



Los galardonados en la novena edición de los premios Fronteras del Conocimiento, con el presidente de la Fundación BBVA, Francisco González (sentado, en el centro), y su director, Rafael Pardo (de pie, quinto desde la derecha), ayer en el palacio del Marqués de Salamanca de Madrid. / FUNDACIÓN BBVA

Los premios Fronteras del Conocimiento reconocen al CRISPR, la técnica más precisa para editar el genoma, entre otras contribuciones punteras

La ciencia que marca el siglo XXI

EL PAÍS, Madrid
Los autores de algunos de los logros que mejor ilustran el avance del conocimiento en las últimas décadas, desde la predicción del cambio climático hasta la inteligencia artificial y la técnica más precisa de edición genómica, han recogido este jueves los novenos Premios Fronteras del Conocimiento de la Fundación BBVA. Esta edición refleja "la riqueza de todo lo descubierto", en palabras de Francisco González, presidente de la Fundación, y la ceremonia, que tuvo lugar en el madrileño Palacio

Marqués de Salamanca, ha sido una ocasión especial para reivindicar "el pensamiento racional en el que descansa la ciencia y a cuya ampliación y refinamiento ella misma contribuye como elemento central de la cultura", según ha expresado González.
Los premios, creados en 2008 para reconocer las contribuciones con mayor capacidad de ampliar y transformar la visión del mundo, están dotados con 3,2 millones de euros, repartidos equitativamente entre ocho categorías. En esta edición, han sido galardonados en Ciencia Básica

Están dotados con 3,2 millones de euros y repartidos en ocho categorías

Francisco González resaltó la relevancia del conocimiento básico

los matemáticos David Cox y Bradley Efron, por crear herramientas estadísticas esenciales para el avance de la ciencia moderna, que permiten obtener resultados fiables en diferentes áreas del conocimiento.
Los biólogos Emmanuelle Charpentier, Jennifer Doudna y Francisco Martínez Mojica han sido premiados en la categoría Biomedicina por desarrollar el CRISPR, la técnica más precisa para cortar y pegar el ADN y, gracias a ella, poder modificar el genoma. Mojica ha representado a los tres en el discurso de

agradecimiento y ha destacado que lo reciben como "un magnífico apoyo a la ciencia derivada de la curiosidad, a los descubrimientos básicos en ciencia". El biólogo también ha señalado: "En un momento en que muchos países limitan la financiación de la investigación básica, este premio sirve para enfatizar el valor intrínseco de la ciencia para la sociedad".
Gene E. Likens y Marten Scheffer han sido reconocidos en la categoría de Ecología por alertar del impacto global de la lluvia ácida y descubrir que la acción humana puede alterar los ecosistemas de manera drástica e irreversible. Ambos ecólogos han señalado que la principal marca de su trabajo fue la novedad. "Vimos las cosas de una manera en que nadie las había visto antes. Una nueva mirada al mundo circundante que nos ayudó, a nosotros y a otros, a entenderlo. Nos complace especialmente que es-

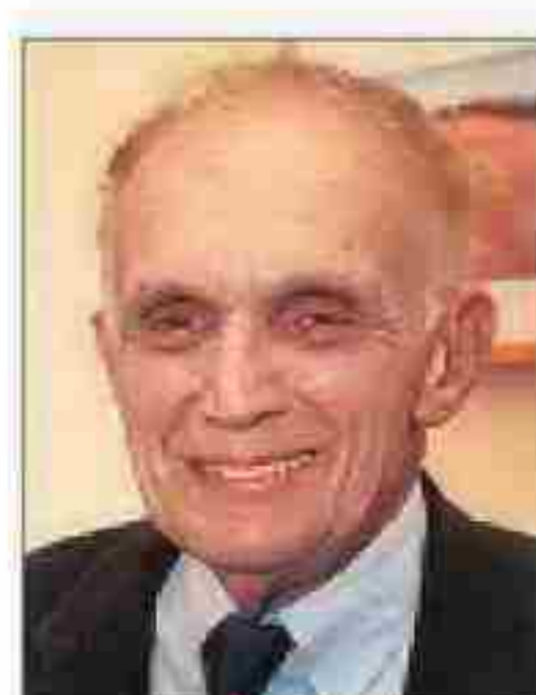
CIENCIAS BÁSICAS



DAVID COX
Reino Unido,
1924

El artículo científico *The regression analysis of life tables* (1972), conocido comúnmente como regresión de Cox, revolucionó la teoría y práctica de los métodos estadísticos para la investigación médica, y es el segundo más citado en el área de la estadística.

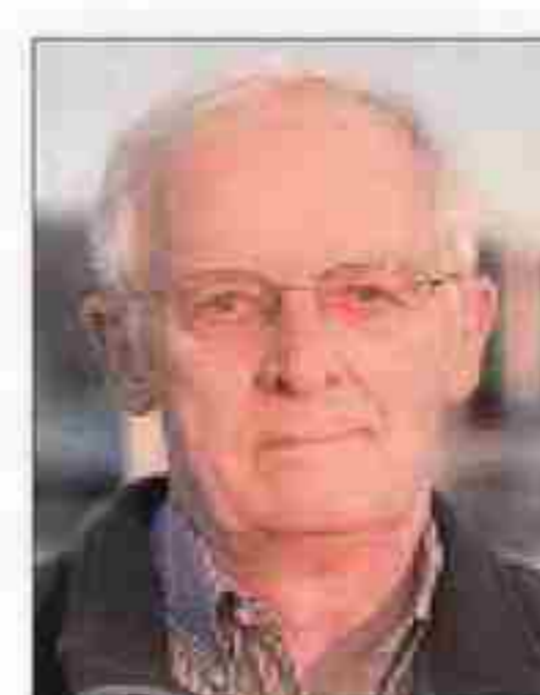
El método de David Cox se usa en multitud de áreas, como la investigación del cáncer, la epidemiología, economía, psicología, sociología, e incluso en los ensayos que analizan la resistencia y durabilidad de productos industriales. En 2014, la revista *Nature* lo situó en el puesto 16º de su top 100 de artículos científicos de todas las áreas y todos los tiempos.



BRADLEY EFRON
EE UU, 1938

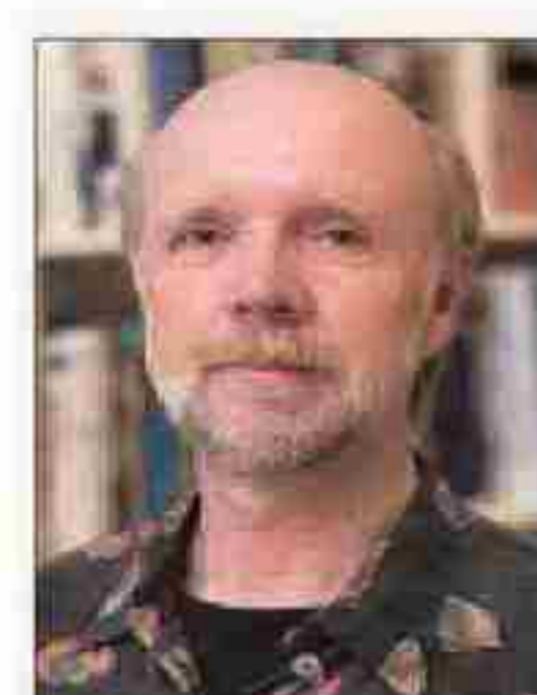
Este investigador ha realizado numerosas contribuciones a la ciencia de la estadística, pero su estudio más conocido —*Bootstrap methods: another look at the jackknife*— se publicó en 1979 en la revista *The Annals of Statistics*. La tesis de Efron generó mucha controversia en un principio, aunque ahora es considerado un triunfo de las matemáticas aplicadas junto con los análisis numéricos. El *bootstrap* es un método que aprovecha la potencia computacional de los ordenadores para comprobar la exactitud de un análisis estadístico. Esta fórmula ha tenido un gran impacto sobre las prácticas estadísticas, y es particularmente útil en medicina.

ECOLOGÍA Y BIOLOGÍA



GENE E. LIKENS
EE UU, 1935

En 1963, Likens fue cofundador del proyecto Hubbard Brook Ecosystem, que tuvo lugar en las Montañas Blancas de New Hampshire. Fue en este estudio donde descubrió la lluvia ácida y el impacto que tiene en los ecosistemas. Además, en 1983, fundó el Instituto Cary de Estudios del Ecosistema en Millbrook, Nueva York, una institución perteneciente al Jardín Botánico neoyorquino.
Es pionero en llevar a cabo estudios experimentales a largo plazo que cubren todo un ecosistema, y realiza mediciones a lo largo de décadas (en vez de los dos o tres años que solía ser la duración estándar de muchas investigaciones).



MARTEN SCHEFFER
Países Bajos,
1958

La investigación de Scheffer ayuda a predecir el riesgo que corre un ecosistema de sufrir un cambio abrupto, y también a buscar la manera de evitarlo. Su trabajo que, como en el caso de Likens, también versa sobre largas series temporales de datos, puede aplicarse a las consecuencias del cambio climático a escala global y a fortalecer ecosistemas específicos ante esas consecuencias, como las marismas de Doñana y otros humedales.
Su primera aportación fue demostrar que efectivamente se dan estas fuertes transiciones en los ecosistemas, denominadas *tipping points* (puntos de inflexión).

TECNOLOGÍAS INFORMACIÓN



GEOFFREY HINTON
Reino Unido,
1947

Geoffrey Hinton es catedrático en el Departamento de Ciencias de la Computación en la Universidad de Toronto (Canadá). Entre 2004 y 2013, dirigió el programa sobre Computación Neuronal y Percepción Adaptativa del Instituto Canadiense para la Investigación Avanzada, y desde 2013 colabora como investigador en Google en el desarrollo de sistemas de aplicación del *aprendizaje profundo*. El área impulsada por Hinton se denomina *deep learning* y es "uno de los desarrollos más emocionantes de la inteligencia artificial", según el jurado. "La máquina que mejor aprende es el cerebro humano", dice Hinton.

BIOMEDICINA



EMMANUELLE CHARPENTIER
Francia, 1968

Emmanuelle Charpentier estudió Bioquímica y Microbiología en la Universidad Pierre y Marie Curie de París y, en 1995, se doctora en Microbiología en el Instituto Pasteur. Desde 1996 hasta 2002, amplía su formación en la Universidad Rockefeller de Nueva York, el Langone Medical Center de la Universidad de Nueva York y el Instituto de Medicina Biomolecular de la misma ciudad. Desde 2015 dirige el nuevo Instituto Max Planck de Biología de la Infección en Berlín, manteniendo su plaza de profesora visitante en la Universidad de Umea.

A finales de la década de 2000 investigaba la función de un tipo de moléculas en la activación de genes, un trabajo

fundamentalmente básico que la llevó a descubrir una molécula clave en el sistema CRISPR/Cas 9.

Para conocer la estructura tridimensional de esa molécula, Charpentier contactó en 2011 con Doudna, y ambas decidieron colaborar.

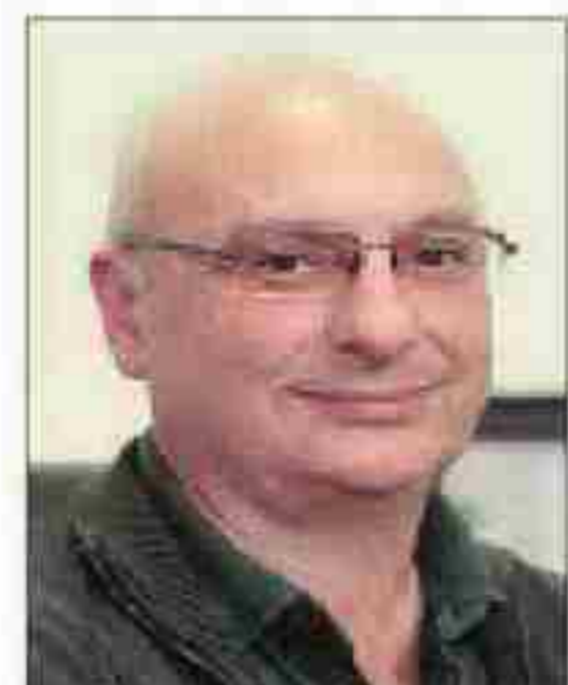


JENNIFER DOUDNA
EE UU, 1964

Desde 2002, Doudna está vinculada a la Universidad de California, Berkeley, donde es catedrática de Química y de Biología Molecular y Celular.

En 2012, Charpentier y Doudna ya habían conseguido reproducir artificialmente el sistema CRISPR/Cas 9. En la naturaleza, el mecanismo CRISPR/Cas 9 destruye a los invasores de los microorganismos a base de cortar

su ADN; en concreto, la estructura CRISPR —las secuencias repetidas y los fragmentos de virus— funciona como guía, que lleva a las tijeras —la enzima Cas 9— a la región específica del ADN que se quiere seccionar. Charpentier y Doudna reprodujeron ese mecanismo en el laboratorio, y demostraron que puede ser usado como “una potente herramienta de edición genómica que puede ser programada para reconocer cualquier fragmento de ADN”, según explica Charpentier.



FRANCISCO MOJICA
España, 1963

El alicantino Francisco Martínez Mojica identificó la secuencia CRISPR en 2003 en los microorganismos y descubrió que se trataba de un sistema de defensa contra

el virus; Charpentier y Doudna elucidaron el mecanismo molecular de CRISPR/Cas 9 y demostraron que tenía un uso potencial como herramienta universal de edición genómica, abriendo así la puerta a multitud de aplicaciones en prácticamente cualquier organismo. En 2008 se celebró el primer congreso internacional sobre CRISPR, en Berkeley, y fue allí donde Mojica coincidió por primera vez con Jennifer Doudna, ya entonces una prestigiosa investigadora. Por entonces, no obstante, no se pensaba en desarrollar una técnica precisa de edición genómica.

Tras doctorarse en 1993, Mojica continuó investigando en fisiología bacteriana en la Universidad de Utah. En 1997 regresó a la Universidad de Alicante, donde permanece desde entonces como profesor titular de Microbiología e investigador principal del Grupo de Microbiología Molecular.

ECONOMÍA Y FINANZAS



DARON ACEMOGLU
Turquía, 1967

De ascendencia armenia y ciudadana norteamericana, ha publicado alrededor de 120 artículos en revistas de prestigio internacional. El jurado ha destacado su contribución “por ayudar a comprender los determinantes del desarrollo económico a largo plazo, con especial énfasis en la importancia que tienen sobre este las instituciones y la organización de la sociedad”.

Su investigación ha abierto todo un campo en el que los investigadores pueden medir y cuantificar el efecto del modelo institucional en el desarrollo de una sociedad a distintas escalas. La economía del crecimiento explora por qué unos países son más ricos que otros.

te premio refleje nuestro trabajo a largo plazo para proteger un medio ambiente sano y hallar modos de seguir manteniendo estos servicios vitales en el futuro”, han sostenido.

Toda una vida de trabajo dedicada a comprender el funcionamiento del cerebro humano para poder trasladarlo a las máquinas le ha valido a Geoffrey Hinton, uno de los *padres* del *machine learning* (o aprendizaje automático), el galardón en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). También han sido premiados el economista Daron Acemoglu, por identificar a las instituciones como factores clave para el crecimiento y bienestar de los países; los climatólogos Syukuro Manabe y James Hansen, por crear los primeros modelos computacionales del clima, que predijeron el calentamiento global producto de las emisiones de CO₂; los investigadores biomédicos Pedro

Alonso y Peter Myler, por lograr avances clave contra enfermedades que afectan a cientos de millones de personas en países en desarrollo, como la malaria, y la compositora Sofia Gubaidulina, por la “cualidad espiritual y la dimensión transformadora de su música”, en palabras del jurado.

“La ciencia es una herramienta clave para comprender los procesos biológicos, desarrollar y evaluar herramientas médicas y, finalmente, desplegarlas para que tengan impacto y transformen las vidas de los millones de personas que habitan las partes económicamente menos desarrolladas del planeta”, han resaltado en su discurso los investigadores biomédicos Pedro Alonso y Peter Myler, premiados en la categoría de Cooperación al Desarrollo. “Puede ser un auténtico catalizador de desarrollo económico y, en definitiva, puede reducir la inaceptable desigual-

Premiado uno de los ‘padres’ del aprendizaje automático

Alonso y Myler, reconocidos por sus investigaciones sobre la malaria

dad que hemos constatado, en un mundo en el que el lugar de nacimiento determina las posibilidades de una persona de vivir una vida saludable y productiva”, resaltaron.

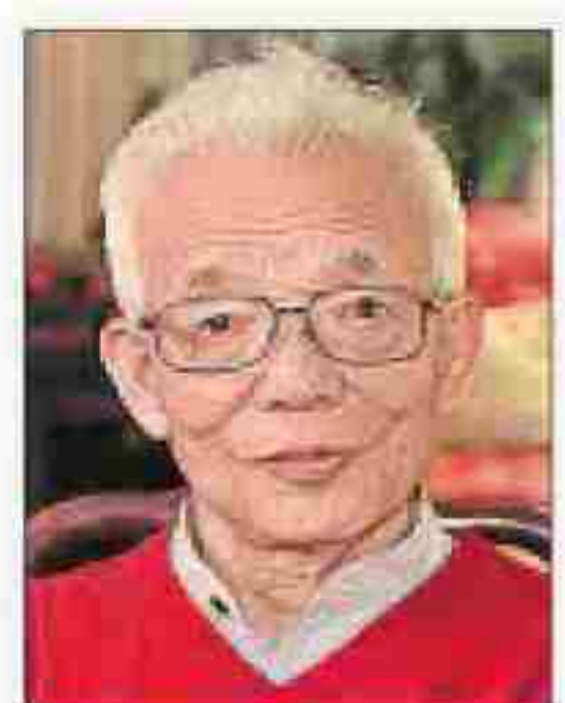
La compositora Sofia Gubaidulina, galardonada en la categoría de Música Contemporánea, comentó la relevancia de que este tipo de galardones se acuerden de esta disciplina: todos los empeños de los compositores e intérpretes no servirían de nada “de no existir grupos de personas concienciadas con la importancia de esta actividad”, subrayó.

Tanto los premiados como el presidente de la Fundación BBVA han defendido la importancia del conocimiento básico, aquel que no busca una aplicación inmediata pero que “determina nuestra visión del mundo, nuestro sistema de coordenadas para entender la realidad, y, por tanto, nuestra actitud y nuestra relación con los de-

más”, según ha expresado Francisco González en la ceremonia, a la que han asistido la secretaria de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación, Carmen Vela, y el presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Emilio Lora-Tamayo, además de numerosos representantes de la comunidad científica y artística nacional e internacional.

González ha afirmado que el trabajo de los premiados contribuye para fortalecer el conocimiento validado frente al “segmento ajeno o escéptico” de la sociedad. “Necesitamos estos modelos si aspiramos a reducir la grave desigualdad cognitiva que divide a la sociedad hoy, el foso entre quienes realmente viven inmersos en la sociedad del conocimiento y quienes recurren a sus productos sin más, sin preguntarse si detrás de las pantallas o el *click* lo que hay es magia o ciencia”, ha sostenido.

CAMBIO CLIMÁTICO



SYUKURO MANABE
Japón, 1931

Investigador en la Universidad de Princeton (EE UU), Manabe ha sido pionero en el estudio del sistema del clima terrestre desde el enfoque de la física fundamental, así como en la creación de sus primeros modelos numéricos y computacionales, tecnologías que afianzó como herramientas indispensables para profundizar en los mecanismos fundamentales de la variabilidad climática. A finales de los años 60, Manabe, en su puesto como investigador en la agencia estadounidense de la Atmósfera y el Océano (NOAA), desarrolló su modelo y predijo que si la concentración de CO₂ se duplicaba, la temperatura global subiría dos grados.



JAMES HANSEN
EE UU, 1941

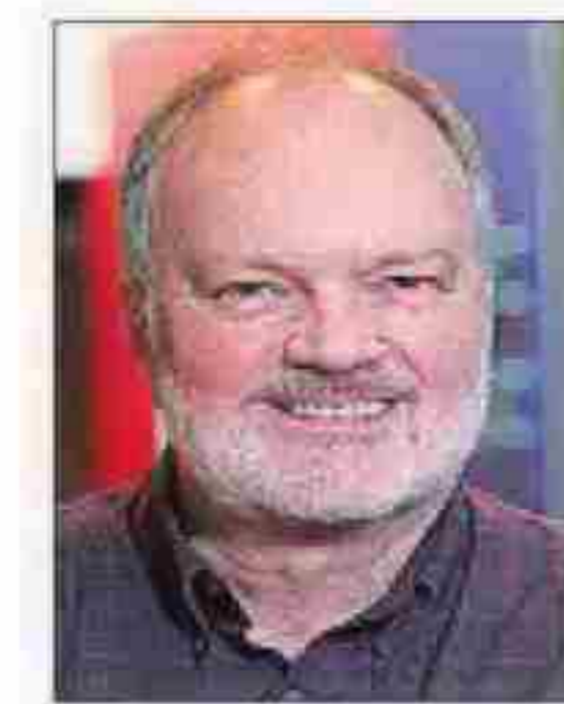
Hansen participó en el equipo que elaboró el modelo de la atmósfera terrestre del GISS, un modelo de predicción del tiempo que Hansen y sus colaboradores rediseñaron para crear simulaciones climáticas. Este modelo continúa mejorándose en la actualidad con nuevos hallazgos y avances tecnológicos. En 1987, publicó junto con Sergej Lebedeff el primer análisis de temperatura global del GISS, que detectó un aumento de la temperatura entre 1880 y 1985. Sus hallazgos científicos han contribuido a forjar la conciencia política y social sobre el calentamiento global.

COOPERACIÓN



PEDRO ALONSO
España, 1959

Este médico madrileño es director del Programa Mundial de la Malaria de la Organización Mundial de la Salud en Ginebra (Suiza). El trabajo de Pedro Alonso en esta enfermedad ha sido crucial: “Tuve el honor de dirigir el primer estudio que contra todo pronóstico demostró que el uso de mosquiteras impregnadas con insecticida era muy eficaz”, explica él mismo. Los resultados del ensayo dirigido por Alonso en Gambia sobre la eficacia de las mosquiteras se publicaron en 1991 en *The Lancet*. Ese primer resultado fue corroborado por otros ensayos. Durante la pasada década se distribuyeron más de mil millones de estas mosquiteras.



PETER MYLER
Australia, 1956

Peter Myler es catedrático y director de Servicios Centrales en el Centro para la Investigación de las Enfermedades Infecciosas (Seattle, Estados Unidos). El conocimiento básico que aporta su trabajo ha permitido identificar decenas de nuevas dianas farmacológicas, y “es indispensable para los cientos de grupos de investigación” que trabajan en el área, dice el jurado. Ya hay varios fármacos en ensayo producto de las aportaciones de Myler, pero él advierte de que ninguno de ellos será la solución definitiva: “El problema es que los parásitos están continuamente volviéndose resistentes”, relata Myler.

MÚSICA CONTEMPORÁNEA



SOFIA GUBAIDULINA
URSS, 1931

La pasión de Sofia Gubaidulina por la música se manifestó, según ella misma ha declarado en una entrevista, “de manera espontánea, cuando era una niña; por decirlo de alguna manera, no fui yo quien eligió la música, sino la propia música quien se manifestó en mí”.

El catálogo de Sofia Gubaidulina es amplísimo y abarca la práctica totalidad de los géneros musicales, con una notable excepción: la ópera. Considerada hoy en día como uno de los más grandes compositores en activo, Sofia Gubaidulina recibe con asiduidad encargos de los más importantes solistas, conjuntos y orquestas del mundo.