice is a subsistence food (summing more than half of the world's population). Currently, average annual consumption of rice is 108 kilos per inhabitant in Asia, dropping to 33 kilos in sub-Saharan Africa. Again according to the FAO, a total of 151 million hectares worldwide are given over to rice cultivation, of which 132 million are in Asia and 8 million in Africa. Back in the 1950s, there was a real fear that population growth in Asia could bring about a situation of famine. It was to confront this risk that the IRRI was founded in 1960, with the support of the Rockefeller and Ford foundations and the Philippines government. And confront it they did. The IRRI has played an instrumental role in boosting rice production levels, especially in Asia. Through an intense research effort and commitment to knowledge transfer from the laboratory to the farm, the Institute's scientists have introduced higher-yielding rice varieties that are more disease resistant and use less water. Nowadays, the IRRI is continuing its efforts to improve agricultural productivity, while investigating ways to reduce the pesticide use and environmental damage associated with rice cultivation in the past. The IRRI has also set up the International Rice Genebank, the largest in the world, whose more than one hundred thousand types of cultivated and wild rice provide important insurance against biodiversity loss. This bank is a resource for researchers using traditional and biotech methods to search for rice varieties able to resist the vicissitudes of climate change, to take just one highly pertinent example. Another facet of the Institute's work is its role in training farmers and agricultural researchers in developing countries. This is vital, since one of the main improvement channels for productivity is to export modern agricultural methods and technologies to the areas where they are most needed. The jury of the 2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in the Development Cooperation category cited IRRI's contribution to "reducing poverty and hunger in the world by means of rice research and farmer training." The IRRI, it concluded, "stands as a clear example of scientific research applied to development goals." The IRRI was also commended for its success in "transferring the results of its research, by working with local teams and organizations in Asian and sub-Saharan countries, and making its varieties freely available to farmers." By this means, in the words of the citation, "it has secured the effective

un claro ejemplo de impulso y aplicación de la investigación científica al servicio del desarrollo». Además, el IRRI ha transferido «los resultados de la investigación, trabajando con equipos y organizaciones locales de países asiáticos y subsaharianos y poniendo sus variedades a libre disposición de los agricultores», señala el jurado. «De esta forma, el IRRI ha conseguido la difusión y adopción efectiva de sus innovaciones, con el consiguiente incremento de la producción de este alimento básico.» Actualmente el IRRI colabora con múltiples instituciones internacionales del ámbito agrario y alimentario, así como con otras organizaciones sin ánimo de lucro, como la Fundación Bill y Melinda Gates. En los últimos años sus actuaciones científicas y de formación han empezado a extenderse también a regiones de África y Latinoamérica. Hoy en día la demanda de arroz sigue creciendo, y hay previsiones que estiman necesario un aumento del setenta por ciento en la producción para cubrir las necesidades del mercado global en las próximas dos décadas. La experiencia del IRRI será clave para lograrlo.

dissemination of its innovations with the resultant increase in production of this basic crop." Today's IRRI enjoys the partnership of numerous agricultural and food institutions, as well as other non-profit organizations like the Bill and Melinda Gates Foundation. It has recently begun to extend its scientific and training efforts to parts of Africa and Latin America. The global market for rice continues to expand. And forecasters say that output will have to increase by around 70% in the next two decades just to keep up with demand. The lessons of IRRI's experience will be an important part of that story.







### Ruth Rama

**Presidenta del jurado.** Profesora de investigación del CSIC en el Instituto de Economía, Geografía y Demografía del Centro de Ciencias Humanas y Sociales (España). Investiga sobre la industria alimentaria, los agronegocios, las multinacionales, las redes empresariales y la innovación. Ha sido consultora del Centro de Corporaciones Transnacionales de Naciones Unidas, la FAO y la OCDE y editora invitada del *International Journal of Biotechnology*. Es miembro del Consejo Editorial del *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*.

**Chair of the Jury.** Research Professor at the Institute of Geography, Economics and Demography of the Center for Human and Social Sciences, CSIC (Spain). Her areas of research interest are the food and beverages industry, agribusiness, multinationals, networks of firms and innovation. She has acted as consultant for the United Nations Center on Transnational Corporations, the FAO and the OECD. A former guest editor of the *Journal of Biotechnology*, she sits on the editorial board of the *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*.



### Pedro L. Alonso

Catedrático y director del Instituto de Salud Global de Barcelona (España) y de la Junta de Gobierno de la Fundación Manhiça (Mozambique). Ha liderado el desarrollo de la vacuna RTS,S contra la malaria y ha probado nuevas herramientas de control para la prevención o tratamiento del *Plasmodium falciparum*. Ha publicado más de doscientos artículos en revistas científicas internacionales. Entre otros galardones, ha recibido el Premio Internacional de UNICEF (Comité Español) a su Trayectoria Personal liderando la lucha contra la malaria.

University professor and Director of the Institute for Global Health of Barcelona (Spain), and Chair of the Board of Governors of Fundação Manhiça (Mozambique). He has led the development of the anti-malaria vaccine RTS,S and tested new tools for the prevention and treatment of *Plasmodium falciparum*. Author of more than two hundred papers in international scientific journals, his many distinctions include the UNICEF (Spanish Committee) International Award for Personal Achievement for his role in the fight against malaria.



### Vicente Larraga

Director del Centro de Investigaciones Biológicas del CSIC (España), en cuyo Departamento de Microbiología Molecular y Biología de las Infecciones es profesor de investigación. Ha trabajado en el desarrollo de vacunas recombinantes frente a *leishmaniasis* y en la activación génica durante el mecanismo de protección frente al parásito en su huésped principal: el perro. Pertenece a la Academia de Ciencias de Nueva York, la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular, y la Sociedad Española de Medicina Tropical y Salud Internacional.

Director of the Center for Biological Research, CSIC (Spain), and a Research Professor in the same organization's Department of Molecular Microbiology and Infection Biology. He has worked on developing recombinant vaccines against leishmaniasis, and gene activation during the protective response to the parasite in its main host: the dog. Member of the New York Academy of Sciences, the Spanish Society of Biochemistry and Molecular Biology and the Spanish Society of Tropical Medicine and International Health.



### José Manuel Lasa

Profesor de investigación del CSIC en la Estación Experimental de Aula Dei (España). Sus áreas de investigación son la mejora vegetal encaminada a la obtención de variedades vegetales más sostenibles, la conservación de los recursos fitogenéticos y el desarrollo de técnicas de cultivo para una agricultura sostenible. Ha sido coordinador de Área Temática en el CSIC, director de la Estación Experimental de Aula Dei, director gerente del Instituto Aragonés de Medio Ambiente y consejero de Agricultura y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón.

Research Professor in the Aula Dei Experimental Center, CSIC (Spain), his main areas of work include plant enhancement for the purpose of obtaining more sustainable varieties, the conservation of phyto-genetic resources, and the development of crop-growing techniques for a more sustainable agriculture. He has served as area coordinator for the CSIC, Director of the Aula Dei Experimental Station and General Director of the Instituto Aragonés de Medio Ambiente, and is a past Minister for Agriculture and the Environment with the Aragón Regional Government.



### Norman Loayza

*Lead Economist* en el Development Research Group del Banco Mundial (Estados Unidos). Ha trabajado con ministerios, bancos centrales, diversas ONG y universidades en proyectos sobre reforma política y capacidad local. Ha participado en misiones del Banco Mundial en países como Túnez, Brasil, Egipto, Indonesia, Pakistán y la India, en áreas que van desde la macroeconomía a los asuntos político-sociales. Ha publicado numerosos trabajos sobre cooperación al desarrollo desde diversos enfoques, como el crecimiento económico y las reformas políticas.

Lead Economist in the Development Research Group of the World Bank (United States). He has worked with ministries, central banks, NGOs and universities to develop projects for policy reform and capacity improvement at the local level. To this end, he has participated in World Bank missions covering topics from standard macroeconomic to socio-political issues in countries like Tunisia, Brazil, Egypt, Indonesia, Pakistan and India. Author of numerous publications looking at development assistance from diverse angles, including economic growth and political reform.



### Francisco Pérez

Catedrático de Análisis Económico en la Universitat de València (España) y director de Investigación del Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas. Ha desarrollado y dirigido numerosos estudios sobre crecimiento económico e integración internacional, competitividad, economía regional, de la educación y financiera. Es autor de treinta y dos libros, y de más de cien artículos en revistas científicas. Ha recibido el Premi Societat Catalana d'Economia por *El desarrollo del arco mediterráneo español. Trayectoria y perspectivas*.

Professor of Economic Analysis at the University of Valencia (Spain) and Research Director of the Valencian Economic Research Institute. He has conducted and led numerous studies on economic growth and international integration, competitiveness, regional economics, the economics of education, and financial economics. Author of thirty-two books as well as over a hundred articles in specialist journals, he holds the Premi Societat Catalana d'Economia for his study *El desarrollo del arco mediterráneo español. Trayectoria y perspectivas*.



### José García Montalvo

Catedrático de Economía de la Universitat Pompeu Fabra de Barcelona (España) y profesor investigador del Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas. Sus áreas de investigación son la economía del desarrollo, el mercado inmobiliario y la educación y el mercado laboral. Es director del Center for Research on the Economies of the Mediterranean, consultor de la OCDE, del Banco Mundial y del Banco Interamericano de Desarrollo. Es autor de once libros y más de cien artículos en revistas como *Economic Journal* o *Review of Economics and Statistics*.

Professor of Economics at Pompeu Fabra University (Barcelona, Spain) and Research Professor at the Valencian Economic Research Institute, his areas of research are development economics, the real estate market and education and labor markets. He heads the Center for Research on the Economies of the Mediterranean and is a consultant for the OECD, World Bank and the Inter-American Development Bank. Author of eleven books and over one hundred articles in journals like the *Economic Journal* or *Review of Economics and Statistics*.

## Jurado

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en

## Cooperación al Desarrollo

## Jury

2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in

## Development Cooperation

### Acta del jurado

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2010 en Cooperación al Desarrollo se otorga al International Rice Research Institute (IRRI), «organización sin ánimo de lucro, cuya misión es la reducción de la pobreza y el hambre en el mundo a través de la investigación sobre el arroz y la capacitación de sus agricultores. El arroz tiene un peso fundamental en la dieta de las poblaciones de países en desarrollo. Específicamente, el IRRI ha merecido el premio por la calidad de su investigación, que le ha permitido obtener nuevas variedades de arroz adaptadas a las diferentes zonas de cultivo en Asia, aumentando significativamente su eficiencia y sostenibilidad en numerosos climas. Por su capacidad de transferir los resultados de la investigación, trabajando con equipos y organizaciones locales de países asiáticos y subsaharianos, y poniendo sus variedades a libre disposición de los agricultores. De esta forma, el IRRI ha conseguido la difusión y adopción efectiva de sus innovaciones, con el consiguiente incremento de la producción de este alimento básico. Gracias a estas contribuciones, el IRRI ha logrado mejorar las condiciones alimentarias de las poblaciones de los países menos desarrollados y su base agrícola, facilitando su despegue económico. Por todo ello, el IRRI constituye un claro ejemplo de impulso y aplicación de la investigación científica al servicio del desarrollo.»

### Jury's citation

The 2010 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Development Cooperation has been granted to the International Rice Research Institute (IRRI), “a non profit organization whose mission is to reduce poverty and hunger in the world by means of rice research and farmer training. Rice is a dietary staple for the population of the developing world. In particular, IRRI is deemed to merit the award for the quality of its research work, which has led to the development of new rice varieties adapted to different cropping areas in Asia and providing improved yield and sustainability across multiple climate regimes. For its success in transferring the results of its research, by working with local teams and organizations in Asian and sub-Saharan countries and making its varieties freely available to farmers. By this means, the IRRI has secured the effective dissemination of its innovations with the resultant increase in production of this basic crop. Through these contributions, the IRRI has helped to improve the food security and the agricultural base of people living in less developed countries, and thereby assist them in their economic take-off. For all these reasons the IRRI stands as a clear example of scientific research applied to development goals.”



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

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

**Richard N. Zare**

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

**Michael E. Fisher**

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



**Biomedicina**

**Biomedicine**

**Robert J. Lefkowitz**

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



**Ecología y  
Biología de la Conservación**

**Ecology and  
Conservation Biology**

**Peter B. Reich**

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



**Tecnologías de la Información  
y la Comunicación**

**Information and  
Communication Technologies**

**Thomas Kailath**

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



**Economía, Finanzas y  
Gestión de Empresas**

**Economics, Finance  
and Management**

**Andreu Mas-Colell**

Universitat Pompeu Fabra de Barcelona (España) / *Pompeu Fabra University (Spain)*

**Hugo Sonnenschein**

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

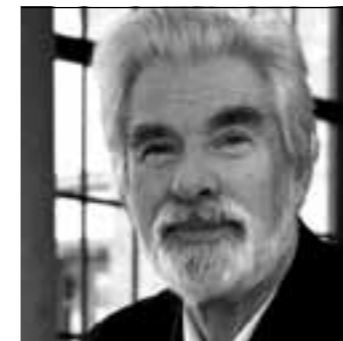


**Música Contemporánea**

**Contemporary Music**

**Cristóbal Halffter**

Compositor y director español / *Spanish composer and conductor*



**Cambio Climático**

**Climate Change**

**Klaus Hasselmann**

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



**Cooperación al Desarrollo**

**Development Cooperation**

**Development Research Institute (DRI)**

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



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

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

**Ignacio Cirac**

Instituto Max Planck para 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)*



**Economía, Finanzas y  
Gestión de Empresas**

**Economics, Finance  
and Management**

**Jean Tirole**

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



**Biomedicina**

**Biomedicine**

**Joan Massagué**

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



**Artes**  
(Música, Pintura, Escultura, Arquitectura)

**Arts**  
(Music, Painting, Sculpture, Architecture)

**Steven Holl**

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



**Ecología y  
Biología de la Conservación**

**Ecology and  
Conservation Biology**

**Thomas E. Lovejoy**

**William F. Laurance**

Smithsonian Institution (Estados Unidos) / *Smithsonian Institution (United States)*

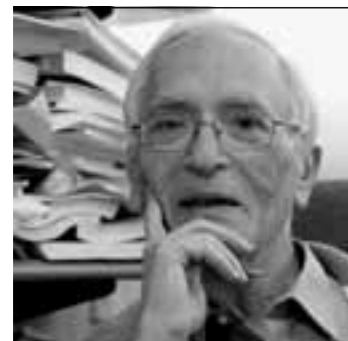


**Cambio Climático**

**Climate Change**

**Wallace S. Broecker**

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



**Tecnologías de la Información  
y la Comunicación**

**Information and  
Communication Technologies**

**Jacob Ziv**

Instituto Technion (Israel) / *Technion (Israel)*



**Cooperación al Desarrollo**

**Development Cooperation**

**Abdul Latif Jameel Poverty Action Lab (J-PAL)**

Massachusetts Institute of Technology (Estados Unidos) / *Massachusetts Institute of Technology (United States)*

Fackler, Martin, «Risk Taking Is in His Genes», *The New York Times*, 11 de diciembre de 2007.

Entrevista «Donald Knuth: A Life's Work Interrupted», *Communications of the Association for Computing Machinery*, vol. 51, n.º 8, agosto de 2008.

Entrevista «The “Art” of Being Donald Knuth», *Communications of the Association for Computing Machinery*, vol. 51, n.º 7, julio de 2008.

Entrevista «The Stern Interview», *The Wonk Room* (<http://wonkroom.thinkprogress.org>), 10 de marzo de 2011.

Entrevista a Shinya Yamanaka, *Science Watch*, Thomson Reuters, junio de 2009.

Knuth, Donald E., *Things a Computer Scientist Rarely Talks About*, Stanford, California: Center for the Study of Language and Information, 2001.

Somorjai, Gabor A., «Molecular Chemistry And Catalysis By Surfaces», *Chemical and Engineering News*, 7 de abril de 2008.

Stern, Nicholas, Jean-Jacques Dethier y F. Halsey Rogers (2005), *Growth and Empowerment: Making Development Happen*, The MIT Press.

Wilson, Edward O., *Naturalist*, Shearwater Books, 1994.

Wilson, Edward O., *Consilience: The Unity of Knowledge*, Knopf, 1998.

Fackler, Martin, “Risk Taking Is in His Genes,” *The New York Times*, December 11, 2007.

Interview “Donald Knuth: A Life's Work Interrupted,” *Communications of the Association for Computing Machinery*, vol. 51, no. 8, August 2008.

Interview “The ‘Art’ of Being Donald Knuth,” *Communications of the Association for Computing Machinery*, vol. 51, no. 7, July 2008.

Interview “The Stern Interview,” *The Wonk Room* (<http://wonkroom.thinkprogress.org>), March 10, 2011.

Interview with Shinya Yamanaka, *Science Watch*, Thomson Reuters, June 2009.

Knuth, Donald E., *Things a Computer Scientist Rarely Talks About*, Stanford, California: Center for the Study of Language and Information, 2001.

Somorjai, Gabor A., “Molecular Chemistry and Catalysis by Surfaces,” *Chemical and Engineering News*, April 7, 2008.

Stern, Nicholas, Jean-Jacques Dethier and F. Halsey Rogers (2005), *Growth and Empowerment: Making Development Happen*, The MIT Press.

Wilson, Edward O., *Naturalist*, Shearwater Books, 1994.

Wilson, Edward O., *Consilience: The Unity of Knowledge*, Knopf, 1998.

## Créditos *Credits*

### Fundación BBVA

Plaza de San Nicolás, 4 · 48005 Bilbao

Paseo de Recoletos, 10 · 28001 Madrid

www.fbbva.es

### Créditos fotográficos / *Photo credits*:

(Número de página / *Page number*)

5, 7, 16, 19, 20, 28, 29, 32, 35, 36, 42, 45, 46, 54, 58, 61, 62, 70, 78, 79, 80, 81, 82, 83 — Fundación BBVA

10 — Nu comunicación

12 (premio / *artwork*) — Blanca Muñoz

12 (detalles premio / *artwork details*), 57 — Agustín Iglesias

13 — Galería Marlborough

15 — NASA

23, 39, 73 — Science Photo Library

24, 27 — Center for iPS Cell Research and Application, Universidad de Kyoto / *Kyoto University*

31 — Johnér Bildbyrå

41 — Andrey Prokhorov

36 (Simberloff) — Bruce Mercer

49 — Henrik Jonsson

50, 53 — MFI / Joe Sterbenc / Fundación BBVA

65 — Getty Images

66, 69 (izquierda / *left*) — Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment

69 (derecha / *right*) — Nigel Stead

74, 77 — International Rice Research Institute

### Textos / *Texts*

Mónica González Salomone

Juan Antonio Llorente

Carlos Gil

### Edición / *Editing*

Araceli Calzado

### Traducción / *Translations*

Karen Welch

### Diseño gráfico y producción / *Graphic design and production*

nu comunicación

### Impresión / *Printed by*

Reproducciones Igara

### Depósito Legal / *Legal deposit*

SS-711-2011

Impreso en España / *Printed in Spain*

Impreso en papel ecológico / *Printed on environmentally responsible paper*

# Fundación **BBVA**

---

Con la colaboración de:  
*With the collaboration of:*

