

VII edición

Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

7th edition

VII edición

Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

7th edition

Los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento han alcanzado en el año 2014 su séptima edición. Son, sin duda, unos premios jóvenes si los comparamos con los más importantes galardones a escala global, pero el extraordinario perfil de las contribuciones y de los premiados en esta y en anteriores ediciones es enteramente equivalente al de los premios de referencia en las áreas abarcadas. Los atributos y trayectorias profesionales de quienes figuran en las páginas que siguen documentan nítidamente que la pasión por ir más allá del conocimiento heredado, atreviéndose a plantear interrogantes y enfoques radicalmente innovadores, ha culminado en realizaciones que han alterado, en extensión y profundidad, el contorno del conocimiento e, indirectamente, abierto nuevas e insospechadas capacidades para la acción individual y colectiva.

Al tiempo, los Premios Fronteras son expresión de un enfoque innovador, operacionalizado en la arquitectura misma de los galardones, que exhibe las señas de identidad de la ciencia y la creación artística en la última parte del siglo XX y en el presente. La mera inspección de sus ocho categorías permite apreciar las novedades de estos premios.

El conocimiento básico sigue teniendo un peso muy elevado, pero no queda circunscrito a los campos clásicos de la física, la química y las matemáticas, sino que acoge también áreas de constitución relativamente reciente. El reconocimiento explícito de la familia de tecnologías definidoras de nuestra época, las de la información y la comunicación, junto a otras tecnologías soporte o asociadas con ellas, tienen también un lugar dentro de la familia Fronteras. El conocimiento de los ecosistemas y su conservación, junto al desafío de entender científicamente y hacer frente de manera eficaz al cambio climático, han quedado reflejados en dos categorías de los premios, las dedicadas a la Ecología y la Biología de la Conservación y al Cambio Climático. La interacción de los avances en biología con la investigación traslacional y clínica conforman la categoría de Biomedicina. Un amplio dominio de las ciencias sociales como el de la Economía, Finanzas y Gestión de Empresas, decisivo para comprender mejor los procesos de creación y distribución de riqueza, no podía faltar en la familia

In 2014 the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards entered their seventh edition. They are of course still relative newcomers compared to the world's most important awards, but the extraordinary stature of laureates and their contributions in this and earlier editions puts them on an equal footing with the foremost honors in the areas they address. The qualities and career stories of those whose names figure in this yearbook vividly document how the drive to strike out beyond the inherited repertoire, and the courage to pose radically innovative questions and perspectives, have led to achievements that extend and deepen the existing store of knowledge while indirectly yielding new and unsuspected possibilities for individual and collective action.

The architecture of these Frontiers Awards bears the stamp of the science and artistic creation of the late twentieth century and the present day, while operationalizing the innovative spirit that informs them. A glance at the eight prize categories should suffice to appreciate where their distinctiveness lies.

Basic knowledge remains a cornerstone, but instead of being confined to the classic fields of physics, chemistry and mathematics, it also takes in areas of relatively recent vintage. Hence the Frontiers Awards extend explicit recognition to the set of technologies that define our age, those of information and communication alongside support and associate technologies. The quest for an improved understanding of ecosystems and their conservation, and the goal of putting the best science to work in the fight against global warming are addressed in the award categories devoted to Ecology and Conservation Biology and Climate Change, while the Biomedicine category distinguishes the interaction of advances in biology with translational and clinical research. The broad social sciences domain that is Economics, Finance and Management, decisive for an improved understanding of wealth creation and distribution, finds a natural home in the Frontiers family. As does Development Cooperation, a core challenge of the 21st century, spanning the multiple efforts required to provide the welfare, security and freedom that are denied to communities in large areas of our planet. The vast universe of cultural creation is represented,



Fronteras. Como tampoco uno de los retos centrales del siglo XXI, la Cooperación al Desarrollo, abarcando numerosas facetas que son prerrequisito de una vida con estándares de bienestar, seguridad y libertad ausentes en amplias zonas del planeta. El vasto universo de la creación cultural está representado por una de las áreas más innovadoras como lo es la música de nuestro tiempo, que ejemplifica el reto de ir más allá cuando se cuenta con una imponente tradición o *stock* creativo de los siglos anteriores.

Además del amplio dominio cubierto y de los énfasis recogidos en las ocho categorías de los premios, estos galardones presentan otras novedades. La principal de ellas es que son premios abiertos tanto a individuos como a equipos y a organizaciones; a contribuciones alcanzadas de manera independiente y a otras logradas mediante fórmulas diversas de colaboración. No hay limitación alguna de número para ser receptor del premio por una determinada contribución. Esperamos que vaya creciendo en próximas ediciones el número de galardonados por un trabajo cooperativo, en equipo, como también el número de mujeres receptoras de los Premios Fronteras.

Un interrogante recurrente es el de la motivación para crear los Premios Fronteras del Conocimiento desde la Fundación de un grupo líder internacional de servicios financieros como BBVA. La respuesta es que en nuestro Grupo tenemos el convencimiento profundo —elemento esencial y distintivo de nuestra cultura corporativa, hecha suya por la Fundación BBVA— de que el conocimiento de base científica, la tecnología y las innovaciones (tanto las incrementales como las radicales) son hoy la variable esencial para ampliar las oportunidades individuales y la frontera de posibilidades colectivas.

Sabemos que los enlaces del avance teórico básico con la innovación y las aplicaciones son borrosos, difíciles de formalizar y débilmente predecibles. No hay un algoritmo que garantice el paso del nuevo conocimiento a su proyección exitosa en la medida que pueda satisfacer las expectativas y demandas sociales. En el propio descubrimiento opera la *serendipity*, la intuición, los criterios estéticos (la búsqueda de explicaciones y modelos más sencillos y formalmen-

finally, by the innovative realm of contemporary music, which exemplifies the imperative to explore new ground, moving on from the immense creative legacy of past centuries.

In addition to the broad reach and particular accents of the above eight categories, the Frontiers Awards have other novel features. Specifically, entries are open to individuals, groups and organizations; to contributions made independently and others arrived at through diverse forms of collaborative working. There is no limit on the number of recipients an award can go to in recognition of a given achievement. And our hope is that the list of those honored for cooperative or team endeavors will grow in the coming editions, along with the number of women laureates.

A recurring question is what motivated the Foundation of an international financial services leader like BBVA to establish the Frontiers of Knowledge Awards. And the answer is the profound conviction — a mark of our corporate culture which the BBVA Foundation has made its own — that science-based knowledge, technology and innovation (both radical and incremental) are absolutely decisive in order to expand individual opportunities and enlarge the frontier of our collective choices.

We know that the lines connecting basic theoretical advances to innovation and applications are fuzzy, hard to formalize and weakly predictable. There is no algorithm that ensures the transition from new knowledge to its successful application in fulfilling social expectations and demands. Discovery itself is partly the result of serendipity, intuition, aesthetic criteria (the search for simpler and formally elegant models and explanations), and the cross-fertilization of seemingly disparate areas, problems and solutions. But all these factors, which introduce uncertainty or unpredictability, arise within the frame of a distributed, cooperative enterprise whose aggregate product is a monumental theoretical construct comprising the advances of earlier generations. This huge stock of “public knowledge” proceeds from a combination of individual talent and collective effort. It is for this reason that, in the person of our Frontiers of Knowledge awardees, we wish to pay tribute tonight to the whole

te elegantes), la fertilización cruzada entre áreas, problemas y soluciones *prima facie* alejadas entre sí. Pero sabemos también que todos esos factores ocurren en el marco de una actividad distribuida y cooperativa, cuyo resultado agregado es una gigantesca construcción teórica que alberga los avances llevados a cabo por generaciones anteriores. Ese ingente *stock* de *conocimiento público* resulta de la combinación de talento individual y de empeño cooperativo. A través de las personalidades que han obtenido el Premio Fronteras del Conocimiento, queremos rendir homenaje a la entera comunidad científica y los creadores culturales, sin cuyo trabajo los avances más significativos no podrían ver la luz.

No puedo acabar sin dejar constancia de nuestra profunda gratitud a las numerosas instituciones e individuos que han presentado nominaciones y a los jurados, integrados por destacados investigadores y creadores, operando de manera independiente y aplicando las mejores métricas de evaluación del mérito. Y, también, al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), la principal organización pública de investigación científica en España, nuestro colaborador estratégico en los Premios Fronteras. A los premiados, sus familias e instituciones, nuestra felicitación y reconocimiento. Son un poderoso estímulo para atrevernos a ir más allá, innovando para ofrecer mejores respuestas a las expectativas de toda la sociedad.

community of scientists and cultural practitioners without whose work the most significant advances would never see the light of day.

I cannot end this introduction without expressing our deepest gratitude to the many institutions and individuals nominating candidates, and to the juries formed by eminent figures from the world of research and culture, who have reached their decisions in complete independence, assessing nominees against the most rigorous standards of merit. Our thanks also to the National Research Council (CSIC), Spain's premier public research organization and our strategic partner in the Frontiers Awards. And, finally, to the awardees, their families and institutions, our admiration and appreciation. Their example is a powerful encouragement to venture that bit further, to innovate and find better solutions that further the wellbeing of our society.

Emilio Lora-Tamayo

Presidente
CSIC



No está claro si el propio Pitágoras cuando dijo lo de *autòs èpha*, traducido al latín como *ipse dixit*, se señalaba a sí mismo o a un dios que lo inspiraba, porque tanto en griego como en latín la expresión es ambigua y se puede referir tanto a uno mismo cuanto a un tercero.

Lo que sí parece claro es que sus discípulos asumieron la frase *ipse dixit* ('lo dijo él') para zanjar cualquier discusión, apelando de esta manera a la indiscutible opinión del maestro.

Ocurre, sin embargo, que los buenos investigadores han acostumbrado a servirse de los maestros para subirse a sus hombros, como así declaró Isaac Newton en medio de una agria y conocida polémica: «si yo he visto más lejos que otros, es porque estaba subido a hombros de gigantes».

El *ethos* de los científicos contiene, pues, un notable escepticismo hacia la autoridad de los predecesores, elemento de gran utilidad, porque permite seguir balizando el territorio de lo desconocido.

Gracias a que los buenos científicos no confían ciegamente en sus maestros, y por lo tanto no están dispuestos a seguir disciplinadamente sus pasos, se abren nuevos caminos y se descubren nuevos fenómenos que ensanchan el espacio de lo que ya se sabe.

No existe, así, en la actividad científica, nada parecido a un tribunal supremo o a una instancia superior de casación o a un ente definidor de la ortodoxia del tipo *congregación para la doctrina de la ciencia*.

La única instancia de validación de la ciencia en construcción la conforman el resto de los colegas de quien lanza sus aportaciones a la arena pública de las revistas especializadas. En ellas sus propuestas son analizadas y sometidas a crítica, y sus experimentos o procesos son reproducidos para comprobar si dan realmente los resultados anunciados.

La revisión por pares (*peer review*), esto es, la crítica de los colegas, es pues el mecanismo empleado para validar los nuevos conocimientos que se hacen públicos.

President
CSIC

It is hard to tell who Pythagoras was referring to with the words *autos epha*, translated into Latin as *ipse dixit*. It might be himself or perhaps some god who inspired him, because in both Greek and Latin the subject could be either the speaker or a third party.

What does seem clear is that his disciples adopted the *ipse dixit*, "he himself said it", as a means to cut short discussion by appealing to the master's indisputable authority.

Good researchers have more properly employed their masters to climb onto their shoulders, an image that Isaac Newton turned to in the course of a well known and bitter controversy: "If I have seen further, it is by standing on the shoulders of giants."

The *ethos* of scientists, we might say, contains a good dose of skepticism towards the authority of their predecessors, a valuable quality that drives them to keep on staking out new parcels in the terrain of the unknown.

It is because good scientists refuse to trust everything their masters say or to follow blindly in their tracks that new paths are cleared and new processes discovered which enlarge the perimeters of the known world.

Scientific activity, in other words, has nothing resembling a supreme court, a higher court of appeal, or a "congregation for the doctrine of science" charged with the defense of orthodoxy.

The only authority that can validate emerging science is the body of colleagues of those who release their ideas into the public arena of the specialist journals. It is there that their proposals are analyzed and critiqued and their experiments and processes reproduced to see whether the results are as they are claimed to be.

Peer review, or the scrutiny of fellows, is accordingly the mechanism used to validate new knowledge as it comes to light.

Of course it can also occur that an innovative, game-changing scientist who sees things differently from

Ahora bien, con cierta frecuencia los colegas de un científico innovador y rupturista, que ve las cosas de manera diferente a como han venido siendo observadas por la mayoría, tienden a rechazar los nuevos postulados porque, como dijo de manera ilustrativa P. B. Medawar, «la mente humana trata una nueva idea de la misma manera que el cuerpo trata a una proteína extraña: la rechaza».

Viene todo esto a propósito porque la actividad científica y sus actores principales, que constituyen el grupo más numeroso de los Premios Fronteras del Conocimiento, son dignos y destacados representantes de ese talante creativo e innovador, como lo es también quien ha enriquecido el patrimonio musical de la humanidad o quien ha incrementado el capital ético común por su labor en la cooperación al desarrollo. Al premiar a los ilustres colegas señores Stephen Buchwald, Tony Hunter, Joseph Schlessinger, Charles Sawyers, David Tilman, Leonard Kleinrock, Richard Blundell, David Card, György Kurtág y a la encomiable ONG Helen Keller International, estamos premiando a lo mejor de nosotros mismos, a la parte más creativa, más innovadora y más honesta de esta sociedad, que no siempre nos ofrece ejemplos sobresalientes de solidaridad o de generosidad.

En contra de lo que decía el autor de aquel libro bíblico del *Eclesiastés*, no todo es, pues, «vanidad de vanidades»: al premiar a lo mejor de nuestra sociedad, estamos constatando que existen también ejemplos de excelencia y modelos de virtud ciudadana, y lo reconocemos con honores y premios. En este negocio, por lo tanto, todos salimos ganando.

how the majority have always seen them has his or her theories dismissed by colleagues. Because, as P. B. Medawar succinctly put it, “the human mind treats a new idea the same way the body treats a strange protein: it rejects it.”

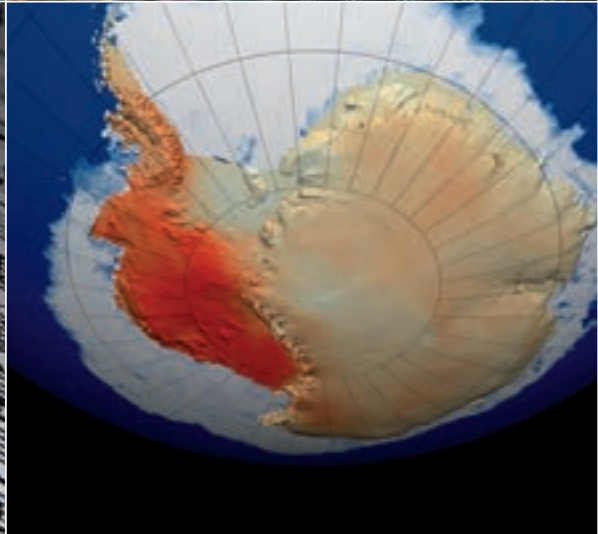
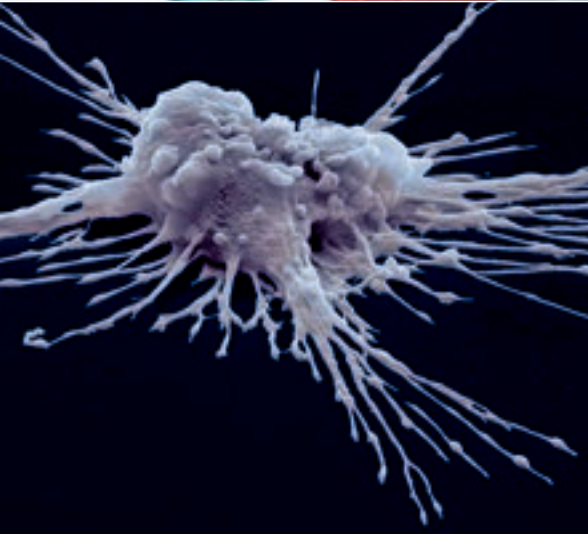
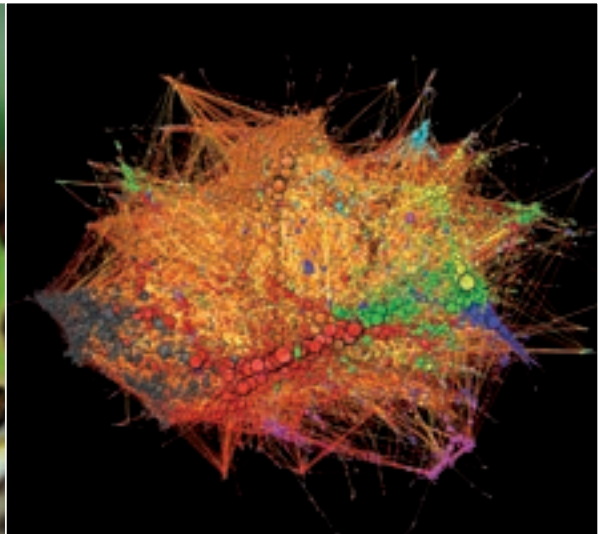
All the foregoing is relevant because scientific activity and its main practitioners, the most numerous group in the family of Frontiers of Knowledge Awards laureates, are worthy representatives of this creative, innovative bent, as indeed are the artists who enrich humanity’s musical heritage or those who enlarge our shared ethical capital through their work in development cooperation. In granting these awards to our illustrious colleagues Stephen Buchwald, Tony Hunter, Joseph Schlessinger, Charles Sawyers, David Tilman, Leonard Kleinrock, Richard Blundell, David Card and György Kurtág, and the distinguished NGO Helen Keller International, we are recognizing the best of ourselves; the most creative, original and honest part of a society that does not always offer outstanding examples of generosity or solidarity.

Contrary to the view expressed by the author of the book of *Ecclesiastes*, not all is “vanity of vanities”. In showcasing the best of our society, we are proclaiming that out there are examples of excellence and models of civic virtue deserving of honors and prizes. In this business, it turns out, we are all winners.



Helen Keller
INTERNATIONAL

	13	Sobre los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento About the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards		
Premios Awards	16	Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas) Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics) Stephen L. Buchwald	48	Economía, Finanzas y Gestión de Empresas Economics, Finance and Management Richard Blundell David Card
	24	Biomedicina Biomedicine Tony Hunter Joseph Schlessinger Charles L. Sawyers	56	Música Contemporánea Contemporary Music György Kurtág
	32	Ecología y Biología de la Conservación Ecology and Conservation Biology David Tilman	68	Cambio Climático Climate Change Richard B. Alley
	40	Tecnologías de la Información y la Comunicación Information and Communication Technologies Leonard Kleinrock	76	Cooperación al Desarrollo Development Cooperation Helen Keller International
	84	Comisiones técnicas de evaluación Technical evaluation committees		
	87	Símbolo artístico <i>Fronteras del Conocimiento</i> <i>Frontiers of Knowledge</i> artwork		
	89	Concierto extraordinario Extraordinary concert		
	91	Ceremonia de entrega de premios Award presentation ceremony		
92	Galardonados en ediciones anteriores Laureates in previous editions			
98	Créditos Credits			



Sobre los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento

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

Los Premios Fronteras distinguen avances fundamentales, disciplinares o supradisciplinares, en las áreas de las ciencias básicas, naturales y sociales, y de la tecnología. Se reconoce también la creación de excelencia en la música clásica de nuestro tiempo. Asimismo, dos cuestiones centrales de la sociedad global del siglo XXI, el cambio climático y la cooperación al desarrollo socioeconómico de amplias zonas del mundo, son también objeto de estos galardones, que contemplan tanto la investigación sobresaliente sobre esas dos problemáticas como las actuaciones de tipo diverso que representen avances significativos en su abordaje.

Los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento, de periodicidad anual, abarcan las siguientes categorías: Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas); Biomedicina; Ecología y Biología de la Conservación; Tecnologías de la Información y la Comunicación; Economía, Finanzas y Gestión de Empresas; Música Contemporánea; Cambio Climático; y Cooperación al Desarrollo. Los candidatos pueden ser una o más personas físicas, sin límite de número, así como agencias y organizaciones sin ánimo de lucro. Cada categoría está dotada con cuatrocientos mil euros, un diploma y un símbolo artístico.

La orientación de los Premios Fronteras responde a los siguientes principios: En primer lugar, el reconocimiento de la importancia del conocimiento básico que, sin perjuicio del valor de otras formas de investigación científica aplicada promovida por las políticas científicas de las últimas décadas, sigue constituyendo el motor fundamental del cambio científico e, indirectamente, del progreso y bienestar material, además del desarrollo de la cultura. Por otro lado,

About the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards seek to recognize and encourage world-class research and artistic creation, prizing contributions of broad impact for their originality and theoretical significance. The name of the scheme is intended to encapsulate both research work that successfully enlarges the scope of our current knowledge — pushing forward the frontiers of the known world — and the meeting and overlap of different disciplinary areas.

The Frontiers Awards honor fundamental disciplinary or supradisciplinary advances in a series of basic, natural, social and technological sciences. They also recognize creative activity of excellence in the classical music of our time. Categories are reserved for two core concerns of early 21st century society, climate change and socioeconomic development cooperation, with awards going alternatively to outstanding research work or projects of a diverse nature that mark a significant advance in addressing these global challenges.

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards are bestowed annually in the following prize categories: Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics); Biomedicine; Ecology and Conservation Biology; Information and Communication Technologies; Economics, Finance and Management; Contemporary Music; Climate Change; and Development Cooperation. Candidates may be one or more natural persons, without limitation of number, as well as non-profit agencies and organizations. Awards in each category consist of 400,000 euros, a diploma and a commemorative artwork.

The goal of the Frontiers Awards can be summed up in the following principles. Firstly, to recognize the importance of basic knowledge. However valuable the other forms of applied scientific research prized by science policy in these past decades, basic knowledge remains the principal driver of scientific change and, indirectly, of our material progress, wellbeing, and cultural development. In the second place, to recognize the increasingly interdisciplinary nature of knowledge in the closing decades of the last century and our present days. Hence the decision to group awards so as to reflect the interaction and overlap

atender al carácter interdisciplinar del conocimiento en las últimas décadas del pasado siglo y en el presente, motivando un agrupamiento de áreas reflejo de la interacción y el solapamiento entre disciplinas (Física, Química y Matemáticas; Biología y Medicina; Economía, Finanzas y Gestión de Empresas), al tiempo que se preserva la posibilidad de reconocer avances de significado especial en tan solo una de las disciplinas. Los premios reconocen, además, el hecho de que muchas de las contribuciones decisivas al conocimiento de nuestra época son resultado de la colaboración de grandes equipos de investigadores, lo que lleva, a diferencia de otros premios que recaen en una sola persona o, en todo caso, en un número no superior a tres, a aceptar la posibilidad de hacer objeto del galardón a uno o más equipos, sin restricción del número de sus integrantes, siempre que el avance premiado haya sido resultado del trabajo conjunto o paralelo de distintos investigadores. Asimismo establecen, junto a las ciencias básicas, naturales y sociales, y la tecnología, una categoría que premia la creación de excelencia en uno de los ámbitos más innovadores y que más influye en el modelado de la cultura y sensibilidad de una época, como es la música de nuestro tiempo. Por último, reconocen los esfuerzos de tipo diverso (desde la investigación hasta las actuaciones e iniciativas prácticas) en dos cuestiones centrales de la sociedad global del siglo XXI: el cambio climático y la cooperación al desarrollo de amplias zonas del planeta y la eliminación de la pobreza y la marginación.

Los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento son fallados, en primer lugar, por comisiones técnicas de evaluación y posteriormente por jurados de expertos de perfil internacional en las respectivas áreas, que operan con total independencia y utilizando exclusivamente los indicadores y métrica de excelencia propios de cada área. La responsabilidad de la composición de las comisiones técnicas de evaluación recae de forma conjunta en la Fundación BBVA y la principal institución pública de investigación en España, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), que propone además al presidente de cada jurado. La Fundación BBVA consulta también con el CSIC la composición de los restantes miembros de los jurados.

of disciplines (Physics, Chemistry and Mathematics; Biology and Medicine; Economics, Finance and Management), while retaining the option to distinguish an outstanding advance in one discipline alone. The awards also acknowledge the fact that many seminal contributions to our current stock of knowledge are the result of collaborative working between large research teams. This is why, unlike other prizes reserved for one person alone or perhaps three at most, they may be shared by any number of any size teams, provided the achievement being recognized is the result of collaborative or parallel working. Further, honors in basic, natural and social sciences and technology are joined by a category recognizing creative work of excellence in contemporary classical music, a particularly innovative area that does much to shape the culture and identity of each era. Finally, recognition is extended to diverse endeavors (from research through to practical actions and initiatives) in the areas of climate change and development cooperation, two central issues of the global society of the 21st century vital to the fight against the poverty and exclusion affecting large areas of our planet.

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards are decided, at a first stage, by technical evaluation committees, and, at a second stage, by juries made up of internationally reputed experts in their respective fields. Both bodies deliberate in complete independence relying solely on the standards and metrics of excellence proper to the subject area. Responsibility for determining the composition of the technical evaluation committees is shared between the BBVA Foundation and the National Research Council (CSIC), Spain's premier public research organization, which also proposes the chair of each jury. The BBVA Foundation also confers with CSIC on the appointment of remaining jury members.

The partnership between CSIC and the BBVA Foundation endorses the objectivity, independence and standards of excellence that inform the selection process from start to finish. This collaboration between a public institution and a private organization rests, moreover, on a shared conviction of the fundamental role played by world-class scientific research and artistic creation in the opening decades of the 21st

La colaboración entre el CSIC y la Fundación BBVA asegura la objetividad, independencia y criterios de excelencia en todo el proceso de selección de candidatos. Esta colaboración entre una institución pública y una organización privada descansa en una visión compartida acerca del papel fundamental que, en el inicio del siglo XXI, tienen la investigación científica avanzada y la creación cultural en la mejora continua de la sociedad, desde el crecimiento económico y la ampliación del bienestar a todos los ciudadanos al cuidado de la salud, la gestión responsable del medio ambiente, así como sobre la propia libertad de elección informada de las personas en los planos privado y público, personal y comunitario.

century. As a force for the advancement of society through economic growth, the extension of welfare, improved healthcare and responsible management of the environment, and as an aid to informed freedom of choice for citizens in the public and private, personal and community spheres.

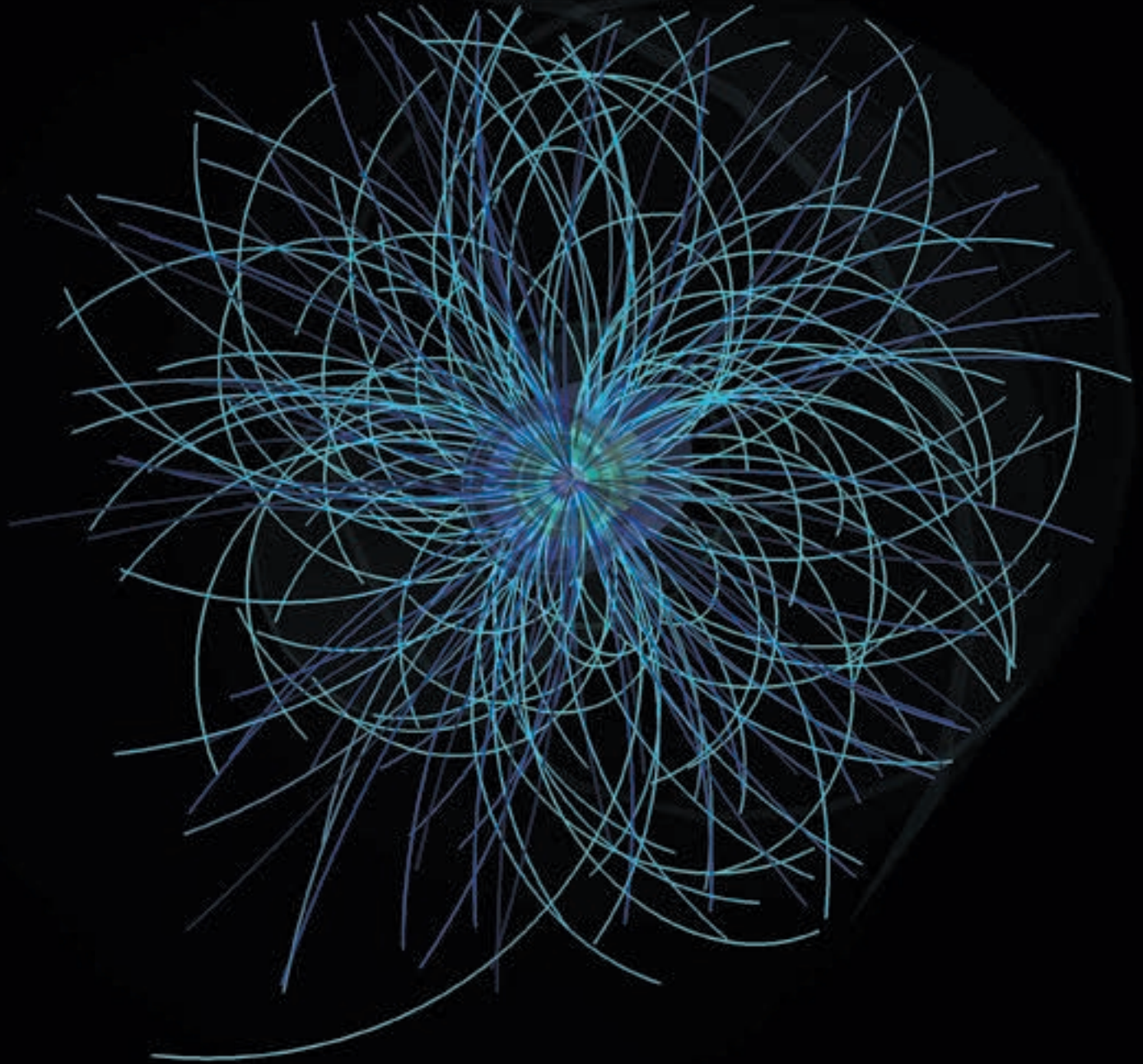
«La química tiene aplicaciones en áreas muy distintas, desde la medicina a los materiales, y si tienes éxito el impacto puede ser grande.»

“Chemistry has applications in the most diverse fields, from medicine to materials, and if you’re successful the impact can resonate widely.”

Stephen L. Buchwald

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

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





Stephen L. Buchwald

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

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

19

Un universo químico en plena expansión

Muy a menudo, lo que hay detrás de un gran avance tecnológico es un nuevo enlace químico. En la última década, por citar un ejemplo, la industria farmacéutica ha multiplicado su capacidad para sintetizar fármacos gracias al descubrimiento de una forma muy eficiente de unir átomos de carbono y de nitrógeno. El autor del hallazgo es el químico estadounidense Stephen Buchwald, ganador de la séptima edición de los Premios Fronteras del Conocimiento en la categoría de Ciencias Básicas.

La química que ha hecho posible el trabajo de Buchwald, catedrático en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), ha causado un «enorme impacto» en la «síntesis eficiente de modernos productos farmacéuticos y compuestos para uso agrícola», señala el acta del jurado. De hecho, «está siendo aplicada a la creación de fármacos para numerosas enfermedades».

Los átomos se enlazan formando moléculas, que forman macromoléculas, que forman compuestos... como en un mecano universal invisible. El juego, sin embargo, tiene reglas estrictas que determinan qué átomos y moléculas reaccionan —y en qué condiciones—, por lo que crear nuevas piezas del mecano puede no ser nada sencillo. En eso ha consistido, de forma metafórica, el trabajo del galardonado.

Stephen L. Buchwald (Indiana, Estados Unidos, 1955) ha ampliado el universo químico aportando catalizadores para formar enlaces atómicos carbono-nitrógeno y carbono-carbono. Estos enlaces, en especial el de carbono-nitrógeno, cumplen un papel clave en los fármacos y por tanto son muy demandados por la industria, aunque hasta la contribución de Buchwald no se disponía de catalizadores para generarlos de forma sistemática.

A chemical universe in ongoing expansion

Behind many technological breakthroughs there stands a new chemical bond. In the last ten years, for instance, the pharmaceuticals industry has been able to raise the pace of drug synthesis many times over thanks to the discovery of a more efficient way to form carbon-nitrogen bonds. The author of this discovery and winner in the seventh edition of the Frontiers of Knowledge Awards in the Basic Sciences category is the U.S. chemist Stephen Buchwald.

The chemistry we owe to Buchwald, a professor at Massachusetts Institute of Technology (MIT), has had “great impact” on the “efficient synthesis of modern pharmaceuticals and compounds for agricultural use,” in the words of the award citation, and “has been applied to the creation of drugs for numerous diseases.”

Atoms join together to form molecules, which form macromolecules, which form compounds... like an invisible, universal model construction game. The game, however, has strict rules for deciding which atoms and molecules react, and under what conditions, so creating new pieces is a formidable task. And this, metaphorically, is what the new laureate has accomplished.

Stephen L. Buchwald (Indiana, United States, 1955) has enlarged the chemical universe by constructing catalysts that form carbon-nitrogen and carbon-carbon atomic bonds. These bonds, particularly carbon-nitrogen, play a key role in drug development so are eagerly sought after by the pharmaceuticals industry. However, until Buchwald’s breakthrough there were no catalysts able to generate them on a systematic basis.

Stephen L. Buchwald ha descubierto una forma muy eficiente de enlazar entre sí átomos de carbono, y de carbono y nitrógeno. Su trabajo ha tenido un enorme impacto en la industria farmacéutica, que ha multiplicado su capacidad para sintetizar fármacos.

Stephen L. Buchwald discovered an efficient way to link carbon to carbon and carbon to nitrogen atoms. His work has had a huge impact in the pharmaceuticals industry, boosting its drug synthesis capacity many times over.

Los catalizadores son compuestos que hacen posible una determinada reacción. Los átomos de carbono y nitrógeno presentes en moléculas orgánicas no tienden a enlazarse entre sí, pero en cambio sí se unen fácilmente cada uno de ellos al catalizador. Así, este compuesto aporta, por una parte proximidad, pues los átomos de carbono y nitrógeno se sitúan más cerca entre sí al enlazarse a una misma molécula de catalizador, pero además, el catalizador proporciona las propiedades electrónicas adecuadas para que se produzca el ansiado enlace carbono-nitrógeno. Logrado este objetivo, el catalizador se separa y queda de nuevo disponible, de forma que el ciclo catalítico puede repetirse miles de millones de veces.

El tipo de catalizador usado en los enlaces carbono-nitrógeno y carbono-carbono — así como en otros muchos — tiene una parte metálica y también una molécula llamada ligando. La gran contribución de Buchwald está en esta última. El ligando de Buchwald, que en realidad es toda una familia de ligandos con estructura similar, además de muy activo es estable al aire, lo que facilita enormemente su manejo. Son estas cualidades las que han hecho posible el uso de estos catalizadores — y por tanto de las reacciones carbono-carbono y carbono-nitrógeno — a escala industrial.

Una medida de la importancia de este avance es que en los años de 1999 a 2009 Buchwald fue el químico con más citas por artículo en todo el mundo.

La gran relevancia práctica de su trabajo no significa, sin embargo, que Buchwald dedique su actividad solo a la investigación aplicada. Por propia experiencia sabe que: «la química tiene aplicaciones en áreas muy distintas, desde la medicina a los materiales, y si tienes éxito el impacto puede ser grande». No obstante piensa, a su vez, en la química «desde un punto de vista práctico y también fundamental», y asegura que ambas facetas le apasionan. De hecho, comenzó su carrera como investigador básico, y hoy día en su laboratorio siguen coexistiendo y alimentándose mutuamente ambas líneas de investigación, fundamental y aplicada.

Catalysts are compounds that facilitate a given reaction. The carbon and nitrogen atoms present in organic molecules tend not to interact, yet each one binds easily to the catalyst. One of the characteristics of this compound is, accordingly, proximity, since carbon and nitrogen atoms binding to the same catalyst molecule are held more closely together, but the catalyst also provides the right electronic properties for the desired carbon-nitrogen bond to form. Once these conditions are fulfilled, the catalyst is regenerated and becomes available for further use, meaning the catalytic cycle can be re-run billions of times over.

The type of catalyst employed in carbon-nitrogen and carbon-carbon bonds — among many others — consists of a metal center and a molecule known as a ligand. It is in this last element that Buchwald made his groundbreaking contribution. The Buchwald ligand — actually a whole family of ligands of similar structure — is highly active and also air-stable, making it infinitely easier to handle. It is these qualities that have enabled the resulting catalysts, and therefore carbon-carbon and carbon-nitrogen reactions, to be used on an industrial scale.

A token of the importance of this achievement is that between 1999 and 2009 Buchwald had the highest number of citations per paper of any chemist in the world.

Despite the immense practical utility of his work, Buchwald's research interest is by no means confined to the applied side. Experience, he says, has taught him that “chemistry has applications in the most diverse areas, from medicine to materials, and if you're successful the impact can resonate far and wide.” He looks at the science “from both a practical and fundamental standpoint” and is equally absorbed by both. In fact he began his career in basic research, and likes to maintain a feedback loop in his lab team between fundamental and applied work.

Chemistry for Buchwald is above all “a challenge” that he fell in love with at a young age: “I had this fantastic chemistry teacher in high school, young and dynamic, who infected me with his enthusiasm. Then I had the chance to spend a summer doing research

La química es para Buchwald *un desafío* que le cautivó siendo aún muy joven: «En el instituto tuve un profesor de química magnífico, joven y dinámico, que me contagió; después tuve la oportunidad de pasar un verano haciendo investigación antes de entrar en la universidad y allí me enamoré de la química. De la química y de la gente, porque te relacionas con mucha gente interesante».

Stephen Buchwald se formó en Química en la Universidad de Brown y se doctoró en la Universidad de Harvard en 1982. Tras una estancia posdoctoral en el Instituto de Tecnología de California (Caltech), llega al MIT en 1984. Es en 1993 cuando inicia una línea de trabajo más próxima a las aplicaciones, relacionada con la formación de enlaces carbono-nitrógeno.

La razón del cambio fue el interés que despertó en la industria farmacéutica uno de sus resultados básicos: «Me decían que había una gran necesidad [de poder realizar enlaces carbono-nitrógeno], así que comprendimos que era realmente importante, y poco a poco fuimos profundizando en ello», declara.

En un área tan competitiva, atribuye a los miembros de su grupo un importante papel. En su laboratorio cada idea es puesta a prueba con experimentos, y modificada en consecuencia, hasta que se llega al *sistema óptimo*. Fue así como llegó a crear la clase de ligandos que lleva su nombre: «La idea original para su estructura resultó de una combinación de empirismo e intuición con el fin de corregir deficiencias en los ligandos que usábamos hasta entonces», explica.

Sus trabajos más recientes siguen ampliando las posibilidades del universo químico con otros enlaces como carbono-flúor y carbono-trifluorometilo. La aventura continúa.

before university, and that's when I fell in love. With chemistry and with the people involved, because you meet a lot of really interesting types.”

Stephen Buchwald completed a degree in chemistry at Brown University then went on to earn a PhD from Harvard in 1982. Two years later, after a postdoctoral stay at the California Institute of Technology (Caltech), he joined the faculty at MIT. It was not until 1993 that he initiated a line of work with a more applied focus, exploring the formation of carbon-nitrogen bonds.

The source of the change was the interest shown by the pharmaceutical industry in one of his basic outcomes: “They explained to me how pressing the need was [to be able to form carbon-nitrogen bonds], so we understood that this was something major, and put a growing effort into the project.”

In this competitive field, he credits the members of his group with contributing to a house method where each idea is experimentally tested and modified in consequence until arriving at the “optimal system”. It was this procedure that led him to the ligand class that bears his name: “The original idea for its structure resulted from using a combination of empiricism and intuition to overcome deficiencies in our previously employed ligands,” he relates.

His latest work probes deeper into the possibilities of the chemical universe, in the shape of carbon-fluorine and carbon-trifluoromethyl bonds. The adventure continues.



Más información:



More information:





Theodor W. Hänsch

Presidente del jurado

Es titular de la Cátedra Carl Friedrich von Siemens de la Facultad de Física de la Universidad Ludwig-Maximilians de Múnich y director de la División de Espectroscopia Láser en el Instituto Max Planck de Óptica Cuántica (Garching, Alemania). Investiga sobre física cuántica de los átomos ultrafríos y espectroscopia láser ultraprecisa. Su trabajo sobre esta última materia y la técnica peine de frecuencias ópticas le valió el Premio Nobel de Física 2005. Es medalla Frederic Ives (Sociedad Americana de Óptica) y Stern Gerlach (Sociedad Alemana de Física).

Chair of the jury

Carl Friedrich von Siemens Professor in the Faculty of Physics at LMU Munich and Director of the Division of Laser Spectroscopy at the Max Planck Institute of Quantum Optics (Garching, 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 novecientos artículos en revistas nacionales e internacionales y es autor de más de cien 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.

Ignacio Cirac

Director de la División Teórica del Instituto Max Planck de Óptica Cuántica (Garching, Alemania), investiga en teoría cuántica de la información, en particular, en el desarrollo de un sistema de computación basado en mecánica cuántica que permitirá diseñar algoritmos más rápidos, facilitando comunicaciones más eficientes y seguras. Asimismo, trabaja en óptica cuántica y en sistemas cuánticos de muchos cuerpos. 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 (Garching, 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 over 200 papers in international journals, his distinctions include the 2008 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Basic Sciences, and the 2013 Wolf Prize.

Trevor Hastie

Es catedrático John A. Overdeck de Ciencias Matemáticas y catedrático en los departamentos de Estadística y Bioestadística en la Universidad de Stanford (Estados Unidos). Coautor de más cien trabajos en estadística del conocimiento, minería de datos, estadística computacional y bioinformática, actualmente investiga en modelos estadísticos aplicados y problemas de predicción en biología y genómica, medicina e industria. Ha recibido reconocimientos como el Premio Parzen en Innovación Estadística y el Myrto Lefkopolou Award (Universidad de Harvard).

John A. Overdeck Professor of Mathematical Sciences and Professor of Statistics and Biostatistics at Stanford University (United States). Co-author of over one hundred publications on statistical learning and data mining, computational statistics and bioinformatics, he is currently working on applied statistical modeling and prediction problems in biology and genomics, medicine and industry. Among other honors, he holds the Parzen Prize for Statistical Innovation and the Myrto Lefkopolou Award (Harvard University).

Nigel Hitchin

Catedrático Savilian de Geometría en la Universidad de Oxford (Reino Unido), 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 Premio Berwick Senior, la Medalla Sylvester y el Premio Pólya de la Sociedad Matemática de Londres.

Savilian Professor of Geometry at the University of Oxford (United Kingdom). His main areas of research are differential and algebraic geometry and its links to theoretical physics. Amongst his notable discoveries is 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 of the London Mathematical Society.

Martin Quack

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

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



Sandip Tiwari

Es titular de la Cátedra Charles N. Mellows de Ingeniería en la Universidad de Cornell (Estados Unidos). Ha dirigido la Red Nacional de Infraestructura para la Nanotecnología (NNIN) (Estados Unidos). Ha sido profesor invitado en las universidades de Michigan, Columbia y Harvard, y fundador de la revista *Transactions on Nanotechnology*. Su investigación se centra en cuestiones que surgen de 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. Mellows Professor of Engineering at Cornell University (United States). Formerly director of the U.S. National Nanotechnology Infrastructure Network and visiting professor at Michigan, Columbia and Harvard universities, he was among the founders of the journal *Transactions on Nanotechnology*. His research focuses on the questions that arise when connecting large scales, such as those of massively integrated electronic systems, to nanoscales, applying knowledge from engineering, physics and computing.

Jurado

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

Acta del jurado

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en la categoría de Ciencias Básicas ha sido concedido, en su séptima edición, al profesor Stephen Buchwald, catedrático del Instituto Tecnológico de Massachusetts, por el desarrollo de rutas catalíticas basadas en el paladio y el cobre para la formación de enlaces moleculares carbono-nitrógeno y carbono-carbono. Este avance ha tenido un enorme impacto en los campos de la síntesis orgánica y en la química organometálica y de materiales. Stephen Buchwald ha jugado un papel decisivo en el desarrollo de los métodos de acoplamiento cruzado catalítico para la formación de enlaces carbono-heteroátomo, llevándolos a la vanguardia de la química orgánica. El ligando de Buchwald es un ligando rico en electrones y estable al aire que produce un catalizador organometálico muy eficiente. Esto permite llevar a cabo la reacción de acoplamiento cruzado a escala industrial, lo que conduce a la síntesis eficiente de modernos productos farmacéuticos y compuestos para uso agrícola. Esta química está siendo aplicada a la creación de fármacos para numerosas enfermedades, incluyendo distintas formas de cáncer, sida, artritis reumatoide, inflamación o diabetes. En la actualidad, la síntesis de muchos nuevos fármacos basados en moléculas pequeñas emplean la reacción de Buchwald. Sus trabajos sobre ligandos y los estudios mecanísticos también han conducido a procesos de acoplamiento carbono-flúor y carbono-trifluorometilo, ampliando aún más las posibilidades de fabricar nuevas moléculas.

Jury

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

Jury's citation

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in the Basic Sciences category goes, in this seventh edition, to Professor Stephen Buchwald, a professor at Massachusetts Institute of Technology, for the development of catalytic routes based on palladium and copper to construct carbon-nitrogen and carbon-carbon bonds in molecules. This advance has had great impact on the fields of organic synthesis, and organometallic and materials chemistry. Stephen Buchwald played a key role in bringing catalytic cross-coupling methods of carbon heteroatom bond construction to the forefront of organic chemistry. The Buchwald ligand is an electron-rich and air-stable ligand that yields an efficient catalyst. This makes it possible to carry out the cross-coupling reaction at an industrial scale leading to the efficient synthesis of modern pharmaceuticals and compounds for agriculture use. This chemistry has now been applied to the creation of drugs for numerous diseases including many forms of cancer, AIDS, rheumatoid arthritis, inflammation and diabetes. The synthesis of many new small molecule drugs now relies on Buchwald's powerful chemical reactions. His work on ligands and mechanistic studies have also led to carbon-fluorine and aromatic carbon-trifluoromethyl coupling processes. This further expands the possibilities for making new molecules.

«Nuestro descubrimiento de las enzimas tirosina quinasa fue en gran medida casual; nos llevó un tiempo advertir su importancia en el cáncer.»

“Our discovery of the tyrosine kinase enzymes was in many ways serendipity. It took us a while to realize their importance in cancer.”

Tony Hunter

«Los nuevos fármacos inhibidores de las tirosina quinasa son, sin duda, una revolución en el tratamiento del cáncer.»

“The new tyrosine kinase inhibitor drugs are without doubt a revolution in cancer therapy.”

Joseph Schlessinger

«La investigación básica ha permitido comprender los mecanismos profundos del cáncer.»

“Basic research has guided us to the deep-seated mechanisms of cancer.”

Charles L. Sawyers

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento
Biomedicina

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award
Biomedicine





Tony Hunter

Joseph Schlessinger

Charles L. Sawyers

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento
Biomedicina

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award
Biomedicine

27

La batalla contra el cáncer ya es personal

En la última década la capacidad de los oncólogos para combatir el cáncer ha alcanzado una treintena de fármacos nuevos. Un arsenal cuya potencia se mide en años de vida ganados para los pacientes. Los galardonados en esta séptima edición de los Premios Fronteras del Conocimiento en Biomedicina son tres investigadores artífices de este avance: Tony Hunter, catedrático y director del Cancer Center del Salk Institute; Joseph Schlessinger, director del Departamento de Farmacología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Yale; y Charles Sawyers, director del Programa de Oncología Humana y Patogénesis del Memorial Sloan Kettering Cancer Center. Se trata, según el acta del jurado, de «tres eminentes científicos que han recorrido todo el camino» hasta llegar a obtener estos nuevos fármacos, «desde los descubrimientos más básicos de los inicios hasta las aplicaciones clínicas que hoy salvan vidas».

Los fármacos desarrollados gracias a Hunter, Schlessinger y Sawyers han hecho posible la llamada medicina personalizada. Son compuestos que actúan específicamente sobre las alteraciones que causan el cáncer y no sobre las células sanas, y permiten, por tanto, tratamientos más eficaces con menos efectos secundarios.

Con distintos bagajes y motivaciones, cada uno de los galardonados protagoniza una parte de la historia. El comienzo lo marca un hallazgo del todo casual. Tony Hunter (Ashford, Reino Unido, 1943), biólogo molecular, empezó su carrera a mediados de los años sesenta. El objeto de su investigación posdoctoral en el Instituto Salk —centro en el que Hunter ha desarrollado toda su carrera— era puramente básico: estudiar un pequeño virus capaz de causar tumores en ratones. Hunter quería descubrir qué proteína

The fight against cancer turns personal

In the last ten years, oncologists' pharmaceutical arsenal for the fight against cancer has been enlarged by some thirty drugs. New weapons whose power is measured in the years added to patients' lives. The work of the three winners in the Biomedicine category in this seventh edition of the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards has been central to this advance: Tony Hunter, professor and Director of the Salk Institute Cancer Center; Joseph Schlessinger, Chairman of the Department of Pharmacology at Yale University School of Medicine; and Charles Sawyers, Human Oncology and Pathogenesis Program Chair at the Memorial Sloan Kettering Cancer Center. They are — in the words of the citation — “three eminent scientists who have taken the field all the way from initial basic discoveries to clinical applications that save lives.”

The drugs developed thanks to Hunter, Schlessinger and Sawyers have opened the door to personalized medicine. They are compounds that act specifically on the alterations causing cancer and not on healthy cells, so facilitate more effective treatments with fewer side effects.

Each laureate has his own chapter in the story, reflecting his own background and ambitions. Its starting point was an entirely chance discovery. Tony Hunter (Ashford, United Kingdom, 1943), a molecular biologist, began working in the mid 1960s. The object of his postdoctoral research in the Salk Institute, his career home, was of a purely basic nature: a small virus causing tumors in mice. Hunter was trying to find the protein that gave the virus this ability, but he was not alone in the search. One of his colleagues, it seemed, was further ahead. In trying to follow his steps, Hunter failed to spot that the pH buffer solution

La investigación de Tony Hunter, Joseph Schlessinger y Charles L. Sawyers ha conducido al desarrollo de los primeros fármacos oncológicos que actúan específicamente sobre las alteraciones que causan el cáncer y no sobre las células sanas. Se ha abierto así la vía a tratamientos más eficaces, con menos efectos secundarios.

The research done by Tony Hunter, Joseph Schlessinger and Charles L. Sawyers enabled the development of the first anti-cancer drugs to act specifically on the alterations causing cancer and not on healthy cells, thus opening the door to more effective treatments with fewer side effects.

confería al virus esa capacidad; pero no estaba solo en la búsqueda, uno de sus colegas parecía haberse adelantado. Al querer seguir sus pasos, Hunter no advirtió que la solución reguladora de Ph que usaba en sus experimentos estaba caducada. Y eso fue un golpe de suerte para la medicina. Resultó que la solución habitualmente empleada —no caducada— tenía el efecto de enmascarar un tipo desconocido de enzimas, solo desveladas tras el descuido de Hunter: las tirosina quinasas.

La noticia se difundió rápidamente por los laboratorios de todo el mundo. Muchos grupos repitieron sus experimentos con soluciones deliberadamente caducadas, y las tirosina quinasas emergieron en todo su esplendor: una gran familia de proteínas hasta entonces indistinguible de otra.

Eso ocurrió en 1979. Y muy pronto se desveló la importancia del hallazgo para el cáncer, como refiere Schlessinger: «Rápidamente vimos que los receptores tirosina quinasa están mutados en cáncer, y de repente esto se volvió una gran historia».

Una de las aportaciones clave de Joseph Schlessinger (Topusko, actual Croacia, 1945), químico de formación y doctor en Biofísica por el Instituto Weizmann de Ciencias (Israel), fue desvelar el importante papel de las tirosina quinasas. Estas proteínas abren una puerta específica en la membrana celular y generan, dentro de la célula, una cascada de señales químicas que intervienen en el metabolismo, en la proliferación y en múltiples procesos celulares. El cáncer aparece cuando hay alteraciones en esas autopistas químicas que comunican el exterior de la célula con su núcleo.

«Resultó claro que si interrumpíamos las rutas alteradas habría nuevos fármacos contra el cáncer», explica Schlessinger, que ha participado en el desarrollo de varios de estos compuestos. «Ahora hay una treintena de fármacos basados en esta estrategia, y son mucho más selectivos y eficaces que la quimioterapia convencional. La mayoría no se pueden considerar una cura, pero aumentan la esperanza de vida; así que esto es, sin duda, una revolución».

he was using in experiments was past its expiry date. And that was to prove a stroke of luck for medicine. For it turned out that the normal, unexpired solution was masking an unknown type of enzyme — tyrosine kinase — that only came to light through Hunter's oversight.

The news spread fast around the world's laboratories. Numerous teams repeated his experiments, deliberately using outdated buffers, and the tyrosine kinases were there for all to admire: a large protein family until that point indistinguishable from any other.

This happened in 1979. And it was soon clear that the finding was important for cancer, as Schlessinger recalls: "Very quickly we found that tyrosine kinase receptors became mutated in cancer. So suddenly it was a big story."

It was Joseph Schlessinger (Topusko, modern Croatia, 1945), a chemist by training with a PhD in biophysics from the Weizmann Institute of Science (Israel), who revealed the vital role played by tyrosine kinases: like a key they open a specific door in the cell membrane, inducing within a cascade of chemical signals that intervene in cell metabolism, proliferation and multiple other processes. Cancer appears when there are alterations in those chemical freeways connecting the cell's exterior with its nucleus.

"We realized that if we could block these altered pathways, we would have new drugs to treat cancer," explains Schlessinger, who has been behind the development of several such compounds. "Now there are maybe thirty cancer drugs based on this strategy, and they are much more selective and effective than conventional chemotherapy. Most of them cannot be considered a cure, but they do extend life expectancy, which is a real revolution."

But much remains to be done: around a third of the R&D effort of the pharmaceutical industry is devoted to the search for new anti-tumor agents that inhibit tyrosine kinase activity. And one of the most urgent challenges is to overcome patient resistances to these drugs.

Aunque aún queda mucho por hacer. Alrededor de un tercio del esfuerzo en investigación y desarrollo de la industria farmacéutica se destina hoy a la búsqueda de nuevos antitumorales que inhiben las rutas de tirosina quinasa. Uno de los grandes retos es vencer las resistencias que generan los pacientes contra estos nuevos fármacos.

En eso ha sido fundamental el trabajo de Charles L. Sawyers (Nashville, Estados Unidos, 1959), un médico que, impulsado en parte por la muerte de un joven paciente de leucemia mieloide crónica (LMC), reorientó su carrera hacia la investigación. Sawyers participó en 1998 en el ensayo en humanos del primer fármaco dirigido contra una tirosina quinasa, el imatinib, para tratar este tipo de leucemia. El imatinib se aprobó en 2001 —un tiempo récord— por los buenos resultados del ensayo.

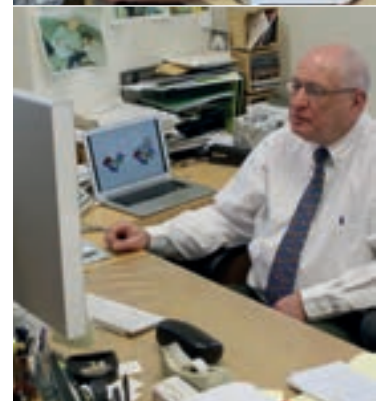
Pero en ese ensayo las noticias no fueron las mismas para todos. Algunos de los pacientes que al principio mostraban mejorías asombrosas recaían muy pronto, algo que Sawyers recuerda como «una de las experiencias más terribles» de su carrera. Empeñado en descubrir el porqué de este proceso, Sawyers y su equipo dieron con la clave: «Encontramos mutaciones adicionales en el gen que codifica la proteína sobre la que actúa imatinib y así pudimos desarrollar otro principio activo, desatinib, que inhibe la misma proteína de manera distinta», explica. Desatinib se aprobó en 2006.

«Estos fármacos han cambiado completamente la manera en que trabaja la industria farmacéutica, al menos en cáncer», afirma Charles Sawyers. También ha cambiado el tratamiento: ahora es un análisis genético previo lo que determina qué fármaco administrar a cada paciente. «Conocemos cientos de mutaciones, y en muy poco tiempo se ha pasado de tener solo imatinib a disponer de decenas de fármacos que actúan sobre ellas. Este éxito no sería posible sin la investigación básica, que ha permitido comprender los mecanismos profundos del cáncer».

This, precisely, was the cause taken up by Charles L. Sawyers (Nashville, United States, 1959), a medical practitioner who switched into research due in part to the death of a young patient suffering chronic myeloid leukemia (CML). In 1998 Sawyers took part in human trials of the first tyrosine kinase targeted drug, imatinib, for the treatment of CML, with such good results that it was fast-tracked to approval in 2001.

But the news was not so good for all the patients included in the trial. Some who initially showed a spectacular improvement very soon relapsed, an experience Sawyers looks back on as “one of the most emotionally upsetting” of his career. Determined to find out why, he and his team came up with the answer: “We found additional mutations in the gene encoding the protein that imatinib targets. So, based on that, we developed another agent, dasatinib, that inhibits the same protein but in a different way.” Dasatinib was approved in 2006.

“These drugs have completely changed the approach of the entire pharma industry, at least in cancer,” Sawyers reflects. And the treatment protocol has changed in tandem: now the drug to be administered to each patient is determined by a previous genetic analysis. “We have identified hundreds of mutations, and have gone in a short time from having just imatinib to act on them to having dozens of different drugs. This breakthrough could never have happened without basic research, which has given us an understanding of the deep-seated mechanisms of cancer.”



Más información:



More information:





Angelika Schnieke

Presidenta del jurado

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

Chair of the jury

Chair of Livestock Technology and Dean of the School of Life Sciences at TU München (Germany), she has worked in the biotechnology industry and research centers in the United Kingdom, United States, Switzerland and Germany. Her work was instrumental in the cloning of Dolly the sheep and the production of the first gene-targeted livestock animal. Her research topics include the production of pharmaceutical proteins in large animals, animal stem cells, xenotransplantation and genetically defined animal models for biomedical research.

Óscar Marín

Secretario del jurado

Es catedrático de Neurociencias y director del Centro de Neurobiología del Desarrollo, un proyecto del Consejo de Investigación Médica británico en el King's College de Londres. Su investigación trata de explicar el desarrollo del córtex cerebral estudiando la biología de las interneuronas. Además, analiza el papel de los genes que confieren susceptibilidad a la esquizofrenia durante el desarrollo cerebral. Es miembro del comité editorial de la revista *Science* y premio Jaime I de Investigación Básica, entre otras distinciones.

Secretary of the jury

Professor of Neurosciences and Director of the MRC Centre for Developmental Neurobiology, a unit of the UK's Medical Research Council, at King's College London. His research aims at an understanding of the development of the cerebral cortex, focusing on the biology of interneurons, and he is also studying the role of schizophrenia susceptibility genes in brain development. A member of the Board of Reviewing Editors of *Science*, his distinctions include the Rey Jaime I Award in Basic Research.

Dario Alessi

Es director de la Unidad de Fosforilación de Proteínas, un proyecto del Consejo de Investigación Médica británico en la Facultad de Ciencias de la Vida de la Universidad de Dundee (Reino Unido). Investiga sobre transducción de señales relevantes para comprender el cáncer, la diabetes y los trastornos neurodegenerativos: las alteraciones de la fosforilación proteínica aparece vinculada a este tipo de enfermedades. Autor de más de doscientas publicaciones, es *fellow* de la Royal Society además de Francis Crick Prize Lecturer, y obtuvo la Medalla de Oro de la Organización Europea de Medicina Molecular (EMBO).

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

Robin Lovell-Badge

Es director de la División de Biología de las Células Madre y Genética del Desarrollo del Instituto Nacional para la Investigación Médica (Reino Unido). Investiga en las vías genéticas que inducen las diferencias hombre-mujer. Además, estudia el desarrollo del sistema nervioso y la biología de las células madre en el embrión, el sistema nervioso central y la pituitaria. Autor de más de ciento ochenta artículos, revisiones y comentarios, es *fellow* de la Royal Society y miembro del Consejo de Dirección de la Public Library of Science (PLOS).

Head of the Division of Stem Cell Biology and Developmental Genetics at the MRC National Institute for Medical Research (United Kingdom), his research focuses on the genetic pathways leading to male-female differences. He is also interested in the development of the nervous system, and the biology of stem cells within the early embryo, the central nervous system and the pituitary. Author of over 180 papers, reviews and commentaries, he is a fellow of the Royal Society, and a member of the Board of Directors of the Public Library of Science (PLOS).

Ursula Ravens

Es catedrática senior del Departamento de Farmacología y Toxicología de la Universidad Tecnológica de Dresde (Alemania). Autora de más de doscientos cincuenta 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.

Senior Professor in the Department of Pharmacology and Toxicology at TU Dresden (Germany). 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.

Bruce Whitelaw

Es director adjunto y jefe de la División de Biología del Desarrollo del Instituto Roslin y catedrático de Biotecnología Animal en la Royal (Dick) School of Veterinary Studies de la Universidad de Edimburgo (Reino Unido). Pionero en el uso de virus en técnicas transgénicas, investiga una metodología robusta de manipulación del genoma (*genome editing*) en biotecnología ganadera para obtener tratamientos de enfermedades infecciosas en animales y ensayar nuevas terapias para enfermedades humanas. Es editor jefe de *Transgenic Research* y ha trabajado con la Organización Mundial de Sanidad Animal.

Deputy Director and Head of the Developmental Biology Division at The Roslin Institute and Professor of Animal Biotechnology in the Royal (Dick) School of Veterinary Studies, both University of Edinburgh (United Kingdom). He pioneered the use of lentivirus vectors for transgene delivery, and is now working on a robust methodology for genome editing in livestock, in order to combat infectious diseases in animals and evaluate new treatments for human disease. Editor-in-chief of *Transgenic Research*, he has worked with the World Organization for Animal Health.

Jurado

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento
Biomedicina

Acta del jurado

Tony Hunter (Salk Institute), Joseph Schlessinger (Universidad de Yale) y Charles Sawyers (Memorial Sloan Kettering Cancer Center) son premiados por el descubrimiento de la fosforilación de los residuos tirosina de las proteínas como un importante mecanismo de transducción de señales, lo que ha permitido adquirir un conocimiento detallado del control del crecimiento celular y el desarrollo de una nueva clase de fármacos anticancerígenos eficaces.

Las células perciben su entorno a través de las proteínas situadas en su superficie. Uno de los principales grupos de estas proteínas son los denominados receptores de tirosina quinasa, que rigen procesos celulares fundamentales como la proliferación, migración, metabolismo, diferenciación y supervivencia, así como aquellos que regulan la comunicación intercelular durante su desarrollo. Muchos cánceres humanos obedecen a mutaciones de los receptores tirosina quinasa, por lo que estas proteínas y las moléculas que activan en el interior de las células se han convertido en objetivos de gran importancia para la intervención terapéutica. Se estima que, en la actualidad, aproximadamente un tercio de los esfuerzos de investigación y desarrollo en el campo farmacéutico destinados a obtener terapias contra el cáncer corresponden al estudio de los receptores de tirosina quinasa y sus patrones de señalización.

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en la categoría de Biomedicina reconoce la contribución de tres eminentes científicos que han recorrido todo el camino desde los descubrimientos básicos de estas proteínas hasta las aplicaciones clínicas que hoy salvan vidas. Tony Hunter descubrió un nuevo tipo de enzima que fosforila residuos de tirosina en proteínas, inaugurando este campo de estudio. Joseph Schlessinger descubrió el principio que rige el funcionamiento de estos receptores. Charles Sawyers descubrió cómo los distintos candidatos a fármacos interfieren con la función de estas proteínas, permitiendo la transferencia clínica de estos conceptos básicos al tratamiento del cáncer.

Jury

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award
Biomedicine

Jury's citation

Tony Hunter (Salk Institute), Joseph Schlessinger (Yale University) and Charles Sawyers (Memorial Sloan Kettering Cancer Center) are honored for the discovery of tyrosine phosphorylation of proteins as a major signal transduction mechanism, which has led to a detailed understanding of cellular growth control and the development of a new class of successful cancer drugs.

Cells sense the environment through proteins that are located on their surface. One major class of these proteins are known as tyrosine kinase receptors, which govern fundamental cellular processes such as proliferation, migration, metabolism, differentiation and survival, as well as those that regulate intercellular communication during development. Many human cancers are driven by mutations in tyrosine kinase receptors, and so these proteins and the molecules that are activated by them inside the cells have become important targets for therapeutic intervention. Today, it is estimated that about a third of pharmaceutical research and development effort goes into targeting tyrosine kinase receptors and their signaling pathways for cancer therapies.

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Biomedicine recognizes the contributions of three eminent scientists who have taken the field all the way from initial basic discoveries to clinical applications that save lives. Tony Hunter discovered a new type of enzyme that phosphorylates tyrosine residues in proteins, which opened the field. Joseph Schlessinger discovered the principle through which these receptors function. Charles Sawyers discovered how drug candidates interfere with these pathways, which led to the clinical translation of these basic concepts into the treatment of cancer.

«Corremos el riesgo de que los ecosistemas dejen de prestarnos servicios de los que dependemos, como el almacenamiento de carbono.»

“We run the risk that ecosystems will stop performing services we depend on, like the storage of carbon.”

David Tilman

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

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award
Ecology and Conservation Biology





David Tilman

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

Biodiversidad: por qué más es mejor

«Lo que más nos sorprende de la Tierra es probablemente la existencia de vida. Y lo más sorprendente de la vida es, probablemente, su diversidad, el número tan fenomenal de especies que hay». David Tilman, a quien corresponden estas palabras, se hizo ecólogo para entender el origen de tanta variedad. Esa curiosidad le ha llevado a descubrir algo inesperado: que es precisamente esa biodiversidad que a él le fascina lo que determina la salud de los ecosistemas. Por ese hallazgo Tilman es el ganador de esta séptima edición del Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Ecología y Biología de la Conservación.

Su trabajo — explica el acta del jurado — «cuantificó por primera vez el valor de conservar la biodiversidad, demostrando de manera inequívoca que las comunidades más diversas son más productivas, más resistentes ante invasiones de especies exóticas y más estables ante fenómenos perturbadores como la sequía».

El descubrimiento de David Tilman (Illinois, Estados Unidos, 1949), catedrático de la Universidad de Minnesota, desató en su día una gran polémica. Fue «una enorme sorpresa», según él mismo recuerda, porque hasta entonces se creía que ocurría justo lo contrario: a más especies en el ecosistema, más inestabilidad. «Se pensaba que el funcionamiento de los ecosistemas dependía solo de unas pocas especies importantes; las demás se debían conservar, sí, pero por una cuestión moral, no científica. Nuestro descubrimiento generó un gran debate, y muchos creyeron que el experimento estaba mal», explica Tilman. No en vano la publicación que lo expone en *Nature*, en 1994, es de las más citadas en la ecología moderna. «Cuando se desafía un paradigma vigente durante veinte años se generan un montón de nuevas preguntas».

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award
Ecology and Conservation Biology

Biodiversity, or why more is better

“Probably the most amazing feature of Earth is the existence of life. And the most amazing feature of life is the phenomenal number of species.” David Tilman, the author of this observation, became an ecologist in order to understand the origin of life’s variety. And the question led him to a startling revelation: that ecosystem health depends precisely on the biodiversity that so enthralled him. It is for this insight that Tilman has been granted the latest BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Ecology and Conservation Biology.

His research — in the words of the jury — “quantified for the first time the value of preserving biodiversity by unequivocally showing that more diverse communities are more productive, more resilient to invasions, and more stable in the face of perturbations such as drought.”

The news of his discovery would land Tilman (Illinois, United States, 1949), a professor at the University of Minnesota, in the thick of a controversy. It was indeed, he acknowledges, “a considerable upset”, because the science of the time said exactly the opposite: the more species an ecosystem harbored the less sustainable it would be.

“Everyone thought that ecosystem functioning was controlled by a few dominant species, and the rest didn’t matter. That ecosystems should be conserved, certainly, but for moral rather than scientific reasons. So our discovery sparked a major discussion, with many saying the work must be flawed,” he recalls. No surprise then that the resulting paper, published in *Nature* in 1994, is one of the most widely cited in modern ecology. “When a 20-year paradigm is challenged, it leads to a host of new questions.”

David Tilman ha demostrado que los ecosistemas más diversos son también más productivos, más resistentes y más estables. Por eso es importante conservar la biodiversidad.

David Tilman has demonstrated that more biodiverse systems are also more productive, stable and resilient. Hence the importance of conserving biodiversity.

Tilman no partía de un deseo previo de refutar lo establecido. Amante de las matemáticas y también de la naturaleza, la ecología representaba para él la fusión de ambas pasiones: si el medio natural está hecho de múltiples elementos en interacción, las matemáticas pueden ser la poderosa lente de aumento que desvela sus leyes. Así, desde su doctorado sobre cómo compiten por los recursos las algas del lago Michigan, Tilman ha investigado el funcionamiento de los ecosistemas en un diálogo constante entre teoría y experimentación.

Fue en los experimentos que inició a principios de los ochenta en las praderas de Cedar Creek, Minnesota, donde obtuvo su polémico resultado. Tilman lo relaciona con dos hechos fortuitos: una sequía en 1988 y un congreso al que asistió en Alemania en el que se planteaba si la diversidad podría afectar al funcionamiento de los ecosistemas. «Eso me hizo preguntarme cuál había sido el impacto de la sequía», refiere. Al analizar los datos «vimos que salía muy fortalecida la hipótesis de que a más biodiversidad, más estabilidad». Su respuesta a la consiguiente polémica fue poner en marcha el primer experimento a largo plazo para estudiar biodiversidad en el campo, investigación que a día de hoy continúa.

Ahora bien, el nuevo resultado planteaba otra pregunta: ¿Por qué el ecosistema sale beneficiado con la variedad? Para averiguarlo, David Tilman introdujo en sus modelos teóricos la idea de que cada especie se especializa en una habilidad en detrimento de otras: más capacidad de dispersión, por ejemplo, frente a más capacidad de obtención de recursos. Y eso resultó ser la clave. Igual que los miembros de la sociedad humana desempeñan distintas profesiones, «el ecosistema es una red de habilidades, y cuanto más variedad tenga, mejor funcionará», explica Tilman. De ahí el valor de la biodiversidad.

Estos hallazgos tienen importantes aplicaciones prácticas; por ejemplo, a la hora de decidir las políticas sobre biocombustibles. Tilman ha demostrado que los biocombustibles solo benefician al medio ambiente si proceden de especies de praderas salvajes, praderas cuanto más biodiversas (y por tanto más productivas) mejor. En cambio, los biocombustibles tradicionales

Tilman was not driven by any conscious desire to overturn the established wisdom. A lover of mathematics and also of nature, for him ecology represented the union of these two passions: if the natural environment consists of multiple interplaying elements, surely mathematics can be the powerful magnifying glass that reveals its underlying laws. So from the time of his PhD research on how Lake Michigan algae compete for resources, Tilman has studied ecosystem functioning through an ongoing dialogue between theory and experimentation.

It was with experiments set up in the early 1980s in the fields of Cedar Creek, Minnesota, that he obtained his polemical result. He traces it back to two chance events: a period of drought in 1988 and a congress he attended in Germany, where the question was raised of whether biodiversity could affect ecosystem functioning. “That led me to wonder what the impact of the drought had been,” he says. And on analyzing the data, “we found strong support for the hypothesis that more diversity equaled more stability.” His response to the ensuing debate was to launch the first long-term field experiment to study biodiversity, which continues to this day.

However this new result begged a further question: Why do ecosystems benefit from more variety? To find the answer, Tilman factored into his theoretical models the idea that each species specializes in a particular skill at the expense of other uses of its energy — prizing success in dispersal, for instance, over competing for resources — and concluded that it was this tradeoff that held the key. Just as in human society different people perform different jobs, “the ecosystem operates as a network of abilities,” he explains, “and the wider the spectrum of abilities, the better it works.” Hence the importance of biodiversity.

These findings have major practical implications. In deciding biofuel policies, for example. Tilman has shown that biofuels are only environmentally advantageous if the species used come from wild grasslands; and the more biodiverse — and therefore productive — the better. By contrast, traditional biofuels derived from corn or sugar cane release more carbon to the atmosphere than they store, because their cultivation

derivados del maíz o la caña de azúcar emiten a la atmósfera mucho más carbono del que almacenan, dado que el propio proceso de cultivo conlleva emisiones a menudo procedentes de la deforestación previa de un área de selva.

Además no es ético, para Tilman, que el precio de los cultivos para la alimentación humana aumente porque los biocombustibles hacen crecer la demanda. «Los biocombustibles no solucionan nuestro problema de emisiones de gases de efecto invernadero. Lo importante es que desarrollemos un transporte mucho más eficiente», asevera.

Hoy David Tilman investiga en cómo aumentar la productividad agraria sin dañar el medio ambiente. La clave está en mejorar la eficacia de los cultivos en países en desarrollo: «Sabemos cómo conseguir cosechas mucho más abundantes e incluso de forma más sostenible», afirma. Si se llevara ese conocimiento a las personas adecuadas, «no habría presión para deforestar más suelo para cultivos».

Otro de sus últimos resultados relaciona nutrición y medio ambiente, pues las dietas más saludables, asegura Tilman, son también las que más contribuyen a preservar la naturaleza. ¿Cuáles son estas? La vegetariana y —buenas noticias— la mediterránea. Conviene saberlo porque «vivimos en una época en que el hombre destruye hábitats, simplifica ecosistemas, hace que las especies se extingan», advierte Tilman. «Corremos el riesgo de que los ecosistemas dejen de prestarnos servicios de los que dependemos, como el agua limpia o el almacenamiento de carbono. La biodiversidad es importante».

involves CO2 emissions — the result, frequently, of the previous clearing of forested land.

Also, mounting demand for biofuels drives up the price of human food crops, a situation Tilman condemns as ethically impermissible. “Biofuels are not the solution to our problem of greenhouse gas emissions,” he contends. “It matters much more to develop efficient forms of transport.”

He is currently working on ways to boost agricultural productivity without simultaneously increasing its environmental impact, the key being to improve crop yields in developing countries: “We know how to achieve more abundant harvests and to do so sustainably,” he explains. And if we can transmit this knowledge to the right people, “there will be no pressure on them to clear more land for food production.”

A recent set of findings wed nutritional and environmental considerations: the healthiest diets, Tilman assures, are also the best at preserving nature. Which are they? The vegetarian and — surprise — the Mediterranean. The point is worth noting, because “we live in a time when human beings are destroying habitats, simplifying ecosystems and driving species to extinction,” Tilman warns. And the risk is that these systems will stop supplying the services we depend on, like clean water or the storage of carbon. That’s why biodiversity matters.”



Más información:



More information:





Georgina Mace

Jordi Bascompte

Gerardo Ceballos

Pedro Jordano

Hanna Kokko

Presidenta del jurado

Es catedrática de Biodiversidad y Ecosistemas en el University College de Londres (Reino Unido) y directora del Centro para la Investigación de la Biodiversidad y el Medio Ambiente de esta misma institución. Su investigación se centra en medir las tendencias y consecuencias de la pérdida de biodiversidad y los cambios ecosistémicos. Ha sido directora asociada del Programa de Servicios Ecosistémicos para el Alivio de la Pobreza y presidenta de la Sociedad de la Conservación Biológica (Estados Unidos) y la Sociedad Británica de Ecología.

Secretario del jurado

Es catedrático de Ecología en el Instituto de Biología Evolutiva y Estudios Ambientales de Zúrich (Suiza), donde dirige un grupo 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 y Perspectivas de *Ecology Letters* y miembro del comité editorial de la revista *Science*, es European Young Investigator Award y Mercer Award de la Sociedad Americana de Ecología.

Es catedrático en el Laboratorio de Ecología y Conservación de la Fauna Silvestre de la Universidad Nacional Autónoma de México. Sus áreas de investigación incluyen la ecología animal, la biogeografía y la conservación de la naturaleza. Entre sus proyectos destacan haber impulsado la Norma Mexicana de Especies en Peligro de Extinción y la creación de reservas en México que abarcan más de dos millones de hectáreas. Entre los reconocimientos a su trayectoria figura el Premio al Servicio Distinguido en Academia de la Sociedad de la Conservación Biológica (Estados Unidos).

Es profesor de investigación del Departamento de Ecología Integrativa en la Estación Biológica de Doñana, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) (Sevilla, España). 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 juegan un papel esencial. Es Mercer Award de la Sociedad Americana de Ecología y desde 2011 coordina un panel del Consejo de Investigación Europeo (ERC) para las Starting Grants.

Es catedrática de Ecología Evolutiva en el Instituto de Biología Evolutiva y Estudios Medioambientales de la Universidad de Zúrich (Suiza). Su investigación aborda la ecología evolutiva de la reproducción sexual y asexual, el análisis y gestión de las poblaciones animales, la evolución de las estrategias reproductivas y sociales, y la ciencia de la sostenibilidad. Es *fellow* de la Academia Australiana de la Ciencia y ha sido galardonada con el Per Brinck Oikos Award y el Founder's Prize de la Sociedad Británica de Ecología.

Chair of the jury

Professor of Biodiversity and Ecosystems at University College London (United Kingdom), where she also heads the Centre for Biodiversity and Environment Research. Her research interests lie primarily in measuring the trends and consequences of biodiversity loss and ecosystem change. A former Associate Director of the Ecosystem Services for Poverty Alleviation Programme, she has served as president of the Society for Conservation Biology (United States) and the British Ecological Society.

Secretary of the jury

Professor of Ecology in the Institute of Evolutionary Biology and Environmental Studies at the University of Zurich (Switzerland), where he leads an interdisciplinary group 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*, he sits on the Board of Reviewing Editors of *Science*, and holds the European Young Investigator Award and the Mercer Award of the Ecological Society of America.

Professor in the Wildlife Ecology and Conservation Laboratory of the Universidad Nacional Autónoma de México, his research areas are primarily animal ecology, biogeography and nature conservation. Among his achievements, we can cite his work for the passage of Mexico's Endangered Species Act, and for the establishment of nature reserves spanning over two million hectares of national territory. Holder of the Distinguished Academic Service Award of the Society for Conservation Biology (United States), among other honors.

Research Professor in the Department of Integrative Ecology at the Estación Biológica de Doñana of the Spanish National Research Council (CSIC) (Sevilla, Spain). His research focuses on the ecological and evolutionary consequences of mutualistic interactions between animals and plants, exploring how coevolution shapes megadiverse communities where such mutualisms play an essential role. Coordinator since 2011 of a European Research Council Starting Grants panel, he holds the Mercer Award of the Ecological Society of America.

Professor of Evolutionary Ecology at the University of Zurich's Institute of Evolutionary Biology and Environmental Studies (Switzerland). Her research focuses on the evolutionary ecology of sexual and asexual reproduction, analysis and management of animal populations, the evolution of reproductive and social strategies and sustainability science. A *fellow* of the Australian Academy of Science, she has been distinguished with the Per Brinck Oikos Award and the Founder's Prize of the British Ecological Society.

Jurado

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

Acta del jurado

El premio reconoce la investigación fundamental del profesor David Tilman sobre la relación entre la biodiversidad y los servicios del ecosistema. Su innovador trabajo combina estudios experimentales a largo plazo con avances teóricos; asimismo a escala internacional, se le considera uno de los ecólogos más influyentes de la actualidad.

Su trabajo ha demostrado que las comunidades más diversas persisten mejor y son más productivas, lo cual ha ayudado a entender la relación entre la diversidad y la estabilidad en los ecosistemas terrestres. La investigación del profesor Tilman cuantificó por primera vez el valor de conservar la biodiversidad, para lo que demostró de manera inequívoca la existencia de una relación entre la pérdida de especies y la pérdida de funciones ecológicas: las comunidades más diversas son más productivas, más resistentes ante invasiones de especies exóticas y más estables ante fenómenos perturbadores como la sequía. Además, ha mostrado cómo un gran número de especies vegetales pueden coexistir como resultado de una compensación entre capacidades competitivas y de dispersión, lo que ha servido para formular una sólida teoría de la biodiversidad funcional. También ha desarrollado el concepto de *deuda de extinción*, según el cual los efectos de la destrucción del hábitat sobre la extinción de las especies pueden manifestarse generaciones después de la perturbación. Ello generaría una deuda de pérdida de especies que habría que saldar en el futuro.

La investigación fundamental, pionera, del profesor Tilman tiene también implicaciones muy importantes en el campo de la conservación y gestión de recursos naturales. Su trabajo muestra que las combinaciones de hierbas perennes naturales suministran más energía por área que el etanol derivado del grano de maíz; más que deteriorar el medio ambiente, la biodiversidad lo beneficia. Su investigación ha contribuido a definir políticas basadas en el conocimiento científico y dirigidas al uso de la tierra y el balance del carbono a escala mundial.

Jury

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award
Ecology and Conservation Biology

Jury's citation

The award is in recognition of Professor David Tilman's foundational research on the interplay between biodiversity and ecosystem functioning. His groundbreaking work combines long-term experimental studies with theoretical advances. Internationally, he is recognized as one of the most influential ecologists of today.

His work has shown how more diverse communities are able to be more persistent and productive. This has helped understanding of the tradeoffs between diversity and stability in terrestrial ecosystems. Professor Tilman's research quantified for the first time the value of preserving biodiversity by unequivocally showing a relationship between the loss of species and the loss of ecological functions; more diverse communities are more productive, more resilient to invasions by exotic species, and more stable in the face of perturbations such as drought. In addition, he has shown how a large number of plant species could coexist as the result of a tradeoff between competitive and dispersal abilities. This has provided a solid process-based theory of biodiversity. He has also developed the concept of extinction debt whereby the effects of habitat destruction on species extinctions may occur generations after the disturbance, generating a debt that comes due in the future.

Professor Tilman's seminal basic research also has very significant implications in the realm of conservation and global land use. He has shown that mixtures of native perennial grasses provide more net energy per acre than corn grain ethanol and can enhance rather than degrade the environment. His work has significantly influenced science-based policy concerning land use and the global carbon balance.

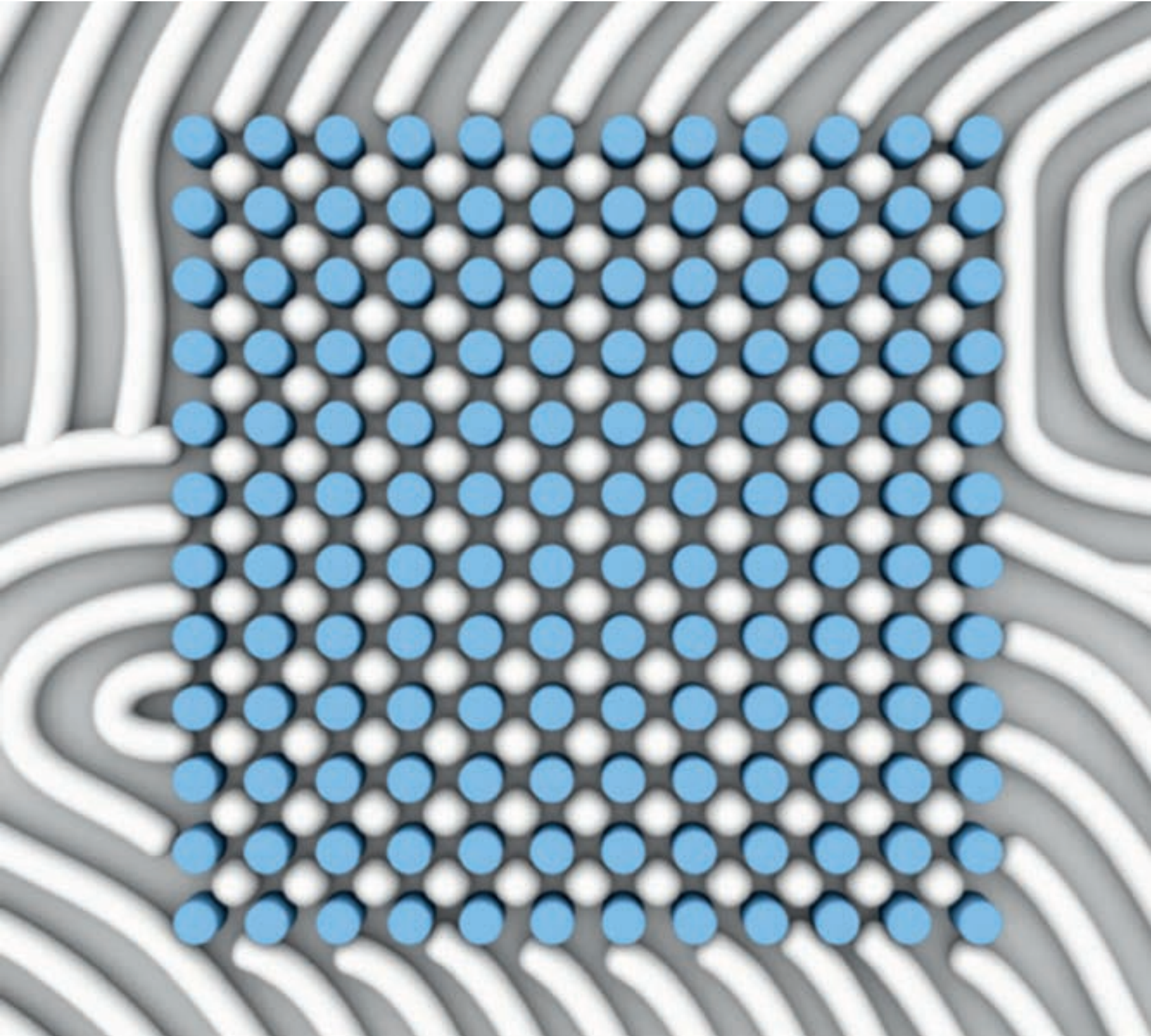
«Cuando empecé a investigar, el que los ordenadores hablaran entre sí no era un objetivo en el que trabajaran muchos grupos de forma competitiva.»

“When I started, having computers talk to each other was not something that researchers were investigating on a competitive basis.”

Leonard Kleinrock

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

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





Leonard Kleinrock

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

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

43

Internet. Así empezó todo

Hacia apenas tres meses de la llegada del hombre a la Luna. El 29 de octubre de 1969 dos ordenadores, uno en la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA) y el otro en el Stanford Research Institute (SRI), entablaron la primera conversación de la historia entre dos máquinas a varios kilómetros de distancia. El ingeniero al frente de la hazaña era Leonard Kleinrock, galardonado en esta edición de los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Tecnologías de la Información y la Comunicación «por su aportación seminal a la teoría y al desarrollo práctico de internet», recoge el acta del jurado.

Kleinrock, *distinguished professor* de Ciencias de la Computación en UCLA, se refiere a esa primera conexión —de 50 Kilobytes por segundo, considerada entonces de alta velocidad— como aquella «en que internet pronunció sus primeras palabras». Fue, sin embargo, una sola palabra. Desde el ordenador de Kleinrock en esa universidad, se pretendía enviar la palabra *login*, si bien, en el SRI únicamente se llegaron a recibir las letras «l» y «o» cuando se cayó el sistema: el primer mensaje que viajó por la red fue «lo».

El proyecto se enmarcaba en el programa militar Arpanet para desarrollar una red de comunicación entre ordenadores. Leonard Kleinrock (Nueva York, 1934) había sido escogido por sus trabajos teóricos sobre cuestiones esenciales para hacer posible el tráfico fluido de datos en una aún hipotética red. Formado como ingeniero electrónico en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), Kleinrock había sido discípulo de Claude Shannon —considerado el padre de la teoría de la información— y dedicó su tesis doctoral a «cómo conseguir que los ordenadores hablaran entre sí», según sus palabras. «Por supuesto que era algo de lo que se hablaba desde siempre

The Internet. How it all started

It was just three months after the first manned mission landed on the moon. October 29, 1969. Two computers, one in the University of California at Los Angeles (UCLA) and the other in the Stanford Research Institute (SRI), established the first ever conversation between machines located at several kilometers' distance. The engineer directing this exploit was Leonard Kleinrock, now Information and Communication Technologies laureate in the seventh edition of the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards for “his seminal contributions to the theory and practical development of the Internet,” in the words of the jury’s citation.

Kleinrock, Distinguished Professor of Computer Science at UCLA, refers to this 50 kilobytes per second connection, then considered high-speed, as the moment “the Internet uttered its first words.” Or its first word, to be more exact. The plan was to send the word “login” from Kleinrock’s UCLA host. But the SRI received only the “l” and “o” before the system crashed, so the first message sent was actually “lo”.

The project was part of the Arpanet military program to develop a computer communications network. Leonard Kleinrock (New York, 1934) had been recruited for his theoretical work on key requirements to get data flowing over a still hypothetical network. Trained as an electrical engineer at Massachusetts Institute of Technology (MIT), he studied under Claude Shannon — regarded as the founding father of information technology — and devoted his doctoral thesis to grappling with the problem of “getting computers to talk to each other.”

“Of course it was in the air, and had been there for some time — Kleinrock refers in passing to the work

El trabajo de Leonard Kleinrock hizo posible que la información fluyera de forma eficiente por la red. Fue además responsable en 1969 de la primera *conversación* entre ordenadores a larga distancia.

Leonard Kleinrock's work was instrumental in getting information to flow efficiently over the Internet. He was also responsible for the first remote "conversation" between computers, in 1969.

— Kleinrock menciona incluso los escritos de Nikola Tesla, de principios del siglo XX —, pero cuando yo empecé no era un objetivo en el que investigaran muchos grupos de forma competitiva», explica.

Kleinrock había advertido ya que uno de los requisitos para crear una red de ordenadores es que los recursos disponibles deben poder ser compartidos eficazmente entre los usuarios, y ya siendo estudiante de doctorado había resuelto esta cuestión de forma teórica. Para ello recurrió a una herramienta matemática llamada teoría de colas, que permite gestionar una red de la forma más eficientemente posible teniendo en cuenta los recursos y los usuarios. Kleinrock desarrolló esta teoría y creó la tecnología de la conmutación de paquetes, «una de las tecnologías básicas para internet», según recoge el acta del jurado.

Kleinrock explica la importancia de la eficacia de la red con un ejemplo: «En una conversación telefónica la conexión física está dedicada de forma exclusiva a los usuarios conectados incluso cuando están en silencio. Me di cuenta de que si se hace eso en una transmisión de datos la red resultaría demasiado cara, no se podría desarrollar». Sería comparable a que las autopistas solo pudieran ser utilizadas por un único coche de cada vez.

Su desarrollo de la teoría de colas permitía compartir los recursos de comunicación mediante la aplicación específica de la conmutación de paquetes: fraccionando cada mensaje en partes más pequeñas, iguales, y haciendo que lo que hoy llamamos *router* — presente en cada domicilio conectado y esencial en el *backbone* de internet — lo canalice por la red. La idea básica es que los paquetes pequeños de datos ocupan todos los espacios libres de la conexión y llegan antes (y sin atascos) que un único paquete grande.

Por citar otro ejemplo cotidiano, una cola de supermercado es más eficiente — si se considera el tiempo medio que espera cada cliente — si quienes tienen menos compra pagan primero. La conmutación por paquetes en red supone que cada cliente vaya pagando el mismo pequeño número de artículos en las cajas que vayan quedando libres; si eso fuera posible, el tiempo medio de espera de todos los clientes sería menor.

of Nikola Tesla at the start of the 20th century — but when I started it was not something that research teams were investigating on a competitive basis.”

Kleinrock had already recognized that the possibility to maximize resource sharing by users was an indispensable pre-condition to get computer networking off the ground, and had in fact solved the problem theoretically in the course of his doctoral studies. The solution he turned to was a mathematical tool called queuing theory, which studies how to manage a network with optimal efficiency by juggling resources and users. His work on the theory led him to packet switching technology, which, as the jury notes, is “one of the basic technologies behind the Internet.”

The new laureate offers an example illustrating the importance of network efficiency: “In a phone conversation, the line is exclusively dedicated to both users, even when they’re not speaking. I realized that a data network built in that way would be inefficient and prohibitively expensive.” It would be like a freeway network, he adds, that could only be used by one vehicle at a time.

His development of queuing theory enabled network capacity to be shared through the application of packet switching: each message is broken down into small, equal-sized blocks and transmitted over the network by what we now call a router — providing access to the Internet backbone, and present in every connected home. The idea, essentially, is for these small data packets to occupy all the free space within the connection so they arrive faster than a single large packet and without problems of congestion.

Another example drawn from daily life: A supermarket queue would operate more efficiently — in terms of each customer’s average waiting time — if those with the smallest baskets paid first. An analogy for how packet switching works is that each customer pays the same small number of items each time a checkout becomes free, reducing the average waiting time of all those in the queue.

At the time of that first Arpanet connection, in 1969, Kleinrock had never seen his theories tested in prac-

Cuando se llevó a cabo la primera conexión de Arpanet en 1969, Kleinrock no había experimentado nunca en la práctica estos desarrollos, pero sí había hecho simulaciones que demostraban que la teoría funcionaba. Esa primera transmisión exitosa lo constató. Ahora bien, ¿imaginaron entonces los creadores de la red la importancia que esta tendría cuatro décadas después?

Lo cierto es que poco antes del primer balbuceo de la red, Kleinrock había expuesto su visión de que en un futuro habría una conexión de ordenadores «que estaría siempre disponible», a la que podría acceder todo el mundo y que sería *invisible* como la electricidad. Hoy asegura que internet seguirá conquistando ámbitos vitales, en los que predice un entorno cotidiano «lleno de cámaras, sensores, pequeños dispositivos en la ropa, en el cuerpo», que recojan y envíen datos de modo constante acerca de cada uno de nosotros: «Cuando entre en una habitación sabrá que he entrado, y podré preguntarle dónde están mi libro o las llaves», señala. «La red se convertirá en un sistema nervioso global para el mundo».

tice, though a series of simulations had convinced him they would work. And the word “login” would prove him right. But did these architects of the Internet have any notion of the space it would occupy four decades later?

Even before that first hit-and-miss transmission, Kleinrock had outlined his vision of a “permanently available” future network, open to everyone and as “invisible” as electricity. Nowadays, he is convinced that the Internet’s impact will run deeper still. He foresees an everyday environment “full of cameras, sensors and small wearable devices,” that are continuously gathering and sending data on us all: “When I enter a room, the room will know it, and I’ll be able to ask it where I left my book or keys,” he predicts. “The Internet will become the global nervous system of the world.”



Más información:



More information:





Georg Gottlob

Presidente del jurado

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

Chair of the jury

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



Ramón López de Mántaras

Secretario del jurado

Es director del Instituto de Investigación en Inteligencia Artificial del CSIC (España) y profesor de investigación de esta misma organización. 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. Ha recibido el European Artificial Intelligence Research Award y en 2011 el Robert S. Engelmore Memorial Lecture Award de la Asociación para el Avance de la Inteligencia Artificial (AAAI).

Secretary of the jury

Research Professor with the Spanish National Research Council (CSIC) and Director of its Artificial Intelligence Research Institute. A 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, his awards include the European Artificial Intelligence Research Award and the 2011 Robert S. Engelmore Memorial Lecture Award of the Association for the Advancement of Artificial Intelligence.



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 Asociación Internacional de Sistemas Difusos, del Comité Europeo de Coordinación para la Inteligencia Artificial y del Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE).

Professor in the Department of Computer Science 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, the European Coordinating Committee for Artificial Intelligence and the 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 (España). 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 Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE).

Director of the Barcelona Supercomputing Center-Centro Nacional de Supercomputación and a professor in the Computer Architecture Department at BarcelonaTech (UPC) (Spain). 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 Institute of Electrical and Electronics Engineers.



Joos Vandewalle

Es catedrático emérito del Departamento de Ingeniería Eléctrica (ESAT) de la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica), donde dirigió una división de investigación en señales, identificación, teoría de sistemas y automatización, seguridad informática y criptografía industrial. Su trabajo se centra en la teoría de sistemas matemáticos y sus aplicaciones, teoría de circuitos, control, procesamiento de señales, criptografía y redes neuronales. Es, entre otras distinciones, *fellow* del Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE) y de la Asociación Europea para el Procesamiento de Señales.

Emeritus professor in the Department of Electrical Engineering (ESAT) at KU Leuven (Belgium), where he headed a division working on signals, identification, system theory and automation, computer security and industrial cryptography. His current research centers on mathematical system theory and its applications, circuit theory, control and optimization, signal processing, cryptography and neural networks. Fellow of the Institute of Electrical and Electronics Engineers and the European Association for Signal Processing.

Jurado

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

Acta del jurado

El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Tecnologías de la Información y la Comunicación se concede a Leonard Kleinrock, *distinguished professor* de Ciencias de la Computación en la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA), por su aportación seminal a la teoría y al desarrollo práctico de internet. Kleinrock fue quien coordinó la primera conexión remota entre dos ordenadores en 1969 y desarrolló la teoría de colas, la base matemática esencial para las redes de conmutación por paquetes, una de las tecnologías básicas para internet.

La primera conexión entre dos ordenadores situados a distancia se realizó el 29 de octubre de 1969 dentro del proyecto Arpanet. Uno de los ordenadores estaba situado en su laboratorio de UCLA, y el otro, en el Stanford Research Institute (SRI). La importancia de esta contribución reside en que esta conexión se considera una precursora de internet.

El desarrollo de la teoría de colas, que permitió la transición disruptiva de la conmutación por circuitos (la que se utiliza en las redes de telefonía analógicas) a la conmutación de paquetes de datos, posee una enorme importancia no solo para internet, sino también para otros muchos campos, como el control del tráfico, logística, fabricación o transporte. En todas estas aplicaciones, la teoría de colas ha permitido un diseño óptimo de los sistemas en cuanto a la reducción del tiempo de espera en el servicio.

Jury

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

Jury's citation

The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in the Information and Communication Technologies category is granted to Leonard Kleinrock, Distinguished Professor of Computer Science at the University of California, Los Angeles (UCLA), for his seminal contributions to the theory and practical development of the Internet. Kleinrock was responsible for establishing the first remote connection between two computers in 1969, and he developed queuing theory, the crucial mathematical foundation for packet switching networks, one of the basic technologies behind the Internet.

The first connection between two remote computers was made on October 29, 1969, within the framework of the Arpanet project, with one computer located at his lab at UCLA and the other at the Stanford Research Institute (SRI). The significance of this contribution is that this connection is considered a precursor of Internet.

The development of queuing theory, which allowed the disruptive transition from circuit switching (as used in analog telephone networks) to packet switching, has great significance not only for the Internet but also for many other fields such as traffic control, logistics, manufacturing and transportation. In all these applications, queuing theory leads to significant reduction of waiting times.

«Mi investigación se ha centrado en entender el impacto de las condiciones económicas adversas sobre las familias y en hallar qué políticas públicas contribuyen a mitigar estos efectos.»

“My research has focused on understanding how families are impacted by adverse economic conditions and how policy can best be designed to mitigate these effects.”

Richard Blundell

«Siempre he estado interesado en las personas con los salarios más bajos, en entender cómo sobreviven y qué factores determinan el que les vaya mejor o peor en el mercado laboral.»

“I have always been interested in lower-wage people, in understanding how they survive and what factors affect their greater or lesser labor-market success.”

David Card

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

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





Richard Blundell

David Card

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

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

51

El arte del método empírico

Averiguar la respuesta a cuestiones como cuál es el impacto en el empleo de una subida del salario mínimo o qué factores impulsan la desigualdad y la pobreza no es una tarea sencilla. Sin embargo, su resolución forma parte del trabajo de los profesores Richard Blundell y David Card —ganadores del Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en la categoría de Economía, Finanzas y Gestión de Empresas—, quienes según destaca el acta del jurado, «partiendo de importantes problemas económicos de tipo empírico, desarrollaron y estimaron modelos econométricos apropiados para estas cuestiones, llevando a cabo en ese proceso contribuciones metodológicas muy significativas».

En una profesión dominada por teóricos y constructores de modelos, ambos premiados han decidido recorrer un camino no muy transitado por los economistas, pues se concentran en análisis empíricos que amplían teorías existentes, las corrigen o incluso crean otras nuevas. «Tanto Blundell como Card son conocidos por su atención por el detalle institucional, el diseño innovador y minucioso de sus investigaciones, la aplicación rigurosa de las herramientas econométricas y la presentación desinteresada de los resultados», subrayan los jurados. Mientras que Blundell es un maestro en conjugar datos, teoría económica y métodos econométricos, Card ha sido pionero en la utilización de los llamados *experimentos naturales*. Se trata de estudios observacionales en los que la asignación de los sujetos a las condiciones experimentales o de control está determinada por factores naturales fuera del alcance del investigador.

Pese a que inició sus estudios universitarios en Ingeniería Electrónica, Blundell se dejó atrapar por la economía: «Comencé a pensar sobre cómo resolver algunos problemas de importancia para la sociedad,

The art of the empirical

How does raising the minimum wage affect employment? What are the factors driving poverty and inequality? These are questions with no easy answer, but ones that professors Richard Blundell and David Card have at some point made it their business to answer. The two are joint winners of the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in the category of Economics, Finance and Management: “Motivated by important empirical questions, they developed and estimated appropriate econometric models, making significant methodological contributions in the process,” in the words of the jury’s citation.

In a profession dominated by theoreticians and model builders, both men decided to follow a less traveled path, centering their attention on empirical analyses that develop or correct existing theories or, even, bring new theories into being. “Both Blundell and Card,” the jury notes, “are known for their attention to institutional detail, careful and innovative research design, rigorous application of econometric tools, and dispassionate reporting of results.” While Blundell is a master at juggling data, economic theory and econometric methods, Card is a pioneer in the use of the technique of “natural experiments”. These are empirical studies in which the subjects exposed to the experimental and control conditions are determined by nature or by other factors outside the control of the investigators.

Despite having started a degree in electrical engineering, Richard Blundell soon found himself drawn to economics. “I began reflecting on how to solve some of society’s key problems, and that led me to switch to economics.” He cites William Terence Gorman, an economist at the London School of Economics and a mythical figure in economic research in the UK dur-

Richard Blundell y David Card han estudiado aspectos centrales del mercado de trabajo como los sindicatos, los subsidios de desempleo, las ayudas sociales o el comportamiento de las familias durante una crisis económica. Su investigación ha tenido una influencia decisiva en el diseño de políticas públicas.

Richard Blundell and David Card have delved into core labor-market issues like trade union bargaining, unemployment and welfare benefits or household behavior at times of economic crisis. Their research has had a decisive influence in the design of public policies.

lo que me llevó a cambiarme a Economía». Atribuye a William Terence Gorman, economista de la London School of Economics y una de las figuras míticas en los años setenta de la investigación económica en el Reino Unido, su principal influencia en la universidad: «Me convenció de que la economía podría ser una forma práctica de pensar sobre el mundo».

Richard Blundell (Shoreham-by-Sea, Reino Unido, 1952) se formó en la Universidad de Bristol y en la London School of Economics, y tras ejercer la docencia durante nueve años en la Universidad de Manchester, es desde 1984 catedrático de Economía en el University College de Londres, donde hoy ocupa la Cátedra David Ricardo de Economía Política. En ese mismo año creó el Laboratorio de Investigación Microeconómica en dicha institución y desde hace casi tres décadas es director de Investigación del Instituto de Estudios Fiscales (IFS, en sus siglas en inglés), puesto que asumió con el objetivo principal de establecer un puente entre la investigación académica y la aplicación de sus resultados en las políticas públicas. Desde 1991 dirige además el ESRC Centre for the Microeconomic Analysis of Public Policy en el IFS.

Durante décadas ha tenido una prolífica y trascendente trayectoria. Ha firmado más de ciento cincuenta artículos en revistas científicas, pero su impacto va más allá de la producción académica: Blundell ha creado una generación de microeconómetras aplicados que se han convertido en referentes en su campo.

Sus investigaciones se centran en entender el empleo, los ingresos y las decisiones de ahorro de las familias. En particular, cómo se ven afectadas por unas condiciones económicas adversas y cómo la política puede diseñarse más eficazmente para mitigar esos efectos. A lo largo de su carrera ha ido incorporando otros elementos de investigación, aunque siempre ha estado en el centro de sus trabajos el poder «comprender mejor el comportamiento de individuos y familias, y a partir de ahí desarrollar unas políticas más fructíferas que hagan del mundo un lugar mejor».

Los trabajos de ambos han ido, en ocasiones, en contra de la opinión ortodoxa. Un buen ejemplo es la contribución seminal que publicó en 1994 Card junto con Alan B. Krueger en la *American Economic Review*: «Los salarios

ing the 1970s, as a definitive influence in his student years: “He convinced me that economics could be a useful way of thinking about the world.”

This British economist (Shoreham-by-Sea, 1952) completed a degree at the University of Bristol and the London School of Economics. After nine years lecturing at the University of Manchester, in 1984 he took up a professorship at University College London (UCL), where he currently occupies the David Ricardo Chair of Political Economy. That same year, he set up the Microeconomic Research Laboratory, likewise at UCL. For almost three decades, he has combined these positions with that of Research Director at the Institute for Fiscal Studies (IFS), where he sees part of his mission as to bridge the gap between academic research and policy practice. Since 1991, he has also headed the ESRC Centre for the Microeconomic Analysis of Public Policy at IFS.

In the course of his prolific and increasingly influential career, he has published more than 150 papers in leading journals. His impact, however, resonates far beyond his academic output. For Blundell has inspired a generation of applied microeconometricians who have become leaders in their field.

His work pursues a deeper understanding of employment, income and the savings decisions made by households, focusing on how families are affected by adverse economic conditions and how to develop policies that mitigate the worst of these impacts. Despite forays down multiple research paths, at the heart of his enterprise is the desire to “increase understanding of household and individual behavior, so we can use that knowledge to design better policies that make the world a better place.”

Both laureates have, on more than one occasion, challenged the prevailing orthodoxy. A good example is Card’s seminal paper, co-authored with Alan B. Krueger and published in 1994 in the *American Economic Review*: “Minimum Wages and Employment: A Case Study of the Fast-Food Industry in New Jersey and Pennsylvania”. The paper’s conclusion was that raising the minimum wage of workers in fast-food restaurants did not cause job losses. A finding which

mínimos y el empleo: un estudio de caso de la comida rápida de la industria en Nueva Jersey y Pensilvania». Su investigación concluía que el aumento del salario mínimo no se había traducido en una reducción de puestos de trabajo en los restaurantes de comida rápida. Sus resultados pusieron en entredicho la opinión establecida sobre el efecto perjudicial de dichas subidas salariales.

Canadiense afincado en Estados Unidos, David Card (Guelph, 1956) ha estudiado aspectos centrales del mercado de trabajo como el impacto de los sindicatos, los subsidios de desempleo y las ayudas sociales. También ha realizado contribuciones fundamentales en materia de inmigración, calculando las consecuencias sobre el empleo en la población local de la llegada de extranjeros, y en educación, midiendo el impacto del nivel educativo sobre las diferencias salariales.

Todo comenzó cuando Card, estudiante universitario de Ciencias, intentó ayudar a su novia en sus clases de economía. «Comencé a leer un libro y fue bastante enriquecedor. Crecí en una granja y el negocio agrícola es como un rompecabezas; pronto descubrí que la economía me permitía explicar algunas de sus piezas». En 1983 se doctoró en Economía por la Universidad de Princeton, donde desarrollaría su carrera académica e investigadora durante los tres lustros siguientes. En 2001 se incorporó a la Universidad de California en Berkeley y allí ocupa la Cátedra Class of 1950 de Economía, cargo que simultanea con el de director del Programa de Estudios Laborales de la Oficina Nacional de Investigación Económica de Estados Unidos (NBER). Su prolífica trayectoria como docente e investigador queda reflejada en los siete libros y noventa artículos científicos y capítulos de libros que ha publicado.

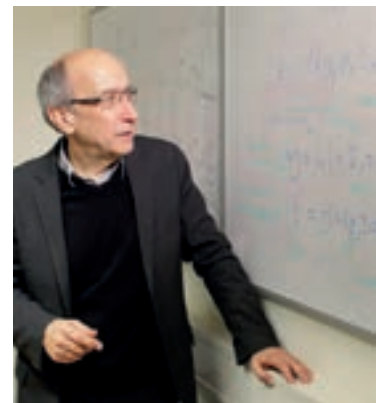
Entre los méritos de Richard Blundell y David Card el jurado destaca el gran impacto que han tenido sus trabajos en el diseño de políticas públicas en áreas tan variadas como la fiscalidad, el estado de bienestar, la reforma de las pensiones, el mercado laboral, las desigualdades y la regulación de los mercados.

questioned the accepted view that such increases were counterproductive.

A Canadian (Guelph, 1956) based in the United States, Card has delved into core labor-market issues such as trade union bargaining, unemployment benefits and welfare programs. He has also made fundamental contributions in regard to immigration, looking at the effects of incoming foreign workers on local employment, and in education, exploring the relationship between educational level and wage disparity.

It all began when Card, then a science undergraduate, tried to help a girlfriend with her economics classes. "I started to read a textbook and found it quite enlightening. I grew up on a farm and the agricultural business is like a puzzle, so it was fun to discover that economics could help me identify some of the pieces." He went on to earn a PhD in Economics from Princeton University in 1983, and for the next fifteen years continued researching and teaching at this institution. In 2001 he joined the faculty of the University of California at Berkeley where he now serves as the Class of 1950 Professor of Economics, combining this post with Director of the Labor Studies Program at the National Bureau of Economic Research. A devoted teacher and author, his published output extends to seven books and 90 papers and book chapters.

Summing up Blundell and Card's merits, the jury cites the importance of their work in promoting evidence-based policy on major issues like taxation, welfare and pension reform, the labor market, inequality and product market regulation.



Más información:



More information:





Eric S. Maskin

Presidente del Jurado

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

Chair of the jury

Adams University Professor at Harvard University, where he researches into game theory, political economics, the economics of inequality, and the advantages and drawbacks of intellectual property. He received the 2007 Nobel Prize in Economics along with L. Hurwicz and R. Myerson for laying the foundations of mechanism design theory. He is a member of the U.S. National Academy of Sciences, a fellow of the Econometric Society and the European Economic Association, and a corresponding fellow of the British Academy.



Manuel Arellano

Secretario del jurado

Profesor de Econometría en el Centro de Estudios Monetarios y Financieros del Banco de España, ha sido profesor en la Universidad de Oxford y la London School of Economics. En 2013 fue presidente de la Asociación Europea de Economía (EEA) y en 2014 de la Sociedad de Econometría. Ha realizado numerosos trabajos de investigación sobre econometría, economía laboral y análisis de datos de panel. Ha sido director de la *Review of Economic Studies*, codirector del *Journal of Applied Econometrics* y copresidente del Congreso Mundial de la Sociedad de Econometría (2010).

Secretary of the jury

Professor of Econometrics in the Center for Monetary and Financial Studies (CEMFI) of Banco de España, he previously taught at Oxford University and the London School of Economics. In 2013 he served as president of the European Economic Association, and in 2014 as president of the Econometric Society. He has researched extensively in econometrics, labor economics and analysis of panel data, and is a former editor of the *Review of Economic Studies*, co-editor of the *Journal of Applied Econometrics* and co-chair of the World Congress of the Econometric Society (2010).



Pinelopi K. Goldberg

Ha sido catedrática de Economía en las universidades de Princeton y de Columbia y en la actualidad es catedrática William K. Lanman, Jr. de Economía en la Universidad de Yale (Estados Unidos). Su investigación se centra en los efectos de la liberalización del comercio en el crecimiento económico y la distribución del ingreso, los efectos de la aplicación de los derechos de propiedad intelectual en países en desarrollo, y los determinantes de los tipos de cambio. Es editora jefe de la *American Economic Review* y miembro de la Oficina Nacional de Investigación Económica de Estados Unidos (NBER).

William K. Lanman, Jr. Professor of Economics at Yale University (United States), and previously Professor of Economics at the U.S. universities of Princeton and Columbia. She is currently researching the effects of trade liberalization on growth and income distribution, the effects of intellectual property rights enforcement in developing countries, and the determinants of incomplete exchange rate pass-through. Editor-in-chief of the *American Economic Review*, she is also a member of the National Bureau of Economic Research.



Andreu Mas-Colell

Es catedrático de Economía en la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona (España). Durante veinticinco años ha sido profesor e investigador en las universidades de California-Berkeley y Harvard. Ha sido editor, entre otras publicaciones, de la revista *Econometrica*. Es *fellow* de la Sociedad de Econometría, *foreign associate* de la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos y premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2009. Durante 2009-2010 fue secretario general del Consejo de Investigación Europeo (ERC). Es consejero de Economía y Conocimiento de la Generalitat de Cataluña.

Professor of Economics at Pompeu Fabra University (Spain), he spent 25 years teaching and researching at the universities of California (Berkeley) and Harvard. He is a past editor of *Econometrica* and other journals, a fellow of the Econometric Society, a foreign associate of the U.S. National Academy of Sciences and a 2009 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge laureate. From 2009 to 2010 he served as Secretary General of the European Research Council, and is currently Minister of Economy and Knowledge with the Catalanian Government.



Hélène Rey

Es catedrática de Economía en la London Business School (Reino Unido). Su investigación se centra en los factores determinantes y las consecuencias del comercio exterior y los desequilibrios financieros, la teoría de las crisis financieras y la organización del sistema monetario internacional. Sus trabajos han ayudado a mejorar la comprensión de las conexiones entre globalización, los tipos de cambio y los mercados exteriores. Es *research fellow* del Centro de Investigación de Política Económica (CEPR) y de la Oficina Nacional de Investigación Económica de Estados Unidos (NBER).

Professor of Economics at London Business School (United Kingdom). Her research centers on the determinants and consequences of external trade and financial imbalances, the theory of financial crises and the organization of the international monetary system. Her work has helped elucidate the connections between globalization, exchange rates and external markets. Rey is a research fellow of the Centre for Economic Policy Research and the National Bureau of Economic Research, among other distinctions.



Jean Tirole

Presidente de la Fundación Jean-Jacques Laffont en la Toulouse School of Economics (TSE) (Francia), es director científico del Instituto de Economía Industrial de la Universidad de Toulouse. Sus áreas de investigación son la organización industrial, teoría de juegos y macroeconomía, o las relaciones entre economía y psicología. Ha presidido la Sociedad de Econometría y la Sociedad Europea de Economía (EEA). Es premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2008 en Economía, Finanzas y Gestión de Empresas y premio Nobel de Economía 2014 por su análisis del poder de los mercados y la regulación.

Chairman of the Fondation Jean-Jacques Laffont at Toulouse School of Economics (France), 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 Econometric Society and the European Economic Association, he holds the 2008 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Economics, Finance and Management, and in 2014 received the Nobel Prize in Economics for his analysis of market power and regulation.



Fabrizio Zilibotti

Es catedrático de Macroeconomía y Política Económica en el Departamento de Economía de la Universidad de Zúrich (Suiza). Sus áreas de investigación incluyen el crecimiento económico y desarrollo, la economía política, macroeconomía y el desarrollo económico de China. Sus trabajos han ayudado a entender cómo la innovación tecnológica afecta al crecimiento económico en las diferentes etapas del desarrollo. Es *fellow* de la Sociedad de Econometría, del Centro de Investigación en Política Económica (CEPR) y del CESifo. Asimismo, este año es presidente electo de la Sociedad Europea de Economía (EEA).

Chair of Macroeconomics and Political Economy in the Department of Economics at the University of Zurich (Switzerland). His research interests include economic growth and development, political economy, macroeconomics, and the economic development of China. His work has contributed to a better understanding of how technological innovation affects economic growth at different stages of economic development. He is a fellow of the Econometric Society, the Centre for Economic Policy Research and CESifo, and this year's President-Elect of the European Economic Association.

Jurado

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

Acta del jurado

El jurado otorga el Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Economía, Finanzas y Gestión de Empresas a los profesores Richard Blundell y David Card por su contribución a la microeconomía empírica. Motivados por importantes cuestiones empíricas, los premiados (junto con sus diversos coautores) han desarrollado y estimado modelos econométricos apropiados, lo que supone una significativa contribución metodológica al proceso. Tanto Blundell como Card son conocidos por su atención por el detalle institucional, el diseño innovador y minucioso de sus investigaciones, la aplicación rigurosa de las herramientas econométricas y la presentación desapasionada de los resultados.

Blundell presenta un tratamiento integrado de las decisiones de consumo y empleo para realizar estimaciones de las elasticidades de la oferta laboral, analizar los efectos de las reformas fiscales, y documentar y explicar la divergencia entre desigualdades de ingresos y consumo. Ha estudiado el efecto no monótono de la competencia sobre la innovación y ha contribuido con nuevos métodos econométricos que estudian datos transversales y de panel referidos a individuos, hogares y empresas.

Card ha examinado cuestiones como la oferta y la demanda laborales, la inmigración, el rendimiento educativo, los programas de bienestar, el impacto de los sindicatos y los salarios mínimos sobre el mercado de trabajo, y la atención sanitaria. Ha sido un pionero en el uso de experimentos naturales y cuasinaturales para aislar los efectos causales, y ha llevado a los investigadores empíricos a prestar mayor atención al origen de la identificación de variaciones en variables explicativas clave.

El trabajo de Blundell y Card ha tenido numerosos seguidores y ha promovido políticas basadas en evidencias acerca de cuestiones fundamentales como la fiscalidad, el bienestar, la reforma de las pensiones, la desigualdad o la regulación de los mercados de productos.

Jury

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

Jury's citation

The jury awards the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Economics, Finance and Management to professors Richard Blundell and David Card for their contributions to empirical microeconomics. Motivated by important empirical questions, they (and their various coauthors) developed and estimated appropriate econometric models, making significant methodological contributions in the process. Both Blundell and Card are known for their attention to institutional detail, careful and innovative research design, rigorous application of econometric tools, and dispassionate reporting of results.

Blundell has provided an integrated treatment of consumption and employment decisions to estimate labor supply elasticities, to analyze the effects of tax reforms, and to document and explain the divergence between income and consumption inequality. He has studied the non-monotonic effect of competition on innovation, and has also contributed new econometric methods to study cross-sectional and panel data on individuals, households and firms.

Card has examined issues such as labor supply and demand, immigration, returns to education, welfare programs, the impact of unions and minimum wages on labor market outcomes, and health care. He has been a pioneer in the use of natural and quasi-natural experiments to isolate causal effects and has led empirical researchers to pay greater attention to the source of identifying variation in key explanatory variables.

Their work has had a large following and has promoted evidence-based policy on major issues such as taxation, welfare and pension reform, inequality, and product market regulation.

«La música es como hablar,
presenta la misma sintaxis
que un texto.»

“Music is like speaking,
it has the same syntax
as a text.”

György Kurtág

Friedrich Hölderlin: Im Walde
für Georg Kroll

Unruhig bewegt
Bariton Solo *molto*
Du ed-les Wild.

Hastig, atemlos
Kurtaj Gyöngy *pp, legatissimo, marcato*
A-ber in

Hüt-ten woh-net der Mensch, und hül-let sich ein ins ver-

poco rinf. *sub. pp*
schäm-te Ge-wand, denn in-mi-ger ist, acht-sa-mer

augmentando
auch und dass er be-wah-re den Geist, wie die Prie-ster-in die

ben marcato *sempre più agitato*
P



György Kurtág

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento
Música Contemporánea

Un compositor universal

György Kurtág es un creador universal. Su mirada es omnicomprendensiva: abarca toda la historia de la música, desde Perotín hasta Stockhausen, y todos los estilos y estéticas conocidos. Y sin embargo, Kurtág no es un artista ecléctico. No toma rasgos o giros de este estilo o de aquel, de este compositor o del otro, sino que construye su universo personal por elevación, sobrevolando todo lo anterior. En el espectador, las obras de Kurtág provocan una sensación de globalidad, de completitud, por más que su aspecto sea a veces fragmentario o aforístico. Su punto de vista como creador parece estar situado excepcionalmente alto o lejano, lo que quizá tenga que ver con haber pasado la mayor parte de su vida en Budapest, al otro lado del Telón de Acero, lejos de la acción vanguardista, o con haber amado tanto la literatura, o con haber dedicado mucho tiempo a la práctica y la enseñanza de la música de cámara («la verdad de la música», en palabras de Teresa Berganza). Cameristas legendarios como Zoltán Kocsis, András Schiff o el Cuarteto Takács se cuentan entre sus alumnos. Desde ese gran reservorio de musicalidad que fue y sigue siendo la Academia Liszt de Budapest, György Kurtág ha sabido absorber toda la complejidad del siglo XX musical y convertirla en una propuesta artística original que se proyecta con fuerza sobre el siglo XXI.

La biografía de Kurtág combina la firmeza de sus raíces húngaras con una curiosidad ávida que lo llevó a interesarse por la actualidad europea. Nacido en 1926 en Lugoj, en la Hungría rumana, hoy Rumanía húngara, se instaló en Budapest a los veinte años y en la Academia Franz Liszt estudió Piano con Pál Kadosa, Música de Cámara con Leó Weiner y Composición con Sándor Veress, Pál Járdány y Ferenc Farkas. En la misma academia se convirtió en profesor, primero de Piano y enseguida, durante décadas, de Música

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award
Contemporary Music

A universal composer

György Kurtág is a universal artist. His glance is all-encompassing, spanning the whole history of music, from Pérotin to Stockhausen, and all known styles and aesthetics. He is not, however, eclectic. He does not borrow idioms or effects from this or that style or this or that composer. Instead, he constructs his personal universe through elevation, overflying the pre-existing musical landscape. His works awake in the spectator a sense of wholeness or completion, however fragmentary or aphoristic they appear at times. It is as if his creative viewpoint is fixed in some exceptionally high or distant place; an impression that may owe to him having lived most of his life in Budapest, behind the Iron Curtain and remote from the avant-garde scene, or perhaps to his strong love of literature or the fact of having spent so much time on the practice and teaching of chamber music (“the truth of music” as Teresa Berganza calls it). Legendary chamber artists like Zoltán Kocsis, András Schiff or the Takács Quartet number among his pupils. From that great reservoir of music that was, and is, the Liszt Academy of Budapest, György Kurtág has absorbed all the complexity of the musical 20th century and fashioned from it an original artistic project that resonates strongly through the 21st.

Kurtág’s biography combines firm Hungarian roots with an avid curiosity that made him a keen follower of events in Europe. Born in 1926 in Lugoj, then Romanian Hungary and now Hungarian Romania, he settled in Budapest at the age of twenty. There, at the Franz Liszt Academy, he studied piano with Pál Kadosa, chamber music with Leó Weiner and composition with Sándor Veress, Pál Járdány and Ferenc Farkas. He rose to be a professor at the Academy, of piano initially and shortly after, of chamber music, which he would teach for many years while exercising both spe-

La dimensión innovadora de la obra de György Kurtág está vinculada a la autenticidad de su lenguaje, a su manera de traspasar las fronteras entre espontaneidad y reflexión.

The innovative dimension of György Kurtág's work lies in the authenticity of his language, and his way of blurring the boundaries between spontaneity and reflection.

de Cámara, y ha ejercido ambas especialidades en el escenario. En 1947 se casó con la pianista Márta Kinsker, cuyo criterio como analista musical ha sido siempre de gran importancia para Kurtág a la hora de juzgar sus propias composiciones. En Budapest, al igual que su amigo György Ligeti, tuvo un acceso muy limitado a partituras de la música occidental.

Su primer viaje de descubrimiento fue a París, donde estudió con Olivier Messiaen, Darius Milhaud y Max Deutsch durante el curso 1957-1958. Allí conoció también a Samuel Beckett y, concretamente, su *Final de partida*, un drama que le marcó para toda la vida. En París, Kurtág analizó toda la obra de Anton Webern. Resultado de estas exploraciones fue su primera composición reconocida: el *Cuarteto de cuerda, op. 1*. Su primera gran obra vocal es la cantata para soprano y piano *Los dichos de Péter Bornemisza*, basada en los sermones de un predicador reformista de la Hungría del siglo xv. Se estrenó en Darmstadt, en 1968, sin éxito. El reconocimiento general no le llegó hasta 1981, cuando el Ensemble Intercontemporain, dirigido por Sylvain Cambreling, estrenó en París los *Mensajes de la difunta señorita R. V. Troussova*, una obra de lirismo nuevo y de expresividad intensa y original. Poco antes, en 1973, Kurtág había comenzado a componer sus *Elő-játékok (Prejuegos)*, que nacieron como álbum para niños y acabaron convirtiéndose en una especie de diario compositivo en el que Kurtág volcó impresiones e ideas durante años, y en el que podía reclamar la espontaneidad y la flexibilidad de la tradición declamatoria popular, del canto gregoriano y del piano infantil. El interés de Kurtág por el texto cantado dio lugar a numerosas obras vocales, como sus canciones sobre poetas rusos, desde Mijaíl Lérmontov a Anna Ajmátova. Kurtág, que se había negado a aprender ruso de joven, cuando era obligatorio, lo estudió luego para poder leer a Dostoyevski.

El prestigio alcanzado con los *Mensajes* le permitió realizar sucesivos viajes europeos sin perder nunca la referencia de Budapest: en 1993 a Berlín, donde se convirtió en compositor residente de la Filarmónica; en 1995 a Viena, donde fue igualmente compositor residente de la Konzerthaus; en 1996 a Ámsterdam, invitado por el Conservatorio de La Haya; y en 1998 de nuevo a París, esta vez como residente del

cialties on the stage. In 1947 he married the pianist Márta Kinsker, whose views as a musical analyst he listens to closely when judging his own compositions. In Budapest, like his friend György Ligeti, he enjoyed only limited access to Western music scores.

His first journey of discovery was to Paris, where he studied with Olivier Messiaen, Darius Milhaud and Max Deutsch during the 1957-1958 academic year. There he became acquainted with Samuel Beckett and, specifically, his play *Endgame*, which would exert a lifelong fascination. In Paris, Kurtág analyzed from beginning to end the work of Anton Webern. The result of this investigation was his first acknowledged composition: the *String Quartet, op. 1*. His first major vocal work was the cantata for soprano and piano *The Sayings of Peter Bornemisza*, based on the sermons of a Reformation preacher in 15th-century Hungary. It had its debut in Darmstadt in 1968, but was not well received. Indeed widespread recognition would not come until 1981, again in Paris, where Ensemble Intercontemporain, under Sylvain Cambreling, premiered his *Messages of the Late Miss R. V. Troussova*, a work characterized by a brand new lyricism and rare expressive intensity. Shortly before, in 1973, Kurtág had begun writing his *Elő-játékok* ("Pre-Games"), which started life as an album for children, but eventually became a kind of compositional diary where for years he would set down his impressions and ideas, calling for a revival of the spontaneity and flexibility of the popular declamatory tradition, Gregorian chant or a child's piano playing. Kurtág's interest in the sung text was explored in numerous vocal pieces, like his songs to the works of Russian poets from Lermontov to Akhmatova. Having refused to learn Russian in his youth, when it was obligatory, Kurtág would later study the language in order to read Dostoyevsky.

The fame found with *Messages* allowed him to embark on a series of European visits, though without severing his Budapest links. These took him to Berlin (1993), where he became resident composer with the Berlin Philharmonic; to Vienna (1995), where he occupied the same post at the Konzerthaus; to Amsterdam (1996), at the invitation of the Royal Conservatory of The Hague; and to Paris (1998), this time to take up residencies with Ensemble Intercontemporain and

Intercontemporain y del Conservatorio Nacional Superior de Música. Principales frutos de estas estancias europeas han sido ...*quasi una fantasia...*, op. 27, donde Kurtág explora el concepto de música en el espacio; *Grabstein für Stephan*, op. 15c, centrada en la guitarra; *Samuel Beckett: Qué es la palabra*, para recitadora; o *Stele*, op. 33, estrenado por Claudio Abbado y la Filarmónica de Berlín.

Kurtág ha recibido premios muy importantes: el Kossuth, el Grawemeyer, la Medalla de Oro de la Royal Philharmonic Society, entre otros. Vive desde 2002 en Francia, donde trabaja en la composición de la ópera *Final de partida (Fin de partie)*, prevista para el Festival de Salzburgo de 2016, año en que cumplirá noventa. Kurtág aún está resolviendo la conmoción de su encuentro con Beckett: «Trabajo en esta ópera desde hace más de cuatro años y aún no veo el final, por lo que puede ser que me muera antes, pero hasta el último momento seguiré intentando ser el intérprete de Beckett». El viejo maestro de cameristas sigue enfocando su trabajo de compositor desde la perspectiva de *intérprete*, de hombre de escenario: «Puedo identificarme con los cuatro personajes de *Final de partida*. Trato de interpretar lo que pasa en sus almas antes incluso de que digan nada». Intérprete, también en el sentido de traductor, tanto de los demás como de sí mismo, obligado a la fidelidad y a la precisión. El jurado de los Premios Fronteras del Conocimiento en Música Contemporánea asegura en el acta que «para Kurtág, la mayor exigencia es encontrar la nota exacta, la que lleva consigo un mundo entero». En efecto, toda la trayectoria artística de György Kurtág puede entenderse como una versión musical de la plegaria laica del poeta español Juan Ramón Jiménez: «¡Intelijencia!, dame / el nombre exacto de las cosas!».

the Paris Conservatory. Among the products of these stays in Europe were ...*quasi una fantasia...*, op. 27, where Kurtág explores the concept of music in space; *Grabstein für Stephan*, op. 15c, with its focus on the guitar; *Samuel Beckett: What is the Word*, for narrator; and *Stele*, op. 33, premiered by Claudio Abbado and the Berlin Philharmonic.

Kurtág has received a number of major honors – among them, the Kossuth Prize, the Grawemeyer and the Gold Medal of the Royal Philharmonic Society – and has been resident in France since 2002. He is currently working on the opera *Fin de partie (Endgame)*, scheduled to be performed at the Salzburg Festival in 2016, the year of his 90th birthday. Kurtág admits that he is still processing the “shock” of his encounter with Beckett. “I’ve spent over four years on this opera and still don’t see an end. I may die before finishing, but I will strive until that final moment to be the interpreter of Beckett.” The one-time mentor of chamber musicians still approaches his writing from the standpoint of a performer, a man of the stage. “I can identify with all four characters in *Fin de partie*. I try to interpret what is going on in their souls before they even say a word.” Interpreter, also in the sense of a translator of himself and others, with a duty of faithfulness and accuracy. The Frontiers of Knowledge Awards jury affirms in its citation that “for Kurtág, the greatest difficulty is to find the right note, a note that carries within it a whole world.” And indeed the whole of his artistic enterprise can be read as a musical version of Spanish poet Juan Ramón Jiménez’s secular prayer: “Intelligence, give me / the exact name of things!”



Más información:



More information:





Philippe Albèra

Presidente del jurado

Músico y musicólogo, creó en 1977 Contrechamps (del que sería director hasta 2005), además del Ensemble Contrechamps (1980), la *Revue Contrechamps* (1983) y *Éditions Contrechamps* (1991), que sigue dirigiendo en la actualidad. Fue coordinador artístico de la Sala Patino de Ginebra entre 1984 y 1998, donde creó asimismo el Festival Archipel 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.

Chair of the jury

This musician and musicologist 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 de Genève and equivalent institution in Lausanne.



Ranko Markovic

Secretario del jurado

Catedrático y director de grado en el programa de Música Clásica de la Universidad de las Artes de Zúrich (Suiza), ha sido director y director artístico de la Universidad Conservatorio de Viena. Sus áreas de investigación incluyen la capacidad y aptitud en la obtención de logros significativos en las artes, Brahms en la música vienesa de comienzos del siglo XX, y la música de Gustav Mahler en arreglos contemporáneos para dúo 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

Professor and Head of the BA in Music Program at Zurich University of the Arts (Switzerland), and past director and artistic director at Konservatorium Wien University. His research topics include ability and aptitude as related to achievement in the arts, Brahms and his influence on early-20th-century Viennese music, and the symphony music of Mahler in contemporary version for piano duo. Formerly director of the City of Vienna Music Education Institutions, and chair of the Austrian Conference of Music Schools.



Cristóbal Halffter

Desde 1970 es director invitado en las más importantes orquestas europeas, compositor asociado de la Sinfónica de Madrid, y miembro del Consejo de la Fundación Prince Pierre de Mónaco, el mismo puesto que ocupó hasta 2009 en la Fundación Ernst von Siemens para la Música. Entre las distinciones que ha recibido en España, Alemania, Francia y Mónaco, figuran la Medalla de Oro del Instituto Goethe y la de las Bellas Artes de España, donde obtuvo también el Premio Nacional de Música en 1953 y 2004. Es premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento 2009 en Música Contemporánea.

A guest conductor with Europe's top orchestras since 1970, he is also Associate Composer to the Madrid Symphony Orchestra and a member of the board of the Prince Pierre Foundation of Monaco, a post he also occupied up to 2009 with the Ernst von Siemens Musikstiftung. He has received multiple distinctions in Spain, Germany, France and Monaco, including the Gold Medal of the Goethe Institute and Spain's Gold Medal of Fine Arts and National Music Prize (this last in 1953 and 2004). Winner of the 2009 BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Contemporary Music.



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 Instituto de Estudios Avanzados de Berlín (WIKO) y en 2008-2010 impartió cursos en la Universidad de Poitiers y en la Escuela de Altos Estudios de Ciencias Sociales en París. Traductor de Giuseppe Mazzini, Carl Dahlhaus y Helmut Lachenmann, es autor de numerosos artículos y libros sobre música y estética musical de los siglos XIX y XX.

Musicologist and 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 Berlin Institute for Advanced Study (WIKO) and in 2008-2010 taught at the University of Poitiers and the École des Hautes Études en Sciences Sociales in Paris. 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.



Tilman Kutenkeuler

Es director gerente de la Orquesta Sinfónica de Radio Berlín, una formación fundada en 1923 y especializada en música de los siglos XX y XXI. Entre 2009 y 2013 fue gerente de la Fundación Orquesta Filarmónica de Gran Canaria (OFGC), que integra dos orquestas, una academia y cuatro coros. Entre 2004 y 2009 ocupó el cargo de gerente del Centro de Orquesta del Estado Federal de Renania del Norte-Westfalia, en Dortmund (Alemania). Con anterioridad asumió la gerencia de la Orquesta de Cámara de Stuttgart, para la que organizó numerosas giras en Asia, América y Europa.

General Manager with the Radio Symphony Orchestra Berlin (RSB), founded in 1923 and specializing in the music of the 20th and 21st centuries. Between 2009 and 2013, he served as General Manager of the Fundación Orquesta Filarmónica de Gran Canaria (OFGC), grouping two orchestras, an academy and four choirs. Executive head of the North Rhine-Westphalia Orchesterzentrum in Dortmund (Germany) from 2004 to 2009, he was previously in charge of the Stuttgart Chamber Orchestra, for which he organized numerous tours round Asia, America and Europe.



Paolo Pinamonti

Licenciado en Filosofía, Piano y Composición, desde 1992 es profesor en la Universidad Ca' Foscari de Venecia, donde imparte clases de Historia de la Música Contemporánea. Entre 1997 y 2000 fue director artístico del Teatro La Fenice de Venecia, y entre 2001 y 2007 fue director general y director artístico del Teatro Nacional São Carlos de Lisboa. Ese año se trasladó a España, donde ha sido director artístico del Festival Mozart de La Coruña y, desde 2011, director del Teatro de la Zarzuela de Madrid. Es Comendador de la Orden del Infante Don Enrique (Portugal), entre otras distinciones.

Holder of degrees in philosophy, piano and composition, he has held a professorship since 1992 at the Ca' Foscari University of Venice where he teaches contemporary music history. Artistic Director of Teatro La Fenice in Venice from 1997 to 2000, in 2001 he was appointed General and Artistic Director of the Teatro Nacional de São Carlos in Lisbon. In 2007, he moved to Spain where he has served as Artistic Director of the Mozart Festival in A Coruña and, since 2011, as Director of the Teatro de la Zarzuela in Madrid. Among other distinctions, he is a Commander of the Order of Prince Henry (Portugal).

Jurado

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento
Música Contemporánea

Acta del jurado

Compositor proveniente de ese otro mundo que era Europa del Este después de la Segunda Guerra Mundial, György Kurtág encontró su vocación tarde, a finales de los años cincuenta. Esa vocación, marginal durante mucho tiempo, no fue reconocida en Europa Occidental hasta finales de los años setenta gracias a una de sus obras maestras, los *Mensajes de la difunta señorita R. V. Trousova*, para soprano y orquesta de cámara. La obra vocal de Kurtág es el centro de su catálogo y su relación con la poesía es esencial, una poesía a imagen de su música, a la vez lírica y lacónica. La lista de escritores a los que ha puesto música es un compendio de la poesía universal en múltiples idiomas, donde el húngaro se codea con el alemán, el ruso, el rumano, el francés o el inglés.

Con la obra *Mensajes de la difunta señorita R. V. Trousova* se descubre una música que no correspondía con los criterios de la vanguardia musical y que, en un formato reducido, concentraba toda la historia de la música, todo el espectro de las expresiones humanas. La dimensión innovadora de la música de Kurtág no está vinculada al material que utiliza, sino a su alma, a la autenticidad de su lenguaje, a su manera de traspasar las fronteras entre las culturas, entre música culta y música popular, entre espontaneidad y reflexión, entre formalismo y expresión.

Para Kurtág, la música se inscribe en un diálogo con el pasado: quiere hablar, quiere expresar las formas universales de la subjetividad. Sus frases, de un intenso lirismo empujado hasta los límites, están condensadas en pocas notas; sus formas, cargadas de complejos significados, están recogidas en pocos compases. No hay grandilocuencia, sino una intensidad expresiva única. Tampoco hay ningún efecto: cada nota es esencial. Para Kurtág la mayor exigencia, la mayor dificultad, es encontrar la nota exacta, una nota que lleva consigo un mundo entero y con la que se crea un mundo entero.

No se trata solo de una exigencia musical, sino de una exigencia ética. La encontramos en las clases de interpretación que Kurtág ha impartido a lo largo de su vida, donde compromete cada nota y cada

Jury

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award
Contemporary Music

Jury's citation

A composer who has come to us from another world, Eastern Europe after the Second World War, György Kurtág found his own voice relatively late, towards the end of the 1950s. However, his marginal voice was not recognized in Western Europe until the end of the 1970s through one of his masterpieces, *Messages of the late Miss R. V. Trousova* for soprano and instrumental ensemble. Kurtág's vocal work is a central part of his catalogue, as is his key relationship with poetry; a poetry that reflects his lyrical yet laconic music. The list of writers he has put to music offers a landscape of universal poetry, in a variety of languages where Hungarian rubs shoulders with German, Russian, Romanian, French and English.

Messages of the late Miss R. V. Trousova revealed a music that did not conform to the canons of the musical avant-garde, and that concentrated the whole history of music, the whole spectrum of human expressions, into condensed forms. The novel dimension of Kurtág's music does not lie in the material he uses, but in its spirit, the authenticity of its approach, the way it crosses borders between cultures, between art music and popular music, between spontaneity and reflection, and between formalism and expression.

For Kurtág, music forms part of an ongoing dialogue with the past; it wants to speak, it wants to express the universal forms of subjectivity. Its phrases are of an intense lyricism that reaches extremes, compressed into just a few notes; its forms are charged with complex meanings, compacted into just a few bars. There is no grandiloquence, but rather a rare expressive intensity. And there is no striving for effect: each note is essential. For Kurtág, the greatest imperative, the greatest difficulty is to find the right note, a note that carries within it a whole world, and with which a whole world springs into life.

It is not simply a musical imperative, but an ethical imperative also. It is present in the performance classes that Kurtág has given throughout his life, where each note, each indication, each gesture engages the musician completely. It is in this spirit that he created a collection of piano pieces for beginners. By involving

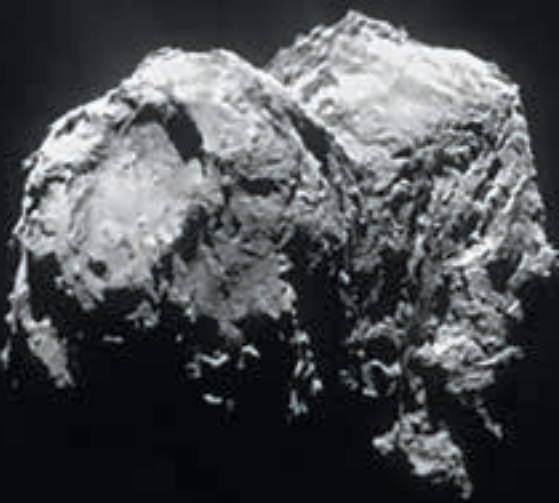
apunte, cada gesto guía al músico por completo. Así es como imaginó las compilaciones para pianistas principiantes. Al implicar por completo a los niños en los *juegos*, título de sus compilaciones, trata de liberar el gesto, el cuerpo y la imaginación más que encerrarlos en un marco escolar. Cada intérprete de Kurtág tiene que recuperar esos impulsos.

Esa voz, que se aparta de todas las técnicas y que se ha mantenido fuera de cualquier compromiso, ha trazado un camino alejado de las grandes corrientes. Aparece en la actualidad como una alternativa a una visión de la historia que se reduciría a la oposición entre innovación y vuelta a los antiguos modelos, entre una música encerrada en sí misma y una música en busca de una comunicación lo más amplia posible.

children wholeheartedly in these “games” (the title of his collection), he aims to free their gestures, their bodies and their imagination rather than lock them into an academic framework. Each interpreter of Kurtág has to rediscover these impulses.

His voice, which defies any system, which accepts no compromise, has traced a path independent from the mainstream. Today it stands as an alternative to a vision of history that appears limited to the opposition between innovation and a return to old models, between a music withdrawn into itself and a music that aims to communicate as broadly as possible.

Exploradores
Explorers



Los evocadores claros y oscuros de la superficie del cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko. La desolación de los afectados por la epidemia de ébola. El rostro de la matemática Maryam Mirzakhani. Cualquiera de estas tres imágenes del año que comprende esta séptima edición de los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento serviría para ilustrar los límites del universo conocido.

Los cometas son pedazos casi inalterados de la nube de gas y polvo donde se formó el sistema solar, y el 67P/Churyumov-Gerasimenko es la primera de estas valijas del tiempo en que aterriza una nave. Es seguro que lo que sabemos sobre nuestros orígenes cambiará después de esta misión espacial. No ha habido, en cambio, canto al conocimiento, sino grito por su falta, en Liberia, en Guinea, en Sierra Leona y en todos los lugares alcanzados por una enfermedad que ha provocado ya más de diez mil muertes. Más abstracto —aunque probablemente no más complejo— es el tipo de saber que busca Mirzakhani, la primera mujer en casi ocho décadas que gana la prestigiosa Medalla Fields y cuyo trabajo consiste en averiguar trayectorias de hipotéticas bolas de billar en mesas de múltiples dimensiones.

Lo cierto es que, imaginaria o dolorosamente real, no importa la naturaleza de la frontera. Es su mera existencia la que obliga a derribarla. A un lado, terreno conquistado; al otro, *terra incognita*. No hay explorador que se resista. Como declaró Mirzakhani tras recibir el pasado verano el premio más prestigioso de las matemáticas, su trabajo es «como explorar un territorio desconocido». A esa misma tarea se entregan también los galardonados con los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento.

El impulso para internarse en lo desconocido lo ofrece a menudo una pregunta. La que ocupa ahora a David Tilman es: «¿Cómo prevenir la extinción de las plantas y animales de mayor tamaño, que son los que corren mayor riesgo de extinguirse debido a la acción humana?». El problema demanda herramientas no solo de la ecología, sino de las ciencias sociales en todas sus variantes. «Lo que hagamos en los próximos cincuenta años determinará si las generaciones futuras tendrán un mundo tan rico en diversidad como el que disfrutamos nosotros o si, por el contrario, deberán vivir en un planeta depauperado para siempre», afirma Tilman.

Para Richard Alley una cuestión clave ahora es cómo evitar que la creciente demanda energética de la civilización acabe convirtiendo el clima en una constante amenaza. Alley ha desvelado que el clima del planeta puede sufrir cambios mucho más bruscos de lo que se creía; «Y lo que ha ocurrido una vez puede suceder de nuevo», advierte.

A veces lo que motiva la exploración es un hecho casual que solo el buen observador advierte. Así le ocurrió a Tony Hunter, quien descubrió toda una nueva familia de proteínas tras haber usado por error una solución caducada —y darse cuenta—. Su hallazgo alimentó los de Joseph Schlessinger y Charles Sawyers en una especie de reacción en cadena que ha conducido a una nueva forma de tratar la enfermedad oncológica.

Para Richard Blundell y David Card el límite está en el propio comportamiento humano, que decide los vaivenes económicos. Analizando cuestiones como el impacto sobre el empleo de una subida en el salario mínimo o qué factores impulsan la desigualdad y la pobreza, Blundell y Card recuerdan que la economía nunca es un fin, sino un medio.

Desplazar las fronteras del conocimiento implica también crear nuevo territorio. Tal vez sea esa la expresión que mejor describe lo logrado, en ámbitos muy diferentes, tanto por Stephen Buchwald como por Leonard Kleinrock. El primero ha ampliado el universo químico creando nuevas moléculas; átomos que no tienen una afinidad natural para formar enlaces químicos, ahora se combinan gracias a las estrategias diseñadas por Buchwald y forman compuestos que han resultado de gran utilidad en la industria.

Kleinrock, por su parte, ha contribuido al nacimiento de un nuevo mundo. El ciberespacio. Se diría que la red, cuyo primer tramo Kleinrock contribuyó a instalar, es un caso clásico en que varios avances combinados producen un resultado más poderoso que la suma de las partes. Si bien Kleinrock ya dio su visión de lo que sería internet meses antes de su nacimiento, toda previsión sobre los cambios aportados por la red ha sido superada por la realidad.

La frontera a que se enfrenta la ONG Helen Keller International (HKI) tiene una peculiaridad: necesita de avances en todas y cada una de las categorías mencionadas. La malnutrición es, como el cambio climático y la crisis de biodiversidad, un desafío global y urgente que recuerda lo mucho que falta e impide la autocomplacencia. «Nuestra misión es salvar la vista y la vida de los más vulnerables y desfavorecidos», declara el lema de HKI.

Explorar exige compromiso, cierto espíritu de aventura, valor. Todo ello aparece en la música de György Kurtág, también un explorador-creador, autor de composiciones de gran intensidad expresiva que enriquecen el mapa del conocimiento en el siglo XXI. Un mapa lleno, todavía, de fronteras. Y de exploradores dispuestos a derribarlas.

The intriguing chiaroscuro of the surface of comet 67P/Churiyomov-Guerasimenko. The despair of those affected by the Ebola epidemic. The face of mathematician Maryam Mirzakhani. Any of these images from the year of the 7th edition of the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards could usefully illustrate the limits of the known universe.

Comets are practically unaltered remnants of the gas and dust cloud in which the solar system was formed. 67P/Churiyomov-Guerasimenko is the first of these “time capsules” on which a spacecraft has landed, and the results of the mission there will undoubtedly change what we know about our own origins. Where there has been no paean to knowledge, but only a lament for its absence, is in Liberia, Guinea, Sierra Leone and other parts of the world afflicted by a disease that has already claimed over 10,000 lives. More abstract – though probably no more complex – is the knowledge sought by Mirzakhani, the first woman in almost eight decades to win the prestigious Fields Medal, for work that involves predicting the trajectories of hypothetical billiard balls on multi-dimensional tables.

The fact is that it matters little whether the frontier in question is imagined or painfully real. Its mere existence is an incitement to tear it down. On the one side, conquered land; on the other, uncharted ground. No explorer could resist the challenge. Mirzakhani echoed this thought when she said last summer after receiving mathematics’ highest prize that she sees her work as “exploring some unknown territory.” An endeavor shared by the winners of these BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards.

Often the spur to venture into the unknown is provided by a question. In the case of David Tilman’s current research: “How can we prevent the extinction of larger plants and animals, those that are most at risk due to human action?” Solving this problem requires the resources of ecology, but also of the social sciences in all their variants. For, he warns: “What we do in the next fifty years will determine whether future generations enjoy a world as rich in biodiversity as the one we have now, or whether they will live on a permanently impoverished planet.”

For Richard Alley a vital issue is how to prevent our civilization’s growing demand for energy from turning the climate around us into an embattled enemy. Alley revealed that Earth’s climate can change more abruptly than was previously thought: “And what has happened once, can happen again,” he observes.

At other times, the desire to explore is sparked by a chance event discernible only to the keenest eye. This was the case with Tony Hunter, who came across a whole new family of proteins after mistakenly using an expired solution – and spotting the mistake. His discovery inspired those of Joseph Schlessinger and Charles Sawyers in a chain reaction that has led to a new way of treating oncological disease.

For Richard Blundell and David Card, the limit lies in human behavior, the force that drives the ups and downs of the economy. In their analysis of questions like the employment impact of raising the minimum wage, or the factors underlying poverty and inequality, Blundell and Card remind us that the economy is a means and never an end in itself.

Extending the frontiers of knowledge also means opening up new territory. And that is perhaps the expression that best describes the achievements of Stephen Buchwald and Leonard Kleinrock, each in his own very different field. Buchwald has enlarged the chemical universe by creating new molecules. Atoms with no natural tendency to form chemical bonds are now combinable thanks to strategies of his design, giving rise to compounds of high industrial value.

Kleinrock, meantime, was in at the birth of a new world: Cyberspace. The Internet, whose inaugural connection he helped set up, is a classic case of advances converging to produce a result whose sum is far greater than its parts. Although Kleinrock had stated his vision of the future net a few months before its first faltering steps, any prediction about the changes it might bring has been fast overtaken by reality.

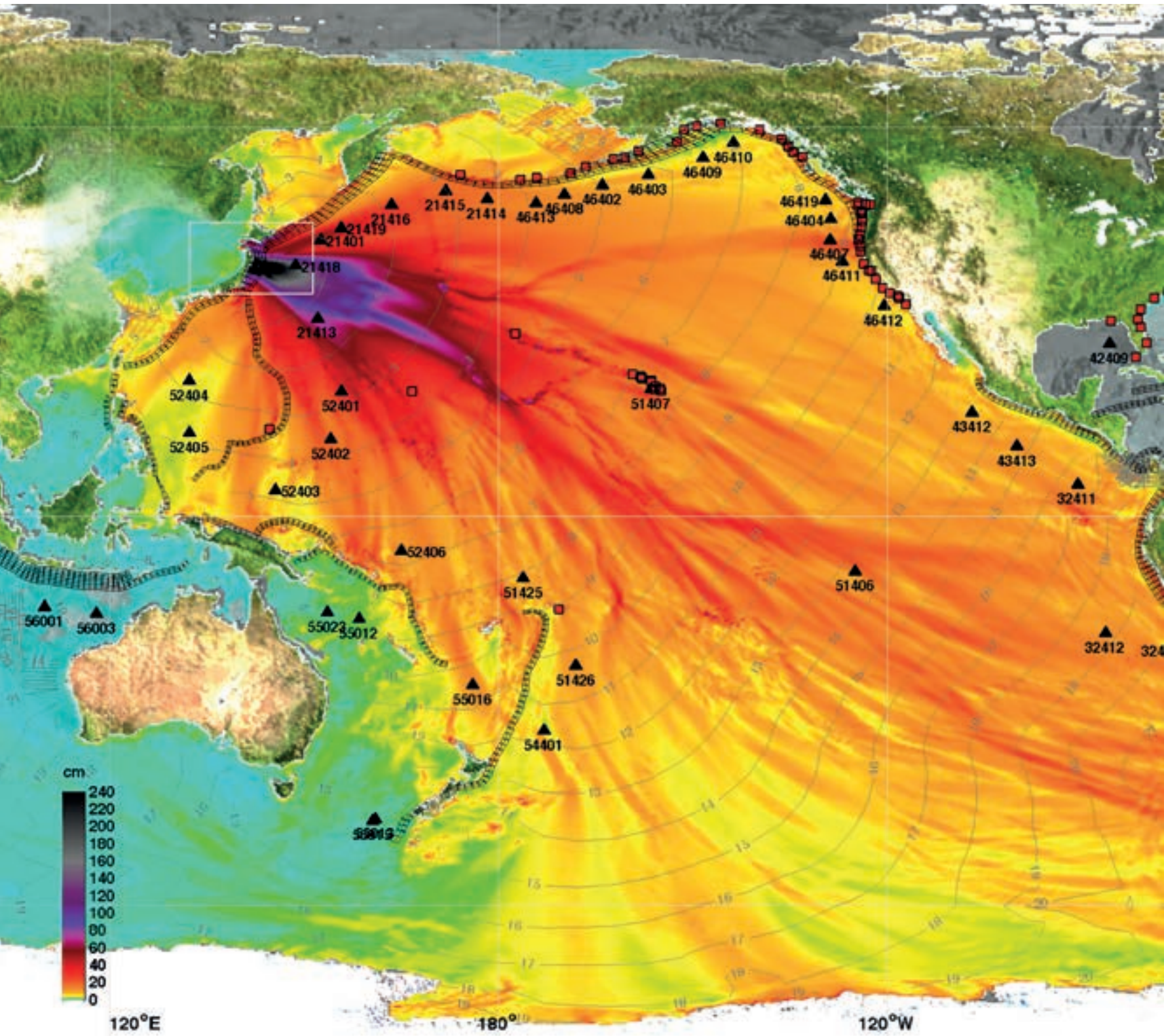
The frontier addressed by the GNO Helen Keller International (HKI) has one peculiarity: it relies on advances in each and every one of the foregoing categories. Malnutrition, like climate change and the biodiversity crisis, is a pressing global issue that banishes complacency by reminding us how much remains to be done. Hence the ambition of the HKI motto: “Our mission is to save the sight and the lives of the most vulnerable and disadvantaged.”

Exploring demands commitment, courage and a certain spirit of adventure. All these qualities are present in the music of György Kurtág, another explorer-creator and author of hugely expressive compositions that enrich the knowledge map of the 21st century. A map still full of frontiers. And of explorers ready to push through them.

«Normalmente pensamos que veremos venir los cambios en el clima y podremos prepararnos, pero eso es ser muy optimistas.»

“We tend to think that we can see climate change coming and prepare for it. But that is being very optimistic.”

Richard B. Alley





Richard B. Alley

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento
Cambio Climático

El hielo, máquina del tiempo

«Soy geólogo. Mi investigación me ha llevado por todo el mundo, desde Groenlandia a la Antártida. Me fascina lo mucho que ha cambiado nuestro clima, de forma frecuente y drástica: de épocas en que el hielo lo cubría todo, hemos pasado a otras en que prácticamente no había hielo». Estas son las palabras con las que Richard Alley, catedrático de la Universidad Estatal de Pensilvania (Estados Unidos), inicia la serie de televisión *Earth: The operators' manual*, que él mismo presenta en la cadena estadounidense PBS. Su mensaje es claro: «Sé lo mucho que necesitamos la energía y también que nuestro uso de los combustibles fósiles nos está empujando hacia un tipo de clima nuevo en la civilización. Pero estoy convencido de que la ciencia nos ofrece soluciones».

Alley es el ganador de la séptima edición de los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Cambio Climático. Uno de sus hallazgos, que él mismo se ha esforzado por explicar a la sociedad en documentales y libros de divulgación, es que el clima global puede cambiar muy bruscamente.

En 1993 descubrió que la última era glaciaria, el periodo de enfriamiento conocido como Younger Dryas, entre 12.800 y 11.500 años atrás, acabó de forma abrupta en apenas tres años con una subida en las temperaturas de una decena de grados en el Atlántico Norte. No se sabía que las variaciones climáticas pudieran ser tan repentinas. Pero los datos eran incontestables, procedentes de uno de los más fiables archivos de la historia del clima: el hielo ártico.

Alley está considerado uno de los mejores *intérpretes* del hielo, una capacidad adquirida y cultivada en la decena de campañas de investigación llevadas a cabo en Groenlandia y la Antártida, y en glaciares en todo

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award
Climate Change

The ice time machine

“I’m a geologist. My research has taken me round the planet from Greenland to Antarctica. I’m fascinated by how our climate has changed, dramatically and often, from times with ice everywhere to times with practically no ice anywhere.” These were the words chosen by Richard Alley, professor at Pennsylvania State University (United States), to open the TV series *Earth: The Operators’ Manual*, which he hosted for U.S. broadcaster PBS. His message is unequivocal: “I know how much we all need energy, and also how our use of fossil fuels for energy is pushing us towards a climate unlike any seen in the history of civilization. But I believe science offers us answers to the challenges.”

Alley has been distinguished in the Climate Change category in the seventh edition of the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards. One of his findings, which he has sought to relay to society through documentaries and outreach publications, is that global climate can change abruptly.

In 1993, he made the discovery that the last ice age, the Younger Dryas cold period occurring between 12,800 and 11,500 years ago, ended abruptly in just three short years, when temperatures in the North Atlantic rose by around ten degrees. Until then, scientists had no idea that the climate could change that quickly. The data, however, had an unimpeachable source, one of the most reliable archives of climate history: the Arctic ice sheet.

Alley is regarded as amongst the foremost “interpreters” of ice, a skill acquired and cultivated during research campaigns in Greenland and the Antarctic, as well as glaciers the world over. The BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award recognizes his “pioneer-

Richard B. Alley ha logrado reconstruir en gran detalle el clima de los últimos cientos de miles de años y eso ha puesto de relieve que las temperaturas en amplias regiones del planeta han cambiado de forma mucho más brusca de lo que se creía.

Richard B. Alley has reconstructed in detail the climate of the past hundreds of thousands of years, discovering in the process that temperatures in large regions of the planet have changed far more abruptly than was previously thought.

el mundo. El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento reconoce su «investigación pionera» sobre el «comportamiento del hielo y sus implicaciones en los cambios abruptos del clima», señala el acta del jurado.

La relación de Richard B. Alley (Ohio, Estados Unidos, 1957) con el hielo comenzó un verano. Tras su primer curso como estudiante de Geología en la Universidad Estatal de Ohio, Alley consiguió trabajo en sus vacaciones con un glaciólogo que investigaba los niveles de radiactividad que los ensayos de bombas atómicas habían dejado en los casquetes polares. Un año más tarde, en 1978, participaba en su primera campaña en la Antártida. «Desde entonces no he dejado de trabajar en el hielo», declara.

Ya su primer resultado de investigación, obtenido cuando era aún doctorando en la Universidad de Wisconsin-Madison, estableció un nuevo paradigma sobre cómo funcionan los glaciares. Alley lanzó en la revista *Nature* en 1986 la hipótesis de que la estabilidad de la cubierta de hielo en la Antártida Occidental depende de la deformación de los sedimentos bajo el hielo. La confirmación de esta idea ha influido en las estimaciones posteriores del efecto del aumento de temperatura sobre los glaciares y sobre el nivel del mar.

Formado en ciencia de materiales además de como geólogo, la investigación de Alley incluía también el proceso de transformación de la nieve en hielo, su densidad, el tamaño de los granos y su movimiento, entre otras características. Este trabajo previo le preparó para identificar en las muestras de hielo patrones antes inadvertidos: «Desarrollé la capacidad de reconocer capas anuales en los testigos de hielo que estudiábamos. Cuando fuimos a Groenlandia a perforar el hielo, logré extraer de los testigos más información de la obtenida hasta entonces y elaboré una cronología más precisa de los cambios climáticos».

Los casquetes polares llevan acumulando nieve durante cientos de miles de años. En el hielo queda grabada la temperatura, las precipitaciones, la composición del polvo en la atmósfera y, por supuesto, gases como el metano y el dióxido de carbono que han quedado atrapados en burbujas de aire. Las perforaciones para sacar muestras de hielo —cilindros de unos 10 centímetros

ing research,” into “the mechanics of ice and their implications for abrupt climate change,” in the words of the jury’s citation.

It was in the summer months that Richard B. Alley (Ohio, United States, 1957) had his epiphany with ice. After his first year as a geology student at Ohio State University, he took a holiday job with a glaciologist studying the radioactive layer that atom bomb testing had left behind in the polar ice caps. One year later, in 1978, he took part in his first Antarctic campaign. “And I’ve been working on ice ever since.”

His first major insight, when still a PhD student at the University of Wisconsin-Madison, would establish a new paradigm in understanding how glaciers work. In 1986, in the pages of *Nature*, he ventured the hypothesis that the West Antarctic ice sheet relies for its stability on the deformation of the underlying sediments. The confirmation of this idea influenced subsequent estimates of the impact of higher temperatures on the glaciers and sea level.

Trained in materials science as well as geology, Alley’s research interest extended to the properties of snow and how it turns into ice, its density, the size of its grains, its movement and other characteristics. This equipped him to spot previously undetected patterns in ice core samples. “I gained the ability to recognize annual layers in the ice cores we were studying. So when we went to Greenland and drilled the cores, I was able to extract more information than had previously been possible and plot a more detailed chronology of past climate change.”

The polar ice caps have been accumulating snow over hundreds of thousands of years. And the ice there conserves records of temperature, rainfall, the composition of atmospheric dust and, of course, levels of gases like methane and carbon dioxide trapped in the enclosed air bubbles. Drilling for ice samples – cylindrical cores around 10 centimeters thick – began in the mid-20th century, but it was not until the 1990s that it was able to reach depths of over three kilometers to extract ice dating back beyond 100,000 years. Alley was part of the team that drilled the GISP2 ice core over five summers between 1989

de grosor — comenzaron a mediados del siglo pasado, pero hubo que esperar a los años noventa para superar los tres kilómetros de profundidad y conseguir hielo de hace más de cien mil años. Alley participó durante cinco veranos, entre 1989 y 1993, en la perforación GISP2, que logró el récord de la época alcanzando los 3.053,44 metros.

En palabras del propio Alley: «Podemos realmente retroceder en la historia. Empezamos en el presente y empezamos a contar. Así, superamos los diez mil años sin observar excesivos cambios, no muy rápidos, y de repente tropezamos con algo así como un acantilado. En muy pocos años, diez o menos, vimos grandes cambios en todos los indicadores». Era el abrupto calentamiento del fin del Younger Dryas.

En su momento «nos sorprendió mucho la rapidez de los cambios», explica Alley en su obra de divulgación *The two-mile time machine* (título referido a la profundidad de la perforación en el hielo). «Creíamos que los cambios en el Sol, en la posición de los continentes o en la composición del aire provocaban cambios pequeños. Pero el hielo cuenta una historia distinta. A veces, un pequeño empujón ha hecho que la Tierra entre en un modo de funcionamiento distinto, cambiando el clima de regiones muy amplias en unos pocos años». «Esto encierra un mensaje para el público en general: cuando pensamos en el cambio climático normalmente pensamos que lo veremos venir y podremos prepararnos. Pero eso es ser muy optimistas».

Richard Alley ha tenido un papel principal en la preparación de varios de los informes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). En 2014 participó en el informe *Abrupt impacts of climate change*. En sus ratos libres cultiva su faceta de cantautor con fines educativos, que ha producido obras como su *Rock de los silicatos*.

Su principal mensaje a la sociedad podría resumirse en: «Estaríamos mucho mejor si planificáramos teniendo en cuenta el conocimiento científico del que disponemos sobre el cambio climático».

Más información:



and 1993 from what was then the record-breaking depth of 3,053.44 meters.

As he relates: “We can actually count down through the years of history, starting in the present and working gradually backwards. So we went more than 10,000 years back without seeing very large or fast changes, and then we came across a sort of a cliff. In very few years, maybe ten maybe fewer, we saw very large changes across all the indicators.” What they had found was the abrupt warming that ended the Younger Dryas.

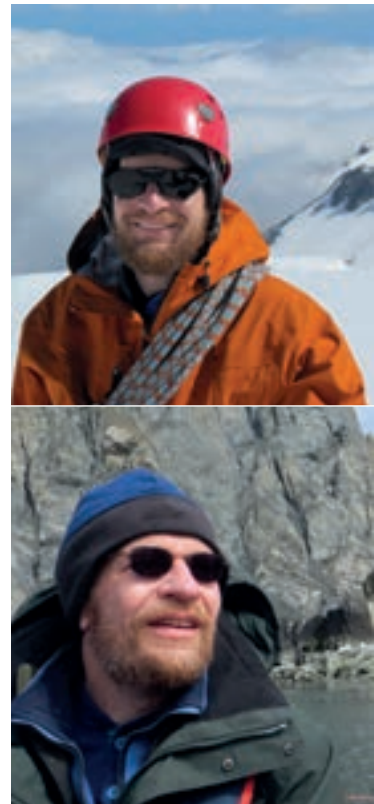
“The speed of the changes took us all by surprise,” notes Alley in *The Two-Mile Time Machine*, his popular account of these revelations from Earth’s climatic past. “We once believed that a little change in the brightness of the sun, or the position of the continents, or the composition of the air caused small changes in the climate. But the ice cores tell a more complicated story. Sometimes, a small push has knocked the climate system into a different mode of operation, bringing new weather patterns to much of the planet in only a few years.”

“This has a broader lesson for people,” he reflects. “For when we think about climate change, we usually view it as something we can see coming and prepare for. But that is being extremely optimistic.”

Richard Alley has contributed prominently to various reports of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), and was one of the authors, in 2014, of the study *Abrupt Impacts of Climate Change*. In his free time, he pursues his secondary vocation as an educational singer-songwriter, with credits that include *Rocking around the Silicates*.

His message for society: “We would be much better off if we could just plan ahead using the science we have on climate change.”

More information:





Bjorn Stevens

Presidente del jurado

Es director del Instituto Max Planck de Meteorología (Hamburgo, Alemania), donde dirige el Departamento La Atmósfera en el Sistema Terrestre. Su investigación combina modelización, teoría y trabajo de campo para determinar el papel de las nubes y la convección atmosférica en el sistema climático, y se extiende asimismo a la meteorología, el cambio climático y la dinámica de fluidos en geofísica. Es premio Clarence Leroy Meisinger de la Sociedad Americana de Meteorología y autor principal del Quinto Informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC).

Chair of the jury

Director of the Max Planck Institute for Meteorology (Hamburg, Germany), where he heads the Atmosphere in the Earth System Department. His research blends modeling, theory and field work to help articulate the role of clouds and atmospheric convection in the climate system, and also takes in meteorology, climate change and fluid dynamics in geophysics. He holds the Clarence Leroy Meisinger Award of the American Meteorological Society and was a lead author on the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Sandrine Bony-Lena

Secretario del jurado

Investigadora principal en el Laboratorio de Meteorología Dinámica de París, trabaja sobre el papel de las nubes en el clima y la respuesta climática a la actividad humana. Codirige el grupo de trabajo sobre modelos acoplados del Programa Mundial de Investigación del Clima, que coordina las simulaciones realizadas en todo el mundo y cuyas predicciones sirven de apoyo a los informes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). Es autora principal del Cuarto Informe, por el que el IPCC recibió el Premio Nobel en 2007, y revisora experta del Quinto Informe.

Secretary of the jury

Senior scientist at the Laboratoire de Météorologie Dynamique in Paris, her research focuses on the role of clouds in climate and the response of the climate system to human activity. She co-chairs the World Climate Research Program's Working Group on Coupled Modeling, which coordinates climate simulations worldwide and whose predictions serve as input to the reports of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). A lead author on the Fourth Assessment Report for which the IPCC received the 2007 Nobel Prize, and an expert reviewer for its Fifth Report.

Miquel Canals

Es catedrático de Geología Marina y director del Departamento de Estratigrafía, Paleontología y Geociencias Marinas de la Universidad de Barcelona (España). Investiga los efectos del cambio climático en la dinámica y el ecosistema marinos, y trabaja en registros paleoclimáticos, monitorización ambiental, biogeoquímica, sedimentología y riesgos naturales marinos. Ha sido director asociado de Investigación del Centro de Formación e Investigación del Medio Marino (CEFREM) de la Universidad de Perpignan (Francia) y experto evaluador para la Comisión Europea o la Fundación Europea de la Ciencia.

Professor of Marine Geology and Director of the Department of Stratigraphy, Paleontology and Marine Geosciences at Barcelona University (Spain). He researches into the effects of climate change on marine ecosystem dynamics, as well as working on paleoclimatic records, environmental monitoring, biogeochemistry, sedimentology and natural marine hazards. Formerly Associate Director of Research in the University of Perpignan's Centre de Formation et de Recherche sur l'Environnement Marin (France), he has served as expert evaluator for the European Commission and the European Science Foundation.

Carlos Duarte

Tras dirigir el Instituto UWA Oceans de la Universidad de Australia Occidental, en la actualidad es titular de la Cátedra Tarek Ahmed Juffali, en el Centro de Investigación del Mar Rojo, Universidad Rey Abdullah de Ciencia y Tecnología (Thuwal, Arabia Saudí). Su investigación se centra en comprender los impactos del cambio global en los ecosistemas marinos, abordando todos sus componentes: desde los microbios a la megafauna. Entre otros, ha recibido el Premio Nacional de Investigación Alejandro Malaspina y el Premio de la Excelencia del Consejo Internacional para la Exploración del Océano (ICES).

After heading the UWA Oceans Institute of the University of Western Australia, he recently took up the Tarek Ahmed Juffali Chair in the Red Sea Research Center of the King Abdullah University of Science and Technology (Thuwal, Saudi Arabia). His research pursues an understanding of the impacts of climate change on marine ecosystems, addressing all components from microbes to megafauna. Among other honors, he has received the Alejandro Malaspina National Research Award and the Prix d'Excellence of the International Council for the Exploration of the Sea.

Martin Heimann

Director del Departamento de Sistemas Biogeoquímicos del Instituto de Biogeoquímica Max Planck (Jena, Alemania), es catedrático en la Universidad Friedrich Schiller (Jena) y profesor invitado en la Universidad de Helsinki. Su investigación aborda el ciclo global del carbono y los ciclos biogeoquímicos e interacciones con los sistemas climáticos. Es miembro de la Academia Europaea, la Sociedad Max Planck y autor principal del Grupo de Trabajo I de distintos informes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). Editor de diversas revistas científicas, es *review editor* de *Science*.

Director of the Department of Biogeochemical Systems at the Max Planck Institute for Biogeochemistry (Jena, Germany), he is a professor at Friedrich Schiller University (Jena) and guest professor at Helsinki University. His research centers on the global carbon cycle and biogeochemical cycles and their interactions with the climate system. A member of the Academia Europaea and Max Planck Society, he has contributed as a lead author of Working Group I to reports of the Intergovernmental Panel on Climate Change and serves as editor of various scientific journals and review editor of *Science*.

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
Cambio Climático

Acta del jurado

El jurado resuelve conceder el Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en la categoría de Cambio Climático, en su séptima edición, a Richard Alley, catedrático de la Universidad Estatal de Pensilvania, por ampliar los límites del conocimiento relativo a la mecánica del hielo y sus implicaciones sobre el cambio climático abrupto.

La investigación pionera de Alley sobre las propiedades del hielo se ha erigido como fundamental para comprender la circulación de este elemento y la estabilidad tanto de los mantos de hielo como de los glaciares. Este conocimiento ha contribuido a desarrollar la capacidad de detectar e interpretar las variaciones rápidas del clima a partir de testigos de hielo con una alta resolución temporal.

El hielo terrestre es un elemento de registro natural de cambios climáticos pasados, y su comportamiento tiene una influencia fundamental sobre el nivel del mar y el clima a escala mundial. La interpretación de estos registros requiere comprender cómo se forma el hielo, se deforma y fluye. Los primeros estudios de Alley acerca de la circulación rápida de los glaciares antárticos sirvieron para identificar procesos fundamentales que han posibilitado la interpretación de registros de hielo y han puesto de manifiesto cómo los mantos de hielo pueden ser extremadamente sensibles al cambio climático. Su capacidad de integrar y trabajar en diferentes campos, entre los que se incluyen la geofísica, la geología y la glaciología, ha aportado evidencias definitivas acerca de las grandes fluctuaciones climáticas a nivel regional durante décadas y sobre los mecanismos subyacentes que las provocan.

El trabajo de Alley y su extraordinaria capacidad de dar a conocer la ciencia del sistema climático han servido para alertar a la sociedad de los riesgos derivados de la desintegración rápida de las capas de hielo y de los cambios climáticos bruscos a escala regional que pueden producirse en un planeta en proceso de calentamiento.

Jury

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award
Climate Change

Jury's citation

The jury has decided to bestow the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in Climate Change, in its seventh edition, on Richard Alley, a professor at Pennsylvania State University, for expanding the frontiers of knowledge of the mechanics of ice and their implications for abrupt climate change.

Alley's pioneering research into the properties of ice has proven crucial to understand ice flow and the stability of ice sheets and glaciers. These insights have led to the ability to detect and to interpret rapid climate variations from high temporal resolution ice cores.

Land ice is a natural recorder of past climate changes and its behavior critically controls global sea level and climate. Interpreting these records requires understanding how ice forms, deforms and flows. Richard Alley's early studies of fast-flowing Antarctic glaciers identified key processes that have enabled the interpretation of ice records, and have shown how ice sheets could be extremely sensitive to climate change. His ability to integrate and work across different fields, including geophysics, geology and glaciology, has provided definitive observational evidence for large swings in regional climate over decades, and for the mechanisms underlying them.

Alley's work and his passionate ability to communicate climate system science have alerted our society to the risks, in a warming world, of rapidly disintegrating ice sheets and abrupt regional climate changes.

«Queremos que la capacidad de combatir la malnutrición esté en manos de los propios afectados.»

“We want to empower those at risk to fight back against malnutrition”

Kathy Spahn
Presidenta de Helen Keller International
President of Helen Keller International





Helen Keller
INTERNATIONAL

Helen Keller International

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento
Cooperación al Desarrollo

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award
Development Cooperation

79

Agricultura familiar contra la malnutrición

Tres de cada cuatro personas en países en desarrollo viven en zonas rurales y en su mayoría se alimentan de lo que cultivan... y nada más. Demasiado a menudo eso no basta para una vida sana. Según Naciones Unidas la malnutrición, definida como dieta que no aporta los nutrientes adecuados, es en todo el mundo la principal causa de enfermedad. De ahí el énfasis en las palabras de Kathy Spahn, presidenta de Helen Keller International: «¡La buena nutrición es esencial! Esencial para el cerebro, para la educación, para acceder al desarrollo económico...». La ONG Helen Keller International (HKI) es el último galardonado con el Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Cooperación al Desarrollo, por combatir la malnutrición a través de programas que llegan cada año a más de cien millones de personas en veintinueve países de Asia y África.

La malnutrición condena a quienes la padecen a un círculo vicioso de pobreza, enfermedad y más hambre. En todo el mundo, uno de cada cuatro niños menores de cinco años padece atrofia por malnutrición. El déficit de hierro provoca letargo, cansancio crónico y problemas de desarrollo cognitivo en la mitad de los bebés de entre 6 y 24 meses en países en vías de desarrollo. La falta de vitamina A debilita las defensas y aumenta en más de un 20 por ciento el riesgo de morir por malaria, diarrea o sarampión, a la vez que es la principal causa de ceguera infantil. HKI quiere cambiar esa realidad llegando «a los más vulnerables, los más desfavorecidos, a los más difíciles de alcanzar», manifiesta Spahn.

Uno de los logros de HKI, que celebra este año el centenario de su existencia, es hacer posible que 54 millones de niños africanos reciban dos veces al año complementos de vitamina A. Pero la organización,

Home gardening to combat malnutrition

Three out of four people in developing countries live in rural areas, and most of them eat what they can grow. Their food intake, as such, is severely circumscribed, and all too often not enough for a healthy life. According to the United Nations, malnutrition, defined as a diet that fails to provide the right amount of nutrients, is the leading cause of disease worldwide. Which is why Kathy Spahn, the President of Helen Keller International, is so emphatic in her declarations: “Good nutrition is essential! Essential for the brain, for education, to achieve economic development...” The NGO Helen Keller International (HKI) is the latest recipient of the BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award in the Development Cooperation category for its work in fighting malnutrition through programs that reach over one hundred million people a year across 21 countries in Asia and Africa.

Malnutrition condemns those who suffer it to a vicious circle of poverty, disease and more hunger. Worldwide, as many as one in four children aged under five have stunted growth due to malnutrition. Iron deficiency causes lethargy, chronic tiredness and impairs cognitive development in around half of children aged 6-24 months in developing countries. Vitamin A deficiency weakens the immune system and increases the risk of dying from diarrhea, measles and malaria by over 20 percent, as well as being a leading cause of child blindness. HKI aspires to change this reality by targeting “the hardest to reach, the most vulnerable and disadvantaged,” says Spahn.

Among the achievements of HKI, which celebrates its centenary this year, is getting vitamin A supplements administered twice yearly to some 54 million children in Africa. For its President, however, the overriding goal is “to empower those at risk to fight back against

Helen Keller International ha impulsado un innovador sistema de cultivos familiares de alto valor nutricional. Su actividad, en una veintena de países de África y Asia, se dirige a poblaciones con grandes dificultades para acceder al mercado laboral y de alimentos.

Helen Keller International has set in train an innovative home garden system producing crops of high nutritional value. Its programs, run in over twenty countries in Asia and Africa, target communities with difficult access to labor and food markets.

declara su presidenta, aspira a que «la capacidad de combatir la malnutrición esté en manos de los propios afectados», y por eso promueve la creación de huertos familiares que mejoren la nutrición de las familias. El Programa Producción Familiar de Alimentos, con sus cultivos nutricionalmente variados, se ha convertido hoy en «una de las principales herramientas para llegar a las comunidades con menos recursos», señala el acta del jurado.

La ONG Helen Keller International fue fundada en 1915 por Helen Keller y el empresario George Kessler para ayudar a los soldados que habían quedado ciegos en la I Guerra Mundial a causa del gas mostaza. Helen Keller (1880-1968) fue la primera persona sordociega que obtuvo un título universitario: sorda y ciega desde bebé debido a una infección, aprendió a leer y escribir gracias a su institutriz. A su vez, George Kessler (1862-1923) fue uno de los supervivientes del hundimiento del transatlántico Lusitania, torpedeado en 1915 por un submarino alemán.

Hoy en día Helen Keller International emplea a ochocientos trabajadores, en su gran mayoría naturales de los veintiún países en que opera la organización. Y su foco no está solo en la ceguera, como explica su presidenta: «En los años cincuenta pasamos de tratar a gente ciega a intentar prevenir la ceguera, y eso hizo que nos involucráramos en la deficiencia de vitamina A. Pero queríamos un enfoque más completo, y así empezaron nuestros programas de enriquecimiento de alimentos con micronutrientes a escala industrial y el de Producción Familiar de Alimentos».

El Programa de Producción Familiar de Alimentos arrancó en 1990 en Bangladesh. Se dirige a mujeres de comunidades sin acceso al mercado laboral y alimentario con el fin de formarlas en técnicas agrícolas avanzadas y respetuosas con el medio, técnicas que generan cosechas más abundantes, todo el año, y de especies escogidas por su riqueza en micronutrientes. Los huertos se completan con la cría de aves de corral, animales pequeños y, si es posible, pescado. Durante tres años HKI suministra semillas y otros recursos que después generarán los propios cultivos. El programa siempre se realiza en colaboración con entidades locales.

malnutrition,” by promoting the establishment of home gardens that enable families to eat more healthily. The organization’s Homestead Food Production program, with its nutritionally varied crops, has become “one of its main tools for reaching poor communities,” in the words of the award citation.

The NGO Helen Keller International was established in 1915 by Helen Keller and businessman George Kessler, to help soldiers blinded by mustard gas during the First World War. Helen Keller (1880-1968) was the first deaf-blind person to graduate from college: deprived of hearing and sight in infancy as the result of an infection, she learned to read and right with the help of a tutor. Her co-founder Kessler (1862-1923) survived the 1915 sinking of the ocean liner Lusitania after it was torpedoed by a German submarine.

Today Helen Keller International employs 800 workers, most of them citizens of the 21 countries where the organization is present. And its focus is not just blindness, as Spahn points out: “In the 1950s, we evolved from treating blind people to working to prevent blindness, and this got us involved in vitamin A deficiency. But we also wanted to broaden our approach. And this took us to our Homestead Food Production program and the industrial-scale enrichment of foods with vitamins and minerals.”

Homestead Food Production started up in Bangladesh in 1990. It targets women from communities with no access to food and labor markets, whom it offers hands-on training in advanced, environmentally sustainable farming techniques that provide more abundant all-year harvests, with the focus on crop species rich in micronutrients. Communities are also introduced to the raising of poultry, small livestock animals and, where possible, fish. HKI supplies seeds and other inputs for the first three years, before the crops themselves take over. The program is invariably run in partnership with local organizations.

Work centers on improving diet during the “thousand-day window” from the time of conception until a child’s second birthday, and is accordingly supplemented by nutritional education on matters such as eating during pregnancy and breastfeeding. The

Su principal objetivo es mejorar la nutrición desde la concepción hasta que el niño cumple dos años, período conocido como la *ventana de los mil días*, y por eso incluye educación nutricional en aspectos como la alimentación durante la gestación o la lactancia materna. El programa se dirige a las mujeres por su papel en la alimentación familiar y porque, según señala Kathy Spahn, son ellas las que «cuando tienen los recursos sacan a la familia de la pobreza». Pero no se ignora a los hombres: «En uno de nuestros programas en Bangladesh les invitamos a las lecciones de cocina y a participar en la educación, y como resultado de su incorporación comenzaron a ayudar a las mujeres en los cultivos».

En 2012 solo en Bangladesh el Programa de Producción Familiar de Alimentos llegaba a 900.000 hogares y 4,5 millones de personas. Hoy se extiende a Camboya, Indonesia, Nepal y Vietnam, y a cinco países africanos: Burkina Faso, Costa de Marfil, Mozambique, Senegal y Tanzania. Una evaluación realizada por HKI en cuatro países asiáticos muestra que los hogares que lo han adoptado cultivan, de media, cuarenta y cinco variedades, frente a las diez de los huertos tradicionales, además de haberse reducido en ellos significativamente los casos de anemia y de ceguera infantil.

Kathy Spahn rememora una experiencia especialmente satisfactoria: «Fuimos a visitar uno de los huertos en el sur de Nepal. Lo habíamos iniciado hacía diez años y ya no lo gestionábamos nosotros. Y ahí estaba esa pequeña casita con lo que había sido un pequeño huerto que ahora era enorme, lleno de hortalizas magníficas y todo tipo de verduras. Fue emocionante: la matriarca de la familia tenía 101 años de edad y estaba ahí, mirándolo todo... Fue precioso. El proyecto caminaba solo».

focus on women is due to their key role in feeding the family and, says Spahn, because “given enough resources, they will lift their families out of poverty.” But that doesn’t mean ignoring the men: “In one of our Bangladesh programs, we invited men to cookery and other classes, and now they help the women with the crops.”

In 2012, Homestead Food Production reached 900,000 households and a total of 4.5 million people in Bangladesh alone. It is now being rolled out in Cambodia, Indonesia, Nepal and Vietnam, as well as five African countries: Burkina Faso, Côte d’Ivoire, Mozambique, Senegal and Tanzania. An evaluation conducted by HKI in four Asian countries found that participating households cultivate an average of 45 varieties compared to the ten of traditional gardens, and that there are significantly fewer cases among their members of anemia and childhood blindness.

Kathy Spahn recalls what was a particularly rewarding experience: “We called in on a garden in the south of Nepal – one we had started ten years back but were no longer running. And there was this little house, standing in the middle of what had once been a small plot and was now a huge cultivated area full of magnificent legumes and all kinds of vegetables. It was so moving. The matriarch of the family was 101 years old and there she was looking out at it all... beautiful. The project had taken on a life of its own.”



Más información:



More information:





Pedro L. Alonso

Presidente del jurado

Dirige el Programa Mundial sobre Paludismo de la Organización Mundial de la Salud en Ginebra (Suiza), que coordina los esfuerzos de esta organización para controlar y eliminar la malaria en el mundo y establecer normas basadas en la evidencia científica, patrones, políticas y directrices para apoyar a los países afectados por esta enfermedad. Autor de más de trescientos artículos en revistas científicas internacionales, entre otros galardones ha recibido el Premio Internacional de Unicef a su Trayectoria Personal liderando la lucha contra la malaria.

Chair of the jury

Director of the World Health Organization's Global Malaria Programme in Geneva (Switzerland), which coordinates the organization's global efforts to control and eliminate malaria and sets evidence-based norms, standards, policies and guidelines to support malaria-affected countries around the world. Author of more than 300 papers in international scientific journals, his many distinctions include the Unicef International Award for Personal Achievement in recognition of his role in the fight against malaria.



Norman Loayza

Secretario del jurado

Es economista jefe del Grupo de Investigación del Desarrollo del Banco Mundial (Estados Unidos). Ha trabajado con ministerios, bancos centrales, diversas ONG y universidades en el desarrollo de proyectos sobre reforma política y capacidad local. Ha participado en misiones del Banco Mundial en países como Túnez, Brasil, Egipto, Pakistán y la India en áreas que van desde la macroeconomía a los asuntos político-sociales. Autor de numerosos trabajos sobre cooperación al desarrollo, ha dirigido el *World Development Report 2014*, publicado por el Banco Mundial.

Secretary of the jury

Lead Economist in the World Bank's Development Research Group (United States). He has worked with ministries, central banks, NGOs and universities to implement projects for policy reform and local capacity improvement, and participated in World Bank missions to Tunisia, Brazil, Egypt, Indonesia, Pakistan and India in areas ranging from macroeconomics to socio-political issues. The author of numerous publications on development assistance matters, he recently directed the *World Development Report 2014*, published by the World Bank.



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 (Madrid, España). 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. Pertenecer 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 Spanish National Research Council (CSIC), he currently works in this organization's Department of Molecular Microbiology and Infection Biology (Madrid, Spain). 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.



Clara Menéndez

Es directora de la Iniciativa de Salud Materna, Infantil y Reproductiva, y profesora de Investigación en el Instituto de Salud Global de Barcelona (ISGlobal). Su investigación se centra en la salud materna, desde la malaria hasta la prevención del VIH y enfermedades de transmisión sexual en madres y niños. Ha escrito más de doscientos artículos científicos y dirigido tesis doctorales de estudiantes europeos y africanos. Es consultora en control de la malaria en la Organización Mundial de la Salud y, entre otros reconocimientos, ha recibido el Premio Fundación R. Geigy.

Director of the Maternal, Child and Reproductive Health Initiative and Research Professor at the Barcelona Institute for Global Health (ISGlobal). Her research interest lies in maternal health issues, from malaria during pregnancy to the prevention of HIV and sexually transmitted diseases in mothers and infants. She has authored more than 200 published papers and supervised the PhD theses of European and African students. A malaria control consultant for the World Health Organization, her honors include the R. Geigy Foundation Award.



José García Montalvo

Catedrático de Economía en la Universidad Pompeu Fabra (Barcelona, España) y profesor investigador del Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (Ivie), sus áreas de investigación son la economía del desarrollo, los conflictos y las etnias, el mercado inmobiliario, la economía de la educación y el mercado laboral. Autor de más de un centenar de artículos científicos, es *affiliated professor* en la Barcelona Graduate School of Economics, *research fellow* en la Institución Catalana de Investigación y Estudios Avanzados (ICREA), y consultor de la OCDE y del Banco Mundial.

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. He has authored over a hundred published papers and is an affiliated professor at Barcelona Graduate School of Economics, a research fellow at the Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA), and a consultant for the OECD and World Bank.



Francisco Pérez

Es catedrático de Análisis Económico en la Universidad de Valencia (España) y director de Investigación del Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (Ivie). Ha desarrollado y dirigido numerosos estudios sobre crecimiento económico e integración internacional, competitividad, economía regional, de la educación y financiera. Es autor de más de cincuenta libros y más de un centenar de artículos en revistas científicas. Ha recibido el Premio Sociedad Catalana de Economía 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 Institute of Economic Research (Ivie). 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 more than fifty books and over a hundred articles in specialist journals, he received 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
Cooperación al Desarrollo

Acta del jurado

Helen Keller International (HKI) es una institución centenaria con un largo historial en el desarrollo, contraste y escalamiento de programas destinados a luchar contra la malnutrición, la ceguera y las discapacidades en todo el planeta, y a luchar por integrar estas estrategias, basadas en evidencias, en el ámbito de los gobiernos locales y las estructuras comunitarias de modo que sean sostenibles.

En la actualidad HKI desarrolla más de 180 programas en 21 países de Asia y África, donde viven algunas de las poblaciones más vulnerables. Como prueba de su alcance trabajando para socios nacionales, Helen Keller International ha contribuido a que 54 millones de niños africanos reciban dos veces al año complementos de vitamina A. Su pionero programa Producción Familiar de Alimentos ha sido una de sus principales herramientas para llegar de un modo sostenible a las comunidades con menos recursos.

El hambre y una dieta pobre en diversidad reducen las funciones cognitivas, la capacidad física, la resistencia ante enfermedades, así como los ingresos y la calidad de vida. HKI lidera el Programa Producción Familiar de Alimentos, un modelo innovador e interdisciplinar que fomenta la mejora de las prácticas agrícolas y nutricionales aprovechando sinergias. Este planteamiento se aplica fundamentalmente a las comunidades que tienen dificultades para acceder a los mercados laborales y de alimentos. El programa fomenta el cultivo y consumo de una variada selección de frutas y verduras en los hogares, prestando especial atención a las especies que contienen micronutrientes como la vitamina A y el hierro.

HKI investiga e innova en la resolución de los cuellos de botella en la distribución e implementación. Por ejemplo, aunque las estrategias de complementos con micronutrientes están destinadas básicamente a los primeros mil días del niño desde su concepción, debido a lo vital de sus necesidades nutricionales, HKI ha reconocido que sus programas nutricionales clásicos no llegan apenas a un 20 por ciento de esos niños. A través de un abordaje de gestión del conocimiento y la investigación aplicada, HKI ha desarrollado estrategias para promover cambios conductuales sobre la nutrición, mejorando el acceso y la distribución.

Jury

BBVA Foundation Frontiers of Knowledge Award
Development Cooperation

Jury's citation

Helen Keller International (HKI), a centenary institution, is widely recognized for developing, testing and scaling up programs to combat malnutrition, blindness and disability on a global scale, and for striving to integrate these evidenced-based strategies within local government and community structures so that they are sustainable.

Currently, HKI is developing more than 180 programs in 21 countries in Asia and Africa, where some of the most vulnerable populations live. As evidence of its reach, last year alone, working with national partners, Helen Keller International contributed to 54 million African children receiving twice-yearly vitamin A supplements. Its pioneering Homestead Food Production program has been one of its main tools for reaching poor communities in a sustainable way

Hunger and low dietary diversity reduce cognitive function, physical capacity, resistance to disease and quality of life and lifetime earnings. Helen Keller International champions Homestead Food Production, an innovative, interdisciplinary program that promotes improved agricultural and nutritional practices in a synergistic fashion. This approach is mostly applied to communities that have difficult access to labor and food markets. The program encourages the cultivation and household consumption of a diverse selection of vegetables and fruits, with particular emphasis on species rich in vital micronutrients such as vitamin A and iron.

Helen Keller International has been actively examining and innovating in resolving delivery and implementation bottlenecks. For example, while micronutrient supplementation strategies primarily target children in the critical 1,000-day window because of their heightened nutritional needs, HKI has recognized that classical supplementation programs fail to reach at least 20 percent of children. Through its knowledge management approach and applied research, HKI has evolved its strategy to promote behavioral change in relation to nutrition, improving access and delivery.

Comisiones técnicas de evaluación

Coordinador:

Miguel A. Bañares

Vicepresidente Adjunto de Áreas Científico-Técnicas
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas)

Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)

Juan Manuel García Ruiz

Profesor de Investigación en el Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC)

Research Professor at the Andalusian Earth Sciences Institute (CSIC)

Laura Lechuga Gómez

Profesora de Investigación en el Centro de Investigación en Nanociencia y Nanotecnología (CSIC)

Research Professor at the Center for Research on Nanoscience and Nanotechnology (CSIC)

Rosa Menéndez López

Coordinador institucional del CSIC en Asturias y profesora de Investigación en el Instituto del Carbón (CSIC)

CSIC Institutional Coordinator in Asturias and Research Professor at the National Carbon Institute (CSIC)

Francisco Javier Rojo Marcos

Coordinador del Área de Ciencia y Tecnologías Químicas e investigador científico del Instituto de Investigaciones Químicas (CSIC-Universidad de Sevilla)

Coordinator of the Chemical Science and Technology Area and Research Scientist at the Institute for Chemical Research (CSIC-University of Seville)

Biomedicina Biomedicine

Balbino Alarcón Sánchez

Profesor de Investigación y director del Instituto de Biología Molecular Eladio Viñuela (CSIC)

Research Professor and Director of the Institute of Molecular Biology "Eladio Viñuela" (CSIC)

Lisardo Bosca Gomar

Profesor de Investigación en el Instituto de Investigaciones Biomédicas Alberto Sols (CSIC)

Research Professor at the "Alberto Sols" Biomedical Research Institute (CSIC)

Mariano Esteban Rodríguez

Vocal del Comité Científico Asesor del CSIC y profesor de Investigación en el Centro Nacional de Biotecnología (CSIC)

Member of the CSIC Scientific Advisory Committee and Research Professor at the Spanish National Biotechnology Center (CSIC)

Dolores González-Pacanowska

Coordinadora del Área de Biología y Biomedicina y profesora de Investigación en el Instituto de Parasitología y Biomedicina López-Neyra (CSIC)

Coordinator of the Biology and Biomedicine Area and Research Professor at the Institute of Parasitology and Biomedicine "López-Neyra" (CSIC)

Ángela Nieto Toledano

Profesora de Investigación en el Instituto de Neurociencias (CSIC)

Research Professor at the Neurosciences Institute (CSIC)

Technical evaluation committees

Coordinator:

Miguel A. Bañares

Deputy Vice-President for Scientific-Technical Fields
Spanish National Research Council (CSIC)

Ecología y Biología de la Conservación

Ecology and Conservation Biology

Xavier Querol

Coordinador del Área de Recursos Naturales y profesor de Investigación en el Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (CSIC)

Coordinator of the Natural Resources Area and Research Professor at the Institute of Environmental Assessment and Water Research (CSIC)

Daniel Oró

Profesor de Investigación en el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (CSIC)

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

Fernando Valladares

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

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

Tecnologías de la Información y la Comunicación

Information and Communication Technologies

Luis Hernández

Científico titular de OPI y director del Instituto de Tecnologías Físicas y de la Información (CSIC)

Tenured Scientist and Director of the Institute of Physical and Information Technologies (CSIC)

Juan José León

Investigador científico de OPI en el Instituto de Física Fundamental (CSIC)

Research Scientist at the Institute of Fundamental Physics (CSIC)

Manuel Lozano

Coordinador del Área de Ciencias y Tecnologías Físicas y profesor de Investigación en el Instituto de Microelectrónica de Barcelona (CSIC)

Coordinator of the Physical Science and Technologies Area and Research Professor at the Institute of Microelectronics of Barcelona (CSIC)

Alberto Sanfeliu

Profesor titular de Universidad en el Instituto de Robótica e Informática Industrial (CSIC-Universidad Politécnica de Cataluña)

University Professor at the Institute of Robotics and Applied Informatics (CSIC-Universidad Politécnica de Cataluña)

Ángela María Ribeiro

Científica titular de OPI en el Centro de Automática y Robótica (CSIC)

Tenured Scientist at the Center for Automation and Robotics (CSIC)

Economía, Finanzas y Gestión de Empresas

Economics, Finance and Management

José Antonio Berenguer Sánchez

Coordinador del Área de Humanidades y Ciencias Sociales e investigador científico en el Instituto de Lenguas y Culturas del Mediterráneo y Oriente Próximo (CSIC)

Coordinator of the Humanities and Social Sciences Area and Research Scientist at the Institute of Languages and Cultures of the Mediterranean and the Near East (CSIC)

Pablo Campos Palacín

Profesor de Investigación en el Instituto de Política y Bienes Públicos (CSIC)

Research Professor at the Institute of Public Goods and Policies (CSIC)

Ángel de la Fuente Moreno

Científico en el Instituto de Análisis Económico (CSIC)

Scientist at the Institute for Economic Analysis (CSIC)

Pablo D'Este Cukierman

Científico titular en el Instituto de Gestión de la Innovación y el Conocimiento (CSIC)

Tenured Scientist at the Institute of Innovation and Knowledge Management (CSIC)

Música Contemporánea Contemporary Music

José Antonio Berenguer Sánchez

Coordinador del Área de Humanidades y Ciencias Sociales e investigador científico en el Instituto de Lenguas y Culturas del Mediterráneo y Oriente Próximo (CSIC) Coordinador of the Humanities

Coordinator of the Humanities and Social Sciences Area and Research Scientist at the Institute of Languages and Cultures of the Mediterranean and the Near East (CSIC)

Antonio Ezquerro Esteban

Investigador científico (CSIC)
Research Scientist (CSIC)

Tessa Wendy Knighton Bolton

Investigadora de ICREA
ICREA Research Scientist

Josep Martí Pérez

Investigador científico en la Institución Milá y Fontanals (CSIC)
Research Scientist at the Milá i Fontanals Institution (CSIC)

Cambio Climático Climate Change

Daniel Oró

Profesor de Investigación en el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (CSIC)

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

Xavier Querol

Coordinador del Área de Recursos Naturales y profesor de Investigación en el Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (CSIC)

Coordinator of the Natural Resources Area and Research Professor at the Institute of Environmental Assessment and Water Research (CSIC)

Fernando Valladares

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

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

Cooperación al Desarrollo Development Cooperation

José Antonio Berenguer Sánchez

Coordinador del Área de Humanidades y Ciencias Sociales e investigador científico en el Instituto de Lenguas y Culturas del Mediterráneo y Oriente Próximo (CSIC)

Coordinator of the Humanities and Social Sciences Area and Research Scientist at the Institute of Languages and Cultures of the Mediterranean and the Near East (CSIC)

Juan Antonio Cebrían de Miguel

Científico titular en el Instituto de Economía, Geografía y Demografía (CSIC)

Tenured Scientist at the Institute of Economy, Geography and Demography (CSIC)

María Herrero Romero

Profesora de Investigación en la Estación Experimental de Aula Dei (CSIC)

Research Professor at the Experimental Station Aula Dei (CSIC)

Luciano Mateos Íñiguez

Investigador científico en el Instituto de Agricultura Sostenible (CSIC)

Research Scientist at the Institute for Sustainable Agriculture (CSIC)

Juan José Villarías Robles

Científico titular en el Instituto de Lengua, Literatura y Antropología (CSIC)

Tenured Scientist at the Institute of Language, Literature and Anthropology (CSIC)



Símbolo artístico *Fronteras del Conocimiento*

Artista: Blanca Muñoz

Blanca Muñoz se licenció en Bellas Artes en la Universidad Complutense de Madrid. Fue becada por el Gobierno de Italia en la 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: *Tornasol*, Galería Marlborough, Madrid (2014); *De l'acier à l'or*, Galerie MiniMasterpiece, París (2013); *Circunnavegación 1990-2012*, Sala Alcalá 31, Madrid (2013); *Superficial*, Galería Marlborough, Madrid (2012); *Cueva de estrellas*, Sala La Gallera, Valencia (2010); *Joyas de Blanca Muñoz*, Joyería Grassy, Madrid (2010); *Blue Dance*, Galería Marlborough, Chelsea, Nueva York (2009).

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

En el símbolo artístico de los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento — señala la artista — he tratado de sintetizar las ocho categorías seleccionadas y, al mismo tiempo, interrelacionar todas las disciplinas en un continuo desafío hacia nuevos avances del conocimiento. He elegido la espiral como símbolo de la imagen de la vida en numerosas culturas porque es la mejor solución para crecer en poco espacio y la mejor forma para representar la continuidad. La espiral se expande infinitamente desde el punto de origen. Pensando en todo ello he marcado tres espirales. Cada una está segmentada originando siete puntos, además de un octavo que es común y desde el cual parten todas ellas. Es decir, he tratado de acompañar las siete disciplinas científicas al son de la octava: la música contemporánea.

Frontiers of Knowledge artwork

Artist: Blanca Muñoz

Blanca Muñoz obtained 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 printmaker include the 1999 National Print 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: *Tornasol*, Galería Marlborough, Madrid (2014); *De l'acier à l'or*, Galerie MiniMasterpiece, Paris (2013); *Circunnavegación 1990-2012*, Sala Alcalá 31, Madrid (2013); *Superficial*, Galería Marlborough, Madrid (2012); *Cueva de estrellas*, Sala La Gallera, Valencia (2010); *Joyas de Blanca Muñoz*, Joyería Grassy, Madrid (2010); *Blue Dance*, Marlborough Chelsea, New York (2009).

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

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





Concierto extraordinario

Extraordinary concert

Intérpretes

Orquesta Sinfónica de Euskadi
Philip Dukes, viola
Joaquín Achúcarro, piano

Jun Märkl, director

Performers

Orquesta Sinfónica de Euskadi
Philip Dukes, viola
Joaquín Achúcarro, piano

Jun Märkl, conductor

Programa

Primera parte

György Kurtág (1926)

Movimiento para viola y orquesta

Maurice Ravel (1875-1937)

Concierto para la mano izquierda

· Lento – Più lento – Allegro – Più vivo ed accelerando –
Tempo primo – Allegro

Program

Part one

György Kurtág (1926)

Movement for Viola and Orchestra

Maurice Ravel (1875-1937)

Concerto for the Left Hand

· Lento – Più lento – Allegro – Più vivo ed accelerando –
Tempo primo – Allegro

Segunda parte

Hector Berlioz (1803-1869)

Sinfonía fantástica, op. 14

· *Ensueños – Pasiones (Largo – Allegro agitato e
appassionato assai)*
· *Un baile (Valse. Allegro non troppo)*
· *Escena campestre (Adagio)*
· *Marcha al cadalso (Allegretto non troppo)*
· *Sueño de una noche de aquelarre: Dies Irae – Corro
del aquelarre – Dies Irae y Corro del aquelarre
conjuntamente (Larghetto – Allegro assai – Allegro)*

Part two

Hector Berlioz (1803-1869)

Symphonie fantastique, op. 14

· *Daydreams – Passions (Largo – Allegro agitato
appassionato assai)*
· *A Ball (Valse. Allegro non troppo)*
· *Scene in the Country (Adagio)*
· *March to the Scaffold (Allegretto non troppo)*
· *Dream of a Witches' Sabbath: Dies Irae –
Witches' Round Dance – Dies Irae and Witches' Round
Dance together (Larghetto – Allegro assai – Allegro)*

22 de junio de 2015
Teatro Real
Madrid

June 22, 2015
Teatro Real
Madrid



Ceremonia de entrega de premios

Award presentation ceremony

Discurso del Presidente de la Fundación BBVA

Speech by the President of the BBVA Foundation

Discurso del Presidente del CSIC

Speech by the President of CSIC

Acto de entrega de los Premios

Awards presentation

Ciencias Básicas (Física, Química, Matemáticas)
Stephen L. Buchwald

Basic Sciences (Physics, Chemistry, Mathematics)
Stephen L. Buchwald

Biomedicina
Tony Hunter, Joseph Schlessinger y
Charles L. Sawyers

Biomedicine
Tony Hunter, Joseph Schlessinger and
Charles L. Sawyers

Ecología y Biología de la Conservación
David Tilman

Ecology and Conservation Biology
David Tilman

Tecnologías de la Información y la Comunicación
Leonard Kleinrock

Information and Communication Technologies
Leonard Kleinrock

Economía, Finanzas y Gestión de Empresas
Richard Blundell y David Card

Economics, Finance and Management
Richard Blundell and David Card

Música Contemporánea
György Kurtág

Contemporary Music
György Kurtág

Cambio Climático
Richard B. Alley

Climate Change
Richard B. Alley

Cooperación al Desarrollo
Helen Keller International

Development Cooperation
Helen Keller International

Cóctel

Cocktail

23 de junio de 2015
Fundación BBVA
Palacio del Marqués de Salamanca
Madrid

June 23, 2015
BBVA Foundation
Marqués de Salamanca Palace
Madrid



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

Maximilian Haider · Instituto Tecnológico de Karlsruhe (Alemania) / Karlsruhe Institute of Technology (Germany)

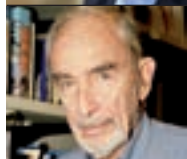
Harald Rose · Universidad de Ulm (Alemania) / Ulm University (Germany)

Knut Urban · Centro de Investigación de Jülich (Alemania) / Juelich Research Center (Germany)



Biomedicina / Biomedicine

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



Ecología y Biología de la Conservación / Ecology and Conservation Biology

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



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

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



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

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



Música Contemporánea / Contemporary Music

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



Cambio Climático / Climate Change

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



Pratham

Cooperación al Desarrollo / Development Cooperation

Pratham · India



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

Ingrid Daubechies · Universidad de Duke (Estados Unidos) / Duke University (United States)

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



Biomedicina / Biomedicine

Douglas L. Coleman · The Jackson Laboratory (Estados Unidos / United States)

Jeffrey M. Friedman · Howard Hughes Medical Institute (Estados Unidos / United States)



Ecología y Biología de la Conservación / Ecology and Conservation Biology

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



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

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



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

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



Música Contemporánea / Contemporary Music

Pierre Boulez · Compositor y director (Francia) / Composer and conductor (France)



Cambio Climático / Climate Change

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



Cooperación al Desarrollo / Development Cooperation

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



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 (Estados Unidos)
California Institute of Technology (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)
National Oceanic and Atmospheric Administration (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 en Berkeley (Estados Unidos)
University of California, Berkeley (United States)



Biomedicina / Biomedicine

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



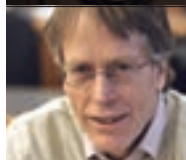
Ecología y Biología de la Conservación / Ecology and Conservation Biology

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 (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 de Óptica Cuántica (Alemania) / Max Planck Institute of Quantum Optics (Germany)
Peter Zoller · Instituto de Óptica Cuántica e Información Cuántica (Austria)
Institute for Quantum Optics and Quantum Information (Austria)



Biomedicina / Biomedicine

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



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
Paseo de Recoletos, 10 · 28001 Madrid
España / Spain
www.fbbva.es

Textos / Texts

Mónica González Salomone:

Ciencias Básicas; Biomedicina, Ecología y Biología de la Conservación;
Tecnologías de la Información y la Comunicación; Cambio Climático;
Cooperación al Desarrollo; *Exploradores*.
Basic Sciences; Biomedicine; Ecology and Conservation Biology;
Information and Communication Technologies; Climate Change;
Development Cooperation; *Explorers*.

Álvaro Guibert: Música Contemporánea/ Contemporary Music

Carlos Gil: Jurados / Juries

Traducción / Translations

Karen Welch

Diseño gráfico y producción / Graphic design and production
nu comunicación

Impresión / Printed by

Gráficas Ingugom

Depósito Legal / Legal deposit: BI-814-2015

Impreso en España / Printed in Spain

Impreso en papel ecológico / Printed on environmentally responsible paper

Créditos fotográficos / Photo credits

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

- 8 CSIC
 10 *(David Tilman)* Tim Rummelhoff, *(György Kurtág)* Andrea Felvégi
 12 *(de izquierda a derecha y de arriba a abajo / left to right, top to bottom)*
 NASA, Frederic Coignot, Tamás Nepusz,
 Brendan McIlhargey, Erik Aparicio, Zhu Difeng,
 NASA, Agustín Iglesias, Steve Gschmeissner
 17 CERN
 25 *Cortex en color Pastel Metalizado*. Oro 21K, paladio, teñido con tinta y esmaltado sobre
 panel de aluminio. Greg Dunn, 2012. www.gregadunn.com /
Cortex in Metallic Pastels. 21K gold, palladium, dye, and enamel on aluminized panel.
 Greg Dunn, 2012. www.gregadunn.com
 33 Pedro Jordano
 34, 37 Tim Rummelhoff
 41 Yan Liang
 49 Getty Images
 57 «Friedrich Hölderlin: Im Walde», 3.^{er} movimiento de *Hölderlin-Gesänge op. 35a* /
 “Friedrich Hölderlin: Im Walde”, 3rd movement of *Hölderlin-Gesänge*, op. 35a
 Editio Musica Budapest
 58 Andrea Felvégi
 61 *(arriba/top)* Andrea Felvégi
 66 ESA/Rosetta/NAVCAM – CC BY-SA IGO 3.0
 69 NOAA
 73 *(arriba/top)* Franz Josef ETOM
(abajo/bottom) Richard Alley
 77 Godong / BSIP
 81 *(abajo/bottom)* HKI
 86 *(arriba/top)* Blanca Muñoz
 88 Teatro Real

Fundación **BBVA**

Con la colaboración del
With the collaboration of

