



Premios Fundación **BBVA** Fronteras del Conocimiento 2012
2012 **BBVA** Foundation Frontiers of Knowledge Awards



Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2012
2012 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

Constituye motivo de especial satisfacción y un verdadero honor presentar en estas páginas la quinta edición de los **Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento** que, desde su mismo nacimiento, se han convertido en una referencia central en la familia de los principales galardones dedicados a reconocer contribuciones fundamentales en los dominios de la investigación científica y la creación cultural.

Las claves del prestigio y reconocimiento alcanzados en las comunidades profesionales a las que van dirigidos son varias. En primer lugar, su arquitectura conceptual. Las ocho categorías objeto de los premios llevan la marca de nuestro tiempo, recogiendo el mapa del conocimiento del último tercio del pasado siglo y las novedades del siglo XXI. La ciencia básica forma parte central de los Premios Fronteras del Conocimiento, acogiendo tanto disciplinas específicas cuanto la interacción entre ellas. Prestan también especial atención a los desarrollos teóricos y aplicados en un campo tan dinámico como el de las tecnologías de la información y la comunicación, y dotan del estatus que merecen a la ecología y la biología de la conservación y a los estudios multidisciplinares sobre el fenómeno del cambio climático. Un área de las ciencias sociales fundamental para la comprensión de la creación y distribución de la riqueza como la economía, los estudios de finanzas y la gestión de empresas está también representada en la familia Fronteras. La cooperación al desarrollo, apoyada en el mejor conocimiento, es otra categoría central, que quiere llamar la atención e incentivar los esfuerzos por incorporar a la senda del crecimiento, el bienestar y la democracia a sociedades todavía privadas del acceso a los estándares de vida, seguridad personal y libertad presentes en el primer mundo. Y un área de la cultura particularmente innovadora, como la creación e interpretación musical de nuestro tiempo, cuenta también con categoría propia en esta la familia Fronteras.

La investigación científica y la creación artística se nutren de aportaciones de naturaleza muy diversa, necesarias y valiosas todas ellas. Los **Premios Fronteras del Conocimiento** quieren reconocer primariamente un tipo de contribuciones: aquellas capaces de cambiar las fronteras del conocimiento y la cultura, de alumbrar perspectivas radicalmente nuevas y contribuir a la emergencia de nuevos objetos formales y campos; a facilitar nuevos agrupamientos temáticos o disciplinares y, en el caso de

It is a true honor, and a motive of great satisfaction, to present in these pages the fifth edition of the **BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards**, which, from the outset, have earned themselves a place among the foremost award families distinguishing fundamental contributions in the realms of scientific research and cultural creation.

We can point to several reasons for the prestige and recognition the awards have attained among the professional communities they address. Firstly, their conceptual architecture. The eight categories that make them up bear the unequivocal stamp of our time, encompassing the knowledge map of the last third of the past century and the innovations of the 21st. Basic science is a cornerstone of the Frontiers of Knowledge Awards, with recognition extending to both individual disciplines and the interaction between them. They also distinguish theoretical and applied advances in the vibrantly dynamic field that is information and communication technologies, and accord special and deeply merited attention to ecology and conservation biology and multidisciplinary studies on the phenomenon of climate change. Economics, financial studies and management are also present in the Frontiers family, as a social sciences area vital to our understanding of wealth creation and distribution, while the award for development cooperation, supported on the best available knowledge, is intended to provide visibility and encouragement to the efforts being made to set societies still denied the living standards, personal safety and freedom enjoyed in the first world on the path of growth, wellbeing and democracy. And a final category is reserved for the creation and performance of contemporary music, in honor of its place at the forefront of cultural innovation.

Scientific research and artistic creation draw on contributions of a widely differing nature, however necessary and valuable each might be. The **Frontiers of Knowledge Awards** seek to recognize one kind of contribution above all the rest: those with the power to advance the frontiers of knowledge and culture, that bring to bear radically new perspectives, contribute to the emergence of new fields and formal objects, facilitate new thematic and disciplinary groupings or, in the case of music, open up new aesthetic spaces. Another defining trait of the Frontiers family is that an award can be granted to one or more researchers or creators, without limit of number, by virtue



la música, a la apertura de nuevos espacios estéticos. Otra característica distintiva de esta familia de galardones es la posibilidad de premiar por una determinada contribución a uno o más investigadores o creadores, sin limitación alguna de número, hayan trabajado de forma cooperativa o paralela. Con ello, los Premios Fronteras sientan las bases para acoger y reconocer el trabajo de amplios equipos o de múltiples investigadores y creadores independientes, un rasgo del modo de hacer ciencia y crear cultura que, en las últimas décadas, ha ido ganando fuerza en algunas áreas de la ciencia y de la creación cultural.

El proceso de nominaciones es enteramente abierto y no filtrado, pudiendo presentar candidaturas todas las instituciones científicas y culturales. La evaluación y decisión sobre las nominaciones a premiar no atiende a otra consideración que el mérito objetivado apreciable por pares a través de las mejores métricas de cada una de las áreas. Los ocho jurados internacionales están integrados por destacados investigadores y creadores artísticos de cada uno de los dominios abarcados por las distintas categorías de los premios.

Los **Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento** han nacido y se desarrollan desde España, un país que, con independencia de la crisis económica de los últimos años, cuenta con una estructura económica diversificada y dinámica, participa plenamente en el proceso continuo de construcción europea y cuyas comunidades científica y artística contribuyen de manera significativa a la creación científica y cultural a escala global. Son premios que responden a la cultura y orientación estratégica de BBVA, grupo internacional de servicios financieros, que tiene como rasgos centrales de su identidad el impulso del conocimiento, la tecnología y la innovación, y el respeto escrupuloso de los principios éticos. Conocimiento, innovación y ética son, para BBVA, las vías más potentes para la ampliación de las oportunidades individuales y colectivas. A través de la figura de los premiados en cada edición, los galardones Fronteras del Conocimiento quieren colocar en el centro del escenario público y reconocer al conjunto de la comunidad científica y de los creadores culturales. Son un reconocimiento a la curiosidad, al espíritu de exploración e innovación de cada una de las personas que dedican su vida a la investigación y a la creación artística. Pero también a la empresa colectiva y cooperativa de crear e idear. Las específicas contribuciones de los galardonados

of collaborative or parallel working. By this means, the Frontiers Awards make room for the achievements of large teams or multiple practitioners working independently, acknowledging a mode of scientific and cultural creation that has gained growing currency in many art and science areas.

The nomination process is entirely open and unfiltered, with all scientific and cultural organizations free to present the candidates they see fit. The evaluation and decision processes are informed by no other consideration than peer-appraised objective merit based on the best metrics in the corresponding subject area, while the eight international juries are formed by eminent researchers and artistic creators in the domains addressed by each category. The **BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards** were born and developed in Spain, a country which, regardless of the crisis of these past years, enjoys a diversified and dynamic economic structure, participates fully in the ongoing process of European construction, and is home to scientific and artistic communities that have significantly enriched the global scientific and cultural enterprise. In this, they are a faithful expression of the culture and strategic orientation of BBVA, an international financial services group whose identity rests on the promotion of knowledge, technology, innovation and scrupulous respect for ethical principles, which we see as the optimal means to expand both individual and collective opportunities.

In the person of the laureates in each edition, the Frontiers of Knowledge Awards wish to train a spotlight on the wider community of scientists and cultural practitioners. They pay homage to the curiosity and spirit of exploration and innovation of all the individuals who devote their lives to research and to art. But also to the collective, cooperative undertaking that is new knowledge generation. The specific achievements of our winners both draw and build on a vital tradition and body of work that is a product of the effort and passion of many thinkers, and the ceaseless progress of trial and error. These two poles of the most ground-breaking scientific and research endeavor, the individual and collective, are transparently reflected in the oft cited passage from Newton's letter to Robert Hooke: "If I have seen further, it is by standing on the shoulders of giants." The Frontiers of Knowledge Awards, accordingly, extend their tribute beyond individuals to groups and teams and the entire artistic and scientific community.

se inscriben y solo han sido posibles gracias a tener tras de sí una imponente tradición y un corpus de avances previos, fruto del esfuerzo y la pasión de muchos, del inacabable proceso de *trial-and-error*. Esos dos polos, individual y colectivo, del hacer científico y cultural más innovador están transparentemente reflejados en el paso, tantas veces citado, de la carta de Newton a Robert Hooke: «si he logrado ver más lejos, ha sido porque he subido a hombros de gigantes». Los Premios Fronteras del Conocimiento son un homenaje a individuos, a grupos y equipos, y a la entera comunidad de investigadores y artistas.

No puedo cerrar estas líneas sin, en primer lugar, dejar constancia de mi agradecimiento al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), la principal institución pública de investigación multidisciplinar en España, por su total colaboración y sintonía en el desarrollo de los Premios Fronteras del Conocimiento. Su participación en la preselección de las candidaturas y en la composición de los jurados contribuye de manera esencial a que los galardones se rijan de manera escrupulosa por los principios de objetividad, transparencia y mérito.

Mi agradecimiento, también, a las numerosas instituciones nominadoras y a los jurados internacionales. Ambos han tenido un papel decisivo en hacer posible que personalidades como las que se recogen en estas páginas hayan sido galardonadas.

Finalmente, mi felicitación y reconocimiento a los premiados, a sus familias y a las instituciones en las que desarrollan su trabajo. El resultado agregado del trabajo diario de los galardonados contribuye de manera decisiva a construir un futuro mejor para todas las personas, sin exclusión alguna, al tiempo que a preservar y gestionar responsablemente el medio ambiente. Su curiosidad y espíritu de innovación constituyen valores y atributos a emular por todos y, en particular, por las generaciones más jóvenes.

I cannot end these lines without expressing my thanks to the Spanish National Research Council (CSIC), Spain's premier public organization for multidisciplinary research, for its collaboration and unstinting commitment to the Frontiers of Knowledge Awards. Its involvement in nominee pre-selection and the appointment of the prize juries is the best guarantee that the awards are governed by strict principles of objectivity, transparency and merit.

My gratitude also to the numerous nominating institutions and the members of the international juries, all of whom have contributed to producing the magnificent roll of awardees present in these pages.

Finally, my congratulations to laureates, their families and the institutions to which they belong. Through their daily endeavors, the winners here today have contributed decisively to build a better future for people, without exclusion, and to conserve and responsibly manage our natural environment. Their curiosity and innovative spirit are an example to be followed, by the younger generations most of all.

Emilio Lora-Tamayo
Presidente
CSIC

President
CSIC



La idea de sistema de I+D+i, escalable desde dimensiones locales hasta las más universales que entroncan con la historia de la humanidad, es un concepto relativamente moderno, aunque muchos de sus componentes se remontan a los orígenes de aquella. La necesidad y la pasión por conocer, escudriñar, buscar orígenes, motivos y causas, y de aplicar ese conocimiento, es consustancial al hombre y ha acompañado al desarrollo de la vida y de sus formas sociales más evolucionadas.

Es cierto sin embargo que las estructuras, los medios, las circunstancias y, en general, todo lo que ayuda a conformar y dar peso a ese sistema de una forma organizada –que va más allá de los muy loables esfuerzos y logros de muchas personas a título individual– no se han definido o desarrollado sino hasta hace relativamente poco tiempo. Sin embargo, el patrocinio de las tareas de generación del conocimiento y el estímulo a las personas que lo protagonizan se ha venido produciendo desde hace mucho más tiempo. Suele decirse, y es verdad, que «no habría muchos Virgilio si no hubiera muchos Mecenas». El apoyo a la I+D+i desde el sector privado es algo que nos parece natural, como también nos parece natural –y no por ello menos loable– el estímulo al trabajo desarrollado a través de reconocimientos y premios. Todo ello supone hoy en día elementos importantes de ese sistema.

Para el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) es una satisfacción colaborar en los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento, que en unos pocos años han alcanzado, con todo merecimiento, una destacada notoriedad y un elevado prestigio, y que cumplen su objetivo declarado de reconocer e incentivar la investigación y la creación cultural de excelencia.

Probablemente la profesión más escrutada, evaluada y cuestionada que existe hoy en día es la de los investigadores científicos: a lo largo de toda su vida activa se ven sometidos al juicio minucioso y profesional de sus colegas en lo que se conoce como *peer review system*, ya sea con el fin de obtener financiación para sus proyectos, ya sea para los ascensos en su carrera, para la aceptación de sus publicaciones en las revistas de su especialidad, o para que a sus alumnos les concedan becas o ayudas. Además, estos mismos profesionales de la investigación científica son escrutados por otros colegas cuando concurren a premios y distinciones, entre los que destacan los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento por su amplio espectro

The idea of an RDI system scalable from the most local to the most universal dimensions bound in with the history of humanity itself is a relatively modern concept, although many of its components go back to the dawn of our existence. The need and passion to understand, investigate, seek out sources, motives and causes, and apply the knowledge so acquired, is inseparable from being human, and has accompanied the development of life and its most socially evolved forms.

It is true, nonetheless, that the structures, resources, conditions and, essentially, all the elements that go into configuring such a system and giving it an organized fabric – beyond the efforts and achievements, however praiseworthy, of countless individuals – were not defined or deployed until relatively recent times.

However, the sponsorship of knowledge-generating activities and the encouragement of the people behind them have been around for a great deal longer. We often hear, and it is no less true for that, that “there would be few Virgils without Maecenas.” Private-sector support for research, development and innovation is something we perceive as logical; as we do, with reason, the granting of honors and prizes to incentivize good work. All of this, nowadays, forms an important part of the RDI system.

For the Spanish National Research Council (CSIC), it is a cause of great satisfaction to collaborate in these BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards, which in a few short years have deservedly gained widespread eminence and repute, while fulfilling their stated goal of recognizing and fostering world-class research and artistic creation.

Scientific researchers are probably today’s most scrutinized, evaluated and interrogated profession. In the course of their working lives, they are subject to the strict professional judgment of their fellows through the “peer review system”, whether it be to obtain funding for their projects, promotion in their jobs, the acceptance of their papers for publication in a specialist journal, or grants and other assistance for their students.

Further, these same research professionals are scrutinized by other colleagues when their names are put forward for prizes and distinctions. And rarely more so than in these BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards, whose broad thematic coverage, universe of application, and rigorous assessment and selection process have won them the regard of the international scientific community.

temático, universo de aplicación, rigor de análisis y selección de propuestas, que han conseguido una elevada consideración entre la comunidad científica internacional. Decía Cicerón que *honos alit artes*, «el honor alimenta a las artes» y, en efecto, la existencia de premios y distinciones a la actividad científica es un instrumento de enorme utilidad para que los investigadores sepamos que lo que hacemos cuenta con el respaldo y los parabienes de nuestros colegas más exigentes y que, por lo tanto, nuestras investigaciones tienen sentido.

Además, los premios de la Fundación BBVA contribuyen a reforzar la ciencia frente a las seudociencias aún hoy tan en boga. Tenía razón Josep Pla cuando escribió que «es más fácil creer que saber» y tampoco anda muy descarriado W. B. Yeats en su poema «The second coming» cuando dice: «los mejores carecen de toda convicción, mientras los peores / están llenos de apasionada intensidad». Viene esto a cuento de los estudios de opinión pública que realizan Eurostat, la National Science Foundation o la propia Fundación BBVA para conocer las actitudes y el grado de conocimiento de la ciudadanía sobre temas científicos, y cuyos resultados constatan la sólida vigencia de las seudociencias y la estabilidad estadística de un preocupante déficit de cultura científica.

Si se tiene en cuenta que la principal fuente de información sobre ciencia son los medios de comunicación, los datos de los estudios refuerzan la necesidad de que dichos canales otorguen más espacios y visibilidad a los contenidos sobre temas científicos, pero siempre bajo la premisa ineludible de que se trate de información rigurosa, y no por ello menos amena.

En este contexto, que la fundación de una entidad privada, conocida por su profesionalidad y su buen hacer financiero, otorgue unos premios a la excelencia científica siguiendo unos impecables protocolos de actuación, tan rigurosos como los más exigentes hoy disponibles, es un ejemplo para toda la sociedad, para la opinión pública y para los medios de comunicación: la ciencia es esto que hacen las personas merecedoras de los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento que figuran en este catálogo. Nuestra felicitación más entusiasta a los galardonados y a la Fundación BBVA, como impulsora de los premios, junto con la renovación anual de nuestro agradecimiento más sincero.

Cicero said that *honos alit artes*, “honor nourishes the arts” and it is true that the existence of awards and distinctions for scientific endeavor is an invaluable tool for letting researchers know that the work we do meets with the support and applause of our most exacting colleagues and, therefore, has a purpose.

The BBVA Foundation awards are also a vote for science as against the pseudosciences so popular today. Josep Pla was right when he remarked “it is easier to believe than to know,” and W. B. Yeats also expresses it neatly in his poem “The Second Coming” when he says: “The best lack all conviction, while the worst are full of passionate intensity.” This reflection is spurred by the public opinion surveys run by Eurostat, the National Science Foundation and the BBVA Foundation itself to gauge citizens’ attitudes and degree of understanding of scientific issues, with results that testify to the tenacity of pseudoscience and the statistical persistence of a worrying deficit in scientific culture.

Considering that people’s main source of science information is the media, the data from these surveys highlight an urgent need for more space and visibility to be accorded to scientific contents in this kind of channel, under the strict condition that the information conveyed be accurate as well as entertaining.

It is all the more welcome, then, that the foundation of a private corporation known for its professionalism and financial acumen should promote awards for scientific excellence run according to impeccable procedural protocols, among the most rigorous of their kind, and which send a message to society, public opinion and the media: what the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge winners figuring in this yearbook do; that is what science is.

To the laureates, our most enthusiastic congratulations, and to the BBVA Foundation, as promoter of these awards, our congratulations and deepest thanks.



12

Símbolo artístico *Fronteras del Conocimiento*

Artista: Blanca Muñoz

Frontiers of Knowledge Artwork

Artist: Blanca Muñoz

Premios
Awards

14

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

Ingrid Daubechies · David B. Mumford

22

Biomedicina
Biomedicine

Douglas L. Coleman · Jeffrey M. Friedman

30

Ecología y Biología de la Conservación
Ecology and Conservation Biology

Jane Lubchenco

38

Tecnologías de la Información y la Comunicación
Information and Communication Technologies

Lotfi A. Zadeh

50

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

Paul R. Milgrom

58

Música Contemporánea
Contemporary Music

Pierre Boulez

66

Cambio Climático
Climate Change

Susan Solomon

74

Cooperación al Desarrollo
Development Cooperation

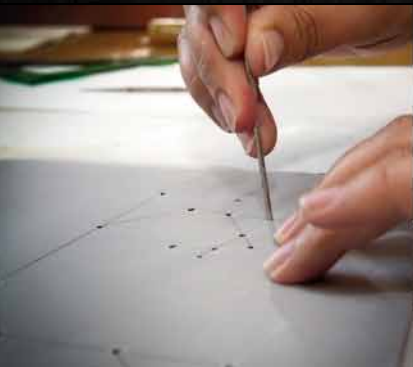
Iniciativa Medicamentos para Enfermedades Olvidadas (DNDi)
Drugs for Neglected Diseases Initiative (DNDi)

82

Galardonados en ediciones anteriores
Laureates in previous editions

86

Créditos
Credits



Símbolo artístico *Fronteras del Conocimiento*

Artista: Blanca Muñoz

Blanca Muñoz estudió Bellas Artes en la Universidad Complutense de Madrid. Fue becada por el Gobierno de Italia en la Calcografía Nazionale (1989), por la Real Academia de España en Roma (1990) y por la Dirección de Relaciones Exteriores de México (en México DF, 1992). Ha sido galardonada con numerosos premios de grabado y de escultura. En 1999 obtuvo 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: *De l'acier à l'or*, Galerie MiniMasterpiece, París (2013); *Circunnavegación 1990-2012*, Sala Alcalá 31, Madrid (2013); *Superficial*, Galería Marlborough, Madrid (2012); *Cueva de estrellas*, Sala La Gallera, Valencia (2010); *Joyas de Blanca Muñoz*, Joyería Grassy, Madrid (2010); *Blue Dance*, Galería Marlborough, Chelsea, Nueva York (2009).

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

En el símbolo artístico de los **Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento** –señala la artista– he tratado de sintetizar, 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.

Frontiers of Knowledge Artwork

Artist: Blanca Muñoz

Blanca Muñoz graduated with a B.A. in Fine Arts from the Universidad Complutense de 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: *De l'acier à l'or*, Galerie MiniMasterpiece, Paris (2013); *Circunnavegación 1990-2012*, Sala Alcalá 31, Madrid (2013); *Superficial*, Galería Marlborough, Madrid (2012); *Cueva de estrellas*, Sala La Gallera, Valencia (2010); *Joyas de Blanca Muñoz*, Joyería Grassy, Madrid (2010); *Blue Dance*, Marlborough Chelsea, New York (2009).

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

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



«Las matemáticas son la herramienta adecuada cuando intuyes que hay una estructura y quieres descubrirla.»

“Mathematics is the right tool when you intuit that there is a structure there and you want to put your finger on it.”

Ingrid Daubechies

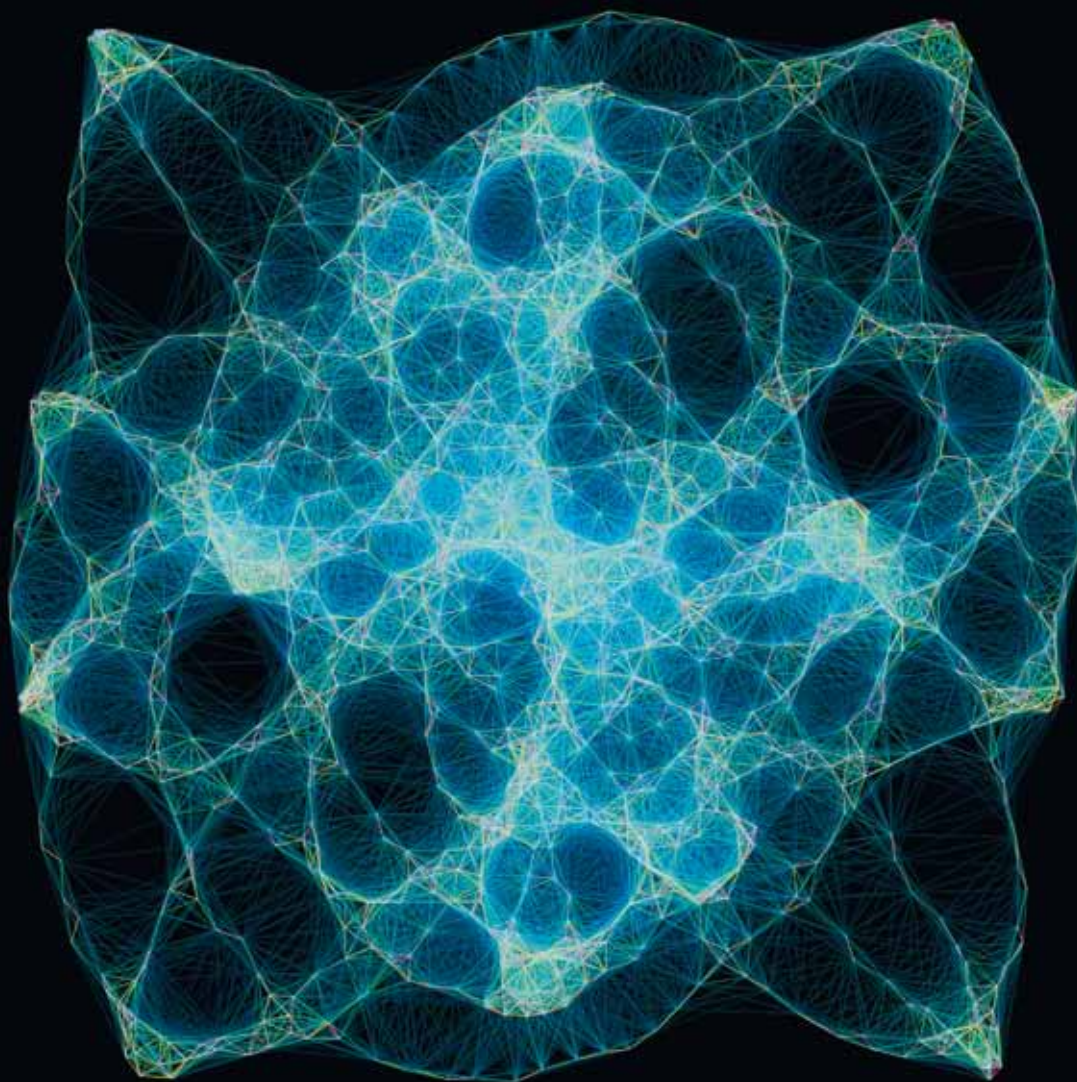
«Las matemáticas no son más que una exploración muy humana de los patrones que hay en el mundo, una exploración que crece nutriéndose del juego, la belleza y la sorpresa.»

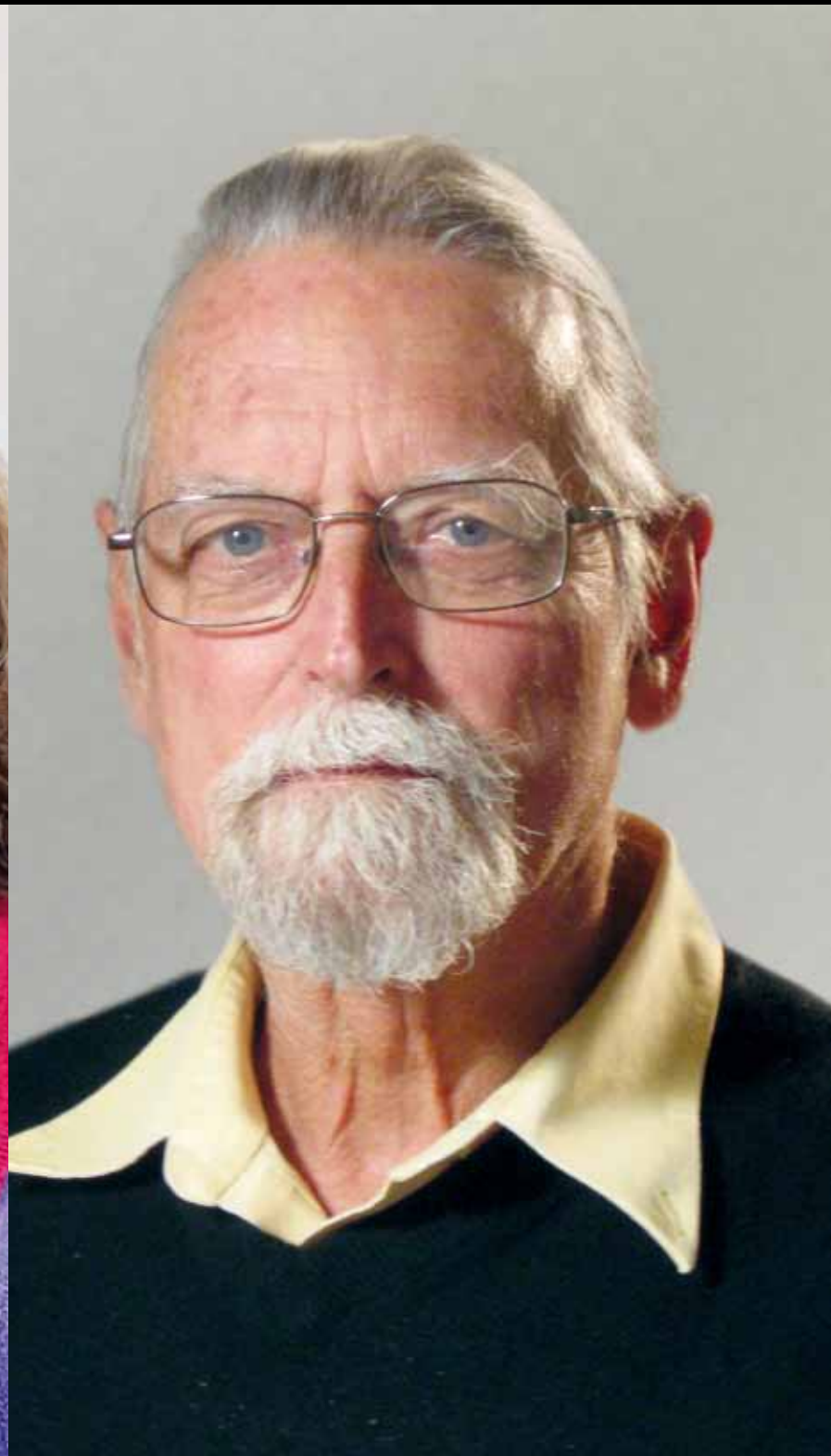
“Mathematics is just a very human exploration of the patterns of the world, one which thrives on play and surprise and beauty.”

David B. Mumford

Premio Fundación BBVA
Fronteras del Conocimiento 2012 en
Ciencias Básicas
(Física, Química, Matemáticas)

2012 BBVA Foundation
Frontiers of Knowledge Award in
Basic Sciences
(Physics, Chemistry, Mathematics)





Ingrid Daubechies

David B. Mumford

Premio Fundación BBVA
Fronteras del Conocimiento 2012 en
Ciencias Básicas
(Física, Química, Matemáticas)

2012 BBVA Foundation
Frontiers of Knowledge Award in
Basic Sciences
(Physics, Chemistry, Mathematics)

17

El ADN de las ciencias

¿Qué tienen en común el funcionamiento del cerebro humano, las obras de arte, la visión artificial, la geometría algebraica, la física teórica? Las matemáticas, por supuesto. Para David Mumford e Ingrid Daubechies, los dos galardonados con el Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Ciencias Básicas, las matemáticas vienen a ser una herramienta universal con que describir –y descubrir– el mundo. Un ADN de todas las demás ciencias que, precisamente por su ubicuidad, a ellos les ha permitido construir una carrera enormemente variada. Mumford se *enamora* en su juventud de la abstracción de las matemáticas puras, pero después decidió estudiar cómo se generan nuestros propios pensamientos y de ahí llegó al campo de la visión artificial. Daubechies empezó como física teórica y ha acabado desarrollando una poderosa herramienta para el análisis de imágenes. Su trabajo se emplea en los teléfonos móviles, en el diagnóstico médico y en la investigación de obras de arte.

El jurado premia a Daubechies (Houthalen, Bélgica, 1954), en concreto, por sus resultados sobre una herramienta matemática llamada *wavelets* («ondículas»), «que han derivado en un nuevo enfoque científico de la compresión de datos con gran impacto en multitud de tecnologías». A Mumford (Sussex, Reino Unido, 1937) se le reconocen «sus contribuciones a la geometría algebraica y a las matemáticas de la visión artificial».

Si las matemáticas están en la base de todo, tal vez su equivalente psicológico sea la curiosidad. Mumford recuerda que siempre quiso «explorar el mundo», y aún hoy sus intereses van de la neurobiología a la historia de las matemáticas pasando por la educación o la política en Oriente Medio. Daubechies, de niña, quería entender cómo funcionaba todo; le maravillaba lo rápido que crecían las potencias de dos y se preguntaba por qué de noche los faros del coche parecían robar el color de lo que alumbraba

The DNA of the sciences

What does the working of the human brain have in common with works of art, computer vision, algebraic geometry and theoretical physics? Mathematics, of course. For David Mumford and Ingrid Daubechies, joint winners of the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Basic Sciences, mathematics is a universal tool with which to describe – and discover – the world. A DNA of all the sciences whose very ubiquity is what has enabled them to build such extraordinarily varied careers. Mumford, at a young age, “was entranced” by the abstraction of pure math, but then decided to study how our thoughts are generated and went on from there to the field of computer vision. Daubechies started out as a theoretical physicist, and ended up developing a powerful tool for the analysis of images. Her work is used in mobile phones, medical diagnostics and the evaluation of works of art.

In distinguishing Daubechies (Houthalen, Belgium, 1954), the jury singled out her work on a mathematical tool called wavelets, “which resulted in a new approach to data compression, with a strong impact on a multitude of technologies.” Mumford (Sussex, United Kingdom, 1937) was cited for “his contributions to algebraic geometry and to the mathematics of computer vision.”

If mathematics underlies just about everything, perhaps its psychological equivalent is curiosity. Mumford recalls that he always wanted to “explore the world”, and even today his interests range from neurobiology to the history of math by way of education and Middle East politics. Daubechies too talks about how, as a child, she had to know how everything worked: she was astounded at the rapid advance of the powers of two and avid to know why a car’s headlights at night would seem to drain color from the objects they illuminated. Nowadays, both scientists may be set off in new research directions by a conversation with experts in another field. Hence she alludes to him as

Al joven Mumford le sedujo la abstracción de las matemáticas puras y ganó la Medalla Fields por su trabajo en geometría algebraica. Después decidió estudiar cómo se generan nuestros propios pensamientos, lo que le llevó a la visión artificial. Daubechies, física teórica, ha desarrollado una poderosa herramienta matemática para analizar imágenes que se emplea en los teléfonos móviles, en medicina o para analizar obras de arte.

The young Mumford was drawn to the abstraction of pure math, and won the Fields Medal for his work in algebraic geometry. He then chose to focus on how our thoughts are formed, which led him to computer vision. Daubechies, a theoretical physicist, has developed a potent mathematical tool to analyze images, which is used in mobile phones, in medicine, and for investigating works of art.

ban. Hoy día las líneas de investigación de ambos nacen a menudo de sus conversaciones con expertos de otras áreas. Se entiende así que ella vea en él a uno de sus «héroe matemáticos», y que él admire el trabajo de ella en arte: «Es sorprendente que una herramienta matemática tenga una aplicación tan inesperada».

¿Cuál es el secreto de la mirada matemática? Curiosamente –o tal vez no tanto–, ambos destacan la misma característica: las matemáticas buscan patrones. «Un matemático tiene una perspectiva única, porque busca un modelo simple que capture lo esencial de una situación del mundo real», dice Mumford. Y Daubechies: «Las matemáticas son la herramienta adecuada cuando intuyes que hay una estructura y quieres descubrirla». Esa estructura puede *vivir* en el mundo de lo abstracto o en la realidad. Mumford y Daubechies la han buscado en los dos ámbitos.

Mumford, catedrático emérito de la Universidad de Brown (Estados Unidos), descubrió que «la abstracción [de las matemáticas puras] era enormemente seductora» tras asistir a clases de Oskar Zariski en la Universidad de Harvard: «Hacía que la geometría algebraica pareciera magia», dice. El trabajo de Mumford en esa área durante veinticinco años fue tan exitoso que en 1974 obtuvo la Medalla Fields. Pero siempre le habían interesado las aplicaciones –de estudiante trabajó con el reactor nuclear de un submarino–, así que en los ochenta optó por dedicarse al problema que le había interesado desde la adolescencia: encontrar un modelo del funcionamiento del cerebro.

Él defiende que nuestro cerebro opera de forma estadística, almacenando una ingente cantidad de información y combinándola con lo que percibe en cada momento. Por ejemplo: «Si estoy caminando por una ciudad y oigo un rugido, sé que es muy poco probable que se trate de un tigre, así que reconozco el motor de un camión». Mumford ha aplicado este modelo a la visión por ordenador. Su trabajo no ha dado lugar a desarrollos industriales concretos, pero está en la base de aplicaciones como los coches sin conductor, por ejemplo.

La comprensión del cerebro en su conjunto, sin embargo, es un objetivo demasiado ambicioso: «Necesitamos experimentos que revelen cómo trabajan juntas las neuronas, qué grupos celulares se forman en un instante para generar un pensamiento. Las posibilidades son muchísimas. Necesitamos registrar millones de neuronas, algo todavía imposible».

one of her “mathematical heroes”, while he talks admiringly about her incursions into the world of art: “It’s wonderful to see a rather abstract mathematical theory being used in such an unexpected way.”

What is the secret of the mathematical gaze? Strangely – though perhaps not entirely – both settle on the same characteristic: mathematics looks for patterns. “A mathematician has a unique perspective in that he or she seeks a simple mathematical model that captures some of the essential features of a real-world situation,” says Mumford. And for Daubechies: “Mathematics is the right tool when you intuit that there is a structure there and you want to put your finger on it.” That structure may *live* in the world of the abstract or in concrete reality. Mumford and Daubechies have pursued it in both.

Mumford, an emeritus professor at Brown University (United States), discovered that “the abstraction [of pure math] was very seductive” when studying under Oscar Zariski at Harvard University, of whom he says: “He made algebraic geometry seem like magic.” Mumford’s work in this area over the next 25 years was successful enough to earn him the Fields Medal in 1974. But he had always felt drawn to applications – even working as an undergraduate on the atomic reactor of a submarine – and in the 1980s decided to turn back to the problem that had interested him since adolescence: finding a model for the working of the human brain.

He contends that our brain operates statistically, storing massive amounts of information and checking it constantly against what it perceives right now. For example: “If I am walking in Boston and hear something like a growl, I know that it is unlikely to be a tiger, so I recognize the engine of a truck.” Mumford has applied this model to computer vision. His work in the field has not led to specific industrial developments, but is at the heart of applications such as driverless cars.

He acknowledges though that knowing the brain in its entirety is too ambitious a goal: “One needs experiments that reveal how groups of neurons work together, what sort of ‘cell assemblies’ they make on the fly to instantiate a thought. There are so many possibilities here that we would need to record millions of neurons, and that is not yet possible.”

Daubechies, a professor at Duke University (United States) earned her PhD in theoretical physics. But for her the move

Daubechies, catedrática de la Universidad de Duke (Estados Unidos), se doctoró en Física Teórica. Pero para ella la transición a las matemáticas siempre ha sido natural: «Me di cuenta de que las matemáticas que estaba desarrollando para la física podían ser útiles a otros científicos, y así es cómo he ido cambiando de área», dice. Además, por mucho que su trabajo con las *wavelets* sea próximo a las aplicaciones, ella nunca ha renunciado «a la belleza que se considera propia de las matemáticas más puras». Las *wavelets* son una herramienta matemática que permite, entre otras cosas, comprimir datos y recuperarlos sin apenas pérdida de información. Se han usado para desarrollar el estándar de compresión de imágenes JPEG 2000 o para codificar la base de datos de huellas dactilares del FBI. Cuando se cuelga en una red social una foto sacada con un teléfono móvil, se usa el trabajo de Daubechies. Pero el interés de ella se centra ahora sobre todo en el análisis de obras de Van Gogh, Gauguin o los pintores flamencos: las *wavelets* pueden no solo confirmar su autenticidad, sino también, analizando el trazo de los bocetos bajo la pintura, desvelar cómo trabajaban los maestros.

Las trayectorias de Mumford y Daubechies coinciden en más puntos. Él fue presidente de la principal asociación matemática, la Unión Matemática Internacional (IMU), entre 1994 y 1998; ella lo es ahora desde 2010. Y a ambos les preocupa la enseñanza de las matemáticas. Daubechies quiere quitarles el halo de esoterismo: «Todos hacemos razonamientos matemáticos en la vida cotidiana»; Mumford, el de disciplina fría: «No son más que una exploración muy humana de los patrones que hay en el mundo, una exploración que crece nutriéndose del juego, la belleza y la sorpresa».

into mathematics has always been a natural one: “I realized that the math I was developing for physics could be useful to other scientists, and that is how I came to switch areas,” she recalls. Also, although her work on wavelets has taken her more to the applied side, she refuses to forego “the beauty that resides in the purest mathematics.” Wavelets are a mathematical tool that, among other things, allows us to compress and retrieve data with almost no loss of information. They have been used to develop the JPEG 2000 image compression standard and to codify the FBI fingerprint database. When we upload a mobile photo to some social network, it is Daubechies’ invention that does the job. But her own interest is increasingly focused on the analysis of paintings by Van Gogh, Gauguin and the Flemish artists: for wavelets, it turns out, can not only confirm their authenticity, but can also reveal how the great masters worked by analyzing the sketches beneath the paint.

Mumford and Daubechies’ careers also intersect at other points. He was president of the International Mathematical Union (IMU) from 1994 to 1998, and she has held the same position since 2010. Both are concerned about the teaching of mathematics. Daubechies is keen to puncture the air of esotericism that hangs around the science: “We all use mathematical reasoning in our daily lives”; Mumford, its reputation as a cold discipline: “Mathematics is just a very human exploration of the patterns of the world, one which thrives on play and surprise and beauty.”





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 LMU 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).



Avelino Corma

Secretario del jurado

Es profesor de investigación en el Instituto de Tecnología Química, un centro de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) que Corma fundó en 1990 y dirigió hasta 2010. Trabaja en diseño molecular de catalizadores y en procesos catalíticos sostenibles en los campos del refinado de hidrocarburos y derivados de la biomasa, y química fina. Ha publicado más de 900 artículos en revistas nacionales e internacionales y es autor de más de 100 patentes.

Secretary of the Jury

Research Professor at the Instituto de Tecnología Química, a joint research center of the Universidad Politécnica de Valencia (UPV) and the Spanish National Research Council (CSIC), which Corma founded in 1990 and led up to 2010. He is currently working on the molecular design of catalysts and sustainable catalytic processes in the fields of oil refining and biomass derivatives, as well as in fine chemistry. Author of more than 900 papers in Spanish and international journals, he has a total of over 100 patents to his name.



Douglas Abraham

Catedrático de Mecánica 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 Center 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, Oxford University (United Kingdom). He also collaborates with the University of California at Berkeley, the Max Planck Institute for Metal Research (Germany) and the Center for Non-Linear Studies, 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.



Ignacio Cirac

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

Director of the Theory Division of the Max Planck Institute of Quantum Optics (Germany), his research concerns the quantum theory of information, particularly the development of a quantum computing system which will enable the design of faster algorithms – the key to more efficient and secure communications. He also works in quantum optics and quantum many-body systems. Author of more than 200 papers in international journals, he holds the 2008 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Basic Sciences, and the 2013 Wolf Prize.



Trevor Hastie

Es catedrático de Estadística y catedrático de Salud, Investigación y Política en la Universidad de Stanford. Su investigación se centra en la metodología estadística aplicada y en estadística computacional, donde cubre estadística del conocimiento, minería de datos, estadística computacional y bioinformática, entre otras materias. Coautor de más de un centenar de artículos científicos, ha recibido reconocimientos como el Myrto Lefkopolou Award (Universidad de Harvard) o el Buehler-Martin Award (Universidad de Minnesota).

Professor of Statistics and of Health, Research and Policy at Stanford University. His main research interests lie in applied statistics and statistical computing, with a focus on statistical learning, data mining and bioinformatics, among other topics. Co-author of over one hundred papers, his professional achievements have been recognized by a series of awards including the Myrto Lefkopolou Award (Harvard University) and the Buehler-Martin Award (University of Minnesota).



Nigel Hitchin

Catedrático Savilian de Geometría en la Universidad de Oxford, sus líneas de investigación se centran en la geometría diferencial y algebraica y su relación con la física teórica. Entre sus descubrimientos más notables está el sistema integrable Hitchin. Además, ha establecido una colaboración formal con el grupo de Geometría del Instituto de Ciencias Matemáticas (ICMAT), en Madrid, a través del Laboratorio Nigel Hitchin. Entre otras muchas distinciones ha obtenido el Senior Berwick Prize, la Medalla Sylvester y el Pólya Award.

Savilian Professor of Geometry at the University of Oxford. His main areas of research are differential and algebraic geometry and its links to theoretical physics. Amongst his notable discoveries are the Hitchin integrable system. He has also begun a formal collaboration with the geometry group at the Institute of Mathematical Sciences (ICMAT) in Madrid through the Nigel Hitchin Laboratory. His many distinctions include the Senior Berwick Prize, the Sylvester Medal and the Pólya Award.



Hongkun Park

Es catedrático de Química y Biología Química y catedrático de Física en la Universidad de Harvard. Investiga en nanoelectrónica, optoelectrónica y plasmónica, así como en herramientas nanotecnológicas para biología celular y neurobiología. Asimismo trabaja en análisis de las señales eléctricas neuronales y en el diseño de nanocables para introducir sustancias químicas, proteínas o un gen en una célula sin dañarla. 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. 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 gene into a cell without harming it. Associate editor of the journal *Nano Letters*, and holder of the National Institutes of Health Director's Pioneer Award (United States).



Martin Quack

Catedrático de Química-Física 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 spectroscopy and kinetics, 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 a member of the National Research Board of the Swiss National Science Foundation and 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 founding editor of the journal *Transactions on Nanotechnology*. His research 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.

Jurado

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2012 en

Ciencias Básicas

(Física, Química, Matemáticas)

Jury

2012 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in

Basic Sciences

(Physics, Chemistry, Mathematics)

Acta del jurado

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Ciencias Básicas ha sido otorgado este año a dos matemáticos: la profesora Ingrid Daubechies, por su trabajo sobre ondículas (*wavelets*), y el profesor David Mumford, por sus contribuciones a la geometría algebraica y a las matemáticas de la visión por ordenador/visión artificial. Ambos trabajos en matemáticas puras han ejercido una gran influencia sobre ámbitos de aplicación diversos, que van desde la compresión de datos al reconocimiento de patrones.

La profesora Daubechies es líder en el procesamiento teórico de señales, con sus contribuciones pioneras a la teoría y aplicación de las ondículas (*wavelets*) y los bancos de filtros (*filter-banks*). Su trabajo ha derivado en un nuevo enfoque científico de la compresión de datos, con gran impacto en multitud de tecnologías que incluyen la transmisión eficiente de audio y vídeo, y la imagen médica.

El profesor Mumford introdujo el enfoque científico moderno en la disciplina clásica de la geometría algebraica por medio de su trabajo en la teoría de invariantes geométricos (*Geometric Invariant Theory* o GIT). Aplicó herramientas de cálculo de variaciones a la teoría de la visión y desarrolló modelos estadísticos en imagen y reconocimiento de patrones. Su trabajo ha tenido un impacto duradero tanto en las matemáticas puras como en las aplicadas.

Jury's citation

This year's BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Basic Science goes to two mathematicians: Professor Ingrid Daubechies for her work on wavelets, and Professor David Mumford for his contributions to algebraic geometry and to the mathematics of computer vision. These works in pure mathematics have strongly influenced several fields of application, ranging from data compression to pattern recognition.

Professor Daubechies is a leader in theoretical signal processing, with pioneering contributions to the theory and application of wavelets and filter banks. Her work resulted in a new approach to data compression, with a strong impact on a multitude of technologies, including efficient audio and video transmission and medical imaging.

Professor Mumford introduced the modern approach to algebraic geometry into a classical area through his work on geometric invariant theory. He also applied tools of variational calculus to the theory of vision and developed statistical models for imaging and pattern recognition. His work has had a lasting impact in both pure and applied mathematics.

«El descubrimiento de la leptina cambia la teoría más aceptada sobre la obesidad: lo que la causa no es la falta de fuerza de voluntad, sino un desequilibrio hormonal.»

“The discovery of leptin changed the prevailing theory about obesity, from being caused by a lack of willpower to being caused by an imbalance of hormone signaling.”

Douglas L. Coleman

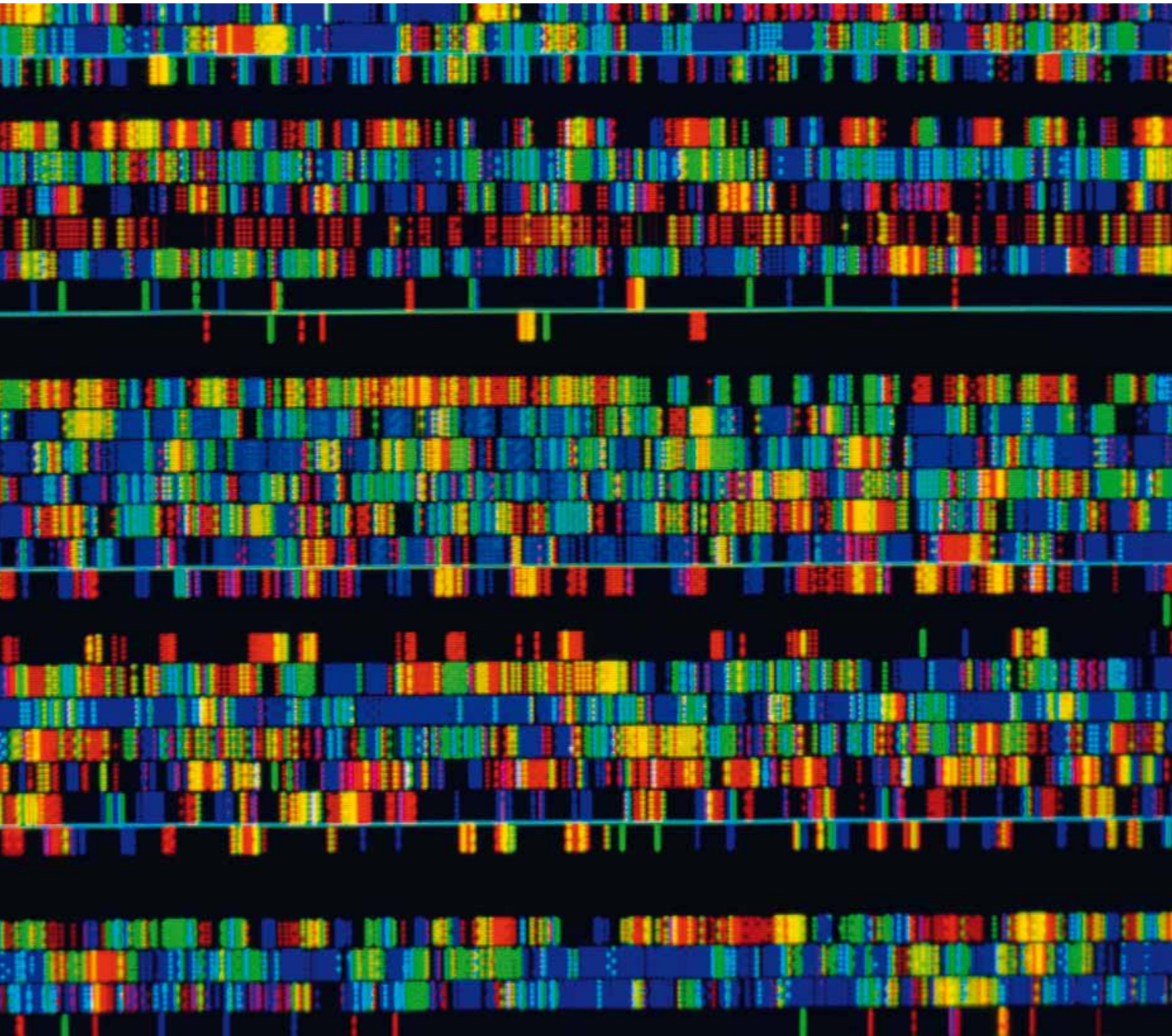
«Durante meses no pude dormir pensando en lo increíblemente elegante y bello que es el sistema que ha inventado la naturaleza para contar calorías.»

“I couldn’t sleep at night for months just thinking about how unbelievably elegant and beautiful nature’s solution to the calorie-counting problem is.”

Jeffrey M. Friedman

Premio Fundación BBVA
Fronteras del Conocimiento 2012 en
Biomedicina

2012 BBVA Foundation
Frontiers of Knowledge Award in
Biomedicine





Douglas L. Coleman

Jeffrey M. Friedman

Premio Fundación BBVA
Fronteras del Conocimiento 2012 en
Biomedicina

2012 BBVA Foundation
Frontiers of Knowledge Award in
Biomedicine

25

La explicación genética de la obesidad

A finales de los años setenta Jeffrey Friedman acababa de doctorarse en Medicina. Le quedaba un año libre antes de especializarse en gastroenterología, y uno de sus profesores le sugirió probar con la investigación. Friedman entró en un grupo experto en química de la adicción. Lo que ocurrió fue que se sintió «totalmente cautivado» por la idea de que unas cuantas moléculas puedan regir conductas y emociones humanas, hasta el punto de que hoy sigue investigando en lo mismo: el control biológico de un impulso tan básico y a la vez complejo como las ganas de comer. Su descubrimiento de la hormona leptina, que regula el apetito, le convierte junto con Douglas Coleman, el químico que predijo su existencia, en ganador del Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Biomedicina.

El hallazgo de la leptina es importante en la medida en que la obesidad es cada vez más común en el mundo desarrollado, sin que las dietas adelgazantes –que para la inmensa mayoría no funcionan a medio y largo plazo– parezcan ser la solución. Los trabajos de Friedman y Coleman han abierto la vía al estudio de la biología de la obesidad y además han provocado un importante cambio de paradigma social: demuestran que esta enfermedad no se debe «a un comportamiento inadecuado, sino a un desequilibrio en un proceso regulado hormonalmente», señala el acta del jurado.

«No es que a los obesos les falte fuerza de voluntad para adelgazar, es que sus genes están alterados», dice Friedman; «la causa de la obesidad no es glotonería, es genética». «Debemos dejar de estigmatizar a los obesos. En su esfuerzo por perder peso ellos luchan contra su biología, pero también contra una sociedad convencida, equivocadamente, de que la obesidad es un fracaso personal». Es un cambio de enfoque con consecuencias médicas y que trae buenas noticias. «La aceptación de las bases biológicas de

The genetic explanation for obesity

In the late 1970s, Jeffrey Friedman had just completed a doctorate in medicine. He had a year free before starting his specialist training in gastroenterology, and one of his professors suggested he try his hand at research. Friedman joined an expert group studying the chemistry of addiction. And he soon found himself so “entirely captivated” by the idea that a few loose molecules could govern human conduct and emotions that he is still researching in the same field: this time on the biological control of an impulse as basic yet complex as the drive to eat. His discovery of the leptin hormone, which regulates appetite, and the work of Douglas Coleman, the chemist who predicted its existence, have now been distinguished with the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Biomedicine. The discovery of leptin is a major breakthrough at a time when obesity is increasingly rife throughout the developed world. Not only that, it is a problem with no clear solution, since weight-loss regimes are ineffective in the medium and long run for the majority of dieters. Coleman and Friedman’s findings, in the view of the jury, have not only opened up a new era of research into the biological roots of obesity, but have also brought about a paradigm shift in social attitudes by showing that obesity is not due to “inappropriate behavior, but is the consequence of imbalance in a hormone-driven process.”

“Overweight people don’t lack the willpower to get thin, their genes are actually altered,” says Friedman; “the cause of obesity is not gluttony, it’s genetics.” The corollary is evident enough: “We must stop stigmatizing the obese. In their efforts to lose weight they are fighting against their biology. But they also are fighting against a society that wrongly believes that obesity is a personal failing.” In other words, a change of approach that comes with medical consequences but also a large dose of hope. “By accepting the biological foundations of obesity we

La incidencia de la obesidad en el mundo desarrollado sigue aumentando y las dietas adelgazantes no resuelven el problema. El descubrimiento de una hormona que controla el apetito, la leptina, es el primer paso hacia la comprensión de las causas biológicas de la obesidad y hacia el desarrollo de futuros tratamientos farmacológicos.

Obesity has a growing incidence in the developed world and weight-loss diets are doing little to solve the problem. The discovery of an appetite-regulating hormone, leptin, is a first step towards understanding the disease's biological causes and developing effective therapies.

la obesidad nos permite concentrarnos en la salud en lugar de en el peso» –prosigue el galardonado– y para mejorar la salud «basta pérdidas moderadas de peso». Con este nuevo punto de vista la *victoria* es más fácil.

La investigación de la obesidad comienza con un ratón nacido en el Jackson Laboratory, en Maine (Estados Unidos), en 1949. El animal, tres veces más gordo de lo habitual, comía vorazmente y desarrollaba diabetes. ¿Por qué? Se demostró enseguida, por cruces genéticos clásicos, que la causa estaba en un único gen. Las técnicas de la época no permitían encontrarlo, y durante años los investigadores no avanzaron más en el problema.

En 1965 Coleman (Ontario, Canadá, 1931) llegó al Jackson Laboratory –donde hoy es profesor emérito– con la intención de quedarse poco tiempo y sin un objetivo claro de investigación. Se le asignó trabajar con una segunda estirpe de ratones obesos, comparándola con la primera conocida; y, tras una serie de ingeniosos experimentos en que conectaba los sistemas circulatorios de parejas de ratones obesos y normales, concluyó que debía de existir un factor de saciedad que circula en sangre y que es capaz de suprimir el apetito. Descubrió también que esa hormona ejercía su efecto sobre el cerebro.

La claridad de esos resultados no evitó, sin embargo, que «muchos de mis colegas mantuvieran el dogma de que la obesidad se debe al comportamiento, no a la fisiología», ha explicado Coleman. Pero otros sí que empezaron a buscar la hormona en cuestión, y de hecho «la búsqueda se convirtió en una carrera» en la que participaba el propio Coleman.

Pero hizo falta paciencia. Para el siguiente capítulo hay que esperar a 1986, cuando Friedman (Orlando, Estados Unidos, 1954) monta su propio laboratorio en la Universidad de Rockefeller, Nueva York –donde hoy es catedrático–, y decide buscar el gen del factor de saciedad. Ahora hubiera tardado unas semanas, pero la era de la genómica quedaba entonces muy lejos: «No existían las tecnologías actualmente disponibles para aislar genes», explica Friedman. «Sabía que iba a ser una tarea ardua, y decidí llamar a Coleman para obtener más información».

Coleman recuerda esa llamada, y también la satisfacción, ocho años después, de ver probada su hipótesis. Porque en 1994 Friedman llegó a la meta. Ha contado que fue un periodo muy intenso: «con cada llamada temía la noticia de que alguien había encontrado el gen», y también que

can start concentrating on health instead of weight,” the new laureate continues, and improving health calls for “moderate weight loss only.” From this new perspective, “victory” becomes more attainable.

Obesity research began with a mouse born in the Jackson Laboratory, Maine (United States), in 1949. Three times fatter than normal, the animal ate voraciously and developed diabetes, to the puzzlement of researchers. It soon became plain, from classic genetic crosses, that the cause lay in a single gene. But the techniques of the time were too limited to find it, which left the team laboring along with no real progress.

In 1965, Coleman (Ontario, Canada, 1931) arrived at the Jackson Laboratory – where he is now emeritus professor – for what he thought would be a short stay and with no fixed research objective. He was assigned to work on a second strain of obese mice, running comparative studies with the first. After a series of ingenious experiments connecting up the circulatory systems of obese and normal mouse pairs, he concluded that there must be a circulating satiety factor in the blood with the power to suppress appetite. And he also discovered that this hormone acted on the brain.

Despite the conclusiveness of these findings, many of Coleman’s colleagues, he recalls now, “maintained the dogma that obesity is entirely behavioral, not physiological.” Others, however, embarked on a search for the elusive hormone, and “the hunt became a race,” in which Coleman too was an eager participant.

But the race turned out to be long-distance. The next chapter had to wait until 1986, when Friedman (Orlando, United States, 1954) set up his own lab at Rockefeller University, New York – where he is now full professor – and resolved to seek out the satiety factor gene. Nowadays it would take him just a few weeks, but the era of genomics was still a distant dream. “Back then we didn’t have the technology to isolate genes,” Friedman explains, “so I knew it was going to be a hard task, and decided to call Coleman to get more background.”

Coleman remembers that call, and also the satisfaction he felt eight years later, when his hypothesis was borne out. Because in 1994 Friedman reached the finish line. He describes some of his feelings during what was a very intense period: “Each phone call I got, my first thought was that someone had beaten me to it.” And when the

el desenlace fue «absolutamente emocionante. Durante meses no pude dormir pensando en lo increíblemente elegante y bello que es el sistema que ha inventado la naturaleza para contar calorías».

La leptina –término que procede del griego *leptos*, «delgado»– funciona como predijo Coleman. Es una hormona producida por las células de grasa que circula por el torrente sanguíneo y actúa sobre los centros cerebrales de control del apetito. Cuanta más grasa hay más leptina se produce y menos apetito se siente, lo que impide que un individuo obeso siga engordando; y viceversa, cuando disminuye la grasa corporal también lo hace la leptina, y el apetito aumenta. Un mecanismo importante desde el punto de vista evolutivo, como explica Friedman: «Sería muy peligroso no tener grasa, porque te arriesgas a morir de inanición, pero también es peligroso estar demasiado gordo, porque estás a merced de los predadores. El objetivo es mantener un nivel equilibrado».

Lo fino y robusto del sistema, capaz por lo general de mantener estable el peso del organismo durante décadas, maravilla a Friedman y Coleman, y es lo que hace que sea tan difícil adelgazar. «La sensación de hambre contra la que lucha un obeso cuando ha perdido una cantidad significativa de peso probablemente no es menos intensa que el impulso de beber cuando se está sediento», ha escrito Friedman. Los estudios muestran que el perfil psicológico y fisiológico de un obeso sometido a una dieta estricta es equiparable al de quien sufre inanición.

Hoy se sabe que la leptina no es el único gen relacionado con la obesidad, pero su identificación ha sido el primer paso hacia la comprensión de los factores que controlan el apetito y, según ambos galardonados, hacia el desarrollo de futuros tratamientos farmacológicos.

breakthrough came: “It was absolutely exhilarating. I couldn’t sleep at night for months just thinking about how unbelievably elegant and beautiful nature’s solution to the calorie-counting problem is.”

Leptin – from the Greek *leptos*, thin – operates just as Coleman predicted. It is a hormone produced by fat cells that circulates in the bloodstream and acts on appetite control centers in the brain. The more fat you have, the more leptin your body makes and the less hungry you feel, which stops obese people from gaining more weight. And vice versa. If you lose body fat, you produce less leptin and your appetite increases. This important mechanism, as Friedman explains, has an evolutionary purpose: “It would be very dangerous to have no fat, because you would risk dying of starvation, but it would also be dangerous to be too fat, because you would be at the mercy of predators. So the system tries to maintain an optimal level.”

The robustness and precision of the system, capable under normal circumstances of keeping body weight stable over decades, is a source of wonderment to Friedman and Coleman, but it is also what makes dieting so hard. “The feeling of hunger that the obese must resist after they have lost a significant amount of weight is probably no less powerful than the drive to drink when one is thirsty,” Friedman has written. Studies show that the psychological and physiological profile of an obese person following a strict diet is comparable to that of someone suffering starvation.

We now know that leptin is not the only gene associated with obesity, but its identification is a first step towards a better understanding of the factors controlling appetite and, both laureates concur, towards the development of future drug therapies.





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 by the fusion of previously independent segments, and 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.



Robin Lovell-Badge

Secretario del jurado
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.

Secretary of the Jury
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 honors include the Louis Jeantet Prize for Medicine.



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 de relevancia 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

Es catedrático AXA-CNIO de Oncología Molecular en el Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO). Descubridor del primer oncogén humano en 1982, su investigación actual se centra en el uso de 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), el Ipsen Prize (Francia) o el Charles Rodolphe Brupbacher Cancer Prize (Suiza).

AXA-CNIO Professor of Molecular Oncology in the Spanish National Cancer Research Centre (CNIO). Discoverer of the first human oncogene, in 1982, his research currently focuses on 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. Among a long list of distinctions, he holds the J. Steiner Award (Switzerland), the Ipsen Prize (France), and the C. R. Brupbacher Cancer Prize (Switzerland).



Óscar Marín

Es investigador principal en el Departamento de Neurobiología del Desarrollo del Instituto de Neurociencias de Alicante (CSIC-Universidad Miguel Hernández). Su investigación trata de explicar el desarrollo del córtex cerebral estudiando la biología de las neuronas intercorticales. Estudia también el papel de los genes de susceptibilidad a la esquizofrenia en la formación de circuitos neuronales. Es miembro del Board of Reviewing Editors de la revista *Science* y premio Joven Investigador de la Organización Europea de Biología Molecular.

Principal Investigator in the Department of Developmental Neurobiology of the Instituto de Neurociencias de Alicante (CSIC-Miguel Hernández University). His research aims at an understanding of the development of the cerebral cortex, focusing on the biology of cortical interneurons, and he is also studying the role of schizophrenia susceptibility genes in the formation of neuronal circuits. A member of the Board of Reviewing Editors of *Science*, he holds the Young Investigator Award of the European Molecular Biology Organization.



Ursula Ravens

Directora del Departamento de Farmacología y Toxicología de la Universidad Tecnológica de Dresde. Autora de más de 250 artículos en revistas internacionales, es pionera en el estudio de la electrofisiología del corazón y la utilización de células madre para la regeneración del músculo cardíaco, el tratamiento farmacológico de la vejiga hiperactiva y el síndrome del tracto urinario inferior. Es miembro del consejo editorial de revistas como el *Journal of Cardiovascular Pharmacology* y *fellow* de la Asociación Americana del Corazón, entre otras distinciones.

Head of the Department of Pharmacology and Toxicology at the Technical University of Dresden. Author of over 250 papers in international journals, alongside her pioneering work in cardiac electrophysiology, she has researched into the use of stem cells to regenerate cardiac muscle and the pharmacological treatment of hyperactive bladder and lower urinary tract syndrome. She sits on the editorial boards of publications like the *Journal of Cardiovascular Pharmacology* and is a fellow of the American Heart Association, among other distinctions.



Angelika Schnieke

Catedrática de Biotecnología Animal en el Departamento de Ciencias Animales de la Universidad Tecnológica de Múnich, ha trabajado en la industria biotecnológica y en centros de investigación en Reino Unido, Estados Unidos, Suiza y Alemania. Su trabajo ha sido determinante para la clonación de la oveja Dolly y la producción del primer animal de granja mediante la técnica de *gene targeting*. Su investigación abarca también la producción de proteínas terapéuticas en animales grandes, células madre animales, xenotrasplantes y modelos animales genéticamente modificados para investigación.

Chair of Livestock Biotechnology in the Department of Animal Science at the Technische Universität München (TUM), she has worked in the biotechnology industry and research centers in the UK, U.S., Switzerland and Germany. Her work was instrumental in the cloning of Dolly the sheep and the production of the first ever gene-targeted livestock animal. Among her other research topics are the production of pharmaceutical proteins in large animals, animal stem cells, xenotransplantation and genetically defined animal models for biomedical research.

Bruce Whitelaw

Es catedrático de Biotecnología Animal en la Royal (Dick) School of Veterinary Studies (Universidad de Edimburgo) y director de la División de Biología del Desarrollo del Instituto Roslin. 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.

Professor of Animal Biotechnology in the Royal (Dick) School of Veterinary Studies (University of Edinburgh) and Head of the Developmental Biology Division at the Roslin Institute. His research centers on the production of transgenic animals to advance 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.

Jurado

Premio Fundación BBVA
Fronteras del Conocimiento 2012 en
Biomedicina

Acta del jurado

Coleman y Friedman revelaron la existencia de los genes implicados en la regulación del apetito y el peso corporal y, así, descubrieron una vía hormonal crítica en patologías como la obesidad.

Su trabajo muestra que la leptina es la hormona que, generada por la grasa y otros tejidos periféricos, actúa como señal de *feedback* negativo sobre el receptor de la leptina situado en el cerebro y cuya función es controlar la ingesta de alimentos, el gasto energético y la cantidad de grasa que se acumula en el organismo. La ausencia de la leptina o su receptor lleva a la obesidad. Esta vía también vincula los cambios en la nutrición con las respuestas adaptativas en otros sistemas fisiológicos. Identificada inicialmente en ratones, el sistema actúa igual en los humanos y es, por tanto, de una importancia clínica evidente. El trabajo de ambos galardonados ha generado una cantidad ingente de investigación novedosa sobre los sistemas endocrino y metabólico, y cómo estos se relacionan con el sistema nervioso, que regula el comportamiento alimenticio y el equilibrio energético.

Hasta este descubrimiento se consideraba que la obesidad era, principalmente, un problema de comportamiento inapropiado, y a partir de tal descubrimiento, que es la consecuencia del desequilibrio en un proceso hormonal en el que el apetito es determinado por la sensibilidad a los niveles de leptina. La obesidad se ha convertido en un problema cada vez más relevante para los sistemas sanitarios, especialmente por su impacto en las enfermedades cardiovasculares, la diabetes o el cáncer.

Jury

2012 BBVA Foundation
Frontiers of Knowledge Award in
Biomedicine

Jury's citation

Coleman and Friedman revealed the existence of the genes involved in the regulation of appetite and body weight, and in so doing discovered a new hormone pathway critical for human pathologies such as obesity.

From their work it is clear that leptin is the hormone made by fat and other peripheral tissues, that acts as a negative feedback signal on the leptin receptor in the hypothalamus in the brain to maintain control of food intake, energy expenditure and the amount of fat that accumulates. The absence of leptin or its receptor leads to obesity. This pathway also links changes in nutrition to adaptive responses in other physiologic systems. Initially identified in the mouse, this system holds true for humans, and is therefore of obvious clinical importance. The work also resulted in a massive expansion of new research in endocrinology and metabolism, and how these are related to circuits in the nervous system that regulate feeding behavior and energy balance.

This discovery turned opinion from one that obesity was largely a problem of inappropriate behavior to one where it is the consequence of imbalance in a hormone driven process, where appetite is determined by sensitivity to the levels of leptin. Obesity is an increasingly significant burden on healthcare systems, especially with its additional impacts on cardiovascular disease, diabetes and cancer.

«El diseño y la implementación de redes de reservas es el próximo gran desafío para la conservación y gestión de los recursos marinos.»

“The design and implementation of reserve networks is the next great challenge for marine policy and resource management.”

Jane Lubchenco

Premio Fundación BBVA
Fronteras del Conocimiento 2012 en
**Ecología y Biología
de la Conservación**

2012 BBVA Foundation
Frontiers of Knowledge Award in
**Ecology and
Conservation Biology**





Jane Lubchenco

Premio Fundación BBVA
Fronteras del Conocimiento 2012 en
**Ecología y Biología
de la Conservación**

La urgencia de proteger los océanos

En su hasta hace poco cargo de directora de la NOAA (Agencia Nacional Oceánica y Atmosférica) de Estados Unidos, Jane Lubchenco ha tenido que tomar decisiones relativas a la investigación del clima, a las pesquerías del país o a cómo hacer frente a uno de los vertidos de petróleo más graves de la historia: el de la plataforma petrolífera *Deepwater Horizon* en el Golfo de México en 2010. Lubchenco es una científica doblemente relevante, porque a esa faceta decisora, esta ecóloga marina –capaz de observar durante años bígaros y algas en la costa de Nueva Inglaterra– une su condición de referencia en la investigación, con trabajos pioneros que han ayudado a entender el funcionamiento de los ecosistemas costeros y han demostrado el gran valor de las reservas marinas. Jane Lubchenco (Denver, Estados Unidos, 1947) es la ganadora del Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Ecología y Biología de la Conservación.

Como «líder mundial en ecología y conservación marina» –señala el acta del jurado–, Lubchenco mostró con sus experimentos «que la estructura y la función de los ecosistemas costeros está controlada por los efectos conjuntos de los nutrientes, la luz, la temperatura y los herbívoros». Además, «ha liderado el diseño de reservas marinas a partir de principios fundamentales en la ciencia ecológica», proporcionando así argumentos científicos útiles para determinar dónde crear redes de reservas marinas y cuáles deberían ser su tamaño y grado de protección óptimos. Lubchenco no pasó su infancia cerca del mar –decidió su carrera tras un curso de verano *mágico* en el Marine Biological Laboratory en Woods Hole, Massachusetts–, pero su tesis doctoral es una versión altamente sofisticada de lo que hacen los niños de costa: una investigación paciente y minuciosa del comportamiento de los caracoles en los charquitos intermareales. ¿Qué algas prefieren comer? ¿Cómo afecta su número al ecosistema en cada charco?

2012 BBVA Foundation
Frontiers of Knowledge Award in
**Ecology and
Conservation Biology**

The urgency of protecting our oceans

In her recent position as head of the NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), Jane Lubchenco had to take decisions concerning climate research, national fisheries policy and how to cope with one of the worst oil spills in history: that of the *Deepwater Horizon* rig in the Gulf of Mexico in 2010. Lubchenco is a doubly influential scientist, because the marine ecologist – who spent years observing whelks and algae along the New England coast – combines this leadership facet with her fame as a researcher; the author of landmark contributions that have advanced our understanding of coastal ecosystem function and demonstrated the value of marine reserves. Jane Lubchenco (Denver, United States, 1947) is also the latest winner of the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Ecology and Conservation Biology.

As a “world leader in marine ecology and conservation,” in the words of the award citation, Lubchenco was able to show experimentally “that the structure and function of coastal ecosystems are controlled by the joint effects of nutrients, light, temperature and herbivores.” Moreover: “She has been a leader in establishing marine reserves based on solid principles of ecological science,” providing solid scientific arguments to decide the location of marine reserves and their optimal size and protection status.

Lubchenco did not grow up near the sea – she settled on her future career after a “magical” summer course in the Marine Biological Laboratory in Woods Hole, Massachusetts – but her PhD thesis is a highly complex version of what all shore-dwelling children do: a patient, painstaking study of the behavior of snails in intertidal pools. Which algae do they most like to eat? How does their density affect the ecosystem of each pool? These experiments, a novelty in a science traditionally descriptive in its approach, have been written up in some of the most highly cited papers in the field. “My approach has been to test

Los experimentos de Jane Lubchenco han ayudado a entender los ecosistemas marinos y en concreto fenómenos como los afloramientos, que dan lugar a las pesquerías más importantes del planeta. Además ha demostrado la utilidad de las reservas marinas, y ha aportado los argumentos científicos que permiten crearlas en los lugares adecuados y con la extensión y grado de protección óptimos.

Jane Lubchenco's experiments have enhanced our understanding of marine ecosystems, and shed light on phenomena such as upwelling systems, which support the world's most productive fisheries. She has also demonstrated the value of marine reserves, and provided scientific arguments to decide where they should be sited, and their optimal size and protection status.

Estos experimentos, novedosos en una ciencia con un enfoque hasta entonces muy descriptivo, están recogidos en algunos de los trabajos más citados en su área. «Mi forma de trabajo se ha basado en comprobar mis ideas con experimentos, para así entender de verdad cómo funcionan los ecosistemas marinos, cómo están cambiando y cómo podemos gestionar nuestra actividad para hacerla compatible con la conservación de los océanos y las costas», explica Lubchenco.

Se dio cuenta, por ejemplo, de que los herbívoros juegan un papel estructural en el ecosistema mucho más importante de lo que se creía. En el caso de los caracoles, son ellos, con claras preferencias alimentarias por unas algas sobre otras, los que determinan el grado de biodiversidad en el charco. A mayor escala, este hallazgo se traduce en que una de las fuerzas que rigen el funcionamiento de los ecosistemas costeros son las especies situadas en la base de la cadena trófica, como el plancton y los herbívoros.

Esta investigación, llevada a cabo en los años setenta, echaba por tierra la idea entonces extendida de que la dinámica de estos ecosistemas depende sobre todo de los depredadores –carnívoros–. Y también contribuye a entender el fenómeno biológico de los *afloramientos*, en los que los nutrientes emergen del fondo marino hacia las aguas superficiales y generan áreas ricas en pesca. Muchas de las pesquerías más importantes del planeta se explican por los afloramientos, de ahí la necesidad de entenderlos. Así que, como afirma el acta, «la perspectiva de la profesora Lubchenco sobre los procesos ecológicos ha sido determinante para comprender que el vínculo entre los afloramientos, el clima y las perturbaciones ecológicas es clave para la conservación de las pesquerías a largo plazo». Los trabajos sobre las reservas marinas son posteriores. Y parten de la constatación de que «la situación de los océanos es realmente grave», dice Lubchenco. Amenazas como la sobrepesca, la degradación de hábitats costeros o la contaminación química se unen a los efectos del cambio climático, que se hacen notar «más rápido de lo esperado». Como explica la galardonada en el trabajo «Plugging a hole in the ocean: The emerging science of marine reserves» (*Ecological Applications*, 2003), «la degradación rápida y radical de los océanos del planeta es una llamada de atención cada vez más urgente sobre la necesidad de poner en marcha estrategias más efectivas para proteger, mantener y restaurar los ecosistemas ma-

ideas with experiments so we can truly understand how marine ecosystems work, how they are changing, and how we can do a better job of managing our activities to help the oceans and coasts,” Lubchenco explains.

She realized, for instance, that herbivores have a structural importance for the ecosystem beyond what anyone suspected, to the extent that their preference for one alga over another determines the level of biodiversity in the intertidal community. On a larger scale, this finding means that bottom-of-the-food-chain species like herbivores and plankton are among the fundamental drivers of coastal ecosystem function.

It was this research, conducted in the 1970s, which overturned the then-prevalent idea that ecosystem dynamics were primarily dependent on predators – the carnivores. And it also shed new light on the biological phenomenon known as upwelling, whereby nutrients rise from the ocean depths to the surface waters, resulting in high levels of primary productivity. Many of the world's richest fisheries are supported by upwelling, so it is important to know how it is driven and sustained. And on this point: “Professor Lubchenco's insights on ecological processes have been fundamental to understanding that the links between upwelling systems, ocean climate, and ecological perturbation are critical for the long-term sustainability of fisheries,” the jury maintains.

Her work on marine reserves came at a later date, and sprang from the realization, Lubchenco says, that “the state of our oceans is truly grave.” Threats like overfishing, the degradation of coastal habitats and chemical pollution are being compounded by the effects of climate change, which are being felt “faster than anyone expected.” As the new laureate explains in her paper “Plugging a Hole in the Ocean: The Emerging Science of Marine Reserves” (*Ecological Applications*, 2003), “rapid and radical degradation of the world's oceans is triggering increasing calls for more effective approaches to protect, maintain, and restore marine ecosystems.” After sifting through a large body of evidence favoring a selective area-based approach to conservation over the traditional focus on single species conservation, she concludes that “the design and implementation of reserve networks is the next great challenge for marine policy and resource management.”

Lubchenco sees no contradiction in her dual role as scientist and administrator, but is convinced that “we have to

rinos». Tras revisar múltiples evidencias a favor de proteger no solo una especie –como solía hacerse– sino áreas cuidadosamente seleccionadas, Lubchenco concluye que «el diseño y la implementación de redes de reservas es el próximo gran desafío para la conservación y gestión de los recursos marinos».

Lejos de ver su doble faceta de científica y gestora como contradictoria, Lubchenco es una firme defensora de que «debemos utilizar la ciencia para sustentar nuestras decisiones». Se entiende así que la atención a los recursos pesqueros, precisamente, haya sido una de sus principales labores como directora de la NOAA: «Hemos hecho grandes avances para acabar con la sobrepesca en aguas estadounidenses y hemos trabajado con colegas en otros países, también de la Unión Europea, para conseguir que esta sea una actividad sostenible», afirma. «Si queremos comer pescado, y que los pescadores continúen teniendo trabajo, debemos comenzar a pescar ya de forma responsable».

Si es poco habitual que un científico deje la primera línea de investigación para dedicarse a la administración, probablemente lo es menos aún que recorra el camino de vuelta. Tras los últimos cuatro años en la NOAA, Lubchenco ha decidido regresar ahora a su cátedra en la Universidad Estatal de Oregón, donde enseña desde 1977. Pero no por ello dejará de trasladar sus conocimientos a la sociedad. Su visión de una ciencia «útil, además de apasionante» exige una comunicación de calidad entre los científicos y el público en general: «Los científicos necesitamos aprender a hablar de ciencia de forma que sea comprensible y relevante en relación con los grandes problemas del mundo. Debemos compartir nuestra pasión por la ciencia, y explicar la importancia que el nuevo conocimiento tiene a la hora de resolver problemas del mundo real».

use science to support our decisions.” It is for this reason, presumably, that the stewardship of fishery resources was among her chief concerns as head of the NOAA: “We have made great progress in halting overfishing in U.S. waters and have worked with colleagues in other countries and the European Union to make fishing a sustainable activity,” she relates. “If we want to eat fish, and want fishermen to have jobs, then we need to fish responsibly today.” If it is rare for scientists to abandon front-line research to join the Administration, it is probably rarer still for one to take the opposite path. But after four years at the NOAA, Lubchenco has decided to resume her professorship at Oregon State University, where she had taught since 1977. Of course this will not spell an end to her efforts to contribute her knowledge to society. Her vision of a science that is “useful, as well as exhilarating,” relies on effective communication between scientists and the broad public: “Scientists must learn to talk about their science in ways that are understandable and relevant to real-world issues. We have to share our excitement about science, and explain the importance of new knowledge and how it is relevant to solving tangible problems.”





Daniel Pauly

Presidente del jurado
Catedrático de Recursos Pesqueros en 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 de Ecología. En 2010 ha publicado *Five easy pieces: The impact of fisheries on marine ecosystems and Gasping 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 (Canada) and 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 a co-founder of the online encyclopedia FishBase.org. Recipient of the Ramon Margalef Prize in Ecology, in 2010 he published *Five Easy Pieces: the Impact of Fisheries on Marine Ecosystems and Gasping Fish and Panting Squids: Oxygen, Temperature and the Growth of Water-Breathing Animals*.



Jordi Bascompte

Secretario del jurado
Es catedrático en el Departamento de Ecología Integrativa de la Estación Biológica de Doñana (CSIC), en el que dirige un grupo internacional e interdisciplinar sobre redes ecológicas. Su investigación combina modelos matemáticos, simulaciones y análisis de conjuntos de datos para abordar cuestiones fundamentales y aplicadas. Editor jefe de la sección Ideas and Perspectives de *Ecology Letters* y miembro del Board of Reviewing Editors de *Science*, es European Young Investigator Award y Ecological Society of America's George Mercer Award.

Secretary of the Jury

Professor in the Integrative Ecology Department at Estación Biológica de Doñana (CSIC), where he leads an international, interdisciplinary team working on ecological networks. His research combines mathematical models, simulations and data set analysis to address fundamental and applied questions in ecology. Editor-in-chief of the Ideas and Perspectives section of *Ecology Letters* and a member of the Board of Reviewing Editors of *Science*, he holds the European Young Investigator Award and the Ecological Society of America's George Mercer Award.



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.



Gerardo Ceballos

Es catedrático en el Laboratorio de Ecología y Conservación de la Fauna Silvestre de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde investiga sobre ecología animal, biogeografía y conservación de la naturaleza. Ha llevado a cabo diversos proyectos de conservación, entre los que destacan la propuesta y creación de tres reservas de la biosfera en México. Entre los reconocimientos a su trayectoria figuran el Premio Rolex (Mención Honorífica) y el Premio al Servicio Distinguido en Academia de la Sociedad de la Conservación Biológica (Estados Unidos).

Professor in the Wildlife Ecology and Conservation Laboratory of the Universidad Nacional Autónoma de México, where he researches into animal ecology, biogeography and nature conservation. He has led diverse environmental conservation projects, notably the campaign leading to the creation of three Mexican biosphere reserves. His achievements have been recognized by the Rolex Award (honorable mention), and the Distinguished Academic Service Award of the Society for Conservation Biology (United States).



Pedro Jordano

Profesor de Investigación del Departamento de Ecología Integrativa en la Estación Biológica de Doñana (Sevilla, España), del CSIC. Su investigación se centra en las consecuencias ecológicas y evolutivas de las interacciones entre plantas y animales para comprender cómo la coevolución conforma comunidades megadiversas, donde los mutualismos planta-animal desempeñan un papel decisivo. Divide su investigación entre los bosques mediterráneos españoles y la selva atlántica brasileña. Es Mercer Award de la Ecological Society of America.

Research Professor in the Department of Integrative Ecology at Estación Biológica de Doñana, CSIC (Spain). His research focuses on the ecological and evolutionary consequences of mutualistic interactions between animals and plants, seeking to understand how coevolution shapes megadiverse communities, where such mutualisms play a decisive role. He divides his research time between the Spanish Mediterranean forest and the Atlantic Forest of Brazil. Holder of the Mercer Award of the Ecological Society of America.



Gary K. Meffe

Es catedrático adjunto en el Departamento de Ecología de la Vida Salvaje y Conservación en la Universidad de Florida (Estados Unidos). Ha sido director y *consulting editor* de *Conservation Biology*, la publicación más influyente en el sector. Ha desarrollado parte de su carrera en el Laboratorio de Ecología Fluvial de Savannah, de la Universidad de Georgia. Entre sus obras figuran *Principles of conservation biology* y *Ecosystem management: Adaptive, community-based conservation*, así como *Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)*.

Adjunct Professor in the Department of Wildlife Ecology and Conservation at the University of Florida (United States). He has served as editor-in-chief and consulting editor of *Conservation Biology*, the sector's most influential journal, and also spent part of his career at the Savannah River Ecology Laboratory of the University of Georgia. His publications include the books *Principles of Conservation Biology*, *Ecosystem Management: Adaptive, Community-based Conservation*, and *Ecology and Evolution of Livebearing Fishes (Poeciliidae)*.

Jurado

Premio Fundación BBVA
Fronteras del Conocimiento 2012 en

Ecología y Biología de la Conservación

Jury

2012 BBVA Foundation
Frontiers of Knowledge Award in

Ecology and Conservation Biology

Acta del jurado

Jane Lubchenco es líder mundial en ecología y conservación marina. Los resultados obtenidos a partir de su investigación en zonas costeras han tenido una gran influencia en la definición de los procesos de control «abajo-arriba» (*bottom-up*) en cadenas tróficas de los ecosistemas marinos, principalmente por la acción simultánea de los factores físicos y los recursos.

A diferencia de la perspectiva dominante entonces de que las comunidades costeras dependen de la depredación, la profesora Lubchenco mostró, a través de sus experimentos, que la estructura y la función de los ecosistemas costeros está controlada por los efectos conjuntos de los nutrientes, la luz, la temperatura y los herbívoros. Con su contribución ha demostrado que los afloramientos costeros afectan tanto a los procesos que van de arriba hacia abajo como de abajo hacia arriba en la cadena trófica. Muchas pesquerías de todo el mundo se apoyan en estos sistemas de afloramientos costeros. Por lo tanto, los puntos de vista de la profesora Lubchenco sobre los procesos ecológicos han sido determinantes para comprender que los vínculos entre los ecosistemas, el clima marino y las perturbaciones ecológicas son claves para la conservación de las pesquerías a largo plazo.

Además, la profesora Lubchenco expandió conceptualmente estos hallazgos ecológicos a la conservación marina a escala mundial. Ha liderado el diseño de reservas marinas a partir de principios fundamentales de la ciencia ecológica. Su contribución estableció un marco científico para definir los lugares idóneos, tamaño y cobertura de las redes de reservas marinas, incorporando su experiencia y aplicando principios científicos a las políticas públicas.

Jury's citation

Jane Lubchenco is a global leader in marine ecology and conservation whose ground-breaking experimental work in coastal environments has been highly influential in defining the role of bottom-up control in marine ecosystems, mainly through the simultaneous action of resources and physical factors.

In contrast to the then-dominant perspective that the dynamics of coastal communities are mainly driven by predation, Prof. Lubchenco showed experimentally that the structure and function of coastal ecosystems are controlled by the joint effects of nutrients, light, temperature, and herbivores. Her work demonstrated that coastal upwelling affects both top-down and bottom-up processes. Many of the world's fisheries are supported by upwelling systems. Therefore, her insights on those ecological processes have been fundamental to understanding that the links between those systems, ocean climate, and ecological perturbation are critical for the long-term sustainability of fisheries.

In addition, Prof. Lubchenco conceptually expanded these basic ecological insights to marine conservation at a global scale. She has been a leader in establishing marine reserves based on solid principles of ecological science. Her work established a scientific framework for defining the optimal locations, size, and connectivity of marine reserve networks, effectively integrating her scientific expertise into science-based principles for public policy.

«Ser obstinado y tenaz, sin miedo a la controversia, es parte de mi carácter. Son rasgos que probablemente han sido positivos para el desarrollo de la lógica difusa.»

“Obstinacy and tenacity. Not being afraid of controversy. That’s part of my character which has probably been beneficial for the development of fuzzy logic.”

Lotfi A. Zadeh

```
#include <stream.h>
#include "bignumb.h"

void main(void){
    big_number a(50,25),b;
    long five=5;
    double pi=3.14;
    cout << "\n\na=";
    cin >> a;
    cout << "b=";
    cin >> b;
    cout
    if (a<b)
        cout << "\na<b";
    if (a>b)
        cout << "\na>b";
    if (a==b)
        cout << "\na=b";
    cout << "\na+b=" << a+b;
}

else
{
    f_in1.unsetf(ios::skipws);
    while (!f_in1.eof())
    {
        while (!f_in1.eof())
        {
            getline(f_in1,s);
            try
            {
                s.erase(0,s.find("]",1));
                s.erase(0,(s.find("]",1)+10));
                str= s.substr(0,(s.find("]",1)));
                ip=s.substr(0,(s.find("]",1)));
            }
            catch (int a)
            {
                return 1;
            }
        }
        size=str.compare(ip);
        if (size==0)
        {
            if (size==0)
            {
                try{
                    str=s.substr((s.find("]",0)+
```



Lotfi A. Zadeh

Premio Fundación BBVA
Fronteras del Conocimiento 2012 en
**Tecnologías de la Información
y la Comunicación**

2012 BBVA Foundation
Frontiers of Knowledge Award in
**Information and
Communication Technologies**

41

Enseñando a las máquinas a entender la realidad

«A lo largo de mi vida nunca he dudado a la hora de defender mi forma de ver las cosas. Sobre mi escritorio en la Universidad de Teherán tenía un cartel con la palabra *solo*». Si el ingeniero electrónico Lotfi Zadeh no pensara así, tal vez las ciencias de la computación no habrían experimentado uno de sus mayores avances conceptuales y la electrónica de consumo estaría ahora echando de menos una de sus herramientas más originales. Zadeh es el creador de la llamada *lógica difusa*, una metodología acogida desigualmente en sus inicios pero que ha acabado haciendo posible que las máquinas operen con conceptos imprecisos, como hacemos los humanos, y que en los últimos cincuenta años ha generado más de 50.000 patentes solo en Japón y Estados Unidos. Por esta contribución Lotfi Zadeh recibe el Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Tecnologías de la Información y la Comunicación.

La lógica difusa es «un concepto revolucionario y una metodología que ha creado un nuevo campo de investigación, y que ha demostrado ser muy poderosa en multitud de aplicaciones», afirma el acta del jurado. «(...) Es hoy en día un componente esencial de una amplia gama de productos de consumo, desde cámaras de vídeo y lavadoras hasta instrumentos médicos, así como en sistemas tan complejos como trenes automáticos, plantas de tratamiento de residuos y el control inteligente de motores de coche».

Zadeh (Bakú, Azerbaiyán, 1921), catedrático desde 1959 de la Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos), ha contado que enseguida se dio cuenta de «que la lógica difusa sería útil», pero que no esperaba tal explosión de aplicaciones. Sobre todo teniendo en cuenta que la lógica difusa nace de algo tan poco práctico como una idea, una reflexión sobre la precisión: «Como ingeniero de sistemas siempre tuve la convicción de que las matemáticas ofrecían las respuestas a casi todos los problemas, pero en un cierto momento me di cuenta de que su marco con-

Teaching machines to understand reality

“In my life I have never hesitated to defend my vision. Above my desk at the University of Tehran I had a sign with the word *alone*.” If electrical engineer Lotfi Zadeh’s mindset had been any different, computer science might never have experienced one of its great conceptual leaps, and consumer electronics would be lacking one of its most original tools. For Zadeh is the inventor of fuzzy logic, a methodology which initially met with mixed reactions, but has since enabled machines to operate with imprecise concepts, as humans do, and has generated more than 50,000 patents in the last 50 years in Japan and the U.S. alone. It is for this contribution that Lotfi Zadeh has received the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Information and Communication Technologies.

Fuzzy logic is “a revolutionary concept and methodology that created a new field of research, and has proved powerful in many application domains,” in the words of the prize jury. “(...) it is now an essential component in a wide range of consumer products including video cameras, washing machines, and medical instruments, as well as in more complex systems such as automatic trains, wastewater treatment plants, and intelligent control of car engines.”

Zadeh (Baku, Azerbaijan, 1921), since 1959 a full professor in the University of California at Berkeley (United States), says he knew from the start that “fuzzy logic would be useful,” but could never have predicted such a host of applications. Because fuzzy logic grew out of something as impractical as an idea, a reflection on the nature of precision: “As a systems engineer, I have always been a strong believer in the power of mathematics to solve all kinds of problems, but I also came to realize that such a precise conceptual framework imposed constraints. Psychology, linguistics and so forth are not precise. I have always wanted to narrow the gap between the real world, with

Lotfi Zadeh es el inventor de la llamada *lógica difusa*, una metodología que ha hecho posible que las máquinas operen con conceptos imprecisos, como hacemos los humanos, y que en los últimos cincuenta años ha generado más de 50.000 patentes solo en Japón y Estados Unidos.

Lotfi Zadeh is the inventor of fuzzy logic, a methodology that enables machines to work with imprecise concepts, in the same way humans do, and which has generated over 50,000 patents in Japan and the United States alone.

ceptual tan preciso impone limitaciones. La psicología, la lingüística... no son precisas. Siempre he querido acortar la distancia entre el mundo real, con todas sus imprecisiones, y la matemática clásica. Ese es el origen de los conjuntos difusos y la lógica difusa».

Tomando como modelo a los humanos, con nuestra «sorprendente capacidad» –dice– de tomar decisiones basadas en información inexacta y subjetiva, Zadeh ha buscado la forma de que las máquinas aprendan a operar con la imprecisión y con las palabras, en lugar de con mediciones y cálculos.

El primer paso hacia ese cambio de paradigma son los llamados *conjuntos difusos*. Zadeh los describió por primera vez en 1965, en una publicación que hoy, con más de 35.000 menciones, es de las más citadas del siglo XX. Se trata de conjuntos «cuyos bordes no están delineados claramente», dice su creador. El lenguaje humano está lleno de ellos: los hombres altos, los coches rápidos, las ciudades bonitas... La lógica convencional funciona definiendo qué determina la pertenencia de un elemento al conjunto –medir más de 1,80 metros; superar los 250 Km/hora; tener muchas zonas verdes...–, pero a veces eso no basta para entenderse –un hombre alto en España puede no serlo en Suecia, por ejemplo–. La lógica difusa, creada como tal en 1968, permite definir grados de pertenencia al conjunto –se puede ser un poco alto–, y consigue operar con la imprecisión.

Al principio Zadeh tuvo que enfrentarse al escepticismo de muchos de sus colegas. Contra la nueva idea jugaba algo tan impreciso como los prejuicios contra el término *fuzzy*, en español traducible como *difuso* o *borroso* –la comunidad investigadora española en el área no ha definido una preferencia–: «*Fuzzy* tiene en inglés una connotación negativa, y esto resultó ser una rémora para que la teoría fuese aceptada. En Asia, sin embargo, el término *difuso* no es peyorativo, así que acogieron mejor mi trabajo; ellos no tienen la visión occidental que limita todo a blanco o negro». Pero la utilidad de la lógica difusa está ya hoy fuera de toda duda. Gracias a ella las máquinas *entienden* instrucciones como *frena suavemente* o *refrigera hasta que el aire esté fresco*, lo que les permite ser más eficaces. Y no se trata solo de mejoras en pequeños electrodomésticos. El metro automático de la ciudad japonesa de Sendai, inaugurado en 1987, emplea lógica difusa para que los cambios de velocidad sean más graduales, y es un diez

all its imprecisions, and classical mathematics. That was the origin of fuzzy sets and fuzzy logic.”

Taking humans as his model, in view of what he calls our “remarkable ability” to take decisions based on inexact, subjective information, Zadeh began searching for a way to teach machines to operate with imprecision and words rather than measurements and calculations.

The first step in this paradigm shift were the so-called “fuzzy sets”; articulated by Zadeh in a 1965 paper that would come to be among the most cited of the 20th century, with over 35,000 mentions. Fuzzy sets, as their creator puts it, are classes “with unsharp boundaries.” Human language is full of them: tall men, fast cars, pleasant towns... Conventional logic works by defining which parameters decide an element’s membership or otherwise of a demarcated set: being more than 1.80 meters tall; exceeding 250 km/hour; having lots of green spaces..., but there are invariably times when the picture gets muddled – a tall man in Spain may not be tall in Sweden, for instance. Fuzzy logic, created as such in 1968, admits degrees of belonging to a given set – so the man in question could be “a bit tall” – allowing systems to operate with imprecision.

Zadeh at first had to contend with the skepticism of many colleagues. Part of the controversy, he now thinks, may have started with the name: “The word fuzzy has a pejorative connotation in English, and this turned out to be a handicap when it came to gaining the acceptance of the scientific community. In Asia they don’t have problems with the word fuzzy, so they were more receptive to my work; they don’t share the western vision that everything is either black or white.” Now, however, the usefulness of fuzzy logic is beyond question. It is what allows machines to “understand” instructions like “brake smoothly” or “refrigerate until the air is cool.” And we are not just talking about the efficiency of small appliances. The Japanese city of Sendai’s automated subway network, opened in 1987, uses fuzzy logic to such effect that speed changes are appreciably smoother, while the system’s energy consumption is 10 percent less than that of conventional subways.

Zadeh defines himself as “obstinate and tenacious, and not afraid to get embroiled in controversy”; traits, he muses, that have “probably been beneficial for the development of fuzzy logic.” Beneficial too for other daring but

por ciento más eficaz energéticamente que los metros convencionales.

Zadeh se define a sí mismo como «obstinado y tenaz, sin miedo a la controversia», rasgos que «probablemente han sido positivos para el desarrollo de la lógica difusa». También para otras propuestas a lo largo de su carrera, tan arriesgadas como, según se ha demostrado, exitosas: el concepto de *variable lingüística*, creado en 1975 y que décadas después daría lugar a la *computación con palabras* –que permite literalmente calcular con palabras–; y el *soft computing*, un híbrido de técnicas –la lógica difusa entre otras– para abordar problemas en que la información es incompleta o inexacta. «Mis publicaciones están entre las más citadas en sus campos», dice Zadeh, «así que... tengo la piel gruesa: si alguien me llama estúpido, le doy las gracias por el cumplido».

Zadeh sigue trabajando principalmente en cómo aproximar los ordenadores y sistemas al lenguaje natural. Su influencia se aprecia en el número de publicaciones con el término *difuso* en el título: 253.000. Zadeh ocupa cargos editoriales en setenta y cinco revistas especializadas y aunque la lógica difusa ha dado lugar a decenas de miles de patentes, él no es titular de ninguna de ellas. Respecto a una cuestión que siempre suscita preguntas, su nacionalidad, es fácil relacionarla con los conjuntos difusos: Zadeh, que tras licenciarse en Ingeniería Electrónica en la Universidad de Teherán en 1942 emigró a Estados Unidos, es ciudadano estadounidense pero conserva la nacionalidad iraní. En una entrevista respondía: «No se trata de si soy estadounidense, ruso, iraní o azerbaiyano. Todas esas gentes y culturas han influido en mí, y me siento bastante cómodo entre todos ellos».

ultimately successful propositions that he has worked on in his career: the concept of *linguistic variable*, created in 1975 and which decades later would lead to *computing with words* – in which words are used in place of numbers for computing and reasoning; and *soft computing* – a hybrid of different techniques, including fuzzy logic, to address problems where information is incomplete or inexact. “My papers are among the most highly cited in their field,” notes Zadeh, “consequently... my skin is thick: if somebody tells me I’m stupid, I say thank you very much for the compliment.”

Today Zadeh continues working on ways to bring computers and systems closer to natural language. His influence is evidenced by the number of papers – around 253,000 – that include the word “fuzzy” in their titles. He has held editorial posts at 75 specialist journals and though fuzzy logic has given rise to tens of thousands of patents, not a single one is in his name. The question of his nationality, broached in numerous interviews, invites parallels with fuzzy sets: Zadeh, who emigrated to the United States in 1942 after earning a B.A. in electrical engineering from the University of Tehran, is a U.S. citizen but conserves his Iranian nationality. As he says in an interview: “The question really isn’t whether I’m American, Russian, Iranian, Azerbaijani, or anything else. I’ve been shaped by all these people and cultures and I feel quite comfortable among all of them.”





Georg Gottlob

Presidente del jurado

Es catedrático de Ciencias de la Computación en la Universidad de Oxford y catedrático adjunto en Ciencias de la Computación en la Universidad Tecnológica de Viena. Investiga en algoritmos, teoría de bases de datos, inteligencia artificial y procesamiento de datos web, y particularmente en sus aplicaciones en optimización de búsquedas, teoría de juegos y comercio electrónico. Es *fellow* de la Royal Society y miembro de la Academia Austriaca de Ciencias, de la Academia Alemana de Ciencias (Leopoldina) y de la Academia Europaea.

Chair of the Jury

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



Ramón López de Mántaras

Secretario del jurado

Director del Instituto de Investigación en Inteligencia Artificial y profesor de investigación del CSIC. Miembro del consejo editorial de numerosas revistas, ha sido editor jefe de *AI Communications*, editor asociado del *Artificial Intelligence Journal* y presidente del Board of Trustees del International Joint Conferences on Artificial Intelligence (2007-2009). Entre otros premios, ha recibido el European Artificial Intelligence Research Award y en 2011 el Robert S. Engelmores Memorial Lecture Award de la AAAI.

Secretary of the Jury

Director of the Artificial Intelligence Research Institute of the Spanish National Research Council (CSIC). Member of the editorial board of numerous journals and formerly editor-in-chief of *AI Communications*, associate editor of the *Artificial Intelligence Journal*, and chairman of the Board of Trustees of the International Joint Conferences on Artificial Intelligence (2007-2009), his awards include the European Artificial Intelligence Research Award and the 2011 AAAI Robert S. Engelmores Memorial Lecture Award.



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.



Rudolf Kruse

Es catedrático del Departamento de Ciencias de la Computación en la Universidad de Magdeburgo (Alemania), donde dirige el Departamento de Procesamiento del Conocimiento e Ingeniería del Lenguaje. Su investigación comprende la estadística, inteligencia artificial, sistemas expertos, sistemas neuronales artificiales, sistemas difusos y minería de datos, que se ha traducido en diversas aplicaciones industriales. Es *fellow* de la International Fuzzy Systems Association, del European Coordinating Committee for Artificial Intelligence y del IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

Professor in the Department of Computer Sciences at the University of Magdeburg (Germany), where he heads the Department of Knowledge Processing and Language Engineering. His research work encompasses statistics, artificial intelligence, expert systems, artificial neural systems, fuzzy systems and information mining, and has led to a number of industrial applications. Fellow of the International Fuzzy Systems Association, European Coordinating Committee for Artificial Intelligence and IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).



Mateo Valero

Es director del Barcelona Supercomputing Center-Centro Nacional de Supercomputación y catedrático del Departamento de Arquitectura de Computadores de la Universidad Politécnica de Cataluña. Su investigación abarca organización y diseño de procesadores vectoriales avanzados y superescalares, entre otras áreas. Autor de más de seiscientos artículos, ha sido editor asociado en revistas como *IEEE Micro Journal*. Es premio Eckert-Mauchly, el más relevante a nivel mundial en arquitectura de los computadores, y *fellow* del IEEE.

Director of the Barcelona Supercomputing Center-National Supercomputing Center and a professor in the Computer Architecture Department of the Technical University of Catalonia (UPC). His research encompasses the design and organization of advanced vector and superscalar processors, among other topics. Author of over 600 papers and a former associate editor on various journals, including *IEEE Micro Journal*, he holds the Eckert-Mauchly Award – a leading international honor in the computer architecture field – and is a fellow of the IEEE.



Joos Vandewalle

Es catedrático del Departamento de Ingeniería Eléctrica (ESAT) de la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica) y director de la SCD, división de la ESAT que investiga en señales, identificación, teoría de sistemas y automatización, seguridad informática y criptografía industrial, y arquitectura de documentos. Su trabajo se centra en la teoría de circuitos, control, procesamiento de señales, criptografía y redes neuronales. Es, entre otras distinciones, *fellow* del IEEE y de la European Association for Signal Processing.

Professor in the Department of Electrical Engineering (ESAT) at the University of Leuven (KU Leuven, Belgium) and Head of SCD, an ESAT division working on signals, identification, system theory and automation, computer security and industrial cryptography, and document architectures. His current research centers on mathematical system theory and its applications in circuit theory, control, signal processing, cryptography and neural networks. Fellow of the IEEE and the European Association for Signal Processing.

Jurado

Premio Fundación BBVA
Fronteras del Conocimiento 2012 en

Tecnologías de la Información y la Comunicación

Jury

2012 BBVA Foundation
Frontiers of Knowledge Award in

Information and Communication Technologies

Acta del jurado

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en la categoría de Tecnologías de la Información y la Comunicación 2012 se otorga al profesor Lotfi Zadeh por la invención y desarrollo de los conjuntos borrosos y la lógica difusa, una metodología y un concepto revolucionarios que crearon un nuevo campo de investigación de demostrada aplicación en varios ámbitos.

En un artículo científico seminal que publicó en 1965, Zadeh introdujo los *conjuntos borrosos*, una aproximación cualitativa que empleaba variables lingüísticas antes que numéricas para medir el rendimiento y comportamiento de sistemas complejos. Este paradigma contribuyó de forma significativa al progreso del razonamiento con conceptos imprecisos y aportó un enfoque innovador representando cualitativamente el conocimiento humano. Durante casi medio siglo, esta metodología ha establecido un nuevo campo en el que han trabajado miles de investigadores de todo el mundo y que ha dado lugar a nuevas revistas y encuentros científicos.

Las contribuciones de Zadeh han sido recibidas de forma entusiasta por la industria, donde miles de ingenieros han diseñado toda una plétora de sistemas complejos e inteligentes. De hecho, las metodologías difusas de Zadeh han sido de enorme utilidad en aplicaciones del mundo real. Presente en decenas de miles de patentes en todo el mundo, el control difuso es en la actualidad un componente esencial de una amplia gama de productos de consumo, desde cámaras de vídeo y lavadoras hasta instrumentos médicos, así como en sistemas más complejos como los trenes automáticos, las plantas de tratamiento de residuos y el control inteligente de motores de coche.

Jury's citation

The 2012 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Information and Communication Technologies goes to Professor Lotfi Zadeh for the invention and development of fuzzy sets and fuzzy logic, a revolutionary concept and methodology that created a new field of research, which proved powerful in many application domains.

In a seminal paper, published in 1965, Zadeh introduced fuzzy sets, a qualitative approach in which linguistic rather than numeric variables are employed to describe the performance and behavior of complex systems. This paradigm very significantly contributed to the progress of reasoning with imprecise concepts and provided a new approach to qualitatively represent human knowledge. Over nearly a half a century, this methodology has established a new field of research involving thousands of researchers around the world as well as new journals and conferences. Zadeh's contributions have been enthusiastically adopted by industry where thousands of engineers have designed a whole plethora of complex and intelligent systems. In fact, Zadeh's fuzzy methodologies have been impressively useful in real-world applications. With several tens of thousands of patents worldwide, fuzzy control is now an essential component in a wide range of consumer products including video cameras, washing machines, and medical instruments, as well as in more complex systems such as automatic trains, wastewater treatment plants, and intelligent control of car engines.



El poder del pensamiento

¿Cómo se generan los pensamientos? Pocas preguntas hay tan básicas como esta. Y no es casual que la plantee David Mumford, un matemático que empezó su carrera pensando en problemas muy alejados de las aplicaciones. Como afirma el gran matemático británico Michael Atiyah, las matemáticas son «la más básica de todas las ciencias», en tanto que «por su antigüedad y por su naturaleza lógica son indispensables para todas las demás ciencias». Pero en una época como la actual, con tantos problemas *reales* a los que hacer frente, ¿tiene sentido dedicar esfuerzos a cuestiones que, como las que se abordan en la investigación básica, nacen solo de la curiosidad? Nadie hoy día pone en duda –o no abiertamente– la necesidad de la ciencia en todas sus facetas, pero la tentación de confundir lo básico con lo superfluo persiste.

No hay que caer en ella. Basta repasar la trayectoria de los galardonados en esta quinta edición de los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento para comprobar, una vez más, el poder transformador de las ideas, de la curiosidad pura, y con ella, de la ciencia básica. Tanto en la esfera de lo individual como a escala global.

Del impulso de Mumford por entender el pensamiento arrancó su investigación sobre cómo el cerebro humano interpreta la información de los sentidos, y en concreto la visión. Y así ha ocurrido que los trabajos de Mumford en esta área son una referencia en visión artificial, algo mucho más próximo a las aplicaciones que sus primeras aportaciones en matemáticas. También Ingrid Daubechies empezó investigando en física teórica, movida por cuestiones básicas, y ahora su trabajo contribuye a hacer posibles acciones tan comunes como compartir fotos en la red.

No menor ha sido el impacto económico de la investigación de Paul Milgrom en el área de las subastas globales, un trabajo que, como su propio autor ha explicado, nació de su fascinación por la



The power of thought

How are thoughts generated? There can be few questions so basic. And it is no coincidence that the person posing it is David Mumford, a mathematician who began his career reflecting on problems far removed from the world of applications. The great British mathematician Michael Atiyah calls mathematics “the most basic of all the sciences,” arguing that “because of its antiquity and its logical nature, it is indispensable to all the sciences.” But in an age like this, with so many *real* problems to overcome, is there any point in wrestling with questions that are prompted solely by curiosity, as those in basic science are? No one now doubts the need for science in all its categories – not openly at least – yet we are still tempted to confuse the basic with the superfluous.

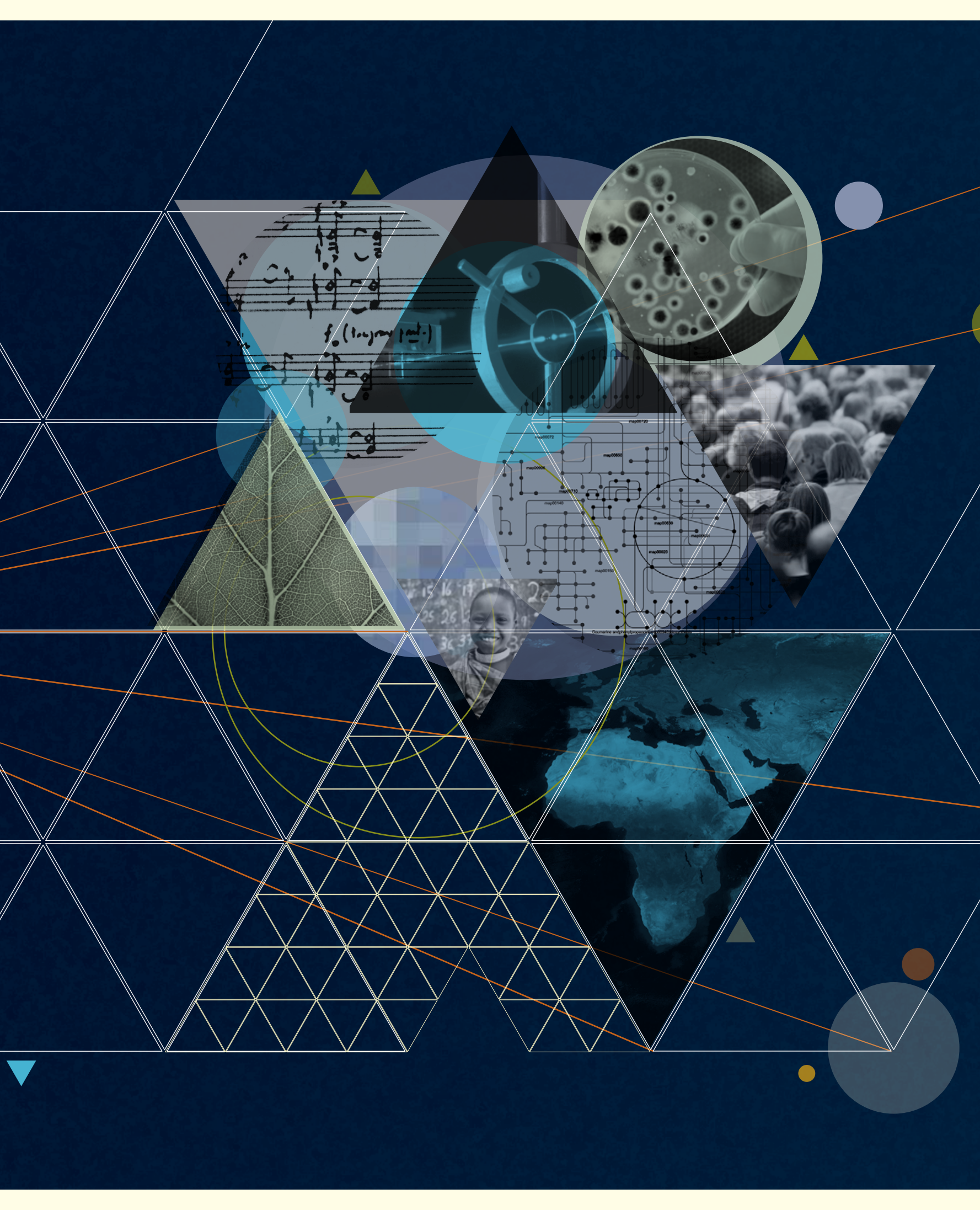
Do not be misled. A look at the life paths of the winners in this fifth edition of the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards will suffice to prove, once more, the transforming power of ideas and of pure curiosity and, with it, basic science. In the realm of the individual and on a global scale.

It was Mumford’s desire to understand thought that started him researching on how the human brain interprets input from the senses, concretely vision. And his work in this area turned out to be a landmark in computer vision, far more on the applied side than his first contributions in mathematics. Ingrid Daubechies too started out in theoretical physics, drawn to the fundamental questions in nature, and now her work facilitates such everyday pursuits as sharing photographs online.

The same could be said for Paul Milgrom’s research, and its economic impact in the realm of global auctions. The original insight, the author explains, came from his fascination at the ability of mathematics – yet again – to model human behavior.

And what about fuzzy logic, a tool that has generated tens of thousands of patents? Here too the starting point was an abstract exercise:







capacidad de las matemáticas –de nuevo– para modelizar el comportamiento de las personas.

¿Y qué hay de la lógica difusa, una herramienta que ha generado decenas de miles de patentes? Comienza igualmente con un intangible: una reflexión sobre la capacidad humana de relacionarse con el entorno procesando información imprecisa. «Los humanos usamos percepciones» –dice Lotfi Zadeh–. «Cuando conduces un coche, ¿haces cálculos, mides algo? ¡No! Cuando cocinas, ¿mides? De vez en cuando añades una pizca de sal. Hacemos un montón de cosas maravillosas sin calcular ni medir». Si los humanos podemos, ¿por qué las máquinas no? Consideraciones como esta están detrás de los trabajos con que Zadeh ha contribuido a desarrollar tecnología que se adapta a los humanos, y no a la inversa.

El descubrimiento de la leptina, la hormona que regula el apetito, proporciona otra muestra del valor de la ciencia básica. Cuando Jeffrey Friedman empezó a buscarla después de que Douglas Coleman predijera su existencia, no pensaba en curar la obesidad, sino en entender cómo unas cuantas moléculas pueden influir tanto en la decisión, consciente, de comer o no comer. Hoy sí se investiga en fármacos antiobesidad, gracias en gran medida al hallazgo de la leptina.

En esta edición de los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento se hace patente además el valor de la ciencia como guía en la toma de decisiones políticas. Fue el trabajo de miles de científicos de todo el mundo lo que hizo posible que el 2 de febrero de 2007 el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) confirmara que «muy probablemente» el calentamiento de la Tierra se debía a la acción humana. Susan Solomon estuvo al frente de esos científicos, garantizando que el contenido de su mensaje se mantuviera íntegro: «La ciencia no se tergiversa» en los informes del IPCC, afirma. Jane Lubchenco comparte con Solomon la misma visión de la ciencia como herramienta que ilumina el avance de la sociedad, en su caso en lo que se refiere a la conservación de los océanos y, en concreto, al diseño de reservas marinas. Cabe añadir que las aportaciones tanto de Solomon, investigadora en química atmosférica, como Lubchenco, ecóloga marina, parten de sus trabajos en ciencia básica.

Pero si se trata de buscar solución a problemas globales, la ciencia no debe estar sola. La voz de los científicos, en lo referente ya sea al cambio climático, ya al estado de los océanos, solo adquiere todo su poder en un contexto socioeconómico adecuado. Algo similar ocurre con la investigación de las enfermedades olvidadas. De ahí el valor de organizaciones como la DNDi (Iniciativa Medicamentos para Enfermedades Olvidadas), que ha logrado coordinar los esfuerzos de instituciones públicas y privadas para ofrecer el mejor conocimiento científico a los más vulnerables, a quienes sufren las enfermedades que generan el noventa por ciento de las muertes prematuras y la dependencia en el mundo.

El plantel de los galardonados con los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento cuenta este año con Pierre Boulez, un compositor que ha trascendido el ámbito creativo e interpretativo para entrar de lleno en la construcción de una arquitectura que sirve de marco para reflexionar, desarrollar y promover la música contemporánea. «La ciencia y la música son al fin y al cabo dos formas de pensamiento y siempre he estado a favor de su unión», afirma el maestro Boulez. De hecho, con la música se podría plantear el mismo dilema que a menudo discuten los matemáticos: ¿Existen las matemáticas, o la música, como una realidad que necesita ser descubierta –lo que defiende un Mumford que se autodefine *platonista*–, o son estrictamente obra de un cerebro sofisticado –como sostiene Daubechies–? Lo único cierto es que una y otra, en tanto que poderosas obras del pensamiento, hacen avanzar el mundo.



a reflection on man's capacity to interact with his surroundings by processing imprecise information. "Humans use perceptions," says Lotfi Zadeh. "When you drive a car, do you compute anything, do you measure anything? No! When you cook, do you use measurement? Maybe once in a while you just add a pinch of salt. People can do all kinds of wonderful things without computing or measurement." And if we humans can do it, why not machines? Considerations like these underpin the studies with which Zadeh has contributed to developing technology that adapts to human beings, not the other way round.

The discovery of leptin, the appetite-regulating hormone, is another advertisement for the value of basic science. When Jeffrey Friedman began searching for it, after Douglas Coleman predicted its existence, his intention was not to cure obesity but to understand how a small set of molecules could so strongly govern the conscious decision to eat or not eat. Now, of course, due largely to their endeavors, the hunt is on for anti-obesity drug therapies.

Science's value as a policy guide is also patent in this edition of the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards. It was thanks to the work of thousands of scientists from all round the world that the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) was able to publicly confirm, on February 2, 2007, that the warming of Earth's climate was "very likely" caused by humans. Susan Solomon was at the forefront of this group of scientists, ensuring that their message was faithfully conveyed, and that science, as she puts it, "does not get twisted" in the IPCC's reports. Jane Lubchenco shares with Solomon a vision of science as a beacon that lights the way forward, referring in her case to the conservation of the oceans and, more specifically, the design of marine reserves. It bears mention, however, that the achievements of both Solomon, an atmospheric chemist, and Lubchenco, a marine ecologist, grew out of their background in basic science.

But science cannot and should not be alone in the effort to find solutions for global problems. Whether talking about climate change or the state of the oceans, scientists' collective voice can only resonate with clarity in the right socioeconomic context. Something similar occurs with research into neglected diseases. Hence the importance of organizations like DNDi (Drugs for Neglected Diseases Initiative), which has successfully synergized the efforts of public and private institutions to offer the best scientific knowledge to society's most vulnerable members, those who suffer the diseases causing 90% of premature deaths and disabilities worldwide.

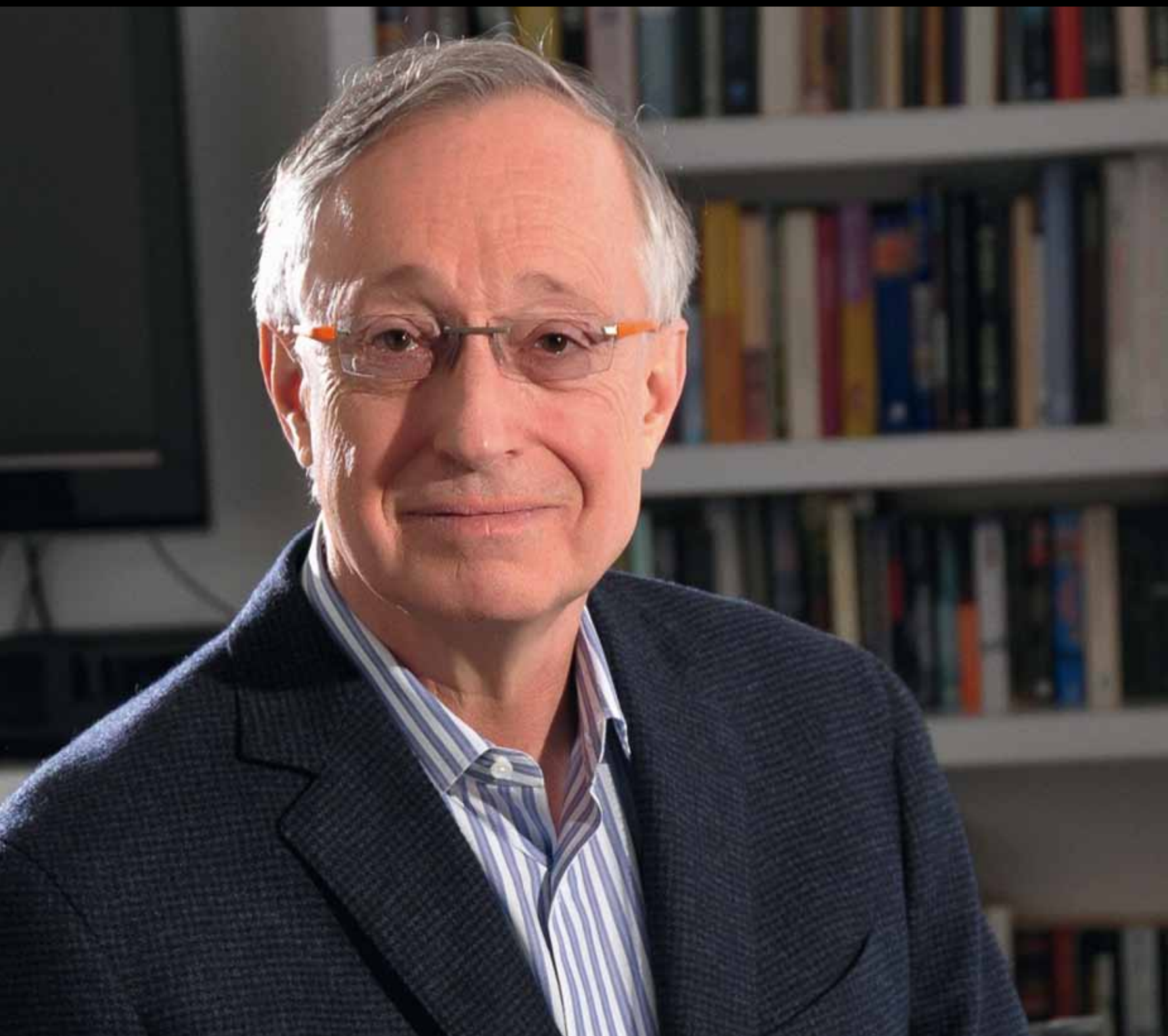
The roster of BBVA Foundation Frontiers of Knowledge laureates is joined this year by Pierre Boulez, a composer whose achievements extend beyond the creative and performing arts to the construction of a whole new architecture from which to promote, reflect on, and contribute to the renewal of contemporary music. "Science and music are in essence two forms of thought," the maestro remarks, "and I have always favored their union." In fact, with music we could pose the same dilemma that so often occupies the minds of mathematicians: Does mathematics – or music – exist as a reality that has to be discovered, the view of self-styled Platonist David Mumford, or is it, as Daubechies contends, strictly the product of a sophisticated brain? The only sure truth is that both are powerful works of thought that drive our world.

«Cuando haces teoría económica a veces te preguntas: ¿Vale para algo? Cuando aplicas la teoría hace que todo sea apasionante. La interacción entre teoría y práctica mejora a ambas.»

“When you’re doing theory sometimes you wonder, why am I doing this? Then to actually bring it to practice makes it all more exciting. Theory and practice enhance each other.”

Paul R. Milgrom





Paul R. Milgrom

Premio Fundación BBVA
Fronteras del Conocimiento 2012 en

**Economía, Finanzas y
Gestión de Empresas**

2012 BBVA Foundation
Frontiers of Knowledge Award in

**Economics, Finance
and Management**

53

Subastas con las que todos ganan

El equipo de filmación recibe una llamada desde Madrid para grabar en California una entrevista con Paul Milgrom, que acaba de recibir el premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Economía, Finanzas y Gestión de Empresas. Nadie es consciente de que seguramente esa comunicación inalámbrica ha sido posible por los servicios que proporciona una compañía que consiguió los derechos en una subasta ideada por el propio Milgrom. ¿Podría haber existido esa comunicación sin dicha subasta? Técnicamente, sí, pero quizá con una peor calidad del sonido de no haberse asignado las frecuencias a las empresas que les dieran el mejor uso, y muchos servicios públicos financiados con los recursos obtenidos por esa subasta no se podrían haber prestado. Las teorías de Paul Milgrom (Detroit, Estados Unidos, 1948) consiguen aunar el reparto eficiente de los recursos, en este caso el espectro radioeléctrico, con el máximo rendimiento para el sector público. El acta del jurado señala que Milgrom ha realizado «contribuciones en una inusualmente amplia variedad de campos de la economía como las subastas, el diseño de mercado, los contratos e incentivos, la economía industrial, la economía de las organizaciones, las finanzas y la teoría de juegos». Pero sin duda «su contribución sobre la teoría de las subastas es la más conocida» –añade el acta–, que también indica que «el profesor Milgrom ha diseñado mecanismos para la subasta de productos o servicios complementarios, prestando especial atención a las aplicaciones prácticas, como en el caso de las subastas del radioespectro».

Paul Milgrom se licenció en Matemáticas en la Universidad de Michigan y se especializó en Estadística en la de Stanford. Su interés por la economía vino marcado por la lectura de un trabajo de William Vickrey y el artículo seminal de David Gale y Lloyd Shapley. No es extraño que tuvieran esta enorme influencia en un joven matemático: años después

The auctions where everyone's a winner

The film team gets a call from Madrid ordering them to California to record an interview with Paul Milgrom, the new BBVA Foundation Frontiers of Knowledge laureate in Economics, Finance and Management. No one stops to think that this wireless communication was facilitated by a telecom provider who won the license in an auction of Milgrom's devising. Could this communication have happened without the auction? Technically, yes, but perhaps with an inferior sound quality, in the event of the spectrum frequencies not being allotted to the bidders best able to exploit them. And, meantime, many public services could not have been funded without the cash raised in the bidding process. The theories of Paul Milgrom (Detroit, United States, 1948) have succeeded in wedding the efficient allocation of resources, in this case the radio spectrum, with maximum benefit for the public sector of the economy.

The jury's citation starts by saying that Milgrom "has made seminal contributions to an unusually wide range of fields of economics including auctions, market design, contracts and incentives, industrial economics, economics of organizations, finance, and game theory." But undoubtedly "his work on auction theory is his best known," the text continues, adding that "he has designed auctions for multiple complementary items, with an eye towards practical applications such as frequency spectrum auctions."

Paul Milgrom completed a B.A. in mathematics at the University of Michigan, before moving to Stanford, where he specialized in statistics. His interest in economics was first stirred by an article of William Vickrey's, and his reading of David Gale and Lloyd Shapley's landmark study. Nor is it surprising that they had so much influence on a young mathematician: years later the selfsame papers would earn their authors the Nobel Prize. "It was just shocking to me that you could use mathematics to make precise arguments about economic matters," says Milgrom, refer-

Milgrom ha realizado contribuciones en una inusitada amplia variedad de campos de la economía. Sus teorías sobre subastas consiguen aunar el reparto eficiente de los recursos con el máximo rendimiento para el sector público. En cuanto a la organización industrial, ha dotado de rigor científico al concepto intuitivo de sinergia.

Milgrom has made contributions to an unusually wide range of fields of economics: his auction theories manage to strike a balance between allocating resources efficiently and maximizing the benefit for the public sector. In the realm of industrial organization, his work has provided a formal handle on the intuitive idea of synergy.

ambos estudios sirvieron para que sus autores obtuvieran el Premio Nobel. «Para mi fue impactante que se pudieran utilizar las matemáticas para realizar argumentos precisos sobre fenómenos económicos», ha señalado Milgrom en referencia al efecto que tuvieron los citados estudios. «Tuvieron un impacto enorme en mi futuro académico esos trabajos concretos que eran sorprendentes y reveladores». Finalmente Milgrom se doctoró en Economía en la Universidad de Stanford. Comenzó su carrera investigadora y docente en la Universidad Northwestern (Illinois), donde obtuvo la cátedra. Luego pasaría cinco años en Yale, para incorporarse en 1987 a la Universidad de Stanford, donde actualmente simultanea la Cátedra Shirley y Leonard Ely de Humanidades y Ciencias, con una cátedra en la Stanford Graduate School of Business.

Milgrom explica que «las subastas rigen cómo se reparten los recursos, dictan quién obtiene qué y a qué precio, y en ocasiones se trata de muchos bienes al mismo tiempo. La razón por la que son importantes es la misma por la cual los mercados también lo son. En principio, nadie sabe cuánto vale cada objeto para cada uno de los posibles compradores, y necesitamos un mecanismo para obtener esa información, una competición para que los compradores puedan demostrar su interés pujando y los recursos vayan a aquellos que pujan más alto, pero también para que estos recursos sean puestos en manos de quienes vayan a darles un buen uso». Recuerda en ocasiones la sensación que le produjo cuando en 1993 la Comisión Federal de Telecomunicaciones (FCC en sus siglas en inglés) de Estados Unidos se puso en contacto con él para solicitar su ayuda en el diseño de las subastas del espectro radioeléctrico: «Inicialmente fue muy escalofriante» –reconoce Milgrom– «Nunca había hecho nada muy práctico ni aplicado». La primera reacción de Milgrom fue de pánico «¡Ay, Dios mío!, no sé nada del mundo real. No puedo diseñar una subasta en la práctica», recuerda. Pero después de revisar otras propuestas que había recibido la FCC se dijo a sí mismo: «Yo lo puedo hacer mejor». «Fue un cambio de actitud. Como académico quieres ser perfecto, sin embargo no podemos diseñar mecanismos perfectos en la práctica; aunque podría proponer algo mejor que lo que habían propuesto otros».

En el fondo Milgrom se enfrentaba a un problema que afecta a muchos teóricos de la economía: «Cuando haces teoría económica a veces te preguntas, ¿por qué estoy

ring to the effects of this encounter. “It had a huge impact on me. That’s how I was drawn into economics, by particular papers that I just found amazing, an eye-opener.” Finally, Milgrom obtained a PhD in economics from Stanford University. He began his research and teaching career at Northwestern University (Illinois), where he rose to a full professorship. This was followed by five years at Yale, then a return to Stanford, where he is currently the Shirley and Leonard Ely Professor of Humanities and Sciences, as well as professor by courtesy at the Stanford Graduate School of Business.

As Milgrom explains, “auctions determine how resources are shared out, they decide who gets what and at what price, at times even with a lot of goods being offered simultaneously. They are important for the same reason that markets are important. Initially, no one can know what a given object is worth to each of its possible buyers, and we need a mechanism that gives us that information; a competition so buyers can show their interest through bidding and the resources go to the highest bidder, but also so resources end up in the hands of those who will put them to good use.” He remembers his emotions when the U.S. Federal Communications Commission (FCC) called him to help with the design of their radio spectrum auctions. This was 1993, and “initially it was really very scary,” Milgrom admits. “I had never done anything very practical or applied.” The first reaction was panic: “Oh my god! I don’t know anything about the real world. I can’t design a practical auction,” he now recalls. But after looking at other proposals sent to the FCC, he was clear that “I can do better than that.” “It was a change of attitude. As an academic, you want it all to be perfect. But we can’t design perfect mechanisms. And looking at what other people were proposing, I realized I could propose something that was better.”

In essence, what Milgrom was confronting was a problem common to many economic theorists: “When you’re doing theory sometimes you wonder, why am I doing this? Is it worth anything? And then to actually bring it to practice makes it all more exciting. So I think theory and practice enhance each other, like wine and a good steak.”

The jury also refers to another of the new laureate’s lines of work: “Professor Milgrom’s research in industrial organization includes influential studies on limit pricing, entry deterrence, predation, and advertising.”

haciendo esto? ¿Vale para algo? Cuando aplicas la teoría hace que todo sea apasionante; la interacción entre teoría y práctica mejora a ambas, como un vino y un buen filete». El acta del jurado destaca otra de las líneas de trabajo del premiado: «La investigación realizada por el profesor Milgrom en el marco de las organizaciones industriales incluye estudios muy influyentes en áreas como la fijación de precios límite y otras barreras de entrada de nuevas empresas en mercados, las estrategias deliberadas de precios agresivos para eliminar competidores y la publicidad». Merecen especial atención sus aportaciones al concepto de complementariedad entre la estrategia y el diseño organizativo de la empresa, dotando de rigor teórico al concepto intuitivo de sinergia, y las referidas al diseño de incentivos para trabajadores en puestos donde se realizan múltiples tareas. Su aportación teórica en este campo se recoge, entre otras obras, en *Economics, organization and management*, que publicó en 1992 junto a John Roberts y que se utiliza como manual en facultades de economía de todo el mundo.

«Cuando enseño teoría a mis estudiantes siempre les invito a que me reten y me pregunten para qué es útil. Es sano que se lo pregunten y para mí no es complicado responder, porque cuando desarrollo mis teorías siempre tengo en mente ejemplos del mundo real con los que trabajar», afirma Milgrom.

Best known perhaps are his reflections on the complementarities between a company's strategy and organizational design, formalizing the intuitive idea of synergy, and on the design of incentives for workers in multitask jobs. His theoretical insights in this field were brought together in the 1992 publication *Economics, Organization and Management*, co-authored with John Roberts and now a standard textbook in schools of economics throughout the world.

“When I teach my students theory, I encourage them to challenge me by asking me how it is useful,” Milgrom observes. “It’s healthy for them to ask, and it’s not hard for me to answer because I always have real-world examples in mind when I am working on my theories.”





Kenneth Arrow

Presidente del jurado

Es catedrático emérito de Economía y de Ciencia de la Gestión e Ingeniería en la Universidad de Stanford. Su teorema de la imposibilidad le convirtió en el creador de la moderna teoría económica de la elección social y le llevó a obtener el Premio Nobel de Economía. Introdutor de los conceptos de riesgo moral y selección adversa, las bases para la teoría de la información en economía y la medida de aversión al riesgo Arrow-Pratt, investiga en teoría de precios, economía dinámica con incertidumbre y economía medioambiental.

Chair of the Jury

Emeritus Professor of Economics and of Management Science and Engineering at Stanford University. His impossibility theorem placed him at the forefront of the modern economic theory of social choice and earned him the Nobel Prize in Economics. Also known for developing the concepts of moral hazard and adverse selection, his pioneering scholarship on the economics of information, and the Arrow-Pratt measure of risk aversion, he is currently researching on economic price theory, dynamic economics with uncertainty, and environmental economics.



José Manuel González-Páramo

Secretario del jurado

Es profesor visitante en el IESE Business School, donde investiga sobre la crisis financiera y la reforma de los fundamentos institucionales del euro. Ha sido miembro del Comité Ejecutivo y del Consejo de Gobierno del Banco Central Europeo, y ha formado parte del Consejo de Gobierno y de la Comisión Ejecutiva del Banco de España. Fue catedrático de Economía y director del Departamento de Hacienda Pública de la Universidad Complutense de Madrid, y ha desarrollado consultoría e investigación en el Banco Mundial y la Comisión Europea.

Secretary of the Jury

Visiting Professor at IESE Business School, where his research focuses on the financial crisis and the reform of the institutional framework of the euro. He served on the Executive Board and Governing Council of the European Central Bank, which he joined from the Executive Board and Governing Council of the Banco de España. A former Professor of Economics at the Universidad Complutense de Madrid, whose Public Finance Department he headed, he has undertaken advisory work for the World Bank and the European Commission.



Andreu Mas-Colell

Catedrático de Economía en la Universidad 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.

Professor of Economics at Pompeu Fabra University (Spain), he has held research and teaching posts at UC 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 Catalan Government.



Joel Mokyr

Es catedrático Robert H. Strotz de Artes y Ciencias y catedrático de Economía en la Universidad Northwestern (Illinois). Ha sido director del *Journal of Economic History*, presidente de la Economic History Association y editor jefe de la *Encyclopedia of Economic History*, de la Oxford University Press. Investiga las raíces económicas del desarrollo tecnológico y del conocimiento en las sociedades europeas, la aproximación evolutiva a las relaciones entre ciencia, tecnología y conocimiento, y el impacto del desarrollo económico del bienestar.

Robert H. Strotz Professor of Arts and Sciences and Professor of Economics at Northwestern University (Illinois). A former editor of *Journal of Economic History* and President of the Economic History Association, he was also editor-in-chief of the *Oxford Encyclopedia of Economic History*. His current research concerns the economic roots of technological progress and the growth of useful knowledge in European societies, the evolutionary approach to the economic history of technological change, and the welfare impact of economic progress.



Albrecht Ritschl

Es catedrático de Historia de la Economía en la London School of Economics. Ha sido *managing editor* de la *European Review of Economic History* y es director del *Economic History Yearbook*, así como miembro del consejo de la Cliometrics Society, *fellow* del Programa de Macroeconomía del CESifo (Múnich) y miembro del Consejo Científico Asesor del Ministerio de Comercio Federal Alemán. Su principal área de investigación es la Gran Depresión del período de entreguerras, en particular en lo que se refiere a la deuda alemana.

Professor of Economic History in the London School of Economics. A former managing editor of the *European Review of Economic History*, he currently edits the *Economic History Yearbook*, and is a trustee of the Cliometrics Society, a fellow of the CESifo (Munich) Macroeconomics Program and a member of the Scientific Advisory Board of the German Federal Ministry of Commerce. His main area of research is the Great Depression of the inter-war years, focusing on the German debt default.



Jean Tirole

Es presidente de la Fundación Jean-Jacques Laffont, de la Toulouse School of Economics (TSE) y director científico del Instituto de Economía Industrial de la Universidad de Toulouse. Sus áreas de investigación son la organización industrial, la teoría de juegos y la macroeconomía, así como las relaciones entre economía y psicología. Ha sido presidente de la Econometrics Society y de la European Economic Association. Es premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2008 en Economía, Finanzas y Gestión de Empresas.

Chairman of the Fondation Jean-Jacques Laffont at Toulouse School of Economics (TSE) and Scientific Director of Toulouse University's Institute for Industrial Economics (IDEI). His research areas are industrial organization, game theory and macroeconomics, and the relations between economics and psychology. A former president of the Econometrics Society and the European Economic Association, he holds the 2008 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Economics, Finance and Management.

Jurado

Premio Fundación BBVA
Fronteras del Conocimiento 2012 en

**Economía, Finanzas y
Gestión de Empresas**

Jury

2012 BBVA Foundation
Frontiers of Knowledge Award in

**Economics, Finance
and Management**

Acta del jurado

Paul Milgrom ha realizado contribuciones pioneras en una inusualmente amplia variedad de campos de la economía, como las subastas, el diseño de mercados, los contratos e incentivos, la economía industrial, la economía de las organizaciones, las finanzas y la teoría de juegos.

Su contribución sobre la teoría de la subasta es la más conocida. En esta, ha analizado temas de diseño, licitación y resultados de las subastas con diferentes mecanismos. El profesor Milgrom ha diseñado mecanismos para subastas de productos o servicios complementarios, prestando especial atención a las aplicaciones prácticas, como en el caso de las subastas del radioespectro. La investigación realizada por el profesor Milgrom en el marco de las organizaciones industriales incluye estudios muy influyentes en áreas como la fijación de precios límite y otras barreras de entrada de nuevas empresas en mercados, las estrategias deliberadas de precios agresivos para eliminar competidores y la publicidad. Además, Milgrom ha aportado una serie de conceptos innovadores a la teoría financiera, sobre todo, en aspectos relacionados con la especulación y la microestructura de los mercados financieros. El nexo de unión que tiene su contribución en la teoría de subastas, estrategias industriales y mercados financieros es que los actores económicos infieren a partir de los precios, y de otras variables observables, información sobre los valores fundamentales del mercado.

También ha contribuido a la denominada teoría de la agencia mediante la descripción de las condiciones por las cuales los incentivos lineales son óptimos, y mediante el desarrollo de un modelo manejable de las relaciones de agentes multitarea. Su aportación a la teoría de los contratos y las organizaciones ha tenido una gran influencia en la ciencia de la gestión empresarial. El profesor Milgrom ha contribuido al área de la economía matemática y a la teoría de juegos con estudios sobre la reputación y el aprendizaje adaptativo.

Jury's citation

Paul Milgrom has made seminal contributions to an unusually wide range of fields of economics including auctions, market design, contracts and incentives, industrial economics, economics of organizations, finance, and game theory.

His work on auction theory is probably his best known. He has explored issues of design, bidding and outcomes for auctions with different rules. He designed auctions for multiple complementary items, with an eye towards practical applications such as frequency spectrum auctions. Professor Milgrom's research in industrial organization includes influential studies on limit pricing, entry deterrence, predation, and advertising. In addition, Milgrom has added important novel insights to finance, particularly in connection to speculative trading and market micro-structure. The common theme of his works on auctions, industrial strategies, and financial markets is that economic actors infer from prices and other observables information about the fundamental market values.

He has also contributed to agency theory by describing conditions under which linear incentives are optimal, and by developing a tractable model of multitask agency relationships. His work on contract and organization theory has been very influential in management science. Finally, Professor Milgrom has contributed to mathematical economics and game theory, with studies on reputation and adaptive learning.

«No puedes planificar tu carrera.
En primer lugar, y ante todo,
yo soy compositor. Mis otras
facetas –como intérprete y
gestor– surgieron después,
de forma orgánica, pero
improvisada.»

“You can’t plan your career.
I am first and foremost a
composer. My other facets
– as a performer or arts
manager – came later, and
arose in organic fashion,
without any prior script.”

Pierre Boulez

Libre ($\text{♩} > 92$)
brusque

1 $\text{♩} = 92$ *rall.* $\text{♩} = 66$
batt. (archet normal)

f *cahier*
Revol.

fff $\text{♩} = 93 \text{ms}$ *mf* *ff*

40-100ms
Midi 59.30.55.49.82.80.77.66.75

Ar.D. *54.73.70.69.67.66.63*

Infinite Reves →

ricochet ad lib.

3 *mf* *gliss.* *pp* *c.l. batt.* *PPP* *ff*

Frequency
(Hz)
432
527.4
240.2

fixa

F = 43ms
74.73 *74.74.70* *69.70.63.74* *74.73.72.69.68* *74.73.72.71.70.69.66*

60.68.66.62.62.61 *62.61.60.61.62*

Libre
archet normal

gliss.
pas trop lent

PPP *PPPP*
(dim. à l'inaudible)

Cant. fclen
587.10 → 58 Hz



Pierre Boulez

Premio Fundación BBVA
Fronteras del Conocimiento 2012 en
Música Contemporánea

2012 BBVA Foundation
Frontiers of Knowledge Award in
Contemporary Music

61

El músico total: del pensamiento a la gestión

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Música Contemporánea a Pierre Boulez reconoce la extraordinaria importancia de su figura artística, vinculada a una idea-constante: la búsqueda continua de la imaginación en la razón, o si se prefiere, la tarea imprescindible de acordar la lógica y la intuición.

Boulez es historia viva de la cultura y el pensamiento por su infatigable búsqueda de esos puntos sutiles y frágiles en los que lo simple se encuentra con lo complejo. Quizá algunos identifiquen esta idea solo con la ciencia, pero él la reivindica en el mundo de la intuición, la imaginación y la poesía.

Su trayectoria ha constituido en sí misma una fuerza, a menudo explosiva, en favor de una causa: la creación musical del tiempo en que vive. Una fuerza tal que le ha llevado a ser un gigante de su época en tres ámbitos: la composición, la dirección orquestal y la gestión. Para buscar un perfil que compagine composición y dirección con tal éxito hay que remontarse a Mahler, y luego nadie. Pero el añadido de la gestión convierte a Boulez en caso único. Y es que solo con la labor y el reconocimiento alcanzado en cada uno de esos campos, tomados aisladamente, Boulez ya sería un grande de la cultura de su época.

Pierre Boulez destacó pronto con la creación de los conciertos del *Domaine Musical*, que se consolidaron en los años cincuenta y sesenta.

Luego, en los años setenta, llegaría el momento de las instituciones definitivas, nacidas al tiempo que el Centro Pompidou de París: el IRCAM (Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique) y el Ensemble Intercontemporain. Con el IRCAM, Boulez pone en marcha lo que podríamos llamar el *poslaboratorio* de música electrónica, una institución para pensar la creación musical desde el sonido mismo y liberarla de los fetichismos que habían cristalizado en los laboratorios electrónicos de

The total musician: from theory to management

That the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Contemporary Music has found its way to Pierre Boulez is justified by the extraordinary importance of his artistic endeavor, informed as it is by a particular *idée fixe* – the ceaseless search for imagination in reason or, put another way, the essential task of reconciling logic and intuition.

Pierre Boulez's name will enter the history of thought and culture for his tireless pursuit of those subtle and fragile points where simplicity and complexity meet. Some may approach this idea from the standpoint of science alone, but Boulez has always championed the role of intuition, imagination and poetry.

The career of Pierre Boulez has been an outpouring of energy, explosive at times, in favor of a cause: the musical creation of the time he lives in. An energy so vital that he has become a towering figure in three areas: composition, orchestra conducting and arts management. To find similar success in combining writing and conducting, we have to go back to Mahler, and there the road ends. But adding management into the mix makes Boulez a unique case. For his body of work and the recognition attained in each of these fields, taken one by one, would suffice to ensure his place among the greats of contemporary culture.

Boulez quickly rose to prominence with the *Domaine Musical* concerts, which became a fixture in the fifties and sixties.

Then, with the seventies, came the founding of the definitive institutions – IRCAM (Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique) and Ensemble Intercontemporain – under the wing of the Centre Pompidou. With IRCAM, Boulez set in train what we might call the *post-laboratory* of electronic music, where musical creation could be conceived starting from the material of sound itself, without the fetishisms that had invaded the post-war electronics labs. IRCAM opened up a space for

La trayectoria de Pierre Boulez ha constituido en sí misma una fuerza, a menudo explosiva, en favor de una causa: la creación musical del tiempo en que vive. Una fuerza tal que le ha llevado a ser un gigante de su época en al menos tres ámbitos complementarios, aunque muy diversos en su naturaleza: la composición, la dirección orquestal y la gestión.

The career of Pierre Boulez has been an outpouring of energy, explosive at times, in favor of a cause: the musical creation of the time he lives in. An energy so vital that he has become a towering figure of his age in at least three areas as complementary in their goals as they are different in nature: composition, conducting and arts management.

posguerra. Con el IRCAM nace la reflexión sobre la informática musical, pero también la confluencia de creadores musicales, científicos, ingenieros y musicólogos.

De otro lado está el nacimiento del Ensemble Intercontemporain, donde se encuentran representadas todas las sonoridades de la orquesta y una sección de cuerda reducida a solistas. Boulez definió este paradigma como de *geometría variable*, un grupo capaz de adaptarse a cualquier combinación sonora, dado su carácter de solistas de altísimo nivel. El modelo se hizo estándar convirtiéndose en la base sonora de la música de los últimos cuarenta años.

Ya en los noventa fue asesor en la creación de la Cité de la Musique de París, donde se dan la mano el Conservatorio Superior, el Auditorio modular (sede del Ensemble Intercontemporain), el Museo de la Música, el Centro de Documentación de la Música Contemporánea (CDMC) y otras instalaciones.

Boulez asegura que accedió a la dirección de orquesta por necesidad, ya que en la época del Domaine Musical eran escasísimos los directores capaces de enfrentarse al repertorio contemporáneo. Lo cierto es que se convirtió en un director de resonancia mundial, haciéndose cargo de agrupaciones musicales como la de la BBC o la New York Philharmonic.

Es una figura discográfica y en referencia de un repertorio que va desde las obras actuales hasta Wagner, con especial incidencia en Mahler, Bartók, la Escuela de Viena al completo, Stravinsky, Messiaen y un selecto etcétera. Intransigente en su visión de las partituras, siempre cuidadosamente analizadas y escuchadas, así como en su técnica de dirección, la renuncia a la batuta constituye su rasgo más popular.

La composición es su faceta principal, la que ha movido toda su actividad y guiado sus objetivos, que no eran otros que los de situar la música de creación en el lugar que merecía. Le cabe el mérito de haber situado la técnica del serialismo generalizado en el centro de la reflexión musical de posguerra. Son años de pasión y de intenso trabajo; también de compañerismo con sus colegas Stockhausen, Nono, Maderna, Berio, así como de diálogo con su maestro Messiaen.

Llegaría enseguida la preocupación por la forma abierta (que él concibe desde un control que le alejaría de sus primeras amistades con John Cage y, hasta cierto punto, de su apasionado colega Karlheinz Stockhausen). Poste-

reflection on computer music, but also where composers could interact with scientists, engineers and musicologists.

The other thread in this part of the story is Ensemble Intercontemporain, where all the sounds of the orchestra are represented, including a string section of soloists only. Boulez called this paradigm “variable geometry”; a group of virtuoso soloists able to offer any chosen combination of instruments. Here too, the model became the standard, providing a sound template for the music of the last forty years.

In the nineties, his influence was felt in the creation of the Cité de la Musique in Paris, a complex housing the Paris Conservatoire, a modular concert hall (now home to Ensemble Intercontemporain), a music museum, and the Centre de Documentation de la Musique Contemporaine (CDMC).

Boulez has said that he took up conducting out of necessity, because very few conductors dared to tackle the contemporary works performed at the Domaine Musical. From there, of course, he went on to earn worldwide prestige at the helm of formations like the BBC Symphony Orchestra or the New York Philharmonic.

Gradually, he has built up an influential recorded output in a repertoire that runs from contemporary pieces to Wagner, by way of Mahler, Bartók, the entire Viennese School, Stravinsky, Messiaen and a select list of others. Outstanding in the investigative rigor he brings to his scores, which are always listened to and analyzed in careful detail, he is also known for a conducting technique whose signal feature is dispensing with the baton.

But it is in composition that his interest as an artist mainly lies. It has been the motor of his activity as well as guiding his objectives – none other than to give creative music the place it deserves. As a composer, he can be credited with situating the total serialism technique at the center of musical reflection in the post-war period. These were years of passion and intense activity, but also of rich exchanges with his colleagues Stockhausen, Nono, Maderna, Berio, and his maestro Messiaen.

Shortly afterwards he would begin to experiment with openness (where his advocacy of a more controlled version would strain his early friendship with John Cage and, to some extent, his relations with Karlheinz Stockhausen). Subsequently, coinciding with the early years of IRCAM,

riormente, reflexiona sobre el espacio como referente sonoro; son los años del primer IRCAM. Gradualmente toma conciencia del carácter generativo de la técnica de escritura musical desarrollada a lo largo de esos años y pasa a contemplar toda su producción como un vasto campo de experiencias en las que el concepto de *work in progress* se adueña de todo.

Su aportación al serialismo en su segunda versión, cuando el control de una serie que se cierra sin repetición de elementos termina extrapolándose a todos los parámetros, es capital. El posterior descubrimiento del ADN proporcionaría un paralelismo científico definitivo a esta visión. El serialismo generalizado surge de la intuición de Messiaen en su corta pieza *Mode de valeurs e intensidades*. Pero Boulez y sus camaradas convierten este pensamiento en una necesidad imperiosa de homogeneizar el total sonoro. Además, Boulez lo consigue sin renunciar a un lirismo y a una poesía sonora que alcanza su cénit en *Marteau sans maître*, alabada por el viejo Stravinsky como obra fundamental para los nuevos tiempos y de la que elogia su ductilidad rítmica y su coherencia temporal.

Agotada la energía de esta búsqueda, Boulez se aplica en dotar de homogeneidad a los incipientes impulsos a favor de la aleatoriedad. Su apuesta es la de un equilibrio entre apertura y control que dota a sus obras de esta época de una plasticidad inigualable, como es el caso de su *Tercera sonata para piano*.

Su siguiente logro es doble: definir la función de la electroacústica como un instrumento más que dialoga sin excluir a los convencionales (con la ayuda de la naciente pero ya impetuosa aparición de la informática musical) y encontrar modos de racionalizar la espacialización sonora, o cómo enfrentarse a la identidad de una obra que puede ser escuchada de forma diversa según el punto del espacio en que se encuentre el auditor. La obra clave de este periodo es *Répons*.

A partir de ahí, Boulez ataca la revisión de toda su producción entendida ya como un inmenso friso de posibilidades sonoras que pueden proporcionar tarea para toda una vida de fértil creatividad, y que deja como legado una música fascinante a la escucha y un infinito mapa de posibilidades a modo de retrato inigualado de su tiempo.

his attention turned to the notion of space as a musical component. And gradually, from there, Boulez came to an awareness of the generative nature of his music writing over all these years, to the extent of viewing his production as a vast sum of experiences under the banner of “work in progress”.

His are among the key contributions to serialism in its second version, i.e., when the control of a series that ends without repetition of its elements is extended to every parameter. Subsequently this vision would find its scientific counterpoint in the discovery of DNA. Total serialism was born of Messiaen’s intuition in his short piece *Mode de valeurs et d’intensités*. But it was Boulez and his comrades who transformed this incipient concept, demanding its total application to sound language. Boulez, furthermore, was able to meld this language with lyrical passages and a sound poetry which attained full expression in *Marteau sans maître*, hailed by the aged Stravinsky as the only truly significant work of the new age, outstanding in its rhythmic agility and temporal coherence.

Having taken this search to its conclusion, Boulez sought to apply the same ordering principles to the emerging currents of aleatory music. His solution, a balance between openness and control, gives his scores of this period a matchless plasticity, the case, for instance, of his *Third Piano Sonata*.

His next ventures would be capped by a double achievement: defining the function of electronics as an additional instrument which dialogues with rather than supersedes conventional instruments (aided by the growing fever for computer music), and finding ways to rationalize the spatialization of sounds – interrogating the identity of a piece of music that will be heard differently depending on the listener’s location in space. The work that best captures this period is *Répons*.

Boulez has since devoted his energies to revising his past output. A vast frieze of sound possibilities which provide material enough for a lifetime of fertile creativity, and whose legacy is a music that captivates the ear while presenting an unequalled portrait of its time.





Edith Canat de Chizy

Presidenta del jurado

Miembro de la Academia de Bellas Artes, es la primera compositora que ingresa en el Instituto de Francia. Las más de sesenta obras de su catálogo han recibido numerosos reconocimientos, como el Premio de la Tribuna Internacional de Compositores por *Yell* y la distinción excepcional a su concierto de chelo *Moira* en el Concurso Príncipe Pierre de Mónaco. Fue directora del Conservatorio Eric Satie de París y hoy enseña Composición Instrumental en el Conservatorio Regional de París. Es caballero de las Artes y las Letras y caballero de la Legión de Honor.

Chair of the Jury

An elected member of the Académie de Beaux-Arts, she was the first woman composer in the Institut de France. The more than 60 works in her catalogue have earned numerous honors, including the International Composers' Tribune Prize for *Yell*, and an exceptional distinction for her cello concerto *Moir a* in the Prince Pierre of Monaco competition. A former director of the Eric Satie Conservatory in Paris, she now teaches instrumental composition at the Regional Conservatory of Paris. Chevalier des Arts et Lettres and Chevalier de la Légion d'Honneur.



Ranko Markovic

Secretario del jurado

Es director artístico de la Universidad-Conservatorio de Viena (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 Austriaca de Facultades de Música.

Secretary of the Jury

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.



Philippe Albèra

Músico y musicólogo, creó Contrechamps en 1977, del que sería director hasta 2005, así como el Ensemble Contrechamps (1980), la *Revue Contrechamps* (1983) y *Éditions Contrechamps* (1991), que sigue dirigiendo en la actualidad. Coordinador artístico de la Sala Patino de Ginebra entre 1984 y 1998, fue asimismo el creador del Festival Archipel de esa ciudad en 1992. Consejero artístico del Festival de Otoño de París durante varios años, es profesor de Historia de la Música y de Análisis en la Escuela Superior de Música de Ginebra y en la de Lausana.

A musician and musicologist, he founded Contrechamps in 1977, remaining at its head until 2005, followed by Ensemble Contrechamps (1980), *Revue Contrechamps* (1983), and *Éditions Contrechamps* (1991), which he continues to run today. From 1984 to 1998, he was coordinator of Salle Patino in Geneva, where he also created the Archipel Festival in 1992. Artistic advisor to the Festival d'Automne à Paris over several editions, he currently teaches analysis and music history at the Haute École de Musique in Geneva and Lausanne.



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 en 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 held a professorship in the Madrid Conservatory. 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.



Winrich Hopp

Es director del Festival de Música de Berlín, encuentro anual que reúne a orquestas, coros y ensembles de todo el mundo en torno a un tema específico, actividad que simultanea con la de director artístico de Musica Viva, el programa de conciertos de la Bayerischer Rundfunk, la radio y televisión públicas de Baviera. Ha sido miembro del Consejo del Instituto de Nueva Música y Educación Musical de Darmstadt y es miembro fundador del International Ensemble Modern Academy, en Fráncfort. Es miembro de la Academia de las Artes y las Ciencias de Renania del Norte-Westfalia.

Director of Musikfest Berlin, an annual event that brings together orchestras, choirs and ensembles from all round the world, each year under a different theme. He combines this post with the artistic direction of Musica Viva, the concert program run by Bavarian public broadcaster Bayerischer Rundfunk. Hopp has served on the board of the Institute for New Music and Musical Education in Darmstadt and was among the founders of the International Ensemble Modern Academy in Frankfurt. Member of the North Rhine-Westphalia Academy of Arts and Sciences.



Johannes Kalitzke

Es compositor y director. Ha sido director invitado de numerosos ensembles y orquestas sinfónicas, como el Collegium Novum o el Ensemble Recherche y la Sinfónica de la BBC. Ha recibido encargos de composición de formaciones como la Orquesta Sinfónica de la Südwestrundfunk y la Orquesta Sinfónica de Berlín. Entre sus obras figuran *Wind Stille Zeit*, para coro, conjunto y electrónica; *Vier Toteninsein*, para barítono y orquesta; y la ópera *Infern*. Imparte cursos de dirección de ensembles y es profesor de los Cursos de Verano de Darmstadt.

Composer and conductor. He has been guest conductor with numerous ensembles and symphony orchestras, including Collegium Novum, Ensemble Recherche and the BBC Symphony Orchestra, and has written pieces on commission for formations like the Südwestrundfunk and Berlin symphony orchestras. His works include *Wind Stille Zeit*, for chorus, ensemble and electronics; *Vier Toteninsein*, for baritone and orchestra; and the opera *Inferno*. On the teaching side, he has given classes on ensemble conducting, and as part of the Darmstadt Summer Courses.



Martin Kaltenecker

Musicólogo y cofundador de la revista de música contemporánea *Entretemps*, ha sido también productor en la emisora France Musique. Entre 2007 y 2008 fue asesor del Wissenschaftskolleg zu Berlin (Instituto de Estudios Avanzados de Berlín) y en 2008-2010 impartió cursos en la Universidad de Poitiers y en la Escuela de Altos Estudios de Ciencias Sociales. Traductor de Giuseppe Mazzini, Theodor W. Adorno, Carl Dahlhaus y Helmut Lachenmann, es autor de numerosos artículos y libros sobre música y estética musical de los siglos XIX y XX.

Musicologist. Co-founder of contemporary music magazine *Entretemps*, he has also worked as a producer for radio broadcaster France Musique. From 2007 to 2008, he was an advisor at the Wissenschaftskolleg zu Berlin (Institute for Advanced Study) and in 2008-2010 taught at the University of Poitiers and l'École des Hautes Études en Sciences Sociales. Translator of Giuseppe Mazzini, Theodor W. Adorno, Carl Dahlhaus and Helmut Lachenmann, he has authored books and numerous articles on the music and musical aesthetics of the 19th and 20th centuries.



Dimitri Vassilakis

Estudió en el Conservatorio Superior de Música y Danza de París, donde obtuvo el Primer Premio de Piano. Como solista ha actuado entre otros escenarios en el Carnegie Hall de Nueva York, la Scala de Milán o la Filarmónica de Berlín, y en festivales de referencia como el Maggio Musicale Fiorentino, Proms, Edimburgo y Salzburgo. Desde 1992 forma parte del Ensemble Intercontemporain. Su repertorio abarca desde Bach a compositores contemporáneos. Ha colaborado con Iannis Xenakis, Luciano Berio, Karlheinz Stockhausen, György Kurtág y Pierre Boulez.

Trained at the Conservatoire National Supérieur de Musique et Danse in Paris, where he won first prize for piano, he has appeared as soloist at venues like New York's Carnegie Hall, La Scala in Milan or the Berlin Philharmonic Hall, and international events such as Maggio Musicale Fiorentino, the Proms or the Edinburgh and Salzburg festivals. A member of Ensemble Intercontemporain since 1992, his repertoire ranges from Bach to the music of our time, and he has collaborated with Iannis Xenakis, Luciano Berio, Karlheinz Stockhausen, György Kurtág and Pierre Boulez.

Jurado

Premio Fundación BBVA
Fronteras del Conocimiento 2012 en
Música Contemporánea

Jury

2012 BBVA Foundation
Frontiers of Knowledge Award in
Contemporary Music

Acta del jurado

El jurado ha otorgado a Pierre Boulez el Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento por ser no solo un compositor de primer nivel que mira con determinación hacia el futuro, sino también una personalidad comprometida en todos los aspectos de la reflexión y la transmisión de la música.

Desde el principio de su trayectoria, Pierre Boulez abrió nuevas perspectivas musicales, renovó el pensamiento y la escritura desde sus fundamentos, realizó una síntesis crítica del pasado reciente e integró algunos aspectos de músicas no europeas.

Como director de orquesta no solo ha defendido a los compositores contemporáneos, sino que también ha renovado el repertorio orquestal y ha redefinido la programación de conciertos con el fin de conducir al público hacia una nueva comprensión de la música.

Ha contribuido al acercamiento entre la investigación científica, la composición y la práctica musical a través de la creación del instituto de investigación IRCAM, y el Ensemble Intercontemporain, primer *ensemble* estable de música contemporánea.

Durante los últimos años ha desarrollado en Lucerna un proyecto pedagógico con el fin de formar nuevas generaciones de músicos para los repertorios de los siglos XX y XXI, un esfuerzo que la fundación que lleva su nombre, creada recientemente, permitirá continuar.

El conjunto de sus actividades revela su agudo sentido de la responsabilidad intelectual y social como artista en la época moderna.

Jury's citation

The jury grants the BBVA Foundation award to Pierre Boulez, in recognition that he is not only an eminent composer, with a determinedly forward vision, but also a key figure engaging in every aspect of musical reflection and transmission.

From his beginnings as an artist, Pierre Boulez has opened up new perspectives in music. He has renewed musical writing and thought from the very foundations, applying a critical synthesis of the recent past and integrating elements of non-European music.

As a conductor, he has not only championed contemporary composers, he has also renewed the orchestra repertoire and rejuvenated concert programming in order to bring the public to a new understanding of music. Through the creation of the IRCAM research institute and Ensemble Intercontemporain, the first ever permanent contemporary music ensemble, he has helped to strengthen the connections between scientific investigation, composition and musical practice.

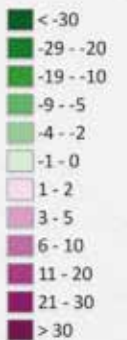
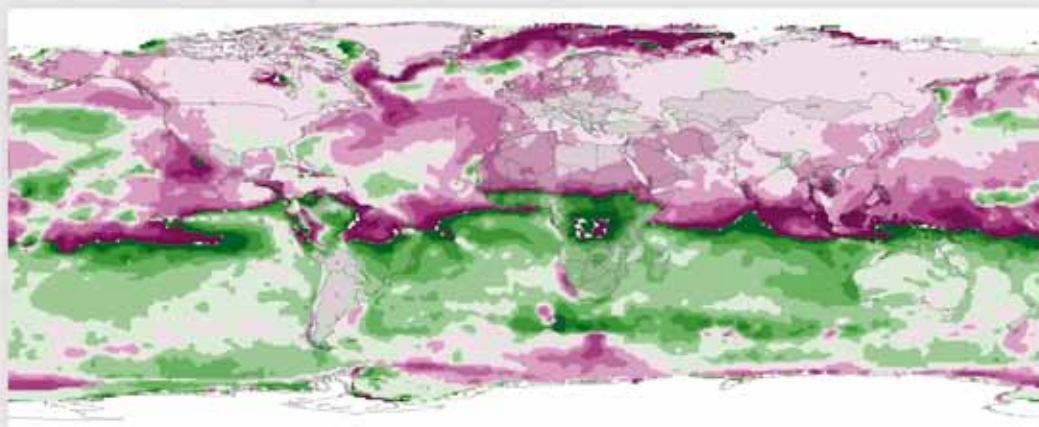
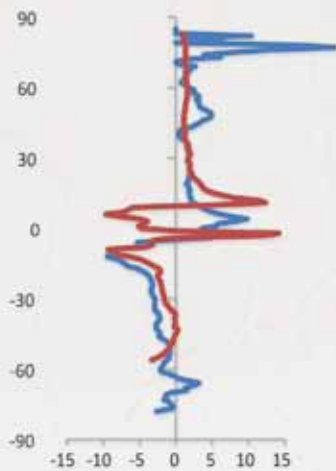
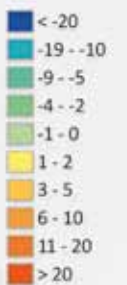
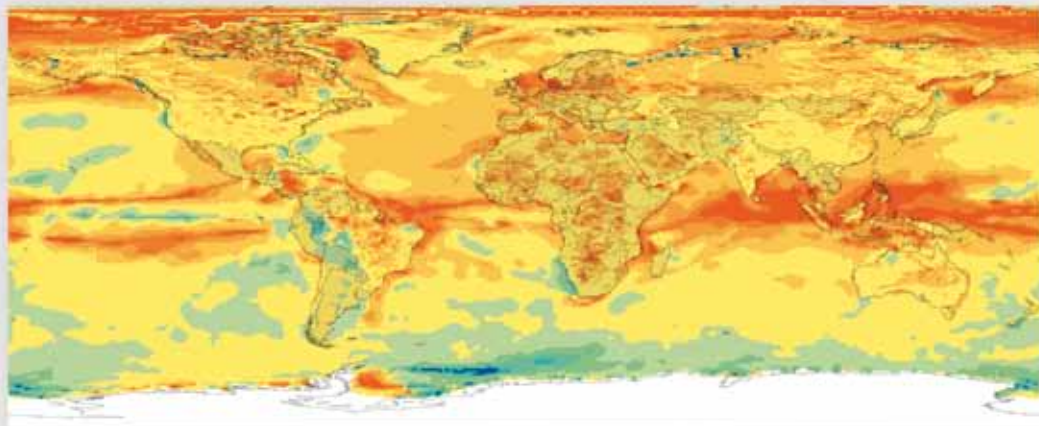
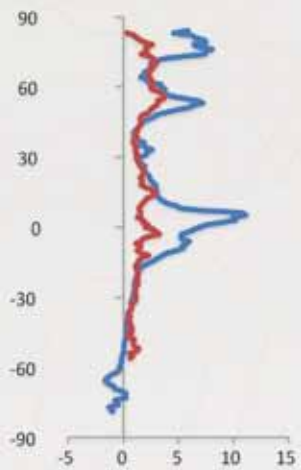
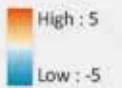
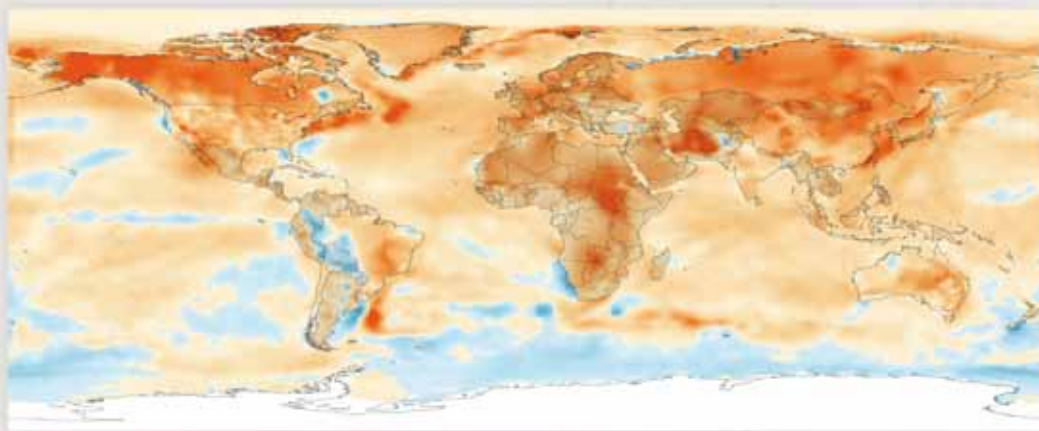
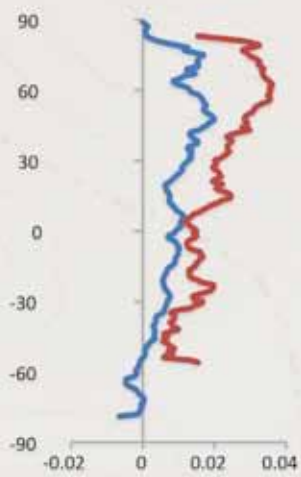
In the past few years, he has been engaged in an educational project in Lucerne aimed at training new generations of musicians in the repertoires of the 20th and 21st centuries, an effort which the recently created foundation bearing his name will now carry forward.

The sum of his activities evidences an acute awareness of the artist's intellectual and social responsibility in the modern age.

«Me preocupa mucho que los más afectados por el cambio climático sean personas que viven en países pobres, que emiten muy poco. Debemos debatir más las cuestiones morales que rodean al cambio climático.»

“It worries me greatly that those most affected by climate change will be people living in poor countries, where emissions are low. We need a deeper discussion of the moral issues around climate change.”

Susan Solomon





Susan Solomon

Premio Fundación BBVA
Fronteras del Conocimiento 2012 en
Cambio Climático

2012 BBVA Foundation
Frontiers of Knowledge Award in
Climate Change

69

Cuando la ciencia protege al planeta

Susan Solomon emite ciento cuarenta toneladas de carbono al año. Pero esta huella de carbono «de Godzilla» –como dice ella misma– no es por desconocimiento o falta de concienciación. Todo lo contrario. Fue Solomon quien encontró la primera prueba de que la acción humana cambia la atmósfera. También descubrió que el clima seguiría alterado durante un milenio incluso si se frenaran del todo, ahora mismo, las emisiones de carbono. Y Solomon estaba al frente del equipo científico internacional que en 2007 llegó a una conclusión histórica: «El calentamiento global es inequívoco». Susan Solomon (Chicago, Estados Unidos, 1956) es la ganadora del Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Cambio Climático por ayudar a entender cómo influye el hombre en la atmósfera y, por ende, en el clima.

«A través de sus investigaciones y de su liderazgo», dice el acta del jurado, Solomon «ha contribuido a salvaguardar nuestro planeta». Lo cierto es que en al menos dos ocasiones el trabajo de Solomon, catedrática del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), ha influido en acuerdos internacionales relacionados con la protección del planeta. La primera vez fue después de resolver uno de los misterios científicos que más han pillado por sorpresa a los investigadores de las últimas décadas: el del adelgazamiento extremo o *agujero* de la capa de ozono sobre la Antártida. Los investigadores del proyecto British Antarctic Survey habían descubierto en 1983 que el ozono estaba desapareciendo «a un ritmo increíble, pero no sabían por qué», cuenta Solomon. «Fue un *shock* tremendo para todo el mundo». Ella se había doctorado en la Universidad de California en Berkeley con una investigación sobre química atmosférica con Paul Crutzen –futuro premio Nobel–, y había empezado a trabajar en la NOAA (Agencia Nacional Oceánica y Atmosférica). Fascinada por el enigma, propuso que el ozono se destruía en los cristales de hielo de la estratosfera

When science safeguards the planet

Susan Solomon emits 140 tons of carbon a day. But this “Godzilla size” footprint, as she calls it, is not the fault of ignorance or lack of awareness. Quite the opposite. For it was Solomon who found the first proof that human action was changing the atmosphere. She also discovered that climate change would last for a thousand years, even if carbon emissions were stopped altogether from this point on. And she was at the head of the international scientific group which in 2007 reached a historical conclusion: “Warming of the climate system is now unequivocal.” Susan Solomon (Chicago, United States, 1956) has been granted the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Climate Change for helping to elucidate how human beings alter the atmosphere and, by extension, the Earth’s climate.

“Through her research and leadership,” reads the citation, Solomon “has contributed to the safeguarding of our planet.” And it is true that on at least two occasions, the work done by this professor at Massachusetts Institute of Technology (MIT) has influenced global agreements to protect the Earth.

The first occasion came after she had solved one of the scientific enigmas causing most consternation among the research community: the severe depletion or “hole” in the ozone layer over Antarctica. Researchers on the British Antarctic Survey had discovered back in 1983 that the ozone was thinning out “at an astounding rate, and no one knew why,” Solomon relates. “It was a tremendous shock to the whole community.” She had by then earned her PhD at the University of California at Berkeley, with an atmospheric chemistry project alongside future Nobel laureate Paul Crutzen, and had started work in the NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Fascinated by the mystery, she ventured that ozone was being destroyed in the ice crystals of the Antarctic stratosphere in chemical

Susan Solomon halló en 1987 la primera prueba de que la acción humana cambia la atmósfera, explicando y demostrando con datos cómo se forma el agujero de ozono en la Antártida. Dos décadas después estaba al frente del grupo internacional de científicos que concluyó que el cambio climático ya ha comenzado y que se debe a las emisiones de carbono del mundo desarrollado.

In 1987 Susan Solomon found the first proof that human action alters the atmosphere, and was able to explain with data how the Antarctic ozone hole was formed. Two decades later, she led the international group of scientists who concluded that climate change was happening and the culprit was the carbon emissions of the developed world.

antártica por reacciones en las que intervenían los cloro-fluorocarbonos (CFC), un tipo de compuestos artificiales. Pero había que tener datos para demostrarlo, y ella se dedicó a esa tarea. Con solo treinta años fue escogida para dirigir dos expediciones durante los inviernos antárticos de 1986 y 1987.

«La Antártida me encantó, es uno de los lugares más emocionantes en que he trabajado jamás», dice Solomon. Años más tarde, en 2001, relataría en el ensayo *The Coldest March* el intento fallido de Robert F. Scott de ser el primero en llegar al Polo Sur. Pero lo importante en 1987 fue la confirmación de su teoría: efectivamente los CFC, usados como refrigerantes y en aerosoles, destruían el ozono. Ya no había dudas sobre la capacidad humana de alterar la atmósfera.

Los datos llegaban además en el momento adecuado. Mientras Solomon y su equipo tomaban muestras de gases en la Antártida, decenas de países aprobaban el Protocolo de Montreal precisamente para frenar el uso de los CFC. Trabajos previos –entre ellos los que darían el Nobel a Crutzen, junto a Mario Molina y Frank Sherwood Rowland– habían alertado de la capacidad destructora del ozono de estos gases, pero no se contaba aún con evidencias directas y globales. Así que, como recoge el acta, la labor de Solomon «contribuyó a reforzar el Protocolo de Montreal». La segunda ocasión en que la influencia de la galardonada trasciende el ámbito estrictamente científico se produce en el periodo 2002-2008, cuando copreside el grupo de científicos a cargo del cuarto informe del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC). Solomon, para entonces una investigadora consagrada no solo en ozono sino también en cambio climático, recuerda las noches sin dormir y la «intensa emoción» del momento de la aprobación del documento: por primera vez los científicos afirmaban que el cambio climático estaba efectivamente en marcha, y que muy probablemente se debía a la acción humana.

La ciencia cumplía así su papel de guía. «Siempre he pensado que el progreso científico puede iluminar el mundo», dice Solomon, «y que el público y los dirigentes deben decidir con la máxima información posible proporcionada por los científicos. Lo maravilloso de los científicos es que puedes tener a una decena de ellos en una misma habitación e, incluso si no hablan la misma lengua, analizan los datos y son capaces de entenderse. Eso es increíble, es la razón por la que amo ser científica».

reactions involving chlorofluorocarbons (CFCs), a kind of man-made compound. But she needed data to back her theory and promptly set about finding them. At the age of just 30, she was chosen to lead two expeditions during the Antarctic winters of 1986 and 1987.

“I loved Antarctica, it is one of the most amazing places I have ever worked in,” says Solomon. Years later, in 2001, she would narrate Robert F. Scott’s doomed attempt to be the first to reach the South Pole in her essay *The Coldest March*. But the important news in 1987 was the confirmation of her theory: in effect, CFCs, used in refrigeration and aerosols, were ozone-destroying agents. There was no longer any cause to doubt man’s capacity to alter the atmosphere.

The proof came at just the right moment. While Solomon and her team were taking gas samples in Antarctica, a few scores of countries approved the Montreal Protocol with the precise aim of curbing use of CFCs. Earlier research – including the project that would win Crutzen a Nobel Prize jointly with Mario Molina and Frank Sherwood Rowland – had sounded a warning about the ozone-depleting capacity of these gases; what was missing was direct, global evidence to back it up. Hence Solomon’s work, as the citation affirms, “led to strengthening of the Montreal Protocol.”

The second occasion when the laureate’s influence went beyond the purely scientific was in the period 2002-2008, when she co-chaired the scientific group tasked with the fourth report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Solomon, by that time a reputed expert not only in ozone but also climate change, recalls the sleepless nights and then the “intense emotion” when the report was approved: for the first time, scientists had come out and said that climate change was under way, and was in all likelihood a product of human activity.

This was science fulfilling its guidance mission. “I have always thought that scientific results and progress can be the light of the world,” says Solomon, “and that the public and policy-makers should be able to make informed choices, with the information science provides. What is really great about scientists is that you can have ten of them in the room and it doesn’t matter if their native languages are different. They look at the data and are able to talk to each other in a constructive way. That’s truly incredible and it’s also the reason I love being a scientist.”

Uno de los últimos hallazgos de Solomon tiene que ver con la lentitud de la atmósfera para recuperarse: incluso si ahora dejáramos de emitir carbono, las alteraciones tardarían al menos un milenio en revertirse. ¿Significa esto que no vale ya la pena combatir el cambio climático? Nada más lejos de la realidad, dice Solomon: «No es demasiado tarde para frenar la subida de la temperatura en el planeta. Mis descubrimientos resaltan la importancia de tomar buenas decisiones respecto a cuánto carbono queremos emitir, precisamente porque los efectos que causemos no podrán ser revertidos fácilmente».

La pregunta clave es cómo emitir menos carbono. Solomon no tiene la respuesta, pero sí una gran confianza en la tecnología: «Deberíamos desarrollar fuentes de energía mejores y más baratas que emitan poco carbono. Si no investigamos más en esto, dentro de cincuenta años el planeta se habrá calentado realmente mucho, así que me gustaría ver un esfuerzo diplomático amplio para fomentar la investigación en tecnología en esta área en todo el mundo».

Mientras la solución tecnológica llega, Solomon otorga importancia a las decisiones cotidianas personales. Ella no puede evitar los vuelos a los congresos científicos –la causa de su gran huella de carbono–, pero apoya proyectos de reforestación y su coche emite relativamente poco. Echa de menos un debate social importante: «Me preocupa mucho que los más afectados por el cambio climático sean personas que viven en países pobres, que emiten muy poco. Debemos debatir más profundamente las cuestiones morales que rodean al cambio climático».

One of her latest findings highlights the slowness with which the atmosphere recovers: even if we stopped emitting carbon today, existing alterations would take at least a thousand years to fully unwind. Does this mean there is little point in fighting climate change? Not by any stretch, Solomon insists: “It is important to know that it’s not too late to stop turning up the thermostat. My discoveries increase the importance of making good choices about how much more carbon dioxide we want to put into the atmosphere, because we need to understand that what we are doing cannot be easily undone.”

The key question then is what must we do to emit less carbon? Solomon doesn’t have the answer, but she does have a strong faith in technology: “We need to develop better and cheaper sources of low-carbon-emitting energy. If we don’t devote more attention to that kind of research I think we’ll be very hot indeed within about 50 years. So I would like to see a broader diplomatic effort to spur joint research on technology development worldwide.”

While we wait for the technology, Solomon argues, we have to look hard at our own day-to-day decisions. She can’t stop taking planes to scientific congresses – the cause of her large carbon footprint – but she supports reforestation projects and drives a relatively low-emissions car. What is missing, she thinks, is a wider social debate: “It worries me greatly that the people most affected by climate change will be those living in poor countries, where emissions are very low. I think we need a deeper discussion of the moral issues surrounding climate change.”





Bjorn Stevens

Presidente del jurado
Es 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 Angeles y de la Universidad de Hamburgo. Ha sido director del *Journal of Atmospheric Sciences*.

Chair of the Jury

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*.



Carlos M. Duarte

Secretario del jurado
Profesor de investigación en el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (CSIC-Universidad de las Illes Balears), es director de la UWA Oceans Institute de la Universidad de Australia Occidental. Sus líneas de investigación abarcan la ecología marina y la oceanografía. Entre otros reconocimientos, ha recibido el Premio Nacional de Investigación Alejandro Malaspina y el Prix d'Excellence del Consejo Internacional para la Exploración del Océano.

Secretary of the Jury

Research Professor at the Mediterranean Institute for Advanced Studies (CSIC-University of the Balearic Islands) and Director of the UWA Oceans Institute of The University of Western Australia. His main areas of investigation are marine ecology and oceanography. His many distinctions include the Alejandro Malaspina National Research Award, and the Prix d'Excellence of the International Council for the Exploration of the Sea.



Sandrine Bony-Lena

Investigadora principal en el Laboratorio de Meteorología Dinámica de París. Investiga sobre el papel de las nubes en el clima y la respuesta climática a la actividad humana. Desde 2008 es codirectora del Grupo de Trabajo sobre Modelos Acoplados del Programa Mundial de Investigación del Clima, que coordina las simulaciones realizadas por equipos de todo el mundo y sobre cuyos datos se basan los informes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. Es autora principal del Cuarto Informe, por el que el IPCC recibió el Premio Nobel en 2007.

Senior scientist at the Laboratoire de Météorologie Dynamique in Paris, her main research interests are the role of clouds in climate and the response of the climate system to human activity. Since 2008, she has co-chaired the World Climate Research Program's Working Group on Coupled Modeling, which coordinates the climate simulations run by teams round the world and whose predictions serve as input to the Intergovernmental Panel on Climate Change. A lead author of the Fourth Assessment Report for which the IPCC received the 2007 Nobel Prize.



Miquel Canals

Catedrático de Geología Marina y director del Departamento de Estratigrafía, Paleontología y Geociencias Marinas de la Universidad 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 Barcelona University (Spain). His research areas include the record of climate change in the marine ecosystem, and marine monitoring, sedimentology, 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 Halsnæs

Directora del Programa del Clima de la Universidad Tecnológica de Dinamarca. Su investigación comprende la economía y las políticas sobre el cambio climático, la energía, el desarrollo sostenible y la economía del desarrollo. Ha publicado numerosos estudios y lidera proyectos junto a otros países sobre desarrollo sostenible, energía y cambio climático. Ha sido directora de proyecto en el Programa sobre Acción de Desarrollo y Clima de Dinamarca. Durante más de quince años ha sido miembro del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático.

Head of the Climate Program at 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 and leads international projects on sustainable development, energy, and climate change. A former project manager for the Danish Development and Climate Action Program, she has also served for fifteen years on the Intergovernmental Panel on Climate Change.



Edward S. Rubin

Es catedrático de Ingeniería y Política Pública y *alumni chair professor* de Ciencia e Ingeniería Medioambiental en la Universidad Carnegie Mellon (Estados Unidos), donde fundó el Centro para la Energía y 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.

Professor of Engineering and Public Policy and Alumni Chair Professor of Environmental Engineering and Science 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.

Jurado

Premio Fundación BBVA
Fronteras del Conocimiento 2012 en

Cambio Climático

Jury

2012 BBVA Foundation
Frontiers of Knowledge Award in

Climate Change

Acta del jurado

La profesora Solomon ha realizado contribuciones pioneras esenciales para comprender los motores clave del cambio climático global. A través de su trabajo de investigación y su liderazgo ha contribuido a proteger nuestro planeta.

A partir de sus primeras contribuciones, esenciales para identificar la causa de la pérdida de ozono en la estratosfera, Susan Solomon ha definido conceptos para cuantificar cómo estos y otra serie de cambios en la composición atmosférica afectan al clima terrestre.

Las contribuciones de la profesora Solomon han demostrado la urgencia de adoptar medidas inmediatas para evitar que el cambio climático alcance un carácter irreversible, porque los impactos de las emisiones de CO₂ pueden perdurar durante siglos aun después de detener las emisiones. La investigación de la doctora Solomon ha incidido siempre sobre los grandes problemas medioambientales de nuestra era. Sus primeras investigaciones contribuyeron a mejorar el Protocolo de Montreal, que regula el uso de compuestos que destruyen el ozono. Sus aportaciones y liderazgo en el IPCC y otros foros son un ejemplo del trabajo de ciencia enfocada al bien común.

Jury's citation

Prof. Solomon has made path-breaking contributions to understanding key drivers of global climate change, and through her research and leadership has contributed to the safeguarding of our planet.

Building on her early work, which was key in identifying the cause of ozone loss in the stratosphere, Susan Solomon has developed concepts to assess how these and other changes in atmospheric composition affect Earth's climate. Her recent research has underscored the importance of immediate action to limit further CO₂ emissions by highlighting how the impacts of additional emissions, namely warming and its consequences such as changing rainfall patterns and sea-level rise, are very long lived, persisting for a thousand years or more.

Susan Solomon's research has always been deeply attuned to, and relevant for, the pressing policy questions of our era. Her early research, fundamental to the understanding of stratospheric chemistry, led to strengthening of the Montreal Protocol to curb the use of ozone-destroying substances. Her contributions and leadership within the IPCC, and other forums, is a role model of science for the public good.

La DNDi es premiada por «desarrollar y distribuir junto a sus colaboradores tratamientos nuevos y accesibles para enfermedades ligadas a la pobreza, que afectan a las poblaciones más vulnerables del mundo», señala el acta del jurado.

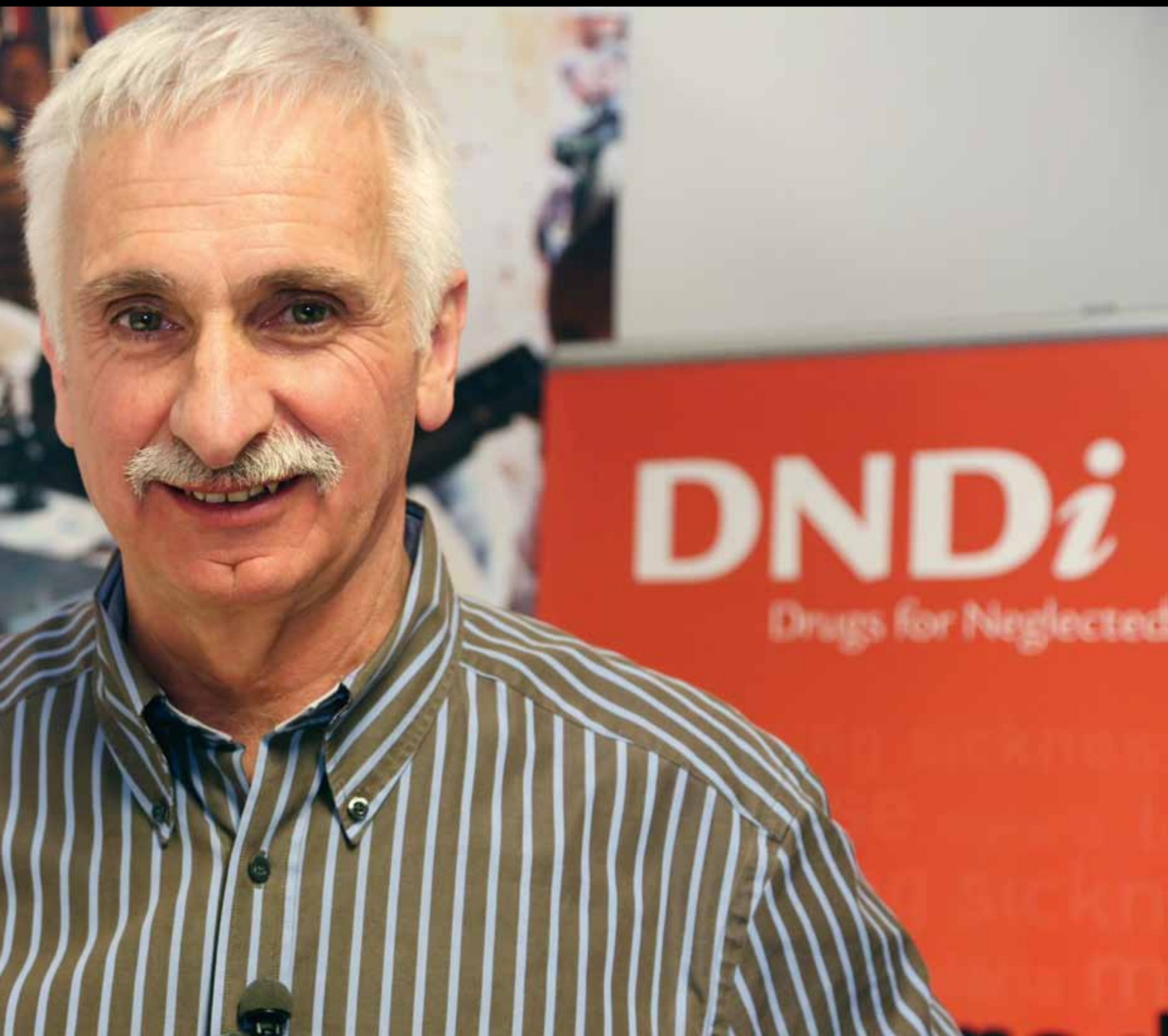
The DNDi wins the award for “developing and delivering, along with its partners, new effective and affordable treatments for poverty-related diseases that affect the world’s most vulnerable populations.”

Iniciativa Medicamentos para Enfermedades Olvidadas (DNDi)
Drugs for Neglected Diseases Initiative (DNDi)

Premio Fundación BBVA
Fronteras del Conocimiento 2012 en
Cooperación al Desarrollo

2012 BBVA Foundation
Frontiers of Knowledge Award in
Development Cooperation





Premio Fundación BBVA
Fronteras del Conocimiento 2012 en
Cooperación al Desarrollo

2012 BBVA Foundation
Frontiers of Knowledge Award in
Development Cooperation

La salida al bucle perverso de pobreza y enfermedad

La enfermedad del sueño, endémica en treinta y seis países africanos, causa decenas de miles de muertes al año. Su última gran epidemia ocurrió a finales de los noventa y afectó a medio millón de personas. El medicamento más usado entonces contra ella, el melarsoprol, es tan tóxico que puede llegar a ser letal, y su hasta hace poco única alternativa era un fármaco muy caro y complejo de administrar que incluso llegó a desaparecer del mercado porque no daba beneficios a su fabricante. Esto ha cambiado. Gracias a la labor de la DNDi (Iniciativa Medicamentos para Enfermedades Olvidadas), ahora se dispone ya de un fármaco mejor en eficacia, coste y logística; el primero nuevo contra la enfermedad del sueño en veinticinco años. La DNDi recibe este año el Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Cooperación al Desarrollo. No es el único éxito de esta organización. La DNDi ha desarrollado y distribuido junto a sus colaboradores «tratamientos nuevos y accesibles para enfermedades ligadas a la pobreza, incluidos el chagas, la enfermedad del sueño, la malaria o la leishmaniasis, que afectan a las poblaciones más vulnerables del mundo», según recoge el acta del jurado. «La DNDi representa un modelo institucional de buenas prácticas, que traslada la investigación científica a la cooperación al desarrollo mediante la gestión del conocimiento y la difusión de resultados para la poblaciones desfavorecidas que sufren las enfermedades olvidadas». Hay 17 enfermedades que la Organización Mundial de la Salud (OMS) cataloga como *olvidadas*, porque están muy lejos de las prioridades de la investigación biomédica y farmacéutica mundial. Se estima que causan el 90 por ciento de la carga de morbilidad global en el planeta –afectan a más de mil millones de personas en todo el mundo, la mitad de ellas niños–, pero solo consumen el 10 por ciento de los recursos destinados a la investigación. El resultado es que de los 1.556 fármacos nuevos aprobados entre 1975 y

Breaking the poverty-disease-poverty cycle

Sleeping sickness, endemic in 36 African countries, causes tens of thousands of deaths a year. The last great epidemic was in the late 1990s with half a million people infected. The most widely employed treatment, a drug called melarsoprol, is so toxic it can kill. And, till recently, the only alternative was an extremely expensive, hard-to-administer compound whose manufacturer halted production at one point because it wasn't making money. All that has now changed. Thanks to the efforts of the Drugs for Neglected Diseases Initiative (DNDi), a cheaper, more effective, more easily deliverable drug is now available; the first new sleeping sickness treatment in 25 years. The DNDi is this year's recipient of the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Development Cooperation.

This is not the DNDi's only success. The organization and its partners have developed and distributed, "new effective and affordable treatments for poverty related diseases including Chagas disease, sleeping sickness, malaria and leishmaniasis affecting the world's most vulnerable populations," according to the award citation. "DNDi," it goes on to say, "represents an institutional model of good practice, translating scientific research to development cooperation through knowledge management and the delivery of results to disadvantaged populations suffering from neglected diseases."

The World Health Organization (WHO) has classed 17 diseases to the "neglected" bracket, because they are not in the main sights of pharmaceutical and biomedical research. These conditions are reckoned to account for 90% of the global disease burden – affecting over one billion people worldwide, half of them children – but attract only 10% of health research expenditure. The result is that of the 1,556 new drugs approved between 1975 and 2004, only 21 – a bare 1.3% – had been developed specifically for tropical diseases, including malaria and tuberculosis.

La DNDi (Iniciativa Medicamentos para Enfermedades Olvidadas) desarrolla fármacos eficaces, baratos, seguros, y administrables de modo sencillo y rápido, contra las infecciones que causan el noventa por cien de la carga de enfermedad mundial. No son enfermedades prioritarias para la industria farmacéutica, porque los miles de millones de personas que las padecen son las más pobres del planeta y no constituyen un mercado atractivo.

The Drugs for Neglected Diseases Initiative (DNDi) develops cheap, effective and safe drugs that are easy and quick to administer against the infections responsible for 90% of the global disease burden. These diseases are not a priority for the pharmaceutical industry, because their billions of sufferers are among the poorest people on the planet and therefore not an attractive market.

2004, solo 21 –el 1,3 por ciento– habían sido desarrollados específicamente para enfermedades tropicales, incluyendo malaria y tuberculosis.

El problema es de salud, pero también económico. Como explica Bernard Pécoul, director de la DNDi, en su *Manifiesto para avanzar en el control y la eliminación de las enfermedades tropicales olvidadas*, estas dolencias «son una de las razones importantes por las que los 1.400 millones de personas que viven por debajo del umbral de la pobreza no pueden salir de la marginación y la desesperanza; son las infecciones más comunes entre los más pobres del mundo, la principal causa de incapacidad crónica y pobreza». Y he aquí el círculo vicioso: una población condenada a la miseria perpetua no es atractiva a ojos del mercado. «Son enfermedades que provocan la muerte o que gente joven que las padece no pueda trabajar, lo que empobrece a su país», dice Pécoul. «Su impacto económico es muy fuerte. Los afectados no pueden sostener un mercado, por eso no hay inversión del sector privado».

Buscando una salida a este bucle perverso de pobreza y enfermedad se creó en 2003 la DNDi, una organización sin ánimo de lucro fruto del acuerdo entre siete instituciones públicas y privadas: Médicos Sin Fronteras, Consejo Indio de Investigación Médica, Instituto de Investigación Médica de Kenia, Ministerio de Salud de Malasia, Instituto Pasteur (Francia), la Fundación Oswaldo Cruz (Fiocruz) de Brasil, y el Programa Especial para la Investigación y Entrenamiento en Enfermedades Olvidadas de la Organización Mundial de la Salud. Así, la DNDi cuenta hoy con un equipo de unas ciento veinte personas repartidas en sus sedes de Suiza, Brasil, Congo, Kenia, India, Malasia, Estados Unidos y Japón, y con una red de unos seiscientos colaboradores.

Su labor consiste en detectar la necesidad de un tratamiento e implicar a instituciones públicas y privadas –incluidos laboratorios farmacéuticos– para producirlo y distribuirlo con los máximos estándares de calidad y promoviendo que también las fases de investigación y desarrollo tengan lugar en los países afectados. Se trata, en última instancia, de obtener fármacos eficaces, baratos y que puedan administrarse de modo sencillo y rápido para facilitar la adherencia al tratamiento. Y todo ello según los más exigentes estándares de calidad y seguridad.

En la enfermedad del sueño, por ejemplo, el fármaco más eficaz y seguro disponible hasta la entrada en escena de la DNDi exigía una inyección cada seis horas durante dos

All this adds up to an economic as well as a health problem. As DNDi director Bernard Pécoul writes in his *“Manifiesto” for Advancing the Control and Elimination of Neglected Tropical Diseases*, these conditions “are an important reason why the world’s poorest 1.4 billion people who live below the poverty line cannot escape destitution and despair; they are the most common infections of the world’s poorest people and the leading causes of chronic disability and poverty.” And this precisely is where the vicious circle kicks in, for a population doomed to perpetual misery is not an attractive market. “They are also diseases which kill or prevent their young sufferers from working, depriving the country of their potential,” Pécoul adds, “and that imposes a heavy economic burden. The victims cannot sustain a lucrative market so the private sector will not invest.”

It was to find a way out of this poverty-disease-poverty cycle that DNDi was founded as a non-profit organization in 2003 on the combined initiative of seven public and private institutions: Médecins Sans Frontières/Doctors Without Borders, the Indian Council for Medical Research, the Kenya Medical Research Institute, the Malaysian Ministry of Health, France’s Institut Pasteur, Brazil’s Oswaldo Cruz Foundation (Fiocruz), and the Special Program for Research and Training in Tropical Diseases of the World Health Organization. It now has a 120-strong team working out of its offices in Switzerland, Brazil, the Democratic Republic of the Congo, Kenya, India, Malaysia, the United States and Japan, and a partnership network of around 600 engaged individuals.

Its strategy is to detect the need for a particular treatment, then coordinate and synergize the efforts of public and private partners – including pharmaceutical companies – in its production and distribution, under strict quality standards, while working to relocate research and development capacity to the countries affected. The aim, ultimately, is to obtain cheap, effective, short-course treatments that are easy to administer, thereby facilitating compliance, with maximum attention to patient safety.

In sleeping sickness, for instance, the safest, most effective drug, until DNDi came on the scene, had to be injected every six hours over two weeks of hospitalization. The result was that many countries, put off by the cost, continued to rely on the highly dangerous melarsoprol. So the arrival of the new medicine in 2009 marked “a huge

semanas de hospitalización. Así que muchos países, incapaces de asumir ese coste, seguían optando por el tóxico melarsoprol. De ahí que la llegada en 2009 del nuevo medicamento fuera «un gran cambio», dice Pécoul. «Yo he trabajado más de veinte años con Médicos Sin Fronteras y era difícil entrar en un hospital sabiendo que un cinco por ciento de los pacientes iban a morir por la toxicidad del tratamiento. Pero no teníamos otra solución, porque la enfermedad del sueño mata al cien por cien».

Además de este nuevo fármaco, la DNDi ha desarrollado otros cinco que mejoran algunos ya existentes. Dos son contra la malaria –ASAQ, en colaboración con Sanofi, fabricado en África y distribuido en treinta y dos países, y ASMQ, basado en una tecnología transferida desde Brasil a la India–; otros dos contra la leishmaniasis; y un sexto contra la enfermedad de Chagas, con una dosificación de uso pediátrico desarrollada por un laboratorio público brasileño. Para el futuro inmediato los objetivos son la filariasis y el VIH pediátrico. Hay en marcha otros treinta proyectos, once de ellos para generar nuevos fármacos: «Hemos conseguido firmar contratos con muchos laboratorios farmacéuticos incluso en etapas muy tempranas del desarrollo de fármacos», señala Pécoul. «Ellos saben que no van a hacer negocio, pero son proyectos que encuentran apoyo dentro de la propia empresa, y además se dan cuenta de que en estos países está el mercado del futuro». Entre sus colaboradores se encuentra la planta española del laboratorio GSK, centrada en medicamentos para enfermedades olvidadas.

Las enfermedades tropicales olvidadas afectan a los más pobres entre los pobres, personas «sin poder político ni económico» pero cuya salud es también un indicador de la nuestra, recuerda Pécoul. Y para ilustrarlo toma una frase de Mahatma Gandhi: «Una civilización se juzga por cómo trata a sus minorías».

change,” Pécoul recalls. “I spent over 20 years with Médecins Sans Frontières, and it was tough walking into a hospital and knowing that the drug in use – an arsenic derivative – was so toxic that it killed 5 percent of the patients it was supposed to cure. But we had no alternative because the disease killed 100 percent.”

Besides this new drug, DNDi has come up with five treatments for forgotten patients that improve on existing drugs. These include two treatments against malaria – ASAQ, developed in partnership with Sanofi, manufactured in Africa and distributed in 32 countries, and ASMQ, based on a technology transferred from Brazil to India; a further two against leishmaniasis; and a sixth against Chagas disease – a new pediatric dosage form of an existing treatment developed with a public laboratory in Brazil. The organization now has its sights on filarial parasitic worm diseases and pediatric HIV, and has a further 30 projects in the pipeline, eleven of which are new drug candidates. “We have signed contracts with a good number of pharma companies, some of them at quite early drug development stages,” Pécoul informs. “They know that they’re not going to make a profit, but the projects are supported by the people in their own teams and they are also aware that the countries affected are the market of the future.” Among DNDi’s partners is the Spanish plant of pharmaceutical giant GSK, which concentrates on global health priorities.

Neglected tropical diseases affect the poorest among the poor, “without political or economic power.” Their health, however, is an indicator of our own, Bernard Pécoul reminds us. And he illustrates his point with the words of Mahatma Gandhi: “A civilization is to be judged by how it treats its minorities.”





Pedro L. Alonso

Presidente del jurado
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.

Chair of the Jury

University professor, Director of the Institute for Global Health of Barcelona (Spain), and Chairman 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 200 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.



José García Montalvo

Secretario del jurado
Es vicerrector de Política Científica y catedrático de Economía en la Universidad Pompeu Fabra (Barcelona, España), así como profesor investigador del Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas. Investiga en economía del desarrollo, los conflictos y las etnias, el mercado inmobiliario, la economía de la educación y el mercado laboral. Es *affiliated professor* en la Barcelona Graduate School of Economics, *research fellow* en la Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats, y consultor de la OCDE y del Banco Mundial.

Secretary of the Jury

Vice President for Science Policy and Professor of Economics at Pompeu Fabra University (Barcelona, Spain), and a Research Professor at the Valencian Institute of Economic Research (Ivie). His areas of research are economic development, conflicts and ethnicity, housing economics, the economics of education and the labor market. An affiliated professor at Barcelona Graduate School of Economics, and research fellow at the Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA), he has done consultancy work for the OECD and World Bank.



Maricela Daniel

Representante de la Delegación en España del Alto Comisionado de las Naciones Unidas (Acnur). Desde 1990 trabaja en el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados, donde ha participado en misiones especiales con el Centro de los Derechos Humanos y en las sedes de Acnur en Hong Kong (China) y en Ginebra (Suiza). Ha formado parte del equipo editorial del *Estudio de la ONU sobre el impacto de los conflictos armados sobre los niños*, dirigido por Graca Machel en 1996. Ha publicado numerosos trabajos sobre cooperación al desarrollo.

Spanish Representative of the United Nations Refugee Agency UNHCR. She has worked for the organization since 1990, during which time she has taken part in special missions with the UN Human Rights Center and at UNHCR's offices in Hong Kong (China) and Geneva (Switzerland). A member of the editorial board responsible for the *United Nations Study on the Impact of Armed Conflict on Children* headed by Graca Machel and released in 1996, she has also published extensively in international journals with a social action focus.



Vicente Larraga

Profesor de investigación y exdirector del Centro de Investigaciones Biológicas del CSIC, trabaja en el Departamento de Microbiología Molecular y Biología de las Infecciones. Ha investigado en el desarrollo de vacunas recombinantes frente a la leishmaniasis y en la activación génica durante el mecanismo de protección frente al parásito. Pertenece a la Academia de Ciencias de Nueva York, la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular o la Sociedad Española de Medicina Tropical y Salud Internacional.

Research Professor and former director of the Center for Biological Research of the CSIC, he currently works in the latter organization's Department of Molecular Microbiology and Infection Biology. His research has focused on developing recombinant vaccines against leishmaniasis, and gene activation during the protective response to the parasite. 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.



Francisco Pérez

Catedrático de Análisis Económico en la Universidad de Valencia (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 cincuenta 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 fifty 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*.

Jurado

Premio Fundación BBVA
Fronteras del Conocimiento 2012 en
Cooperación al Desarrollo

Jury

2012 BBVA Foundation
Frontiers of Knowledge Award in
Development Cooperation

Acta del jurado

Durante la última década, la Iniciativa Medicamentos para Enfermedades Olvidadas (DNDi) y sus colaboradores han desarrollado y distribuido nuevos tratamientos eficaces y accesibles para enfermedades relacionadas con la pobreza, tales como el chagas, la enfermedad del sueño, la malaria y la leishmaniasis, que afectan a las poblaciones más vulnerables. A pesar del progreso de la salud pública en el último siglo, muchas de las enfermedades que afectan a las poblaciones más pobres siguen olvidadas. La insuficiencia de incentivos de mercado provoca que se dedique solo el diez por ciento del gasto en investigación a enfermedades que representan el noventa por ciento del coste en la salud mundial. Controlar y eliminar estas enfermedades es un componente vital en la estrategia para aliviar la pobreza. En las últimas décadas, la colaboración público-privada representa un modelo institucional de buenas prácticas, que traslada la investigación científica a la cooperación al desarrollo de las poblaciones más desfavorecidas que sufren las enfermedades olvidadas, mediante la gestión del conocimiento y la difusión de sus resultados.

La DNDi es un claro ejemplo de colaboraciones para el desarrollo de productos. Fundada por siete instituciones públicas y privadas de diferentes países, la DNDi ha trabajado con éxito con el sector académico, la industria, las ONG y los gobiernos de todo el mundo para desarrollar y aplicar seis nuevos tratamientos contra la malaria, el chagas, la enfermedad del sueño y la leishmaniasis. Estas enfermedades afectan a 3.000 millones de personas y algunos de sus nuevos fármacos se han registrado en más de treinta países de África, Asia y Latinoamérica. Por poner un ejemplo, se han distribuido más de 150 millones de dosis de sus tratamientos contra la malaria. En estos momentos, están trabajando en el desarrollo de nuevos productos. La labor de la DNDi abarca el complejo proceso integral del diseño, evaluación, registro, producción y aplicación de los fármacos, y todo ello bajo los más estrictos estándares de calidad y seguridad e intentando siempre llevar la investigación y producción a los países afectados.

La DNDi representa un claro ejemplo de modelo institucional de buenas prácticas, aportando la investigación científica a la cooperación al desarrollo, mediante el conocimiento empresarial y el desarrollo de resultados para ayudar a las poblaciones más marginales que padecen enfermedades que en otros países del mundo ya están erradicadas.

Jury's citation

Over the last decade the Drugs for Neglected Disease Initiative (DNDi) and its partners have developed and delivered new effective and affordable treatments for poverty-related diseases including Chagas disease, sleeping sickness, malaria and leishmaniasis affecting the world's most vulnerable populations.

Despite the major progress achieved in global health over the last century, there remains a significant equity gap and many diseases affecting the poorest populations are still neglected. This represents shortcomings of market incentives resulting in only 10% of the world research expenditure being spent on diseases that account for 90% of the global health burden. Controlling and eliminating these diseases is a vital component of the strategy to alleviate poverty. Over the last decades public-private partnerships and product development partnerships have emerged as innovative mechanisms to overcome this market failure and facilitate the development of new products for poverty-related diseases.

DNDi is a prime example of product development partnerships. Founded by seven public and private institutions from different countries, DNDi has, over the last ten years, successfully worked with academia, industry, NGOs and governments around the world, to develop and implement six new drugs against malaria, Chagas, sleeping sickness, and leishmaniasis. These diseases potentially affect more than 3 billion people. Some of their new products have been registered in more than 30 countries in Africa, Asia and Latin America, and, as an example, more than 150 million doses of their antimalarial drugs have already been delivered. More new products are in the pipeline. One of the prime innovations is the way DNDi works facilitating the complex development path from design, evaluation, registration, production and implementation of these drugs, mostly working with endemic countries.

DNDi represents an institutional model of good practice, translating scientific research to development cooperation, through knowledge management and delivery of results to disadvantaged populations suffering from neglected diseases.



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

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



Biomedicina / Biomedicine

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



Ecología y Biología de la Conservación / Ecology and Conservation Biology

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



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

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



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

Angus Deaton · Universidad de Princeton (Estados Unidos) / *Princeton University (United States)*



Música Contemporánea / Contemporary Music

Salvatore Sciarrino · Compositor (Italia) / *Composer (Italy)*



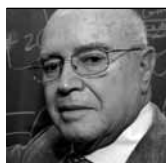
Cambio Climático / Climate Change

Isaac Meyer Held · Agencia Nacional Oceánica y Atmosférica (Estados Unidos) / *United States*



Cooperación al Desarrollo / Development Cooperation

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



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

Gabor A. Somorjai · Universidad de California-Berkeley (Estados Unidos) / *University of California-Berkeley (United States)*



Biomedicina / Biomedicine

Shinya Yamanaka · Universidad de Kioto (Japón) y Universidad de California-San Francisco (Estados Unidos) / *Kyoto University (Japan) and University of California-San Francisco (United States)*



Ecología y Biología de la Conservación / Ecology and Conservation Biology

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



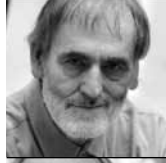
Tecnologías de la Información y la Comunicación / Information and Communication Technologies

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



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

Lars Peter Hansen · Universidad de Chicago (Estados Unidos) / *University of Chicago (United States)*



Música Contemporánea / Contemporary Music

Helmut Lachenmann · Compositor (Alemania) / *Composer (Germany)*



Cambio Climático / Climate Change

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



Cooperación al Desarrollo / Development Cooperation

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



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

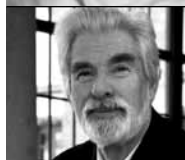
Andreu Mas-Colell · Universidad Pompeu Fabra de Barcelona (España) / *Pompeu Fabra University (Spain)*

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



Música Contemporánea / Contemporary Music

Cristóbal Halffter · Compositor y director (España) / *Composer and conductor (Spain)*



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)*



Biomedicina / Biomedicine

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



Ecología y Biología de la Conservación / Ecology and Conservation Biology

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



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

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



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

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



Artes (Música, Pintura, Escultura, Arquitectura) / Arts (Music, Painting, Sculpture, Architecture)

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



Cambio Climático / Climate Change

Wallace S. Broecker · Universidad de Columbia (Estados Unidos) / *Columbia University (United States)*



Cooperación al Desarrollo / Development Cooperation

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

Fundación BBVA

Plaza de San Nicolás, 4 · 48005 Bilbao, España / *Spain*
Paseo de Recoletos, 10 · 28001 Madrid, España / *Spain*
www.fbbva.es

Diseño gráfico y producción / *Graphic design and production*

nu comunicación

Impresión / *Printed by*

Gráficas Ingugom

Depósito Legal / *Legal deposit*

BI-852-2013

Impreso en España / *Printed in Spain*

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

Créditos fotográficos / *Photo credits*

(Número de página / *Page number*)

5	Fundación BBVA
8	CSIC
10, 16	(Ingrid Daubechies) Duke.Edu
10, 16	(David B. Mumford) Fundación BBVA
10, 24, 27	(Douglas L. Coleman) The Jackson Laboratory
10, 24, 27	(Jeffrey M. Friedman) Fundación BBVA
10, 32	(Jane Lubchenco) Fundación BBVA
10, 40	(Lotfi A. Zadeh) Fundación BBVA
10, 52, 55	(Paul R. Milgrom) Fundación BBVA
10, 60	(Pierre Boulez) Harald Hoffmann / DG
10, 68	(Susan Solomon) Dominick Reuter
10, 76	(Bernard Pécoul / DNDi) Fundación BBVA
12	(símbolo artístico / <i>artwork</i>) Blanca Muñoz
12	(detalles del símbolo artístico / <i>artwork details</i>) Fundación BBVA
13	Galería Marlborough
15	Alfred Pasioka
19	Fundación BBVA
23	James King-Holmes
31	Carlos M. Duarte
35	(arriba / <i>top</i>) NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)
35	(abajo / <i>bottom</i>) Fundación BBVA
39	JacobH
43	Fundación BBVA
49	Nu Comunicación
51	Lonely
59	Universal Edition A.G., Vienna / Pierre Boulez Collection, Paul Sacher Foundation, Basel
63	Fundación BBVA
67	Burrows <i>et al.</i>
71	(arriba / <i>top</i>) Fundación BBVA
71	(abajo / <i>bottom</i>) Susan Solomon
75	Brendan McIlhargey
79	(arriba / <i>top</i>) DNDi / Graham Crouch
79	(abajo / <i>bottom</i>) DNDi / Simon Tshiamala

Jurados / *Juries*: Fundación BBVA

Galardonados en ediciones anteriores / *Laureates in previous editions*: Fundación BBVA



Fundación **BBVA**

Con la colaboración de
With the collaboration of

